

Empresa: Coordinador Eléctrico Nacional

País: Chile

Proyecto: Central Térmica Nueva Aldea II

Descripción: Informe de Pruebas de Consumo Específico (CEN)

Código de Proyecto: EE-2021-062

Código de Informe: EE-EN-2021-1892

Revisión: B



16 de noviembre de 2021



Este documento EE-EN-2021-1892-RB fue preparado para Coordinador Eléctrico Nacional por Estudios Eléctricos. Para consultas técnicas respecto del contenido del presente comunicarse con:

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

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

www.estudios-electricos.com

Este documento contiene 67 páginas y ha sido guardado por última vez el 16/11/2021 por Federico García, sus versiones y firmantes digitales se indican a continuación:

Rev.	Fecha	Comentarios	Realizó	Revisó	Aprobó
A	2/nov/2021	Para presentar.	FG	AC	PR
B	16/nov/2021	Se actualizan valores en tabla de resultados.	FG	AC	PR

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



Índice

1	INTRODUCCIÓN.....	5
2	RESUMEN EJECUTIVO.....	6
3	OBJETIVO GENERAL Y RESPONSABLES DE LA PRUEBA.....	8
3.1	Objetivo.....	8
3.2	Condiciones Particulares.....	8
3.3	Experto Técnico.....	8
3.4	Representante empresa generadora.....	9
3.5	Representante del Coordinador Eléctrico Nacional.....	9
3.6	Observador de otro Coordinado.....	9
4	DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD Y CONDICIONES DE PRUEBA.....	10
4.1	Descripción general de la planta.....	10
4.2	Descripción de la unidad de generación.....	11
4.3	Condiciones de referencia y curvas de corrección.....	14
4.3.1	Curvas de corrección.....	15
4.3.2	Metodología de corrección.....	17
4.4	Instrumentación y mediciones.....	18
4.4.1	Metodología.....	19
4.4.2	Instrumentación principal.....	20
4.4.3	Mediciones complementarias.....	20
4.5	Toma de muestras del combustible.....	21
5	REALIZACIÓN DE LA PRUEBA.....	22
5.1	Chequeos preliminares.....	22
5.2	Desarrollo de las pruebas.....	22
5.2.1	Verificaciones previas.....	22
5.3	Incremento de potencia, estabilización e inicio de la prueba.....	23
5.4	Período de prueba.....	23
6	CALCULOS REALIZADOS Y RESULTADOS.....	25
6.1	Reducción de datos y estabilidad.....	25
6.2	Determinación de la potencia de pérdidas totales (SSAA).....	25
6.3	Determinación de datos de combustible.....	26



6.4	Determinación del Consumo Específico Neto Medido	27
6.5	Correcciones aplicables al Consumo Específico Neto	28
6.5.1	Corrección a la Potencia Bruta	28
6.5.2	Cálculo de la Potencia Neta Corregida	29
6.5.3	Determinación del Consumo Específico Neto Corregido	30
6.6	Tabla Resumen general	32
6.7	Incertidumbre	35
7	CONCLUSIONES	37
8	NORMATIVA	38
9	ANEXOS	39
9.1	Hoja de datos del generador	39
9.2	Puntos de medición	41
9.2.1	Potencia bruta	41
9.2.2	Potencia neta	42
9.2.3	Humedad relativa y temperatura ambiente	44
9.2.4	Consumo de combustible	45
9.3	Certificados de calibración de instrumentos de medición	46
9.3.1	Potencia bruta/FP	46
9.3.2	Potencia neta	50
9.3.3	Humedad relativa y temperatura ambiente	54
9.3.4	Consumo de combustible	56
9.4	Acta de ensayos	58
9.5	Análisis de combustibles	62
9.6	Registros de control primario de frecuencia	64



1 INTRODUCCIÓN

El presente documento describe las tareas, ensayos y cálculos realizados para obtener el valor de **Consumo Específico Neto de la unidad TG4 de la Central Térmica Nueva Aldea II operando en combustible diésel** en los términos establecidos en el “ANEXO TÉCNICO: *Determinación de Consumos Específicos de unidades generadoras*”.

Para la ejecución de las pruebas se siguió el protocolo:

EE-EN-2021-1711-RB_Procedimiento_Consumo_Especifico_CT_NuevaAldea_II

La Central Térmica Nueva Aldea II, perteneciente a Arauco Bioenergía S.A., está ubicada en la comuna de Ranquil en la Región de Ñuble y consta de una turbina General Electric, modelo GE10/1, vinculada a un generador General Electric, modelo GE10.



2 RESUMEN EJECUTIVO

En la etapa de diseño del procedimiento de pruebas se exploraron distintas alternativas tendientes a efectuar las mediciones necesarias para determinar el Consumo Específico Neto de la Central de acuerdo con las especificaciones establecidas por el Anexo Técnico “*Determinación de Consumos Específicos de unidades generadoras*” y la norma aplicable ASME PTC 17.

Las pruebas se realizaron el 13 de octubre de 2021 en presencia de Héctor Vílchez, Claudio Torres y Daniel Piña por parte del Coordinado (Arauco Bioenergía S.A.), Roberto Moller y Eduardo González por parte del Coordinador y Federico García como Experto Técnico (Estudios Eléctricos).

La unidad bajo prueba logra controlar su potencia de manera estable desde la sincronización hasta el fin de las pruebas. En total se registraron 5 test-run de 30 minutos en las siguientes condiciones de despacho de potencia activa: 2 MW (mínimo técnico), 4 MW, 6 MW, 8 MW y 10 MW (carga base). Durante el desarrollo de las pruebas la regulación primaria de frecuencia está operativa y se mantuvo el FP en 0.95 utilizando el modo de control de factor de potencia del AVR.

Para la determinación del valor de Consumo Específico Neto se procesaron los datos registrados en terreno, se realizó la verificación de estabilidad y se aplicaron las correcciones tal como indica el Anexo Técnico.

Finalmente, se determinaron los valores de **Consumo Específico Neto Medido** y de **Consumo Específico Neto Corregido** para la unidad TG4 de la **Central Térmica Nueva Aldea II** operando en combustible diésel. Los valores de potencia activa presentados en la tabla son los valores oficiales utilizados para el cálculo de CEN en cada test-run.



Resumen de resultados Unidad TG4 Central Térmica Nueva Aldea II			
Combustible	Diésel		
Consumo Específico Neto (CEN)	2.42 MW (mínimo técnico)	CEN Medido [kcal/kWh]	5642.28
		CEN Corregido [kcal/kWh]	5649.02
	3.87 MW	CEN Medido [kcal/kWh]	4679.56
		CEN Corregido [kcal/kWh]	4678.77
	5.14 MW	CEN Medido [kcal/kWh]	4074.20
		CEN Corregido [kcal/kWh]	4077.27
	7.36 MW	CEN Medido [kcal/kWh]	3560.19
		CEN Corregido [kcal/kWh]	3561.45
	10.04 MW (carga base)	CEN Medido [kcal/kWh]	3225.06
		CEN Corregido [kcal/kWh]	3226.78



3 OBJETIVO GENERAL Y RESPONSABLES DE LA PRUEBA

3.1 Objetivo

El Anexo Técnico indica que se debe determinar por ensayo el valor de Consumo Específico Neto (CEN) que será aquel valor que se obtenga en función de mediciones que se realicen dentro del período de medición de la prueba y en conformidad con el procedimiento respectivo.

Las mediciones han sido realizadas por el período de tiempo suficiente para garantizar que la medida, en cada carga considerada en el procedimiento de pruebas, sea representativa de una condición de operación estable, continua y sin interrupción del valor de potencia activa bruta, asegurando la validez de los datos conforme a las normas aplicables para cada tecnología.

3.2 Condiciones Particulares

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

Desde planta las pruebas fueron dirigidas, con la supervisión del experto técnico, por el inspector sustituto designado por el Coordinado. Para las pruebas de la Central Térmica Nueva Aldea II los inspectores sustitutos fueron **Héctor Vílchez**, quien se desempeña como jefe de despacho de la central, **Claudio Torres**, quien se desempeña como supervisor de la unidad y **Daniel Piña**, quien se desempeña como despachador.

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

3.3 Experto Técnico

La empresa Estudios Eléctricos fue seleccionada para llevar adelante los ensayos y tareas relacionadas con la determinación del Consumo Específico Neto de la Central Térmica Nueva Aldea II. El Experto Técnico designado fue el Ing. Federico García y fue el responsable de desarrollar el protocolo de pruebas, supervisar la ejecución de todas las actividades descriptas en el mismo y redactar el presente informe.



3.4 Representante empresa generadora

Por parte de Arauco Bioenergía S.A., el Coordinado, estuvo presente durante las pruebas el Sr. Héctor Vílchez como inspector sustituto. Él fue el responsable de coordinar al personal bajo su mando en la operación de la central generadora, y de corroborar que exista personal calificado en la central de forma de poder efectuar íntegramente la prueba tal lo establecido en el protocolo.

3.5 Representante del Coordinador Eléctrico Nacional

Los Sres. Roberto Moller y Eduardo González se hicieron presentes durante el desarrollo de las pruebas vía conexión remota.

3.6 Observador de otro Coordinado

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



4 DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD Y CONDICIONES DE PRUEBA

4.1 Descripción general de la planta

La Central Térmica Nueva Aldea II pertenece a Arauco Bioenergía S.A., está ubicada en la comuna de Ranquil, Región de Ñuble y consta de un turbogenerador General Electric de 10 MW de capacidad, dispuesto para la generación de energía eléctrica, la cual es inyectada en la Barra de 15 kV de la Subestación principal Nueva Aldea al Sistema Eléctrico Nacional (SEN).

A continuación, se presenta el plano de disposición general de la planta.

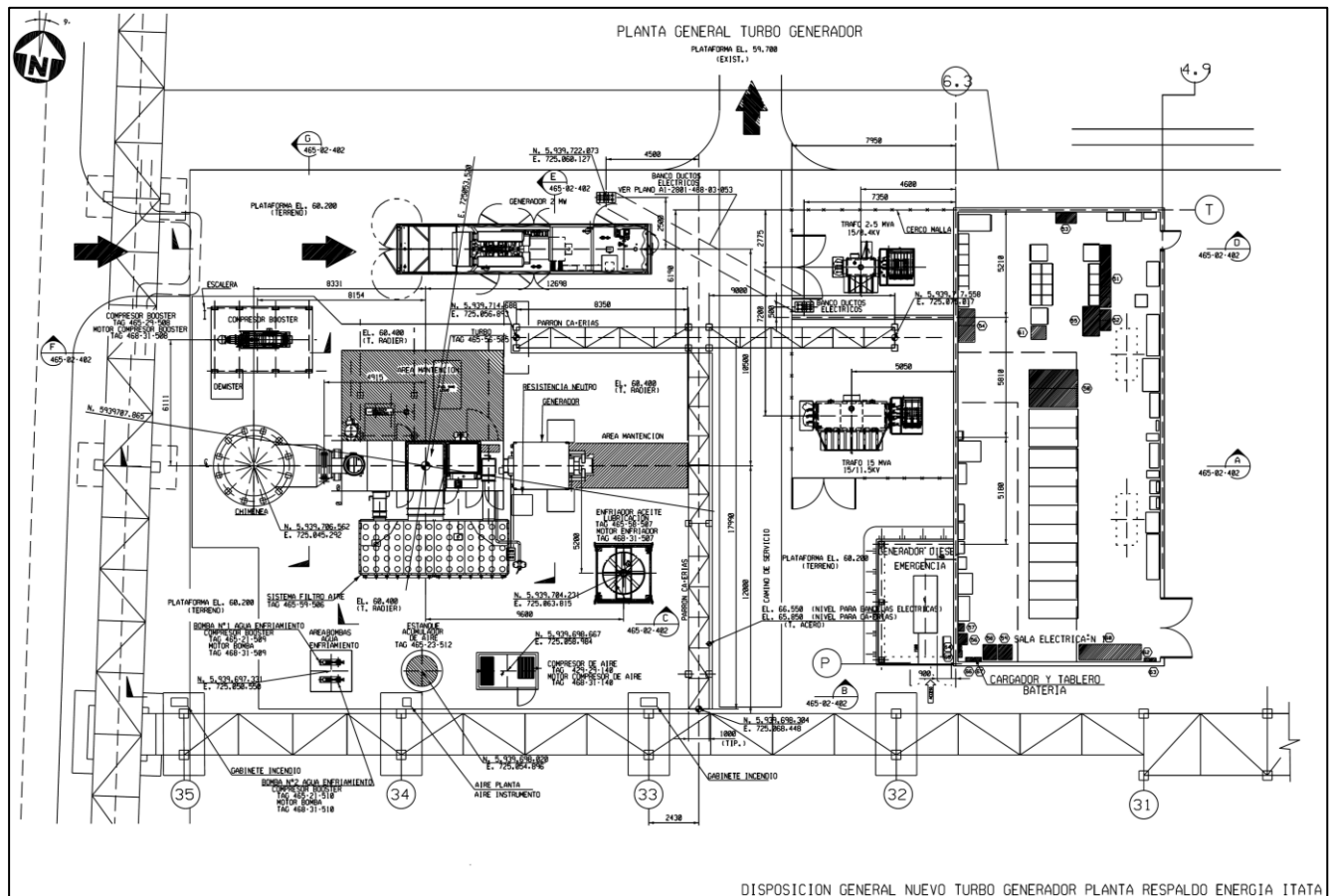


Figura 4.1 – Plano de disposición general de planta



4.2 Descripción de la unidad de generación

La unidad TG4 está compuesta por una turbina General Electric, modelo GE10/1, vinculada a un generador General Electric, modelo GE10, que juntos entregan una potencia bruta aproximada de 10MW¹. Se presenta a continuación el diagrama unilineal de la unidad.

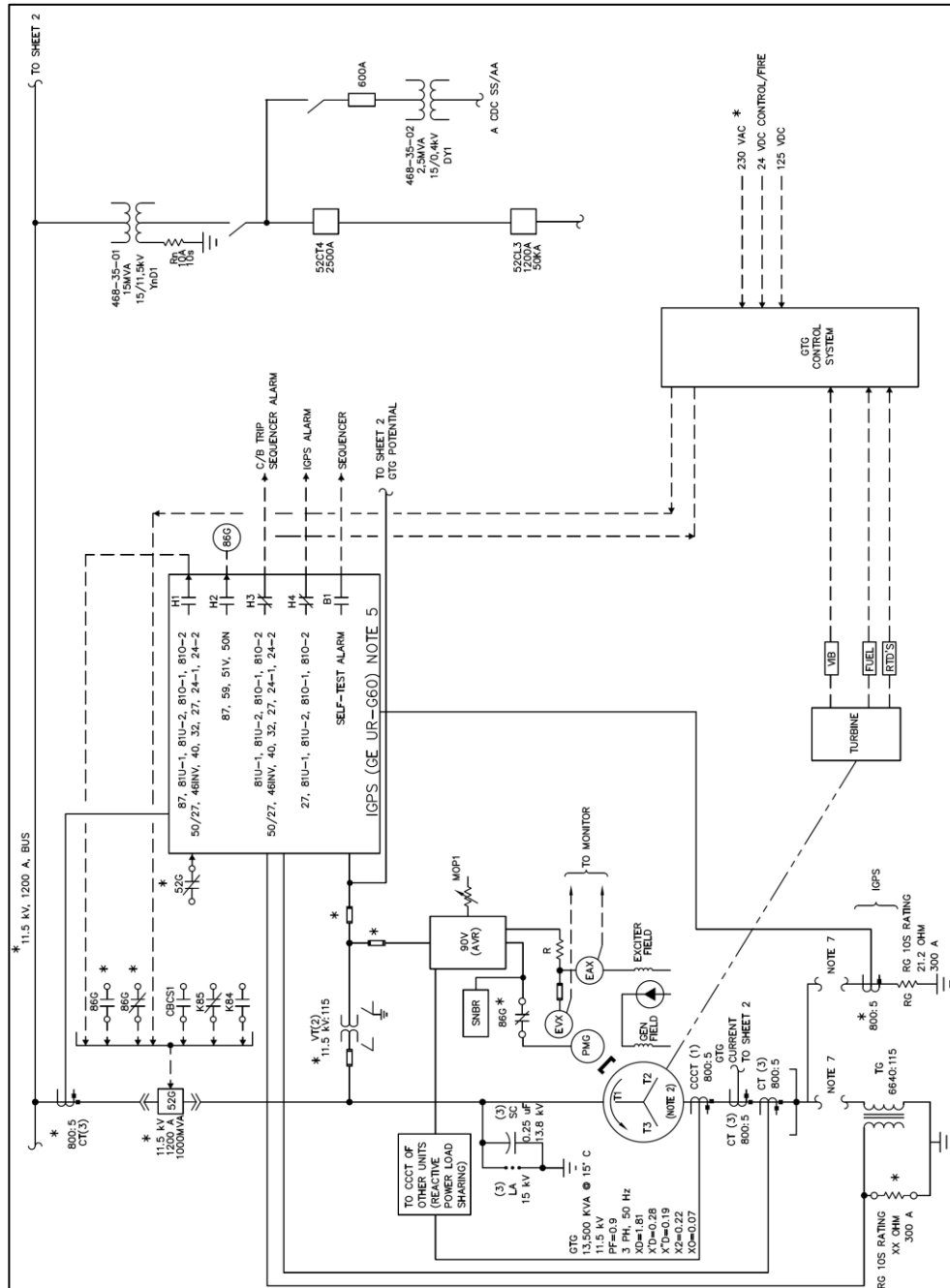


Figura 4.2 – Diagrama unilineal de la unidad TG4

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



En la siguiente Tabla se presentan los detalles de equipos de los servicios auxiliares.

