

Empresa: Coordinador Eléctrico Nacional

País: Chile

Proyecto: Central Térmica Constitución 1

Descripción: Informe de Pruebas de Potencia Máxima

Código de Proyecto: EE-2021-017

Código de Informe: EE-EN-2022-0477

Revisión: D



19 de julio de 2022



Este documento EE-EN-2022-0477-RD 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 75 páginas y ha sido guardado por última vez el 19/07/2022 por Federico García, sus versiones y firmantes digitales se indican a continuación:

Rev.	Fecha	Comentarios	Realizó	Revisó	Aprobó
A	14/04/2022	Para presentar.	FG	AC	PR
B	06/06/2022	Se atienden observaciones del Coordinador.	FD	AC	PR
C	13/07/2022	Se atienden observaciones del Coordinador.	FD	AC	PR
D	19/07/2022	Se atienden observaciones del Coordinador.	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.....	9
3.1	Objetivo.....	9
3.2	Condiciones Particulares.....	9
3.3	Experto Técnico.....	9
3.4	Representante empresa generadora.....	9
3.5	Representante del Coordinador Eléctrico Nacional.....	10
3.6	Observador de otro Coordinado.....	10
4	DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD Y CONDICIONES DE PRUEBA.....	11
4.1	Descripción general de la planta.....	11
4.2	Descripción de las unidades de generación.....	12
4.3	Estimación teórica de pérdidas en las unidades.....	14
4.4	Condiciones de referencia y curvas de corrección.....	15
4.4.1	Curvas de corrección.....	16
4.4.2	Metodología de corrección.....	18
4.5	Instrumentación y mediciones.....	18
4.5.1	Metodología.....	20
4.5.2	Instrumentación principal.....	21
4.5.3	Mediciones complementarias.....	22
4.6	Toma de muestras del combustible.....	22
5	REALIZACIÓN DE LA PRUEBA.....	23
5.1	Chequeos preliminares.....	23
5.2	Desarrollo de las pruebas.....	23
5.2.1	Verificaciones previas.....	24
5.3	Incremento de potencia, estabilización e inicio de las pruebas.....	25
5.4	Período de prueba.....	26
6	CALCULOS REALIZADOS Y RESULTADOS.....	27
6.1	Reducción de datos y estabilidad.....	27
6.2	Determinación de la potencia bruta a nivel planta.....	27



6.3	Determinación de la potencia de pérdidas totales	29
6.4	Correcciones aplicables a la potencia bruta.....	31
6.5	Cálculo referencial de la Potencia Neta	33
6.6	Cálculo del promedio final	34
6.7	Cálculo de pérdidas en las unidades	35
6.8	Tabla Resumen general.....	37
6.9	Cálculo de incertidumbre	39
7	CONCLUSIONES	40
8	NORMATIVA	42
9	ANEXOS	43
9.1	Hoja de datos de generadores	43
9.2	Motor eléctrico	45
9.3	Hoja de datos del transformador principal.....	46
9.4	Puntos de medición.....	47
9.4.1	Potencia bruta	47
9.4.2	Potencia neta	52
9.4.3	Humedad relativa y Temperatura ambiente	55
9.5	Certificados de calibración de instrumentos de medición.....	56
9.5.1	Potencia bruta/FP.....	56
9.5.2	Potencia neta	59
9.5.3	Humedad relativa y Temperatura ambiente.....	60
9.6	Registro manual de datos	62
9.7	Acta de ensayos.....	67
9.8	Análisis de combustible.....	70
9.9	Registro fotográfico.....	71
9.9.1	Potencia neta	71
9.9.2	Potencia bruta/FP.....	72
9.9.3	Estación meteorológica	74



1 INTRODUCCIÓN

El presente documento describe las tareas, ensayos y cálculos realizados para obtener el valor de **Potencia Máxima de la Central Térmica Constitución 1 operando en combustible 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 procedimiento:

EE-EN-2021-1353-RB_Procedimiento_Potencia_Maxima_CT_Constitucion_1

La Central Térmica Constitución 1 pertenece a Elektra Generación S.A., está ubicada en la comuna de Constitución en la región Maule y consta de seis (6) moto-generadores Diesel Caterpillar.



2 RESUMEN EJECUTIVO

En la etapa de diseño del procedimiento 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 PTC 17.

Las pruebas se realizaron el 15 de marzo de 2022 en presencia de Rigoberto Ferrer por parte del Coordinado (Elektra Generación S.A.) y Federico García como Experto Técnico (Estudios Eléctricos).

La prueba de Potencia Máxima se realizó con todas las unidades de la central operando de forma simultánea. Para el registro de la potencia bruta se seleccionaron 2 unidades (G5 y G9).

Todas las unidades, excepto la unidad G8, logran controlar en forma estable su potencia en bornes desde la sincronización hasta el fin de la prueba. A las 20:50 hs la unidad G8 salió de servicio por un tiempo aproximado de 5 minutos. Para completar el periodo de prueba de 5 horas, se consideró estirar las pruebas por 10 minutos más en acuerdo con el Coordinador. En total se registraron 5 horas y 10 minutos en condiciones de potencia máxima luego de finalizado el período de estabilización.

Durante el desarrollo de las pruebas las unidades se operaron a máxima potencia con factor de potencia igual a uno. Los datos de temperatura ambiente, humedad relativa y presión barométrica fueron tomados en forma manual cada 5 minutos.

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



Finalmente, se determinó un valor de **Potencia Máxima Bruta** de **9,593 MW** para la Central Térmica Constitución 1 operando en combustible diésel. Adicionalmente se determinaron los valores de **Potencia Máxima Bruta** para las unidades G5 y G9 respectivamente.

Resumen de resultados CT Constitución 1 – Central Completa		
Potencia Máxima	Bruta Medida [MW]	9,618
	Bruta Corregida [MW]	9,593
	Neta Medida [MW]	9,037
	Neta Corregida [MW]	9,012
Pérdidas en la red interna	Potencia [MW]	0,581

Tabla 2-1 – Resumen de resultados - Central completa

Resumen de resultados CT Constitución 1 - Unidad G5		
Potencia Máxima	Bruta Medida [kW]	1588,89
	Bruta Corregida [kW]	1584,68
	Neta Medida [kW]	1506,21
	Neta Corregida [kW]	1502,00
Pérdidas en la red interna	Potencia [kW]	82,68

Tabla 2-2 – Resumen de resultados - Unidad G5

Resumen de resultados CT Constitución 1 - Unidad G9		
Potencia Máxima	Bruta Medida [kW]	1617,15
	Bruta Corregida [kW]	1612,94
	Neta Medida [kW]	1506,21
	Neta Corregida [kW]	1502,00
Pérdidas en la red interna	Potencia [kW]	110,94

Tabla 2-3 – Resumen de resultados - Unidad G9

Considerando que todas las unidades son de iguales características, la siguiente tabla presenta los valores de **Potencia Máxima Bruta** y de **Potencia Máxima Neta** representativos para todas las unidades de la central. Los mismos se determinaron como un promedio de los valores de Potencia Máxima calculados para las unidades G5 y G9.

Resumen de resultados CT Constitución 1 - Unidad G5 a G10		
Potencia Máxima	Bruta Medida [kW]	1603,02
	Bruta Corregida [kW]	1598,81
	Neta Medida [kW]	1506,21
	Neta Corregida [kW]	1502,00
Pérdidas en la red interna	Potencia [kW]	96,81

Tabla 2-4 – Resumen de resultados – Valor representativo para todas las unidades



Las denominaciones empleadas para cada unidad difieren a las establecidas en la información oficial del Coordinador Eléctrico Nacional¹. Para despejar cualquier incertidumbre se establece la siguiente correspondencia:

Denominación Informe	Denominación CEN
G5	U1
G6	U2
G7	U3
G8	U4
G9	U5
G10	U6

Tabla 2-5 – Correspondencia de denominaciones

¹ <https://infotecnica.coordinador.cl/instalaciones/unidades-generadoras>



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 Constitución 1 el inspector sustituto fue el Sr Rigoberto Ferrer.

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 Central Térmica Constitución 1. 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 Elektra Generación S.A., el Coordinado, estuvo presente durante las pruebas el Sr. Rigoberto Ferrer 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. Adicionalmente, se contó con el soporte del Ing. Alejandro Larenas.



3.5 Representante del Coordinador Eléctrico Nacional

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

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 Constitución 1 pertenece a Elektra Generación S.A., está ubicada en la comuna de Constitución en la provincia Talca, región Maule y está compuesta por 6 unidades de combustión interna (motogeneradores).

La Central Térmica Constitución 1 está declarada como PMG “Pequeños medios de generación”, con una potencia máxima bruta aproximada de 9 MW². Se presenta a continuación, el plano de disposición general de la planta.

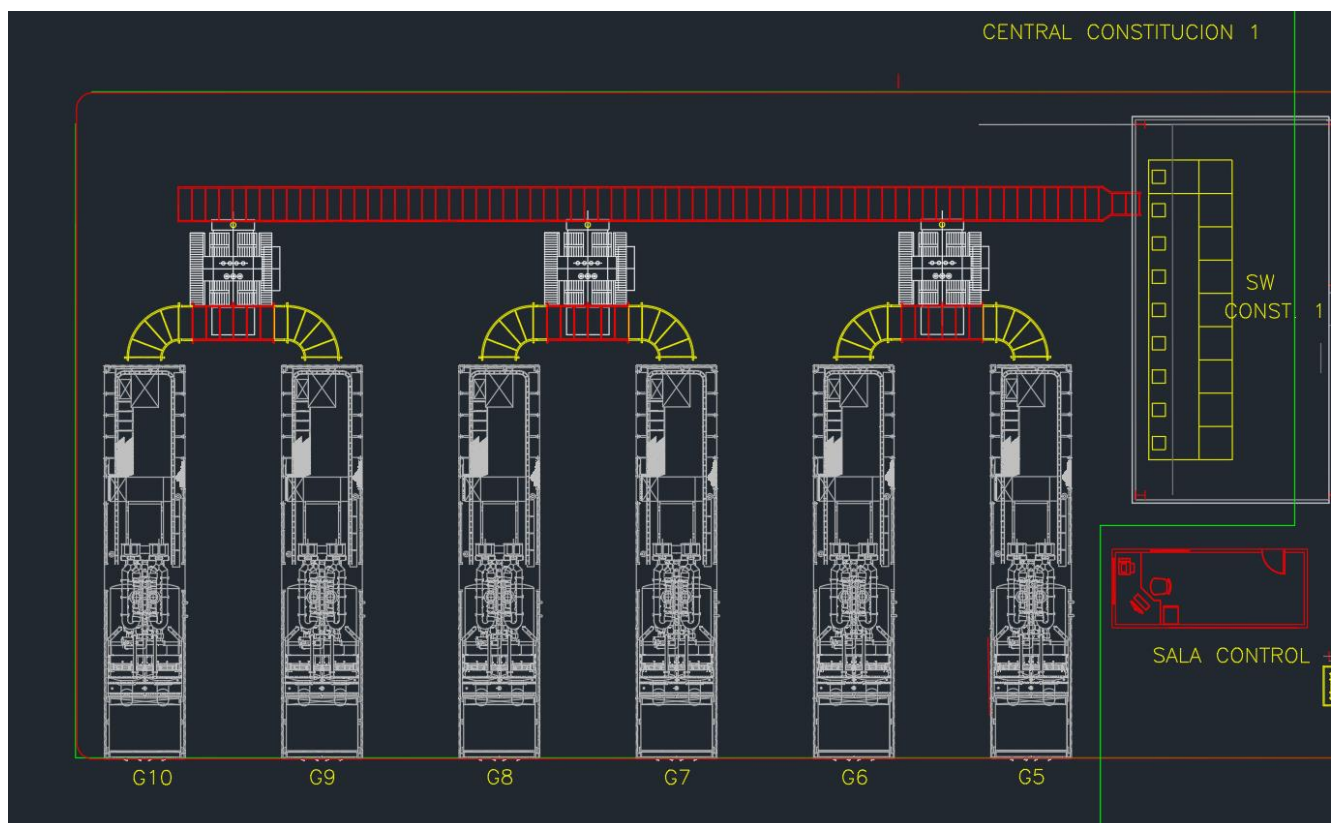


Figura 4-1 – Plano de disposición general de planta

² Fuente: <https://infotecnica.coordinador.cl/>



4.2 Descripción de las unidades de generación

Cada unidad está compuesta por un motor diésel Caterpillar Continuous modelo 3516, integrado con 4 motores de 20HP para su sistema de refrigeración y un generador con capacidad de entregar una potencia bruta aproximada de hasta 1600kW. Cada equipo está instalado en un contenedor insonorizado de 40 pies.

A continuación, se presentan las características de cada una de las unidades de la central.

Unidad	Modelo	Clasificación	Potencia Nominal [kVA]	Potencia Nominal [kW]
G5 – G10	Caterpillar 3516 (Iny. electrónica)	Continuous	2000	1600

Tabla 4-1 – Datos característicos de las unidades

Todas las unidades utilizan combustible Diésel. Cada grupo generador está equipado por un estanque auxiliar de combustible de 1000 lts.

En el Anexo 9.1 se puede encontrar la hoja de datos completa de los generadores. La placa característica de los motores del sistema de refrigeración se presenta en el anexo 9.2.

