

Empresa: Coordinador Eléctrico Nacional

País: Chile

Proyecto: Central Térmica Nueva Aldea II

Descripción: Informe de Pruebas de Potencia Máxima

Código de Proyecto: EE-2021-062

Código de Informe: EE-EN-2021-1891

Revisión: A



2 de noviembre de 2021



Este documento EE-EN-2021-1891-RA 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 55 páginas y ha sido guardado por última vez el 02/11/2021 por Andrés Capalbo, sus versiones y firmantes digitales se indican a continuación:

Rev.	Fecha	Comentarios	Realizó	Revisó	Aprobó
A	2/Nov/2021	Para presentar.	CiC	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.....	8
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.....	15
4.3.1	Curvas de corrección.....	16
4.3.2	Metodología de corrección.....	18
4.4	Instrumentación y mediciones.....	19
4.4.1	Metodología.....	19
4.4.2	Instrumentación principal.....	20
4.4.3	Mediciones complementarias.....	21
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.....	24
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	Correcciones aplicables a la potencia bruta.....	26



6.4	Calculo de la potencia neta corregida.....	27
6.5	Cálculo del promedio final	28
6.6	Tabla Resumen general	28
6.7	Incertidumbre	30
7	CONCLUSIONES	31
8	NORMATIVA	32
9	ANEXOS	33
9.1	Hoja de datos del generador.....	33
9.2	Puntos de medición.....	35
9.2.1	Potencia bruta	35
9.2.2	Potencia neta	36
9.2.3	Humedad relativa y temperatura ambiente	38
9.2.4	Temperatura de aire de entrada al compresor	39
9.3	Certificados de calibración de instrumentos de medición.....	40
9.3.1	Potencia bruta/FP.....	40
9.3.2	Potencia neta	44
9.3.3	Humedad relativa y temperatura ambiente	48
9.4	Acta de ensayos.....	50
9.5	Análisis de combustibles	53



1 INTRODUCCIÓN

El presente documento describe las tareas, ensayos y cálculos realizados para obtener el valor de **Potencia Máxima de la unidad TG4 de la Central Térmica Nueva Aldea II operando con petróleo diésel** en los términos establecidos en el “*ANEXO TÉCNICO: Pruebas de Potencia Máxima en Unidades Generadoras*”.

Para la ejecución de las pruebas se siguió el protocolo:

EE-EN-2021-1710-RB_Procedimiento_Potencia_Maxima_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 protocolo de pruebas se exploraron distintas alternativas tendientes a efectuar las mediciones necesarias para determinar la potencia bruta máxima de acuerdo con las especificaciones establecidas por el Anexo Técnico “*Pruebas de Potencia Máxima en Unidades Generadoras*” y la norma aplicable ASME PTC22.

Finalmente, se diseñó una alternativa que permitió realizar la determinación buscada en las mejores condiciones técnicas posibles. Para esto, se han utilizado los equipos medidores de planta para las mediciones de potencia bruta y potencia neta, además de un equipo portátil para las variables de temperatura ambiente y humedad relativa.

Las pruebas se ejecutaron el 12 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).

Durante el período de pruebas se verificó que la unidad logra controlar en forma estable su potencia en bornes desde la sincronización hasta el fin de la prueba. En total se registraron 5 horas en condiciones de potencia máxima, luego de finalizado el período de estabilización. La unidad se operó en carga base (control por temperatura), regulación de frecuencia operativa y se consignó el factor de potencia en 0.95 utilizando el modo de control de factor de potencia del AVR.

Para la determinación del valor de Potencia Máxima se procesaron los datos registrados en terreno, verificación de estabilidad, promediado y finalmente las correcciones por factor de potencia, humedad y temperatura tal como indica el Anexo Técnico.

Adicionalmente, se han realizado los cálculos de incertidumbre total del resultado, tanto para el valor de potencia bruta corregida como para el valor de potencia neta corregida, siguiendo los lineamientos establecidos en la norma aplicable ASME PTC19.1.



Finalmente, se determinó un valor de **Potencia Máxima Bruta de 10.31 MW** para la unidad TG4 de la Central Térmica Nueva Aldea II operando en combustible diésel correspondiendo el siguiente desglose de valores:

Resumen de resultados Nueva Aldea II TG4 – Diésel		
Potencia Máxima	Bruta Medida [kW]	10224.99
	Bruta Corregida [kW]	10313.88
	Neta Medida [kW]	9796.67
	Neta Corregida [kW]	9885.55
Servicios Auxiliares	Potencia [kW]	428.32



3 OBJETIVO GENERAL Y RESPONSABLES DE LA PRUEBA

3.1 Objetivo

El Anexo Técnico indica que se debe determinar por ensayo el valor de Potencia Máxima que será aquel valor de potencia activa bruta que sea sostenible durante al menos 5 horas, dentro del período de medición de la prueba y en conformidad con el protocolo de prueba.

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 de la Potencia Máxima de la unidad TG4 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 descritas 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.