ALIMENTADO DESDE			CCM	TAG	ASIGNACIÓN
SALA ELEC.	CDP	CUBICULO			
1	468 - 36 - 001	2B	468 - 37 - 001	468 - 31 - 81012	Emergency Lube Pump
				468 - 31 - 80020	Jacking Oil Pump
					Hydraulic RVAT Starter Pump 400HP
				468 - 31 - 82413	Atomizing Air Compressor Compresor de Aire Atomización
				468 - 31 - 8615	Hydraulic Starter Pump Bomba de Arrancador Hidráulico
				468 - 58 - 8104B	Lube Oil Tank Heater B Aceite Lubricante Estanque Calentador B
				468 - 58 - 8104A	Lube Oil Tank Heater A Aceite Lubricante Estanque Calentador A
				468 - 31 - 81065	Lube Air / Oil Separator Separador Lubricante Aire / Aceite
				468 - 31 - 8130A	Lube Oil Heat Exchanger Fan "A"
				468 - 31 - 80026	Air Compressor Lube Oil Boost Pump Compresor Aire Lubricante Bba. Impulsadora Petróleo
				468 - 31 - 8535	Water Wash Supply Pump Bba. Suministro de Agua de Lavado
				468 - 31 - 81006	Lube Oil Prepost Bba. Aceite
				468 - 31 - 8617	hydraulic Start Cooler Enfriador del Arrancador Hidráulico
				468 - 58 - 8610	Start Tank heater Calefactor de Estanque Arrancador Hidráulico
				468 - 31 - 8417	Turbine Ventilation Vaneaxial Ventilación de Turbina Vaneaxil
				468 - 31 - 8638	Turning Gear Virador
				468 - 62 - 008	Cargador N°4

ALIMENTADO DESDE			TCP	ASIGNACIÓN
SALA ELEC.	CDP	CUBICULO		
1	468 - 36 - 001	2A	468 - 45 - 006	Panel Control Turbine Panel control de Turbina

ALIMENTADO DESDE		CDP	CUBICULO	DESIGNACION
N° SALA	INTERRUPTOR			
Sub-Estación Principal	52 CT4	468 - 36 - 001	1A	Cubiculo Medicion
			1B	Interruptor General
			1C	Cubiculo Proteccion
			2A	TP 468 - 45 - 006
			2B	CCM 468 - 37 - 001
			2C	Espacio

Tabla 4.1 – Detalle de los SS.AA.



Los datos característicos de placa del generador y de la turbina se presentan a continuación. En el anexo 9.1 se puede encontrar la hoja de datos completa del generador.

Datos principales Generador	
PÁRAMETRO	DATO
Fabricante	GE
Tipo	ATI
Potencia KVA	12.222
Potencia N KW	11.000
Velocidad de rotación rpm	1500
Pares de polos	2
Voltaje	11.500 V
PF	0,9
Temperatura Estator	105 °C
Temperatura rotor	105 °C
Corriente N Amp.	614
Corriente de excitación	4.8 A
Voltaje de excitación	93 V
Frecuencia	50 HZ

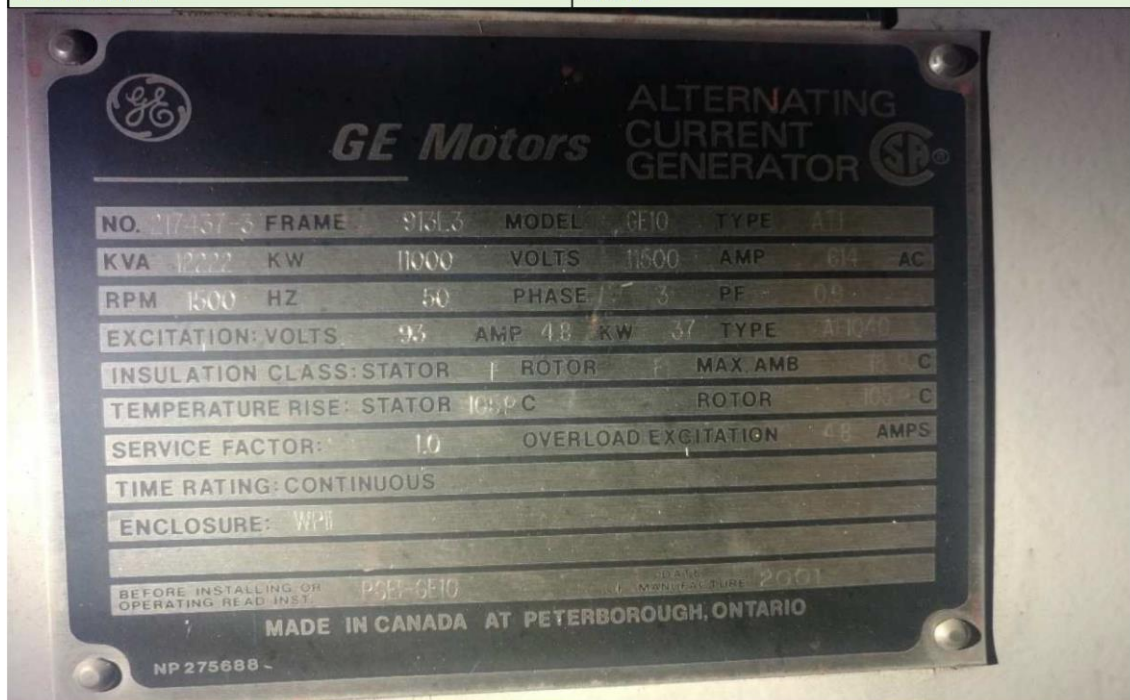


Figura 4.3 – Datos de placa del generador



Datos principales Turbina a Gas GE10.1	
PARÁMETRO	DATO
Fabricante	GE
N° serie	GO6625
Tipo	Turbo Generador
Modelo	GE10/1
Potencia Nominal KW	11.270
Potencia Base KW	10.000
Velocidad de rotación rpm	11.000
Numero de Etapas Compresor axial	11
Numero de cámaras de combustión	1
Etapas de turbina	3
Etapas de IGV	3
Combustible Utilizado	Petróleo Diesel Grado B



Figura 4.4 – Datos de placa de la turbina

4.3 Condiciones de referencia y curvas de corrección

A partir de los resultados de las pruebas de Performance Test presentados en el documento “Pruebas Performance- Central Nueva Aldea 2.pdf” e información de la central, se indican en la siguiente tabla los principales valores de referencia para la unidad de la Central Térmica Nueva Aldea II:

Unidad	Potencia Nominal	Mínimo Técnico	Consumo de Específico
Nueva Aldea II – U1	10755.8 kW	2000 kW	12136.3 kJ/kWh

Tabla 4.2 – Valores base de potencia y consumo específico a nivel unidad



En la Tabla 4.3 se indican las condiciones de referencia de la central. Cabe mencionar que solo se presentan los parámetros de corrección que se deben considerar en base a lo estipulado en el Anexo Técnico.

Parámetro de corrección	Valor nominal
Temperatura ambiente	15 °C
Humedad relativa del aire	60.0%
Caída de presión aire de entrada (1)	8.0 inH ₂ O
Caída de presión gases de salida (2)	6.0 inH ₂ O
Factor de potencia	0.95

Tabla 4.3 – Condiciones de referencia

Nota:

1. El Coordinado no dispone de la medida de caída de presión de aire de entrada, por lo tanto, no se han aplicado correcciones al consumo específico por caída de presión de aire de entrada.
2. El Coordinado no dispone de la medida de caída de presión de gases de salida, por lo tanto, no se han aplicado correcciones al consumo específico por caída de presión en los gases de salida.

4.3.1 Curvas de corrección

Curva de corrección por temperatura ambiente

De acuerdo con la información provista por el fabricante no disponen de curvas de corrección por temperatura ambiente, por lo que se propone utilizar el de una máquina similar. Se ha utilizado la siguiente curva disponible públicamente².

² Informe-Técnico-de-Prueba-de-Consumo-Específico-de-Central-Newen: <https://www.coordinador.cl/wp-content/uploads/2019/04/Informe-Técnico-de-Prueba-de-Consumo-Específico-de-Central-Newen.pdf>



Temperature Correction Power Factor

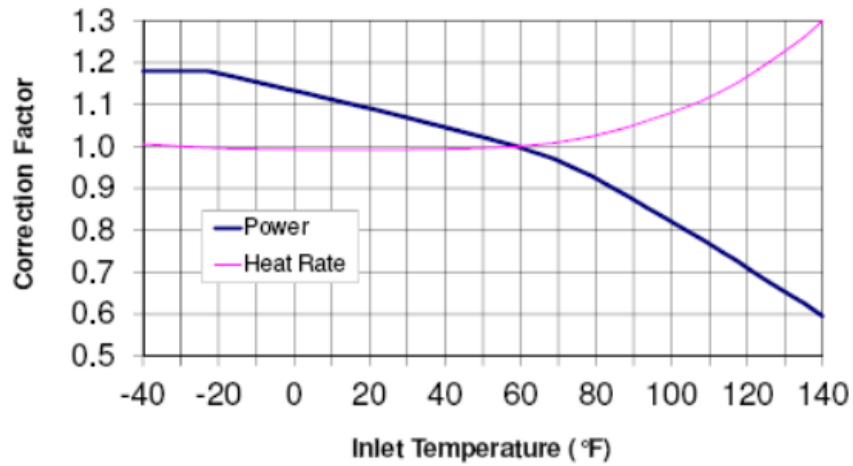


Figura 4.5 – Curva de corrección por temperatura ambiente

Corrección por Humedad Relativa

De acuerdo con la información provista por el fabricante no disponen de curvas de corrección por humedad relativa, por lo que se propone utilizar el de una máquina similar. Se ha utilizado la siguiente curva disponible públicamente².

Humidity Power Correction Factor

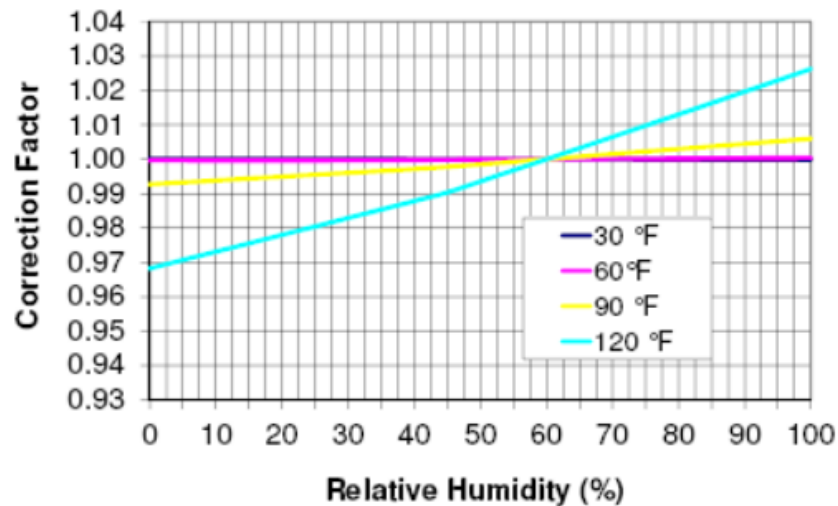


Figura 4.6 – Curva de corrección por humedad relativa



Corrección por Factor de potencia

De acuerdo con la información provista por el fabricante no disponen de curvas de corrección de la potencia por factor de potencia, por lo que se propone utilizar el de una máquina similar. Se ha utilizado la siguiente curva disponible públicamente².

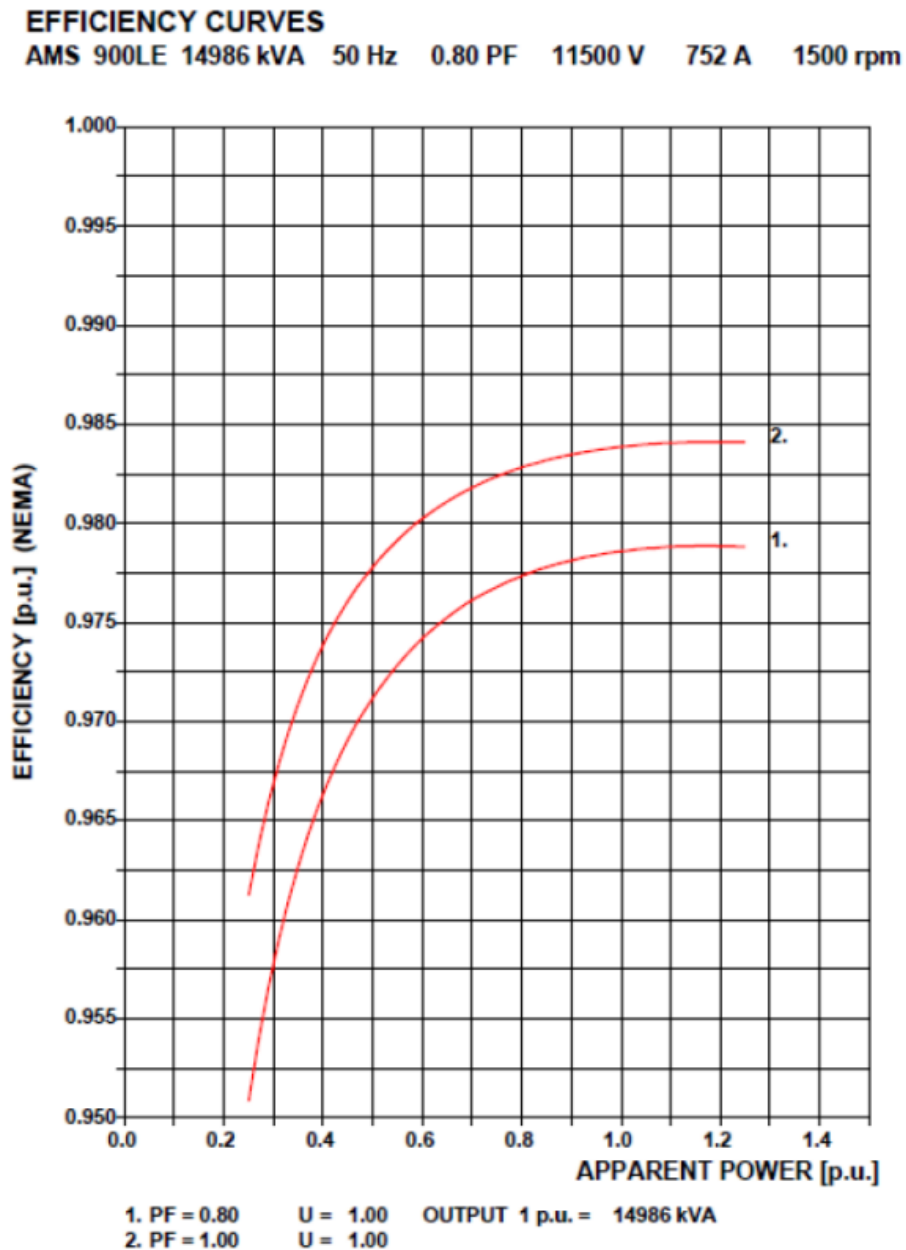


Figura 4.7 – Curva de corrección por factor de potencia

4.3.2 Metodología de corrección

Para las correcciones del valor de Consumo Específico se han utilizado, cuando corresponda, las condiciones de referencia junto con los datos mostrados anteriormente.



4.4 Instrumentación y mediciones

Según lo establecido en el Artículo 31 del Anexo Técnico, las mediciones de potencia y factor de potencia deberán realizarse con instrumentos clase 0.2.

En la Figura 4.8 se presenta un diagrama unilineal de planta donde se distinguen los elementos disponibles en este caso.

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

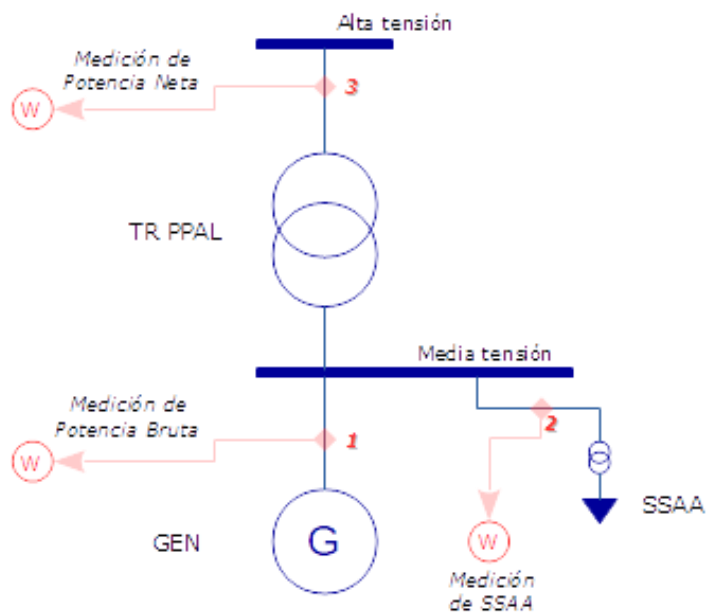


Figura 4.8 – Unilineal de planta esquemático



4.4.1 Metodología

Se ha medido la potencia bruta y el factor de potencia en bornes del generador tal como se solicita en el Anexo Técnico. La potencia de los servicios auxiliares se ha calculado indirectamente a partir de la medición de la potencia neta.

Los transformadores de instrumentación (PTs,CTs) son clase 0.2 para la medición de potencia neta (punto “3” en la Figura 4.8).

Para las mediciones de potencia bruta se han utilizado los transformadores PT y CT que el generador tiene de fabrica los cuales son clase 0.5 (puntos “1” en la Figura 4.8).

Para la medición de potencia neta y potencia bruta se han utilizado medidores ION 8650 y ION 8600, respectivamente, que el Coordinado tiene en sus instalaciones. Los mismos son clase 0.2 y cumplen con las exigencias de precisión requeridas y se han enviado los antecedentes de los equipos (especificaciones técnicas y certificados de calibración).

Para la medición de humedad relativa y temperatura ambiente el Coordinado ha utilizado un equipo portátil “Oregon Scientific”. Los antecedentes técnicos y certificados de calibración han sido entregado antes de las pruebas y se encuentran anexados en el Informe final de pruebas.

El consumo de combustible diésel ha sido medido con instrumental calibrado, propiedad del Coordinado, y se ha determinado a partir de las mediciones de los caudalímetros principal y de retorno de combustible.

En la sección de anexo 9.2 se detallan los puntos desde donde se realizan las mediciones de cada variable, en tanto en la sección de anexo 9.3 se muestran los antecedentes técnicos y certificados de calibración asociados a los equipos de medición.



4.4.2 Instrumentación principal

Se instrumentó tal como se resume en la Tabla 4.4. La misma indica la instrumentación principal a ser utilizada, magnitud medida, tipo y clase, y ubicación.