El transformador de SS.AA. 23/0.4 kV, compartido con la Central Maule, esta aguas arriba del punto de medida de potencia neta y son provistos por la distribuidora local. Por lo tanto, dichos consumos quedan por fuera del alcance de la prueba.

Se presenta a continuación el diagrama unilineal de la central y la conexión de las unidades a la Subestación Constitución 23kV.

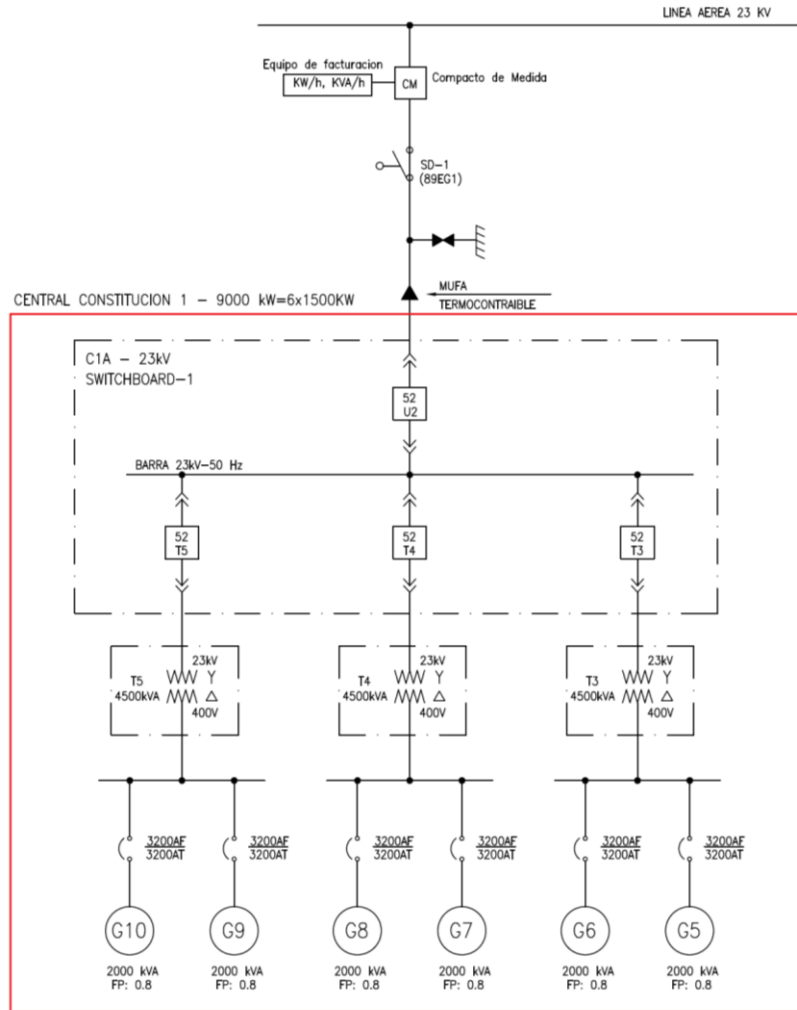


Figura 4-2 – Diagrama unilínea de la Central



4.3 Estimación teórica de pérdidas en las unidades

A continuación, se pretende estimar, de forma teórica, las pérdidas ocasionadas en los distintos transformadores de potencia de manera de poder contar con una valorización que permita asegurar que las mediciones indirectas realizadas para conocer estos valores sean consistentes.

Según el unifilar de planta presentado en la Figura 4-3, la central cuenta con tres transformadores principales de similares características. De la hoja de datos de los transformadores presentada en el Anexo 9.3 se pueden establecer que las pérdidas en cada transformador poseen el siguiente desglose:

<i>Pérdidas en transformador principal</i>	<i>Potencia estimada</i>
<i>Pérdidas en vacío</i>	<i>4.876 kW</i>
<i>Pérdidas en carga</i>	<i>53.742 KW</i>
<i>Pérdidas totales</i>	<i>58.618 kW</i>

Tabla 4-2 - Valores estimados de pérdidas en transformadores principales

Dado que a cada transformador principal acometen las salidas de dos generadores, se asignará a cada unidad la mitad de las pérdidas totales establecidas anteriormente.



4.4 Condiciones de referencia y curvas de corrección

A partir de la información recibida de la central, se indican en la siguiente tabla los valores de potencia máxima esperable a nivel unidad (6 unidades):

Unidad	Potencia Nominal
G5 – G10	1600 kW

Tabla 4-3 – Valores base de potencia a nivel unidad

De acuerdo con los parámetros declarados, la potencia máxima bruta esperable de la Central Térmica Constitución 1 es de 9 MW.

En la Tabla 4-4 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	Valor	Referencia
Altitud [msnm]	244	Condición de sitio ³
Temperatura ambiente [°C]	11.8	Condición de sitio Temperatura promedio ⁴
Factor de potencia	0.95	Anexo Técnico

Tabla 4-4 – Condiciones de referencia

³ Altitud del sitio. Fuente: Explorador Solar de la Universidad de Chile

⁴ Temperatura Promedio Anual. Fuente: Explorador Solar de la Universidad de Chile



4.4.1 Curvas de corrección

Curva de corrección por altura [mns] y temperatura ambiente

A partir de la información detallada en el documento “Cat 3516 Performance data (constitucion).pdf”, se presentan correcciones de la potencia referenciada por los parámetros que se encuentran a continuación:

- Corrección por presión barométrica o por altura m.s.n.m.
- Corrección por temperatura de aire de aspiración (Temperatura Ambiente).

Altitude Capability Data(Corrected Power Altitude Capability)						
Ambient Operating Temp.	50 F	68 F	86 F	104 F	122 F	NORMAL
A l t i t u d e						
0 F	2,307 hp	2,307 hp	2,307 hp	2,307 hp	2,307 hp	2,307 hp
984 F	2,307 hp	2,307 hp	2,307 hp	2,307 hp	2,250 hp	2,307 hp
1,640 F	2,307 hp	2,307 hp	2,307 hp	2,268 hp	2,197 hp	2,307 hp
3,281 F	2,307 hp	2,280 hp	2,205 hp	2,135 hp	2,068 hp	2,250 hp
4,921 F	2,221 hp	2,146 hp	2,075 hp	2,008 hp	1,946 hp	2,140 hp
6,562 F	2,088 hp	2,017 hp	1,950 hp	1,888 hp	1,829 hp	2,036 hp
8,202 F	1,962 hp	1,895 hp	1,832 hp	1,774 hp	1,719 hp	1,934 hp
9,843 F	1,843 hp	1,780 hp	1,721 hp	1,666 hp	1,613 hp	1,836 hp
10,499 F	1,796 hp	1,734 hp	1,678 hp	1,624 hp	1,573 hp	1,798 hp

Tabla 4-5 - Altitude Corrected Data – Modelo 3516 2000 kVA

Considerando la altitud (condición de sitio) informada en las condiciones de referencia de la Tabla 4-4, se observa que para la altitud de 244 msnm que equivalen a 800.525 ft la temperatura que afecta la potencia se da a partir de los 122 °F (50°C).

Como la temperatura ambiente (condición de sitio) es de 11.8 °C, se considera no aplicar correcciones a la potencia por altitud ni por temperatura ambiente.

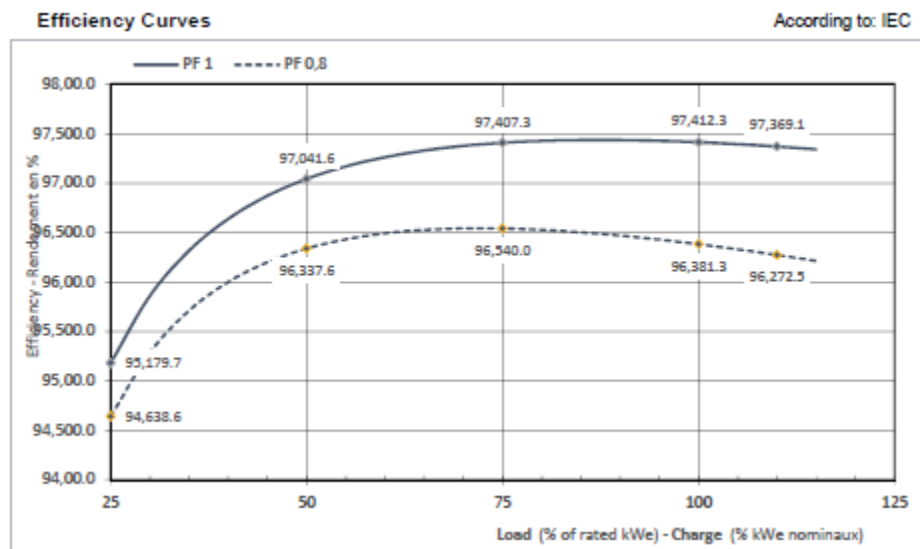


Corrección por Humedad Relativa

De acuerdo con la información provista por el fabricante estas unidades no cuentan con curvas de corrección por humedad relativa. Por lo tanto, no se considera aplicar correcciones a la potencia por humedad relativa.

Corrección por Factor de potencia

Siendo que el momento de elaborar el procedimiento el Coordinado no dispone de una curva de corrección de la potencia por factor de potencia, se propone utilizar el de una máquina similar. En este caso las partes estuvieron de acuerdo en utilizar la siguiente curva disponible públicamente⁵.



⁵ Informe-Técnico-Prueba-CEN-Los-Cóndores: <https://www.coordinador.cl/wp-content/uploads/2021/04/Informe-T%C3%A9cnico-Prueba-CEN-Los-C%C3%B3ndores.pdf>



4.4.2 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.

4.5 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 4-3 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 PTC 17 se describe la metodología propuesta.

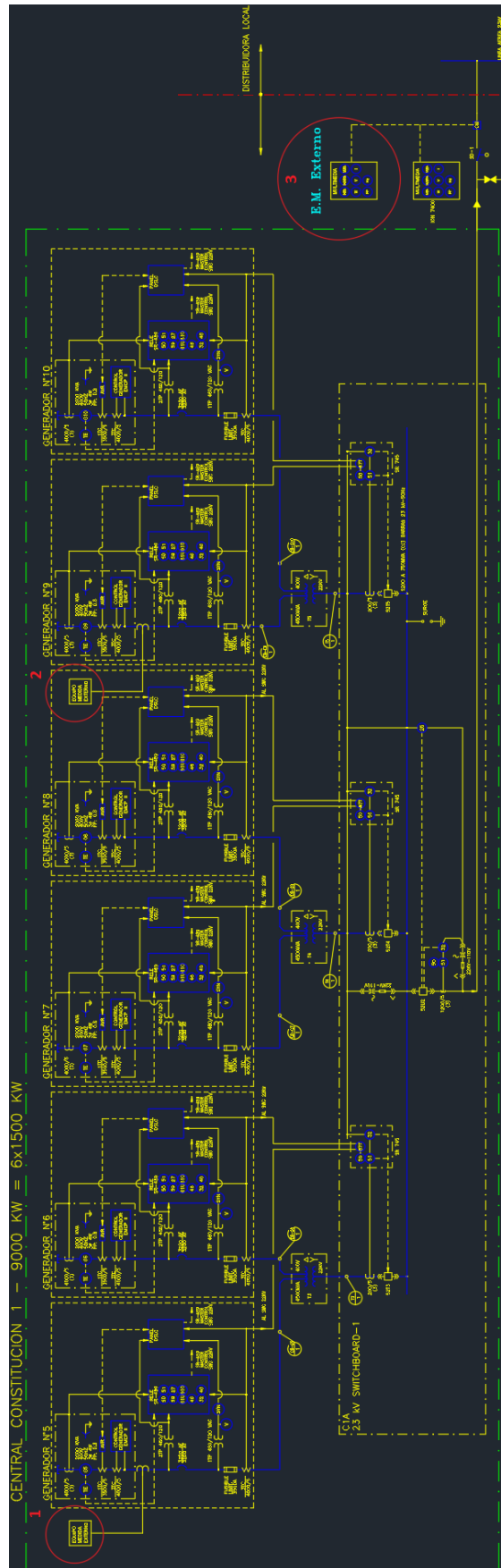


Figura 4-3 – Unilineal de planta



4.5.1 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 (en este caso serían solo pérdidas en la red interna) se calculó indirectamente a partir de la medición de la potencia neta.

De acuerdo con lo indicado por el Coordinador en el documento “PPM-CEN022-2021-CC-DCO-0 Respuestas a Consultas Pruebas PMax y CEN Elektragen.pdf”, las mediciones de potencia bruta se realizaron sobre 3 unidades. El Coordinado designó para las pruebas a las unidades G1, G5 y G9.

Los transformadores de instrumentación (PTs,CTs) son clase 0.3 para la medición de potencia neta (punto "3" en la Figura 4-3).

Para las mediciones de potencia bruta el coordinado utilizó TTCC externos clase 0.5, relación de transformación 4000/5 A (modelo 195/80SC) y la medición de tensión se realizó directo sobre la barra de 400 V (punto "1" y "2" en la Figura 4-3).

Para la medición de potencia neta como bruta se utilizó medidores externos ION 8650 clase 0.2 aportados por proveedor externo Tecnoled. Los mismos cumplen con las exigencias de precisión requeridas y han enviado los antecedentes de los equipos a instalar (especificaciones técnicas y certificados de calibración).