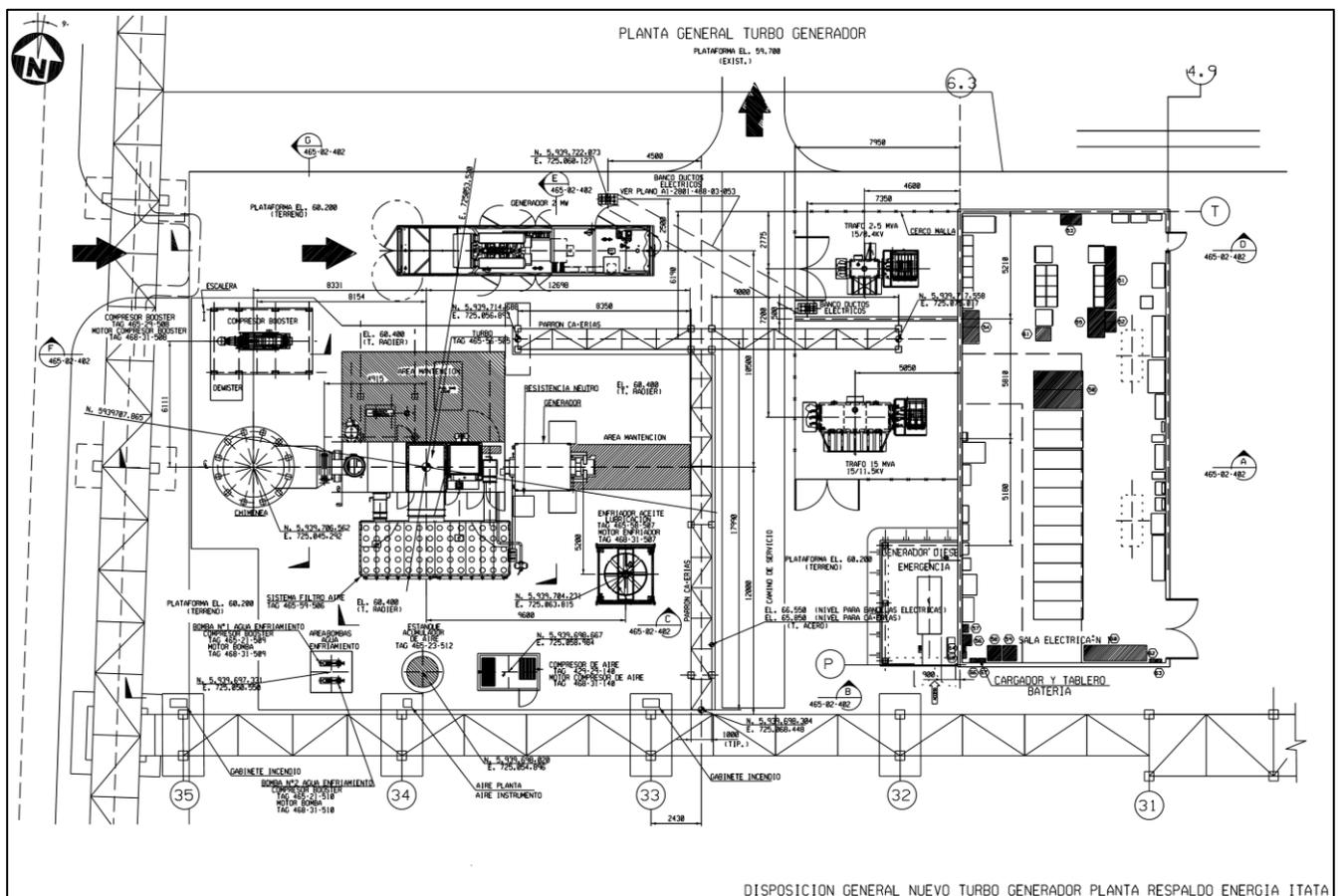


Figura 4.1 – Plano de disposición general de planta



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

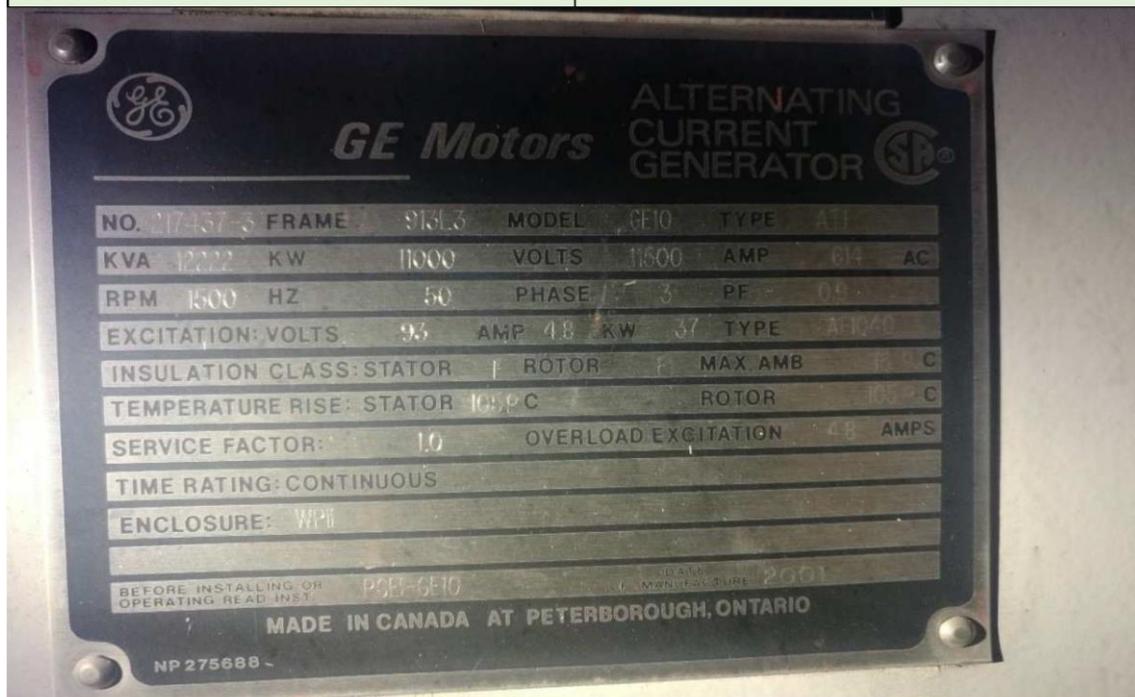


Figura 4.3 – Datos de placa del generador



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”, se consideran los siguientes valores de potencia máxima esperables para la unidad de la Central Nueva Aldea II:

Unidad	Potencia Máxima [kW]
Nueva Aldea II – U1	10755.8

Tabla 4.2 – Valores base de potencia para 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%
Factor de potencia	0.95

Tabla 4.3 – Condiciones nominales de referencia



4.3.1 Curvas de corrección

Curva de corrección por temperatura ambiente

A partir de la información detallada en el documento “Curvas.pdf”, se presenta la curva de corrección de la potencia referenciada a la temperatura ambiente:



Generator Output Capability vs. Ambient Air Temperature

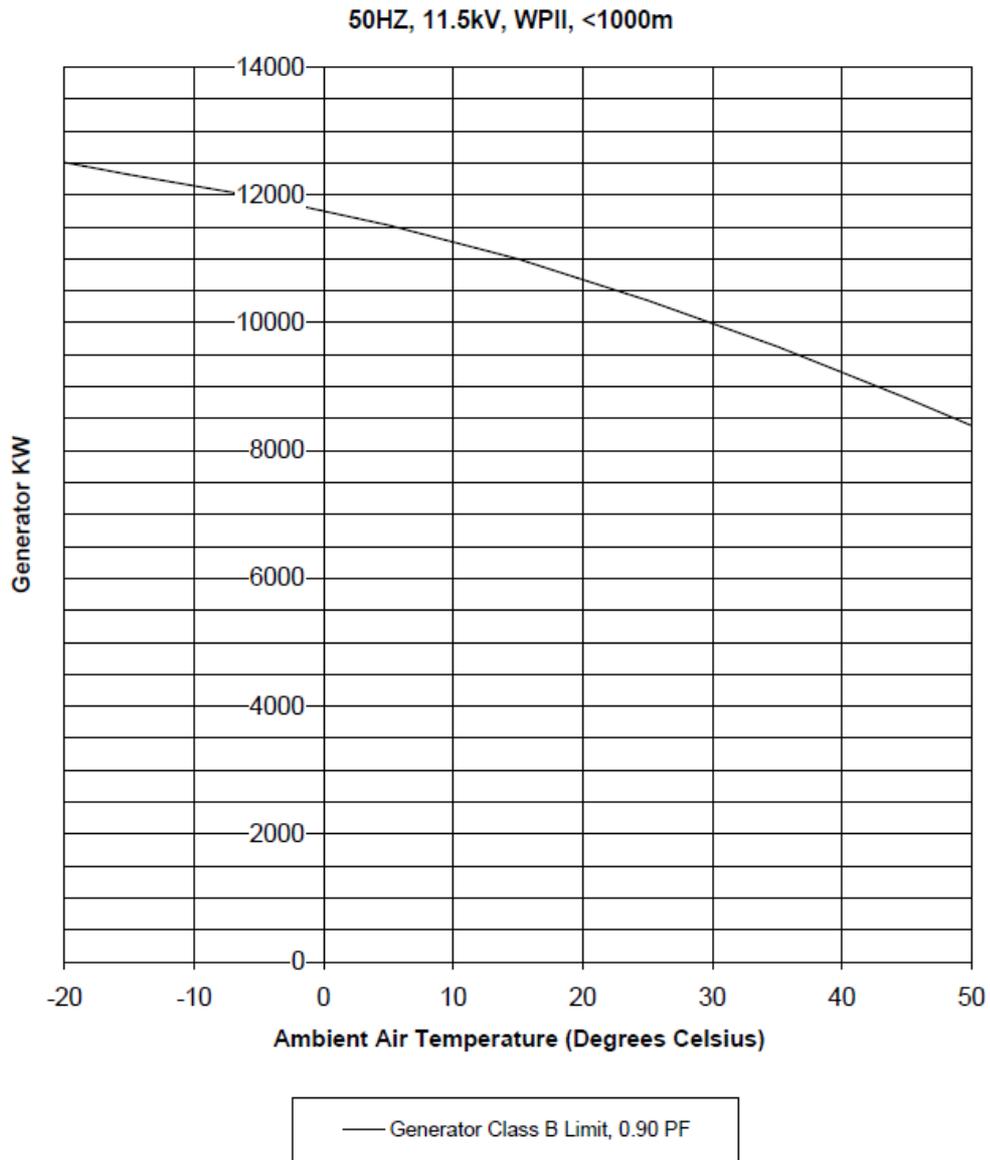


Figura 4.5 – Curva de corrección por temperatura ambiente



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 utiliza el antecedente de una máquina similar. Se utilizará la siguiente curva disponible públicamente².

