

INFORME TÉCNICO 0634B-2023 (REV 03)

Pruebas de Consumo Específico Neto de las Unidades TER Cementos BIO BIO CENTRO (U1-U8)

Cliente



ESTADO DEL DOCUMENTO				
Revisión	Fecha	Observaciones	Elaboró	Revisó
00	27.10.2023	Preliminar para revisión por parte del Coordinador Eléctrico Nacional	JPD	JPD
01	20.12.2023	Modificación – Observaciones Coordinador Eléctrico Nacional	JPD	JPD
02	22.12.2023	Modificación – Actualización valores según análisis de combustible	JPD	JPD
03	30.01.2024	Correcciones por parte del Coordinador Eléctrico Nacional	JPD	JPD

Contenido

1. Introducción.....	4
2. Responsables del ensayo	5
3. Objeto del ensayo	5
4. Descripción técnica de los equipos principales	6
5. Descripción del ensayo	7
6. Documentación y Normas aplicadas.....	7
7. Memoria técnica del procedimiento.....	8
8. Cálculo del Consumo Específico Neto	9
8.1. Curva Potencia Activa / Peso combustible	11
8.2. Curvas Parámetros Térmicos	11
8.3. Curvas Parámetros Ambientales	12
8.4. Poder calorífico superior	12
8.5. CEN DIESEL / FUEL OIL	13
9. Cálculo del Consumo Específico Neto corregido	14
10. Hojas de cálculo completas del ensayo.....	15
11. Tabla de resumen de valores de potencias	16
Anexos.....	17
PARAMETROS TÉRMICOS DE LAS MAQUINAS	18
PARÁMETROS AMBIENTALES.....	23
CERTIFICADOS DE CALIBRACION DE INSTRUMENTOS	28
ANALISIS DE COMBUSTIBLE	29

Santiago de Chile, 30 de enero de 2024

Atn:

COORDINADOR ELECTRICO NACIONAL

Referencia: Pruebas de Consumo Específico Neto de las Unidades TER Cementos BIO BIO CENTRO (U1-U8)

De nuestra mayor consideración:

Nos dirigimos a Ustedes, con el objeto de remitirles para vuestra consideración, nuestro informe técnico, correspondiente a la referencia, en el cual se detalla el procedimiento, pruebas y resultados obtenidos del trabajo realizado.

Desde ya estamos a su entera disposición a n t e cualquier consulta que estime conveniente.

Sin otro particular, saluda atentamente

Juan Pablo Dalmaso

Field Service Engineer

Main: +54.9.261.6956086

Sec: +56.9.91586879

www.dmaenergia.com

jpdalmaso@dmaenergia.cl

INFORME TÉCNICO

1. Introducción

El presente documento tiene como finalidad describir el protocolo aplicado para las pruebas de Consumo Especifico Neto (CEN) de la Central térmica Cementos Bio Bio Centro conformada por 8 generadores (U1-U8) Bi-fuel (Diesel y Fuel Oil) repartidos en dos naves de 4 unidades cada una. La planta se encuentra localizada en Teno, Provincia de Curicó, Región del Maule. La prueba se llevará a cabo para dar cumplimiento al Anexo "20230821 - 0634B-23 - COORDINADOR ELECTRICO -PROTOCOLO CEN - CT BIO BIO CENTRO (REV 01)" perteneciente a la norma técnica de seguridad y calidad del servicio (NTSyCS). La central Cementos BIO BIO Centro opera con 2 plantas de generación PPS (Packaged Power Stations de Hyundai Heavy Industries), cada una con una capacidad de 6,8 MW. Cada planta generadora está equipada con 4 unidades de 1,7 MW cada una. Cada una de estas unidades requiere una fase inicial de arranque de hasta dos horas utilizando diésel antes de cambiar al proceso de generación con combustible fuel n°6. Es importante destacar que la central cuenta con un sistema de calefacción crucial para el proceso de generación con combustible fuel n°6. Este sistema entra en funcionamiento desde el momento en que se inician los equipos generadores. Los gases de escape de cada unidad se utilizan para calentar la caldera, desempeñando un papel esencial en la preparación de este tipo de combustible.

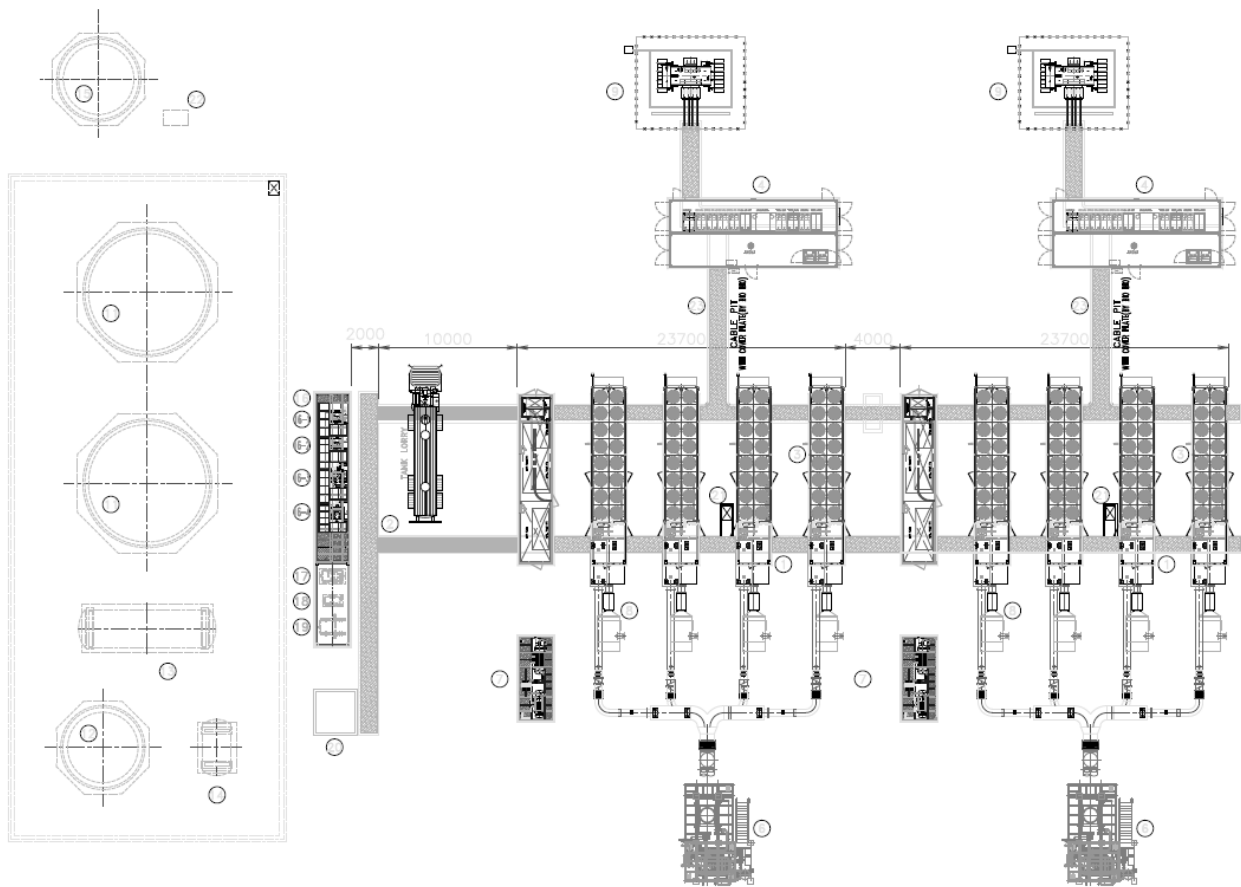


Ilustración 1 Layout Central

2. Responsables del ensayo

Se entiende por responsable del ensayo al individuo quien ejecuta las pruebas y verifica que se cumplan los lineamientos establecidos en los protocolos de pruebas aprobados previamente por el coordinador.

Tabla 1 responsables del ensayo

Responsables del ensayo		
Nombre	Empresa	Cargo
Juan Pablo Dalmaso	DMA ENERGIA	Experto Técnico

3. Objeto del ensayo

El propósito del ensayo es establecer, mediante un procedimiento estandarizado y previamente autorizado por el Coordinador, el consumo exacto de combustible neto para Unidades Generadoras, llevando a cabo pruebas específicas para cada tipo de combustible utilizado por las Unidades Generadoras. Según lo dispuesto en la resolución de la Comisión Nacional de Energía, las empresas generadoras están obligadas a verificar el valor del consumo específico de sus unidades, siguiendo las pautas establecidas en el Anexo Técnico denominado "Determinación de Consumos Específicos de Unidades Generadoras" de la Norma Técnica de Seguridad y Calidad de Servicio - Resolución Exenta N°427.

El objetivo de este informe es presentar los resultados obtenidos durante las pruebas de Consumo Específico Neto realizadas:

- a) Consumo Específico Neto medido.
- b) Consumo Específico Neto corregido.

4. Descripción técnica de los equipos principales

La Central térmica está conformada por 8 generadores separadas en 2 naves (4 unidades por nave), se encuentra en Teno, Provincia de Curicó, Región del Maule.

Las características de los equipos bajo prueba se detallan a continuación:

Tabla 2 Datos Técnicos Grupo Motor-Generador

DATOS DE PLACA GRUPO GENERADOR

GENERADOR	
MARCA	HYUNDAI
MODELO	HSR7 637-6P
Un	6600 Vac
P	1701 kW
PF	0.8

MOTOR	
MARCA	HYUNDAI
MODELO	9h21/32-G4
Pmecánica	1800 kWm
VELOCIDAD	1000 rpm

5. Descripción del ensayo

Las pruebas de consumo específico neto se realizaron en dos días de acuerdo a la disponibilidad de operación de las naves desde el 20/10/23 hasta el 21/10/23 realizando las pruebas por nave y cada tipo de combustible por día.

Los horarios y detalle de las unidades ensayadas se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 3 Horario de ejecución CEN

HORARIOS PRUEBAS CEN_CT CEMENMTOS BIO BIO CENTRO						
NAVE	COMBUSTIBLE	UNIDAD	DIA	HORA PUESTA EN MARCHA	HORA INICIO PRUEBA	HORA FINALIZACION PRUEBA
NAVE 1	DIESEL	U1	20-10-2023	18:30:00	20:25:00	21:30:00
		U2		20:45:00	22:30:00	23:40:00
NAVE 2	DIESEL	U5	21-10-2023	18:00:00	19:00:00	20:40:00
		U7		20:00:00	21:15:00	22:25:00
NAVE 1	FUEL OIL	U1	20-10-2023	23:00:00	0:25:00 +1d	1:15:00 +1d
		U2		0:30:00 +1d	1:50:00 +1d	2:45:00 +1d
NAVE 2	FUEL OIL	U5	21-10-2023	22:50:00	23:40:00	0:20:00 +1d
		U7		23:30:00	0:50:00 +1d	2:00:00 +1d

Para las pruebas se realizaron las mediciones del peso de combustible Diesel, en dos escalones de 20 minutos de duración cada uno y a las siguientes potencias, 100% y 30% de la potencia nominal, con un tiempo de 10 minutos entre escalón para alcanzar el nuevo nivel de potencia, el registro del peso del combustible se realizó cada 5 minutos desde la hora de inicio de prueba hasta la hora de finalización de la prueba.

6. Documentación y Normas aplicadas

- Protocolo de pruebas “20220927-0567-22-COORDINADOR-PROTOCOLO_CEN-REV01”
- Anexo Técnico: “Res. Ex. N°375 20160422 AT Determinación de Consumos Específicos de Unidades Generadoras”
- ASME - PTC 17 – “Reciprocating Internal Combustion Engines”
- ISO 1550: 2016 – “Internal combustion engines - Determination and method for the measurement of engine power - General requirements”
- ASME PTC 19.1 “Test Uncertainty”

7. Memoria técnica del procedimiento

De acuerdo a la ausencia de los certificados de calibración de los flujómetros masicos instalados, se procedió a realizar la medición del consumo de combustible con un BINS de 1000L con una balanza electrónica de 3Ton y con una tasa de muestreo de 5min se registraron los valores del peso del combustible, los parámetros eléctricos se registraron con los instrumentos de precisión como se especifica en el protocolo de pruebas.

