

INFORME TECNICO 0634A – 2023 (REV 02)

Pruebas de Potencia Máxima de las Unidades TER Cementos BIO BIO CENTRO (U1-U8)

Cliente



ESTADO DEL DOCUMENTO				
Revisión	Fecha	Observaciones	Elaboró	Revisó
00	27.10.2023	Para revisión	JPD	JPD
01	20.12.2023	Modificación - observaciones del Coordinador Eléctrico Nacional	JPD	JPD
02	24.01.2024	Correcciones por parte del Coordinador Eléctrico Nacional	JPD	JPD

Contenido

1. Introducción	4
2. Responsable del ensayo	5
3. Objeto del ensayo	5
4. Descripción técnica de los equipos principales.....	6
5. Descripción del ensayo.....	7
6. Normas aplicadas.....	8
7. Memoria técnica del procedimiento.....	8
8. Nave 1.....	11
8.1. Cálculo de potencia máxima bruta medida de la nave 1.....	11
8.2. Cálculo de la potencia máxima bruta corregida de la nave 1.....	13
8.3. Potencia máxima neta medida de la nave 1.....	14
9. Nave 2.....	15
9.1. Cálculo de potencia máxima bruta medida de la nave 2.....	15
9.2. Cálculo de la potencia máxima bruta corregida de la nave 2.....	17
9.3. Potencia máxima neta medida de la nave 2.....	18
10. Planta (nave 1 más nave 2).....	19
10.1. Potencia máxima bruta de la planta.....	19
10.2. Potencia máxima neta de la planta.....	20
10.3. Potencia máxima total de la planta.....	20
11. Conclusiones.....	21
ANEXOS.....	22
Curva de capacidad.....	23
PARÁMETROS TÉRMICOS DE LAS MAQUINAS.....	24
PARAMETROS AMBIENTALES.....	31
CERTIFICADO DE CALIBRACION DEL INSTRUMENTO	34

Santiago de Chile, 24 de enero de 2023

Atn:
COORDINADOR ELECTRICO NACIONAL

Referencia: Pruebas de Potencia Máxima 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

1. Introducción

El presente documento tiene como finalidad describir el protocolo aplicado para las pruebas de Potencia Máxima (P_{MAX}) 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 “PRUEBAS-DE-POTENCIA-MÁXIMA-EN-UNIDADES-GENERADORAS” 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.

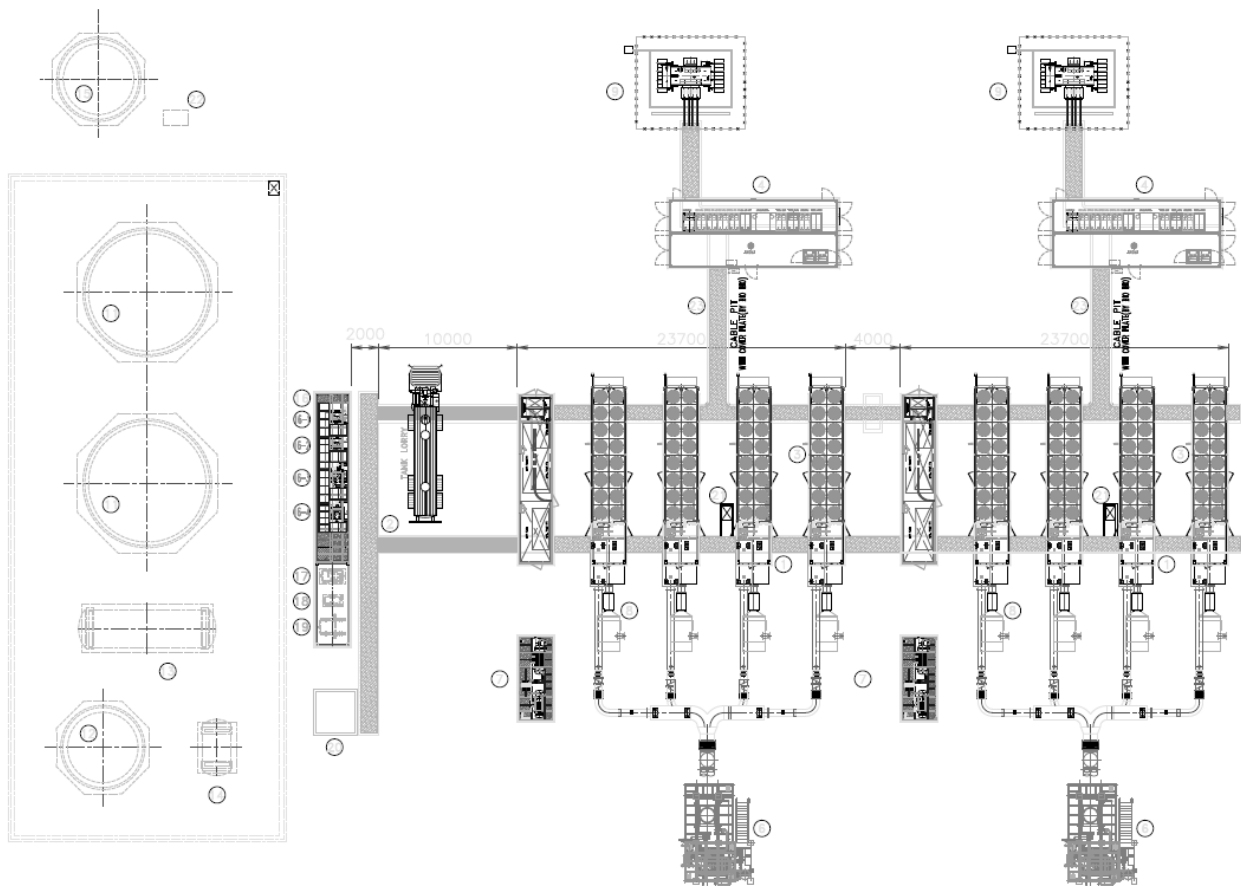


Ilustración 1 Layout Central

2. Responsable 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

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

3. Objeto del ensayo

El propósito del ensayo de las pruebas de potencia máxima es determinar la capacidad máxima de generación de energía eléctrica que puede proporcionar la Central térmica CEMENTOS BIO BIO CENTRO conformada por 8 generadores (U1-U8) BI-FUEL (Diesel y FUEL OIL). Estas pruebas se llevaron a cabo para evaluar y garantizar que la central tenga la capacidad de generar energía eléctrica de acuerdo con los estándares y requisitos establecidos en la norma técnica de seguridad y calidad del servicio (NTSyCS) y otros reglamentos aplicables.

En resumen, el objeto principal de estas pruebas es verificar que la central térmica Cementos BIO BIO CENTRO puede generar la potencia máxima especificada de manera segura y confiable, lo que es fundamental para asegurar un suministro eléctrico estable y de calidad.

Además, se presentan los resultados obtenidos durante las pruebas de Potencia Máxima realizadas:

- a) Potencia máxima medida.
- b) Potencia máxima corregida.

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 potencia máxima se realizaron en 4 días consecutivos ensayando una nave por día y por tipo de combustible del 16/10/23 al 19/10/23 y por último una prueba con todas las naves operando el día 22/10/23.

Los horarios y detalle de las unidades medidas para cada tipo de combustible se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 3 Horario de ejecución PMAX

HORARIOS PRUEBAS PMAX_CT CEMENMTOS BIO BIO CENTRO						
NAVE	COMBUSTIBLE	UNIDAD	DIA	HORA PUESTA EN MARCHA	HORA INICIO PRUEBA	HORA FINALIZACION PRUEBA
NAVE 1	DIESEL	U1	16-10-2023	19:08:00	21:00:00	2:05:00 +1d
		U2				
NAVE 2	DIESEL	U5	17-10-2023	19:30:00	20:30:00	1:35:00 +1d
		U7				
NAVE 1	FUEL OIL	U1	18-10-2023	19:00:00	20:15:00	1:20:00 +1d
		U2				
NAVE 2	FUEL OIL	U5	19-10-2023	19:01:00	20:30:00	1:35:00 +1d
		U7				
TODAS LAS NAVES		U1,U2,U3,U4,U5,U7	22-10-2023	2:00:00	3:00:00	3:35:00

Para las pruebas se realizaron las mediciones de la potencia bruta en bornes de 2 unidades por día y por nave como se especifica en las actas de prueba anexas en el presente documento. La totalidad de la nave estaba operativa durante la medición de las unidades correspondientes.

6. Normas aplicadas.

- Anexo Técnico: “Res. Ex. N°375 20160422 AT Pruebas de Potencia Máxima en 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.

La medición de la potencia bruta se realizó en la celda del interruptor de cada generador mediante los TTPP y TTCC correspondientes utilizando analizadores de redes de alta precisión con una muestra de 2 unidades por nave correspondiente al 50% de la muestra total.

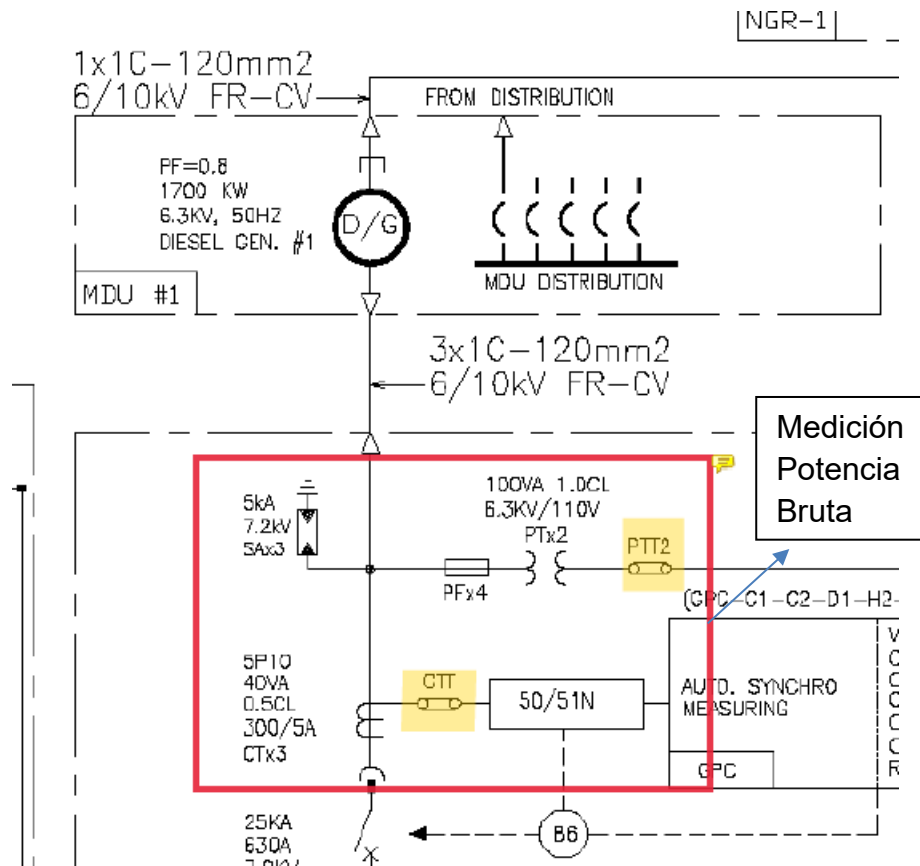


Ilustración 2 Ubicación medidor potencia bruta U1

La potencia neta de la planta se obtuvo a través del medidor de facturación ION7650 en la salida hacia la barra de 13.8kV

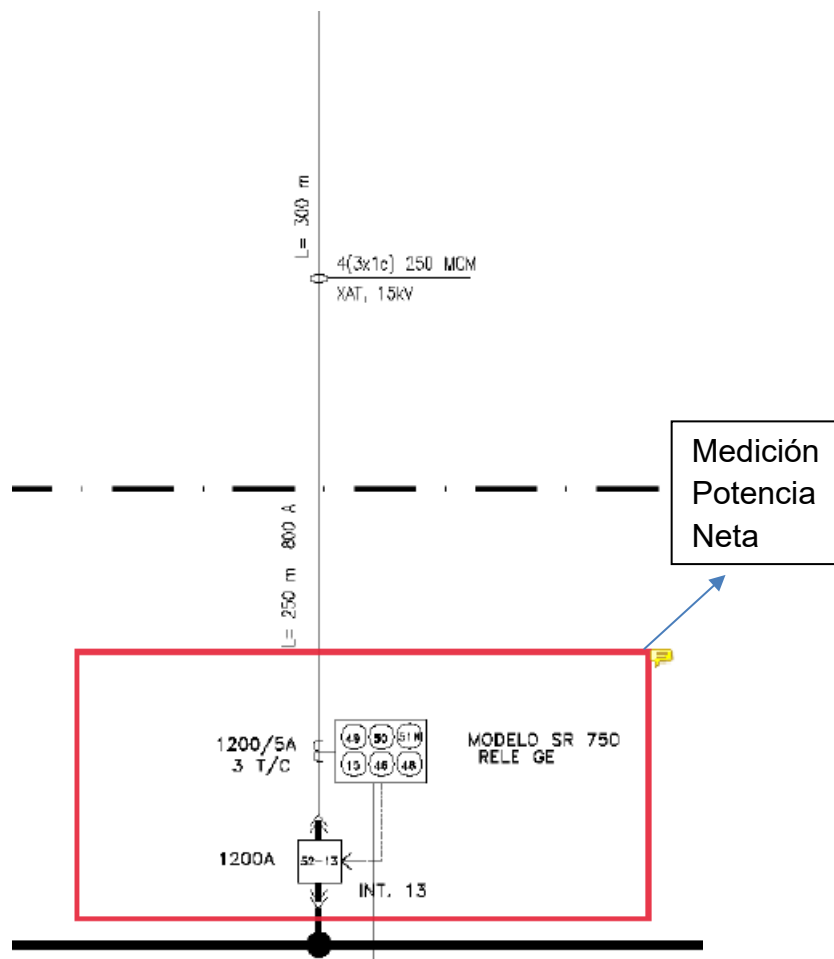


Ilustración 3 Ubicación medidor Potencia Neta

Los analizadores de redes capturaron los datos durante la totalidad de las pruebas con una tasa de muestreo de 1s al igual que medidor de facturación y el sistema SCADA para completar la data según el protocolo “20230829 - 0634A-23 - COORDINADOR ELECTRICO -PROTOCOLO PMAX - CT BIO BIO CENTRO (REV 01)”

A modo de ejemplo se realiza el cálculo de la potencia máxima de la nave 1 para cada tipo de combustible.