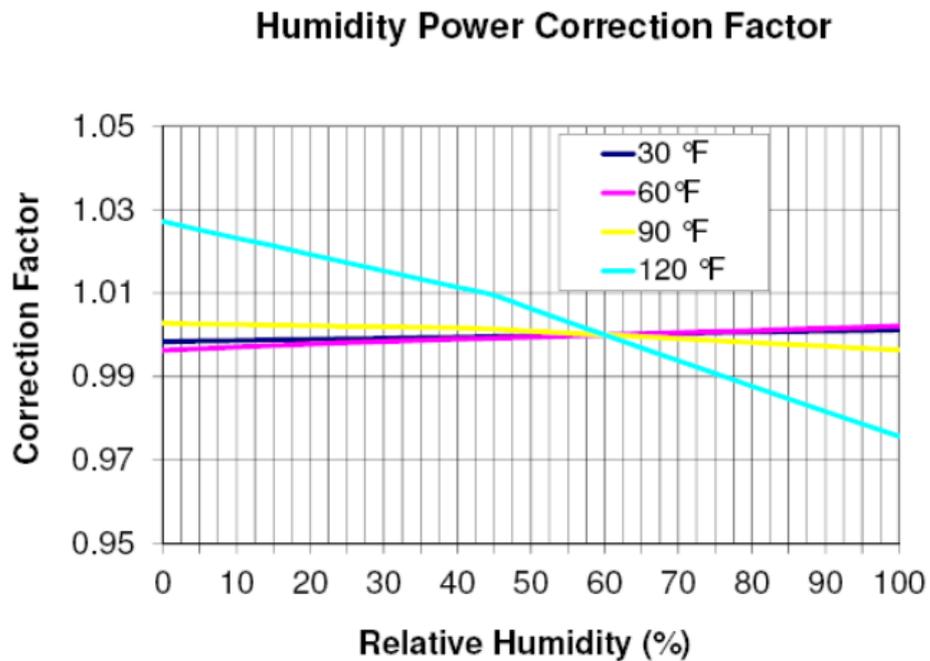


Figura 4.6 – Curva de corrección por humedad relativa

² Informe-Técnico-Final-Prueba-de-Potencia-Máxima-de-Central-Newen: <https://www.coordinador.cl/wp-content/old-docs/2018/08/Informe-Técnico-Final-Prueba-de-Potencia-Máxima-de-Central-Newen.pdf>



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 utiliza el antecedente de una máquina similar. Se utilizará la siguiente curva disponible públicamente².

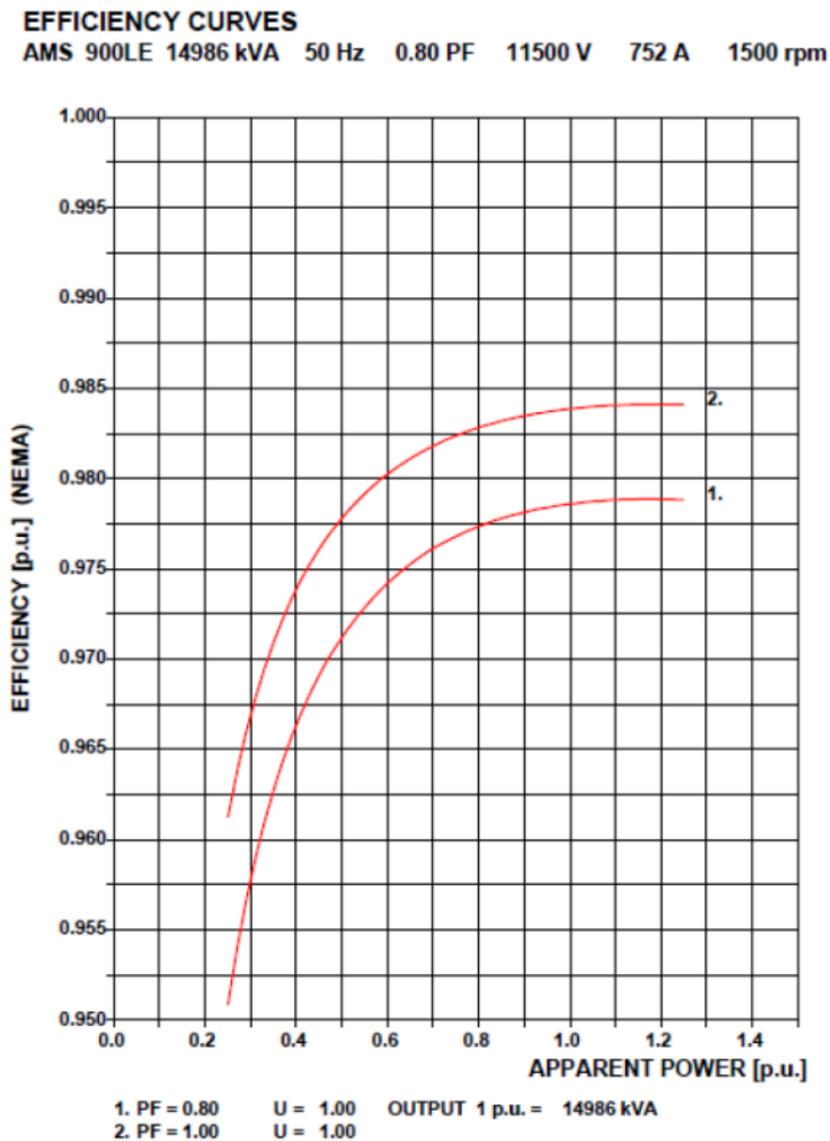


Figura 4.7 – Curva de corrección por factor de potencia

4.3.2 Metodología de corrección

Para las correcciones del valor de potencia bruta se utilizará, 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.

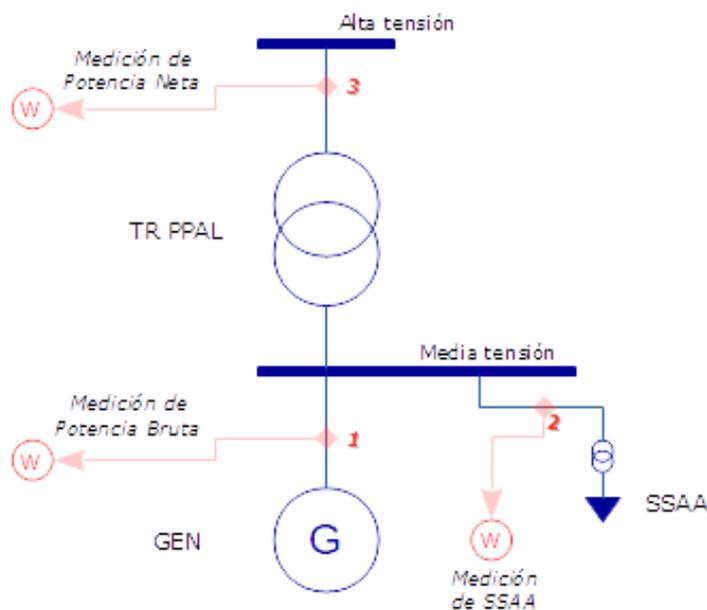


Figura 4.8 – Unilineal de planta esquemático

4.4.1 Metodología

Se realizó la medición de potencia bruta y factor de potencia en bornes del generador tal como se solicita en el Anexo Técnico. La potencia de los servicios auxiliares se calcula 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 el Coordinado ha informado que utilizará 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 ha 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 entregados antes de las pruebas y se encuentran anexados en el presente informe.

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 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 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

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 solicitó 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 muestreo 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. No obstante, en la condición de carga base la potencia de salida es controlada el lazo de la limitación de temperatura del



regulador de velocidad y no se ve afectada por las variaciones de frecuencia de la red.

- 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 Carga Base.

En dicho punto se verificaron las condiciones de prueba establecidas en Tabla 4.1 del procedimiento, las cuales son: lazo de control activo correspondiente a limitación por temperatura, se mantuvo operativo el control primario de frecuencia y se ajustó el factor de potencia a 0.95 controlando en modo factor de potencia.

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	12/oct/2021 16:12 Hs
Inicio del período de estabilización	17:02 Hs
Fin del período de estabilización	18:00 Hs
Inicio del período de prueba	18:00 Hs
Fin del período de prueba	23:00 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 5 horas divididas en 10 test run de 30 minutos. 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		ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run n°	Hora		18:00	18:30	19:00	19:30	20:00	20:30	21:00	21:30	22:00	22:30
Verificación de condiciones de estabilidad												
P _{Neta}	Potencia Neta medido en Alta	0.65%	0.54%	0.54%	0.49%	0.47%	0.44%	0.48%	0.49%	0.43%	0.46%	0.45%
P _{BRUTA}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	0.65%	0.39%	0.41%	0.41%	0.42%	0.28%	0.26%	0.27%	0.33%	0.29%	0.25%
T _{AA}	Temperatura aire aspiración	0.7°C	0.16°C	0.06°C	0.12°C	0.19°C	0.12°C	0.13°C	0.05°C	0.10°C	0.08°C	0.06°C
Frec	Velocidad de Rotación	0.33%	0.16%	0.07%	0.08%	0.07%	0.07%	0.04%	0.08%	0.06%	0.03%	0.05%
Fuel Flow	Caudal de combustible	0.65%	0.12%	0.12%	0.15%	0.07%	0.11%	0.07%	0.08%	0.09%	0.07%	0.08%
Estabilidad	¿Se cumplen los criterios para todas las variables?		SI									

Tabla 5.3 – Verificación de estabilidad para la unidad TG4

Todos los test run registrados verificaron las condiciones de estabilidad y se han utilizado 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, determinando los test run aptos para ser considerados en el cálculo final del valor de potencia bruta.