Para la medición de humedad relativa y temperatura ambiente el Coordinado ha contratado el servicio de medición que cumple con las exigencias requeridas y ha enviado el certificado de calibración vigente.

En la sección de anexo 9.3 se detallan los puntos desde donde se realizan las mediciones de cada variable, en tanto en la sección de anexo 9.5 se muestran los antecedentes técnicos y certificados de calibración asociados a los equipos de medición.



4.5.2 Instrumentación principal

Se instrumentó tal como se resume en la Tabla 4-6. 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 Unidad G5	ION 8650 Serie: MW-1210A672-01	A, 0.2, 1 seg (o superior)	Tecnored S.A., Figura 9-17	Conectado a barra de tensión (400 V) y CTs clase 0.5 en punto 1 del unilineal de la Figura 4-3. Borneras y puntos de conexión a confirmar. Ver trifilar anexo 9.3.	Digital
2	Factor de potencia Unidad G5	ION 8650 Serie: MW-1210A672-01	A, 0.2, 1 seg (o superior)	Tecnored S.A., Figura 9-17	Conectado a barra de tensión (400 V) y CTs clase 0.5 en punto 1 del unilineal de la Figura 4-3. Borneras y puntos de conexión a confirmar. Ver trifilar anexo 9.3.	Digital
3	Potencia activa bruta Unidad G9	ION 8650 Serie: MW-1311A373-01	A, 0.2, 1 seg (o superior)	Tecnored S.A., Figura 9-18	Conectado a barra de tensión (400 V) y CTs clase 0.5 en punto 2 del unilineal de la Figura 4-3. Borneras y puntos de conexión a confirmar. Ver trifilar anexo 9.3.	Digital
4	Factor de potencia Unidad G9	ION 8650 Serie: MW-1311A373-01	A, 0.2, 1 seg (o superior)	Tecnored S.A., Figura 9-18	Conectado a barra de tensión (400 V) y CTs clase 0.5 en punto 2 del unilineal de la Figura 4-3. Borneras y puntos de conexión a confirmar. Ver trifilar anexo 9.3.	Digital
5	Potencia activa neta	ION 8600 Serie: PT-0807A491-01	A, 0.2, 1 seg (o superior)	Tecnored S.A., Figura 9-19	Conectado PTs y CTs clase 0.3 en punto 3 del unilineal la Figura 4-3. Borneras y puntos de conexión a confirmar. Ver trifilar anexo 9.3.	Digital
6	Temperatura aire entrada	CHY 820W Serie: 200017	±0.5°C, 5 min	Tecnored S.A. Figura 9-20	Estación meteorológica externa instalada en planta.	Manual
7	Humedad relativa	CHY 820W Serie: 200017	±2.5%, 5 min	Tecnored S.A. Figura 9-20	Estación meteorológica externa instalada en planta.	Manual

Tabla 4-6 – 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 9.5.



Los puntos físicos de conexión están identificados en los trifilares del anexo 9.3. y se corresponden con los indicados en la Figura 4-3.

En el anexo 9.9 se adjuntan un registro fotográfico de los instrumentos principales utilizados.

Los equipos medidores de potencia bruta y neta fueron instalados, configurados y operados por el propietario de los equipos. 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. Estuvo presente personal idóneo para estas tareas durante todo el transcurso de las pruebas.

En el anexo 9.6 se adjuntan las capturas del registro manual de datos.

4.5.3 Mediciones complementarias

Según se informó en esta planta no existe registro histórico de variables por lo que no se consideran mediciones complementarias.

4.6 Toma de muestras del combustible

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

Los resultados entregados se incluyen en el anexo 9.8.



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 el desarrollo de la prueba en 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

Previo al inicio de las pruebas se realizó una inspección virtual en dónde se verificó que todo estuviera adecuadamente dispuesto para el inicio de las pruebas.

Se verificó:

1. Disposición de los medidores, número de serie y certificados de calibración.
2. Lectura de los equipos de medición principales.
3. Sincronización horaria entre los distintos equipos de medición.

5.2 Desarrollo de las pruebas

La prueba de Potencia Máxima se realizó con todas las unidades de la Central Térmica Constitución 1 operando de forma simultánea. Para el registro de potencia bruta se seleccionaron 2 unidades representativas de la central.

Las unidades seleccionadas fueron G5 y G9 (ver Figura 4-3).

Lo indicado en el presente apartado aplica por igual a todas las unidades de la central.



5.2.1 Verificaciones previas

1. El experto técnico, inspector sustituto, operador de planta y representantes del Coordinador estaban listos para dar comienzo a la prueba.
2. Se verificó que se cumplan las condiciones de prueba establecidas:
 - i. Todas las protecciones deben estar operativas y sin falla.
 - ii. No deben existir alarmas relevantes.
 - iii. Todas las unidades disponibles para operar a máxima potencia.
 - iv. Todas las unidades operaron en control de carga.
 - v. En operación normal las unidades siempre operan con factor de potencia igual a uno ($FP = 1$). Elektragen nos confirma que este ajuste no puede ser modificado, por lo que no fue posible consignar $FP = 0.95$ como lo exige el Anexo Técnico. Por lo tanto, todas las pruebas se realizaron con factor de potencia igual a uno.



5.3 Incremento de potencia, estabilización e inicio de las pruebas

Previo al inicio de las pruebas las unidades se encontraban detenidas. A cada unidad, el operador dio orden de partida, sincronización e incrementó carga paulatinamente hasta alcanzar el valor de potencia objetivo de 1 MW aproximadamente. Vale decir que 1 MW corresponde al valor de operación normal establecido por el propietario para estas unidades. De esta manera, la potencia de la central se incrementó hasta alcanzar su máximo valor en condiciones normales de operación de aproximadamente de 9 MW.

En dicho punto se verificaron las condiciones de prueba establecidas en el apartado 5.2.1 del procedimiento.

Finalizados estos ajustes se dio inicio al período de estabilización de las unidades. 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 para la unidad ensayada.

Arranque de la primer unidad	15/03/2022 18:03 Hs
Inicio del periodo de estabilización	18:15 Hs
Fin del periodo de estabilización	18:30 Hs
Inicio del periodo de prueba	18:30 Hs
Fin del periodo de prueba	23:40 Hs ⁶

Tabla 5-1 – Etapas de la prueba para la central.

La operación de la central durante las pruebas fue utilizando combustible diésel.

⁶ Durante las pruebas la unidad G8 salió de servicio por un tiempo aproximado de 5 minutos. Para completar el periodo de prueba de 5 horas, se consideró prolongar las pruebas por 10 minutos más.



5.4 Período de prueba

Finalmente, la prueba se extendió por un período total de 5 horas y 10 minutos, dividido en 9 test run de 30 min y uno de 40 min. Durante el test-run n°5 la unidad G8 salió de servicio por un tiempo aproximado de 5 minutos. Este periodo de pruebas se extiende por 10 minutos más para reemplazar el periodo de tiempo perdido y completar las 5 horas de prueba. En cada uno de los test run se verificó la estabilidad de la central y de según lo establecido por la norma ASME PTC 17:

Parámetros	Desviación estándar durante el periodo
Potencia eléctrica de salida	$\pm 3\%$
Velocidad de rotación / frecuencia	$\pm 1\%$

Tabla 5-2 – Máximas variaciones permisibles en las condiciones de operación

La Tabla 5-3 muestra el resumen de las verificaciones de estabilidad realizadas:

Períodos												
Test Run n°	ref	1	2	3	4	5 (*)	6	7	8	9	10	
Hora		18:30	19:00	19:30	20:10	20:40	21:10	21:40	22:10	22:40	23:10	
Verificación de condiciones de estabilidad												
P_{Neta}	Potencia Neta medido en Alta	3,00%	0,39%	0,45%	0,47%	0,44%	0,44%	0,44%	0,46%	0,44%	0,43%	0,50%
P_{BRUTA(G5)}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad G5	3,00%	0,13%	0,20%	0,54%	1,11%	0,14%	1,46%	1,15%	1,35%	0,11%	1,26%
P_{BRUTA(G9)}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad G9	3,00%	1,41%	0,61%	1,42%	1,43%	1,17%	1,43%	0,10%	0,11%	1,31%	1,35%
Frec	Velocidad de Rotación	1,00%	0,22%	0,07%	0,12%	0,06%	0,04%	0,04%	0,06%	0,04%	0,05%	0,05%
Estabilidad	¿Se cumplen los criterios para todas las variables?		SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

Tabla 5-3 – Verificación de estabilidad de los 10 test-run

Todos los test run registrados verificaron las condiciones de estabilidad. Finalizadas las pruebas se labró un acta reflejando las principales condiciones del ensayo. Dicha acta puede consultarse en el Anexo 9.7.



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 bruta a nivel planta

Considerando que el registro de potencia bruta por unidad se seleccionaron 2 unidades representativas de la central, el valor de potencia bruta a nivel planta se determinó como el promedio de la potencia bruta de las 2 unidades seleccionadas multiplicado por número total de unidades de la central.

$$P_{Bruta,Unidad(Promedio)} = (P_{Bruta(G5)} + P_{Bruta(G9)}) \times \frac{1}{2}$$

$$P_{Bruta,No Corr (Planta)} = P_{Bruta,Unidad(Promedio)} \times 6$$

La Tabla 6-1 los cálculos realizados para la determinación de la potencia bruta nivel unidad y a nivel planta:



Períodos		1	2	3	4	5 (*)	6	7	8	9	10
Test Run n°	ref	18:30	19:00	19:30	20:10	20:40	21:10	21:40	22:10	22:40	23:10
Hora											
Variables Primarias											
FP _{G5}	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad G5	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
FP _{G9}	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad G9	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
P _{Bruta(G5)}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad G5	1604,41	1579,27	1587,35	1583,09	1592,92	1587,58	1588,65	1590,97	1590,87	1583,80
P _{Bruta(G9)}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad G9	1603,45	1597,50	1601,18	1604,60	1616,92	1628,64	1626,40	1635,99	1627,67	1629,13
P _{Neta(Planta)}	Potencia Neta medido en Alta	9043,02	9023,88	9031,77	9028,06	9038,44	9043,21	9031,42	9047,52	9042,23	9042,87
T _{ambiente}	Temperatura Ambiente	16,43	16,11	15,73	15,64	15,57	15,73	15,59	15,19	15,10	14,94
RH	Humedad relativa	77,24	78,89	80,10	80,83	81,57	81,07	81,30	83,24	83,83	84,48
Determinación Potencia Bruta de la Central											
P _{Bruta, Unidad (Promedio)}	Pot. Bruta promedio por Unidad	1603,93	1588,39	1594,27	1593,84	1604,92	1608,11	1607,52	1613,48	1609,27	1606,47
P _{Bruta, No Corr(Planta)}	Pot. Bruta a nivel planta	9623,57	9530,31	9565,61	9563,06	9629,53	9648,67	9645,14	9680,87	9655,62	9638,79

Tabla 6-1 – Determinación de la potencia bruta a nivel planta



6.3 Determinación de la potencia de pérdidas totales

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

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

Donde:

- $P_{Neta, No Corr (Planta)}$: Potencia Neta No Corregida (medición directa)
- $P_{Bruta, No Corr (Planta)}$: Potencia Bruta No Corregida a nivel planta (Determinada en Tabla 6-1)
- $L_{Totales}$: Pérdidas y consumos internos de la planta en todo concepto

La Tabla 6-2 detallan los cálculos realizados para la central:



Períodos		1	2	3	4	5 (*)	6	7	8	9	10
Test Run n°	ref	18:30	19:00	19:30	20:10	20:40	21:10	21:40	22:10	22:40	23:10
Hora											
Variables Primarias											
FP _{G5}	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad G5	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
FP _{G9}	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad G9	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
P _{Bruta(G5)}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad G5	1604,41	1579,27	1587,35	1583,09	1592,92	1587,58	1588,65	1590,97	1590,87	1583,80
P _{Bruta(G9)}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad G9	1603,45	1597,50	1601,18	1604,60	1616,92	1628,64	1626,40	1635,99	1627,67	1629,13
P _{Neta(Planta)}	Potencia Neta medido en Alta	9043,02	9023,88	9031,77	9028,06	9038,44	9043,21	9031,42	9047,52	9042,23	9042,87
T _{ambiente}	Temperatura Ambiente	16,43	16,11	15,73	15,64	15,57	15,73	15,59	15,19	15,10	14,94
RH	Humedad relativa	77,24	78,89	80,10	80,83	81,57	81,07	81,30	83,24	83,83	84,48
Determinación Potencia Bruta de la Central											
P _{Bruta,Unidad (Promedio)}	Pot. Bruta promedio por Unidad	1603,93	1588,39	1594,27	1593,84	1604,92	1608,11	1607,52	1613,48	1609,27	1606,47
P _{Bruta,No Corr(Planta)}	Pot. Bruta a nivel planta	9623,57	9530,31	9565,61	9563,06	9629,53	9648,67	9645,14	9680,87	9655,62	9638,79
Determinación pérdidas totales											
L _{TOTALES}	Pérdidas en el transformador de potencia y red interna	580,55	506,43	533,83	535,01	591,09	605,46	613,72	633,36	613,39	595,93

Tabla 6-2 – Cálculos de potencia de pérdidas para la central



6.4 Correcciones aplicables a la potencia bruta

Las correcciones mencionadas en este capítulo fueron aplicadas a cada uno de los períodos (test run) registrados (10 períodos) y el resultado final corresponde al promedio de todos ellos.