#	Magnitud	Instrumento	Tipo, clase y muestreo	Propietario y certificado	Ubicación	Tipo de registro
1	Potencia activa bruta	ION 8600 Serie: PT-0805A088-01	A, 0.2, 1 seg	Arauco Bioenergía S.A. Anexo 9.3.1	Conectado PTs y CTs clase 0.5 en punto 1 del unilineal de la Figura 4.8.	Digital
2	Factor de potencia	ION 8600 Serie: PT-0805A088-01	A, 0.2, 1 seg	Arauco Bioenergía S.A. Anexo 9.3.1	Conectado PTs y CTs clase 0.5 en punto 1 del unilineal la Figura 4.8.	Digital
3	Potencia activa neta	ION 8650 Serie: MW-2010A540-02	A, 0.2, 1 seg	Arauco Bioenergía S.A. Anexo 9.3.2	Conectado PTs y CTs clase 0.2 en punto 3 del unilineal la Figura 4.8.	Digital
4	Temperatura ambiente	Oregon Scientific	5 min	Arauco Bioenergía S.A. Anexo 9.3.3	Estación meteorológica portátil instalada en planta.	Manual
5	Humedad relativa	Oregon Scientific	5 min	Arauco Bioenergía S.A. Anexo 9.3.3	Estación meteorológica portátil instalada en planta.	Manual
6	Caudal de combustible principal	Medidor de flujo másico Coriolis ENDRESS HAUSER	1 seg	Arauco Bioenergía S.A. Anexo 9.3.4	Sistema de combustible TAG 465-FIT-8027. Ver Figura 9.7.	Digital
7	Caudal de combustible retorno	Medidor de flujo másico Coriolis ENDRESS HAUSER	1 seg	Arauco Bioenergía S.A. Anexo 9.3.4	Sistema de combustible TAG 465-FIT-8026. Ver Figura 9.7.	Digital

Tabla 4.4 – Instrumentación principal

Las características principales de estos equipos y sus certificados de calibración vigentes a la fecha de los ensayos pueden consultarse en el Anexo 9.3.

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

Asimismo, el Coordinado fue responsable de entregar los registros manuales, con una tasa de lectura cada 5 minutos, correspondientes a las variables de temperatura y humedad relativa durante y luego de la ejecución de las pruebas.

4.4.3 Mediciones complementarias

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



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

Finalizadas las pruebas el Coordinado realizó la entrega del registro digital de datos correspondiente.

4.5 Toma de muestras del combustible

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

Los resultados entregados se incluyen en el anexo 9.5.



5 REALIZACIÓN DE LA PRUEBA

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

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

5.1 Chequeos preliminares

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

Se verificó:

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

5.2 Desarrollo de las pruebas

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

5.2.1 Verificaciones previas

1. El descrito en el capítulo 3 (Experto Técnico, Operaciones, Representante del Coordinador) deben estar listos para dar comienzo a la prueba.
2. Se verificó que se cumplen las condiciones de prueba establecidas:
 - a. Todas las protecciones deben estar operativas y sin falla.
 - b. No deben existir alarmas relevantes.
 - c. La unidad disponible para operar a máxima potencia.
 - d. No fue posible desactivar el control primario de frecuencia (CPF), por lo tanto, se mantuvo operativo durante la prueba.
 - e. Se operó en modo factor de potencia (FP) ajustado en 0.95.



5.3 Incremento de potencia, estabilización e inicio de la prueba

Previo al inicio de las pruebas la unidad se encontraba detenida. El operador dio orden de partida, sincronizó la misma e incrementó carga paulatinamente hasta alcanzar el valor correspondiente a Mínimo Técnico de 2 MW.

En dicho punto se verificaron las condiciones de prueba establecidas en Tabla 4.1 del procedimiento, las cuales son: sistemas de enfriamiento de aire de aspiración fuera de servicio y se ajustó el factor de potencia a 0.95 controlando en modo factor de potencia, cabe recordar que no fue posible desactivar el control primario de frecuencia y se mantuvo operativo durante el desarrollo de las pruebas.

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

La Tabla 5.1 resume los períodos resultantes del desarrollo de las pruebas.

Arranque de la unidad	13/oct/2021 16:21 Hs
Inicio del período de estabilización	17:00 Hs
Fin del período de estabilización	17:30 Hs
Inicio del período de prueba	17:30 Hs
Fin del período de prueba	23:10 Hs

Tabla 5.1 – Etapas de la prueba para la unidad TG4

La operación durante toda la prueba para la unidad fue a ciclo abierto y utilizando petróleo diésel.

5.4 Período de prueba

Finalmente, la prueba se extendió por un período total de 2.5 horas divididas en 5 test run de 30 minutos (un test run para cada nivel de carga). En cada uno de los mismos se verificó la estabilidad de la unidad según lo establecido por la norma ASME PTC 22-2014.

Parámetros	Desviación estándar durante el periodo
Potencia eléctrica de salida	0.65%
Factor de potencia	0.65%



Torque	0.65%
Presión barométrica	0.16%
Temperatura de aire de entrada	0.7 °C (1.3 °F)
Flujo de combustible	0.65%
Velocidad de rotación de la Turbina	0.33%

Tabla 5.2 – Máximas variaciones permisibles en las condiciones de operación

Las Tabla 5.3 muestra el resumen de las verificaciones de estabilidad realizadas.

Períodos

Test Run nº	ref	P1 - 2MW	P2 - 4MW	P3 - 6MW	P4 - 8MW	P5 - 10MW
Hora Inicio		22:40	18:20	19:45	20:45	21:45
Hora Fin		23:10	18:50	20:15	21:15	22:15

Verificación de condiciones de estabilidad

		ref	P1 - 2MW	P2 - 4MW	P3 - 6MW	P4 - 8MW	P5 - 10MW
P_{bruta}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	0.60%	7.45%	3.46%	2.73%	3.08%	0.24%
P_{neta}	Potencia Neta medido en Alta	0.65%	8.47%	3.89%	3.27%	3.18%	0.43%
T_{AE}	Temperatura aire entrada	1,3 °F	0.26°F	0.58°F	0.46°F	0.24°F	0.59°F
$C_{Combustible}$	Consumo de combustible	0.65%	3.49%	2.18%	2.24%	2.77%	0.17%
Frec	Velocidad de Rotación	1.00%	0.07%	0.18%	0.04%	0.06%	0.06%
Estabilidad	¿Se cumplen los criterios para todas las variables?		NO	NO	NO	NO	SI

Tabla 5.3 – Verificación de estabilidad para la unidad TG4

Según se puede observar en la Tabla 5.3, en los test run correspondientes a los niveles inferiores a carga base no se verifican las condiciones de estabilidad. Lo anterior se debe a que no fue posible deshabilitar el control primario de frecuencia ya que la consola de operaciones carece de esa opción, así como tampoco es posible modificar el estatismo o banda muerta. Esto provoca variaciones en la potencia de salida frente a las variaciones naturales de la frecuencia de red. Esto no ocurre en carga base, donde la potencia de salida queda controlada por el control de temperatura de la unidad.

En el Anexo 9.6 se presentan los registros temporales de potencia y frecuencia en cada uno de los estados de carga. Se observa la respuesta del controlador de velocidad frente a las variaciones de frecuencia de la red. Todos los test run serán utilizados para el cálculo final de los resultados.

Finalizadas las pruebas se confeccionó un acta reflejando las principales condiciones del ensayo. Dicha acta puede consultarse en el Anexo 9.4



6 CALCULOS REALIZADOS Y RESULTADOS

6.1 Reducción de datos y estabilidad

Se procesaron los datos en búsqueda de valores atípicos, para cada período se evaluó la estabilidad de las principales variables tal como se indicó en 5.4, todos los test run han sido utilizados para el cálculo de resultados del valor de consumo específico para 5 niveles de carga.

6.2 Determinación de la potencia de pérdidas totales (SSAA)

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

$$L_{Totaltes} = P_{Neta, No Corr} - P_{Bruta, No Corr}$$

Donde:

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



La Tabla 6.1 detalla los cálculos realizados para la unidad TG4.

Períodos

Test Run nº	ref	P1 - 2MW	P2 - 4MW	P3 - 6MW	P4 - 8MW	P5 - 10MW
Hora Inicio		22:40	18:20	19:45	20:45	21:45
Hora Fin		23:10	18:50	20:15	21:15	22:15

Variables Primarias

Variable	Descripción	Unidad	P1 - 2MW	P2 - 4MW	P3 - 6MW	P4 - 8MW	P5 - 10MW
FP	Factor de potencia en bornes de máquina	-	0.951	0.948	0.948	0.946	0.948
P _{bruta}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	[MW]	2.70	4.17	5.46	7.73	10.48
P _{neto}	Potencia Neta medido en Alta	[MW]	2.42	3.87	5.14	7.36	10.04
T _{AE}	Temperatura aire entrada	[°F]	52.73	59.57	54.73	54.83	54.27
RH	Humedad relativa	[%]	97.71	40.00	69.29	80.29	97.00
C _{Combustible}	Consumo de combustible	[kg/h]	1249.87	1654.58	1913.96	2397.40	2962.03

Medición de Potencia Bruta y Potencia Neta

P _{bruta, No Corr}	Potencia Bruta	[MW]	2.70	4.17	5.46	7.73	10.48
P _{neto, No Corr}	Potencia Neta	[MW]	2.42	3.87	5.14	7.36	10.04

Determinación pérdidas totales

L _{TOTALES}	Pérdidas en el transformador de potencia y red interna	[kW]	277.96	301.24	328.62	373.20	435.46
----------------------	--	------	--------	--------	--------	--------	--------

Tabla 6.1 – Determinación de pérdidas totales por nivel de carga

6.3 Determinación de datos de combustible

Para la determinación del Consumo Específico Neto de la unidad TG4 de la Central Térmica Nueva Aldea II se cuenta con la medición consumo de combustible y se han realizado análisis al combustible utilizado, cuyos resultados se encuentran en el Anexo 9.5. En la Tabla 6.2 se presentan los datos de combustible.

Períodos

Test Run nº	ref	P1 - 2MW	P2 - 4MW	P3 - 6MW	P4 - 8MW	P5 - 10MW
Hora Inicio		22:40	18:20	19:45	20:45	21:45
Hora Fin		23:10	18:50	20:15	21:15	22:15

Datos Combustible

Variable	Descripción	Unidad	P1 - 2MW	P2 - 4MW	P3 - 6MW	P4 - 8MW	P5 - 10MW
PCS	Poder Calorífico Superior	[kcal/kg]	10932.00	10932.00	10932.00	10932.00	10932.00
C _{Combustible}	Consumo de combustible	[kg/h]	1249.87	1654.58	1913.96	2397.40	2962.03

Tabla 6.2 – Consumo neto de combustible registrado en cada prueba y poder calorífico superior



6.4 Determinación del Consumo Específico Neto Medido

Para cada estado de carga, el consumo específico neto se determinó como el promedio del valor de consumo específico medido en cada unidad representativa en el período de 30 minutos.

El valor correspondiente de consumo específico medido (para cada período de 30 minutos) se calcula a partir de los resultados obtenidos, de consumo de combustible, poder calorífico superior (PCS) del combustible y la potencia neta medida de la unidad:

$$CEN_{Med} = \frac{\text{Consumo de Combustible} * PCS}{P_{Neta, No Corr}}$$

La Tabla 6.3 presenta los cálculos realizados para la determinación del consumo específico neto medido para cada estado de carga.

Períodos

Test Run nº	ref	P1 - 2MW	P2 - 4MW	P3 - 6MW	P4 - 8MW	P5 - 10MW
Hora Inicio		22:40	18:20	19:45	20:45	21:45
Hora Fin		23:10	18:50	20:15	21:15	22:15

Medición de Potencia Bruta y Potencia Neta

		[MW]	2.70	4.17	5.46	7.73	10.48
P_{bruta, No Corr}	Potencia Bruta	[MW]	2.70	4.17	5.46	7.73	10.48
P_{neto, No Corr}	Potencia Neta	[MW]	2.42	3.87	5.14	7.36	10.04

Datos Combustible

		[kcal/kg]	10932.00	10932.00	10932.00	10932.00	10932.00
PCS	Poder Calorifico Superior	[kcal/kg]	10932.00	10932.00	10932.00	10932.00	10932.00
C_{Combustible}	Consumo de combustible	[kg/h]	1249.87	1654.58	1913.96	2397.40	2962.03

Cálculo Consumo Especifico Neto Medido

		[kcal/kWh]	5642.28	4679.56	4074.20	3560.19	3225.06
CEN_{Med}	Consumo Especifico Neto Medido	[kcal/kWh]	5642.28	4679.56	4074.20	3560.19	3225.06

Tabla 6.3 – Determinación del Consumo Específico Neto medido



6.5 Correcciones aplicables al Consumo Específico Neto

Las correcciones mencionada en este capítulo fueron aplicadas a cada uno de los períodos (test run) registrados.

El valor de Consumo Específico Neto calculado deberá ser corregido por las siguientes curvas:

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

Los factores de corrección se obtendrán de las curvas presentadas en el capítulo 4.3 con el objetivo de llevar los valores de potencia bruta y consumo específico obtenidos a los valores de referencia indicados en la Tabla 4.3.

6.5.1 Corrección a la Potencia Bruta

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

$$P_{Bruta,Corr} = P_{Bruta,No\ Corr} - L_{FP}$$

Donde:

- $P_{Bruta,Corr}$: Potencia Bruta Corregida
- $P_{Bruta,No\ corr}$: Potencia Bruta No Corregida (medición directa)
- L_{FP} : Pérdidas relacionadas a no operar en el factor de potencia (FP) establecido por el Anexo Técnico. Se aplica sólo si durante los ensayos no se logró alcanzar el FP = 0.95.

La Tabla 6.4 detalla las correcciones aplicadas para obtener el valor de Potencia Bruta Corregida de la central en cada nivel de carga.



Períodos

Test Run n°	ref	P1 - 2MW	P2 - 4MW	P3 - 6MW	P4 - 8MW	P5 - 10MW
Hora Inicio		22:40	18:20	19:45	20:45	21:45
Hora Fin		23:10	18:50	20:15	21:15	22:15

Medición de Potencia Bruta y Potencia Neta

P_{bruta, No Corr}	Potencia Bruta	[MW]	2.70	4.17	5.46	7.73	10.48
P_{neta, No Corr}	Potencia Neta	[MW]	2.42	3.87	5.14	7.36	10.04

Correcciones a la Potencia bruta

L_{FP}	Diferencia en pérdidas por FP	[kW]	0.16	-0.27	-0.36	-0.93	-0.59
P_{Bruta, Corr}	Potencia Bruta corregida	[kW]	2699.44	4166.80	5464.58	7735.66	10476.48

Tabla 6.4 – Correcciones a la Potencia Bruta para cada estado de carga

6.5.2 Cálculo de la Potencia Neta Corregida

El cálculo mencionado en la presente sección se aplica a cada uno de los períodos (test run) registrados.

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

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

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

Donde:

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



Períodos

Test Run nº	ref	P1 - 2MW	P2 - 4MW	P3 - 6MW	P4 - 8MW	P5 - 10MW
Hora Inicio		22:40	18:20	19:45	20:45	21:45
Hora Fin		23:10	18:50	20:15	21:15	22:15

Determinación pérdidas totales

L_{TOTALES}	Pérdidas en el transformador de potencia y red interna	[kW]	277.96	301.24	328.62	373.20	435.46
----------------------	--	------	--------	--------	--------	--------	--------

Determinación Potencia Neta Corregida

P Bruta, Corr	Pot. Bruta corregida	[kW]	2699.44	4166.80	5464.58	7735.66	10476.48
---------------	----------------------	------	---------	---------	---------	---------	----------

P _{Neta, Corr} (Unidad)	Potencia Neta corregida	[kW]	2421.49	3865.57	5135.96	7362.46	10041.02
----------------------------------	-------------------------	------	---------	---------	---------	---------	----------

Tabla 6.5 – Cálculo de Potencia Neta Corregida para cada estado de carga

6.5.3 Determinación del Consumo Específico Neto Corregido

A partir del valor de Potencia Neta Corregida calculado en el inciso anterior y los valores de consumo de combustible y poder calorífico superior, es posible determinar el Consumo Específico Neto Corregido.

El Consumo Específico Neto Corregido de la unidad se calcula según la siguiente ecuación:

$$CEN_{\text{Corregido}} = \frac{\text{Consumo de Combustible} * PCS}{P_{\text{Neta, Corr}}}$$

La Tabla 6.6 presenta los cálculos realizados para la determinación del consumo específico neto corregido para cada estado de carga.



Períodos

Test Run nº	ref	P1 - 2MW	P2 - 4MW	P3 - 6MW	P4 - 8MW	P5 - 10MW
Hora Inicio		22:40	18:20	19:45	20:45	21:45
Hora Fin		23:10	18:50	20:15	21:15	22:15

Determinación Potencia Neta Corregida

P Bruta, Corr	Pot. Bruta corregida	[kW]	2699.44	4166.80	5464.58	7735.66	10476.48
P Neta, Corr (Unidad)	Potencia Neta corregida	[kW]	2421.49	3865.57	5135.96	7362.46	10041.02

Datos Combustible

PCS	Poder Calorífico Superior	[kcal/kg]	10932.00	10932.00	10932.00	10932.00	10932.00
C Combustible	Consumo de combustible	[kg/h]	1249.87	1654.58	1913.96	2397.40	2962.03

Cálculo Consumo Específico Neto Medido

CEN_{Med}	Consumo Específico Neto Medido	[kcal/kWh]	5642.28	4679.56	4074.20	3560.19	3225.06
--------------------------	--------------------------------	------------	---------	---------	---------	---------	---------

Correcciones al Consumo Específico Neto

$F_{TEMP_rated}/F_{TEMP_meas}$	Factor de corrección por temperatura	-	1.00174	0.99985	1.00111	1.00108	1.00123
F_{RH_rated}/F_{RH_meas}	Factor de corrección por humedad	-	0.99939	1.00005	0.99972	0.99940	0.99937

Cálculo Consumo Específico Neto Corregido

CEN_{Corr}	Consumo Específico Neto Corregido	[kcal/kWh]	5649.02	4678.77	4077.27	3561.45	3226.78
---------------------------	-----------------------------------	------------	---------	---------	---------	---------	---------

Tabla 6.6 – Determinación del Consumo Específico Neto Corregido



6.6 Tabla Resumen general

Todos los cálculos presentados anteriormente se resumen a continuación.