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:

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

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		ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run n°	Hora		18:00	18:30	19:00	19:30	20:00	20:30	21:00	21:30	22:00	22:30
Variables Primarias												
FP	Factor de potencia en bornes de máquina	-	0.947	0.947	0.950	0.948	0.947	0.950	0.950	0.947	0.950	0.947
P_{BRUTA}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	[MW]	9.80	9.93	10.03	10.15	10.24	10.33	10.38	10.40	10.49	10.51
P_{Neta}	Potencia Neta medido en Alta	[MW]	9.38	9.51	9.61	9.73	9.81	9.90	9.95	9.96	10.05	10.07
$T_{ambiente}$	Temperatura Ambiente	[°C]	20.36	19.51	18.61	17.59	16.07	15.09	14.69	14.21	13.51	12.99
RH	Humedad relativa	[%]	32.14	34.57	40.00	43.86	49.43	50.86	51.29	53.43	57.43	60.71
Determinación pérdidas totales												
$L_{TOTALES}$	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos (SSAA)	[kW]	422.90	420.55	418.54	424.47	425.47	434.66	429.78	435.61	435.43	435.84

Tabla 6.1 – Cálculos de potencia de pérdidas para la unidad TG4



6.3 Correcciones aplicables a la potencia bruta

Las correcciones mencionadas en este capítulo fueron aplicadas a cada uno de los períodos (test run) registrados y válidos de acuerdo con las condiciones de estabilidad (10 períodos) y el resultado final resultó del promedio de todos ellos.

Según lo establece el anexo técnico pueden aplicarse correcciones por:

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

Los factores de corrección de cada una de las magnitudes antes mencionadas, y para cada período, se obtuvieron de las curvas indicadas en la sección 4.3.1.

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

$$P_{Bruta,Corr} = (P_{Bruta} - L_{FP}) \times \frac{F_{Temp_rated}}{F_{Temp_meas}} \times \frac{F_{RH_rated}}{F_{RH_meas}}$$

Dónde:

- $P_{Bruta,Corr}$: Potencia Bruta Corregida
- P_{Bruta} : Potencia Bruta Medida
- 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 $FP = 0.95$. Se calcula como la diferencia de potencia entre la correspondiente al FP del ensayo menos la potencia correspondiente al FP de referencia ambos valores obtenidos de las curvas de la sección 4.3.1.
- F_{Temp_rated} : Factor de corrección de la potencia activa por temperatura del aire obtenido de las curvas de la sección 4.3.1 referido al valor nominal.
- F_{Temp_meas} : Factor de corrección de la potencia activa por temperatura del aire obtenido de las curvas de la sección 4.3.1 referido al valor medido.
- F_{RH_rated} : Factor de corrección de la potencia activa por Humedad Relativa obtenido de las curvas de la sección 4.3.1 referido al valor nominal.
- F_{RH_meas} : Factor de corrección de la potencia activa por Humedad Relativa obtenido de las curvas de la sección 4.3.1 referido al valor medido.



La Tabla 6.2 detalla las correcciones realizadas para la unidad TG4.

Períodos			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run n°	ref											
Hora			18:00	18:30	19:00	19:30	20:00	20:30	21:00	21:30	22:00	22:30
Variables Primarias												
FP	Factor de potencia en bornes de máquina	-	0.947	0.947	0.950	0.948	0.947	0.950	0.950	0.947	0.950	0.947
P _{BRUTA}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	[MW]	9.80	9.93	10.03	10.15	10.24	10.33	10.38	10.40	10.49	10.51
P _{Neta}	Potencia Neta medido en Alta	[MW]	9.38	9.51	9.61	9.73	9.81	9.90	9.95	9.96	10.05	10.07
T _{ambiente}	Temperatura Ambiente	[°C]	20.36	19.51	18.61	17.59	16.07	15.09	14.69	14.21	13.51	12.99
RH	Humedad relativa	[%]	32.14	34.57	40.00	43.86	49.43	50.86	51.29	53.43	57.43	60.71
Correcciones a la Potencia Bruta												
L _{FP}	Diferencia en pérdidas por FP	[kW]	-0.798	-0.730	0.000	-0.594	-0.737	0.000	0.000	-0.873	0.000	-0.792
F _{TEMP_rated} / F _{TEMP_meas}	Factor de corrección por temperatura	-	1.0329	1.0275	1.0219	1.0156	1.0064	1.0005	0.9985	0.9963	0.9930	0.9906
F _{RH_meas} / F _{RH_meas}	Factor de corrección por humedad	-	1.0014	1.0013	1.0011	1.0009	1.0005	1.0004	1.0004	1.0003	1.0001	1.0000
P_{Bruta, Corr}	Potencia Bruta corregida por los factores permitidos en el Anexo Técnico	[MW]	10.14	10.22	10.26	10.32	10.31	10.34	10.36	10.36	10.42	10.41

Tabla 6.2 – Correcciones a la Potencia Bruta para la TG4

6.4 Calculo de la potencia neta corregida

El cálculo mencionado en este capítulo se aplicó a cada uno de los períodos (test run) registrados (10 períodos) y el resultado final será el promedio de todos ellos.

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

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

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

Dónde:

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



Períodos

Test Run n°	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hora		18:00	18:30	19:00	19:30	20:00	20:30	21:00	21:30	22:00	22:30

Determinación pérdidas totales

L _{TOTALES}	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos (SSAA)	[kW]	422.90	420.55	418.54	424.47	425.47	434.66	429.78	435.61	435.43	435.84
----------------------	---	------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

Cálculo promedio final

P _{Bruta, Corr}	Valores utilizados para	[MW]	10.14	10.22	10.26	10.32	10.31	10.34	10.36	10.36	10.42	10.41
P _{Neta, Corr}	cálculo de promedio final	[MW]	9.72	9.80	9.84	9.89	9.88	9.91	9.94	9.93	9.98	9.97

Tabla 6.3 – Cálculos de Potencia Neta corregida para la unidad TG4

6.5 Cálculo del promedio final

Finalmente, se realiza el promedio final considerando la totalidad de los períodos de medición para obtener un valor final de **Potencia Máxima Bruta de 10.31 MW** y de *Potencia Máxima Neta de 9.89 MW* para la unidad TG4.

La Tabla 6.4 detalla los valores utilizados para los correspondientes promedios.

Períodos

Test Run n°	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hora		18:00	18:30	19:00	19:30	20:00	20:30	21:00	21:30	22:00	22:30

Cálculo promedio final

P _{Bruta, Corr}	Valores utilizados para	[MW]	10.14	10.22	10.26	10.32	10.31	10.34	10.36	10.36	10.42	10.41
P _{Neta, Corr}	cálculo de promedio final	[MW]	9.72	9.80	9.84	9.89	9.88	9.91	9.94	9.93	9.98	9.97

P _{MAX, Bruta}	Potencia Máxima Bruta	[MW]	10.31
P _{MAX, Neta}	Potencia Máxima Neta	[MW]	9.89

Tabla 6.4 – Promedio Final para la unidad TG4

6.6 Tabla Resumen general

Todos los cálculos presentados anteriormente se resumen a continuación.