Se muestra a continuación las variables y método de obtención de datos:

Tabla 4 Parámetros de medición

VARIABLES PRIMARIAS					
Parámetro	Punto de medición	Equipo a utilizar	unidad de medida	Registro	Tasa de muestreo
Peso de combustible	Según plano P&ID	BINS 1000l	kg	Manual	5 min
Potencia activa bruta	Bornes del Generador	PEM735	[kW]	Digital	1 seg
Potencia reactiva bruta	Bornes del Generador	PEM735	[kVAr]	Digital	1 seg
Factor de potencia	Bornes del Generador	PEM735	--	Digital	1 seg
Potencia activa Neta	SWGR-01	ION 7650	[Kw]	Digital	1 seg
Potencia reactiva Neta	SWGR-01	ION 7650	[kVAr]	Digital	1 seg

8. Cálculo del Consumo Específico Neto

Para la determinación del consumo específico neto, se tomó la medición del peso para cada tipo de combustible de ingreso por unidad bajo prueba (correspondiente al consumo de la unidad bajo prueba) por lo que se determinará el consumo específico neto con la fórmula a continuación:

$$C_{ENu} = \left[\frac{C_{Cg} \times P_C}{P_{neta}} \right] \left[\frac{kCal}{kWh} \right]$$

Donde:

- C_{ENu} → Consumo específico neto unitario medido en $\left[\frac{kCal}{kWh} \right]$
 C_{Cg} → Consumo de combustible general medido en $\left[\frac{kg}{h} \right]$
 P_C → Poder calorífico superior medido en $\left[\frac{kCal}{kg} \right]$
 P_{neta} → Potencia neta medida en SM HT1 [kW]

A modo demostrativo se desarrolla el cálculo de la unidad U1 utilizando combustible Diesel perteneciente a la NAVE 1, los demás valores se muestran tabulados más adelante.

Los pesos registrados del combustible durante el ensayo se reflejan en la siguiente tabla donde se calcula el consumo bruto de la unidad bajo prueba.

Tabla 5 Consumo de Combustible

FECHA	20-10-2023	TIPO DE COMBUSTIBLE		DIESEL	
		NAVE	1	UNIDAD	1
% DE CARGA	HORA	PESO DE COMBUSTIBLE (kg)	CONSUMO DE COMBUSTIBLE GENERAL (kg/5min)	CONSUMO DE COMBUSTIBLE GENERAL (kg/h)	CONSUMO DE COMBUSTIBLE GENERAL (l/h)
100%	20:25	911.00			
	20:30	879.50	31.50	472.50	564.65
	20:35	849.00	30.50	457.50	546.73
	20:40	818.00	31.00	465.00	555.69
	20:45	786.50	31.50	472.50	564.65
	20:50	755.00	31.50	472.50	564.65
	20:55	724.50	30.50	457.50	546.73
	21:00				
30%	21:05	679.50			
	21:10	664.50	15.00	225.00	268.88
	21:15	649.50	15.00	225.00	268.88
	21:20	634.50	15.00	225.00	268.88
	21:25	619.50	15.00	225.00	268.88
	21:30	604.00	15.50	232.50	277.84

La potencia promedio para cada condición de carga se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 6 Potencias activas registradas

Combustible	Diesel	Potencias Activas (kW)			
NAVE 1	UNIDAD 1				
FECHA	20-10-2023				
% DE CARGA	HORA	Potencia Bruta AVG	Potencia Neta AVG	Potencia SSAA+PERDIDAS	FP
100%	20:45	1484.05	1338.76	145.29	0.956
30%	21:30	517.89	400.43	117.46	

8.1. Curva Potencia Activa / Peso combustible

La tendencia del consumo de combustible en kg comparado con cada escalón de potencia queda como se muestra:

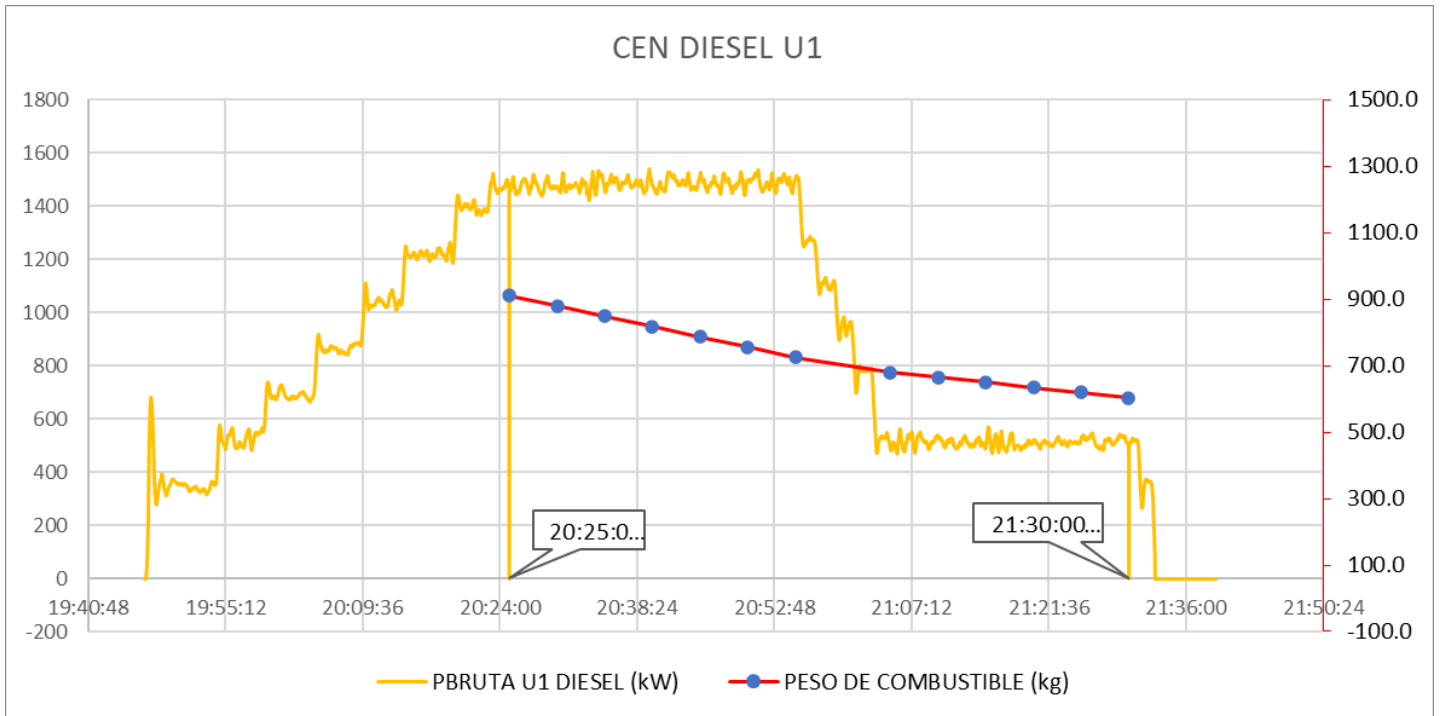


Ilustración 2 Potencia Bruta y Consumo en kg

8.2. Curvas Parámetros Térmicos

Los parámetros térmicos registrados durante la ejecución de la prueba se muestran a continuación:

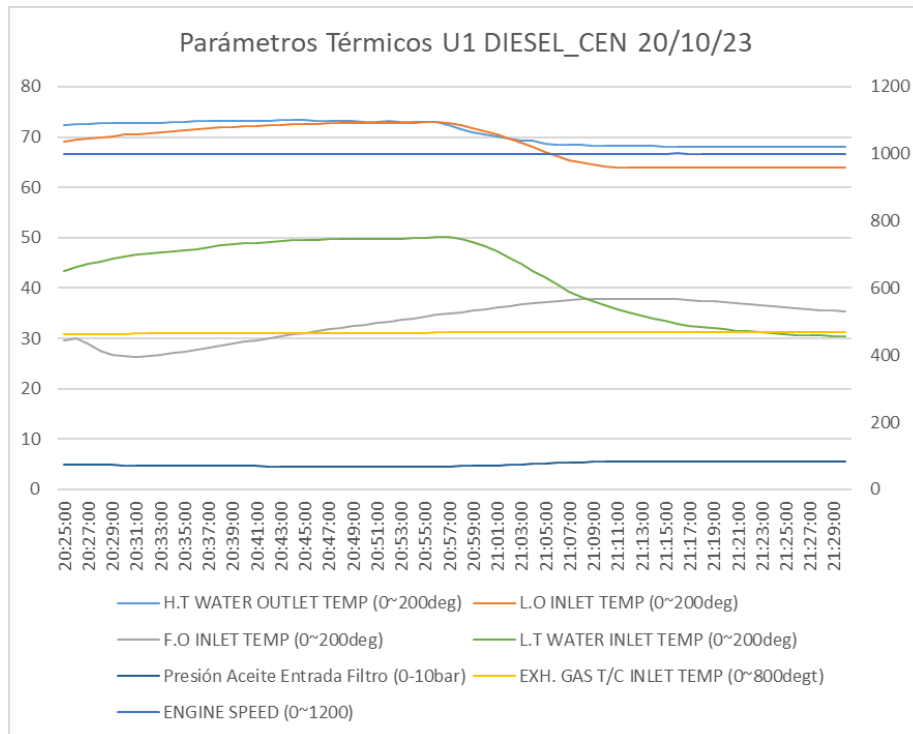


Ilustración 3 Parámetros Térmicos

8.3. Curvas Parámetros Ambientales

La temperatura ambiente, presión atmosférica y la humedad relativa se muestran en la siguiente imagen:

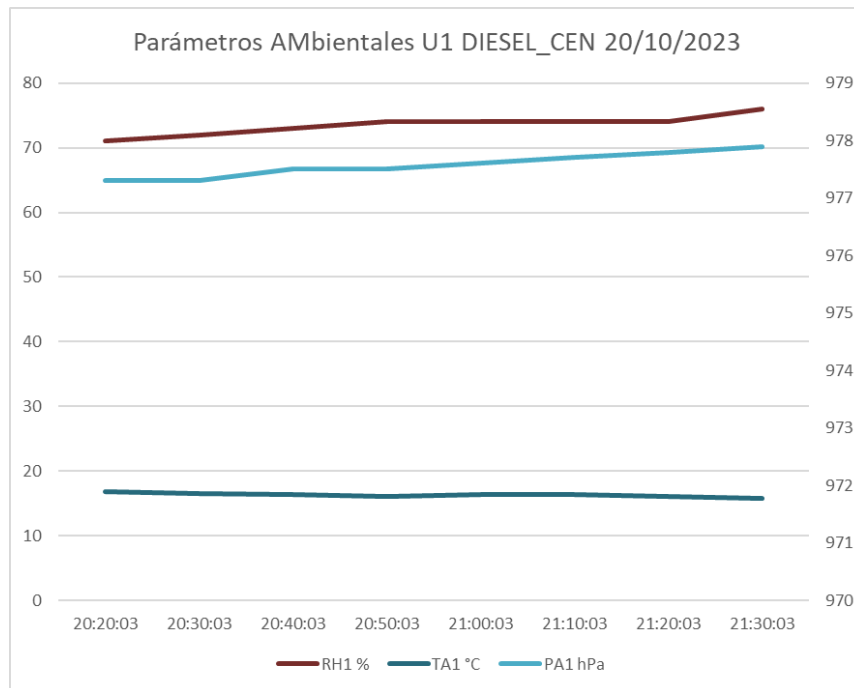


Ilustración 2 Parámetros Ambientales U1 DIESEL

8.4. Poder calorífico superior

Del análisis de combustible entregado por personal de CBB para el cada tipo de combustible se obtienen los valores del poder calorífico superior del DIESEL y del FUEL OIL N6, los análisis de combustible se anexan al final del informe.

Tabla 7 Poder Calorífico

DIESEL	PODER CALORIFICO SUPERIOR (Mj/kg)	45.810616
	PODER CALORIFICO SUPERIOR (kcal/kg)	10949
	DENSIDAD (kg/l)	0.8368

FUEL OIL	PODER CALORIFICO SUPERIOR (Mj/kg)	43.308584
	PODER CALORIFICO SUPERIOR (kcal/kg)	10351
	DENSIDAD (kg/l)	0.9660

8.5. CEN DIESEL / FUEL OIL

Finalmente se tabulan los resultados del cálculo del CEN medido para cada condición de carga.