Los gráficos de tendencia de potencia activa para cada tipo de combustible de las 2 unidades monitoreadas se muestran a continuación:

- FECHA: 16-10-23

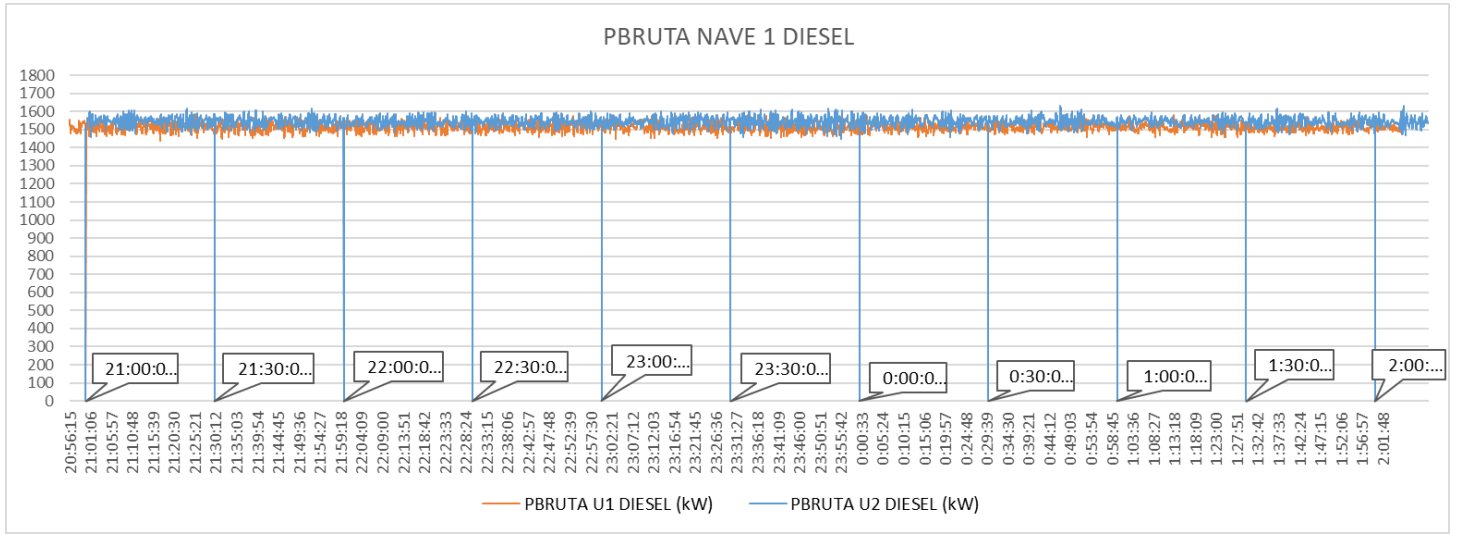


Ilustración 4 PMAX NAVE 1 DIESEL

- FECHA 18-10-223

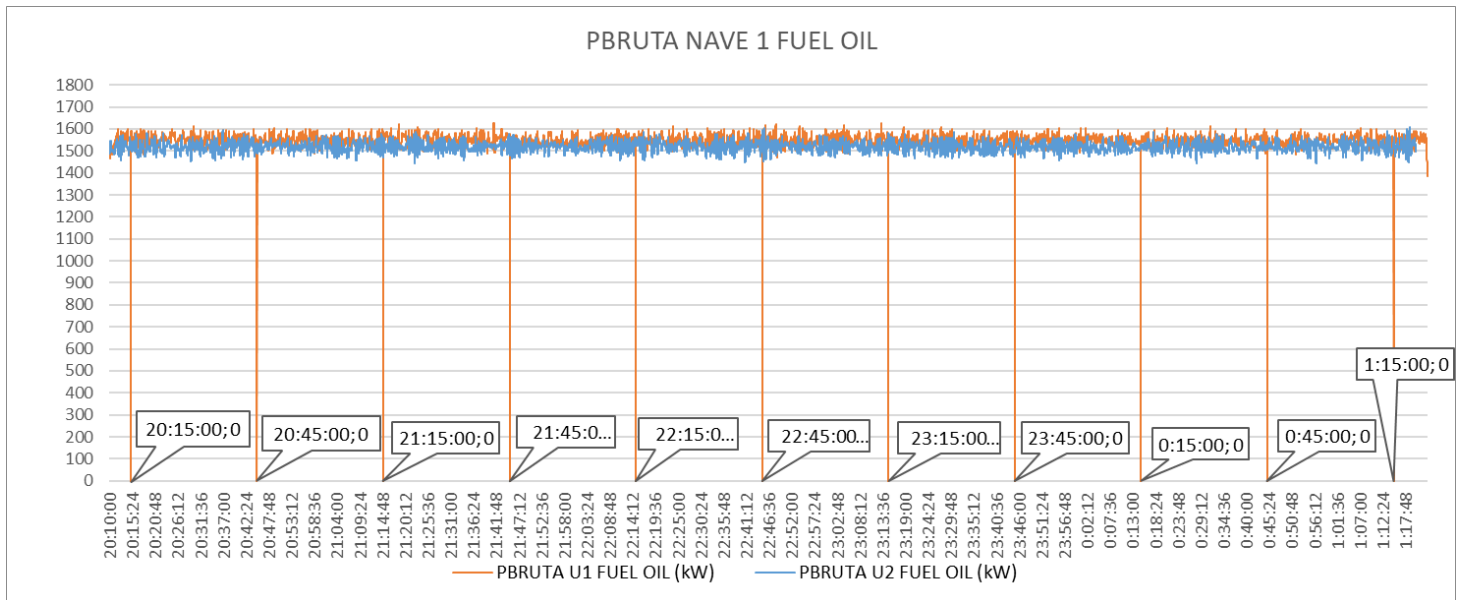


Ilustración 5 PMAX U2 DIESEL

8. Nave 1.

8.1. Cálculo de potencia máxima bruta medida de la nave 1.

Cada segmento de 30 minutos se utiliza para completar la matriz de toma de datos.

P_{msn} → corresponde a la potencia medida “m” del segmento “n”

P_{nm} → corresponde a la potencia medida del segmento “n” en el minuto “n”

P_{ms1}	=	PROMEDIO	(P_{11}	P_{12}	P_{13}	P_{14}	P_{15}	P_{16}	P_{17}	P_{18}	P_{19}	P_{20}	P_{21}	P_{22}	P_{23}	P_{24}	P_{25}	P_{26}	P_{27}	P_{28}	P_{29}	P_{30}	P_{31}	P_{32}	P_{33}	P_{34}	P_{35}	P_{36}	P_{37}	P_{38}	P_{39}	P_{40}	P_{41}	P_{42}	P_{43}	P_{44}	P_{45}	P_{46}	P_{47}	P_{48}	P_{49}	P_{50}	P_{51}	P_{52}	P_{53}	P_{54}	P_{55}	P_{56}	P_{57}	P_{58}	P_{59}	P_{60}	P_{61}	P_{62}	P_{63}	P_{64}	P_{65}	P_{66}	P_{67}	P_{68}	P_{69}	P_{70}	P_{71}	P_{72}	P_{73}	P_{74}	P_{75}	P_{76}	P_{77}	P_{78}	P_{79}	P_{80}	P_{81}	P_{82}	P_{83}	P_{84}	P_{85}	P_{86}	P_{87}	P_{88}	P_{89}	P_{90}	P_{91}	P_{92}	P_{93}	P_{94}	P_{95}	P_{96}	P_{97}	P_{98}	P_{99}	P_{100}	P_{101}	P_{102}	P_{103}	P_{104}	P_{105}	P_{106}	P_{107}	P_{108}	P_{109}	P_{110}	P_{111}	P_{112}	P_{113}	P_{114}	P_{115}	P_{116}	P_{117}	P_{118}	P_{119}	P_{120}	P_{121}	P_{122}	P_{123}	P_{124}	P_{125}	P_{126}	P_{127}	P_{128}	P_{129}	P_{130})
P_{ms2}	=	PROMEDIO	(P_{21}	P_{22}	P_{23}	P_{24}	P_{25}	P_{26}	P_{27}	P_{28}	P_{29}	P_{30}	P_{31}	P_{32}	P_{33}	P_{34}	P_{35}	P_{36}	P_{37}	P_{38}	P_{39}	P_{40}	P_{41}	P_{42}	P_{43}	P_{44}	P_{45}	P_{46}	P_{47}	P_{48}	P_{49}	P_{50}	P_{51}	P_{52}	P_{53}	P_{54}	P_{55}	P_{56}	P_{57}	P_{58}	P_{59}	P_{60}	P_{61}	P_{62}	P_{63}	P_{64}	P_{65}	P_{66}	P_{67}	P_{68}	P_{69}	P_{70}	P_{71}	P_{72}	P_{73}	P_{74}	P_{75}	P_{76}	P_{77}	P_{78}	P_{79}	P_{80}	P_{81}	P_{82}	P_{83}	P_{84}	P_{85}	P_{86}	P_{87}	P_{88}	P_{89}	P_{90}	P_{91}	P_{92}	P_{93}	P_{94}	P_{95}	P_{96}	P_{97}	P_{98}	P_{99}	P_{100}	P_{101}	P_{102}	P_{103}	P_{104}	P_{105}	P_{106}	P_{107}	P_{108}	P_{109}	P_{110}	P_{111}	P_{112}	P_{113}	P_{114}	P_{115}	P_{116}	P_{117}	P_{118}	P_{119}	P_{120}	P_{121}	P_{122}	P_{123}	P_{124}	P_{125}	P_{126}	P_{127}	P_{128}	P_{129}	P_{130})										
P_{ms3}	=	PROMEDIO	(P_{31}	P_{32}	P_{33}	P_{34}	P_{35}	P_{36}	P_{37}	P_{38}	P_{39}	P_{40}	P_{41}	P_{42}	P_{43}	P_{44}	P_{45}	P_{46}	P_{47}	P_{48}	P_{49}	P_{50}	P_{51}	P_{52}	P_{53}	P_{54}	P_{55}	P_{56}	P_{57}	P_{58}	P_{59}	P_{60}	P_{61}	P_{62}	P_{63}	P_{64}	P_{65}	P_{66}	P_{67}	P_{68}	P_{69}	P_{70}	P_{71}	P_{72}	P_{73}	P_{74}	P_{75}	P_{76}	P_{77}	P_{78}	P_{79}	P_{80}	P_{81}	P_{82}	P_{83}	P_{84}	P_{85}	P_{86}	P_{87}	P_{88}	P_{89}	P_{90}	P_{91}	P_{92}	P_{93}	P_{94}	P_{95}	P_{96}	P_{97}	P_{98}	P_{99}	P_{100}	P_{101}	P_{102}	P_{103}	P_{104}	P_{105}	P_{106}	P_{107}	P_{108}	P_{109}	P_{110}	P_{111}	P_{112}	P_{113}	P_{114}	P_{115}	P_{116}	P_{117}	P_{118}	P_{119}	P_{120}	P_{121}	P_{122}	P_{123}	P_{124}	P_{125}	P_{126}	P_{127}	P_{128}	P_{129}	P_{130})																				
P_{ms4}	=	PROMEDIO	(P_{41}	P_{42}	P_{43}	P_{44}	P_{45}	P_{46}	P_{47}	P_{48}	P_{49}	P_{50}	P_{51}	P_{52}	P_{53}	P_{54}	P_{55}	P_{56}	P_{57}	P_{58}	P_{59}	P_{60}	P_{61}	P_{62}	P_{63}	P_{64}	P_{65}	P_{66}	P_{67}	P_{68}	P_{69}	P_{70}	P_{71}	P_{72}	P_{73}	P_{74}	P_{75}	P_{76}	P_{77}	P_{78}	P_{79}	P_{80}	P_{81}	P_{82}	P_{83}	P_{84}	P_{85}	P_{86}	P_{87}	P_{88}	P_{89}	P_{90}	P_{91}	P_{92}	P_{93}	P_{94}	P_{95}	P_{96}	P_{97}	P_{98}	P_{99}	P_{100}	P_{101}	P_{102}	P_{103}	P_{104}	P_{105}	P_{106}	P_{107}	P_{108}	P_{109}	P_{110}	P_{111}	P_{112}	P_{113}	P_{114}	P_{115}	P_{116}	P_{117}	P_{118}	P_{119}	P_{120}	P_{121}	P_{122}	P_{123}	P_{124}	P_{125}	P_{126}	P_{127}	P_{128}	P_{129}	P_{130})																														
P_{ms5}	=	PROMEDIO	(P_{51}	P_{52}	P_{53}	P_{54}	P_{55}	P_{56}	P_{57}	P_{58}	P_{59}	P_{60}	P_{61}	P_{62}	P_{63}	P_{64}	P_{65}	P_{66}	P_{67}	P_{68}	P_{69}	P_{70}	P_{71}	P_{72}	P_{73}	P_{74}	P_{75}	P_{76}	P_{77}	P_{78}	P_{79}	P_{80}	P_{81}	P_{82}	P_{83}	P_{84}	P_{85}	P_{86}	P_{87}	P_{88}	P_{89}	P_{90}	P_{91}	P_{92}	P_{93}	P_{94}	P_{95}	P_{96}	P_{97}	P_{98}	P_{99}	P_{100}	P_{101}	P_{102}	P_{103}	P_{104}	P_{105}	P_{106}	P_{107}	P_{108}	P_{109}	P_{110}	P_{111}	P_{112}	P_{113}	P_{114}	P_{115}	P_{116}	P_{117}	P_{118}	P_{119}	P_{120}	P_{121}	P_{122}	P_{123}	P_{124}	P_{125}	P_{126}	P_{127}	P_{128}	P_{129}	P_{130})																																								
P_{ms6}	=	PROMEDIO	(P_{61}	P_{62}	P_{63}	P_{64}	P_{65}	P_{66}	P_{67}	P_{68}	P_{69}	P_{70}	P_{71}	P_{72}	P_{73}	P_{74}	P_{75}	P_{76}	P_{77}	P_{78}	P_{79}	P_{80}	P_{81}	P_{82}	P_{83}	P_{84}	P_{85}	P_{86}	P_{87}	P_{88}	P_{89}	P_{90}	P_{91}	P_{92}	P_{93}	P_{94}	P_{95}	P_{96}	P_{97}	P_{98}	P_{99}	P_{100}	P_{101}	P_{102}	P_{103}	P_{104}	P_{105}	P_{106}	P_{107}	P_{108}	P_{109}	P_{110}	P_{111}	P_{112}	P_{113}	P_{114}	P_{115}	P_{116}	P_{117}	P_{118}	P_{119}	P_{120}	P_{121}	P_{122}	P_{123}	P_{124}	P_{125}	P_{126}	P_{127}	P_{128}	P_{129}	P_{130})																																																		
P_{ms7}	=	PROMEDIO	(P_{71}	P_{72}	P_{73}	P_{74}	P_{75}	P_{76}	P_{77}	P_{78}	P_{79}	P_{80}	P_{81}	P_{82}	P_{83}	P_{84}	P_{85}	P_{86}	P_{87}	P_{88}	P_{89}	P_{90}	P_{91}	P_{92}	P_{93}	P_{94}	P_{95}	P_{96}	P_{97}	P_{98}	P_{99}	P_{100}	P_{101}	P_{102}	P_{103}	P_{104}	P_{105}	P_{106}	P_{107}	P_{108}	P_{109}	P_{110}	P_{111}	P_{112}	P_{113}	P_{114}	P_{115}	P_{116}	P_{117}	P_{118}	P_{119}	P_{120}	P_{121}	P_{122}	P_{123}	P_{124}	P_{125}	P_{126}	P_{127}	P_{128}	P_{129}	P_{130})																																																												
P_{ms8}	=	PROMEDIO	(P_{81}	P_{82}	P_{83}	P_{84}	P_{85}	P_{86}	P_{87}	P_{88}	P_{89}	P_{90}	P_{91}	P_{92}	P_{93}	P_{94}	P_{95}	P_{96}	P_{97}	P_{98}	P_{99}	P_{100}	P_{101}	P_{102}	P_{103}	P_{104}	P_{105}	P_{106}	P_{107}	P_{108}	P_{109}	P_{110}	P_{111}	P_{112}	P_{113}	P_{114}	P_{115}	P_{116}	P_{117}	P_{118}	P_{119}	P_{120}	P_{121}	P_{122}	P_{123}	P_{124}	P_{125}	P_{126}	P_{127}	P_{128}	P_{129}	P_{130})																																																																						
P_{ms9}	=	PROMEDIO	(P_{91}	P_{92}	P_{93}	P_{94}	P_{95}	P_{96}	P_{97}	P_{98}	P_{99}	P_{100}	P_{101}	P_{102}	P_{103}	P_{104}	P_{105}	P_{106}	P_{107}	P_{108}	P_{109}	P_{110}	P_{111}	P_{112}	P_{113}	P_{114}	P_{115}	P_{116}	P_{117}	P_{118}	P_{119}	P_{120}	P_{121}	P_{122}	P_{123}	P_{124}	P_{125}	P_{126}	P_{127}	P_{128}	P_{129}	P_{130})																																																																																
P_{ms10}	=	PROMEDIO	(P_{101}	P_{102}	P_{103}	P_{104}	P_{105}	P_{106}	P_{107}	P_{108}	P_{109}	P_{110}	P_{111}	P_{112}	P_{113}	P_{114}	P_{115}	P_{116}	P_{117}	P_{118}	P_{119}	P_{120}	P_{121}	P_{122}	P_{123}	P_{124}	P_{125}	P_{126}	P_{127}	P_{128}	P_{129}	P_{130})																																																																																										