Los valores de potencia bruta promedio por unidad, determinados en Tabla 6-1, serán corregidos por las siguientes curvas:

1. Corrección por factor de potencia.

Los factores de corrección se obtendrán de las curvas/tablas presentadas en el capítulo 4.3 con el objetivo de llevar la medición de potencia bruta obtenida a los valores de referencia indicados en la Tabla 4-4.

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

$$P_{Bruta,Corr,Unidad(Promedio)} = (P_{Bruta,Unidad(Promedio)} - L_{FP})$$

Dónde:

- $P_{Bruta,Corr,Unidad(Promedio)}$: Potencia Bruta Corregida promedio por unidad
- $P_{Bruta,Unidad(Promedio)}$: Potencia Bruta promedio por unidad (Determinada en Tabla 6-1)
- 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 $FP = 0.95$.

El valor de Potencia Bruta Corregida a nivel planta se determinó multiplicado a Potencia Bruta Corregida de la unidad por número total de unidades de la central.

$$P_{Bruta,Corr(Planta)} = P_{Bruta,Corr,Unidad(Promedio)} \times 6$$

La Tabla 6-3 detallan las correcciones aplicadas para las unidades de la central:



Períodos	1	2	3	4	5 (*)	6	7	8	9	10
Test Run n°	18:30	19:00	19:30	20:10	20:40	21:10	21:40	22:10	22:40	23:10
Hora	18:30	19:00	19:30	20:10	20:40	21:10	21:40	22:10	22:40	23:10
ref										
Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad G5	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad G9	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
P _{Bruta(G5)}	1604,41	1579,27	1587,35	1583,09	1592,92	1587,58	1588,65	1590,97	1590,87	1583,80
P _{Bruta(G9)}	1603,45	1597,50	1601,18	1604,60	1616,92	1628,64	1626,40	1635,99	1627,67	1629,13
P _{Neta(Planta)}	9043,02	9023,88	9031,77	9028,06	9038,44	9043,21	9031,42	9047,52	9042,23	9042,87
T _{ambiente}	16,43	16,11	15,73	15,64	15,57	15,73	15,59	15,19	15,10	14,94
RH	77,24	78,89	80,10	80,83	81,57	81,07	81,30	83,24	83,83	84,48

Variables Primarias	1	2	3	4	5 (*)	6	7	8	9	10
Pot. Bruta promedio por Unidad	1603,93	1588,39	1594,27	1593,84	1604,92	1608,11	1607,52	1613,48	1609,27	1606,47
Pot. Bruta a nivel planta	9623,57	9530,31	9565,61	9563,06	9629,53	9648,67	9645,14	9680,87	9655,62	9638,79

Determinación Pérdidas Totales	1	2	3	4	5 (*)	6	7	8	9	10
Pérdidas en el transformador de potencia y red interna	580,55	506,43	533,83	535,01	591,09	605,46	613,72	633,36	613,39	595,93

Correcciones a la Potencia Bruta	1	2	3	4	5 (*)	6	7	8	9	10
Diferencia en pérdidas por FP	4,19	4,12	4,12	4,12	4,21	4,26	4,25	4,34	4,28	4,23
Potencia Bruta corregida por los factores permitidos en el Anexo Técnico	1599,74	1584,26	1590,15	1589,72	1600,72	1603,85	1603,27	1609,14	1604,99	1602,23
P _{Bruta,Corr (Planta)}	9598,44	9505,58	9540,87	9538,33	9604,30	9623,11	9619,64	9654,86	9629,94	9613,40

Tabla 6-3 – Correcciones a la Potencia Bruta de la Central



6.5 Cálculo referencial de la Potencia Neta

El cálculo mencionado en este capítulo fue aplicado a cada uno de los períodos (test run) registrados (10 períodos) y el resultado final corresponde al promedio de todos ellos.

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

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

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

Dónde:

- $P_{Neta,Corr (Planta)}$: Potencia Neta Corregida a nivel planta
- $P_{Neta,No Corr (Planta)}$: Potencia Neta No Corregida (medición directa)
- $P_{Bruta,Corr (Planta)}$: Potencia Bruta Corregida a nivel planta
- $P_{Bruta, No Corr (Planta)}$: Potencia Bruta No Corregida a nivel planta
- $L_{Totales}$: 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		18:30	19:00	19:30	20:10	20:40	21:10	21:40	22:10	22:40	23:10	
Determinación pérdidas totales												
$L_{TOTALES}$	Pérdidas en el transformador de potencia y red interna	[kW]	580,55	506,43	533,83	535,01	591,09	605,46	613,72	633,36	613,39	595,93
Cálculo promedio final												
$P_{Bruta, Corr (Planta)}$	Valores utilizados para cálculo de promedio final	[kW]	9598,44	9505,58	9540,87	9538,33	9604,30	9623,11	9619,64	9654,86	9629,94	9613,40
$P_{Neta, Corr(Planta)}$		[kW]	9017,89	8999,15	9007,04	9003,33	9013,21	9017,65	9005,92	9021,51	9016,55	9017,48

Tabla 6-4 – Cálculos de Potencia Neta corregida para la Central



6.6 Cálculo del promedio final

Finalmente, se realiza el promedio final para obtener los valores finales de **Potencia Máxima Bruta de 9,593 MW** y de *Potencia Máxima Neta* de 9.012 MW para la **Central Térmica Constitución 1**.

La Tabla 6-5 detalla los valores utilizados para los correspondientes promedios

Períodos												
Test Run n°	ref	1	2	3	4	5 (*)	6	7	8	9	10	
Hora		18:30	19:00	19:30	20:10	20:40	21:10	21:40	22:10	22:40	23:10	
Determinación pérdidas totales												
L _{TOTALES}	Pérdidas en el transformador de potencia y red interna	[kW]	580,55	506,43	533,83	535,01	591,09	605,46	613,72	633,36	613,39	595,93
Cálculo promedio final												
P _{Bruta, Corr (Planta)}	Valores utilizados para cálculo de promedio final	[kW]	9598,44	9505,58	9540,87	9538,33	9604,30	9623,11	9619,64	9654,86	9629,94	9613,40
P _{Neta, Corr(Planta)}		[kW]	9017,89	8999,15	9007,04	9003,33	9013,21	9017,65	9005,92	9021,51	9016,55	9017,48

P_{MAX, Bruta}	Potencia Máxima Bruta	[MW]	9,593
P_{MAX, Neta}	Potencia Máxima Neta	[MW]	9,012

Tabla 6-5 – Promedio Final para la Central Térmica Constitución 1



6.7 Cálculo de pérdidas en las unidades

Como se mencionó en los capítulos anteriores, los consumos de servicios auxiliares se alimentan desde aguas arribas del punto de medición de potencia neta y son provisto por la distribuidora local. Por esta razón no son tenidos en consideración en este apartado.

A continuación, se realiza un desglose de pérdidas en cada una de las unidades bajo ensayo como así también para la central completa. Para ello se utiliza la estimación de las pérdidas en los transformadores principales obtenidas en el Capítulo 4.3. Por otro lado, se calculan las pérdidas en la red interna, como la diferencia entre las pérdidas totales calculadas a partir de los valores de Potencia Bruta corregida y Potencia Neta corregida y las pérdidas teóricas estimadas de cada transformador.

La Tabla 6-6 detalla los valores de pérdidas para la central completa.

<i>Pérdidas – Central Completa</i>	<i>Potencia</i>
<i>Pérdidas transformador principal</i>	<i>175.85 kW</i>
<i>Pérdidas en red interna</i>	<i>405.15 KW</i>
<i>Pérdidas totales</i>	<i>581.00 kW</i>

Tabla 6-6 – Cálculos de pérdidas - Central completa

La Tabla 6-7 y la Tabla 6-8 detallan los valores de pérdidas para las unidades G5 y G9 respectivamente.

<i>Pérdidas – Unidad G5</i>	<i>Potencia</i>
<i>Pérdidas transformador principal</i>	<i>29.31 kW</i>
<i>Pérdidas en red interna</i>	<i>53.37 KW</i>
<i>Pérdidas totales</i>	<i>82.68 kW</i>

Tabla 6-7 – Cálculos de pérdidas - Unidad G5



<i>Pérdidas – Unidad G9</i>	<i>Potencia</i>
<i>Pérdidas transformador principal</i>	<i>29.31 kW</i>
<i>Pérdidas en red interna</i>	<i>81.63 KW</i>
<i>Pérdidas totales</i>	<i>110.94 kW</i>

Tabla 6-8 – Cálculos de pérdidas - Unidad G9



6.8 Tabla Resumen general

Todos los cálculos presentados anteriormente se resumen a continuación.

Períodos	1	2	3	4	5 (*)	6	7	8	9	10
Test Run n°	18:30	19:00	19:30	20:10	20:40	21:10	21:40	22:10	22:40	23:10
Hora										
VARIABLES PRIMARIAS										
ref										
Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad G5	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad G9	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
P _{Bruta(G5)}	1604,41	1579,27	1587,35	1583,09	1592,92	1587,58	1588,65	1590,97	1590,87	1583,80
P _{Bruta(G9)}	1603,45	1597,50	1601,18	1604,60	1616,92	1628,64	1626,40	1635,99	1627,67	1629,13
P _{Neta(Planta)}	9043,02	9023,88	9031,77	9028,06	9038,44	9043,21	9031,42	9047,52	9042,23	9042,87
T _{ambiente} [°C]	16,43	16,11	15,73	15,64	15,57	15,73	15,59	15,19	15,10	14,94
RH [%]	77,24	78,89	80,10	80,83	81,57	81,07	81,30	83,24	83,83	84,48
VARIABLES SECUNDARIAS										
P _{atm}	997,00	997,00	997,00	997,00	996,93	996,50	996,50	996,50	996,50	996,50
Fre _{C(G5)} [Hz]	49,94	50,13	50,03	50,00	50,06	50,09	50,01	50,05	50,05	50,04
Fre _{C(G9)} [Hz]	49,94	50,13	50,03	50,00	50,06	50,09	50,01	50,05	50,05	50,04
VERIFICACIÓN DE CONDICIONES DE ESTABILIDAD										
P _{Neta}	3,00%	0,39%	0,45%	0,44%	0,44%	0,44%	0,46%	0,44%	0,43%	0,50%
P _{BRUTA(G5)}	3,00%	0,13%	0,20%	1,11%	0,14%	1,46%	1,15%	1,35%	0,11%	1,26%
P _{BRUTA(G9)}	3,00%	1,41%	0,61%	1,43%	1,17%	1,43%	0,10%	0,11%	1,31%	1,35%
Frec	1,00%	0,22%	0,07%	0,06%	0,04%	0,04%	0,06%	0,04%	0,05%	0,05%
Estabilidad	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
DETERMINACIÓN POTENCIA BRUTA DE LA CENTRAL										
P _{Bruta, Unidad (Promedio)} [kW]	1603,93	1588,39	1594,27	1593,84	1604,92	1608,11	1607,52	1613,48	1609,27	1606,47
P _{Bruta, No Corr(Planta)} [kW]	9623,57	9530,31	9565,61	9563,06	9629,53	9648,67	9645,14	9680,87	9655,62	9638,79

Tabla 6-9 – Resumen general (parte 1 de 2)



Determinación Potencia Bruta de la Central

$P_{Bruta,Unidad(Promedio)}$	$P_{Pot. Bruta promedio por Unidad}$ [KW]	1603,93	1588,39	1594,27	1593,84	1604,92	1608,11	1607,52	1613,48	1609,27	1606,47
$P_{Bruta, No Corr (Planta)}$	$P_{Pot. Bruta a nivel planta}$ [KW]	9623,57	9530,31	9565,61	9563,06	9629,53	9648,67	9645,14	9680,87	9655,62	9638,79

$$P_{Bruta,Unidad(Promedio)} = P_{Bruta(G5)} + P_{Bruta(G9)} / 2$$

$$P_{Bruta, No Corr (Planta)} = P_{Bruta,Unidad(Promedio)} * 6$$

Determinación pérdidas totales

$L_{TOTALES}$	Pérdidas en el transformador de potencia y red interna [KW]	580,55	506,43	533,83	535,01	591,09	605,46	613,72	633,36	613,39	595,93
---------------	---	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------

$$L_{Totales} = P_{BRUTA,Planta, No Corr.} - P_{Neta, No Corr}$$

Correcciones a la Potencia bruta

L_{FP}	Diferencia en pérdidas por FP [KW]	4,19	4,12	4,12	4,12	4,21	4,26	4,25	4,34	4,28	4,23
----------	------------------------------------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

$$Diferencia de kW en la curva de FP (FP_{ens} vs 0.95)$$

$P_{Bruta,Corr,Unidad (Promedio)}$	Potencia Bruta corregida por los factores permitidos en el Anexo Técnico [KW]	1599,74	1584,26	1590,15	1589,72	1600,72	1603,85	1603,27	1609,14	1604,99	1602,23
$P_{Bruta,Corr (Planta)}$	[KW]	9598,44	9505,58	9540,87	9538,33	9604,30	9623,11	9619,64	9654,86	9629,94	9613,40

$$P_{Bruta,Corr,Unidad(Promedio)} = (P_{Bruta,Unidad(Promedio)} - L_{FP})$$

$$P_{Bruta,Corr (Planta)} = P_{Bruta,Corr,Unidad (Promedio)} * 6$$

Cálculo promedio final

$P_{Bruta, Corr (Planta)}$	Valores utilizados para cálculo de promedio final [KW]	9598,44	9505,58	9540,87	9538,33	9604,30	9623,11	9619,64	9654,86	9629,94	9613,40
$P_{Neta, Corr (Planta)}$	[KW]	9017,89	8999,15	9007,04	9003,33	9013,21	9017,65	9005,92	9021,51	9016,55	9017,48

$$Selección de los test-run promediados$$

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

$P_{MAX, Bruta(Unidad)}$	Potencia Máxima Bruta [MW]	1,599
$P_{MAX, Bruta}$	Potencia Máxima Bruta [MW]	9,593
$P_{MAX, Neta}$	Potencia Máxima Neta [MW]	9,012

Tabla 6-10 – Resumen general (parte 2 de 2)



6.9 Cálculo de incertidumbre

En el siguiente cuadro se calcula la incertidumbre del resultado para la central ensayada.

CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE FINAL											
Variable	Unidad	Potencia Bruta									
		TR01	TR02	TR03	TR04	TR05	TR06	TR07	TR08	TR09	TR10
$b_R = \sqrt{\sum_{i=1}^I (\theta_i b_i \bar{x}_i)^2}$	kW	8,49	8,55	8,59	8,58	8,50	8,51	8,51	8,66	8,52	8,50
$s_R = \sqrt{\sum_{i=1}^I (\theta_i s_i \bar{x}_i)^2}$	kW	0,73	0,33	0,79	0,94	0,61	1,05	0,59	0,70	0,68	0,95
$U_R = \sqrt{b_R^2 + s_R^2}$	kW	8,52	8,56	8,62	8,63	8,52	8,58	8,53	8,69	8,55	8,56
$U_{R,Unidad} \text{ [kW]} =$		8,58									
$U_{R,Planta} \text{ [kW]} =$		51,45									

Tabla 6-11 – Tabla correspondiente a los cálculos de incertidumbre para la central



7 CONCLUSIONES

Se realizó con éxito la prueba de Potencia Máxima en la **Central Térmica Constitución 1** utilizando como combustible diésel.

Todas las unidades de la central fueron capaces 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 **9,618 MW** para la **Central Térmica Constitución 1**, como así también los valores de **Potencia Máxima Bruta** para las unidades G5 y G9 utilizando como combustible diésel, con el siguiente desglose de resultados:

Resumen de resultados CT Constitución 1 – Central Completa		
Potencia Máxima	Bruta Medida (Promedio) [MW]	9,618
	Bruta Corregida [MW]	9,593
	Neta Medida [MW]	9,037
	Neta Corregida [MW]	9,012
Pérdidas en la red interna	Potencia [MW]	0,581

Tabla 7-1 – Resumen de resultados - Central completa

Resumen de resultados CT Constitución 1 - Unidad G5		
Potencia Máxima	Bruta Medida [kW]	1588,89
	Bruta Corregida [kW]	1584,68
	Neta Medida [kW]	1506,21
	Neta Corregida [kW]	1502,00
Pérdidas en la red interna	Potencia [kW]	82,68

Tabla 7-2 – Resumen de resultados - Unidad G5

Resumen de resultados CT Constitución 1 - Unidad G9		
Potencia Máxima	Bruta Medida [kW]	1617,15
	Bruta Corregida [kW]	1612,94
	Neta Medida [kW]	1506,21
	Neta Corregida [kW]	1502,00
Pérdidas en la red interna	Potencia [kW]	110,94

Tabla 7-3 – Resumen de resultados - Unidad G9



Considerando que todas las unidades son de iguales características, la siguiente tabla presenta los valores de **Potencia Máxima Bruta** y de **Potencia Máxima Neta** representativos para todas las unidades de la central. Los mismos se determinaron como un promedio de los valores de Potencia Máxima calculados para las unidades G5 y G9.

Resumen de resultados CT Constitución 1 - Unidad G5 a G10		
Potencia Máxima	Bruta Medida [kW]	1603,02
	Bruta Corregida [kW]	1598,81
	Neta Medida [kW]	1506,21
	Neta Corregida [kW]	1502,00
Pérdidas en la red interna	Potencia [kW]	96,81

Tabla 7-4 – Resumen de resultados – Valor representativo para todas las unidades



8 NORMATIVA

- Anexo Técnico: “Pruebas de Potencia Máxima en Unidades Generadoras”.
- Norma ASME PTC 17 “Reciprocating Internal-Combustion Engines”
- Norma ASME PTC 19.1 “Test Uncertainty”
- Norma ISO 3046 “Ensayos de Performance de Unidades de Generación Eléctrica Equipadas con Motores de Combustión Interna”
- Norma ISO 15550 “Requerimientos Generales para la Determinación de la Potencia en Motores de Combustión Interna”



9 ANEXOS

9.1 Hoja de datos de generadores

Selected Model																					
Engine: 3516	Generator Frame: 827	Genset Rating (kW): 1600.0	Line Voltage: 400																		
Fuel: Diesel	Generator Arrangement: 1441828	Genset Rating (kVA): 2000.0	Phase Voltage: 230																		
Frequency: 50	Excitation Type: Permanent Magnet	Pwr. Factor: 0.8	Rated Current: 2886.8																		
Duty: PRIME	Connection: SERIES STAR	Application: EPG	Status: Current																		
			Version: 38901 /38945 /38180 /4860																		
Spec Information																					
Generator Specification		Generator Efficiency																			
Frame: 827	Type: SR4B	No. of Bearings: 2	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Per Unit Load</th> <th>kW</th> <th>Efficiency %</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.25</td> <td>400.0</td> <td>93.9</td> </tr> <tr> <td>0.5</td> <td>800.0</td> <td>96.1</td> </tr> <tr> <td>0.75</td> <td>1200.0</td> <td>96.8</td> </tr> <tr> <td>1.0</td> <td>1600.0</td> <td>96.9</td> </tr> <tr> <td>1.1</td> <td>1760.0</td> <td>96.9</td> </tr> </tbody> </table>	Per Unit Load	kW	Efficiency %	0.25	400.0	93.9	0.5	800.0	96.1	0.75	1200.0	96.8	1.0	1600.0	96.9	1.1	1760.0	96.9
Per Unit Load	kW	Efficiency %																			
0.25	400.0	93.9																			
0.5	800.0	96.1																			
0.75	1200.0	96.8																			
1.0	1600.0	96.9																			
1.1	1760.0	96.9																			
Winding Type: FORM WOUND	Flywheel: 21.0																				
Connection: SERIES STAR	Housing: 00																				
Phases: 3	No. of Leads: 6																				
Poles: 4	Wires per Lead: 8																				
Sync Speed: 1500	Generator Pitch: 0.6667																				
Reactances		Per Unit	Ohms																		
SUBTRANSIENT - DIRECT AXIS X''_d		0.1325	0.0106																		
SUBTRANSIENT - QUADRATURE AXIS X''_q		0.1238	0.0099																		
TRANSIENT - SATURATED X'_d		0.2113	0.0169																		
SYNCHRONOUS - DIRECT AXIS X_d		2.9913	0.2393																		
SYNCHRONOUS - QUADRATURE AXIS X_q		1.4150	0.1132																		
NEGATIVE SEQUENCE X_2		0.1275	0.0102																		
ZERO SEQUENCE X_0		0.0088	0.0007																		
Time Constants		Seconds																			
OPEN CIRCUIT TRANSIENT - DIRECT AXIS T'_{d0}		6.8880																			
SHORT CIRCUIT TRANSIENT - DIRECT AXIS T'_d		0.4864																			
OPEN CIRCUIT SUBTRANSIENT - DIRECT AXIS T''_{d0}		0.0078																			
SHORT CIRCUIT SUBTRANSIENT - DIRECT AXIS T''_d		0.0069																			
OPEN CIRCUIT SUBTRANSIENT - QUADRATURE AXIS T''_{q0}		0.0062																			
SHORT CIRCUIT SUBTRANSIENT - QUADRATURE AXIS T''_q		0.0056																			
EXCITER TIME CONSTANT T_e		0.2225																			
ARMATURE SHORT CIRCUIT T_a		0.0573																			
Short Circuit Ratio: 0.41		Stator Resistance = 0.0010 Ohms Field Resistance = 1.17 Ohms																			
Voltage Regulation		Generator Excitation																			
Voltage level adjustment: +/-	5.0%	No Load	Full Load, (rated) pf																		
Voltage regulation, steady state: +/-	0.5%		Series	Parallel																	
Voltage regulation with 3% speed change: +/-	0.5%	Excitation voltage:	7.22 Volts	31.41 Volts Volts																	
Waveform deviation line - line, no load: less than	3.0%	Excitation current	1.9 Amps	6.8 Amps Amps																	
Telephone influence factor: less than	50																				

Figura 9-1 – Hoja de datos de los generadores (1 de 3)



Generator Mechanical Information

Center of Gravity		
Dimension X	-764.54 mm	-30.1 IN.
Dimension Y	0.0 mm	0.0 IN.
Dimension Z	0.0 mm	0.0 IN.

- "X" is measured from driven end of generator and parallel to rotor. Towards engine fan is positive. See General Information for details
- "Y" is measured vertically from rotor center line. Up is positive.
- "Z" is measured to left and right of rotor center line. To the right is positive.

Generator WT = 2565 kg	* Rotor WT = 847 kg	* Stator WT = 1719 kg
5,655 LB	1,867 LB	3,790 LB

Rotor Balance = 0.0508 mm deflection PTP
Overspeed Capacity = 180% of synchronous speed

Generator Torsional Data						
J1 = Coupling and Fan		J2 = Rotor		J3 = Exciter End		
K1 = Shaft Stiffness between J1 + J2 (Diameter 1)			K2 = Shaft Stiffness between J2 + J3 (Diameter 2)			
J1	K1	Min Shaft Dia 1	J2	K2	Min Shaft Dia 2	J3
62.0 LB IN. s ²	56.6 MLB IN./rad	5.0 IN.	779.4 LB IN. s ²	48.7 MLB IN./rad	3.8 IN.	3.3 LB IN. s ²
7.0 N m s ²	6.4 MN m/rad	127.0 mm	88.063 N m s ²	5.5 MN m/rad	96.5 mm	0.371 N m s ²
TOTAL J = J1 + J2 + J3			TOTAL J			
			844.7 LB IN. s ²			
			95.434 N m s ²			

Figura 9-2 – Hoja de datos de los generadores (2 de 3)

Generator Cooling Requirements - Temperature - Insulation Data	
Cooling Requirements:	Temperature Data: (Ambient 40 °C)
Heat Dissipated: 51.2 kW	Stator Rise: 105.0 °C
Air Flow: 0.0 m ³ /min	Rotor Rise: 105.0 °C
Insulation Class: H	
Insulation Reg. as shipped: 100.0 MΩ minimum at 40 °C	
Thermal Limits of Generator	
Frequency:	50 Hz
Line to Line Voltage:	400 Volts
B BR 80/40	1888.0 kVA
F BR -105/40	2275.0 kVA
H BR - 125/40	2500.0 kVA
F PR - 130/40	2500.0 kVA

Figura 9-3 – Hoja de datos de los generadores (3 de 3)