Períodos	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run n°		18:00	18:30	19:00	19:30	20:00	20:30	21:00	21:30	22:00	22:30
Horas											
Variables Primarias											
Factor de potencia en bornes de máquina	-	0.947	0.947	0.950	0.948	0.947	0.950	0.950	0.947	0.950	0.947
Potencia Bruta medida en bornes de máquina	[MW]	9.80	9.93	10.03	10.15	10.24	10.33	10.38	10.40	10.49	10.51
Potencia Neta medida en Alta	[MW]	9.38	9.51	9.61	9.73	9.81	9.90	9.95	9.96	10.05	10.07
Temperatura Ambiente	[°C]	20.36	19.51	18.61	17.59	16.07	15.09	14.69	14.21	13.51	12.99
Humedad relativa	[%]	32.14	34.57	40.00	43.86	49.43	50.86	51.29	53.43	57.43	60.71
Variables Secundarias											
Velocidad de Rotación - Para estabilidad	[Hz]	49.95	49.91	49.89	49.90	49.94	50.06	50.04	49.94	50.05	50.06
Caudal de Combustible - Para estabilidad	[kg/s]	1.3484	1.3473	1.3444	1.3442	1.3461	1.3496	1.3500	1.3481	1.3504	1.3509
Temperatura aire aspiración	[°C]	20.25	18.86	17.82	16.50	15.68	14.98	14.45	13.91	13.38	12.95
Verificación de condiciones de estabilidad											
P _{Neta} Alta	0.65%	0.54%	0.54%	0.49%	0.47%	0.44%	0.48%	0.49%	0.43%	0.46%	0.45%
Potencia Bruta medida en bornes de máquina	0.65%	0.39%	0.41%	0.41%	0.42%	0.28%	0.26%	0.27%	0.33%	0.29%	0.25%
Temperatura aire aspiración	0.7°C	0.16°C	0.06°C	0.12°C	0.19°C	0.12°C	0.13°C	0.05°C	0.10°C	0.08°C	0.06°C
Velocidad de Rotación	0.33%	0.16%	0.07%	0.08%	0.07%	0.07%	0.04%	0.08%	0.06%	0.03%	0.05%
Caudal de combustible	0.65%	0.12%	0.12%	0.15%	0.07%	0.11%	0.07%	0.08%	0.09%	0.07%	0.08%
¿Se cumplen los criterios para todas las variables?		SI									
Determinación pérdidas totales											
Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos (SSAA)	[kW]	422.90	420.55	418.54	424.47	425.47	434.66	429.78	435.61	435.43	435.84
Correcciones a la Potencia bruta											
L _{FP}	[kW]	-0.798	-0.730	0.000	-0.594	-0.737	0.000	0.000	-0.873	0.000	-0.792
Factor de corrección por temperatura	-	1.0329	1.0275	1.0219	1.0156	1.0064	1.0005	0.9985	0.9963	0.9930	0.9906
Factor de corrección por humedad	-	1.0014	1.0013	1.0011	1.0009	1.0005	1.0004	1.0004	1.0003	1.0001	1.0000
P_{Bruta, Corr}	[MW]	10.14	10.22	10.26	10.32	10.31	10.34	10.36	10.36	10.42	10.41
Cálculo promedio final											
Valores utilizados para cálculo de promedio final	[MW]	10.14	10.22	10.26	10.32	10.31	10.34	10.36	10.36	10.42	10.41
Potencia Máxima Bruta	[MW]	9.72	9.80	9.84	9.89	9.88	9.91	9.94	9.93	9.98	9.97
Potencia Máxima Neta	[MW]	9.89									

Tabla 6.5 - Resumen general para la unidad TG4



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”, tanto para la potencia bruta como para la potencia neta de la unidad TG4.

En la Tabla 6.6 se presenta el cálculo de incertidumbre para la **Potencia Bruta Corregida**, en tanto en la Tabla 6.7, se presenta el cálculo de incertidumbre para la **Potencia Neta Corregida**, en ambos casos se ha considerado una certeza del 95%.

Cálculo de incertidumbre - Potencia Bruta

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_{BRUTA}	[kW]	10224.99	33.834	1450	1.960	75.14	0.889	1.008	75.76	1.76
$T_{ambiente}$	[°C]	16.3	0.32	7	2.447	0.1	0.12	61.61	6.16	18.44
RH	[%]	47.4	1.48	7	2.447	1%	0.56	-0.67	-0.01	-0.92
FP	[-]	0.948	0.0027	1461	1.960	0.007	0.0001	-273.03	-1.90	-0.04

U_R	78.26	[kW]
-------	--------------	------

Tabla 6.6 – Cálculo de incertidumbre para la potencia bruta corregida de unidad TG4

Cálculo de incertidumbre - Potencia Neta

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_{BRUTA}	[kW]	10224.99	33.834	1450	1.960	75.14	0.889	0.008	0.62	0.01
$T_{ambiente}$	[°C]	16.3	0.32	7	2.447	0.1	0.12	61.61	6.16	18.44
RH	[%]	47.4	1.48	7	2.447	1%	0.56	-0.67	-0.01	-0.92
FP	[-]	0.948	0.0027	1461	1.960	0.007	0.0001	-273.03	-1.90	-0.04
P_{Neta}	[kW]	9796.67	44.891	1515	1.960	33.94	1.205	1.000	33.94	2.36

U_R	39.24	[kW]
-------	--------------	------

Tabla 6.7 – Cálculo de incertidumbre para la potencia neta corregida de unidad TG4



7 CONCLUSIONES

Se realizó con éxito la prueba de Potencia Máxima en la unidad TG de la Central Térmica Nueva Aldea II utilizando combustible líquido.

La unidad fue capaz de sostener en forma estable la potencia en sus bornes de salida por un período de tiempo superior a las 5 horas.

Se determinó un valor de **Potencia Máxima Bruta de 10.31 MW** para la unidad TG4 Central Térmica Nueva Aldea II operando en combustible líquido correspondiendo el siguiente desglose de valores:

Resumen de resultados Nueva Aldea II TG4 – Diésel		
Potencia Máxima	Bruta Medida [kW]	10224.99
	Bruta Corregida [kW]	10313.88
	Neta Medida [kW]	9796.67
	Neta Corregida [kW]	9885.55
Servicios Auxiliares	Potencia [kW]	428.32



8 NORMATIVA

- Anexo Técnico: “Pruebas-de-Potencia-Máxima-en-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:	<u>EN217437</u>	CUSTOMER:	<u>GE ENERGY</u>							
GENERATOR SERIAL NO:	<u>217437-3</u>	LOCATION:	<u>SANTIAGO, CHILE</u>							
GE REQUISITION NO:	<u>9285-95337</u>	PRIME MOVER:	<u>GE10 GAS TURBINE</u>							
GENERATOR RATING:	TYPE	<u>ATI</u>	POLES	<u>4</u>	KW	<u>11000</u>	KVA	<u>12222</u>	RPM	<u>1500</u>
	VOLTS	<u>11500</u>	PHASE	<u>3</u>	HZ	<u>50</u>	PF	<u>0.90</u>	AMPS	<u>614</u>
ALLOWABLE TEMPERATURE RISE:			STATOR	<u>105</u>	° C BY RTD					
(Above 15 °C Ambient)			ROTOR	<u>105</u>	° C BY RESISTANCE					
BRUSHLESS EXCITER FIELD DATA:										
Field Resistance @ 25 °C	<u>14.3</u>	Ohms								
Field Amps at Rated Load	<u>4.8</u>	Amps (DC)								
Field Voltage at Rated Load and 120°C	<u>93</u>	Volts (DC)								
Minimum Field Amps *	<u>1.2</u>	Amps (DC)								
Minimum Field Volts	<u>18</u>	Volts (DC)								
REGULATOR:										
Manufacturer: Basler Electric										
Type: SSR125 with power fed from shaft mounted permanent magnet generator										
SUGGESTED TEMPERATURE SETTINGS FOR PROTECTIVE EQUIPMENT:										
Using	<u>100</u>	Ohm Platinum Bearing RTD's	ALARM	<u>85</u>	TRIP	<u>95</u>	° C			
Using	<u>100</u>	Ohm Platinum Stator RTD's		<u>125</u>		<u>135</u>	° C			
TECHNICAL DATA**:										
Xd	<u>1.97</u>	X'd	<u>0.30</u>	X''d	<u>0.21</u>	SCR	<u>0.55</u>			
X2	<u>0.24</u>	X0	<u>0.08</u>	Xq	<u>0.97</u>	X''q	<u>0.28</u>			
T'do	<u>6.5 s</u>	T'd	<u>1.0 s</u>	T''d	<u>0.06 s</u>	Ta	<u>0.2 s</u>			
Calculated Efficiency:	100% Load	<u>98.0%</u>	75% Load	<u>97.9%</u>	50% Load	<u>97.5%</u>				
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