Ilustración 2 Matriz de toma de datos

Tabla 4 Potencias Promedio Medidas DIESEL

NAVE 1 DIESEL						
FECHA	16-10-2023	POTENCIA BRUTA MEDIDA DEL SEGMENTO				
HORA		SEGMENTO	DIESEL			
DESDE	HASTA		U1	FP	U2	FP
21:00	21:30	Pms1	1516.12	0.975	1530.52	0.957
21:30	22:00	Pms2	1513.93	0.973	1531.28	0.959
21:00	22:30	Pms3	1516.73	0.972	1528.55	0.958
22:30	23:00	Pms4	1511.98	0.976	1517.52	0.956
23:00	23:30	Pms5	1513.50	0.978	1530.98	0.954
23:30	0:00	Pms6	1515.66	0.979	1531.60	0.956
0:00	0:30	Pms7	1514.60	0.977	1529.99	0.958
0:30	1:00	Pms8	1519.25	0.977	1530.15	0.955
1:00	1:30	Pms9	1518.50	0.974	1532.65	0.955
1:30	2:00	Pms10	1512.22	0.975	1531.47	0.958

Tabla 5 Potencias Promedio Medidas FUEL OIL

NAVE 1 FUEL OIL						
FECHA	18-10-2023	POTENCIA BRUTA MEDIDA DEL SEGMENTO				
HORA		SEGMENTO	FUEL OIL			
DESDE	HASTA		U1	FP	U2	FP
20:15	20:45	Pms1	1543.25	0.975	1518.96	0.956
20:45	21:15	Pms2	1542.63	0.973	1519.62	0.956
21:15	21:45	Pms3	1544.25	0.972	1518.74	0.955
21:45	22:15	Pms4	1546.63	0.976	1519.45	0.957
22:15	22:45	Pms5	1545.68	0.978	1520.52	0.958
22:45	23:15	Pms6	1543.65	0.979	1518.55	0.956
23:15	23:45	Pms7	1545.54	0.977	1519.71	0.954
23:45	0:15	Pms8	1547.60	0.977	1519.44	0.955
0:15	0:45	Pms9	1549.65	0.974	1520.55	0.956
0:45	1:15	Pms10	1547.52	0.975	1518.41	0.955

Posteriormente se hace el cálculo de la potencia bruta en bornes de la unidad para cada tipo de combustible:

$$P_b = \frac{P_{ms1} + P_{ms2} + \dots + P_{ms10}}{10} [kW]$$

Donde:

P_b → Potencia bruta en bornes de la unidad en la que se instala la medición

P_{msn} → Potencia bruta medida en bornes de la unidad del segmento "n"

Tabla 6 Potencia Bruta en Bornes

DIESEL	U1	FP	U2	FP
Potencia Bruta en bornes (kW)	1515.25	0.98	1529.47	0.96

FUEL OIL	U1	FP	U2	FP
Potencia Bruta en bornes (kW)	1545.64	0.98	1519.40	0.96

Como la muestra de la nave 1 corresponde a 2 unidades, se promedian las mediciones para determinar la potencia promedio de cada unidad, así como el factor de potencia:

$$P_{bpu} = \left[\frac{P_{bpu1} + P_{bpu2}}{2} \right] [kW]$$

Donde:

P_{bpu} → Potencia bruta por unidad [kW]

Los consumos propios durante las pruebas se mantenían alrededor de 45kW considerando los servicios auxiliares más las pérdidas.

Se tiene entonces:

	DIESEL			FUEL OIL		
Potencia Bruta Medida por unidad (kW)	1522.36	FP	0.966	1532.52	FP	0.966
Potencia Bruta Medida de la NAVE 1 (kW)	6089.44	FP	0.966	6130.07	FP	0.966

8.2. Cálculo de la potencia máxima bruta corregida de la nave 1.

El procedimiento indica que a las potencias brutas y netas medidas, 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.

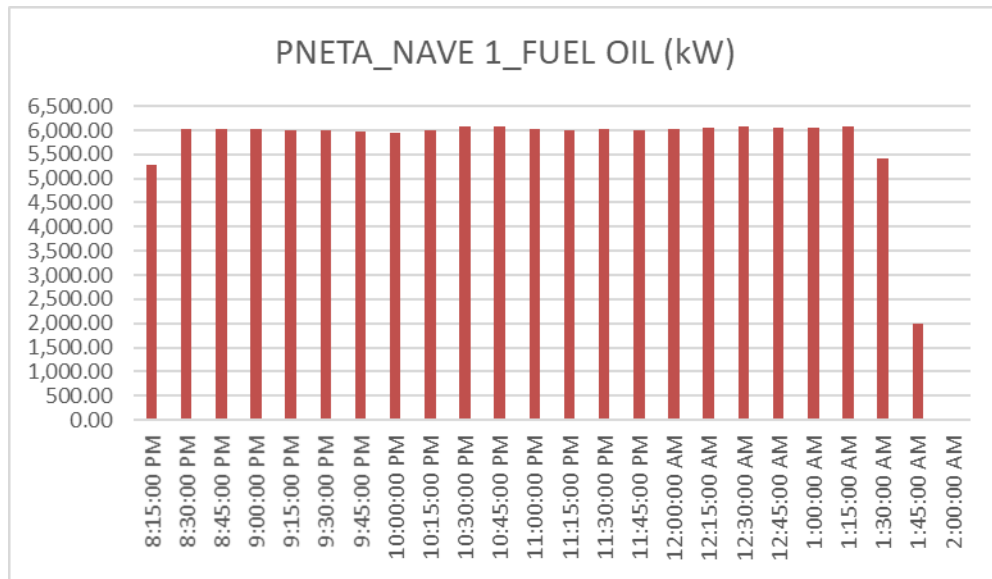
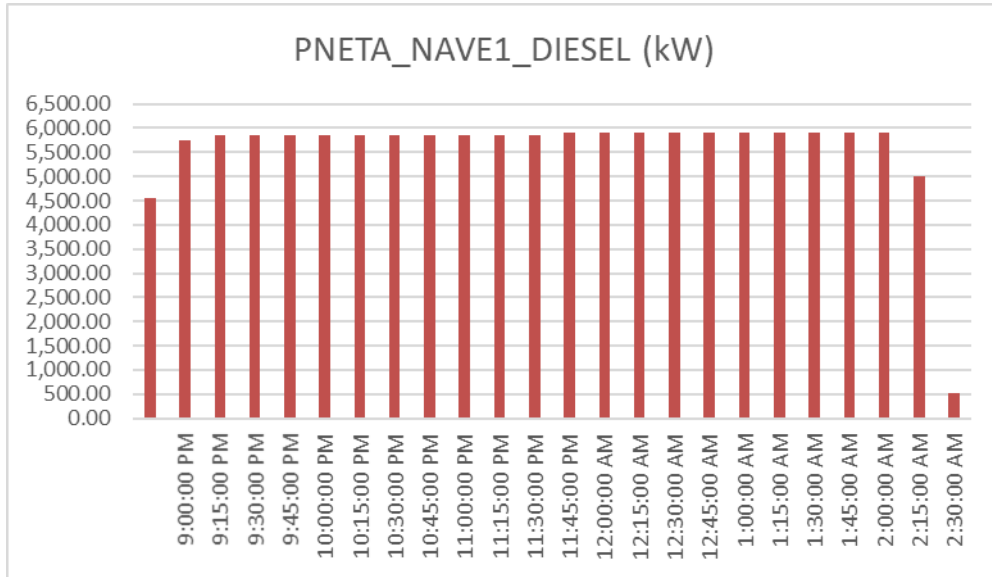
La nave 1 durante la prueba operó a un factor de potencia de 0.966 por lo que utilizando la curva PQ del generador se observa que no existe variación de la potencia activa para valores cercanos a 0.95 por tanto no se aplica corrección en este caso.

Tabla 7 Potencia Bruta corregida por unidad

Potencia Bruta Corregida de la NAVE 1 (kW)	6089.44	6130.07
--	---------	---------

8.3. Potencia máxima neta medida de la nave 1.

La potencia medida en nave 1 con el medidor de facturación se muestra a continuación:



Se promedian los valores obtenidos de la potencia neta del medidor de facturación para poder hacer el cálculo de los servicios auxiliares y las perdidas promedio:

Tabla 8 PMAX NAVE 1

NAVE 1	PBRUTA_avg (kW)	PNETA_avg (kW)	PSSAA+PERDIDAS (kW)
DIESEL	6089.44	5873.52	215.92
FUEL OIL	6130.07	6027.92	102.15

9. Nave 2.

9.1. Cálculo de potencia máxima bruta medida de la nave 2.

Para la nave 2 restante se aplicó el mismo método de cálculo que la nave 1, de manera tabulada se muestra a continuación:

Se realizó la prueba de PMAX con 2 de las 4 unidades disponibles, más adelante la explicación.

El protocolo inicial establecía que las mediciones se realizarían en las unidades U5 y U6. Sin embargo, al intentar poner en marcha el sistema, solamente fue posible iniciar los generadores U5 y U7, mientras que los generadores 6 y 8 no lograron arrancar.

Una vez en funcionamiento, se procedió a efectuar mediciones de potencia en los dos generadores que se pudieron poner en marcha.

En relación a las anomalías, se determinó que, durante un intento de arranque previo, se registró una sobre temperatura en el cilindro #1 de la unidad 6, así como sobre temperatura en el cilindro #7 y se produjeron detonaciones en el turbocargador de la unidad 8. A petición del coordinado y en conjunto con el experto técnico se decidió continuar con las pruebas utilizando las unidades operativas de la central.

La tendencia de la potencia bruta de la nave 2 se muestra a continuación:

- FECHA 17/10/2023

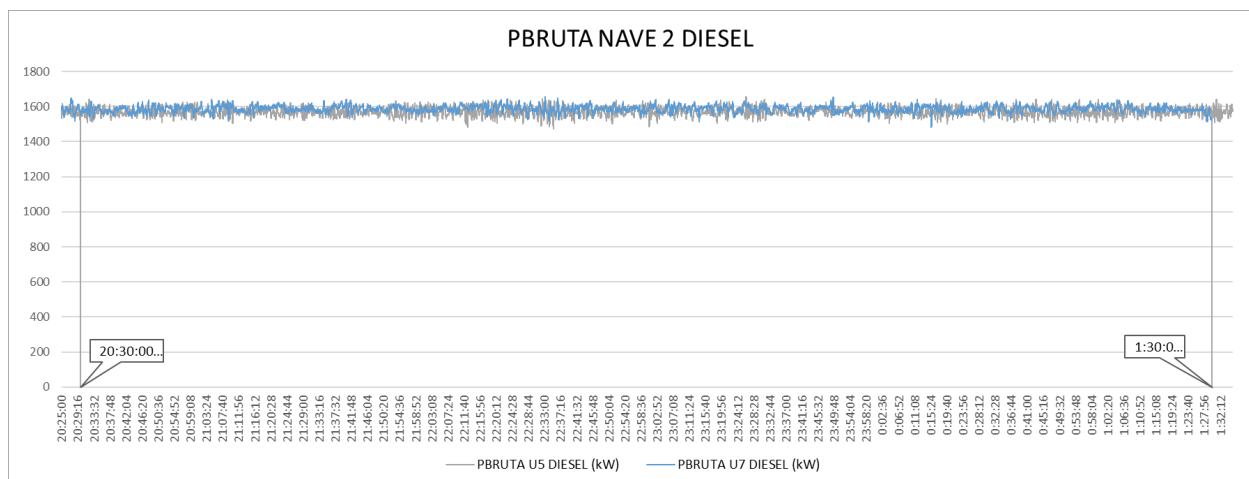


Ilustración 3 PBRUTA NAVE 2 DIESEL

- FECHA 19/10/2023

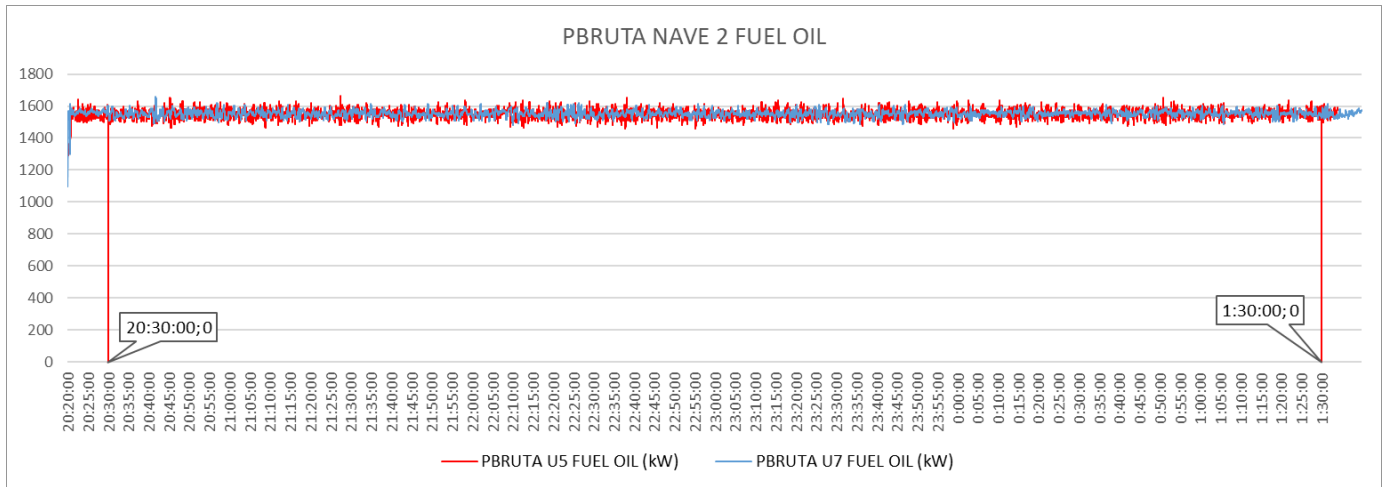


Ilustración 4 PBRUTA NAVE 2 FUEL OIL

Tabla 9 Potencias promedio medidas NAVE 2 DIESEL

NAVE 2 DIESEL						
FECHA	16-10-2023	POTENCIA BRUTA MEDIDA DEL SEGMENTO				
HORA		SEGMENTO	DIESEL			
DESDE	HASTA		U5	FP	U7	FP
20:30	21:00	Pms1	1596.56	0.957	1602.88	0.965
21:00	21:30	Pms2	1597.65	0.957	1598.03	0.966
21:30	22:00	Pms3	1620.30	0.956	1590.58	0.968
22:00	22:30	Pms4	1599.75	0.955	1568.52	0.966
22:30	23:00	Pms5	1598.47	0.955	1615.82	0.964
23:00	23:30	Pms6	1594.64	0.957	1586.40	0.966
23:30	0:00	Pms7	1599.10	0.955	1591.12	0.961
0:00	0:30	Pms8	1594.35	0.956	1573.65	0.963
0:30	1:00	Pms9	1593.65	0.957	1560.52	0.959
1:00	1:30	Pms10	1598.31	0.957	1594.60	0.960

DIESEL	U5	FP	U7	FP
Potencia Bruta en bornes (kW)	1599.28	0.96	1588.21	0.96

Tabla 10 Potencias promedio medidas NAVE 2 FUEL OIL

NAVE 2 FUEL OIL						
FECHA	18-10-2023	POTENCIA BRUTA MEDIDA DEL SEGMENTO				
HORA		SEGMENTO	FUEL OIL			
DESDE	HASTA		U5	FP	U7	FP
20:15	20:45	Pms1	1555.65	0.954	1553.63	0.959
20:45	21:15	Pms2	1558.63	0.954	1554.32	0.959
21:15	21:45	Pms3	1554.59	0.954	1555.98	0.959
21:45	22:15	Pms4	1546.35	0.955	1552.37	0.957
22:15	22:45	Pms5	1549.65	0.954	1551.65	0.956
22:45	23:15	Pms6	1559.63	0.955	1554.32	0.956
23:15	23:45	Pms7	1552.63	0.956	1557.90	0.957
23:45	0:15	Pms8	1554.63	0.956	1556.60	0.956
0:15	0:45	Pms9	1555.65	0.956	1559.90	0.957
0:45	1:15	Pms10	1556.22	0.956	1557.80	0.958

FUEL OIL	U5	FP	U7	FP
Potencia Bruta en bornes (kW)	1554.36	0.96	1555.45	0.96

	DIESEL			FUEL OIL		
Potencia Bruta Medida por unidad (kW)	1593.75	FP	0.960	1554.90	FP	0.956
Potencia Bruta Medida de la NAVE 2 (kW)	3187.49	FP	0.966	3109.81	FP	0.966

9.2. Cálculo de la potencia máxima bruta corregida de la nave 2.

No se aplica corrección con el mismo concepto de la unidad 1.

Tabla 11 Potencia Bruta corregida por unidad

Potencia Bruta Corregida de la NAVE 2 (kW)	3187.49	3109.81
--	---------	---------

9.3. Potencia máxima neta medida de la nave 2

La tendencia de la potencia neta de la nave 2 se muestra a continuación:

- FECHA 17/10/2023

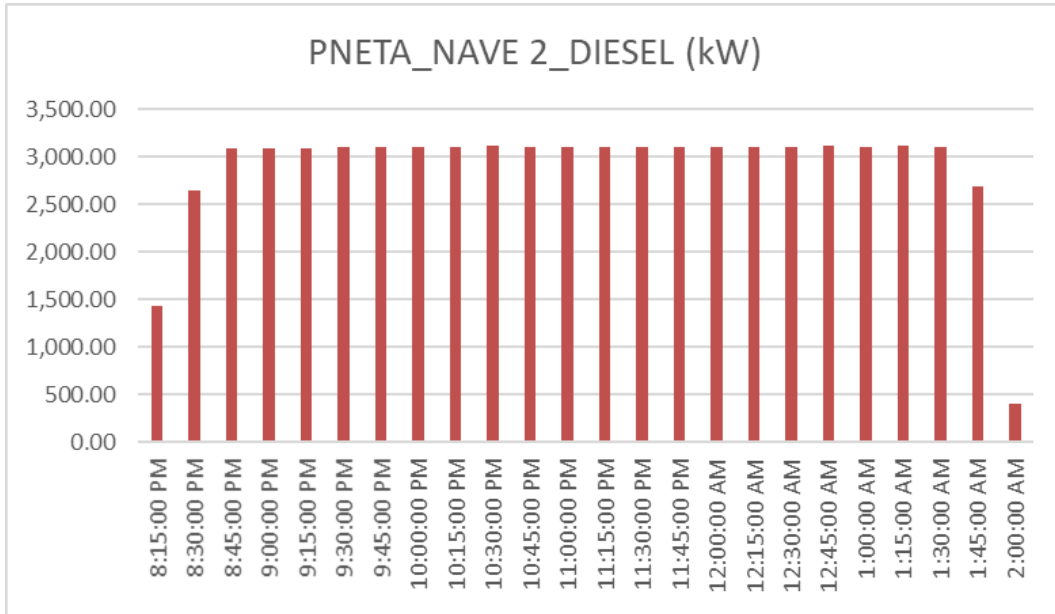


Ilustración 5 PNETA NAVE 2 DIESEL

- FECHA 19/10/2023

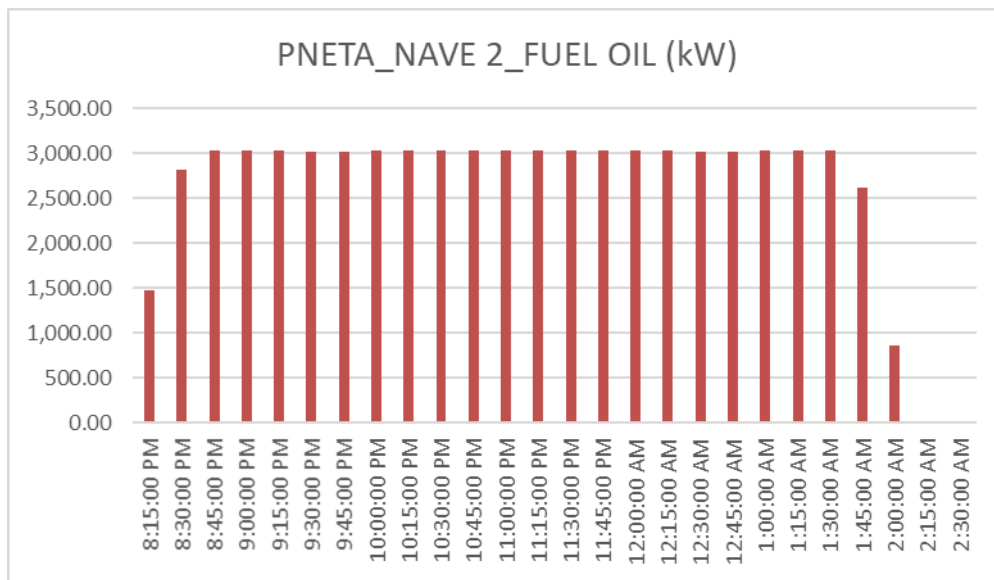


Ilustración 6 PNETA NAVE 2 FUEL OIL

Tabla 12 PMAX NAVE 2

NAVE 2	PBRUTA_avg (kW)	PNETA_avg (kW)	PSSAA+PERDIDAS (kW)
DIESEL	3187.49	3104.83	82.66
FUEL OIL	3109.81	3032.54	77.27

10. Planta (nave 1 más nave 2).

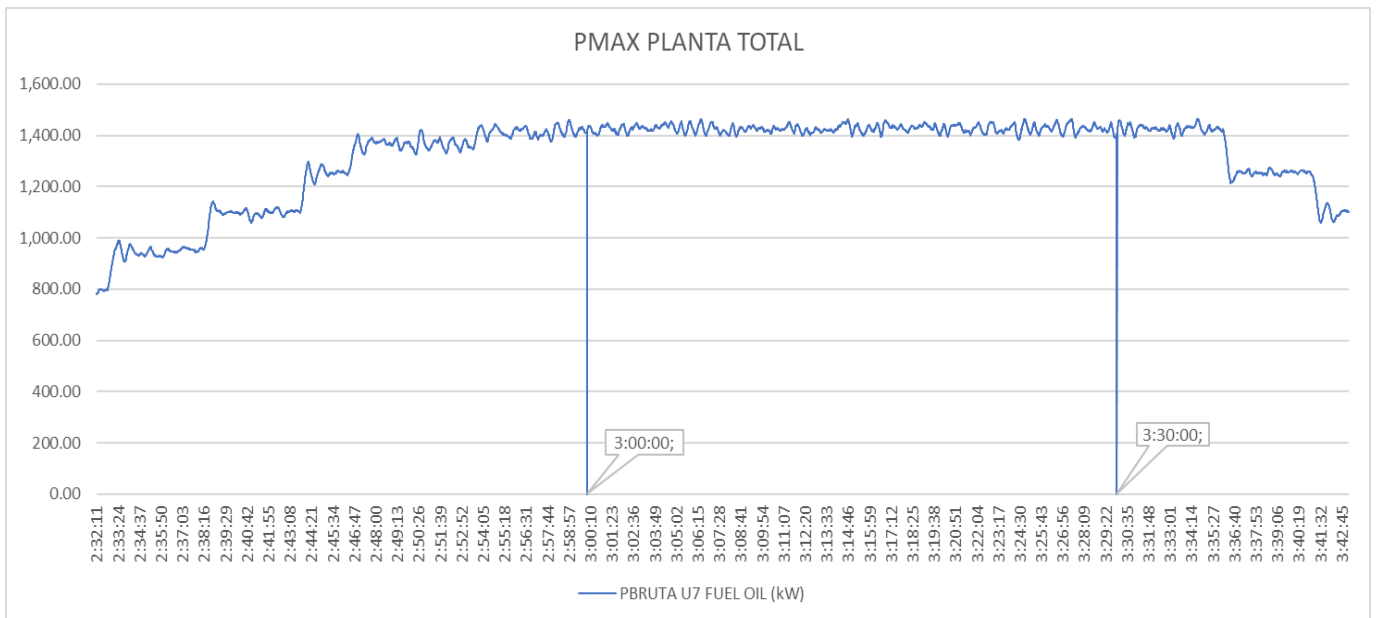
Una vez completadas las 2 naves se procedió a realizar la prueba de potencia máxima con todas las unidades a la vez (U1, U2, U3, U4, U5, U7) el día 22/10/23 durante 30 minutos según el protocolo desde las 3am hasta las 3:30am.