Períodos		P1 - 2MW 22:40 23:10	P2 - 4MW 18:20 18:50	P3 - 6MW 19:45 20:15	P4 - 8MW 20:45 21:15	P5 - 10MW 21:45 22:15
Test Run n°	ref					
Hora Inicio						
Hora Fin						
Variables Primarias						
FP	Factor de potencia en bornes de máquina	0.951	0.948	0.948	0.946	0.948
P _{bruta}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina [MW]	2.70	4.17	5.46	7.73	10.48
P _{neto}	Potencia Neta medido en Alta [MW]	2.42	3.87	5.14	7.36	10.04
T _{AE}	Temperatura aire entrada [°F]	52.73	59.57	54.73	54.83	54.27
RH	Humedad relativa [%]	97.71	40.00	69.29	80.29	97.00
C _{combustible}	Consumo de combustible [kg/h]	1249.87	1654.58	1913.96	2397.40	2962.03
Variables Secundarias						
Frec	Velocidad de Rotación Unidad - Para estabilidad [Hz]	49.97	49.96	49.97	50.00	50.06
Verificación de condiciones de estabilidad						
P _{bruta}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	7.45%	3.46%	2.73%	3.08%	0.24%
P _{neto}	Potencia Neta medido en Alta	8.47%	3.89%	3.27%	3.18%	0.43%
T _{AE}	Temperatura aire entrada	1,3 °F	0.26°F	0.46°F	0.24°F	0.59°F
C _{combustible}	Consumo de combustible	3.49%	2.18%	2.24%	2.77%	0.17%
Frec	Velocidad de Rotación	1.00%	0.18%	0.04%	0.06%	0.06%
Estabilidad	¿Se cumplen los criterios para todas las variables?	NO	NO	NO	NO	SI
Medición de Potencia Bruta y Potencia Neta						
P _{bruta, No Corr}	Potencia Bruta [MW]	2.70	4.17	5.46	7.73	10.48
P _{neto, No Corr}	Potencia Neta [MW]	2.42	3.87	5.14	7.36	10.04

Tabla 6.7 – Resumen general (parte 1 de 2)



Correcciones a la Potencia bruta						
L_{FP}	Diferencia en pérdidas por FP	[kW]	0.16	-0.27	-0.36	-0.93
$P_{Bruta, Corr}$	Potencia Bruta corregida	[kW]	2699.44	4166.80	5464.58	7735.66
						10476.48
						10476.48
Determinación pérdidas totales						
$L_{TOTALES}$	Pérdidas en el transformador de potencia y red interna	[kW]	277.96	301.24	328.62	373.20
						435.46
Determinación Potencia Neta Corregida						
$P_{Bruta, Corr}$	Pot. Bruta corregida	[kW]	2699.44	4166.80	5464.58	7735.66
$P_{Neta, Corr}$	Potencia Neta corregida	[kW]	2421.49	3865.57	5135.96	7362.46
						10041.02
Datos Combustible						
PCS	Poder Calorífico Superior	[kcal/kg]	10932.00	10932.00	10932.00	10932.00
$C_{Combustible}$	Consumo de combustible	[kg/h]	1249.87	1654.58	1913.96	2397.40
						2962.03
Cálculo Consumo Específico Neto Medido						
CEN_{Med}	Consumo Específico Neto Medido	[kcal/kWh]	5642.28	4679.56	4074.20	3560.19
						3225.06
Correcciones al Consumo Específico Neto						
$F_{TEMP_rated}/F_{TEMP_meas}$	Factor de corrección por temperatura	-	1.00174	0.99985	1.00111	1.00108
						1.00123
F_{RH_rated}/F_{RH_meas}	Factor de corrección por humedad	-	0.99939	1.00005	0.99972	0.99940
						0.99937
Cálculo Consumo Específico Neto Corregido						
CEN_{Corr}	Consumo Específico Neto Corregido	[kcal/kWh]	5649.02	4678.77	4077.27	3561.45
						3226.78

Tabla 6.8 – Resumen general (2 de 2)



6.7 Incertidumbre

En la presente sección se presenta los resultados del cálculo de **Incertidumbre Total del Resultado (U_R)**, siguiendo los lineamientos establecidos en la norma ASME PTC 19.1 “Test Uncertainty”, para el consumo específico neto de la unidad TG4.

En las Tabla 6.9 a Tabla 6.13 se presenta el cálculo de incertidumbre para la **Consumo Específico Neto Corregido** considerando una certeza del 95%.

Cálculo de incertidumbre - Consumo Específico Neto - P = 2 MW

Variable	Unidad	Promedio	Desviación estándar	N	ts,v - 95%	Error de medición (Bx)	Error aleatorio (Sx)	Factor de sensibilidad (θ)	Incertidumbre sistémica ($Bx*\theta$)	Incertidumbre aleatoria ($Sx*\theta*ts,v$)
P_{NETA}	[kW]	2421.65	205.091	1368	1.960	8.39	5.545	-2.333	-19.57	-25.35
T_{AE}	[°F]	52.73	0.263	7	2.447	0.18	0.100	-2.627	-0.47	-0.64
RH	[%]	97.71	0.488	7	2.447	1.00	0.184	-0.0004	-0.0004	-0.0002
$C_{Combustible}$	[kg/h]	1249.87	43.607	1390	1.960	1.25	1.170	4.519	5.65	10.36
U_R									34.14	[kcal/kWh]

Tabla 6.9 – Cálculo de incertidumbre para el consumo específico neto corregido – $P_o = 2$ MW

Cálculo de incertidumbre - Consumo Específico Neto - P = 4 MW

Variable	Unidad	Promedio	Desviación estándar	N	ts,v - 95%	Error de medición (Bx)	Error aleatorio (Sx)	Factor de sensibilidad (θ)	Incertidumbre sistémica ($Bx*\theta$)	Incertidumbre aleatoria ($Sx*\theta*ts,v$)
P_{NETA}	[kW]	3865.30	150.440	1368	1.960	13.39	4.067	-1.211	-16.21	-9.65
T_{AE}	[°F]	59.57	0.583	7	2.447	0.18	0.220	-1.972	-0.35	-1.06
RH	[%]	40.00	2.708	7	2.447	1.00	1.024	0.000	0.00	0.00
$C_{Combustible}$	[kg/h]	1654.58	36.071	1390	1.960	1.65	0.968	2.828	4.68	5.36
U_R									20.19	[kcal/kWh]

Tabla 6.10 – Cálculo de incertidumbre para el consumo específico neto corregido – $P_o = 4$ MW

Cálculo de incertidumbre - Consumo Específico Neto - P = 6 MW

Variable	Unidad	Promedio	Desviación estándar	N	ts,v - 95%	Error de medición (Bx)	Error aleatorio (Sx)	Factor de sensibilidad (θ)	Incertidumbre sistémica ($Bx*\theta$)	Incertidumbre aleatoria ($Sx*\theta*ts,v$)
P_{NETA}	[kW]	5135.60	167.820	1368	1.960	17.79	4.537	-0.794	-14.13	-7.06
T_{AE}	[°F]	54.73	0.461	7	2.447	0.18	0.174	-1.056	-0.19	-0.45
RH	[%]	69.29	3.861	7	2.447	1.00	1.459	-0.003	0.00	-0.01
$C_{Combustible}$	[kg/h]	1913.96	42.788	1390	1.960	1.91	1.148	2.130	4.08	4.79
U_R									17.01	[kcal/kWh]

Tabla 6.11 – Cálculo de incertidumbre para el consumo específico neto corregido – $P_o = 6$ MW


Cálculo de incertidumbre - Consumo Específico Neto - P = 8 MW

Variable	Unidad	Promedio	Desviación estándar	N	ts,v - 95%	Error de medición (Bx)	Error aleatorio (Sx)	Factor de sensibilidad (θ)	Incertidumbre sistémica (Bx*θ)	Incertidumbre aleatoria (Sx*θ*ts,v)
P _{NETA}	[kW]	7361.53	233.972	1368	1.960	25.50	6.326	-0.484	-12.34	-6.00
T _{AE}	[°F]	54.83	0.242	7	2.447	0.18	0.092	-0.922	-0.17	-0.21
RH	[%]	80.29	7.521	7	2.447	1.00	2.843	-0.001	0.00	-0.01
C _{Combustible}	[kg/h]	2397.40	66.404	1390	1.960	2.40	1.781	1.486	3.56	5.19

U_R	15.10	[kcal/kWh]
----------------------	--------------	-------------------

Tabla 6.12 – Cálculo de incertidumbre para el consumo específico neto corregido – Po = 8 MW
Cálculo de incertidumbre - Consumo Específico Neto - P = 10 MW

Variable	Unidad	Promedio	Desviación estándar	N	ts,v - 95%	Error de medición (Bx)	Error aleatorio (Sx)	Factor de sensibilidad (θ)	Incertidumbre sistémica (Bx*θ)	Incertidumbre aleatoria (Sx*θ*ts,v)
P _{NETA}	[kW]	10040.43	42.896	1368	1.960	34.78	1.160	-0.321	-11.18	-0.73
T _{AE}	[°F]	54.27	0.585	7	2.447	0.18	0.221	-0.836	-0.15	-0.45
RH	[%]	97.00	0.577	7	2.447	1.00	0.218	0.000	0.00	0.00
C _{Combustible}	[kg/h]	2962.03	5.000	1390	1.960	2.96	0.134	1.089	3.23	0.29

U_R	11.67	[kcal/kWh]
----------------------	--------------	-------------------

Tabla 6.13 – Cálculo de incertidumbre para el consumo específico neto corregido – Po = 10 MW



7 CONCLUSIONES

Se realizó con éxito la prueba de Consumo Específico de la **Central Térmica Nueva Aldea II** utilizando combustible diésel.

La unidad bajo prueba logra controlar su potencia de manera estable desde la sincronización hasta el fin de las pruebas.

En la siguiente tabla se presentan los valores finales de **Consumo Específico Neto Medido** y de **Consumo Específico Neto Corregido** para la unidad TG4 de la **Central Térmica Nueva Aldea II** utilizando combustible diésel. Los valores de potencia activa presentados en la tabla son los valores oficiales utilizados para el cálculo de CEN en cada test-run.

Resumen de resultados Unidad TG4 Central Térmica Nueva Aldea II			
Combustible	Diésel		
Consumo Específico Neto (CEN)	2.42 MW (mínimo técnico)	CEN Medido [kcal/kWh]	5642.28
		CEN Corregido [kcal/kWh]	5649.02
	3.87 MW	CEN Medido [kcal/kWh]	4679.56
		CEN Corregido [kcal/kWh]	4678.77
	5.14 MW	CEN Medido [kcal/kWh]	4074.20
		CEN Corregido [kcal/kWh]	4077.27
	7.36 MW	CEN Medido [kcal/kWh]	3560.19
		CEN Corregido [kcal/kWh]	3561.45
	10.04 MW (carga base)	CEN Medido [kcal/kWh]	3225.06
		CEN Corregido [kcal/kWh]	3226.78



8 NORMATIVA

- Anexo Técnico: “Determinación de Consumos Específicos de unidades generadoras”
- Norma ASME PTC 22 “Performance Test Code on Gas Turbines”
- Norma ASME PTC 19.1 “Test Uncertainty”



9 ANEXOS

9.1 Hoja de datos del generador

GE CONSUMER & INDUSTRIAL																					
DATA SHEET FIXED SPEED BRUSHLESS SYNCHRONOUS GENERATOR																					
GENERATOR MODEL NO: EN217437	CUSTOMER: GE ENERGY																				
GENERATOR SERIAL NO: 217437-3	LOCATION: SANTIAGO, CHILE																				
GE REQUISITION NO: 9285-95337	PRIME MOVER: GE10 GAS TURBINE																				
GENERATOR RATING:	<table border="0"> <tr> <td>TYPE</td> <td>ATI</td> <td>POLES</td> <td>4</td> <td>KW</td> <td>11000</td> <td>KVA</td> <td>12222</td> <td>RPM</td> <td>1500</td> </tr> <tr> <td>VOLTS</td> <td>11500</td> <td>PHASE</td> <td>3</td> <td>HZ</td> <td>50</td> <td>PF</td> <td>0.90</td> <td>AMPS</td> <td>614</td> </tr> </table>	TYPE	ATI	POLES	4	KW	11000	KVA	12222	RPM	1500	VOLTS	11500	PHASE	3	HZ	50	PF	0.90	AMPS	614
TYPE	ATI	POLES	4	KW	11000	KVA	12222	RPM	1500												
VOLTS	11500	PHASE	3	HZ	50	PF	0.90	AMPS	614												
ALLOWABLE TEMPERATURE RISE: (Above 15 °C Ambient)	<table border="0"> <tr> <td>STATOR</td> <td>105</td> <td>° C BY RTD</td> </tr> <tr> <td>ROTOR</td> <td>105</td> <td>° C BY RESISTANCE</td> </tr> </table>	STATOR	105	° C BY RTD	ROTOR	105	° C BY RESISTANCE														
STATOR	105	° C BY RTD																			
ROTOR	105	° C BY RESISTANCE																			
BRUSHLESS EXCITER FIELD DATA:																					
Field Resistance @ 25 °C	14.3 Ohms																				
Field Amps at Rated Load	4.8 Amps (DC)																				
Field Voltage at Rated Load and 120°C	93 Volts (DC)																				
Minimum Field Amps *	1.2 Amps (DC)																				
Minimum Field Volts	18 Volts (DC)																				
REGULATOR:																					
Manufacturer: Basler Electric																					
Type: SSR125 with power fed from shaft mounted permanent magnet generator																					
SUGGESTED TEMPERATURE SETTINGS FOR PROTECTIVE EQUIPMENT:																					
Using 100 Ohm Platinum Bearing RTD's	ALARM 85	TRIP 95	° C																		
Using 100 Ohm Platinum Stator RTD's	125	135	° C																		
TECHNICAL DATA**:																					
Xd	1.97	X'd	0.30	X''d	0.21	SCR	0.55														
X2	0.24	X0	0.08	Xq	0.97	X''q	0.28														
T'do	6.5 s	T'd	1.0 s	T''d	0.06 s	Ta	0.2 s														
Calculated Efficiency:		100% Load	98.0%	75% Load	97.9%	50% Load	97.5%														
PERFORMANCE CHARACTERISTICS:																					
Calculated Reactive Capability Diagram: 540HA598																					
Calculated Rated Voltage V-Curves: 540HA599																					
Calculated Open and Short Circuit Saturation Curves: 540HA600																					
Calculated Input-Output For Brushless Exciter: 540HA601																					
Generator Output Capability vs. Ambient Air Temperature: 540HA602																					
NOTES:																					
* The minimum field amps is for 80% of no load excitation.																					
** All reactances are calculated for unsaturated conditions unless otherwise noted. Time constants are at 25 ° C.																					

Figura 9.1 – Hoja de datos del generador

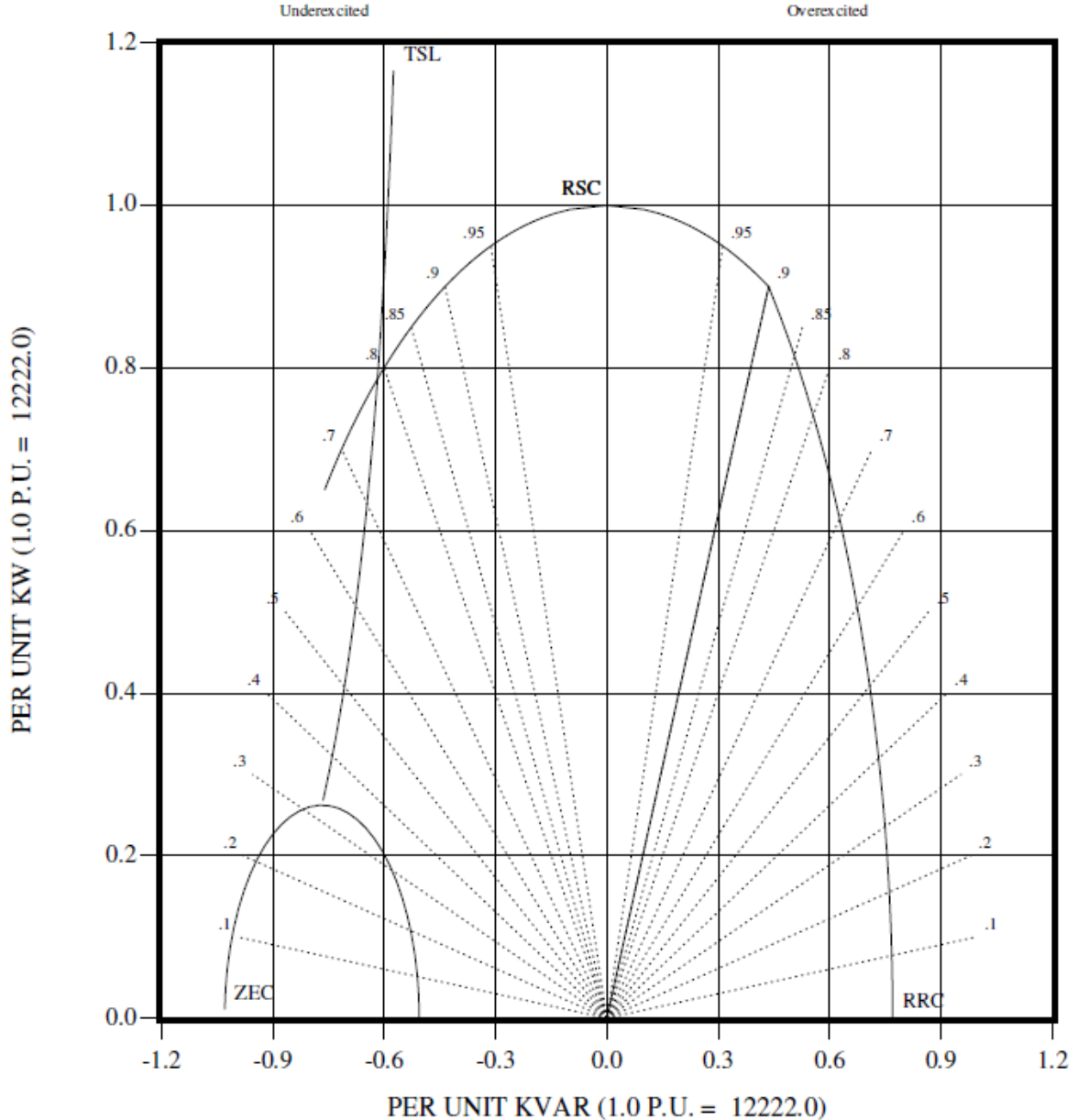


CUSTOMER: GE ENERGY / ARAUCO
ENGINEER: C. S.
KVA: 12222.0 VOLTS: 11500.0

DATE: 9-Dec-04
PF: 0.90

GENERATOR MODEL #en217437
GE REQUISITION # 9285-95337
KW: 11000.0 CURRENT: 613.6

RATED VOLTAGE REACTIVE CAPABILITY DIAGRAM



RSC - RATED STATOR CURRENT ZEC - ZERO EXCITATION CIRCLE
RRC - RATED ROTOR CURRENT TSL - THEORETICAL STABILITY LIMIT

DWG No.