Tabla 8 Consumo Especifico Neto Medido DIESEL / FUEI OIL

DIESEL	100% LOAD					30% LOAD				
UNIDAD	CONSUMO DE COMBUSTIBLE GENERAL (kg/h)	CONSUMO COMBUSTIBLE GENERAL (l/h)	POTENCIA NETA (kW)	FP	CONSUMO ESPECIFICO NETO (kCal/kWh)	CONSUMO DE COMBUSTIBLE GENERAL (kg/h)	CONSUMO COMBUSTIBLE GENERAL (l/h)	POTENCIA NETA (kW)	FP	CONSUMO ESPECIFICO NETO (kCal/kWh)
U1	466.30	557.24	1338.76	0.955	3813.62	226.50	270.67	400.43	0.957	6193.21

FUEL OIL	100% LOAD					30% LOAD				
UNIDAD	CONSUMO DE COMBUSTIBLE GENERAL (kg/h)	CONSUMO COMBUSTIBLE GENERAL (l/h)	POTENCIA NETA (kW)	FP	CONSUMO ESPECIFICO NETO (kCal/kWh)	CONSUMO DE COMBUSTIBLE GENERAL (kg/h)	CONSUMO COMBUSTIBLE GENERAL (l/h)	POTENCIA NETA (kW)	FP	CONSUMO ESPECIFICO NETO (kCal/kWh)
U1	466.90	483.33	1339.46	0.954	3608.08	241.90	250.41	397.28	0.957	6302.63

DIESEL	100% LOAD					30% LOAD				
UNIDAD	CONSUMO DE COMBUSTIBLE GENERAL (kg/h)	CONSUMO COMBUSTIBLE GENERAL (l/h)	POTENCIA NETA (kW)	FP	CONSUMO ESPECIFICO NETO (kCal/kWh)	CONSUMO DE COMBUSTIBLE GENERAL (kg/h)	CONSUMO COMBUSTIBLE GENERAL (l/h)	POTENCIA NETA (kW)	FP	CONSUMO ESPECIFICO NETO (kCal/kWh)
U2	477.50	570.63	1357.40	0.956	3851.59	235.00	280.83	393.28	0.957	6542.45

FUEL OIL	100% LOAD					30% LOAD				
UNIDAD	CONSUMO DE COMBUSTIBLE GENERAL (kg/h)	CONSUMO COMBUSTIBLE GENERAL (l/h)	POTENCIA NETA (kW)	FP	CONSUMO ESPECIFICO NETO (kCal/kWh)	CONSUMO DE COMBUSTIBLE GENERAL (kg/h)	CONSUMO COMBUSTIBLE GENERAL (l/h)	POTENCIA NETA (kW)	FP	CONSUMO ESPECIFICO NETO (kCal/kWh)
U2	484.50	501.55	1335.99	0.957	3753.82	241.90	250.41	376.07	0.958	6658.09

DIESEL	100% LOAD					30% LOAD				
UNIDAD	CONSUMO DE COMBUSTIBLE GENERAL (kg/h)	CONSUMO COMBUSTIBLE GENERAL (l/h)	POTENCIA NETA (kW)	FP	CONSUMO ESPECIFICO NETO (kCal/kWh)	CONSUMO DE COMBUSTIBLE GENERAL (kg/h)	CONSUMO COMBUSTIBLE GENERAL (l/h)	POTENCIA NETA (kW)	FP	CONSUMO ESPECIFICO NETO (kCal/kWh)
U5	465.00	555.69	1353.34	0.954	3762.01	230.00	274.86	388.85	0.958	6476.20

FUEL OIL	100% LOAD					30% LOAD				
UNIDAD	CONSUMO DE COMBUSTIBLE GENERAL (kg/h)	CONSUMO COMBUSTIBLE GENERAL (l/h)	POTENCIA NETA (kW)	FP	CONSUMO ESPECIFICO NETO (kCal/kWh)	CONSUMO DE COMBUSTIBLE GENERAL (kg/h)	CONSUMO COMBUSTIBLE GENERAL (l/h)	POTENCIA NETA (kW)	FP	CONSUMO ESPECIFICO NETO (kCal/kWh)
U5	471.30	487.89	1342.09	0.958	3634.95	240.00	248.45	397.37	0.956	6251.70

DIESEL	100% LOAD					30% LOAD				
UNIDAD	CONSUMO DE COMBUSTIBLE GENERAL (kg/h)	CONSUMO COMBUSTIBLE GENERAL (l/h)	POTENCIA NETA (kW)	FP	CONSUMO ESPECIFICO NETO (kCal/kWh)	CONSUMO DE COMBUSTIBLE GENERAL (kg/h)	CONSUMO COMBUSTIBLE GENERAL (l/h)	POTENCIA NETA (kW)	FP	CONSUMO ESPECIFICO NETO (kCal/kWh)
U7	473.80	566.20	1366.85	0.955	3795.32	233.80	279.40	401.92	0.956	6369.12

FUEL OIL	100% LOAD					30% LOAD				
UNIDAD	CONSUMO DE COMBUSTIBLE GENERAL (kg/h)	CONSUMO COMBUSTIBLE GENERAL (l/h)	POTENCIA NETA (kW)	FP	CONSUMO ESPECIFICO NETO (kCal/kWh)	CONSUMO DE COMBUSTIBLE GENERAL (kg/h)	CONSUMO COMBUSTIBLE GENERAL (l/h)	POTENCIA NETA (kW)	FP	CONSUMO ESPECIFICO NETO (kCal/kWh)
U7	471.30	487.89	1348.42	0.956	3617.88	222.50	230.33	378.08	0.955	6091.56

9. Cálculo del Consumo Específico Neto corregido

El procedimiento indica que a las potencias brutas y netas medidas, así como también a los valores correspondientes a las mediciones de consumo específico neto, se les podría aplicar correcciones por parte del motor, pero para este caso no aplica debido a que la planta se encuentra ubicada a menos de 1000 m.s.n.m. y la temperatura ambiente se ubica por debajo de los 40°C por lo que estará fuera de los ábacos de corrección para el caso del motor.

La planta opera a un factor de potencia de 0.956 por lo que utilizando las curvas PQ del generador se observa que no existe corrección aplicable al operar en valores cercanos a 0.95

CONSUMO ESPECIFICO NETO CORREGIDO (kCal/kWh) 100%	CONSUMO ESPECIFICO NETO CORREGIDO (kCal/kWh) 30%
3813.62	6193.21

Tabla 9 Consumo Especifico Neto Corregido U1 DIESE

10. Hojas de cálculo completas del ensayo.

Siguiendo la idea de la unidad 1, se calcula el consumo específico neto corregido de toda la planta por cada tipo de combustible:

Tabla 11 Cálculo CEN POR UNIDAD

CEN POR UNIDAD	UNIDAD	100% LOAD					30% LOAD				
		CONSUMO DE COMBUSTIBLE GENERAL (kg/h)	CONSUMO COMBUSTIBLE GENERAL (l/h)	POTENCIA NETA (kW)	FP	CONSUMO ESPECIFICO NETO (kCal/kWh)	CONSUMO DE COMBUSTIBLE GENERAL (kg/h)	CONSUMO COMBUSTIBLE GENERAL (l/h)	POTENCIA NETA (kW)	FP	CONSUMO ESPECIFICO NETO (kCal/kWh)
NAVE 1 DIESEL	U1	466.30	557.24	1338.76	0.955	3813.62	226.50	270.67	400.43	0.957	6193.21
	U2	477.50	570.63	1357.40	0.956	3851.59	235.00	280.83	393.28	0.957	6542.45
NAVE 2 DIESEL	U5	465.00	555.69	1353.34	0.954	3762.01	230.00	274.86	388.85	0.958	6476.20
	U7	473.80	566.20	1366.85	0.955	3795.32	233.80	279.40	401.92	0.956	6369.12
NAVE 1 FUEL OIL	U1	466.90	483.33	1339.46	0.954	3608.08	241.90	250.41	397.28	0.957	6302.63
	U2	484.50	501.55	1335.99	0.957	3753.82	241.90	250.41	376.07	0.958	6658.09
NAVE 2 FUEL OIL	U5	471.30	487.89	1342.09	0.958	3634.95	240.00	248.45	397.37	0.956	6251.70
	U7	471.30	487.89	1348.42	0.956	3617.88	222.50	230.33	378.08	0.955	6091.56

Tabla 10 Cálculo CEN por NAVE

CEN POR NAVE	NAVE	100% LOAD					30% LOAD				
		CONSUMO DE COMBUSTIBLE GENERAL (kg/h)	CONSUMO COMBUSTIBLE GENERAL (l/h)	POTENCIA NETA (kW)	FP	CONSUMO ESPECIFICO NETO (kCal/kWh)	CONSUMO DE COMBUSTIBLE GENERAL (kg/h)	CONSUMO COMBUSTIBLE GENERAL (l/h)	POTENCIA NETA (kW)	FP	CONSUMO ESPECIFICO NETO (kCal/kWh)
DIESEL	1	471.90	563.93	1348.08	0.956	3832.60	230.75	275.75	396.86	0.957	6367.83
	2	469.40	560.95	1360.10	0.955	3778.67	231.90	277.13	395.39	0.957	6422.66
FUEL OIL	1	475.70	492.44	1337.73	0.956	3680.95	241.90	250.41	386.68	0.958	6480.36
	2	471.30	487.89	1345.26	0.957	3626.42	231.25	239.39	387.73	0.956	6171.63

Tabla 12 Cálculo CEN TOTAL

CEN TOTAL	100% LOAD					30% LOAD				
	CONSUMO DE COMBUSTIBLE GENERAL (kg/h)	CONSUMO COMBUSTIBLE GENERAL (l/h)	POTENCIA NETA (kW)	FP	CONSUMO ESPECIFICO NETO (kCal/kWh)	CONSUMO DE COMBUSTIBLE GENERAL (kg/h)	CONSUMO COMBUSTIBLE GENERAL (l/h)	POTENCIA NETA (kW)	FP	CONSUMO ESPECIFICO NETO (kCal/kWh)
DIESEL	470.65	562.44	1354.09	0.955	3805.64	231.33	276.44	396.12	0.957	6395.25
FUEL OIL	473.50	490.17	1341.49	0.956	3653.68	236.58	244.90	387.20	0.96	6325.99

11. Tabla de resumen de valores de potencias

La potencia de servicios auxiliares más las pérdidas se obtienen de la diferencia entre la potencia Bruta y la potencia Neta, se resumen los valores obtenidos para cada unidad, por nave y planta completa a continuación:

Tabla 13 Potencias Activas por Unidad

POTENCIA POR UNIDAD	POTENCIAS ACTIVAS MEDIDAS (kW)								
	UNIDAD	100% LOAD				30% LOAD			
		Potencia Neta AVG	Potencia Bruta AVG	Potencia SSAA + PERDIDAS	FP	Potencia Neta AVG	Potencia Bruta AVG	Potencia SSAA + PERDIDAS	FP
NAVE 1	U1	1338.76	1484.05	145.29	0.955	400.43	517.89	117.46	0.957
DIESEL	U2	1357.40	1490.81	133.41	0.956	393.28	514.47	121.19	0.957
NAVE 2	U5	1353.34	1483.65	130.31	0.954	388.85	510.57	121.72	0.958
DIESEL	U7	1366.85	1485.98	119.13	0.955	401.92	513.86	111.94	0.956
NAVE 1	U1	1339.46	1484.59	145.13	0.954	397.28	512.68	115.40	0.957
FUEL OIL	U2	1335.99	1482.07	146.08	0.957	376.07	519.45	143.38	0.958
NAVE 2	U5	1342.09	1481.91	139.82	0.958	397.37	515.32	117.95	0.956
FUEL OIL	U7	1348.42	1483.20	134.78	0.956	378.08	515.06	136.98	0.955