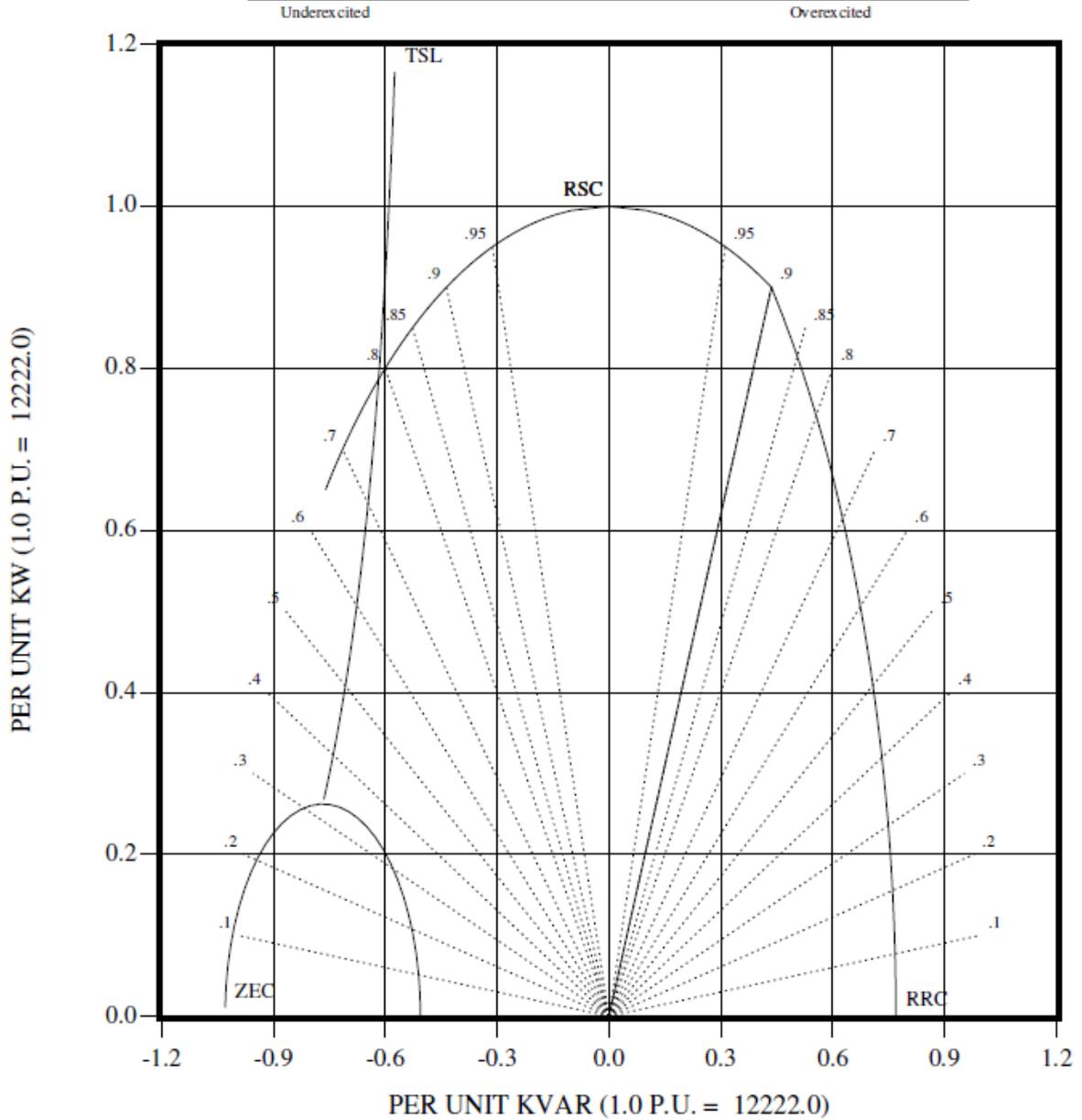


CUSTOMER: GE ENERGY / ARAUCO
ENGINEER: C. S.
KVA: 12222.0 VOLTS: 11500.0

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.

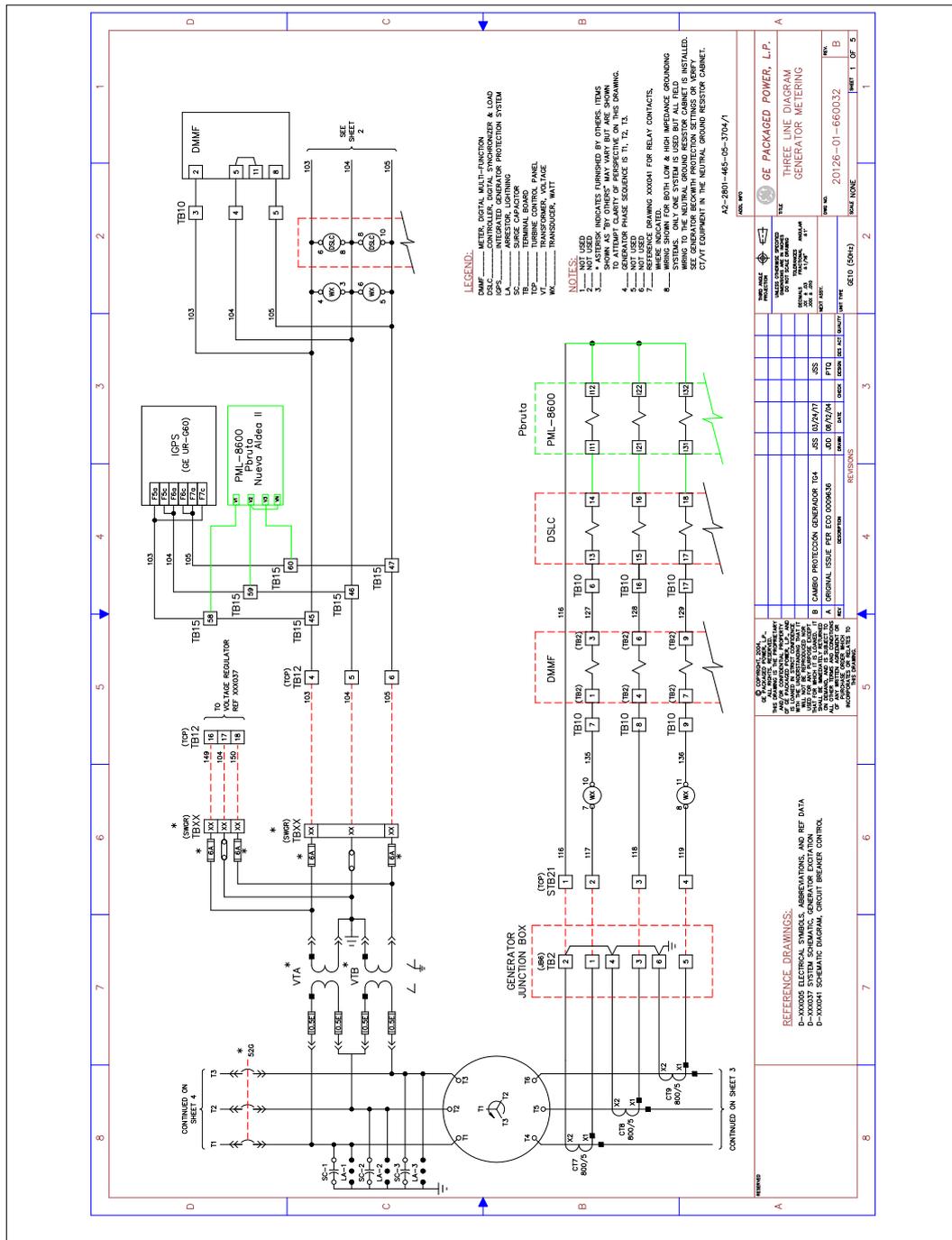


Figura 9.3 – Diagrama trifilar para mediciones de potencia bruta



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.