540HA598

Figura 9.2 – Curva de capacidad



9.2 Puntos de medición

9.2.1 Potencia bruta

En el siguiente diagrama se pueden identificar los puntos de medición de tensión y corriente para la determinación de la potencia bruta. Los recuadros verdes muestran la conexión de tensiones y corrientes al equipo medidor ION 8600. Tanto el núcleo del TC como del TP utilizados son de clase de precisión 0.5.

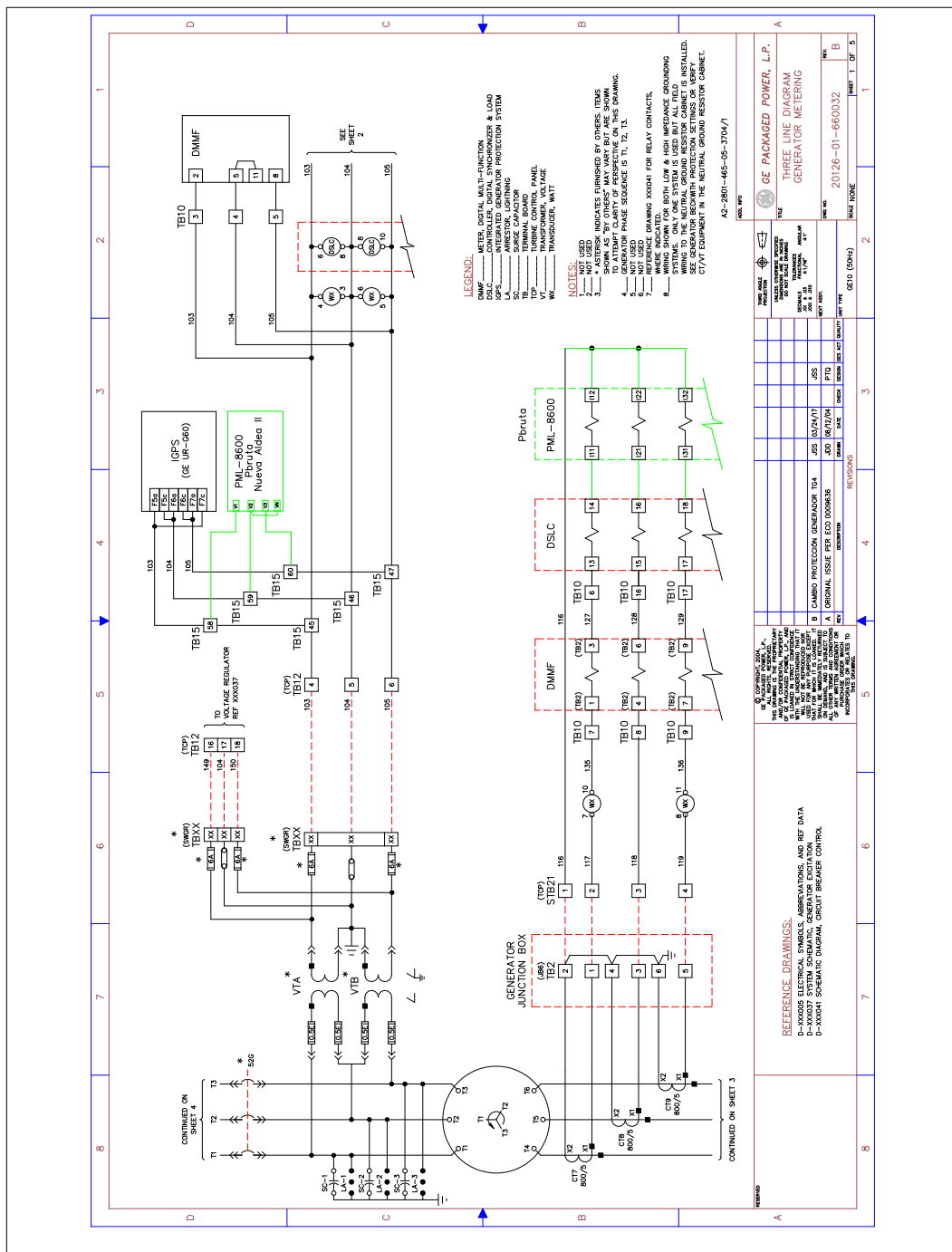


Figura 9.3 – Diagrama trifilar para mediciones de potencia bruta



9.2.2 Potencia neta

En el siguiente diagrama se pueden identificar los puntos de medición de la potencia neta. Se muestran en círculos rojos los núcleos de los transformadores de corriente y tensión de clase 0.2.

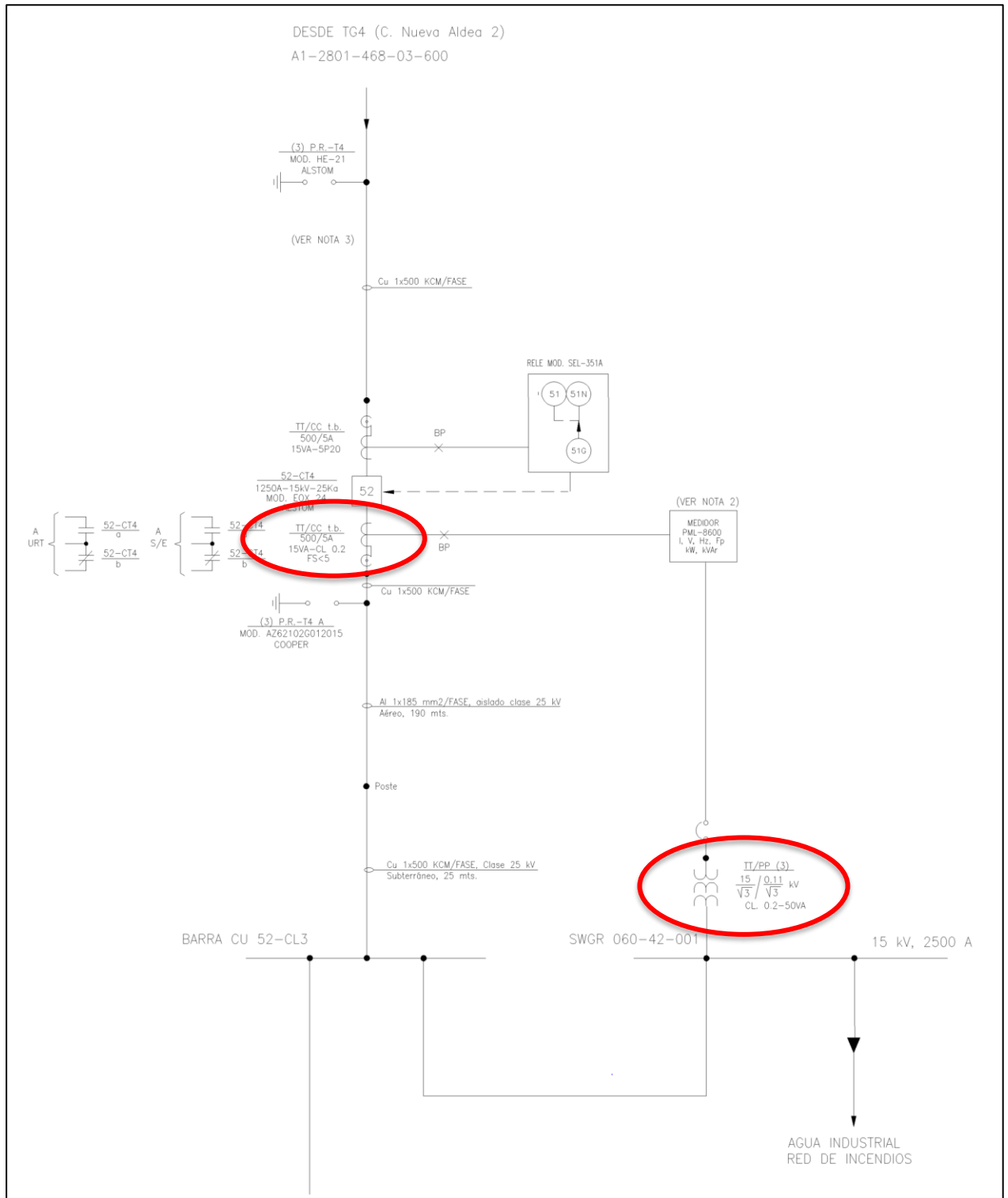


Figura 9.4 – Unilineal para mediciones de potencia neta



Finalmente se presentan en detalle las borneras de conexión del medidor ION8650.

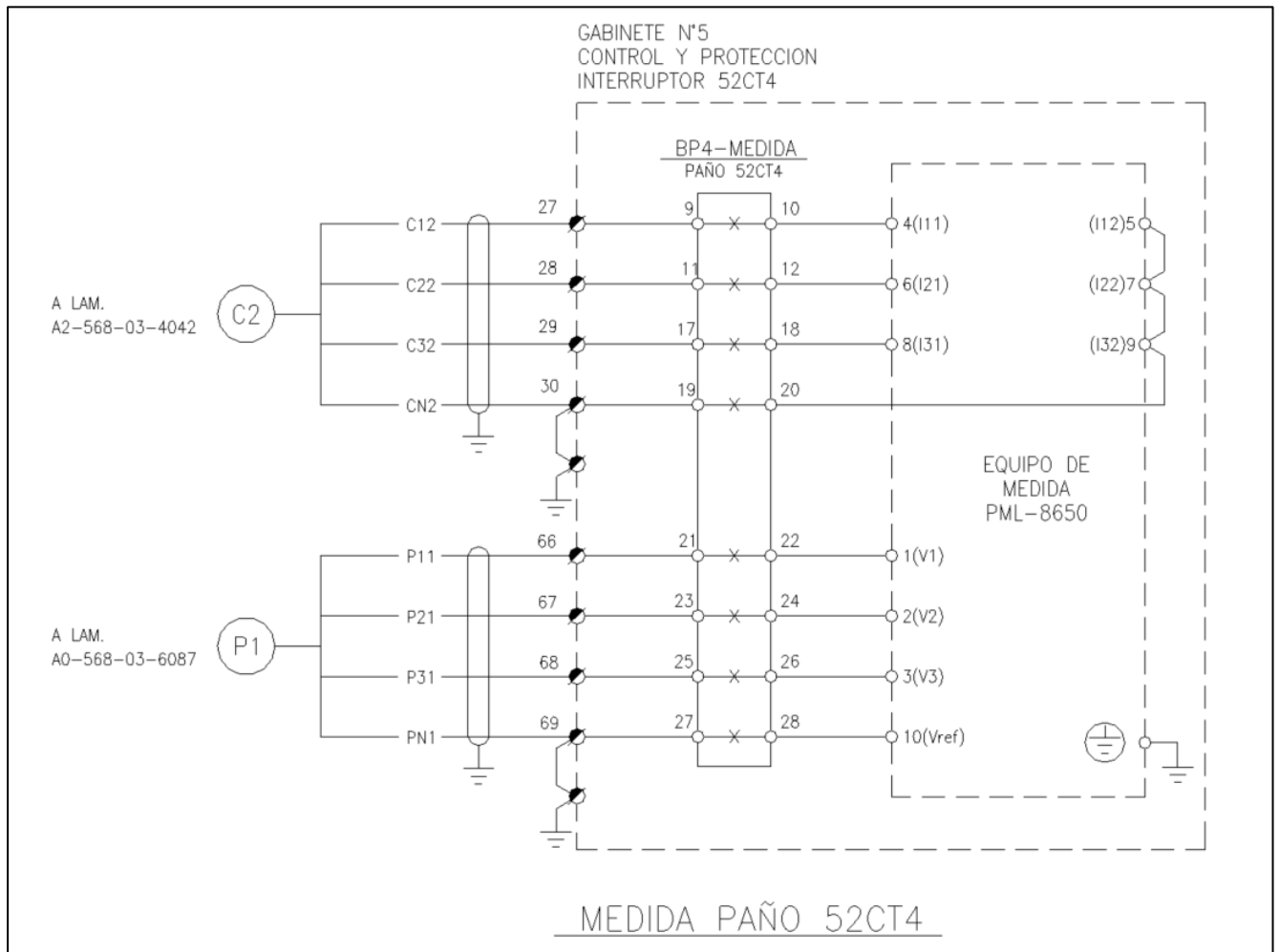


Figura 9.5 – Borneras de conexión para medición de potencia neta



9.2.3 Humedad relativa y temperatura ambiente

Para la medición de humedad relativa y temperatura ambiente el Coordinado ha utilizado un equipo portátil Oregon Scientific THGR228N cuyas principales características se presentan a continuación.

SPECIFICATIONS	
Remote thermo-hygro unit	
Displayed temperature range	: -50.0°C to +70.0°C (-58.0°F to 158.0°F)
Proposed operating range	: -20.0°C to +60.0°C (-4.0°F to 140.0°F)
Temperature resolution	: 0.1°C (0.2°F)
Humidity Resolution	: 1%
Relative humidity measurement range	: 5% RH to 95% RH
RF Transmission Frequency	: 433 MHz
Number of channels	: 3
RF Transmission Range	: Maximum 30 meters
Temperature sensing cycle	: around 40 seconds
Power	: two (2) UM-4 or “AAA” 1.5V alkaline batteries
Weight	: 63 gm (without batteries)
Dimension	: 92 x 60 x 20 mm (H x W x D)

Figura 9.6 – Especificaciones estación atmosférica portátil



9.2.4 Consumo de combustible

El consumo de combustible diésel será medido con instrumental calibrado, propiedad del Coordinado, y se determinará a partir de las mediciones de los caudalímetros principal (TAG 465-FIT-8027) y de retorno (TAG 465-FIT-8026) de combustible.

En la siguiente pantalla de operación se detalla la ubicación de los instrumentos.

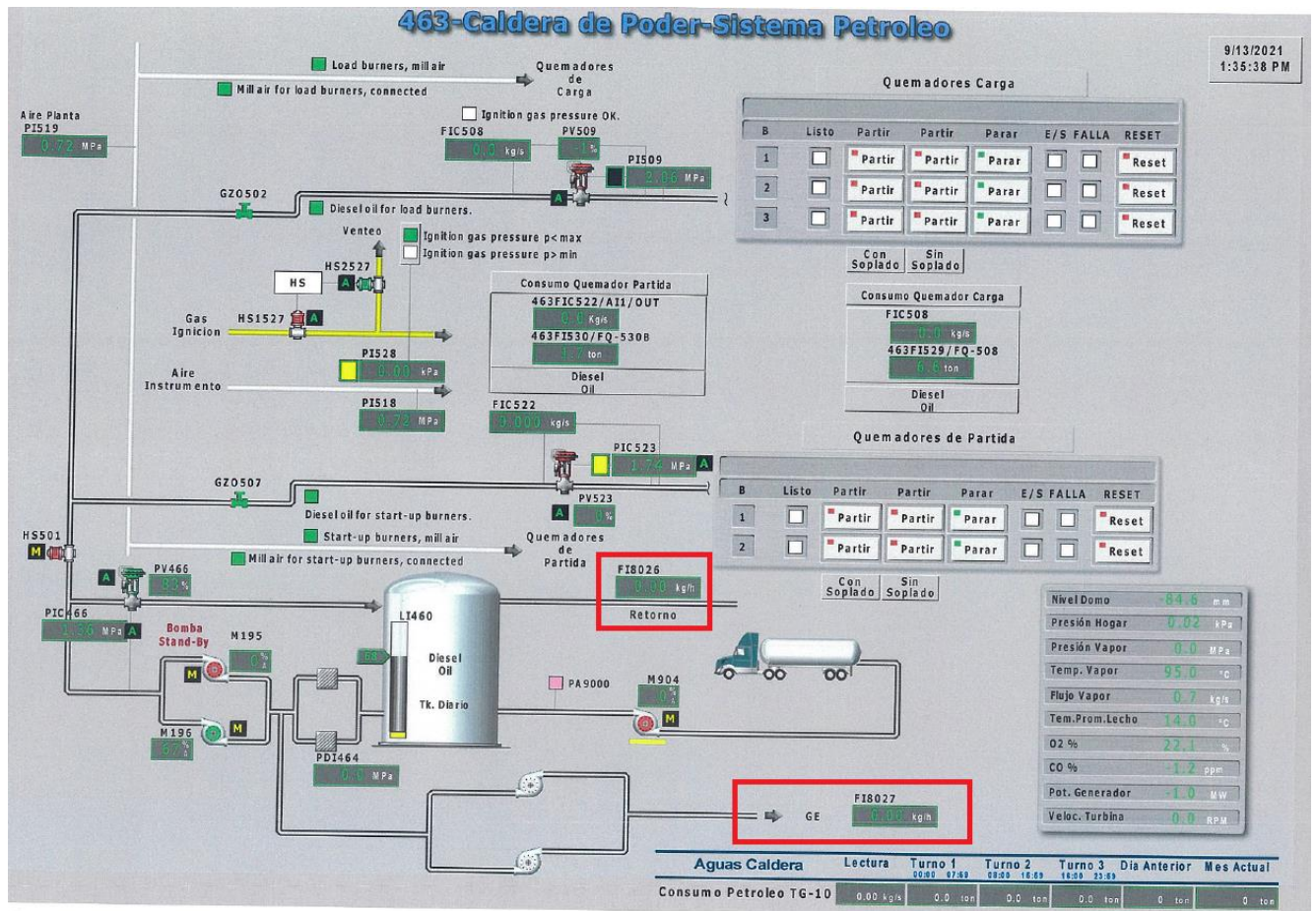


Figura 9.7 – Ubicación caudalímetros



9.3 Certificados de calibración de instrumentos de medición

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

9.3.1 Potencia bruta/FP

Se ha utilizado el medidor que el Coordinado tiene dentro de sus instalaciones. Este medidor es clase 0.2 y cumple con los requerimientos establecidos en el anexo técnico.