Tabla 14 Potencias Activas por Nave

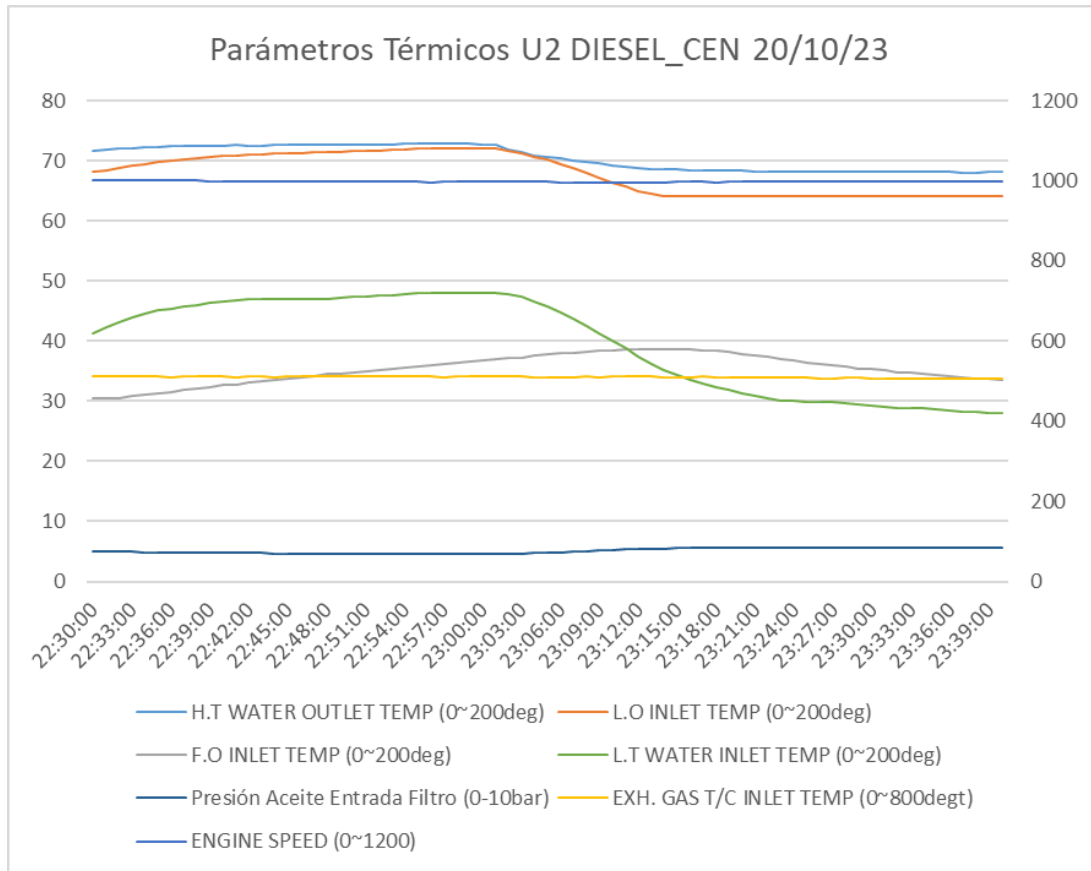
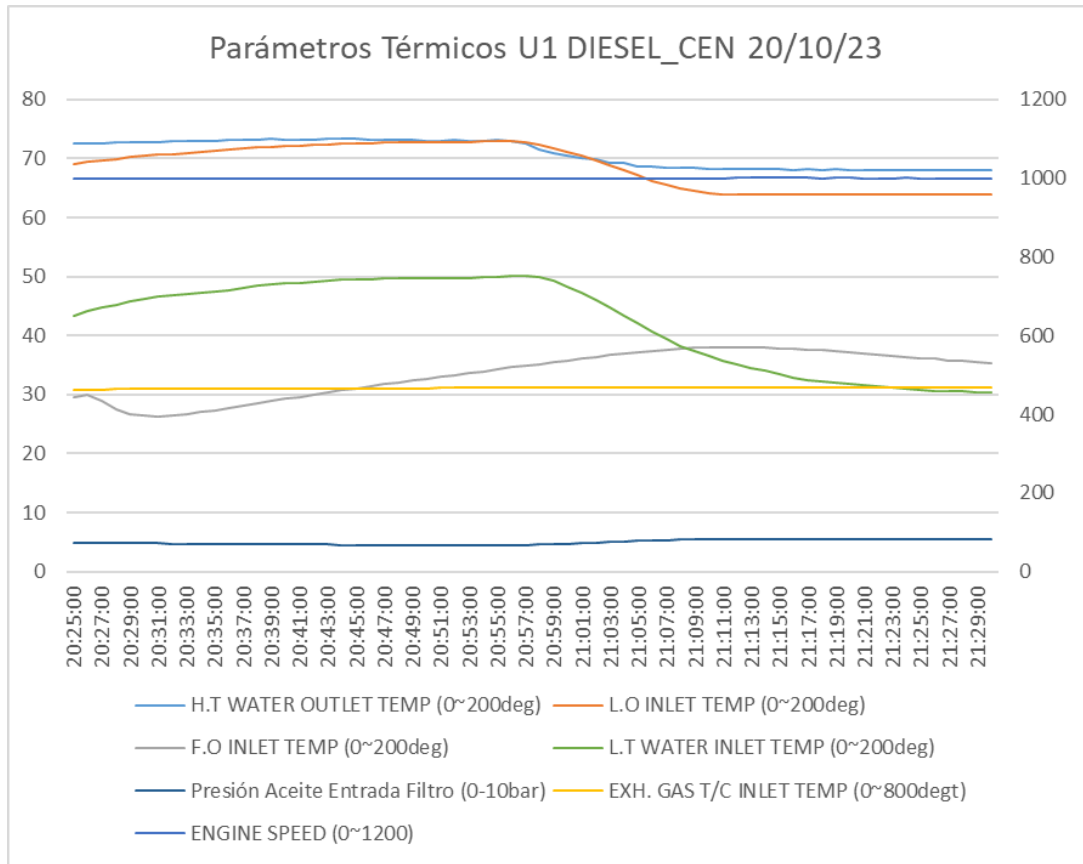
POTENCIA POR NAVE	POTENCIAS ACTIVAS MEDIDAS (kW)								
	NAVE	100% LOAD				30% LOAD			
		Potencia Neta AVG	Potencia Bruta AVG	Potencia SSAA + PERDIDAS	FP	Potencia Neta AVG	Potencia Bruta AVG	Potencia SSAA + PERDIDAS	FP
DIESEL	1	1348.08	1487.43	139.35	0.956	396.86	516.18	119.32	0.957
	2	1360.10	1484.81	124.71	0.955	395.39	512.22	116.83	0.957
FUEL OIL	1	1337.73	1483.33	145.60	0.956	386.68	516.07	129.39	0.958
	2	1345.26	1482.55	137.29	0.957	387.73	515.19	127.46	0.956

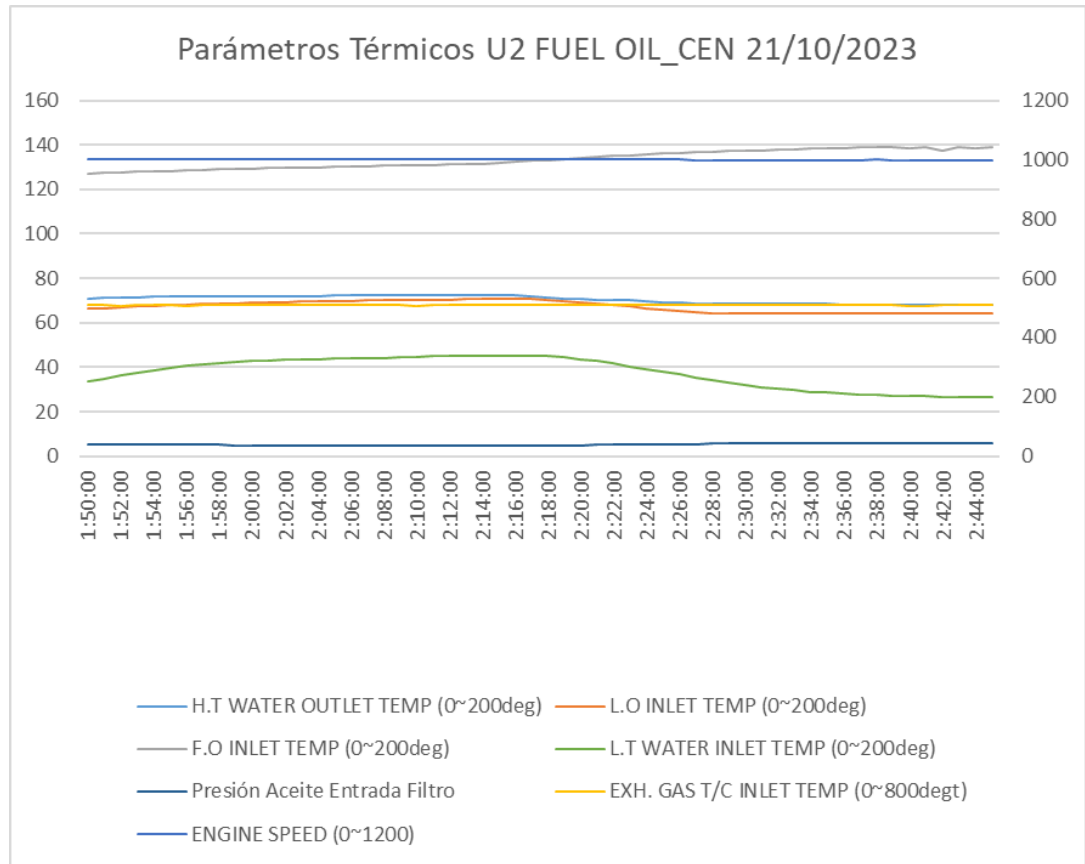
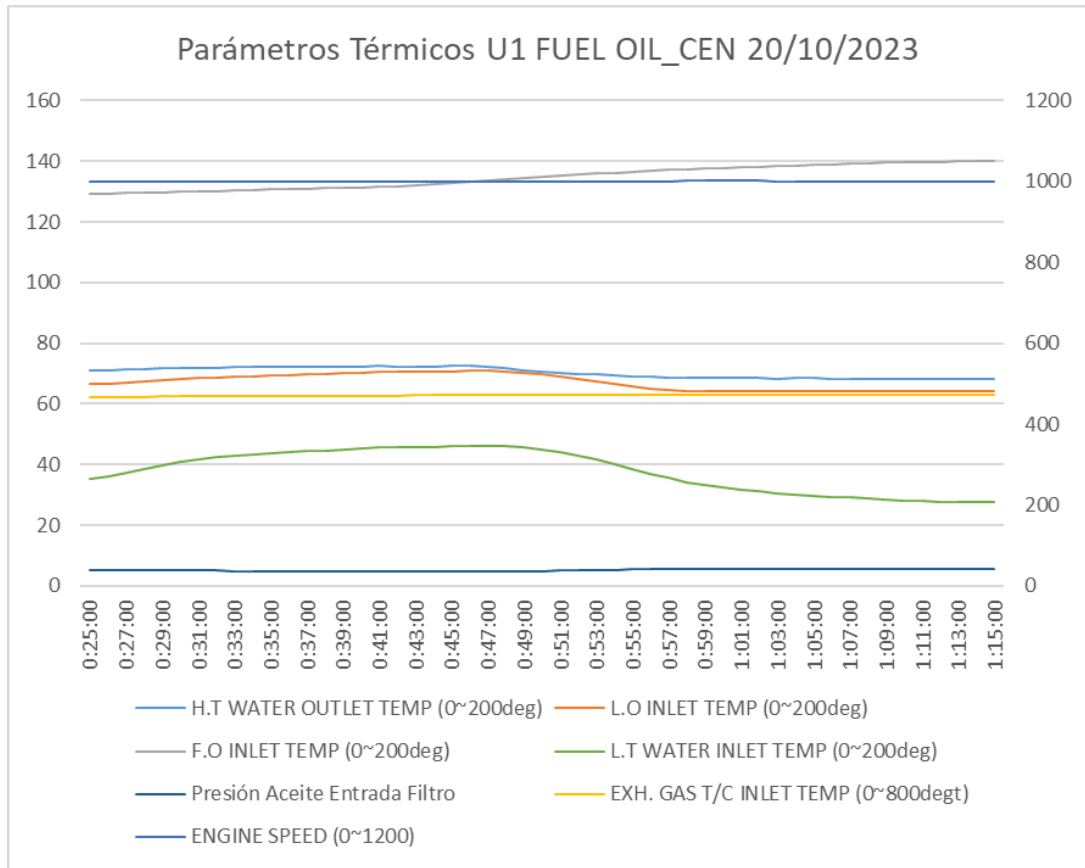
Tabla 15 Potencias Activas Totales