10.1. Potencia máxima bruta de la planta.

La medición de potencia bruta se realizó sobre la unidad 7

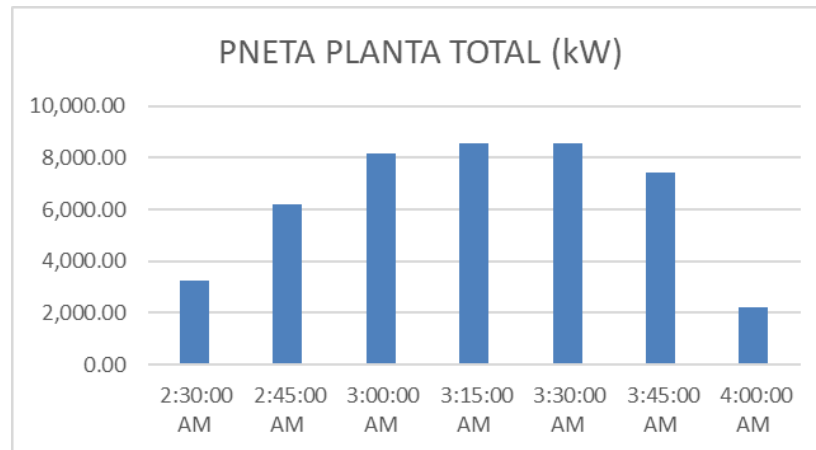
- FECHA 22/10/23

La tendencia de la potencia bruta de la planta se muestra a continuación:



10.2. Potencia máxima neta de la planta.

La tendencia de la potencia neta de la planta se muestra a continuación:



10.3. Potencia máxima total de la planta.

Finalmente se tiene la potencia total de la central térmica CEMENTOS BIO BIO CENTRO de acuerdo a la capacidad de las unidades operativas (6 de 8) generando un nuevo 100% cuyos valores se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 13 PMAX PLANTA TOTAL

PLANTA TOTAL	PBRUTA_avg (kW)	PNETA_avg (kW)	PSSAA+PERDIDAS (kW)
DIESEL	9196.93	8978.35	218.58
FUEL OIL	9239.88	9060.46	179.42

11. Conclusiones.

Valores promedios según unidades ensayadas:

Unidad	Comb.	Potencia Bruta Medida [kW]	Potencia Neta Calculada [kW]	Potencia Bruta Corregida [kW]	Potencia Neta Corregida [kW]	PSSAA + PERDIDAS (kW)
TER Cementos Bío Bío Centro (U1-U4)	Diésel	6089.44	5873.52	6089.44	5873.52	215.92
TER Cementos Bío Bío Centro (U1-U4)	Fuel Oil	6130.07	6027.92	6130.07	6027.92	102.15
TER Cementos Bío Bío Centro (U5 y U7)	Diésel	3187.49	3104.83	3187.49	3104.83	82.66
TER Cementos Bío Bío Centro (U5 y U7)	Fuel Oil	3109.81	3032.54	3109.81	3032.54	77.27

Resultados de potencias por unidad representativa:

Unidad	Comb.	Potencia Bruta Medida [kW]	Potencia Neta Calculada [kW]	Potencia Bruta Corregida [kW]	Potencia Neta Corregida [kW]	Modelo de Motor
Unidad 1 (Nave 1)	Diésel	1515.25	1468.40	1515.25	1468.40	9h21/32-G4
Unidad 2 (Nave 1)	Diésel	1529.47	1468.40	1529.47	1468.40	9h21/32-G4
Unidad 5 (Nave 2)	Diésel	1599.28	1552.42	1599.28	1552.42	9h21/32-G4
Unidad 7 (Nave 2)	Diésel	1588.21	1552.42	1588.21	1552.42	9h21/32-G4
Unidad 1 (Nave 1)	Fuel oil	1545.64	1510.07	1545.64	1510.07	9h21/32-G4
Unidad 2 (Nave 1)	Fuel oil	1519.40	1506.98	1519.40	1506.98	9h21/32-G4
Unidad 5 (Nave 2)	Fuel oil	1554.36	1516.27	1554.36	1516.27	9h21/32-G4
Unidad 7 (Nave 2)	Fuel oil	1555.45	1516.27	1555.45	1516.27	9h21/32-G4

Los valores promedio de las potencia por tipo de combustible se muestran:

PARAMETROS DE POTENCIA MAXIMA						
Unidad	Combustible	Potencia Máxima Bruta Medida [MW]	Potencia Máxima Bruta Corregida [MW]	SS/AA [MW]	Potencia Máxima Neta Calculada [MW]	Potencia Máxima Neta Corregida [MW]
TER Cementos Bío Bío Centro (válido para las unidades U1 a U4)	Diésel	1.5224	1.5224	0.0540	1.4684	1.4684
TER Cementos Bío Bío Centro (válido para las unidades U1 a U4)	Fuel Oil	1.5325	1.5325	0.0255	1.5070	1.5070
TER Cementos Bío Bío Centro (válido para las unidades U5 a U8)	Diésel	1.5938	1.5938	0.0413	1.5524	1.5524
TER Cementos Bío Bío Centro (válido para las unidades U5 a U8)	Fuel Oil	1.5549	1.5549	0.0386	1.5163	1.5163

Ilustración 7 Parámetros de potencia Máxima

ANEXOS

Curva de capacidad.

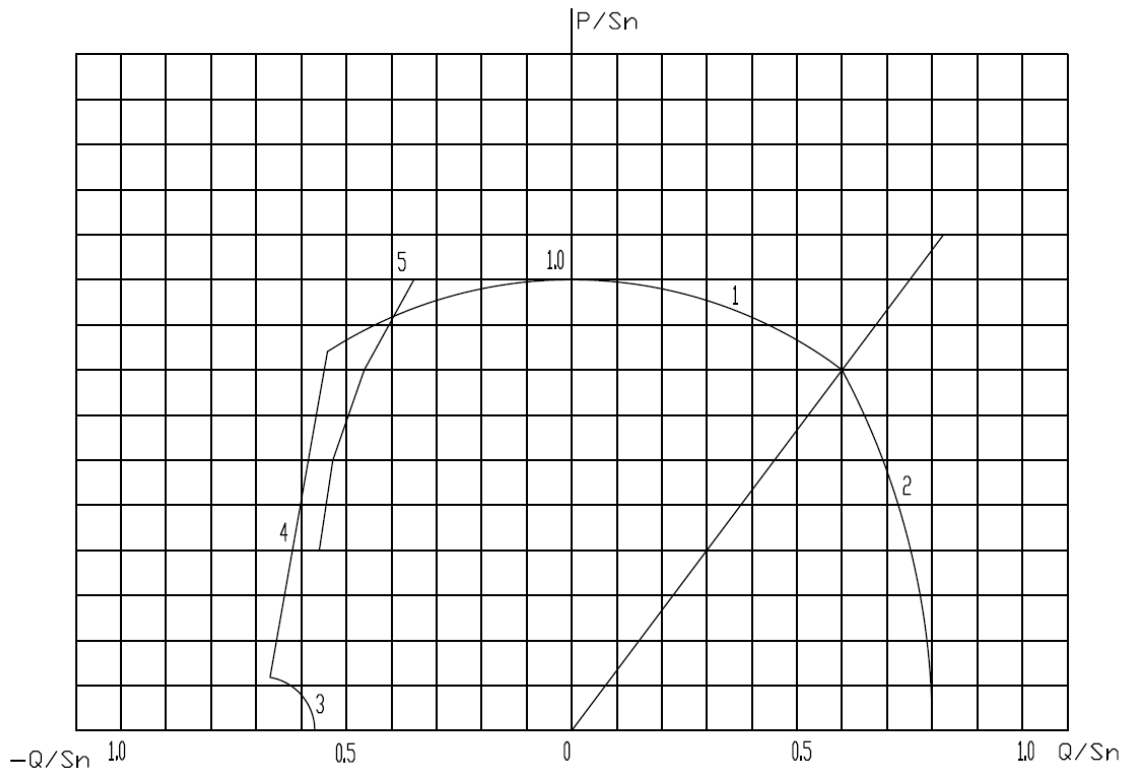
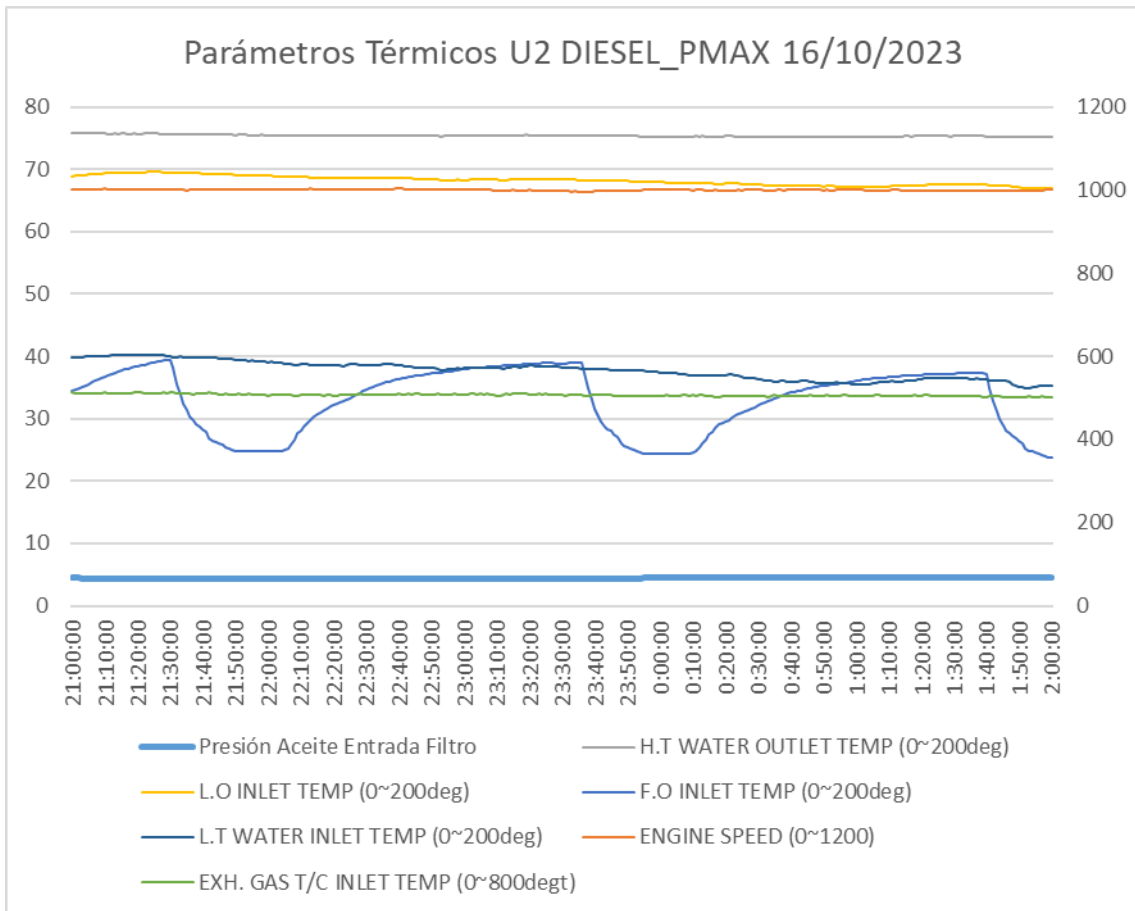
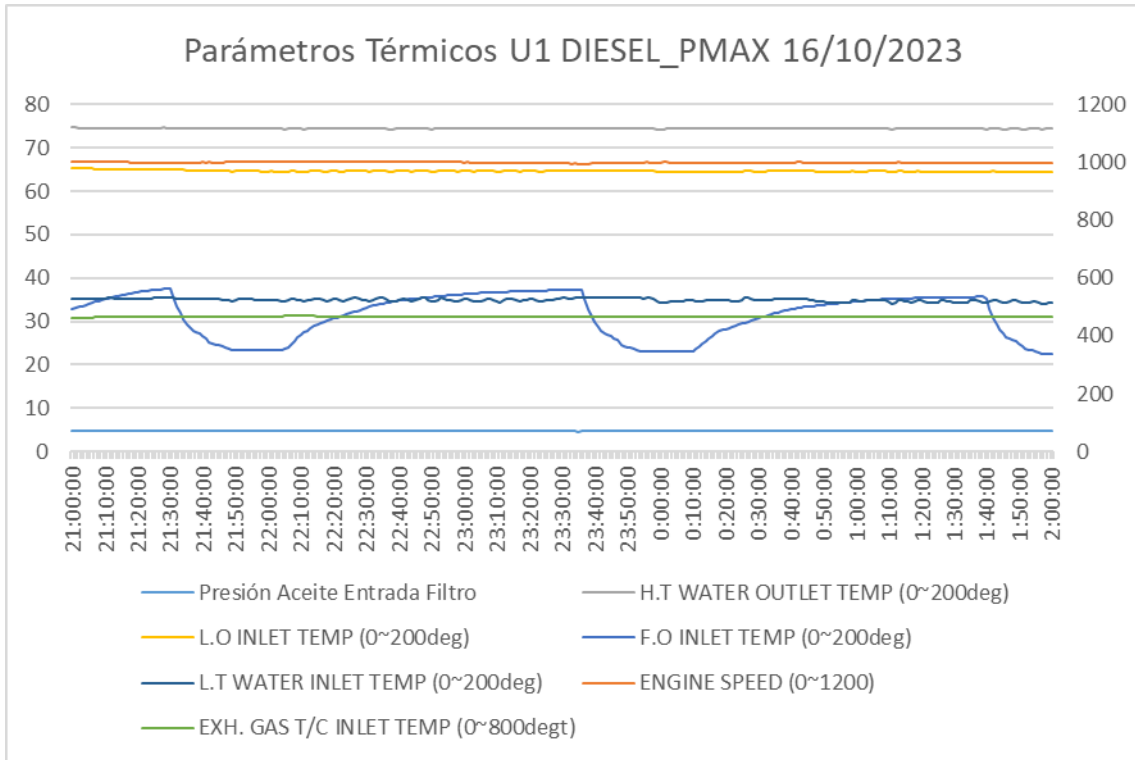
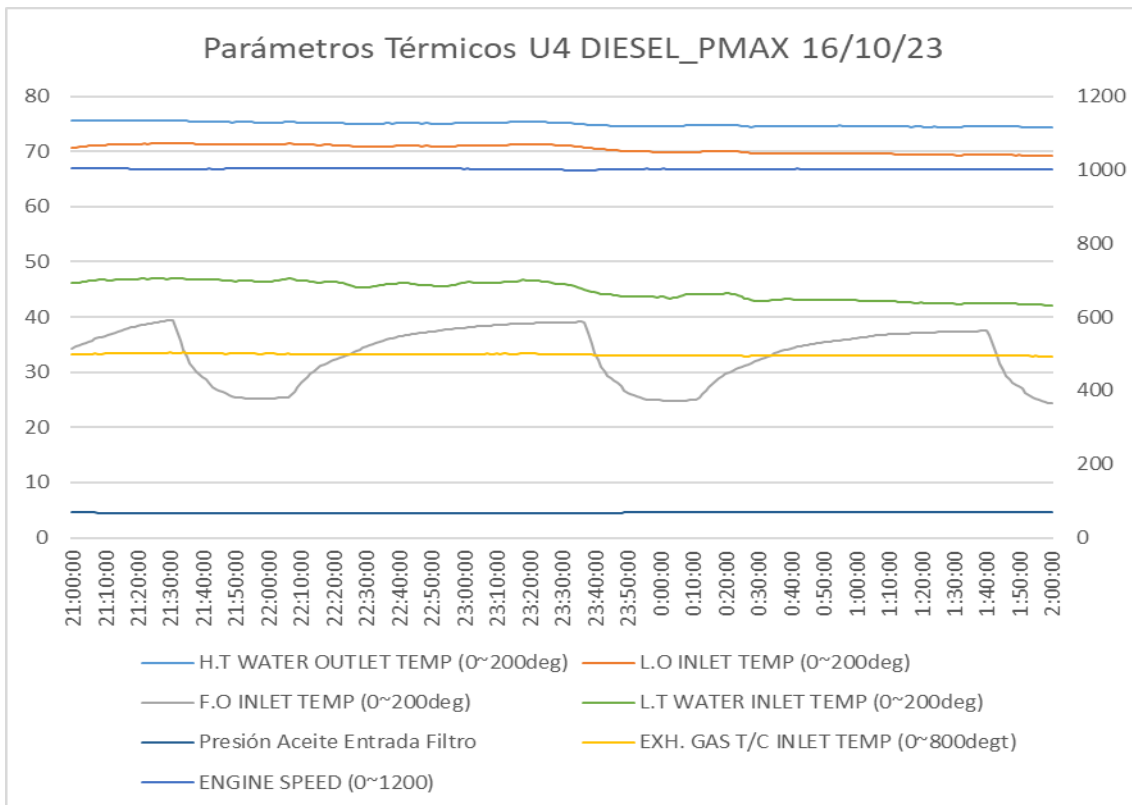
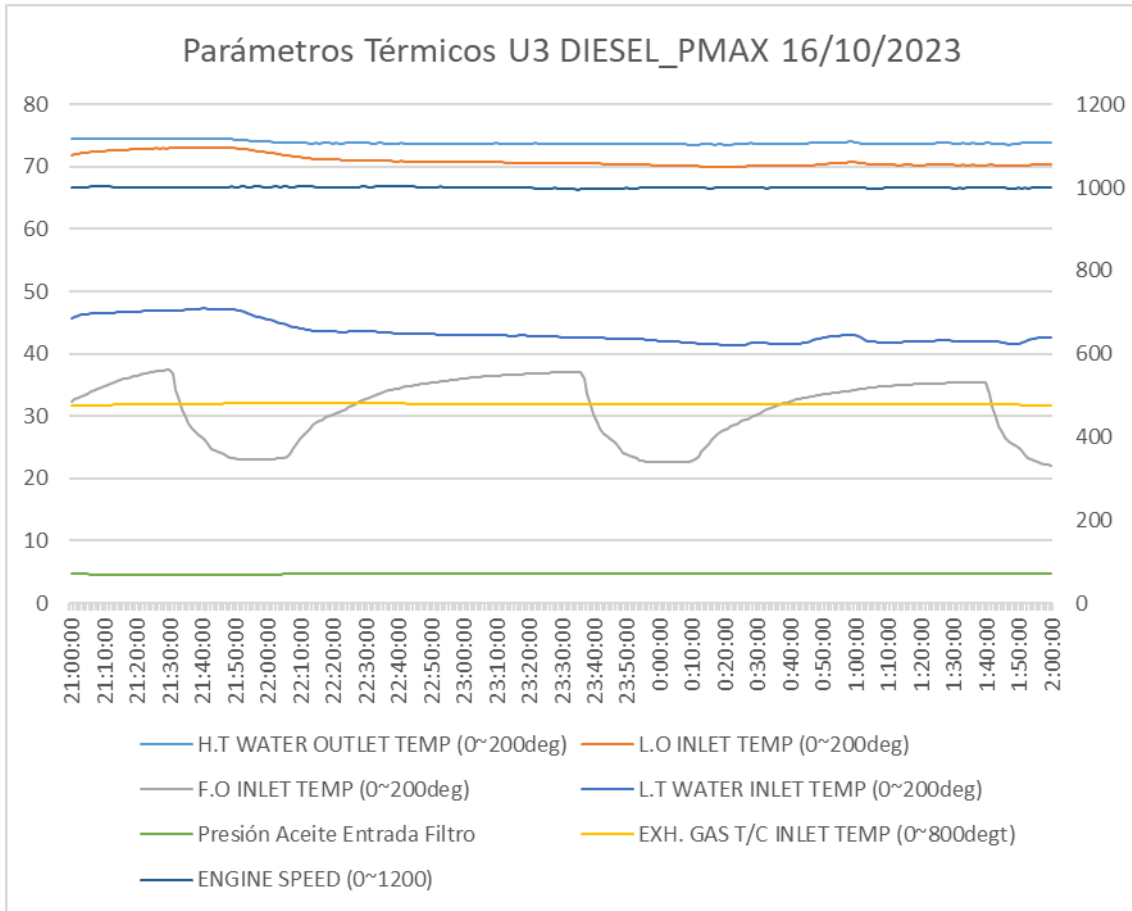
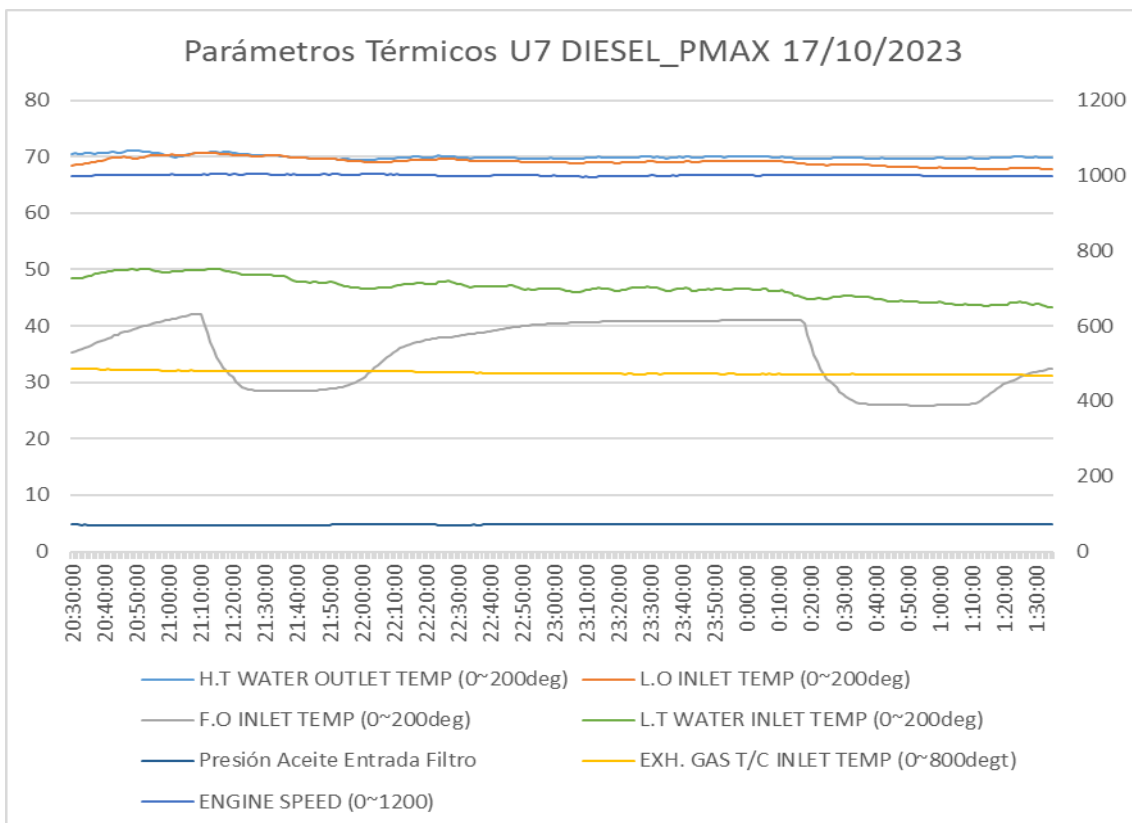
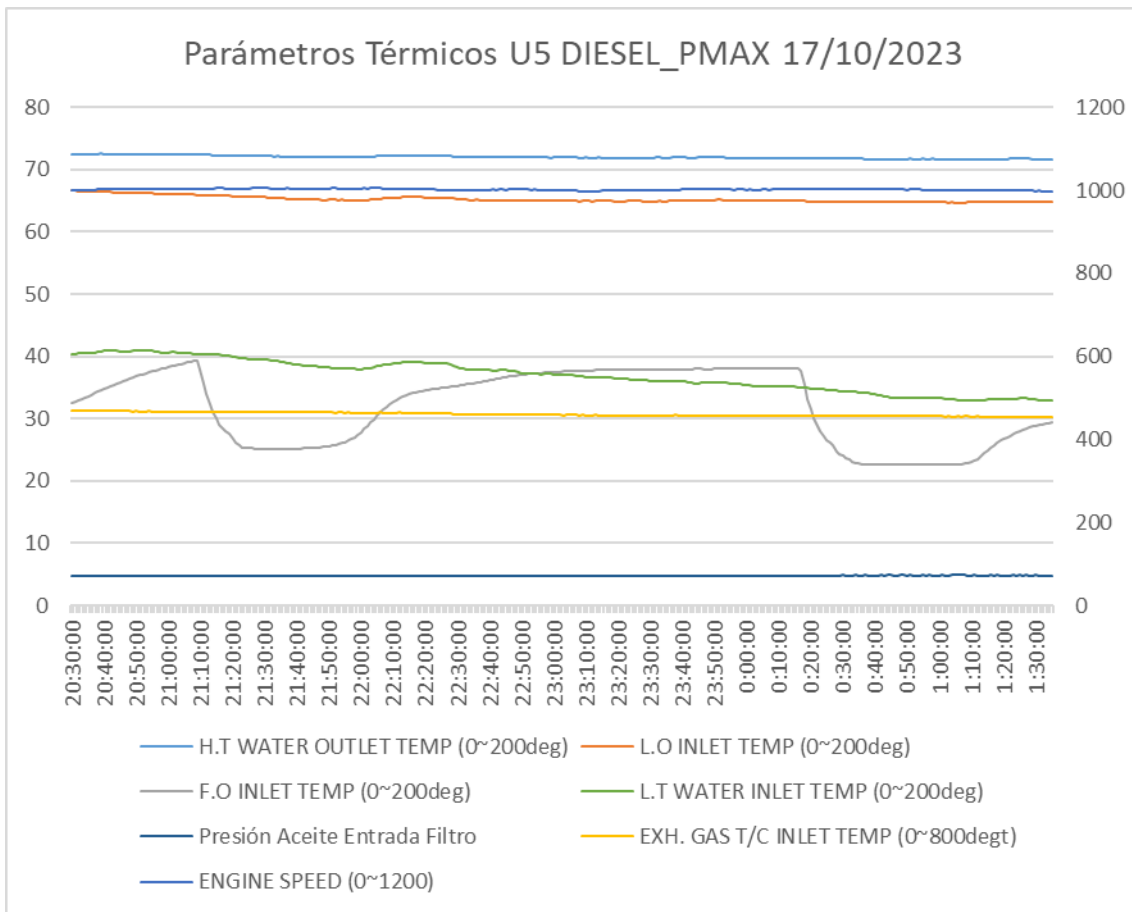