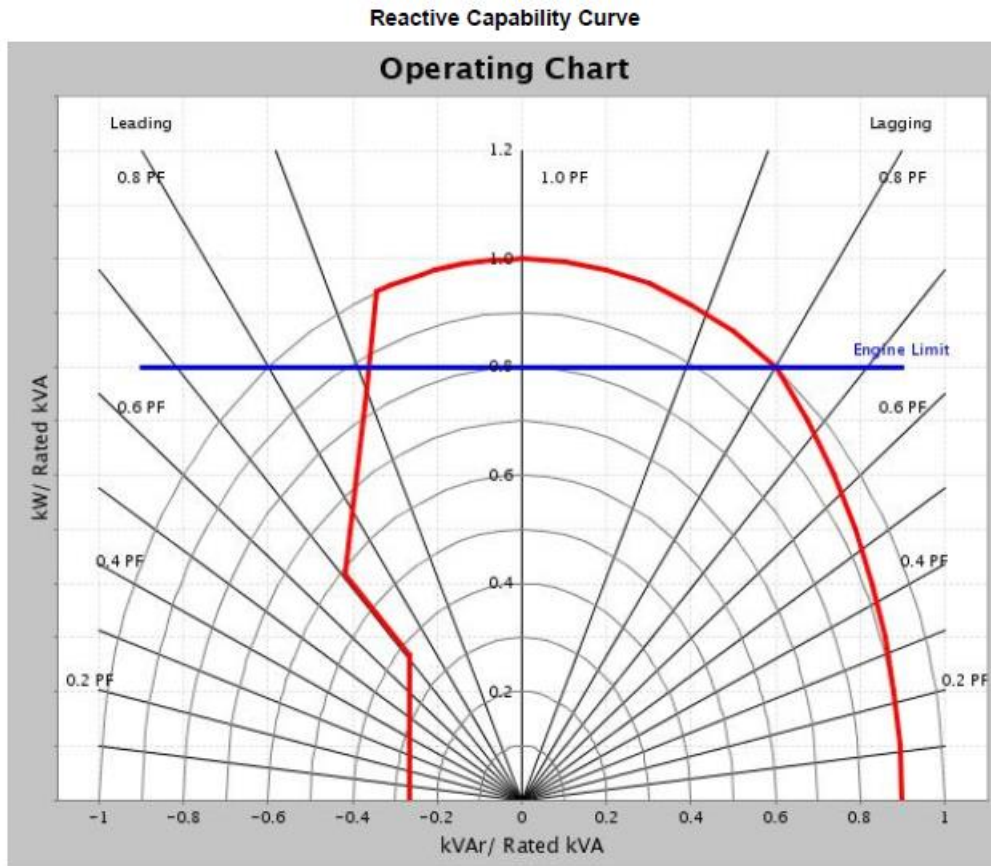


Figura 9-4 – Curva de Capacidad

9.2 Motor eléctrico

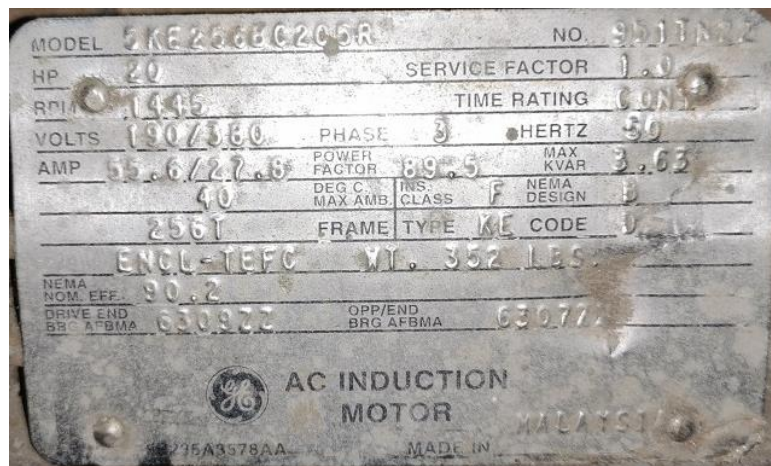



Figura 9-5 – Placa del motor del ventilador



9.3 Hoja de datos del transformador principal

 EKARAT ENGINEERING PUBLIC COMPANY LIMITED. U.M. Tower Bldg., 28th Floor, 9/291 Ramkhamhaeng Road, Suanluang Sub-District, Suanluang District, Bangkok 10250, Thailand. Tel: (662) 719-8777 (Auto) Fax: (662) 719-8760-2 Tlx: 22474 EKARAT TH.						
TRANSFORMER TEST CERTIFICATE						
EKARAT ENGINEERING PUBLIC COMPANY LIMITED.						
CUSTOMER : COMIN KHMERE CO.,LTD.				DATE : 24 / 02 / 2000		
ORDER NO. : 20001001				SERIAL NO. 4300255		
TECHNICAL DATA						
Rated	4500 KVA.	HT.Voltage	22000 V.	LT. Voltage	400 V.	
Phase	3	HT.Current	118.09 A.	LT.Current	6495.19 A.	
Frequency	50 Hz.	Tapping	+2*2.5 %	Impedance	7 %	
Class	A	Connection	Ynd11	No Load Loss	4900 W.	
Type	ONAN	Standard	IEC	Load Loss	53000 W.	
MEASUREMENT OF INSULATION RESISTANCE						
Megger	2500 V.	HT. - Earth	LT. - Earth	HT. - LT.		
at temp.	31.0 °C	2500	1000	2500	(MOhm)	
DIELECTRIC TESTS						
Separate - Source Voltage Withstand Test						
HT. - LT. _ Earth	50 KV.	50 Hz. for	60 sec.			
LT. - HT. _ Earth	3 KV.	50 Hz. for	60 sec.			
Induced Overtension Withstand Test						
Supply to LT.	800 V.	200 Hz. for	30 sec.			
MEASUREMENT OF OIL DIELECTRIC STRENGTH						
Electrode Distance	2.5 mm.	Oil Breakdown	53 KV.			
MEASUREMENT OF WINDING RESISTANCE						
HT. Winding Resistance (Ohm)			LT. Winding Resistance (mOhm)			
Tap	A - B	B - C	C - A	a - b	b - c	c - a
3	0.615	0.618	0.618	0.240	0.247	0.243
at temp. 31.0 °C						
MEASUREMENT OF VOLTAGE RATIO AND VECTOR GROUP						
Tap Position	1	2	3	4	5	
Input Voltage	23100	22550	22000	21450	20900	V.
Output Voltage	400	400	400	400	400	V.
Ratio Error	0.22	0.13	0.04	0.04	0.10	%
Vector Group Test Ynd11						
MEASUREMENT OF NO LOAD LOSS AND EXCITING CURRENT						
Voltage Test at LT.	400 V.	Current	29.77 A.	Loss	4876 W.	
MEASUREMENT OF LOAD LOSS AND IMPEDANCE VOLTAGE						
LT.Short Circuited. ; Feed HT. 50 Hz. Connect at Tap 3				Current Test	6495.19 A.	
at temp. 31.0 °C	Impedance Voltage	6.57 %	Loss	52485 W.		
at temp. 75 °C	Impedance Voltage	6.58 %	Loss	53742 W.		
Efficiency	98.71 %	Voltage Regulation	1.42 %	(at pf. 1.00)		
Checked by	<u>P.S.</u>		27 / 04 / 2000	Approved by	<u>Sut</u>	
					27 / 04 / 2000	

QC-F-019-1-03/41

Figura 9-6 - Hoja de datos del transformador principal



9.4 Puntos de medición

9.4.1 Potencia bruta

En el siguiente unilineal general se pueden identificar los puntos de medición de potencia bruta, los cuales análogos para todas las unidades. Para las mediciones de potencia bruta el coordinado ha informado que utilizará TTCC externos clase 0.5, relación de transformación 4000/5 (modelo 195/80SC) y la medición de tensión se realizará directo sobre la barra de 400 V.

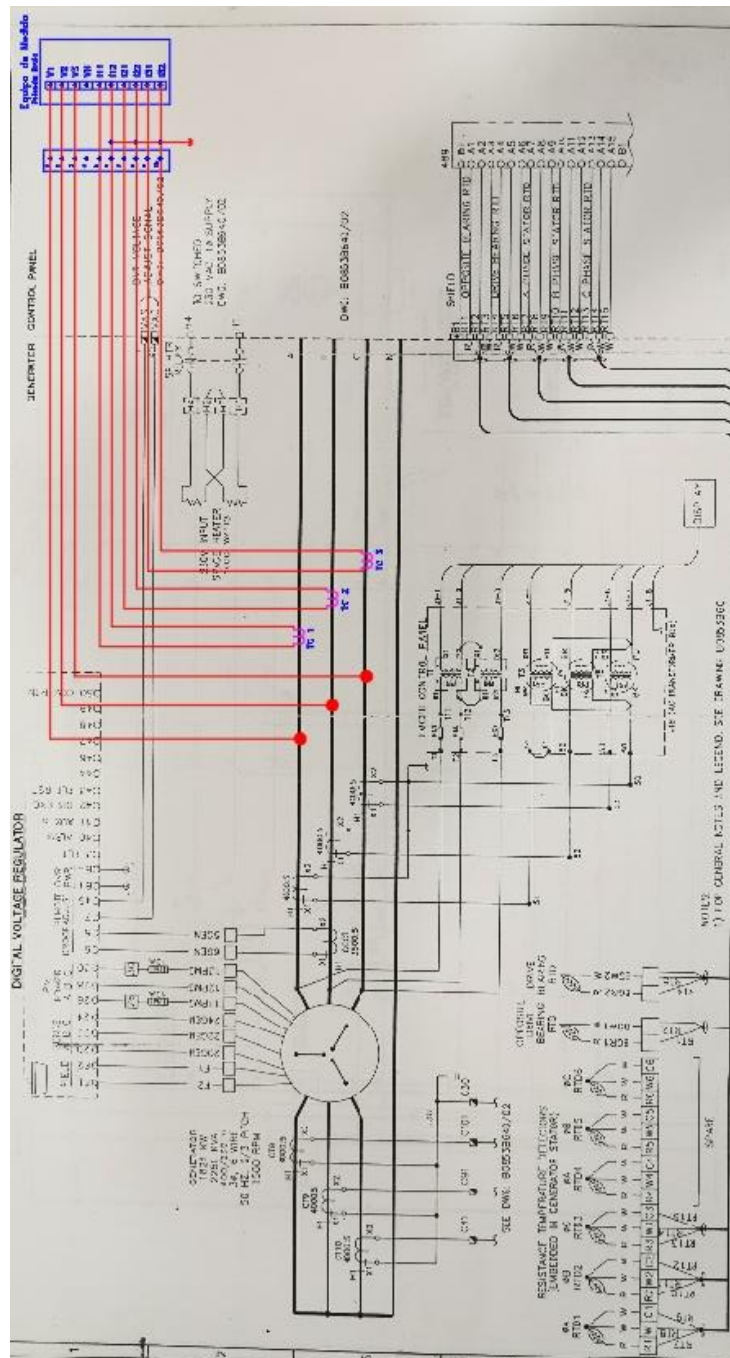


Figura 9-7 – Puntos de medición de corriente y tensión para medidor de Potencia bruta y Factor de potencia



En las siguientes figuras se muestran el punto de instalación de los TTCC externos.



Figura 9-8 – Puntos de instalación TTCC externo



Figura 9-9 – Puntos de instalación TTCC externo



A continuación, se presentan los datos de placa de los TTCC externos a utilizar.

LOW VOLTAGE CURRENT TRANSFORMER

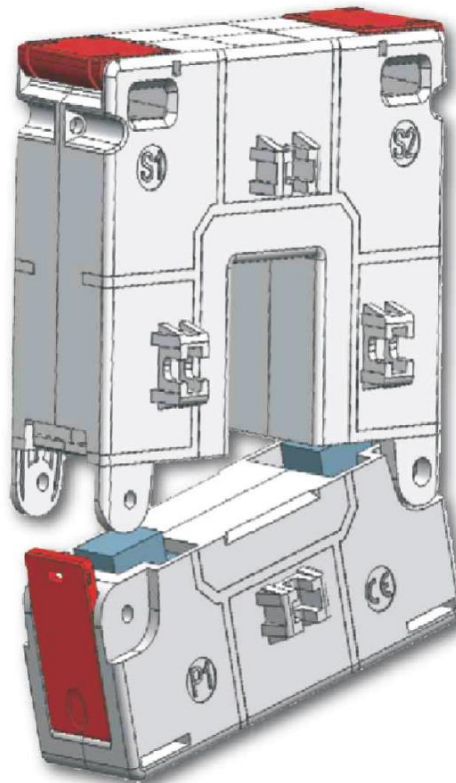
RISH SPLIT CORE



Data Sheet

SQUARE SPLIT CORE
CURRENT TRANSFORMER

SPLIT CORE



Rishabh Instruments

RISHABH
INSTRUMENTS
Measure, Control & Record with a Difference

RISHABH INSTRUMENTS PVT.LTD.
F-31, MIDC, Satpur, Nashik-422 007, India.
Tel.: +91 253 2202160, 2202202 Fax: +91 253 2351064
E-mail : India :- marketing@rishabh.co.in
International :- exp.marketing@rishabh.co.in
www.rishabh.co.in

Page 1 of 6

1 / 08 / IV / 0617 / D

Figura 9-10 – Datos de placa del transformador TTCC externo 4000/5 A (modelo 195/80SC)



LOW VOLTAGE CURRENT TRANSFORMER

- # **Applicable standard:** - IEC-61869-1&2 / IEC-60044-1, BS 3938, IS 2705-1,2&3.
- # **Case:** - Unfilled polycarbonate, flame retardant grades classified UL 94V-0.
- # **Connection:** - Two connection on each side. M4 screws with self lifting clamp strap assembly for RishXmer series and 1 connection on each side M4 screws with self lifting clamp strap for Rish CT series.
- # **Insulation class:** - E (120°C max)
- # **System voltage:** - 720V maximum
- # **Test voltage:** - 4 KV 50 Hz for 1 min
- # **Operating frequency:** - 50Hz / 60 Hz
- # **Rated primary rating:** - 100 A to 5000 A
- # **Rated secondary output:** - 5 A standard (1 A on request)
- # **Rated burden:** - 1, 1.25, 1.5, 2.5, 3.75, 5, 7.5, 10, 12.5, 15, 20, 30, 45 VA
- # **Class of accuracy:** - 0.5 for accurate measuring, kWh
1 for general measurement
3 for indicating instruments
- # **Ambient temperature:** - -25°C to +40°C
- # **Storage temperature:** - -50°C...+80°C
- # **Thermal short circuit current (I_{th}):** - 60xI_n for Bus Bar type CT.
- # **Dynamic short circuit current (I_{dyn}):** - 2.5xI_{th}
- # **Instrument security factor (FS):** - 2.5, 5, 10

Features

- # Wide range of system current Ratings.
- # Various mounting options like Bus bar mounting, Wall mounting.
- # Hinged terminal cover.
- # Terminal with self lifting screw with dual connection facility giving access from both sides of transformers.