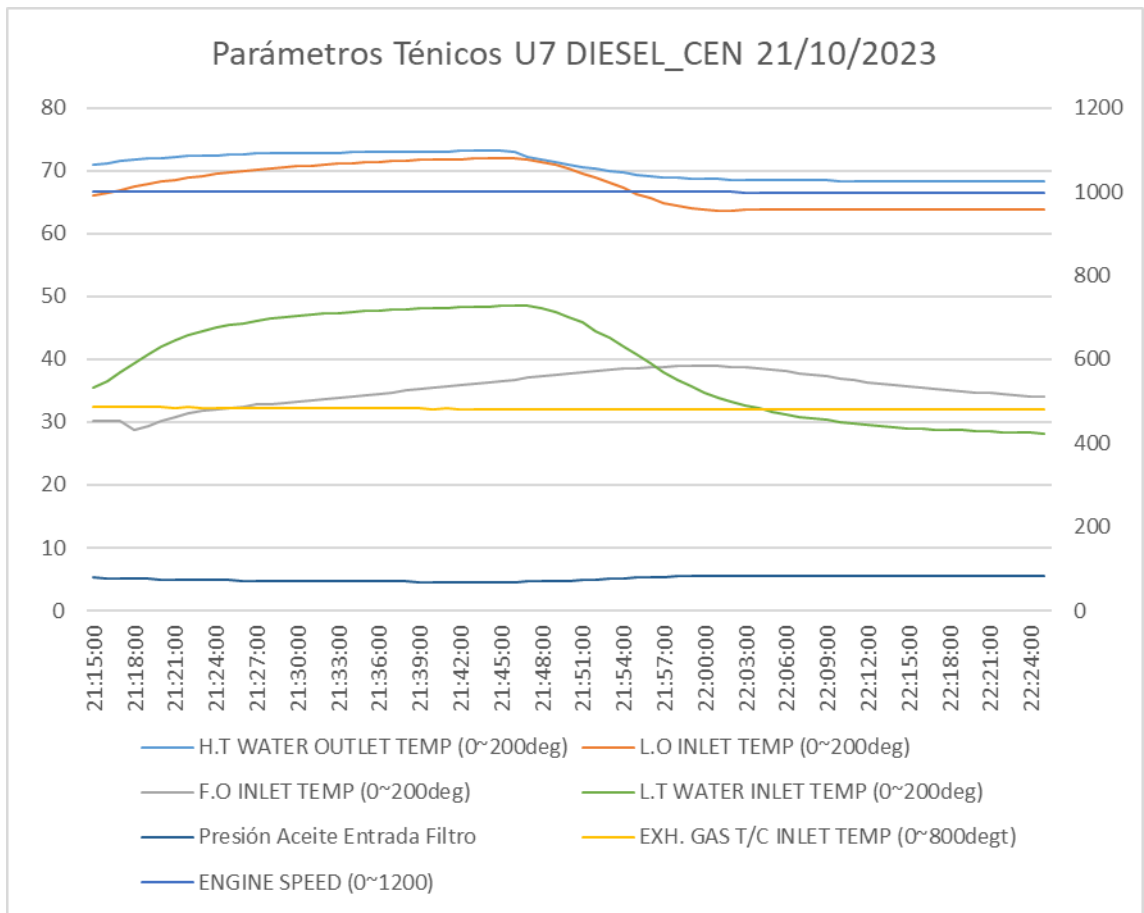
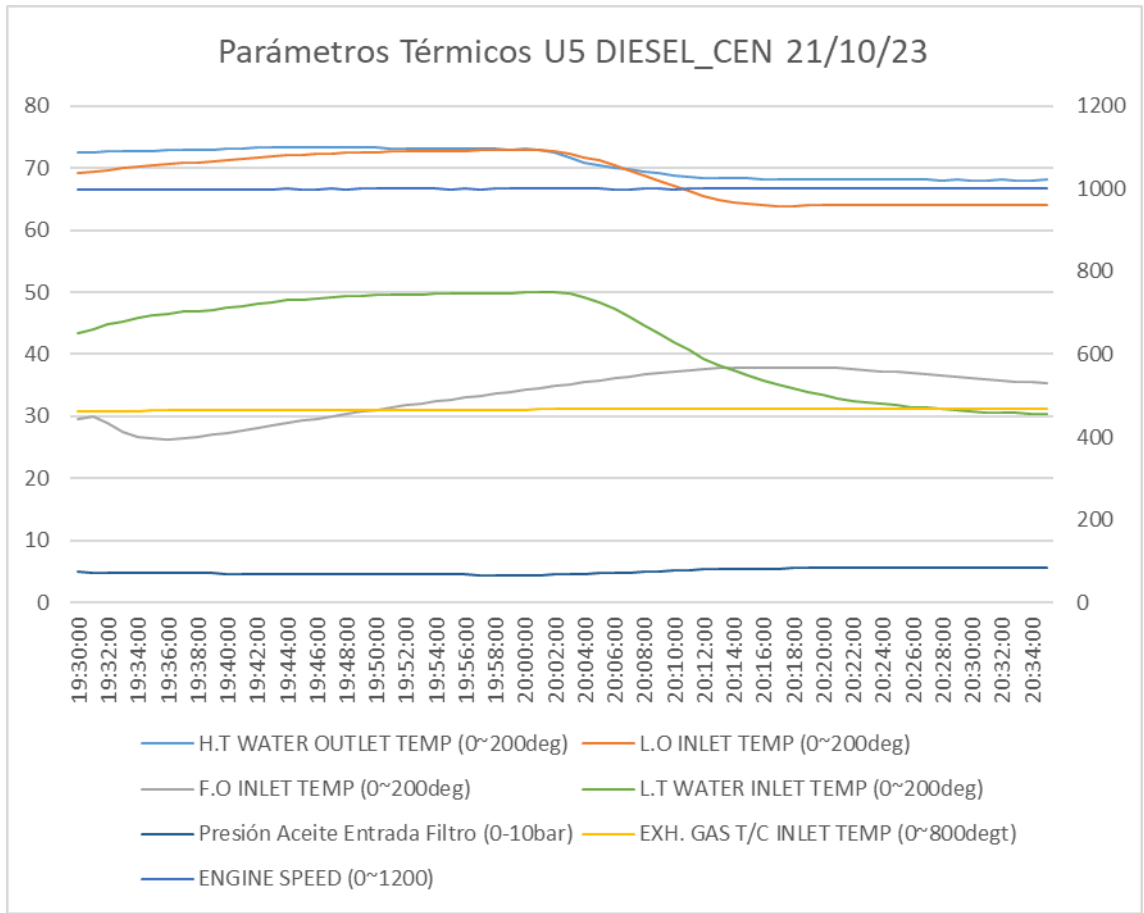
POTENCIA TOTAL	POTENCIAS ACTIVAS MEDIDAS (kW)							
	100% LOAD				30% LOAD			
	Potencia Neta AVG	Potencia Bruta AVG	Potencia SSAA + PERDIDAS	FP	Potencia Neta AVG	Potencia Bruta AVG	Potencia SSAA + PERDIDAS	FP
DIESEL	1354.09	1486.12	132.03	0.956	396.13	514.20	118.08	0.957
FUEL OIL	1341.50	1482.94	141.45	0.957	387.21	515.63	128.43	0.957

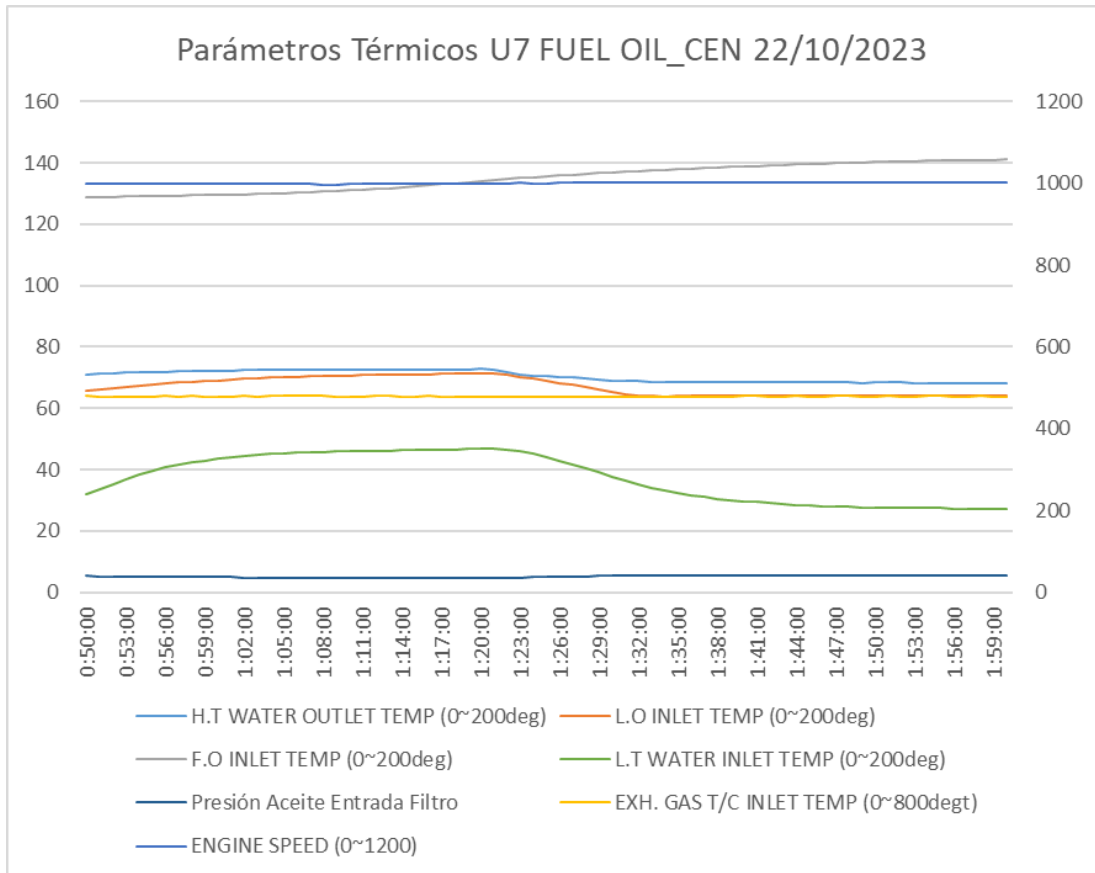
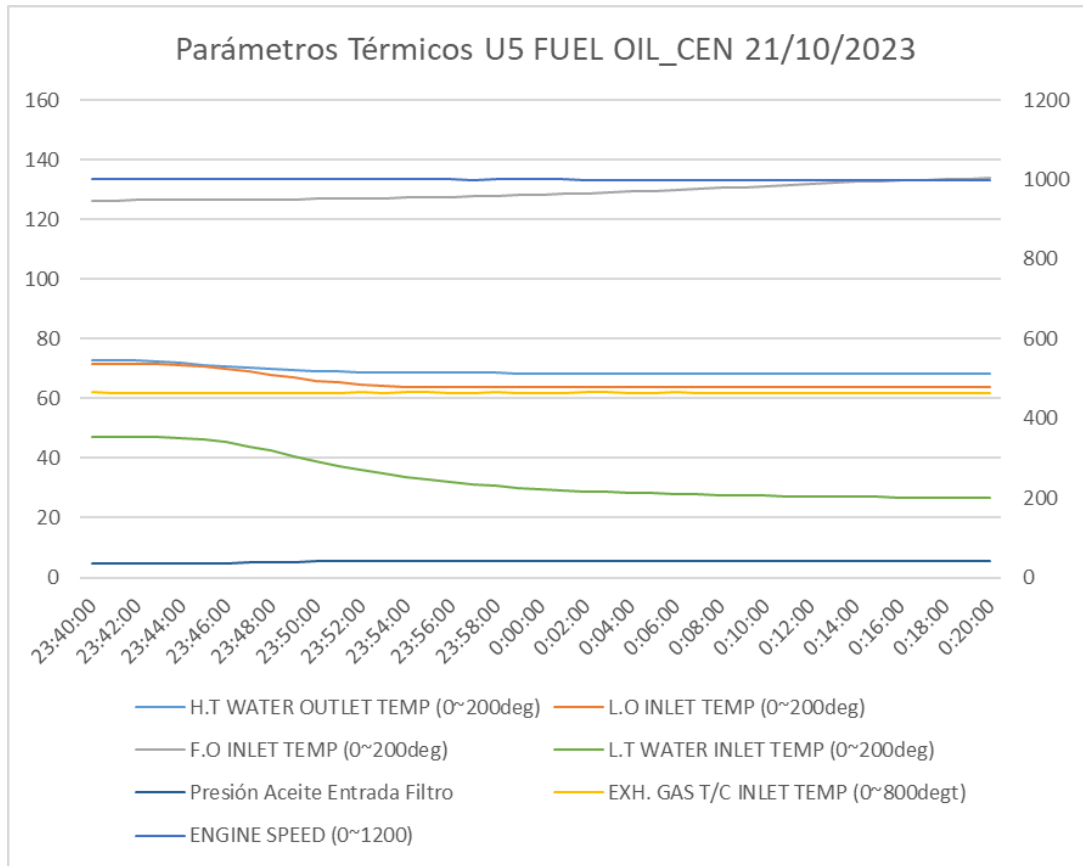
Anexos