El Coordinado ha realizado pruebas de certificación de este equipo previo al desarrollo de las pruebas. El registro de datos se ha realizado con una tasa de muestreo de 1 muestra por segundo y se ha entregado en formato csv.

A continuación, se incluye el certificado de calibración.



TECNET
Grupo EZENTIS

INFORME DE ENSAYO

CERTIFICADO DE COMPROBACIÓN DE EXACTITUD DE MEDIDOR.

Tecnet S. A., Organismo de Comprobación de Exactitud de Medidores de Energía Eléctrica, según resoluciones exentas SEC N° 219 del 19 de Febrero de 2001.

Certificado N° CVM TDO1725 16 - 08

1. ANTECEDENTES DEL CLIENTE.

Razón Social	CELULOSA ARAUCO Y CONSTITUCION S.A.
Dirección	El Golf N°150 Piso 14, Las Condes
Ciudad	Santiago
Orden de Compra	
Fecha de Solicitud	02/08/2021

2. CARACTERÍSTICAS MEDIDOR DE ENERGÍA.

Marca	Schneider Electric
Modelo	ION8600
N° de Serie	PT-0805A088-01
Tensión Nominal	3 x 57 - 277 V L-N
Corriente	3 x 5(20) A
Frecuencia	50 Hz.
Constante	1,8 Wh/Imp
Año Fabricación	2008
Clase Exactitud Activo	± 0,2s %
Clase Exactitud Reactivo	± 2%
Constante Lectura	1
Lectura Dejada Activo	0,00 kWh
Lectura Dejada Reactivo	0,00 kVARh
Estado	usado

3. OBSERVACIONES.

El equipo patrón utilizado cuenta con su Certificado de Calibración vigente y ha sido calibrado y trazado al Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado sólo puede ser difundido íntegro y sin modificaciones ni enmiendas.

Este certificado es válido sólo con firma y timbre.

Medidor se entrega con logo y sello TECNET.

Responsables de las pruebas de comprobación:


Jaime Cisternas R.
15.172.328-4

09/08/2021
Fecha



Página 1 de 3

Figura 9.8 – Certificado de calibración de medidor de potencia bruta (1 de 3)



4. CONDICIONES DE LA COMPROBACIÓN DE EXACTITUD.

4.1. LUGAR DE ENSAYO.

Lugar	Laboratorio de Tecnet.
Fecha ejecución	06.08.21.
Realizó	Jaime Cisternas R.
Procedimiento aplicado	PR-GM-17, IN-GM-04

4.2. CARACTERÍSTICAS PATRÓN.

Marca	MTE
Modelo	PTS 3,3C
Clase	± 0.05 %
N° serie	37308

4.3. CONDICIÓN DE MEDIDA.

Tipo de Medida	Directa
Temperatura	Ambiente
Humedad	Ambiente
Voltaje Nomina	110 (V)
Corriente Nominal (In)	5 (A)
Frecuencia	50 Hz

4.4. TRATAMIENTO SELLOS MEDIDOR.

	Encontrados.	Dejados.
block	*	*
Bornes	*	*
Reset	*	TECNET 198680

4.5. PRUEBAS DE COMPROBACIÓN EXACTITUD.

La interpretación de los resultados de las pruebas se realizaron tomando como referencia los requisitos establecidos en las normas técnicas de medidores vigentes.

El error relativo calculado está referido a la energía activa o reactiva, según corresponda.

A continuación se presentan los resultados de las pruebas realizadas para comprobar la exactitud del medidor de energía indentificado en punto 2.

* Avda. Las Parcelas N°5490
Estación Central
Santiago de Chile
+56 (2) 27702835
www.tecnet.cl



Página 2 de 3

Figura 9.9 – Certificado de calibración de medidor de potencia bruta (2 de 3)



TECNET
Grupo EZENTIS

4.5.1. TABLA ERRORES MODO ENERGÍA ACTIVA.

PRUEBAS TRIFÁSICAS A VOLTAJE NOMINAL							
Elemento	Carga %	FP	Error %				Limite Norma %
			Modo Directo		Modo Inverso		
			Inicial	Final	Inicial	Final	
1-2-3	100	1	-0.147	-0.147	-0.163	-0.163	± 0,2
1-2-3	100	0.5	-0.149	-0.149	-0.171	-0.171	± 0,3
1-2-3	10	1	-0.156	-0.156	-0.17	-0.170	± 0,2
1-2-3	10	0.5	-0.193	-0.193	-0.197	-0.197	± 0,3

PRUEBAS POR ELEMENTO A VOLTAJE NOMINAL							
Elemento	Carga %	FP	Error %				Limite Norma %
			Modo Directo		Modo Inverso		
			Inicial	Final	Inicial	Final	
1	100	1	-0.136	-0.136	-0.261	-0.261	± 0,3
2	100	1	-0.17	-0.170	-0.279	-0.279	± 0,3
3	100	1	-0.142	-0.142	0.084	0.084	± 0,3
1	100	0.5	-0.168	-0.168	-0.181	-0.181	± 0,4
2	100	0.5	-0.193	-0.193	-0.198	-0.198	± 0,4
3	100	0.5	-0.089	-0.089	-0.12	-0.120	± 0,4

4.5.2. TABLA ERRORES CON ENERGÍA REACTIVA.

PRUEBAS TRIFÁSICAS A VOLTAJE NOMINAL							
Elemento	Carga %	SenØ	Error %				Limite Norma %
			Modo Directo		Modo Inverso		
			Inicial	Final	Inicial	Final	
1-2-3	100	1	-0.184	-0.184	-0.189	-0.189	± 2,0
1-2-3	100	0.5	-0.179	-0.179	-0.185	-0.185	± 2,0
1-2-3	10	1	-0.193	-0.193	-0.208	-0.208	± 2,0
1-2-3	10	0.5	-0.163	-0.163	-0.187	-0.187	± 2,0

PRUEBAS POR ELEMENTO A VOLTAJE NOMINAL							
Elemento	Carga %	SenØ	Error %				Limite Norma %
			Modo Directo		Modo Inverso		
			Inicial	Final	Inicial	Final	
1	100	1	-0.157	-0.157	-0.172	-0.172	± 3,0
2	100	1	-0.234	-0.234	-0.231	-0.231	± 3,0
3	100	1	-0.166	-0.166	-0.191	-0.191	± 3,0
1	100	0.5	-0.155	-0.155	-0.176	-0.176	± 3,0
2	100	0.5	-0.223	-0.223	-0.268	-0.268	± 3,0
3	100	0.5	-0.202	-0.202	-0.162	-0.162	± 3,0

4.6. PRUEBA DE ARRANQUE.

No Realizada.

4.7. PRUEBA DE MARCHA EN VACÍO.

No Realizada.

5. CONCLUSIONES.

Tecnet S.A. certifica la exactitud de la medida del medidor de energía sujeto a pruebas, según los errores indicados en este Informe de Ensayo.

El medidor en su módulo Activo, Cumple con los límites de exactitud especificados para su clase, según lo establecido en la norma IEC 62053-22 :2003.

El medidor en su módulo Reactivo, Cumple con los límites de exactitud especificados para su clase, según lo establecido en la norma IEC 62053-23 :2003.

El medidor en su placa de características, cumple con los requisitos de marcado, según lo establecido en la norma IEC 62052-11 :2003.

* Avda. Las Parcelas N°5490
Estación Central
Santiago de Chile
+56 (2) 27702835
www.tecnet.cl



Página 3 de 3

Figura 9.10 – Certificado de calibración de medidor de potencia bruta (3 de 3)



9.3.2 Potencia neta

Se ha utilizado el medidor que el Coordinado tiene dentro de sus instalaciones. Este medidor es clase 0.2 y cumple con los requerimientos establecidos en el anexo técnico.

El Coordinado ha realizado pruebas de certificación de este equipo previo al desarrollo de las pruebas. El registro de datos se ha realizado con una tasa de muestreo de 1 muestra por segundo y se ha entregado en formato csv.

A continuación, se incluye el certificado de calibración.



INFORME DE ENSAYO

CERTIFICADO DE COMPROBACIÓN DE EXACTITUD DE MEDIDOR.

Tecnet S. A., Organismo de Comprobación de Exactitud de Medidores de Energía Eléctrica, según resoluciones exentas SEC Nº 219 del 19 de Febrero de 2001.

Certificado N° CVM TDO1721 16 - 08

1. ANTECEDENTES DEL CLIENTE.

Razón Social	CELULOSA ARAUCO Y CONSTITUCION S.A.
Dirección	El Golf N°150 Piso 14, Las Condes
Ciudad	Santiago
Orden de Compra	G.C. N° 189/21
Fecha de Solicitud	24/06/2021

2. CARACTERÍSTICAS MEDIDOR DE ENERGÍA.

Marca	Schneider Electric
Modelo	ION8650
N° de Serie	MW-2010A540-02
Tensión Nominal	3 x 57 - 277 V L-N
Corriente	3 x 5(20) A
Frecuencia	50 Hz.
Constante	1,8 Wh/Imp
Año Fabricación	2020
Clase Exactitud Activo	± 0,2s %
Clase Exactitud Reactivo	± 2%
Constante Lectura	1
Lectura Dejada Activo	0,00 kWh
Lectura Dejada Reactivo	0,00 kVARh
Estado	Nuevo

3. OBSERVACIONES.

El equipo patrón utilizado cuenta con su Certificado de Calibración vigente y ha sido calibrado y trazado al Sistema Internacional de Unidades (SI).

Este certificado sólo puede ser difundido íntegro y sin modificaciones ni enmiendas.

Este certificado es válido sólo con firma y timbre.

Medidor se entrega con logo y sello TECNET.

Responsables de las pruebas de comprobación:


Jaime Cisternas R.
15.172.328-4

28/06/2021
Fecha



Página 1 de 3

Figura 9.11 – Certificado de calibración de medidor de potencia neta (1 de 3)



4. CONDICIONES DE LA COMPROBACIÓN DE EXACTITUD.

4.1. LUGAR DE ENSAYO.

Lugar	Laboratorio de Tecnet.
Fecha ejecución	25.06.21.
Realizó	Jaime Cisternas R.
Procedimiento aplicado	PR-GM-17, IN-GM-04

4.2. CARACTERÍSTICAS PATRÓN.

Marca	MTE
Modelo	PTS 3,3C
Clase	± 0.05 %
N° serie	37308

4.3. CONDICIÓN DE MEDIDA.

Tipo de Medida	Directa
Temperatura	Ambiente
Humedad	Ambiente
Voltaje Nomina	110 (V)
Corriente Nominal (In)	5 (A)
Frecuencia	50 Hz

4.4. TRATAMIENTO SELLOS MEDIDOR.

	Encontrados.	Dejados.
block	*	TECNET 198698
Bornes	*	*
Reset	*	TECNET 198669

4.5. PRUEBAS DE COMPROBACIÓN EXACTITUD.

La interpretación de los resultados de las pruebas se realizaron tomando como referencia los requisitos establecidos en las normas técnicas de medidores vigentes.

El error relativo calculado está referido a la energía activa o reactiva, según corresponda.

A continuación se presentan los resultados de las pruebas realizadas para comprobar la exactitud del medidor de energía indentificado en punto 2.

* Avda. Las Parcelas N°5490
Estación Central
Santiago de Chile
+56 (2) 27702835
www.tecnet.cl



Página 2 de 3

Figura 9.12 – Certificado de calibración de medidor de potencia neta (2 de 3)



4.5.1. TABLA ERRORES MODO ENERGÍA ACTIVA.

PRUEBAS TRIFASICAS A VOLTAJE NOMINAL							
Elemento	Carga %	FP	Error %				Limite Norma %
			Modo Directo		Modo Inverso		
			Inicial	Final	Inicial	Final	
1-2-3	100	1	0.036	0.036	0.033	0.033	± 0,2
1-2-3	100	0.5	0.077	0.077	0.065	0.065	± 0,3
1-2-3	10	1	0.022	0.022	0.026	0.026	± 0,2
1-2-3	10	0.5	0.062	0.062	0.05	0.050	± 0,3

PRUEBAS POR ELEMENTO A VOLTAJE NOMINAL							
Elemento	Carga %	FP	Error %				Limite Norma %
			Modo Directo		Modo Inverso		
			Inicial	Final	Inicial	Final	
1	100	1	0.028	0.028	0.176	0.176	± 0,3
2	100	1	0.015	0.015	0.238	0.238	± 0,3
3	100	1	0.05	0.050	0.157	0.157	± 0,3
1	100	0.5	0.036	0.036	0.044	0.044	± 0,4
2	100	0.5	0.048	0.048	0.058	0.058	± 0,4
3	100	0.5	0.102	0.102	0.103	0.103	± 0,4

4.5.2. TABLA ERRORES CON ENERGÍA REACTIVA.

PRUEBAS TRIFASICAS A VOLTAJE NOMINAL							
Elemento	Carga %	SenØ	Error %				Limite Norma %
			Modo Directo		Modo Inverso		
			Inicial	Final	Inicial	Final	
1-2-3	100	1	0.015	0.015	0.019	0.019	± 2,0
1-2-3	100	0.5	-0.021	-0.021	-0.02	-0.020	± 2,0
1-2-3	10	1	0.016	0.016	0.015	0.015	± 2,0
1-2-3	10	0.5	-0.007	-0.007	-0.006	-0.006	± 2,0

PRUEBAS POR ELEMENTO A VOLTAJE NOMINAL							
Elemento	Carga %	SenØ	Error %				Limite Norma %
			Modo Directo		Modo Inverso		
			Inicial	Final	Inicial	Final	
1	100	1	0.03	0.030	0.04	0.040	± 3,0
2	100	1	-0.008	-0.008	-0.009	-0.009	± 3,0
3	100	1	0.034	0.034	0.036	0.036	± 3,0
1	100	0.5	0	0.000	0.004	0.004	± 3,0
2	100	0.5	-0.073	-0.073	-0.066	-0.066	± 3,0
3	100	0.5	0.023	0.023	0.02	0.020	± 3,0

4.6. PRUEBA DE ARRANQUE.

No Realizada.

4.7. PRUEBA DE MARCHA EN VACÍO.

No Realizada.

5. CONCLUSIONES.

Tecnet S.A. certifica la exactitud de la medida del medidor de energía sujeto a pruebas, según los errores indicados en este Informe de Ensayo.

El medidor en su módulo Activo, Cumple con los límites de exactitud especificados para su clase, según lo establecido en la norma IEC 62053-22 :2003.

El medidor en su módulo Reactivo, Cumple con los límites de exactitud especificados para su clase, según lo establecido en la norma IEC 62053-23 :2003.

El medidor en su placa de características, cumple con los requisitos de marcado, según lo establecido en la norma IEC 62052-11 :2003.

* Avda. Las Parcelas N°5490
Estación Central
Santiago de Chile
+56 (2) 27702835
www.tecnet.cl



Figura 9.13 – Certificado de calibración de medidor de potencia neta (3 de 3)



9.3.3 Humedad relativa y temperatura ambiente

Se presenta a continuación, el certificado de calibración donde se aprecia el proceso de verificación para las mediciones de humedad relativa del aire y temperatura ambiente.

veto PRECISION A SU MEDIDA.		CERTIFICADO DE CALIBRACION LABC-TE-4311 Laboratorio de calibración - Magnitud Humedad Y Temperatura		SISTEMA NACIONAL DE ACREDITACION INN - CHILE Acreditación LC 105	
Guía de Laboratorio: 35048		F-LABC-44 (Rev. 00)		Fecha de Emisión: 28-09-2021	
IDENTIFICACION DEL CLIENTE					
Nombre	:	INSTRUMENTACION, FUERZA Y CONTROL SPA			
Dirección	:	Jardin de Lys # 340 - Concepción			
IDENTIFICACION DEL ÍTEM					
Descripción	:	Termohigrómetro			
Marca o fabricante	:	Oregon Scientific			
Modelo	:	FAW101-R / THGR228NF			
N° de serie	:	351930252			
Id. del cliente	:	Sin información			
Rango	:	25 a 95 %HR / -5 a 50 °C			
Mínima División de escala	:	1 %HR / 0,1 °C			
CONDICIONES DE CALIBRACION					
Fecha de calibración	:	24 y 27 de septiembre de 2021			
Etiqueta de calibración	:	23597 / 23598			
Procedimiento de referencia	:	P-LABC-15 v.04 / TH.007(E.D.1) ; P-LABC-13 v.04 / TH.007(E.D.1)			
Lugar de calibración	:	Laboratorio de calibración Veto y Cía. Ltda.			
CONDICIONES AMBIENTALES					
Temperatura	:	(25 ± 1) °C			
Humedad relativa	:	(27 ± 2) %HR			
PATRON UTILIZADO					
Descripción	:	Patrón Humedad	:	Patrón Temperatura	:
Marca	:	Vaisala	:	Vaisala	:
Modelo	:	MI70 / HMP77B	:	MI70 / HMP77B	:
N° de serie	:	N1940016 / N2130593	:	N1940016 / N2130593	:
Código interno	:	HU-PR-04 / HU-PR-05	:	HU-PR-04 / HU-PR-05	:
TRAZABILIDAD DE LA CALIBRACION					
Laboratorio emisor	:	LCPN-H	:	Veto y Cía. Ltda.	:
N° de certificado	:	H00371	:	LABC-TE-4234	:
Vigencia Patrón	:	Agosto 2022	:	Agosto 2022	:
 Fabián González Donoso Técnico		 Sello del Laboratorio		 Mauricio Soto Viveros Jefe de Laboratorio	
Laboratorio de Calibración Veto y Cía. Ltda. - Calle Nueva # 1504, Parronal de Huechuraba, Huechuraba, Región Metropolitana - F: 56 2 23554438 - www.veto.cl					
					Página 1 de 2

Figura 9.14 – Certificado de calibración de estación meteorológica (1 de 2)



LABC-TE-4311
Laboratorio de calibración - Magnitud Humedad Y
Temperatura



Guía de Laboratorio: 35048

Fecha de Emisión: 28-09-2021

RESULTADOS

Humedad Relativa

Indicación Patrón	Indicación Ítem	Error de medición	Incertidumbre expandida
%HR	%HR	%HR	%HR
32,4	23,0	-9,4	3,5
52,0	33,0	-19,0	3,5
72,6	49,0	-23,6	3,5

Temperatura Ambiental

Indicación Patrón	Indicación Ítem	Error de medición	Incertidumbre expandida
°C	°C	°C	°C
9,7	10,8	1,1	1,5
24,7	23,7	-1,0	1,5
40,0	39,8	-0,2	1,5

El factor de cobertura utilizado en la estimación de la incertidumbre es de $k=2$ correspondiente a un nivel de confianza del 95%.