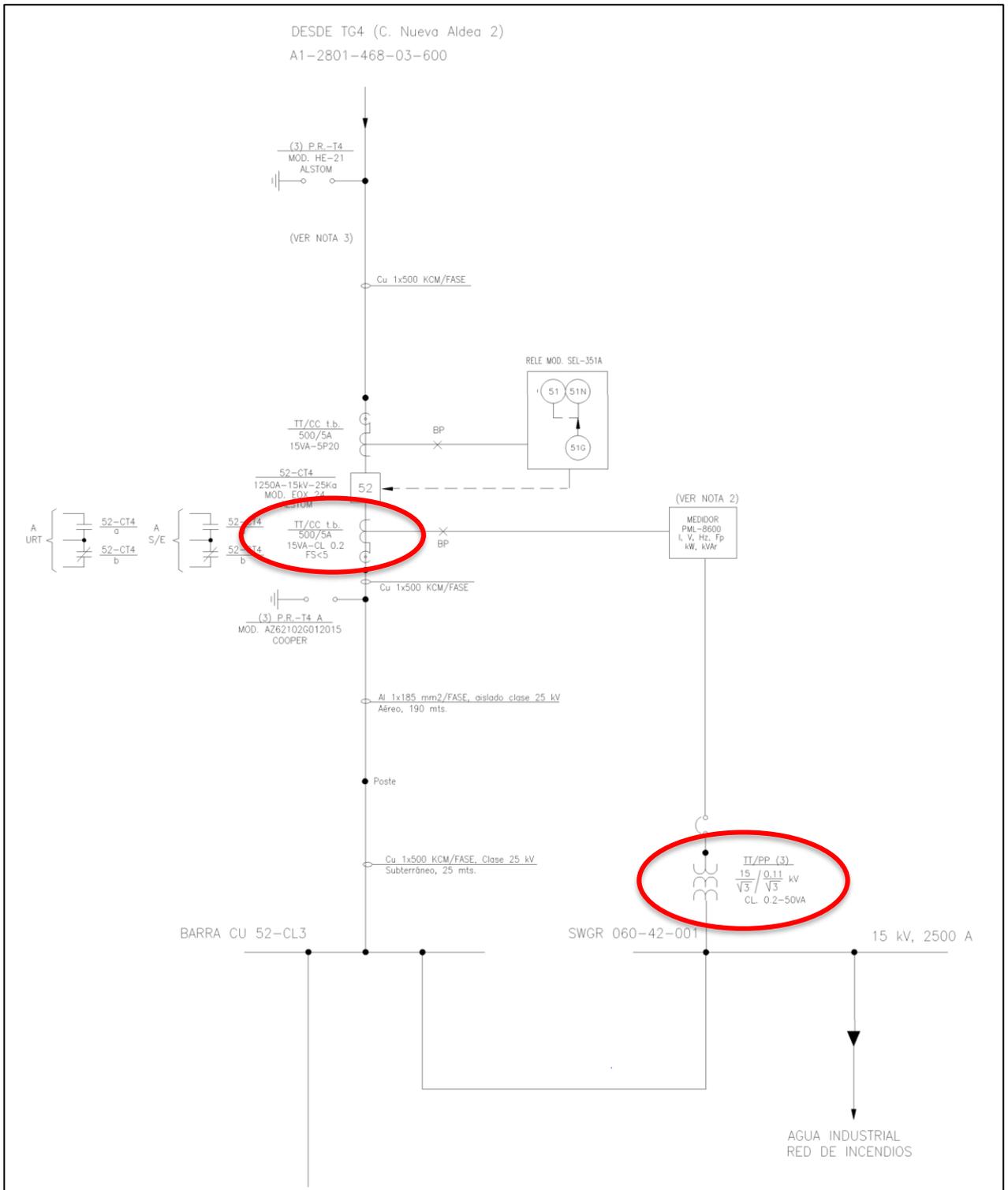


Figura 9.4 - Unilínea para mediciones de potencia neta



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

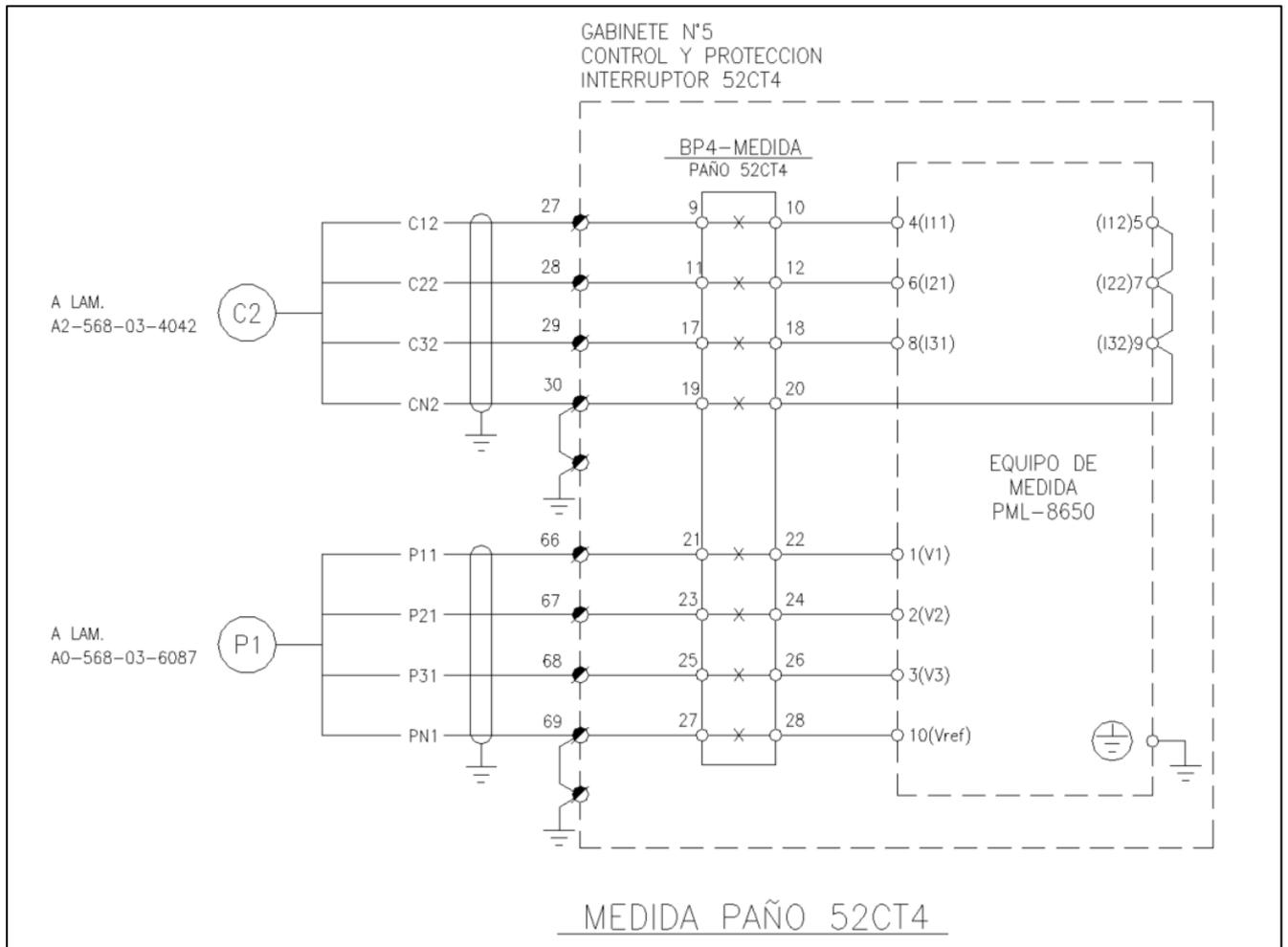


Figura 9.5 - Borneras de conexión para medición de potencia neta



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 Temperatura de aire de entrada al compresor

Para la medición de temperatura de aire de entrada al compresor, se han utilizado las termocuplas instaladas en la unidad. A continuación, se presenta el diagrama de mediciones, donde se han marcado en un círculo rojo las termocuplas consideradas (CT-IA-1 y CT-IA-2).