PARAMETROS TÉRMICOS DE LAS MAQUINAS

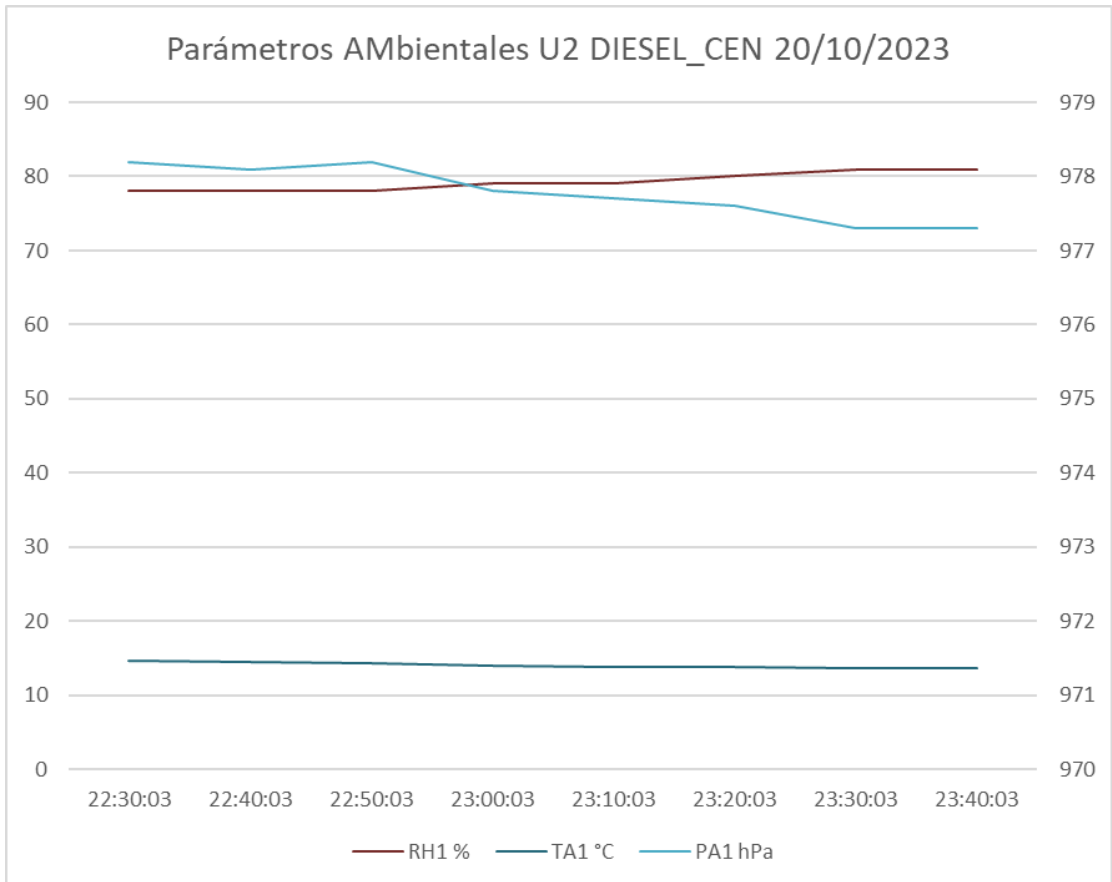
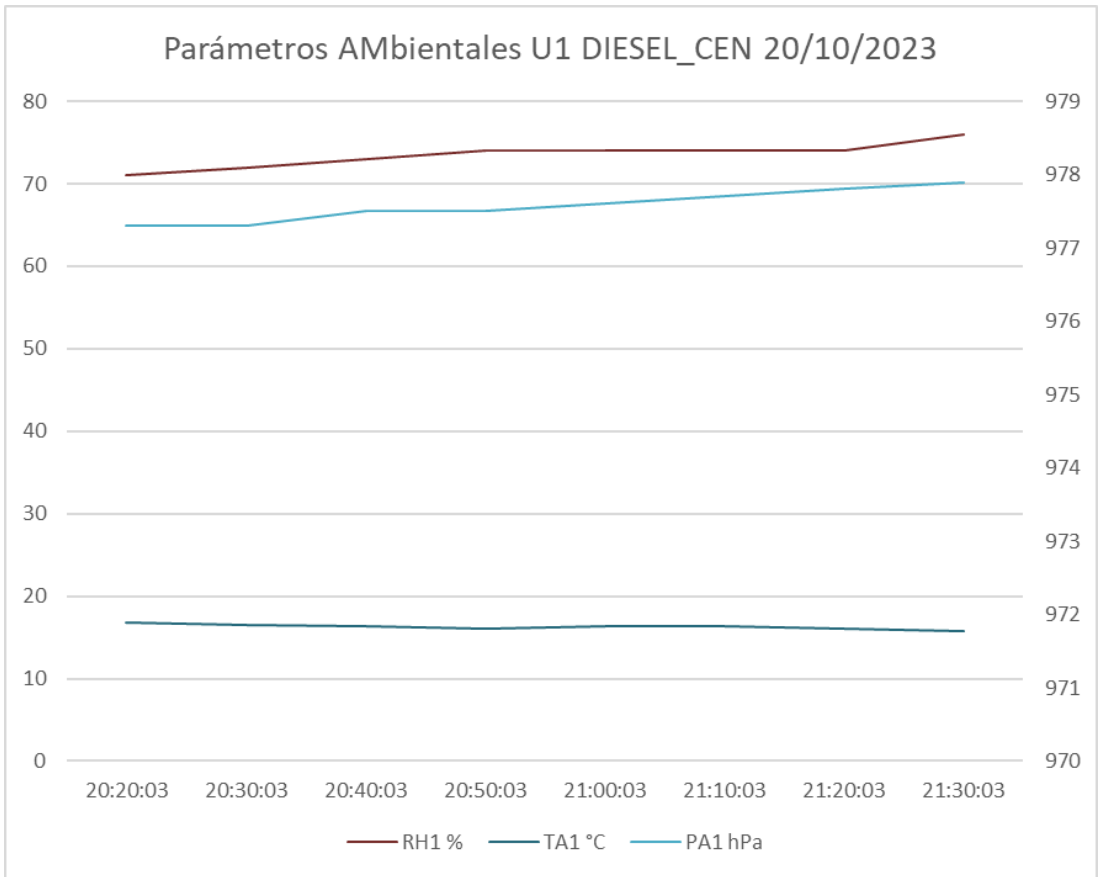


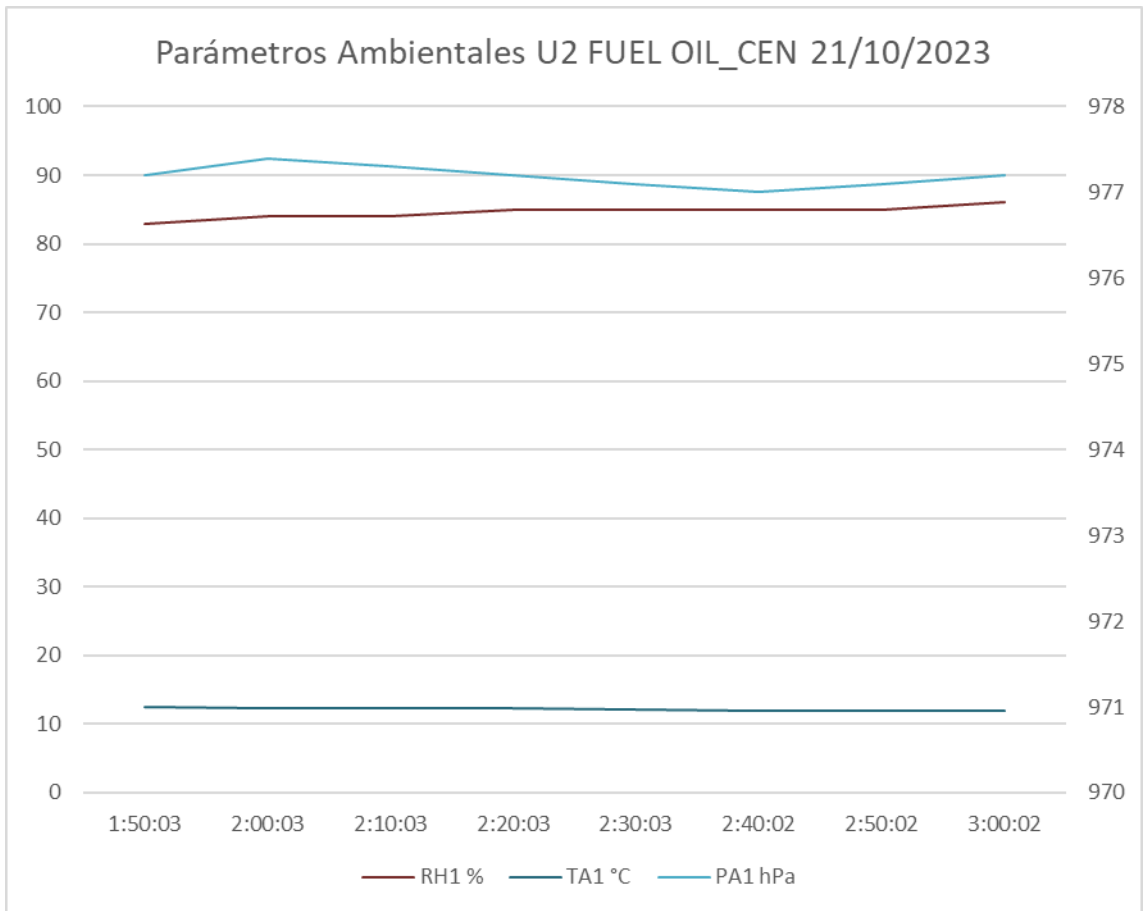
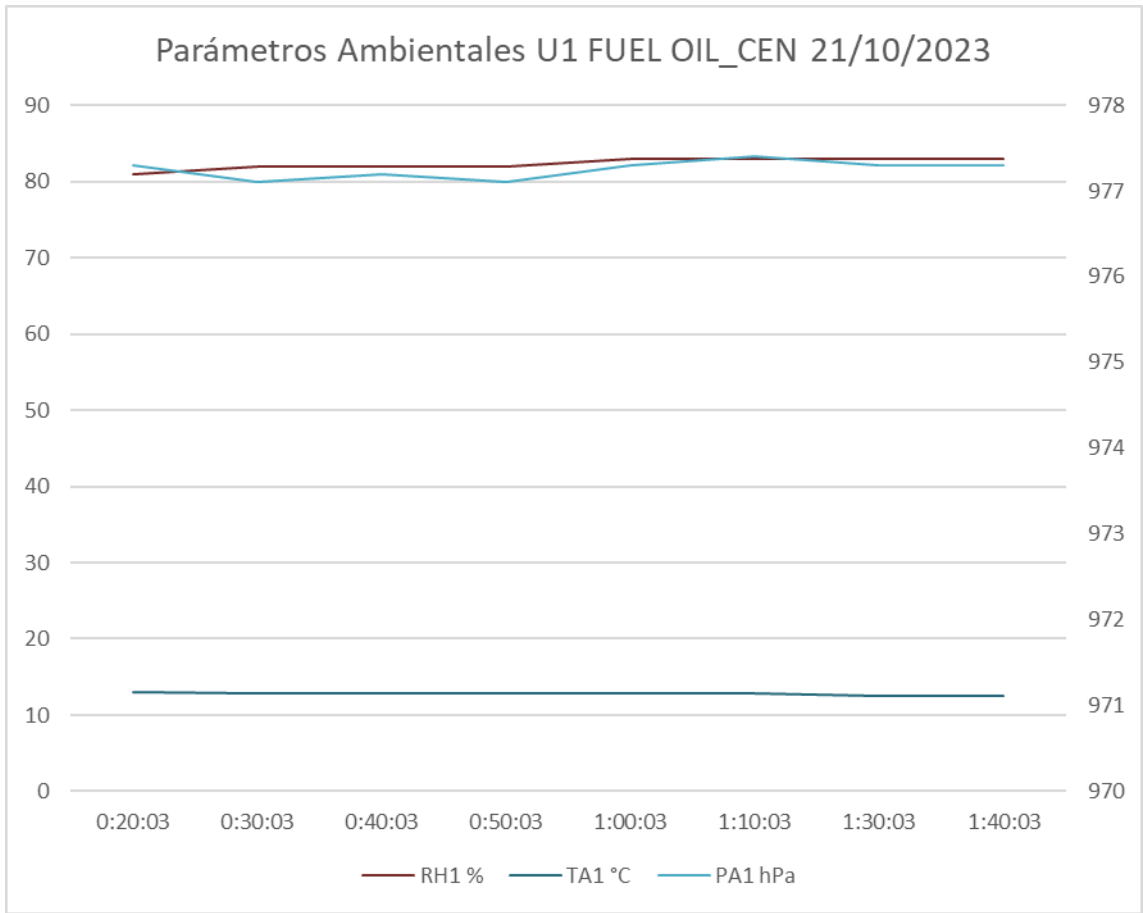