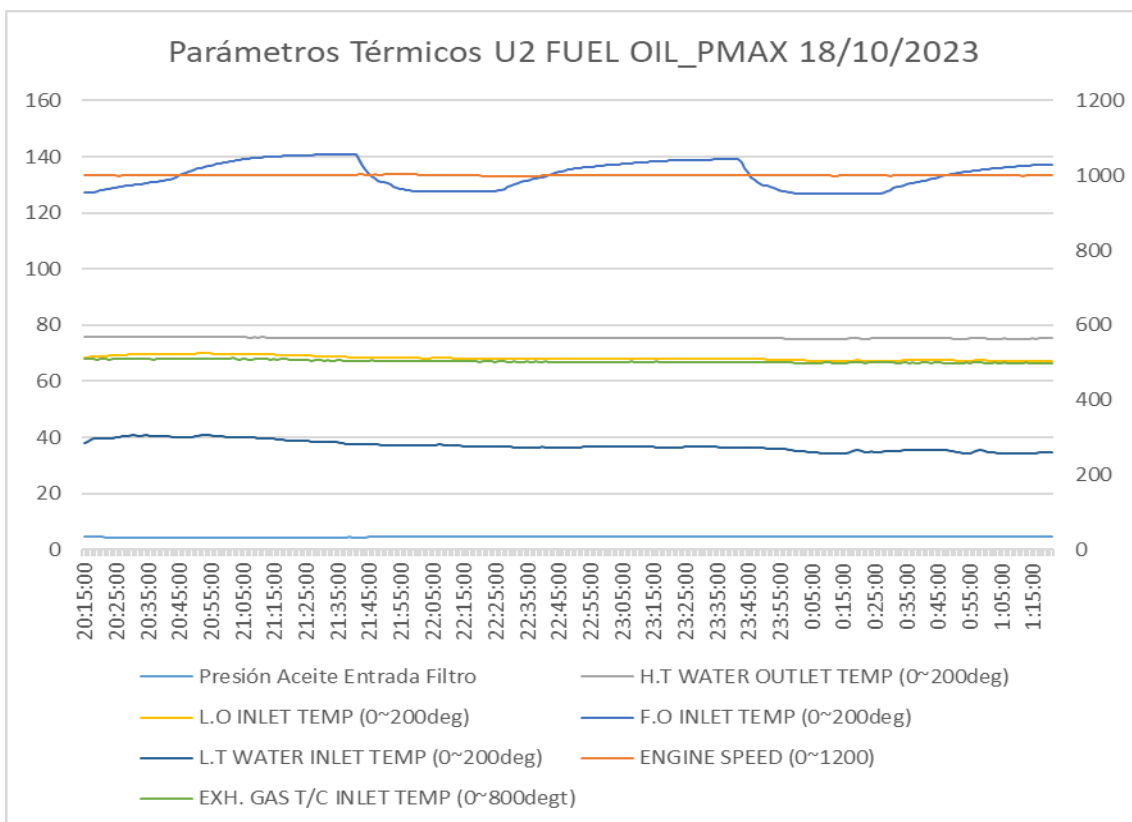
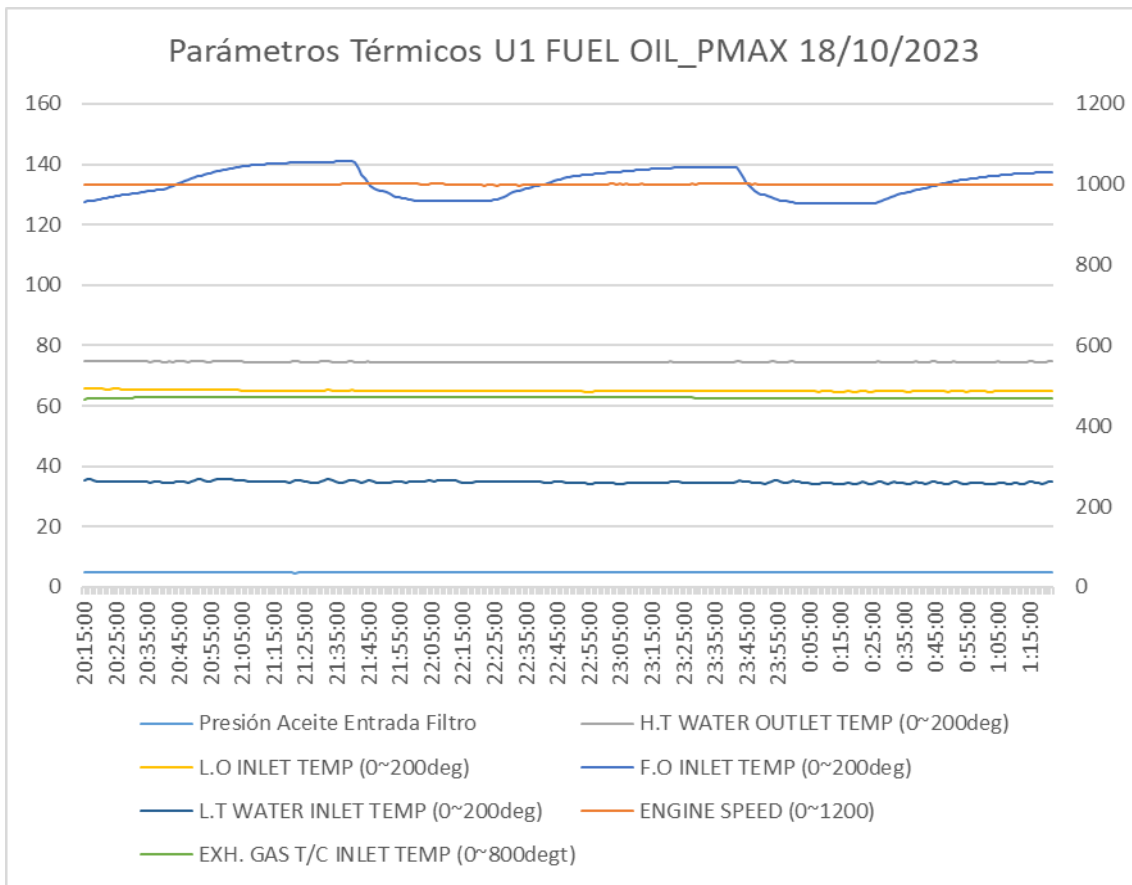
Ilustración 8 Curva de capacidad