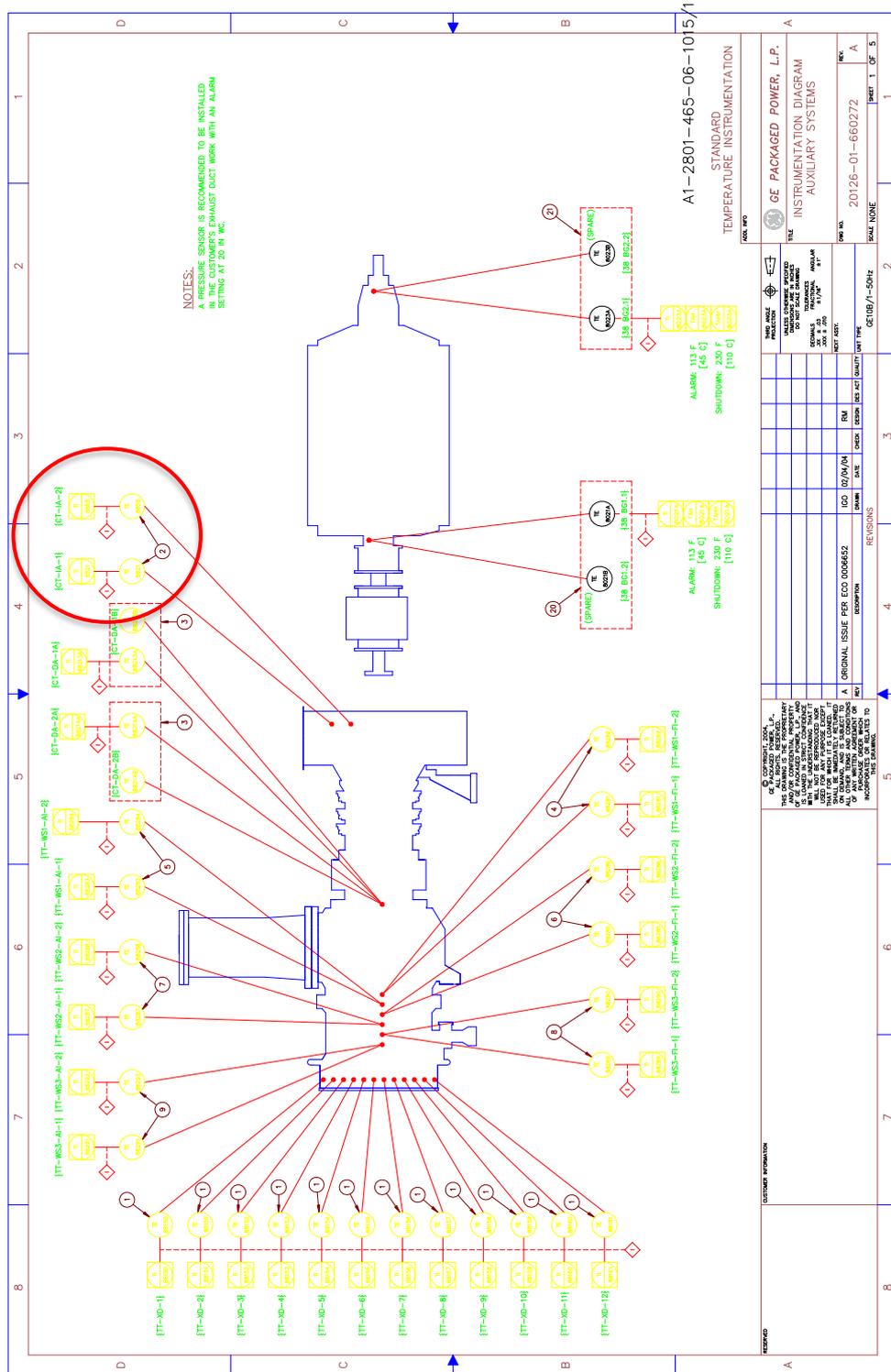


Figura 9.7 – Medición de temperatura de aire de entrada a compresor



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 EZE^{NTIS}

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



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



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)



TECNET
Grupo EZENTIS

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	0.085	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	-0.068	-0.068	± 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.

 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		 Mauricio Soto Viveros Jefe de Laboratorio
 Sello del 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)



9.4 Acta de ensayos

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

<p style="text-align: center;">ESTUDIOS ELECTRICOS </p> <p style="text-align: center;">ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA</p>			
ACTA DE ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA			
Fecha	12/10/2021	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		
	Claudio Torres – Supervisor Turbos Gas		
	Daniel Piña Silva – Despachador		
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		
	Federico Deledda – Experto Técnico		
www.estudios-electricos.com			

Figura 9.16 – Acta de tareas (1 de 3)



ESTUDIOS ELECTRICOS 
ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

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 las unidades	<i>Detenida</i>	Arranque de la unidad (fecha-hora)	12/10/2021 16:12 Hs
Inicio del período de estabilización	17:02 Hs	Fin del período de estabilización	18:00 Hs
Inicio del período de prueba Potencia Máxima	18:00 Hs	Fin del período de prueba Potencia Máxima	23:00 Hs
Protocolo aplicable	<i>EE-EN-2021-1710 Rev B Combustible Diesel</i>	Desvíos del protocolo	<i>No</i>

Instrumental

Magnitud	Descripción de equipos y punto de conexión
Potencia neta	<i>ION 8650 – N° Serie: MW-2010A540-02. Equipo de medida de planta conectado a TTCC y TTPP clase 0.2.</i>
Potencia bruta y factor de potencia	<i>ION 8600 – N° Serie: PT-0805A088-01. Equipo de medida de planta conectado a TTCC y TTPP clase 0.5.</i>
Potencia SSAA	<i>No se mide.</i>
Humedad relativa y temperatura ambiente	<i>Oregon Scientific – N° Serie: 351930252. Estación meteorológica portátil instalada en planta.</i>

www.estudios-electricos.com

Figura 9.17 – Acta de tareas (2 de 3)



ESTUDIOS ELECTRICOS 
ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

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 potencia máxima:

Período	1	2	3	4	5
Potencia Bruta [MW]	9.86	10.08	10.27	10.38	10.49

Para el mismo período la temperatura ambiente experimento una variación entre 20.4°C y 13°C.

Observaciones

Desvíos del protocolo: No se registraron desvíos.

Desarrollo de la prueba: La unidad logra controlar de manera estable su potencia en bornes desde la sincronización hasta el fin de la prueba. En total se registraron 5 horas en condiciones de potencia máxima luego de finalizado el periodo de estabilización.

Durante el desarrollo de las pruebas la unidad se operó en carga base (Control por temperatura – Exhaust Temp Control Active) a máxima potencia, 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. 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 verificó con éxito que la unidad puede operar a máxima potencia por un período superior a las 5 horas requeridas en el Anexo Técnico. Se obtuvieron los datos necesarios para realizar el cálculo formal del valor de Potencia Máxima.

www.estudios-electricos.com

Figura 9.18 – Acta de tareas (3 de 3)



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	Contacto (s) : Alejandro Hernandez	Email : aehv@yahoo.es
Identificación de la Muestra : 8910	Dirección : Pedro Luna 3425-Los Canelos-San Pedro de la Paz-Concepción	Ref. Cliente : COTICH21-257
N° de Sello : 7148	Fecha de Recepción de Muestra : 18/10/2021	Fecha Inicio de Análisis : 21/10/2021
Muestra Obtenida por ⁽²⁾ : Cliente	Fecha Término de Análisis : 21/10/2021	Análisis realizados en : Laboratorio OTI
Ubicación del Muestreo : Concepción, Chile	Fecha de Emisión de Reporte : 21/10/2021	
Tipo de Muestreo : Muestra Puntual		
Fecha de Muestreo : 12-10-2021 20:00		
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	Especificaciones
Poder Calorífico Bruto (Superior)	Kcal/Kg	ASTM D4868-17	Infomar
Poder Calorífico Neto (Inferior)	Kcal/Kg	ASTM D4868-17	Infomar
Gravedad API	°API	ASTM D405 2-18a	Infomar
Gravedad Especifica 60/60		ASTM D405 2-18a	Infomar
Densidad a 15 °C	Kg/m ³	ASTM D405 2-18a	Infomar
Peso Molecular Estimado		ASTM D2502-14 (19) e1	Infomar
*** 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, reactivos y otros instrumentos o materiales utilizados tal como se presentan.
 OIL TEST INTERNACIONAL DE CHILE S.A. no es responsable de cualquier información proporcionada por el cliente que pueda afectar la validez de los resultados de análisis.
 * Encabezado de Atestiguado Aprobado ISO 17025:2017
 ** Ensayos submatricados 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 9.19 – 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

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

<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 cuenta para verificar el cumplimiento de las especificaciones detalladas, sin aceptar ninguna responsabilidad adicional por parte de nuestro laboratorio.
 (3) Nuestra responsabilidad es el ATESTIGUAMIENTO de Análisis en virtud de 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 sistemas de medición y que acepta los datos de calibración, reactivo y otros instrumentos o materiales 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.
 * Ensayo dentro del Alcance de Acreditación ISO 17025:2017
 ** Ensayo fuera del alcance de nuestro 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 9.20 – Análisis de combustible (2 de 2)



Esta página ha sido intencionalmente dejada en blanco