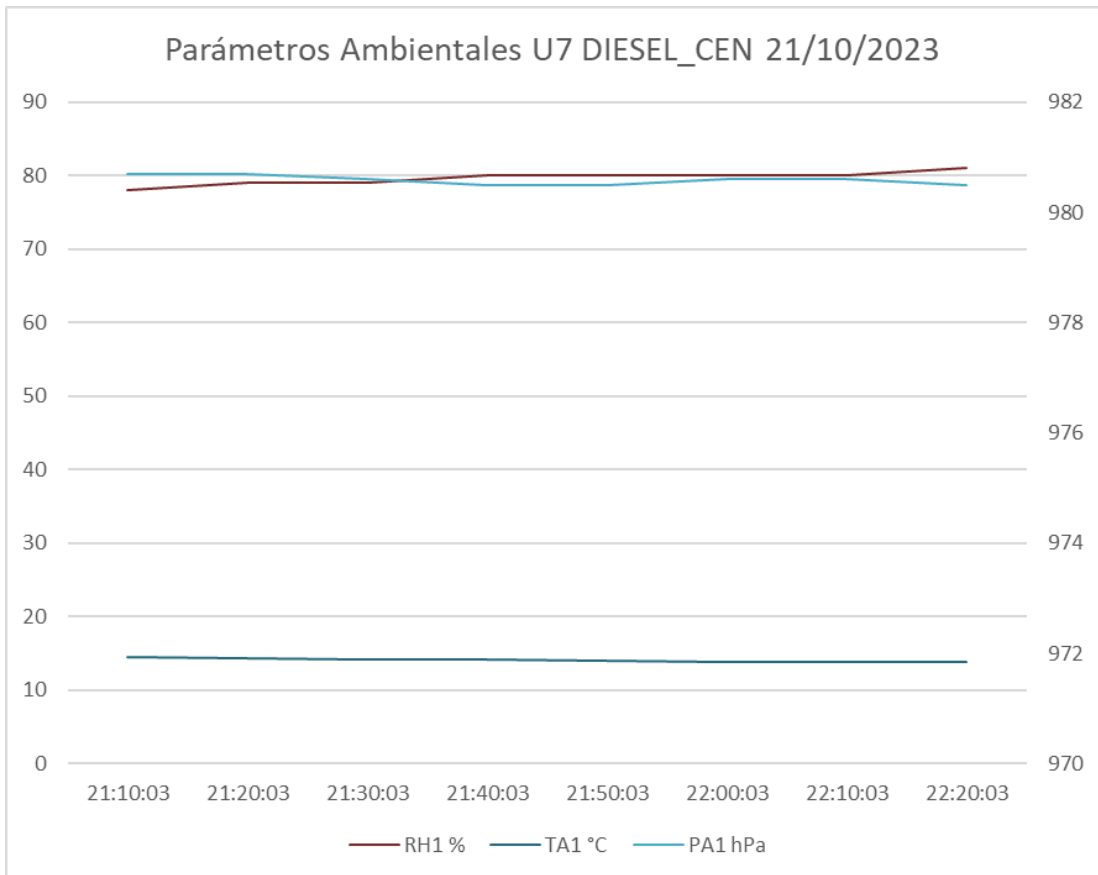
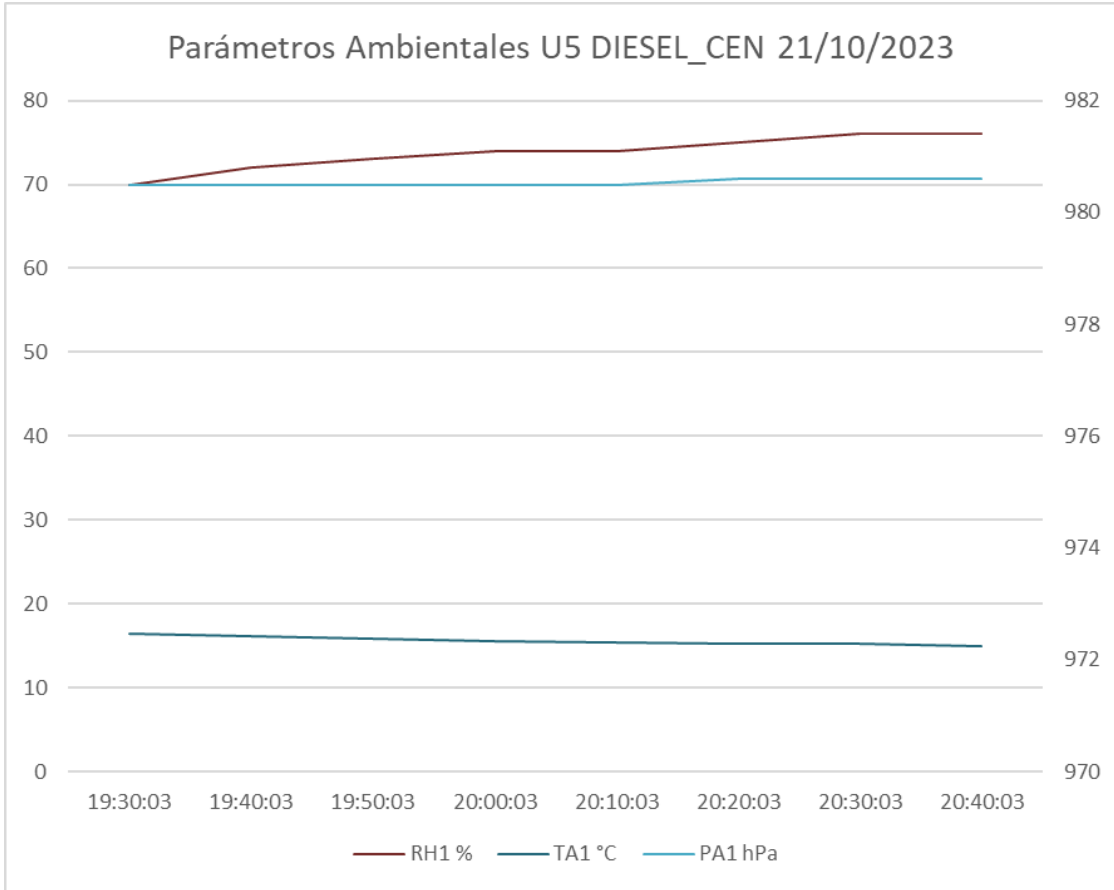


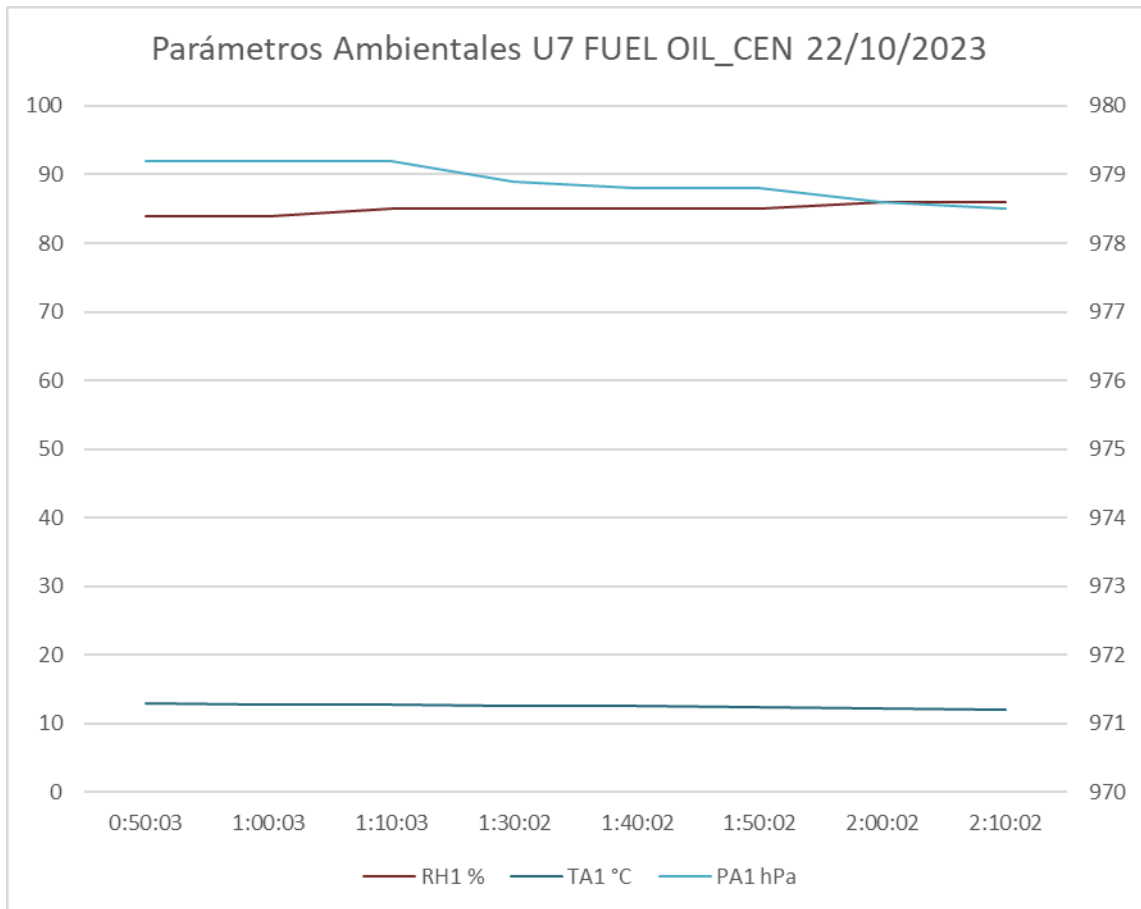
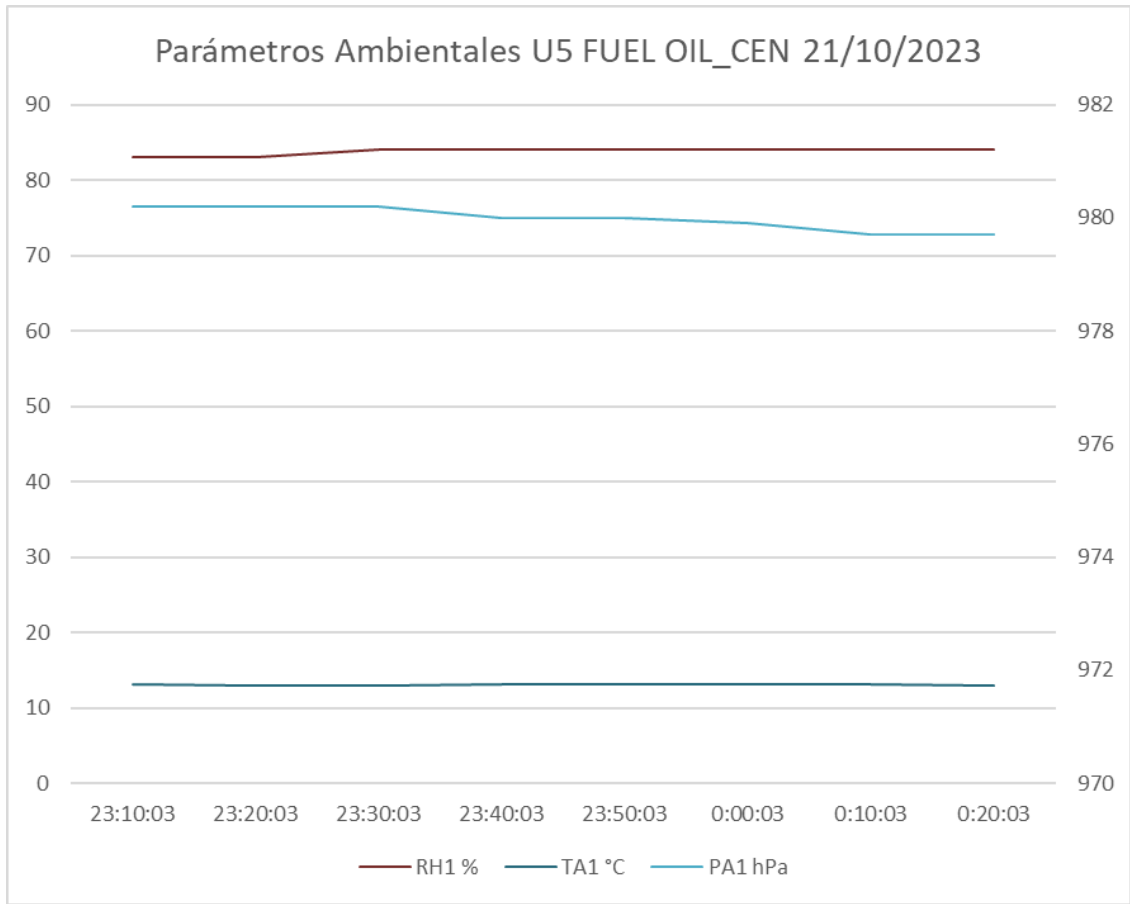


PARÁMETROS AMBIENTALES









CERTIFICADOS DE CALIBRACION DE INSTRUMENTOS

INFORME DE ENSAYO

CVM - 41-23- 174

- 17 - 00

UNDERFIRE S.A. Autorizado por la Superintendencia de Electricidad y Combustibles como OLCA, según Resolución Exenta N° 2418 de fecha 03 de Enero de 2014

ANTECEDENTES DEL MEDIDOR DE ENERGÍA ELECTRICA

Estado : USADO
 Marca : BENDER
 Tipo : PEM735
 Procedencia : Alemania
 N° de serie : 1803800026
 Año fabricación : 2018
 Tensión : 3x230/400V
 Corriente : 5(6)
 Frecuencia : 50
 Constante : 1000 imp/ Kwh - Kvarh
 Clase Exact.(Act/React) (%) : 0.2/2
 Constante de Lectura : x1
 Dígitos (Ent:Deci.) : Programable
 Lectura dejada (kWh) :

ANTECEDENTES DEL CLIENTE

Cliente : DMA Energia SPA
 Dirección del Cliente : Av.Recoleta 479 Depto 12
 Numero / Fecha Solicitud :