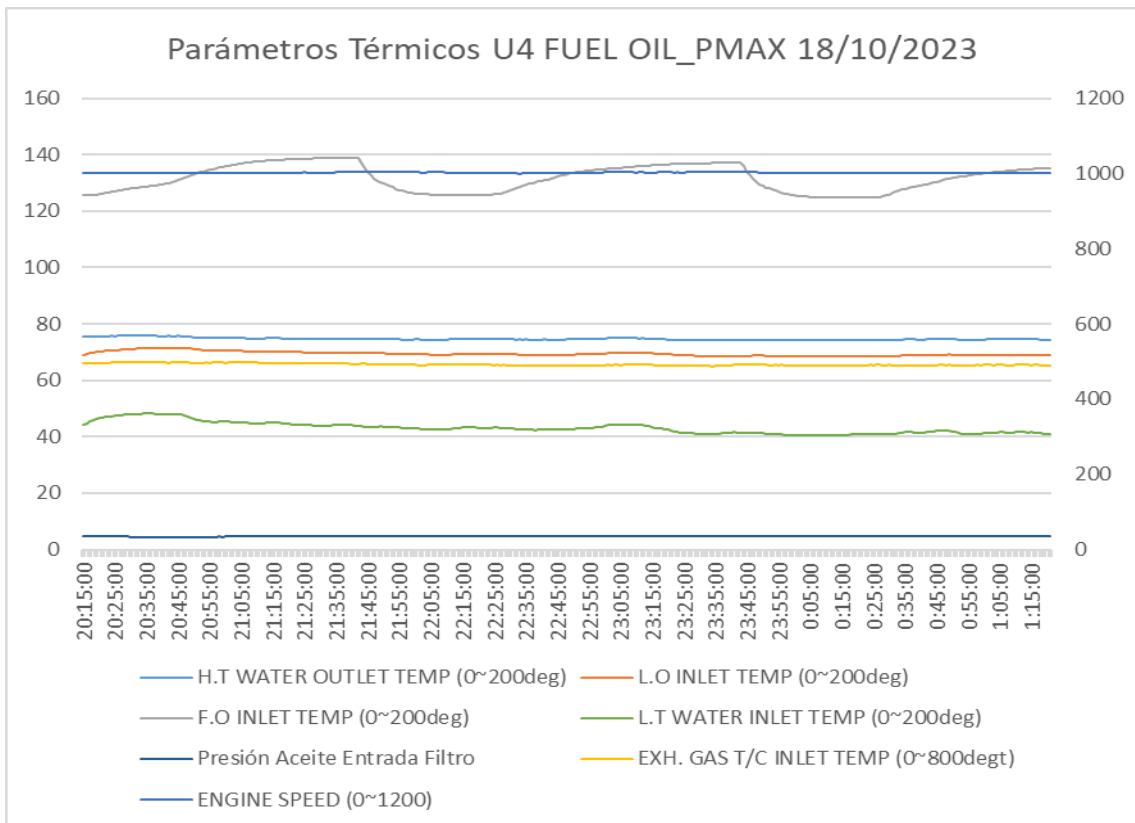
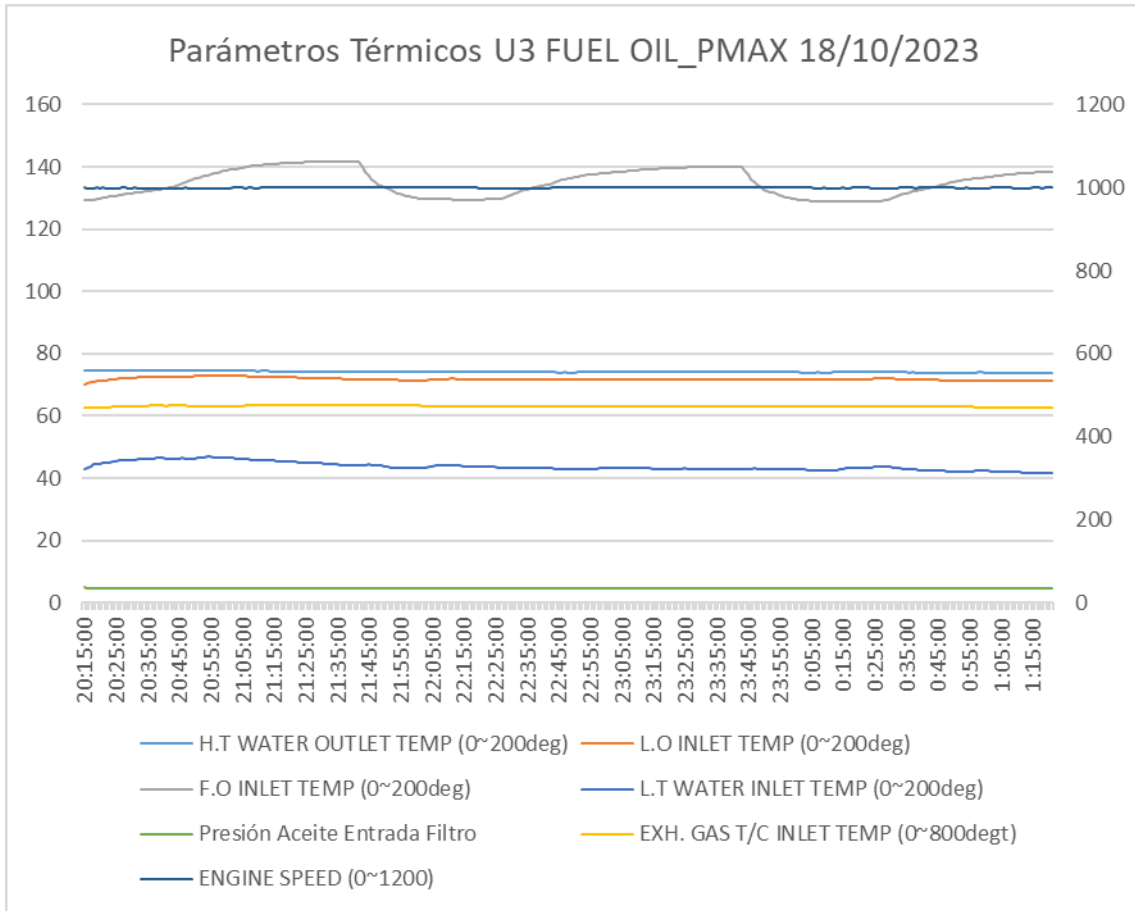
PARÁMETROS TÉRMICOS DE LAS MAQUINAS

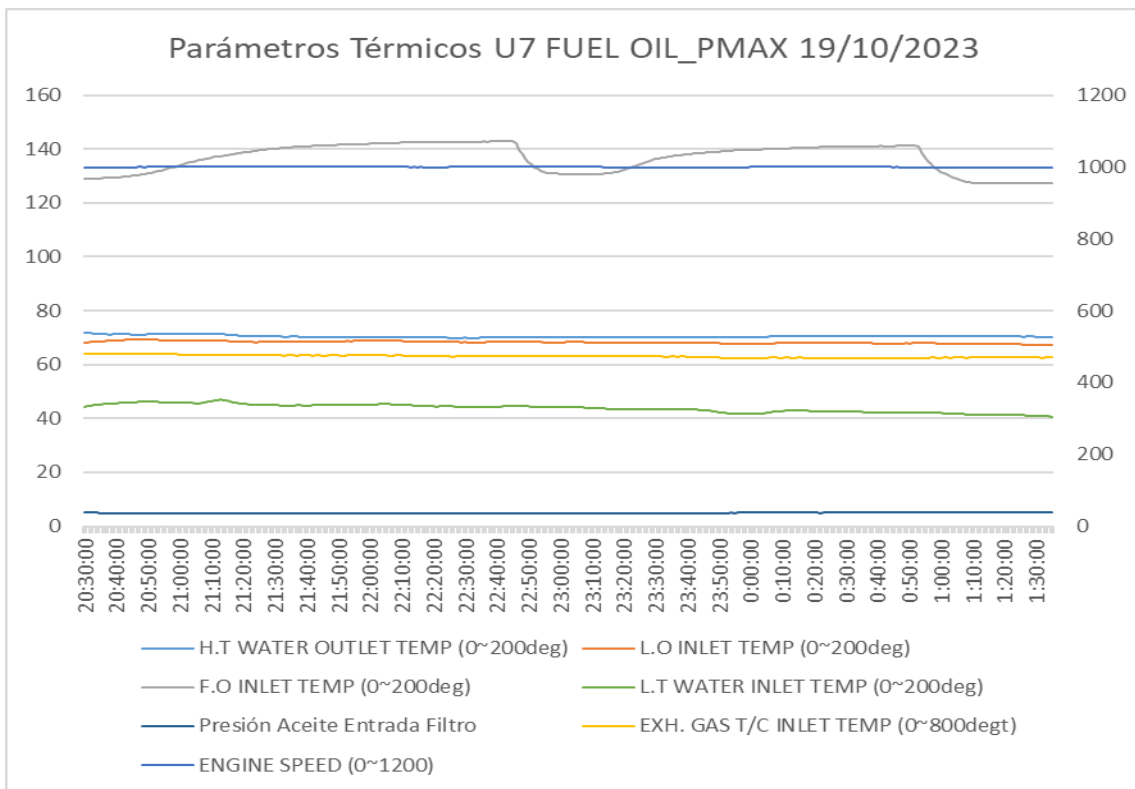
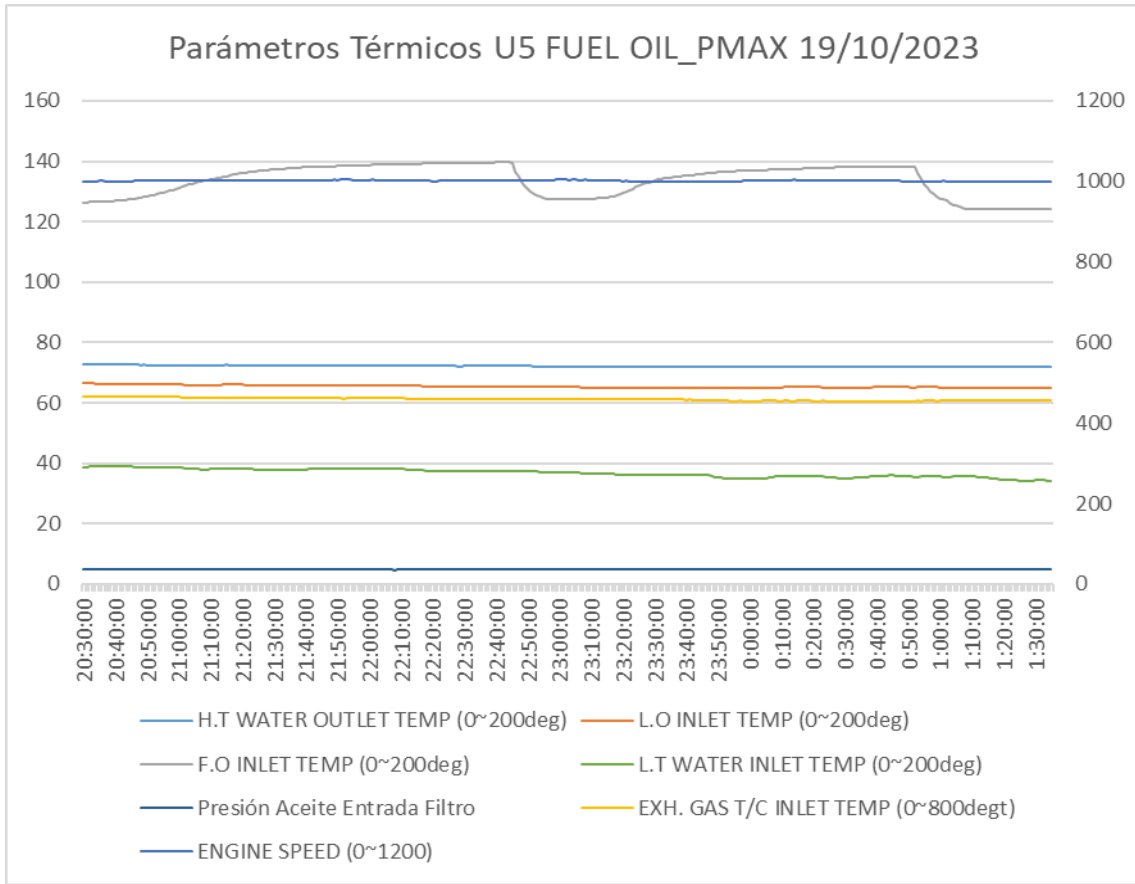