APPLICATIONS

- Switchgear
- Distribution system
- Generator sets
- Control panels
- Overload protection
- Control devices



Rishabh Instruments

**RISHABH
INSTRUMENTS**
Measure, Control & Record with a Difference

RISHABH INSTRUMENTS PVT.LTD.
F-31, MIDC, Satpur, Nashik-422 007, India.
Tel.: +91 253 2202160, 2202202 Fax: +91 253 2351064
E-mail: India -> marketing@rishabh.co.in
International -> exp.marketing@rishabh.co.in
www.rishabh.co.in

Page 2 of 6

1 / 08 / IV / 0617 / D

Figura 9-11 – Datos de placa del transformador TTCC externo 4000/5 A (modelo 195/80SC)



LOW VOLTAGE CURRENT TRANSFORMER

RISH SPLIT CORE

Primary Current	VA/Acc Class	OD/ID(Axial)	RISH CT Type
500A	1.25VA / Class 0.5	195/80 (64)	RISH Xmer 195/80SC (64)
500A	5VA / Class 1	195/80 (64)	RISH Xmer 195/80SC (64)
600A	1.25VA / Class 0.5	195/80 (64)	RISH Xmer 195/80SC (64)
600A	5VA / Class 1	195/80 (64)	RISH Xmer 195/80SC (64)
750A	5VA / Class 0.5	195/80 (64)	RISH Xmer 195/80SC (64)
750A	10VA / Class 1	195/80 (64)	RISH Xmer 195/80SC (64)
800A	7.5VA / Class 0.5	195/80 (64)	RISH Xmer 195/80SC (64)
800A	10VA / Class 1	195/80 (64)	RISH Xmer 195/80SC (64)
1000A	10VA / Class 0.5	195/80 (64)	RISH Xmer 195/80SC (64)
1000A	20VA / Class 1	195/80 (64)	RISH Xmer 195/80SC (64)
1200A	15VA / Class 0.5	195/80 (64)	RISH Xmer 195/80SC (64)
1200A	20VA / Class 1	195/80 (64)	RISH Xmer 195/80SC (64)
1250A	15VA / Class 0.5	195/80 (64)	RISH Xmer 195/80SC (64)
1250A	20VA / Class 1	195/80 (64)	RISH Xmer 195/80SC (64)
1500A	20VA / Class 0.5	195/80 (64)	RISH Xmer 195/80SC (64)
1500A	30VA / Class 1	195/80 (64)	RISH Xmer 195/80SC (64)
1600A	20VA / Class 0.5	195/80 (64)	RISH Xmer 195/80SC (64)
1600A	30VA / Class 1	195/80 (64)	RISH Xmer 195/80SC (64)
2000A	25VA / Class 0.5	195/80 (64)	RISH Xmer 195/80SC (64)
2000A	30VA / Class 1	195/80 (64)	RISH Xmer 195/80SC (64)
2500A	25VA / Class 0.5	195/80 (64)	RISH Xmer 195/80SC (64)
2500A	30VA / Class 1	195/80 (64)	RISH Xmer 195/80SC (64)
3000A	30VA / Class 0.5	195/80 (64)	RISH Xmer 195/80SC (64)
3000A	45VA / Class 1	195/80 (64)	RISH Xmer 195/80SC (64)
4000A	30VA / Class 0.5	195/80 (64)	RISH Xmer 195/80SC (64)
4000A	45VA / Class 1	195/80 (64)	RISH Xmer 195/80SC (64)
5000A	30VA / Class 0.5	195/80 (64)	RISH Xmer 195/80SC (64)
5000A	45VA / Class 1	195/80 (64)	RISH Xmer 195/80SC (64)



Figura 9-12 – Datos de placa del transformador TTCC externo 4000/5 A (modelo 195/80SC)



9.4.2 Potencia neta

En el siguiente unilineal general se pueden identificar los puntos de medición de la potencia neta. El Coordinador ha informado que el medidor externo se instalará en la misma ubicación que el equipo compacto de medida, en el cual se encuentra conectado en los núcleos de clase 0.3 de los TC y TP.

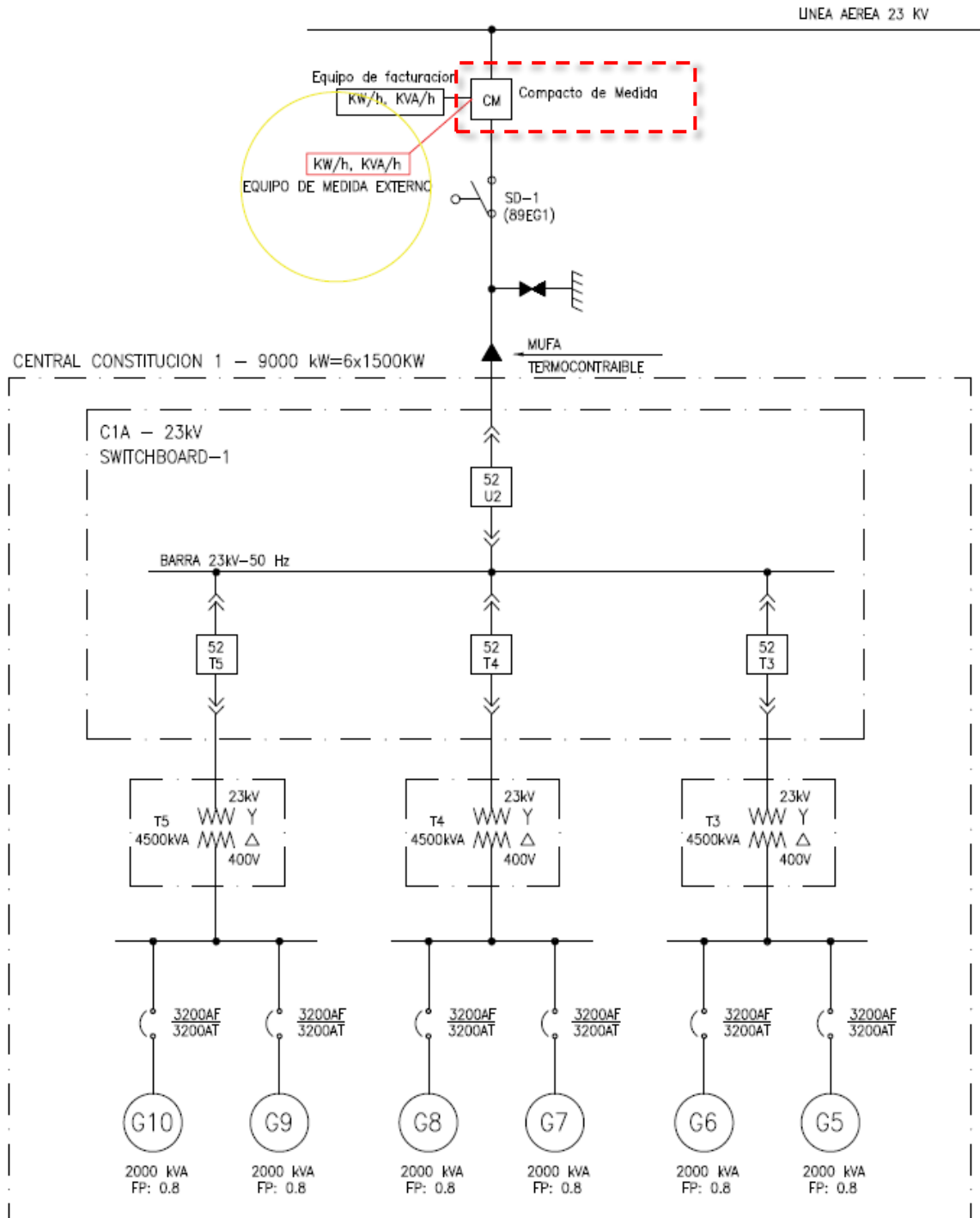


Figura 9-13 – Unilineal para mediciones de potencia neta



En el siguiente multifilar se muestran en círculos rojos los núcleos de los transformadores de corriente y tensión de clase 0.3. La relación de transformación del TTCC de compacto de medida es 300/5 A y la relación del TTPP es de 14400/240 V.

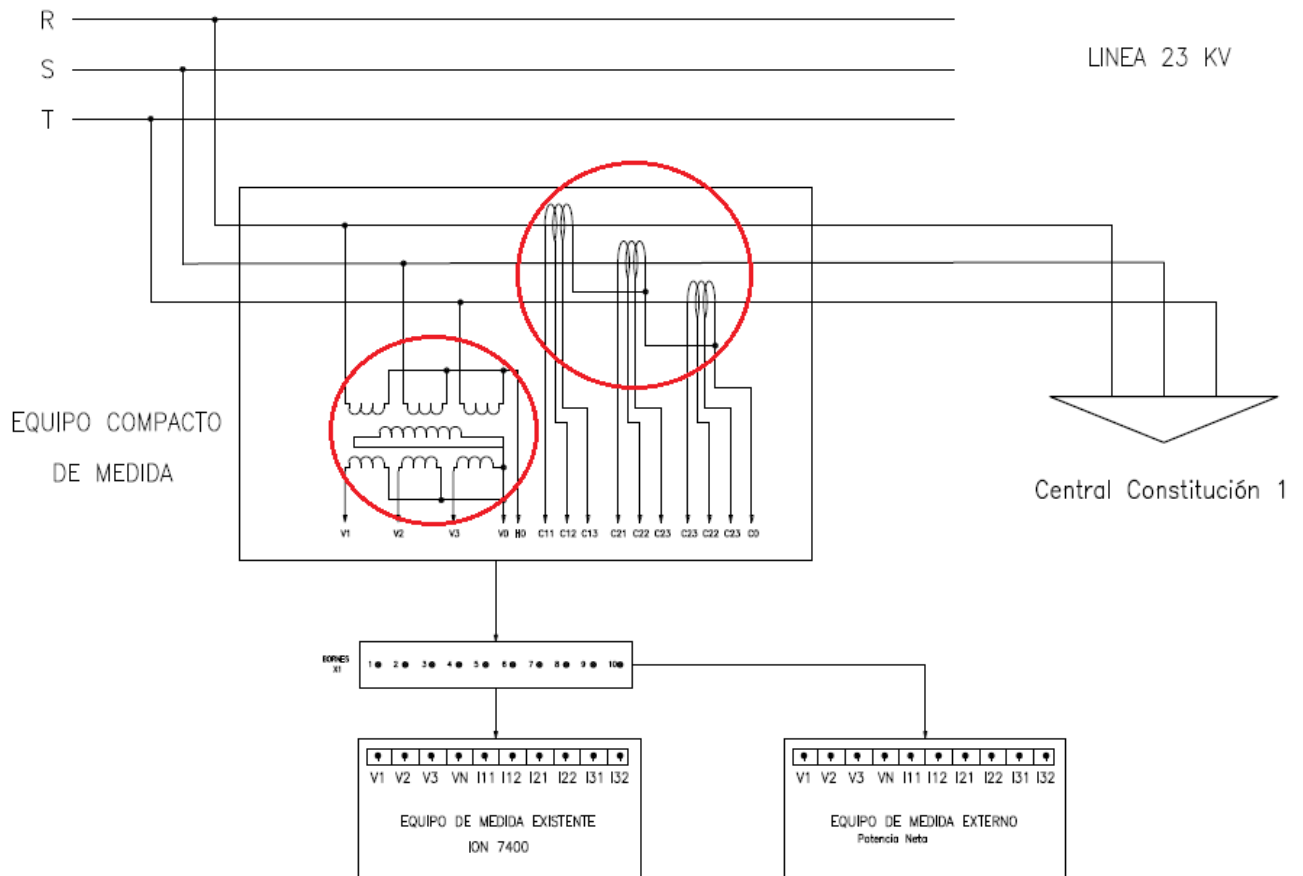


Figura 9-14 – Puntos de medición de tensión y corriente para medidor de Potencia neta y Factor de potencia



Finalmente se presentan los datos de placa del del equipo compacto de medida que integra a los transformadores de corriente y tensión utilizados para la medición de potencia neta.



Figura 9-15 – Datos de placa del equipo compacto de medida para la medición de potencia neta



9.4.3 Humedad relativa y Temperatura ambiente

El Coordinado ha contratado el servicio de medición a un proveedor externo y se ha instalado el equipo CHY - 820 para la medición de humedad relativa y temperatura ambiente del aire. Se presentan a continuación, los antecedentes técnicos del equipo instalado.

ELÉCTRICAS

Unidad de Temperatura: Celsius o Fahrenheit seleccionable por el usuario.

Rango de Medición:

TIPO "K" -50°C a 1000°C, Resolución: 0.1°C

Precisión: La precisión es especificada en un rango de temperatura de operación de 18°C a 28°C, por 1 año, no incluye el error de la termocupla.

$\pm(0.1\% \text{ rdg} + 1^\circ\text{C})$ en -50°C a 1000°C

Sensor: Sensor de temperatura termistor

Rango: 0°C a 60°C

Resolución: a.1°C

Precisión:

$\pm 2^\circ\text{C}$ entre 0°C a 10°C
 $\pm 0.5^\circ\text{C}$ entre 10°C a 45°C
 $\pm 2^\circ\text{C}$ entre 45°C a 60°C

HUMEDAD RELATIVA

Sensor: Sensor de humedad capacitivo

Rango: 0% a 100% RH

Precisión:

$\pm 2.5\%$ a 25°C, 10% a 90% RH
 $\pm 5\%$ a 25°C, Resto del rango.

Tiempo de respuesta del Sensor HR para 90% del rango total: 60seg típico.

Histéresis Sensor (excursión de 10% a 90% a 10% HR): $\pm 1\%$ HR típico.