Los patrones utilizados en la calibración cuentan con trazabilidad a patrones nacionales, los que a su vez están referidos a patrones primarios los cuales materializan las unidades del Sistema Internacional de Unidades (SI).

Los resultados de la calibración están referidos al momento y condiciones en las cuales fueron efectuadas las mediciones, y están relacionados solo con el ítem calibrado.

El cliente es responsable de calibrar el instrumento a intervalos que estime apropiados.

Este certificado no puede ser reproducido en forma parcial o total sin la autorización del laboratorio.

FIN DEL CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN



Laboratorio de Calibración Veto y Cía. Ltda. - Calle Nueva # 1564, Parronal de Huechuraba, Huechuraba, Región Metropolitana - F: 56 2 23554438 - www.veto.cl



Página 2 de 2

Figura 9.15 – Certificado de calibración de estación meteorológica (2 de 2)



9.3.4 Consumo de combustible


El consumo de combustible diésel será medido con instrumental calibrado, propiedad del Coordinado, y se determinará a partir de las mediciones de los caudalímetros principal (TAG 465-FIT-8027) y de retorno (TAG 465-FIT-8026) de combustible.

Certificado de Calibración Medición de caudal Másico Coriolis

ELECTROMATICA LTDA.
 Dirección: Av. Manuel Rodríguez 843. Concepción. Chile
 Cliente
 Nombre empresa: CELULOSA ARAUCO Y CONSTITUCION
 Dirección: Planta Nueva Aldea
 Solicitante Empresa: Sr. Claudio Torres

Certificado N°EL2017001
 Fecha Emisión: 20 de marzo 2107

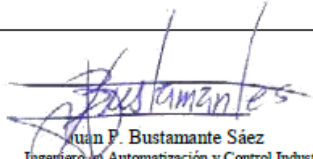


Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-K-15043-01-00

Datos de la instrumentación	
MODELO:	83F40AD2SAAACBAAA
N° SERIE:	96030DB02000 CONNECTIONS: 1 1/2" DN40
DESCRIPCIÓN:	MEDIDOR DE FLUJO MASICO CORIOLIS
FABRICANTE:	ENDRESS HAUSER
TAG:	465-FIT-8026
FLUID:	DIESEL Fluid probe: Agua
Size:	1 1/2"
Density:	0,9 g/cm 3

Rango de medición: 0 a 5.000 Kg/h
 Señal de salida: 4 a 20 mA
 Rango de Muestreo: 601,5 a 4.948,9 Kg/h
 Desviación máxima: 1,85 %
 Transmisor: PROMASS 83

EQUIPO PATRON		
Descripción	N° de serie	Certificado
MEDIDOR DE F. MÁSIICO CORIOLIS MICROMOTION	F200 322731	00895-D-K-1504301-00
TRANSMISOR 2700R	3326416	
MULTI TESTER FLUKE 179	29550441	
HART 475 FIELD COMMUNICATOR		



Juan F. Bustamante Sáez
 Ingeniero en Automatización y Control Industrial.
 ELECTROMATICA LTDA.

Figura 9.16 – Certificado de calibración caudalímetro de retorno



Endress+Hauser 
People for Process Automation

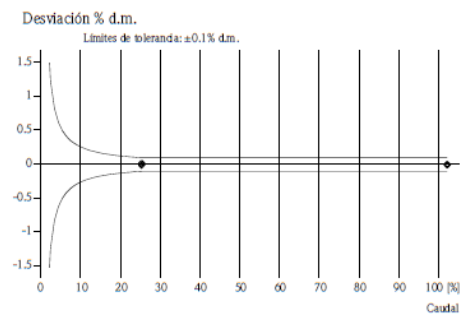
Calibración de caudal con ajuste

60026691-5584676

3033517237
N° de orden de compra
CL-3006701420-10 / Endress+Hauser Flowtec
N° de pedido/Fabricante
8F5B40-ANE6/0
Código de pedido
Promass F 500 1 1/2"
Sensor/Transmisor
S5014692000
N° de serie
465-FIT-8027
N° Tag

FCP-8.C
Banco de calibración
9000 kg/h (± 100%)
Valor final de calibración
Interfase de servicio
Salida calibrada
2.0194
Factor de calibración
-15.9
Punto cero
26.6 °C
Temperatura del agua

Caudal [%]	Caudal [kg/h]	Tiempo [s]	m ref. [kg]	m med. [kg]	Δ d.m.* [%]	Salida** [mA]
25.0	2247.64	35.2	21.952	21.957	0.02	8.00
25.0	2249.58	35.2	21.971	21.969	-0.01	8.00
102.0	9182.49	30.2	76.934	76.932	0.00	20.32
102.1	9188.04	30.2	76.959	76.960	0.00	20.33
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-



*d.m.: del valor medido

**Valor calculado (4 - 20 mA)

Para más información respecto a la unidad calibrada, por favor ver la información técnica (TI), en el capítulo Características de funcionamiento.

Se garantiza la trazabilidad a patrones nacionales de todos los instrumentos usados para la calibración.

Endress+Hauser Flowtec opera bancos de calibración en Reinach (CH), Cernay (FR), Greenwood (USA), Aurangabad (IN), Suzhou (CN) y Itatiba (BR), todos ellos acreditados de acuerdo con ISO/IEC 17025.

Ivan Cascione
Operario

Certificado de acuerdo con
ISO 9001

20.05.2021
Fecha de calibración

Endress+Hauser Flowtec (Brasil) Fluxômetros Ltda
Estrada Municipal Antonio Sesti, 600 A - Recreio Costa Verde
13254-085 Itatiba - SP, Brazil

Página 1 / 1

Figura 9.17 – Certificado de calibración caudalímetro principal



9.4 Acta de ensayos

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








ESTUDIOS ELECTRICOS  ENSAYOS DE CONSUMO ESPECÍFICO			
ACTA DE ENSAYOS DE CONSUMO ESPECÍFICO			
Fecha	13/10/2021	Empresa	Arauco Bioenergía S.A.
ID Proyecto	EE-2021-062	Ubicación	Ranquil, Chile
Denominación de la unidad	TG4		
Responsables durante la prueba			
Empresa	Nombre	Firmas	
Arauco Bioenergía SA (Coordinado)	Héctor Vilche – Jefe Despacho Bioenergía	DocuSigned by:  DFD88A808FD5409...	
	Claudio Torres – Supervisor Turbos Gas	DocuSigned by:  81757D43C0C7458...	
	Daniel Piña Silva – Despachador	DocuSigned by:  8A0496E12A8B404...	
Coordinador Eléctrico Nacional	Roberto Moller – Ingeniero del Departamento de Control de la Operación		
	Eduardo González – Ingeniero del Departamento de Control de la Operación		
Estudios Eléctricos	Federico Garcia – Experto Técnico		
	John Estrada		
www.estudios-electricos.com			

Figura 9.18 – Acta de tareas (1 de 4)



ESTUDIOS ELECTRICOS																																											
ENSAYOS DE CONSUMO ESPECÍFICO																																											
Datos de la unidad																																											
Potencia aparente nominal [MVA]	12.222	Corriente de estator nominal [A]	614																																								
Tensión de estator nominal [kV]	11.5	Factor de potencia nominal	0.9																																								
Potencia activa máxima [MW]	10.0 <i>Declarado CEN</i>	Corriente de excitación nominal [A]	4.8																																								
Mínimo Técnico [MW]	2.0	Tensión de excitación nominal [V]	93.0																																								
Datos de la prueba																																											
Estado previo de la unidad	<i>Detenida</i>	Arranque de la unidad (fecha-hora)	<i>13/10/2021 16:21 Hs</i>																																								
Inicio del período de estabilización	<i>17:00 Hs</i>	Fin del período de estabilización	<i>17:30 Hs</i>																																								
Protocolo aplicable	<i>EE-EN-2021-1711 Rev B Combustible Diesel</i>	Desvíos del protocolo	<i>Si.</i>																																								
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th style="width: 10%;">Prueba</th> <th style="width: 30%;">Estado de carga</th> <th style="width: 15%;">Inicio período de prueba</th> <th style="width: 15%;">Fin período de prueba</th> <th style="width: 30%;">Control de carga MW Control</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td><i>Mínimo Técnico: 2 MW</i></td> <td style="text-align: center;"><i>17:30 Hs</i></td> <td style="text-align: center;"><i>18:00 Hs</i></td> <td style="text-align: center;"><i>OFF</i></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td><i>1º nivel de carga: 4 MW</i></td> <td style="text-align: center;"><i>18:20 Hs</i></td> <td style="text-align: center;"><i>18:50 Hs</i></td> <td style="text-align: center;"><i>OFF</i></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3</td> <td><i>2º nivel de carga: 6 MW</i></td> <td style="text-align: center;"><i>19:15 Hs</i></td> <td style="text-align: center;"><i>19:45 Hs</i></td> <td style="text-align: center;"><i>OFF</i></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4</td> <td><i>2º nivel de carga: 6 MW (Repetición)</i></td> <td style="text-align: center;"><i>19:45 Hs</i></td> <td style="text-align: center;"><i>20:15 Hs</i></td> <td style="text-align: center;"><i>ON</i></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5</td> <td><i>3º nivel de carga: 8 MW</i></td> <td style="text-align: center;"><i>20:45 Hs</i></td> <td style="text-align: center;"><i>21:15 Hs</i></td> <td style="text-align: center;"><i>ON</i></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">6</td> <td><i>Potencia Máxima: 10 MW</i></td> <td style="text-align: center;"><i>21:45 Hs</i></td> <td style="text-align: center;"><i>22:15 Hs</i></td> <td style="text-align: center;"><i>ON</i></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">7</td> <td><i>Mínimo Técnico: 2 MW (Repetición)</i></td> <td style="text-align: center;"><i>22:40 Hs</i></td> <td style="text-align: center;"><i>23:10 Hs</i></td> <td style="text-align: center;"><i>ON</i></td> </tr> </tbody> </table>				Prueba	Estado de carga	Inicio período de prueba	Fin período de prueba	Control de carga MW Control	1	<i>Mínimo Técnico: 2 MW</i>	<i>17:30 Hs</i>	<i>18:00 Hs</i>	<i>OFF</i>	2	<i>1º nivel de carga: 4 MW</i>	<i>18:20 Hs</i>	<i>18:50 Hs</i>	<i>OFF</i>	3	<i>2º nivel de carga: 6 MW</i>	<i>19:15 Hs</i>	<i>19:45 Hs</i>	<i>OFF</i>	4	<i>2º nivel de carga: 6 MW (Repetición)</i>	<i>19:45 Hs</i>	<i>20:15 Hs</i>	<i>ON</i>	5	<i>3º nivel de carga: 8 MW</i>	<i>20:45 Hs</i>	<i>21:15 Hs</i>	<i>ON</i>	6	<i>Potencia Máxima: 10 MW</i>	<i>21:45 Hs</i>	<i>22:15 Hs</i>	<i>ON</i>	7	<i>Mínimo Técnico: 2 MW (Repetición)</i>	<i>22:40 Hs</i>	<i>23:10 Hs</i>	<i>ON</i>
Prueba	Estado de carga	Inicio período de prueba	Fin período de prueba	Control de carga MW Control																																							
1	<i>Mínimo Técnico: 2 MW</i>	<i>17:30 Hs</i>	<i>18:00 Hs</i>	<i>OFF</i>																																							
2	<i>1º nivel de carga: 4 MW</i>	<i>18:20 Hs</i>	<i>18:50 Hs</i>	<i>OFF</i>																																							
3	<i>2º nivel de carga: 6 MW</i>	<i>19:15 Hs</i>	<i>19:45 Hs</i>	<i>OFF</i>																																							
4	<i>2º nivel de carga: 6 MW (Repetición)</i>	<i>19:45 Hs</i>	<i>20:15 Hs</i>	<i>ON</i>																																							
5	<i>3º nivel de carga: 8 MW</i>	<i>20:45 Hs</i>	<i>21:15 Hs</i>	<i>ON</i>																																							
6	<i>Potencia Máxima: 10 MW</i>	<i>21:45 Hs</i>	<i>22:15 Hs</i>	<i>ON</i>																																							
7	<i>Mínimo Técnico: 2 MW (Repetición)</i>	<i>22:40 Hs</i>	<i>23:10 Hs</i>	<i>ON</i>																																							
<p>Nota:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Durante la prueba N°3 se analizan los registros de potencia bruta recibidos y el sistema de control MarkVI y se observa que la unidad estaba operando con el control de carga de potencia activa deshabilitado y la carga de la unidad era controlada manualmente por el operador. Este modo de control manual podría incidir en los parámetros de estabilidad del periodo bajo pruebas por lo que se le solicita al operador habilitar el control automático de carga de la unidad, para que la unidad opera a potencia constante. <p>Con la unidad operando en esta condición se considera que se deben repetir la prueba para los estados de carga de 6 MW y de mínimo técnico 2 MW.</p> <p>A partir de la 19:45 Hs (prueba n°4), la secuencia de pruebas de 6 MW, 8 MW, 10 MW (PMax) y 2 MW (MT) se realizan con el control de carga en automático.</p>																																											
www.estudios-electricos.com																																											

Figura 9.19 – Acta de tareas (2 de 4)



ESTUDIOS ELECTRICOS 
ENSAYOS DE CONSUMO ESPECÍFICO

Instrumental

Magnitud	Descripción de equipos y punto de conexión
Potencia neta	ION 8650 – N° Serie: MW-2010A540-02. Equipo de medida de planta conectado a TTCC y TTPP clase 0.2.
Potencia bruta y factor de potencia	ION 8600 – N° Serie: PT-0805A088-01. Equipo de medida de planta conectado a TTCC y TTPP clase 0.5.
Potencia SSAA	No se mide.
Caudal de combustible principal	Medidor de Flujo másico Coriolis ENDRESS HAUSER Sistema de combustible TAG 465-FIT-8027
Caudal de combustible retorno	Medidor de Flujo másico Coriolis ENDRESS HAUSER Sistema de combustible TAG 465-FIT-8026
Humedad relativa y temperatura ambiente	Oregon Scientific – N° Serie: 351930252. Estación meteorológica portátil instalada en planta.

Valores preliminares

En la siguiente tabla se presentan los valores promedio sin corrección de la potencia bruta de la unidad bajo pruebas obtenidos durante el desarrollo de las pruebas de consumo específico:

Período Test-run	Mínimo Técnico	1° nivel de carga	2° nivel de carga	3° nivel de carga	Potencia Máxima
Potencia Bruta [MW]	2.71	4.17	5.4	7.73	10.47

Para el mismo período la temperatura ambiente experimento una variación entre 15.8°C y 11.7°C.

www.estudios-electricos.com

Figura 9.20 – Acta de tareas (3 de 4)



ESTUDIOS ELECTRICOS 
ENSAYOS DE CONSUMO ESPECÍFICO

Observaciones

Desvíos del protocolo:

- Durante la prueba N°3 se analizan los registros de potencia bruta recibidos y el sistema de control MarkVI y se observa que la unidad estaba operando con el control de carga de potencia activa deshabilitado y la carga de la unidad era controlada manualmente por el operador. Este modo de control manual podría incidir en los parámetros de estabilidad del periodo bajo pruebas por lo que se le solicita al operador habilitar el control automático de carga de la unidad, para que la unidad opere a potencia constante.
Con la unidad operando en esta condición se considera que se deben repetir la prueba para los estados de carga de 6 MW y de mínimo técnico 2 MW.
A partir de la 19:45 Hs (prueba n°4), la secuencia de pruebas de 6 MW, 8 MW, 10 MW (PMax) y 2 MW (MT) se realizan con el control de carga en automático.

Desarrollo de la prueba: Las pruebas de Consumo Específico se realizaron en 5 niveles de carga (2 MW, 4 MW, 6 MW, 8 MW y 10 MW).

La unidad bajo prueba logra controlar su potencia de manera estable desde la sincronización hasta el fin de las pruebas. En total se registraron 7 test-run de 30 minutos, de los cuales dos se repitieron para los despachos de 2 MW y 6 MW con la unidad operando en control automático de carga. (Como se explica en el apartado **Desvíos de protocolo**). La regulación de frecuencia estuvo operativa y se consignó el factor de potencia en 0.95 controlándolo con el regulador de tensión (AVR). Los datos de temperatura ambiente, humedad relativa fueron tomados en forma manual cada 5 minutos.

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

Comentarios: Se verificó sincronización horaria. Los medidores de potencia neta y bruta se encuentran sincronizados. Se verificó correcta tasa de muestreo de 1 segundo de todos los medidores.

Arauco entregó la totalidad de los registros digitales y manuales de esta prueba. La entrega se compone de tres archivos de distintas fuentes: registros de variables eléctricas y combustible (Potencia neta, Potencia bruta y flujos de combustible), sistema de planta y planillas con registro manual cada 5 minutos de los datos de temperatura ambiente y humedad relativa de la estación meteorológica.

Queda pendiente de entrega por parte de Arauco los resultados del análisis de combustible utilizado y documentación técnica pendiente para ser anexado al informe final.