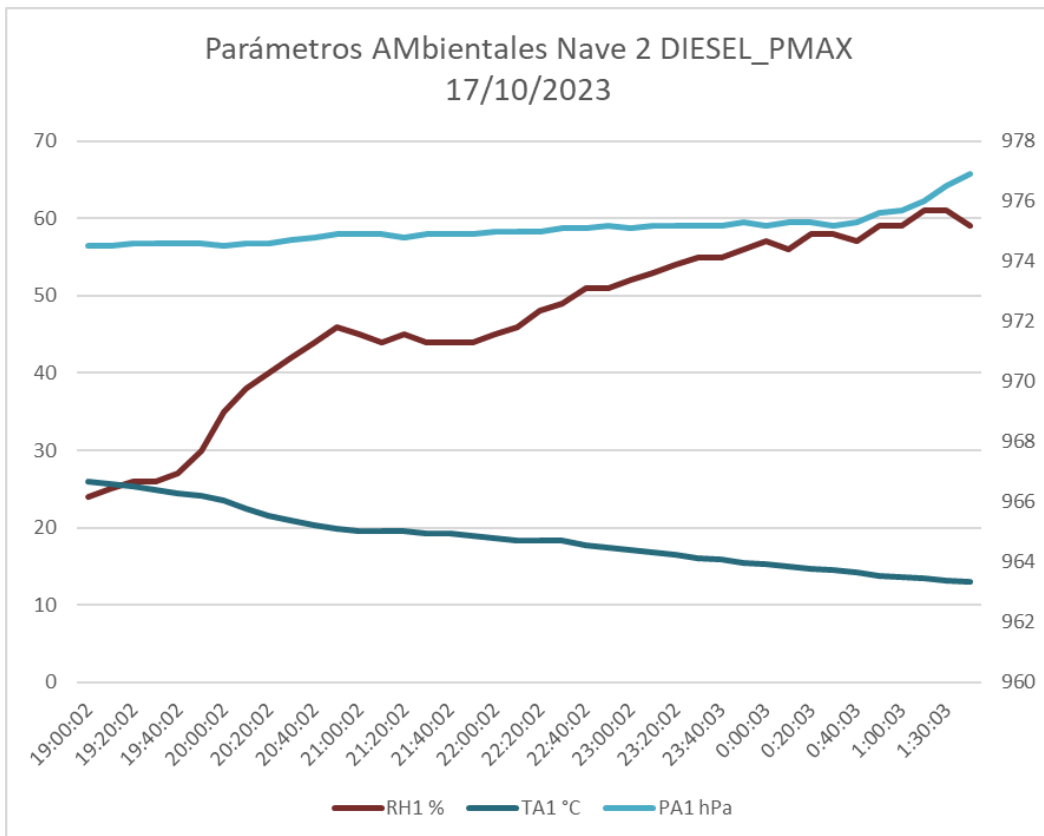
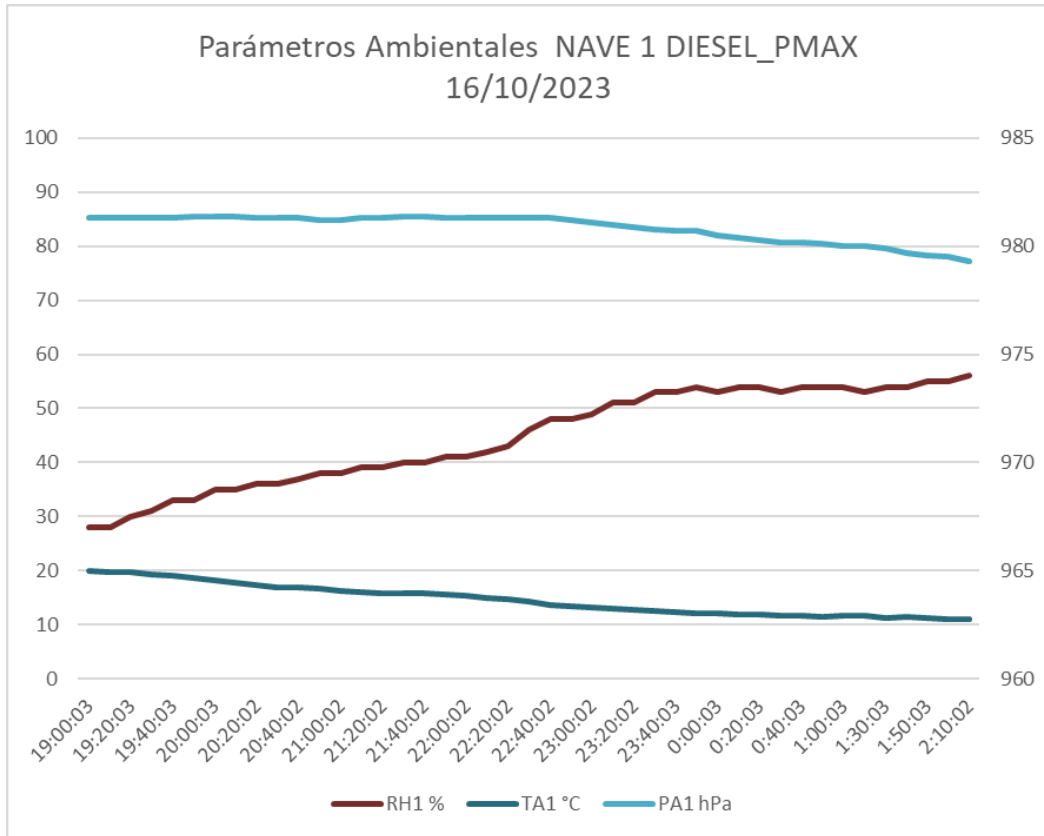


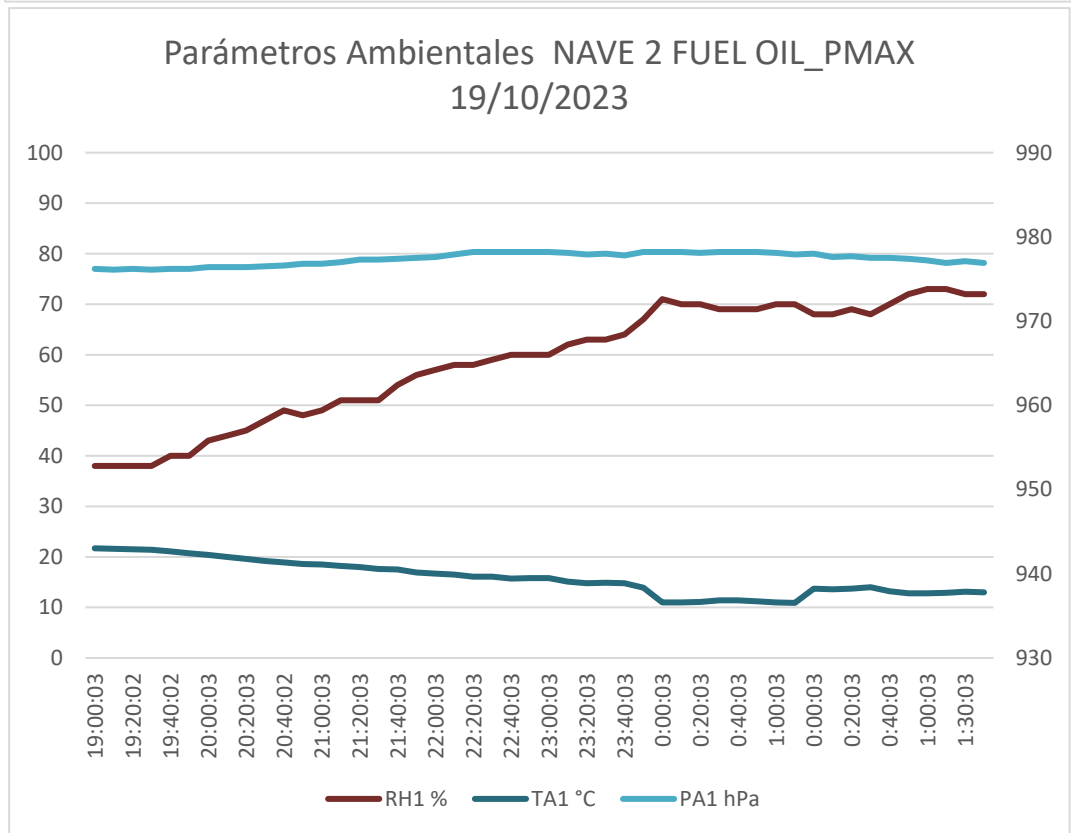
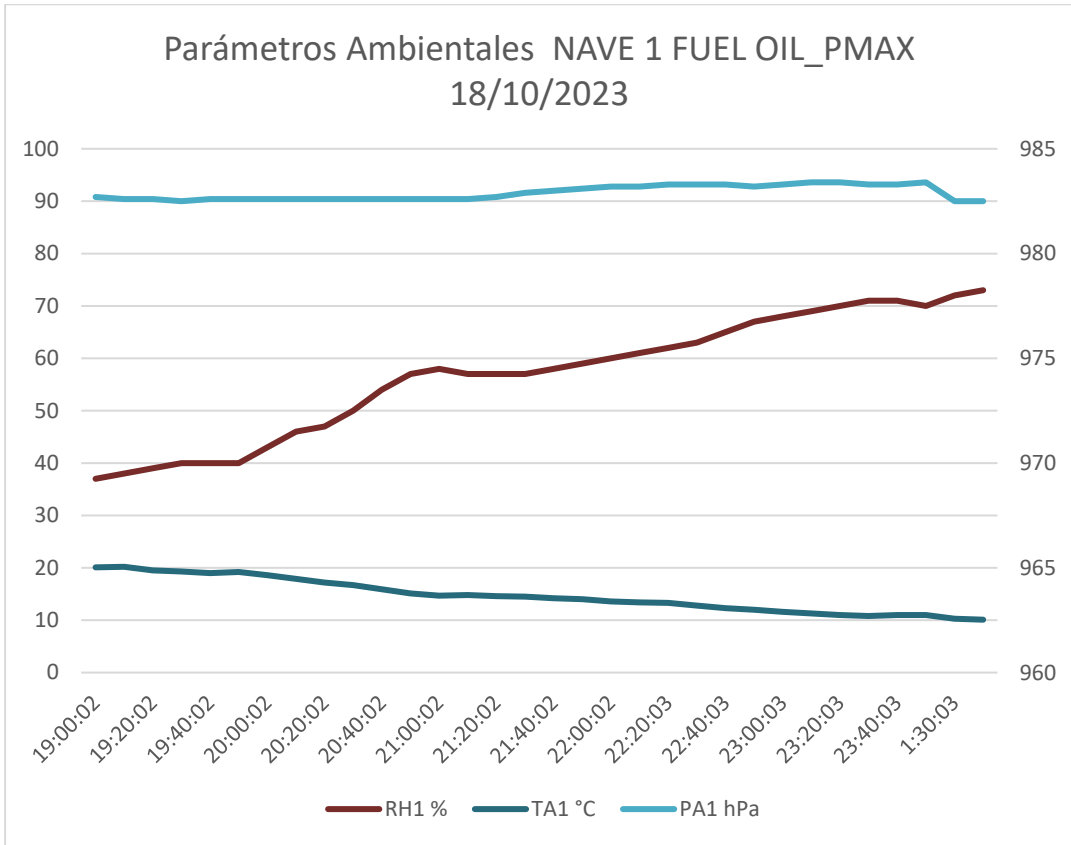






PARAMETROS AMBIENTALES





CERTIFICADO DE CALIBRACION DEL INSTRUMENTO

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. % lb	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. % lb	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	-0.04	+0.1	+/- 3.0
15	3	100	0.5	-0.10	-0.03	+0.1	+/- 3.0
16	3	10	0.5	-0.10	0.01	+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

Carretera N° 9638 - Pudahuel - Santiago - Teléfono: (56-2) 2 2495 4051



THE STANDARD FOR ENERGY & POWER MEASUREMENT

CERTIFICATE OF CALIBRATION

1000 New Durham Road, P.O. Box 4019, Edison, New Jersey 08818-4019

INSTRUMENT	Power Guide 4400	SERIAL NO.	4400GA072
PROPERTY OF	IDUR REPRESENTACIONES S.A.	PURCHASE ORDER #	14D-6632-118

Received: N/A

Returned: INTOLERANCE

The above instrument has been checked and calibrated against our working standards, which are traceable to the United States National Institute of Standards and Technology (NIST). All specifications were found to meet those set forth by the manufacturer. The metrology procedures utilized conform to the guide lines set forth in ANSIINCL Z540 and ISO/IEC 17025 standards.

A measurement uncertainty ratio equal to or greater than 4:1 of the test equipment used for calibration of the instrument stated is maintained.

This calibration certificate shall not be reproduced except in full without the written approval of the issuing laboratory.

CALIBRATION PERFORMED BY:	B. VEGA
CALIBRATION DATE:	19/05/2023
	Valid for 12 Months

TEST EQUIPMENT USED FOR CALIBRATION

MFG	MODEL	SERIAL NUMBER	DATEDUE
FLUKE	6100A	860948282	10/10/2023
ISOTEK	2701C	26-1101	8/12/2023


 Calibration Technician/Quality Assurance

Temperature	20.7°C	Humidity	43,8%
-------------	--------	----------	-------

Form: 4_10.03C Rev. F

This Calibration Certificate shall not be reproduced except in full unless written approval is given by Dranetz-BMI.



THE STANDARD FOR ENERGY & POWER MEASUREMENT

CERTIFICATE OF CALIBRATION

1000 New Durham Road, Edison, New Jersey 08817

INSTRUMENT HDPQ-P-VISA -A SERIAL NO. HDPV ARF059PROPERTY OF IDUR REPRESENTACIONES S.A. PURCHASE ORDER 22D-5789

Received: NA

Returned: IN TOLERANCE

The above instrument has been checked and calibrated against our working standards, which are traceable to the United States National Institute of Standards and Technology (NIST). All specifications were found to meet those set forth by the manufacturer. The metrology procedures utilized conform to the guide lines set forth in ANSIINCL Z540 and ISO/IEC 17025 standards.

A measurement uncertainty ratio equal to or greater than 4:1 of the test equipment used for calibration of the instrument stated is maintained.

This calibration certificate shall not be reproduced except in full without the written approval of the issuing laboratory.

CALIBRATION PERFORMED BY: **B. VEGA**CALIBRATION DATE: **19/05/2023**

Valid for 12 Months

TEST EQUIPMENT USED FOR CALIDRATION

MFG	MODEL	SERIAL NUMBER	DATE DUE
K.EITHLEY	248	S001531	6/30/2024
FLUKE	6100B	2431669911	7/31/2024
HP	3458A	2823A05911	1/31/2024

Calibration Technician/Quality Assurance

Temperature 23.3°C Humidity 38,1%

Form: 4_1003C Rev. F