FECHA Y LUGAR DEL ENSAYO

Fecha : 2023-07-11
 Lugar del ensayo : Laboratorio Underfire S.A

EQUIPO DE ENSAYO

Marca / Modelo : Applied.P PTE2300A (PME-041)
 Clase Exact. (%) : 0.05
 Trazabilidad : LC-ME

METODO Y CONDICIÓN DE ENSAYO

Método de Ensayo : PROTOCOLO GEN
 Norma utilizada E.Activa : IEC62053-22
 Norma utilizada E.React. : IEC62053-23
 Laboratorista : JRB
 Temperatura y humedad : 23° ±2°C 30-70% HR

RESULTADO DE LOS ENSAYOS

ENERGÍA ACTIVA DIRECTA/REVERSA

N°	Fases	Cte. % Ib	FP	Error % E. Directa	Error % E. Reversa	U%	Limite Norma %
1	1-2-3	100	1.0	-0.06	-0.04	+0.1	+/- 0.2
2	1-2-3	10	1.0	-0.05	-0.06	+0.1	+/- 0.3
3	1-2-3	100	0.5	-0.06	-0.05	+0.1	+/- 0.2
4	1-2-3	10	0.5	-0.05	-0.08	+0.1	+/- 0.3
5	1	100	1.0	-0.03	-0.08	+0.1	+/- 0.3
6	1	10	1.0	-0.05	-0.08	+0.1	+/- 0.3
7	1	100	0.5	-0.04	-0.07	+0.1	+/- 0.4
8	1	10	0.5	-0.06	-0.09	+0.1	+/- 0.4
9	2	100	1.0	-0.03	-0.03	+0.1	+/- 0.3
10	2	10	1.0	-0.04	-0.04	+0.1	+/- 0.3
11	2	100	0.5	-0.06	-0.02	+0.1	+/- 0.4
12	2	10	0.5	0.01	-0.06	+0.1	+/- 0.4
13	3	100	1.0	-0.05	-0.05	+0.1	+/- 0.3
14	3	10	1.0	-0.05	-0.05	+0.1	+/- 0.3
15	3	100	0.5	-0.01	-0.07	+0.1	+/- 0.4
16	3	10	0.5	-0.01	-0.07	+0.1	+/- 0.4

ENERGÍA REACTIVA DIRECTA/REVERSA

N°	Fases	Cte. % Ib	FP	Error % E. Directa	Error % E. Reversa	U%	Limite Norma %
1	1-2-3	100	1.0	-0.05	-0.05	+0.1	+/- 2.0
2	1-2-3	10	1.0	-0.06	-0.06	+0.1	+/- 2.0
3	1-2-3	100	0.5	-0.06	-0.03	+0.1	+/- 2.0
4	1-2-3	10	0.5	-0.10	-0.02	+0.1	+/- 2.0
5	1	100	1.0	-0.05	-0.06	+0.1	+/- 3.0
6	1	10	1.0	-0.08	-0.08	+0.1	+/- 3.0
7	1	100	0.5	-0.10	-0.04	+0.1	+/- 3.0
8	1	10	0.5	-0.10	-0.05	+0.1	+/- 3.0
9	2	100	1.0	-0.02	-0.03	+0.1	+/- 3.0
10	2	10	1.0	-0.04	-0.04	+0.1	+/- 3.0
11	2	100	0.5	-0.01	-0.05	+0.1	+/- 3.0
12	2	10	0.5	-0.10	-0.05	+0.1	+/- 3.0
13	3	100	1.0	-0.05	-0.02	+0.1	+/- 3.0
14	3	10	1.0	-0.05	-0.05	+0.1	+/- 3.0
15	3	100	0.5	-0.10	-0.04	+0.1	+/- 3.0
16	3	10	0.5	-0.10	-0.03	+0.1	+/- 3.0

OBSERVACIONES

Este informe de ensayo fue realizado con unidades de medida de acuerdo al sistema internacional de unidades (SI) y solo puede ser difundido completamente y sin modificaciones. El Informe de ensayo sin firma y timbre carece de validez.
 El medidor se devuelve con sello y etiqueta UNDERFIRE. Tolerancia máxima permitida = Error+Incertidumbre < Limite Norma
 El medidor CUMPLE el protocolo de Verificación Primaria



[Signature]
 Responsable Técnico
 José Rocuant

Fecha del formato : 25-03-2019

Versión : 1.1

Código : F-EIE-18

www.underfire.cl - Mail: laboratorio@underfire.cl

Av. Pudahuel 9638 - Pudahuel - Santiago - Teléfono: (56-2) 2 2495 4051



CALIBRACIÓN DE
SISTEMAS PARA
PESAJE INDUSTRIAL

metroquality



SISTEMA NACIONAL
DE ACREDITACION

Acreditado por INN, Acreditación LC 057

CÓDIGO RI.0203-2/4

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Nº MQ-27539-2023

Laboratorio de Calibración Acreditado en la Magnitud Masa

Página 1 de 2

SOLICITADO POR

Nombre : PESAMATIC S.A.
Solicitante Sr. (a) : Rodrigo Andrades B.

Nº OTG/21 : 7647

Nº MQL : 6743

Fecha de Emisión : 2023-01-12

IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE

Empresa : CEMENTOS BÍO BÍO S.A.
Atención Sr. (a) : Rodolfo Chong.
Dirección : Ruta 5 Sur teno VII región maule

FECHA DE CALIBRACIÓN : 2023-01-12

IDENTIFICACIÓN DEL INSTRUMENTO

Tipo de Instrumento : Balanza Plataforma Pesa Digital Industrial 3 Ton 1.2m X
Marca : Pesomatic
Modelo : IND-780
Nº de Serie : C019396869
Código Interno : No indica
Sello de Calibración : 22938

CARACTERÍSTICAS METROLÓGICAS DEL INSTRUMENTO

Capacidad Máxima : 3000 kg
División Mínima (d) : 0.1 kg Escala de Verificación (e) =0.5/1,0 kg
Carga Máxima de Utilización : 3000 kg
Clasificación de Exactitud : III OIML R-76

CONDICIONES AMBIENTALES EN LA CALIBRACIÓN

Lugar de Calibración : Recepción y despacho
Temperatura (°C) : 23,8 ± 0,5
Humedad Relativa (%) : 29 ± 5

TRAZABILIDAD METROLÓGICA

Rango Pesa Patrón Utilizada : Pesa patrón de 0.5kg, set pesas patrones 12x1000kg, más sustitución de masa
Identificación Pesa Patrón Utilizada : PR-06, MPT-03
Certificado de Calibración N° : MQS-4134, MQ-2662, Trazable al LCPN-Masa de Chile mediante Metroquality No. LC-057
Vigencia Pesa Patrón Utilizada : Enero de 2023 y Enero de 2024

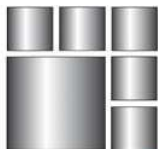
Los patrones utilizados en la calibración cuentan con trazabilidad a patrones nacionales y/o internacionales los que a su vez están referidos a patrones primarios de acuerdo al Sistema Internacional de Unidades (SI).

El Laboratorio de Calibración de Metro Quality posee la competencia técnica y cumple con las exigencias de la norma NCh-ISO17025 "Requisitos generales para la competencia de los Laboratorios de Ensayo y Calibración".

Los resultados de la calibración están referidos al momento y condiciones en las cuales fueron efectuadas las mediciones.

El laboratorio no asume responsabilidades por daños posteriores a la calibración, ocasionados por el mal empleo del instrumento.

El presente certificado no debe ser reproducido parcialmente sin aprobación escrita de Metro Quality Ltda.



CALIBRACIÓN DE
SISTEMAS PARA
PESAJE INDUSTRIAL

metroquality



Acreditado por INN, Acreditación LC 057

CÓDIGO RI.0203-2/4

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN

Nº MQ-27539-2023

Unidad de Ensayo: **kg**

Página 2 de 2

Sello de Calibración: **22938**

RESULTADOS

1.- EXCENTRICIDAD

Posición y/o Sección		Nº1	Nº2	Nº3	Nº4	Nº5	Diferencia	Error Máximo Permissible
Carga de Ensayo	Inicial	100	1000	3000	---	---	0	30
	Final	---	---	---	---	---	---	---

Los resultados de la calibración del instrumento identificado, cumplen con los principales requerimientos metrológicos establecidos en la recomendación internacional OIML R76-1 "Organización Internacional de Metrología Legal", para con la clase y tolerancias indicadas en el numeral 3.5.1, 3.5.2. Los resultados solo están relacionados con las pruebas de pesaje. El cumplimiento de las tolerancias en la calibración considera la suma del error más la incertidumbre.

*Obs: *Se realiza sustitución con pesas patrones y camión patrón, el cliente no cuenta con carga adicional para lograr mayor masa. El equipo es ajustado por personal técnico previamente a la indicación final.*

Luis Muñoz Daza Gerente de Laboratorio

Sociedad Tecnológica Metroquality Ltda ▪ Avda.Ramón Subercaseaux 2206 ▪ Casilla 88 ▪ Pirque-Santiago Chile
Fono (56)2-28 53 00 29 ▪ Movil (9) 78 06 83 61 ▪ metroquality@metroquality.cl ▪ www.metroquality.cl

ANALISIS DE COMBUSTIBLE

SEÑORES INACAL S.A.

RUT:76115484-2

De nuestra consideracion se adjuntan analisis de laboratorio Mes de Octubre 2023 combustible diesel Grado B

REQUISITOS	UNIDAD	INN CHILE (DS N°31)		Parámetros Calidad Diésel Laboratorio Combustibles Copec		
		MAX	MIN	MAX	MIN	PROM. SEM.
GRAVEDAD ESPECIFICA	°API			46,9	36,1	37,8
DENSIDAD A 15°C	KG/LT	0,85	0,82	0,8488	0,8201	0,8368
AZUFRE	%PESO(PPM)	0,0015 (15)		0,0015 (15)	0,00044 (5,0)	0,00084 (8,4)
DESTILACION 90%	°C (°F)	350 (662)	282 (540)	349 (659)	290,7 (555)	327,9 (622)
CORROSION LAM. COBRE	N°	1		1B	1A	1A
INDICE CETANO CALCULADO (1)	Nº			57,9	48,1	50,8
PUNTO INFLAMACION	°C (°F)		52 (126)	80,2 (176)	52,0 (126)	61,7 (143)
VISCOSIDAD CINEMATICA A 40°C	CST	4,1	1,9	3,089	1,975	2,639
CENIZAS	%PESO	0,01		0,010	0,001	0,010
P.O.F.F.	°C (°F)	INFORMAR		4 (39)	-33 (-27)	-11,0 (12)
PODER CALORIFICO SUPERIOR	KCAL/KG					10.949
PODER CALORIFICO INFERIOR	KCAL/KG					10.269

(1) EN LAS REGIONES XI Y XII EL VALOR MINIMO PUEDE SER 0,815 KG/LT

(2) COMO METODO PRACTICO PUEDE USARSE EL INDICE DE CETANO, EN CASO DE DESACUERDO O ARBITRIO EL METODO DE REFERENCIA ES EL NUMERO DE CETANO

(3) EN LAS REGIONES XI Y XII EL VALOR MAXIMO DEBE SER -9°C ENTRE EL 15 DE ABRIL Y 15 DE SETIEMBRE DE CADA AÑO

INGENIERIA DE PRODUCTOS COMBUSTIBLES

SEÑORES INACAL S.A.

RUT:76115484-2

De nuestra consideracion se adjuntan analisis de laboratorio Mes de Octubre 2023 combustible Fuel n°6

REQUISITOS	UNIDAD	INN CHILE (DS.60)		Parámetros Calidad P.C.6 Laboratorio Combustibles Copec		
		MAX	MIN	MAX	MIN	PROM.SEM.
GRAVEDAD ESPECIFICA	°API			18,3	11,0	14,4
DENSIDAD A 15°C	KG/LT	0.9994		0,9920	0,8560	0,9660
AZUFRE	%PESO	3,0 (1)		1,06	0.810	0,91
AGUA MAS SEDIMENTO	%VOL	2,00		0,02	0,01	0,10
CENIZAS	%PESO	INFORMAR (1)		0,090	0,004	0.039
PUNTO DE INFLAMACION	°C (°F)		60 (140)	100 (212)	64 (146)	82 (179)
VISCOSIDAD CINEMATICA 50°C	CST			573,0	155,3	286,4
VISCOSIDAD CINEMATICA 100°C	CST	50	15	46,60	15,49	28,40
VANADIO	PPM	500		146	10,8	97,0
PODER CALORIFICO SUPERIOR	KCAL/KG					10.351
PODER CALORIFICO INFERIOR	KCAL/KG					9.776

SEGUN NCH61-OF99

(1) PARA REGION METROPOLITANA SEGUN D.S.31

AZUFRE MAXIMO 1,0%

CENIZAS MAXIMO 0,05%