Conclusiones: Se realizó con éxito la medida en todos los periodos bajo pruebas. Se obtuvieron los datos necesarios para realizar el cálculo formal del valor de Consumo Específico.


www.estudios-electricos.com

Figura 9.21 – Acta de tareas (4 de 4)



9.5 Análisis de combustibles

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



OIL TEST INTERNACIONAL DE CHILE S.A.
Los Castaños 1100, La Greda Norte, Puchuncaví, V Región
+56 2 2367 1732 - jherrer@otihdl.com

REPORTE DE ANÁLISIS

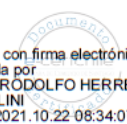
Nuestra Referencia : OTICH21-21062	Cliente : Incosec Ltda.	Contacto (s) : Alejandro Hernandez
Producto ⁽¹⁾ : Petróleo Diesel	Email : aehv@yahoo.es	Dirección : Pedro Luna 3425-Los Canelos-San Pedro de la Paz-Concepción
Identificación de la Muestra : 8910	Ref. Cliente : COTICH21-257	
N° de Sello : 7148		
Muestra Obtenida por ⁽²⁾ : Cliente		
Ubicación del Muestreo : Concepción, Chile	Fecha de Recepción de Muestra : 18/10/2021	Fecha Inicio de Análisis : 21/10/2021
Tipo de Muestreo : Muestra Puntual	Fecha Término de Análisis : 21/10/2021	Análisis realizados en : Laboratorio OTI
Fecha de Muestreo : 12-10-2021 20:00	Fecha de Emisión de Reporte : 21/10/2021	
Plan/Método de Muestreo : Sin Antecedentes		
Responsable de Muestreo : Cliente		
Muestra Obtenida de : TAG 461-22-900		

<input checked="" type="checkbox"/> Analizado	<input type="checkbox"/> Atestiguado ⁽³⁾	<input type="checkbox"/> Preliminar	<input checked="" type="checkbox"/> Final
Ensayos	Unidades	Métodos	Resultados
Poder Calorífico Bruto (Superior)	Kcal/Kg	ASTM D4868-17	1093,2
Poder Calorífico Neto (Inferior)	Kcal/Kg	ASTM D4868-17	1025,4
Gravedad API	°API	ASTM D405 2-18a	37,7
Gravedad Específica 60/60		ASTM D405 2-18a	0,8361
Densidad a 15 °C	Kg/m ³	ASTM D405 2-18a	835,7
Peso Molecular Estimado		ASTM D2502-14 (19) e1	<250

*** Fin de los resultados de análisis ***

Condiciones ambientales de los ensayos:

Observaciones:



Firmado con firma electrónica
avanzada por
**JORGE RODOLFO HERRERA
GEDERLINI**
Fecha: 2021.10.22 08:34:07 -0300

Gerente de Laboratorio

(1) Declarado según el cliente.
 (2) Los análisis reportados corresponden a la muestra suministrada al laboratorio por el Cliente, donde la misma se ha analizado por su propia responsabilidad para verificar el cumplimiento de las especificaciones detalladas, sin aceptar ninguna responsabilidad adicional por parte de nuestro laboratorio.
 (3) Nuestra responsabilidad en el ATESTIGAMIENTO O de Análisis se limita a asegurar que el análisis se está practicando a la muestra correcta y de acuerdo al método previamente establecido. Por lo que el cliente acepta que OIL TEST INTERNACIONAL DE CHILE S.A. no es responsable de las condiciones del equipo, instrumento o aparatos de medición y que acepta los datos de calibración, reactivo y otros instrumentos o materiales utilizados tal como se presentan.
 OIL TEST INTERNACIONAL DE CHILE S.A. no es responsable de cualquier información proporcionada por el cliente que pueda afectar la validez de los resultados de análisis.
 * Documento de Acreditación Aprobado ISO 17025:2017
 ** Ensayos submatriculados a otro laboratorio
 Todos los resultados contenidos dentro de este reporte corresponden exclusivamente a la muestra descrita.

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


Fin del Reporte

Página 1 de 2

Idm: 014 / Rev. # 04 / 2019-08-20 FOI

Figura 9.22 – Análisis de combustible (1 de 2)





OIL TEST INTERNACIONAL DE CHILE S.A.
Los Castaños 1100, La Greda Norte, Puchuncaví, V Región
+56 2 2367 1732 - jherrer@otihdl.com

REPORTE DE ANÁLISIS

Nuestra Referencia : OTICH21-21062	Cliente : Incosec Ltda.	
Producto ⁽¹⁾ : Petróleo Diesel	Contacto (s) : Alejandro Hernandez	
Identificación de la Muestra : 8911	Email : aehv@yahoo.es	
N° de Sello : 7153	Dirección : Pedro Luna 3425-Los Canelos-San Pedro de La Paz-Concepción	
Muestra Obtenida por ⁽²⁾ : Cliente	Ref. Cliente : COTICH21-257	
Ubicación del Muestreo : Concepción, Chile		
Tipo de Muestreo : Muestra Puntual	Fecha de Recepción de Muestra : 18/10/2021	
Fecha de Muestreo : 13-10-2021 20:00	Fecha Inicio de Análisis : 21/10/2021	
Plan/Método de Muestreo : Sin Antecedentes	Fecha Término de Análisis : 21/10/2021	
Responsable de Muestreo : Cliente	Análisis realizados en : Laboratorio OTI	
Muestra Obtenida de : TAG 461-22-900	Fecha de Emisión de Reporte : 21/10/2021	


<input checked="" type="checkbox"/> Analizado	<input type="checkbox"/> Atestiguado ⁽³⁾	<input type="checkbox"/> Preliminar	<input checked="" type="checkbox"/> Final
---	---	-------------------------------------	---

Ensayos	Unidades	Métodos	Especificaciones	Resultados
Poder Calorífico Bruto (Superior)	Kcal/Kg	ASTM D4868-17	Informar	10932
Poder Calorífico Neto (Inferior)	Kcal/Kg	ASTM D4868-17	Informar	10254
Gravedad API	°API	ASTM D4052-18a	Informar	37,73
Gravedad Específica 60/60		ASTM D4052-18a	Informar	0,8361
Densidad a 15°C	Kg/m ³	ASTM D4052-18a	Informar	835,7
Peso Molecular Estimado		ASTM D2502-14 (19) e1	Informar	<250

*** Fin de los resultados de análisis ***

Condiciones ambientales de los ensayos:

Observaciones:



Firmado con firma electrónica
avanzada por
**JORGE RODOLFO HERRERA
GEDERLINI**
Fecha: 2021.10.22 08:32:57 -0300

Gerente de Laboratorio

⁽¹⁾ Declarado según el cliente.
⁽²⁾ Los análisis reportados corresponden a la muestra suministrada al laboratorio por el Cliente, donde el mismo se ha analizado por su propia actividad para verificar el cumplimiento de las especificaciones detalladas, sin aceptar ninguna responsabilidad adicional por parte de nuestro laboratorio.
⁽³⁾ Nuestra responsabilidad es el ATTESTIGAMIENTO de Análisis se limita a presentar que el análisis se está practicando a la muestra correcta y de acuerdo al método previamente establecido. Por lo que el cliente acepta que OIL TEST INTERNACIONAL DE CHILE S.A. no es responsable de las condiciones del equipo, instrumento o suero de medición y que acepta los datos de calibración, reactivo y otros instrumentos o materiales al momento de ser utilizados como se presentan.
 OIL TEST INTERNACIONAL DE CHILE S.A. no es responsable de cualquier información proporcionada por el cliente que pueda afectar la validez de los resultados de análisis.
⁽⁴⁾ Ensayo dentro del Alcance de Acreditación ISO 17025:2017
⁽⁵⁾ Servicio suministrado a su laboratorio.
 Todos los resultados contenidos dentro de este reporte corresponden exclusivamente a la muestra descrita.
 Se prohíbe la reproducción total o parcial de este reporte sin la autorización escrita de OIL TEST INTERNACIONAL DE CHILE S.A.

Fin del Reporte

Página 2 de 2

ón: 01/ Rev.# 04 / 2019-08-20
FOM-0

Figura 9.23 – Análisis de combustible (2 de 2)



9.6 Registros de control primario de frecuencia

En la presente sección se muestra la evolución temporal de la potencia de salida de la unidad para cada estado de carga. En ellos se observa que la unidad responde frente a las variaciones de frecuencia de la red.

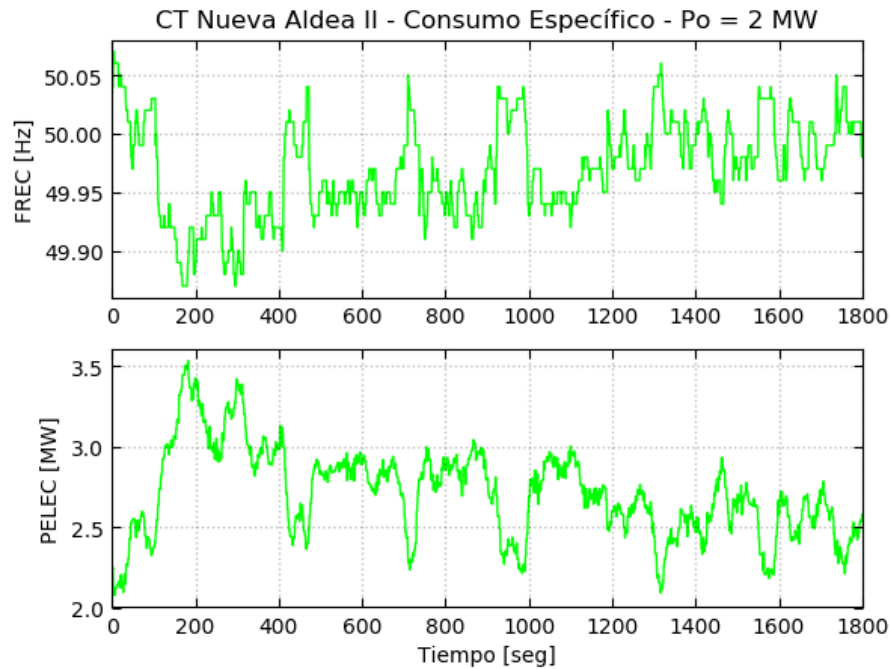


Figura 9.24 – Registro de potencia de salida y frecuencia – $P_o = 2$ MW

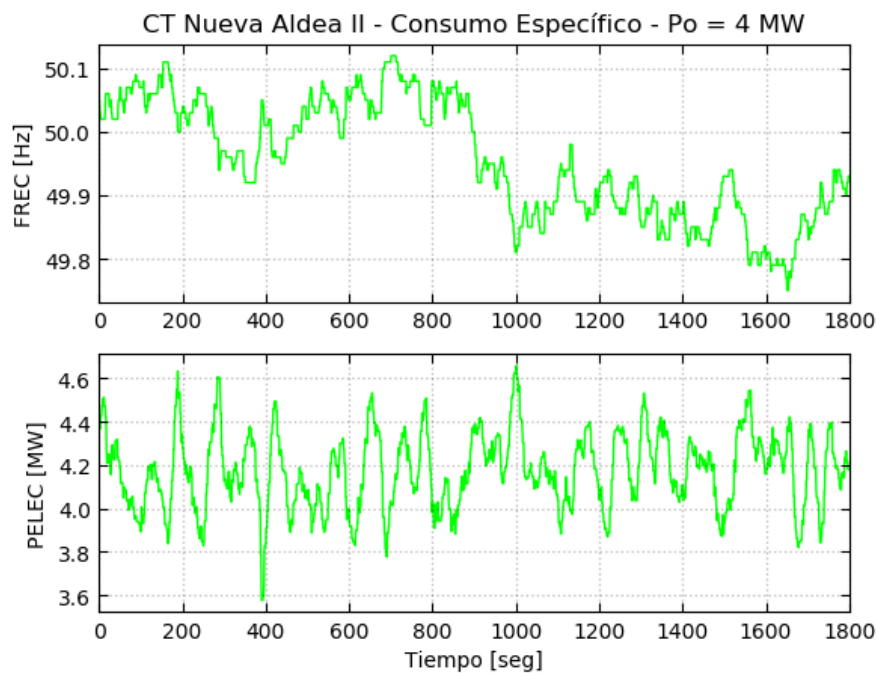


Figura 9.25 – Registro de potencia de salida y frecuencia – $P_o = 4$ MW

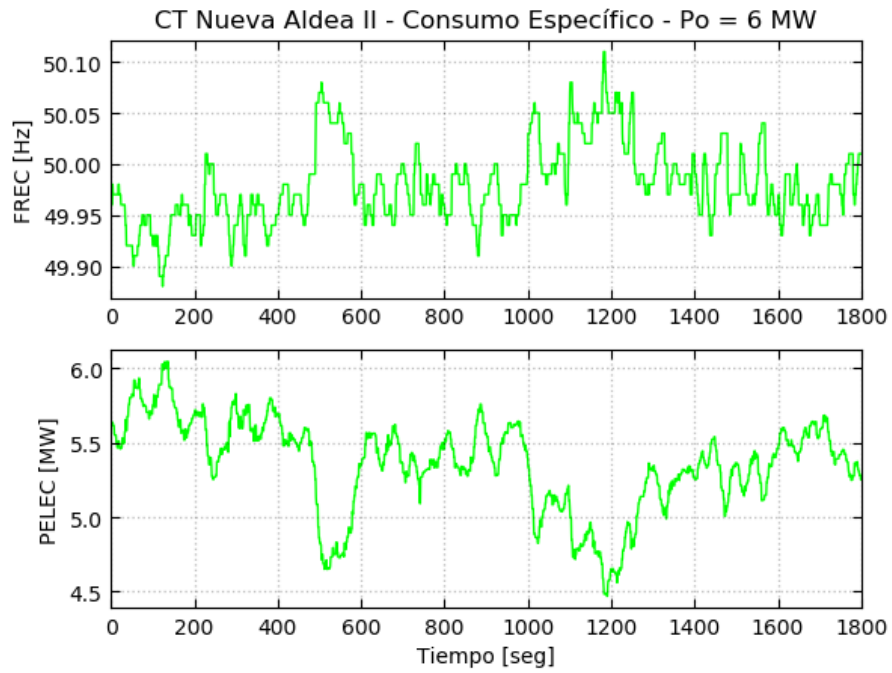


Figura 9.26 – Registro de potencia de salida y frecuencia – $P_o = 6$ MW

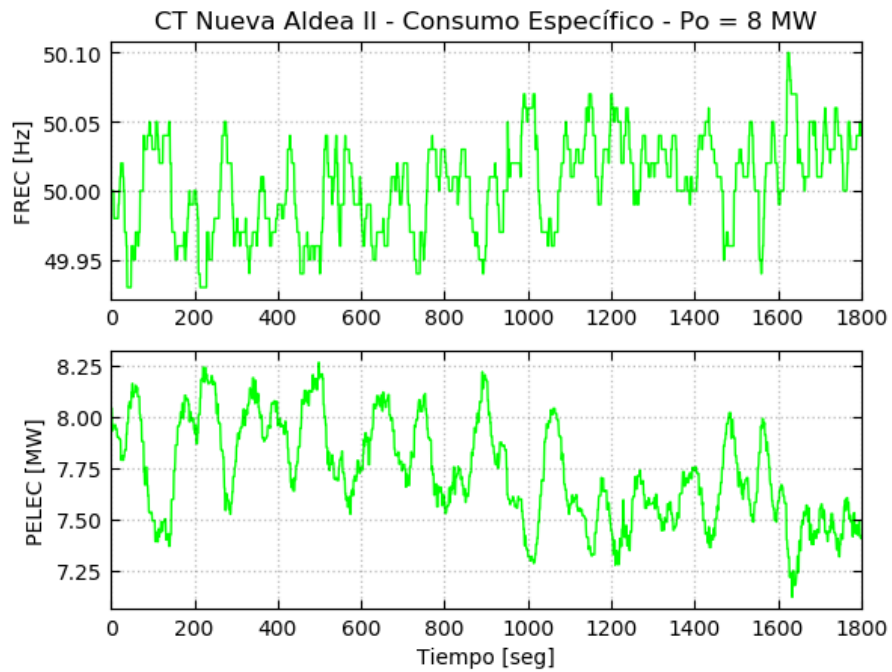


Figura 9.27 – Registro de potencia de salida y frecuencia – $P_o = 8$ MW

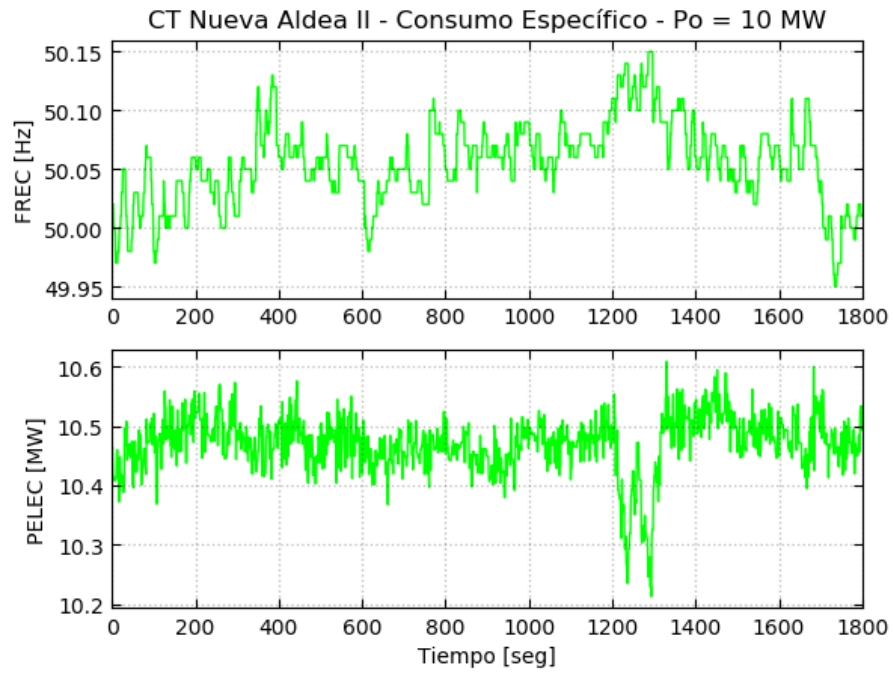


Figura 9.28 – Registro de potencia de salida y frecuencia – $P_o = 10$ MW



Esta página ha sido intencionalmente dejada en blanco