Coefficiente de temperatura:

0.1 veces la especificación de precisión aplicable por °C desde 0°C a 18°C y 28°C a 50°C.

Figura 9-16 – Hoja de datos CHY - 820



9.5 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.

9.5.1 Potencia bruta/FP

El coordinado ha contratado a un proveedor externo el servicio de medición de potencia bruta y factor de potencia, en concordancia a lo estipulado en el Artículo 31 del anexo técnico. Se muestran a continuación, los certificados de calibración vigentes de los equipos externos instalados en cada unidad.



FT-LAB-7.8c



CERTIFICADO DE EXACTITUD
LABORATORIO DE TECNORED S.A.
MEDIDORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Fecha de Emisión de Certificado: 03.03.2022

FOLIO: 507269

ANTECEDENTES DEL CLIENTE				RESULTADOS DE LA COMPONENTE ACTIVA																																																																																															
N° / Fecha de Solicitud : 0537_02.03.2022				<table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">N</th> <th rowspan="2">Fase</th> <th rowspan="2">Cte.%</th> <th rowspan="2">Factor</th> <th colspan="2">Componente Activa Directa</th> <th colspan="2">Componente Activa Reversa</th> </tr> <tr> <th>Error (%)</th> <th>Límite Norma (%)</th> <th>Error(%)</th> <th>Límite Norma (%)</th> </tr> </thead> <tr><td>1</td><td>123</td><td>100</td><td>1</td><td>0.077</td><td>± 0.2</td><td>0.079</td><td>± 0.2</td></tr> <tr><td>2</td><td>123</td><td>100</td><td>0.5</td><td>0.087</td><td>± 0.3</td><td>0.088</td><td>± 0.3</td></tr> <tr><td>3</td><td>123</td><td>10</td><td>1</td><td>0.078</td><td>± 0.2</td><td>0.077</td><td>± 0.2</td></tr> <tr><td>4</td><td>123</td><td>10</td><td>0.5</td><td>0.069</td><td>± 0.3</td><td>0.083</td><td>± 0.3</td></tr> <tr><td>5</td><td>1</td><td>100</td><td>1</td><td>0.091</td><td>± 0.3</td><td>0.089</td><td>± 0.3</td></tr> <tr><td>6</td><td>2</td><td>100</td><td>1</td><td>0.075</td><td>± 0.3</td><td>0.080</td><td>± 0.3</td></tr> <tr><td>7</td><td>3</td><td>100</td><td>1</td><td>0.079</td><td>± 0.3</td><td>0.074</td><td>± 0.3</td></tr> <tr><td>8</td><td>1</td><td>100</td><td>0.5</td><td>0.103</td><td>± 0.4</td><td>0.096</td><td>± 0.4</td></tr> <tr><td>9</td><td>2</td><td>100</td><td>0.5</td><td>0.107</td><td>± 0.4</td><td>0.115</td><td>± 0.4</td></tr> <tr><td>10</td><td>3</td><td>100</td><td>0.5</td><td>0.101</td><td>± 0.4</td><td>0.084</td><td>± 0.4</td></tr> </table>				N	Fase	Cte.%	Factor	Componente Activa Directa		Componente Activa Reversa		Error (%)	Límite Norma (%)	Error(%)	Límite Norma (%)	1	123	100	1	0.077	± 0.2	0.079	± 0.2	2	123	100	0.5	0.087	± 0.3	0.088	± 0.3	3	123	10	1	0.078	± 0.2	0.077	± 0.2	4	123	10	0.5	0.069	± 0.3	0.083	± 0.3	5	1	100	1	0.091	± 0.3	0.089	± 0.3	6	2	100	1	0.075	± 0.3	0.080	± 0.3	7	3	100	1	0.079	± 0.3	0.074	± 0.3	8	1	100	0.5	0.103	± 0.4	0.096	± 0.4	9	2	100	0.5	0.107	± 0.4	0.115	± 0.4	10	3	100	0.5	0.101	± 0.4	0.084	± 0.4
N	Fase	Cte.%	Factor									Componente Activa Directa		Componente Activa Reversa																																																																																					
				Error (%)	Límite Norma (%)	Error(%)	Límite Norma (%)																																																																																												
1	123	100	1	0.077	± 0.2	0.079	± 0.2																																																																																												
2	123	100	0.5	0.087	± 0.3	0.088	± 0.3																																																																																												
3	123	10	1	0.078	± 0.2	0.077	± 0.2																																																																																												
4	123	10	0.5	0.069	± 0.3	0.083	± 0.3																																																																																												
5	1	100	1	0.091	± 0.3	0.089	± 0.3																																																																																												
6	2	100	1	0.075	± 0.3	0.080	± 0.3																																																																																												
7	3	100	1	0.079	± 0.3	0.074	± 0.3																																																																																												
8	1	100	0.5	0.103	± 0.4	0.096	± 0.4																																																																																												
9	2	100	0.5	0.107	± 0.4	0.115	± 0.4																																																																																												
10	3	100	0.5	0.101	± 0.4	0.084	± 0.4																																																																																												

Fecha Calibración : 03/03/2022																																																																																																																												
Medidor : ION 8650																																																																																																																												
Cliente : Tecnored S.A.																																																																																																																												
Instalación :																																																																																																																												
Subestación :																																																																																																																												
ANTECEDENTES DEL MEDIDOR				RESULTADOS DE LA COMPONENTE REACTIVA																																																																																																																								
Marca : Schneider Electric					N	Fase	Cte.%	Factor	Componente Reactiva Directa		Componente Reactiva Reversa			----	------	-------	--------	-----------------------------	------------------	-----------------------------	------------------						Error (%)	Límite Norma (%)	Error(%)	Límite Norma (%)		1	123	100	1	0.072	± 2.0	0.090	± 2.0		2	123	100	0.5	0.049	± 2.0	0.076	± 2.0		3	123	10	1	0.067	± 2.0	0.098	± 2.0		4	123	10	0.5	0.027	± 2.0	0.112	± 2.0		5	1	100	1	0.080	± 3.0	0.078	± 3.0		6	2	100	1	0.078	± 3.0	0.083	± 3.0		7	3	100	1	0.082	± 3.0	0.072	± 3.0		8	1	100	0.5	0.075	± 3.0	0.084	± 3.0		9	2	100	0.5	0.046	± 3.0	0.063	± 3.0		10	3	100	0.5	0.099	± 3.0	0.059	± 3.0				
Modelo : M8650A4C0H5E1B0A																																																																																																																												
N° de Serie : MW-1210A672-01																																																																																																																												
Estado : Usado																																																																																																																												
Año Fabricación : 2012																																																																																																																												
Clase Exactitud (%) : 0.2																																																																																																																												
Constante Med. : 1																																																																																																																												
PATRON DE CALIBRACION				CONDICIONES DE MEDIDA																																																																																																																								
Marca : Clou				Lugar de Calibración : Laboratorio Tecnored																																																																																																																								
Modelo : C13115				Tipo de Medida : W,ESTRELLA/ACTIVO																																																																																																																								
N° Serie : 20171801				Tensión Aplicada : 63,5 (V)																																																																																																																								
Clase de Exactitud : 0,05				Corriente Nominal : 5 (A)																																																																																																																								
Trazabilidad : Laboratorio Tecnored				N° de Elementos : 3																																																																																																																								
Método Calibración : Comparación Directa				Frecuencia (Hz) : 50 (HZ)																																																																																																																								
Temperatura (C°) : 22.3				Humedad (%) : 47.8																																																																																																																								
Calibrador : B Santibañez																																																																																																																												
OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES																																																																																																																												
Los resultados obtenidos están relacionados únicamente al ítem calibrado y descrito en "Antecedentes del Medidor", Los resultados cumplen con la norma IEC 62053-22 (ITEM 8.1 y 8.3). Tecnored S.A., declina toda responsabilidad por el uso indebido que se hicieran de este certificado. Este documento no puede ser reproducido en forma parcial.																																																																																																																												
				Jaime Eduardo García Collao Jefe Área Certificación y Medidas																																																																																																																								
TECNORED S.A. Cerro El Plomo 3819 Barrio Industrial Curatama, Valparaíso Fono: 56-32-2452580 fax: 56-32-2452571 www.tecnored.cl ventas@tecnored.cl																																																																																																																												

Figura 9-17 – Certificado de calibración de medidor de potencia bruta – Unidad G5



FT-LAB-7.8c



CERTIFICADO DE EXACTITUD
LABORATORIO DE TECNORED S.A.
MEDIDORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Fecha de Emisión de Certificado: 03.03.2022

FOLIO: 507268

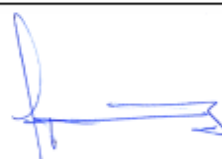
ANTECEDENTES DEL CLIENTE				RESULTADOS DE LA COMPONENTE ACTIVA							
N° / Fecha de Solicitud	: 0537_02.03.2022			N	Fase	Cte. %	Factor	Componente Activa			
Fecha Calibración	: 03/03/2022							Directa	Componente Activa		
Medidor	: ION 8650			Error (%)	Limite Norma (%)	Error (%)	Limite Norma (%)	Reversa			
Cliente	: Tecnored S.A.			1	123	100	1	0.064	± 0.2	0.062	± 0.2
Instalación	:			2	123	100	0.5	0.087	± 0.3	0.076	± 0.3
Subestación	:			3	123	10	1	0.061	± 0.2	0.066	± 0.2
ANTECEDENTES DEL MEDIDOR				4	123	10	0.5	0.077	± 0.3	0.069	± 0.3
Marca	: Schneider Electric			5	1	100	1	0.062	± 0.3	0.059	± 0.3
Modelo	: M8650A4C0H5E1B0A			6	2	100	1	0.069	± 0.3	0.067	± 0.3
N° de Serie	: MW-1311A373-01			7	3	100	1	0.061	± 0.3	0.074	± 0.3
Estado	: Usado			8	1	100	0.5	0.062	± 0.4	0.067	± 0.4
Año Fabricación	: 2013			9	2	100	0.5	0.095	± 0.4	0.108	± 0.4
Clase Exactitud (%)	: 0.2			10	3	100	0.5	0.078	± 0.4	0.085	± 0.4
Constante Med.	: 1			RESULTADOS DE LA COMPONENTE REACTIVA				Componente Reactiva			
PATRON DE CALIBRACIÓN				N	Fase	Cte. %	Factor	Directa	Componente Reactiva		
Marca	: Clou							Error (%)	Limite Norma (%)	Error (%)	Limite Norma (%)
Modelo	: C13115			1	123	100	1	0.054	± 2.0	0.066	± 2.0
N° Serie	: 20171801			2	123	100	0.5	0.026	± 2.0	0.034	± 2.0
Clase de Exactitud	: 0.05			3	123	10	1	0.044	± 2.0	0.070	± 2.0
Trazabilidad	: Laboratorio Tecnored			4	123	10	0.5	0.012	± 2.0	0.074	± 2.0
CONDICIONES DE MEDIDA				5	1	100	1	0.045	± 3.0	0.032	± 3.0
Lugar de Calibración	: Laboratorio Tecnored			6	2	100	1	0.066	± 3.0	0.072	± 3.0
Tipo de Medida	: W. ESTRELLA/ACTIVO			7	3	100	1	0.068	± 3.0	0.066	± 3.0
Tensión Aplicada	: 63.5 (V)			8	1	100	0.5	0.028	± 3.0	0.042	± 3.0
Corriente Nominal	: 5 (A)			9	2	100	0.5	0.034	± 3.0	0.057	± 3.0
N° de Elementos	: 3			10	3	100	0.5	0.093	± 3.0	0.024	± 3.0
Método Calibración	: Comparación Directa			OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES							
Frecuencia (Hz)	: 50 (HZ)			Los resultados obtenidos están relacionados únicamente al ítem calibrado y descrito en "Antecedentes del Medidor". Los resultados cumplen con la norma IEC 62053-22 (ÍTEM 8.1 y 8.3). Tecnored S.A., declina toda responsabilidad por el uso indebido que se hicieran de este certificado. Este documento no puede ser reproducido en forma parcial.							
Temperatura (C°)	: 22.3			 Jaime Eduardo García Collao Jefe Área Certificación y Medidas							
Humedad (%)	: 47.8										
Calibrador	: B. Santibañez			TECNORED S.A. Cerro El Plomo 3819 Barrio Industrial Curauma, Valparaíso Fono: 56-32-2452580 fax: 56-32-2452571 www.tecnored.cl ventas@tecnored.cl							

Figura 9-18 – Certificado de calibración de medidor de potencia bruta – Unidad G9



9.5.2 Potencia neta

El coordinado ha contratado a un proveedor externo el servicio de medición de potencia neta y factor de potencia, en concordancia a lo estipulado en el Artículo 31 del anexo técnico. Se muestran a continuación, los certificados de calibración vigentes del equipo externo instalado.

FT-LAB-7.8c

CERTIFICADO DE EXACTITUD
LABORATORIO DE TECNORED S.A.
MEDIDORES DE ENERGÍA ELÉCTRICA

Fecha de Emisión de Certificado: 03.03.2022

FOLIO: 507270

ANTECEDENTES DEL CLIENTE			
N° / Fecha de Solicitud :	0537_02.03.2022		
Fecha Calibración :	03/03/2022		
Medidor :	ION 8600		
Cliente :	Tecnored S.A.		
Instalación :			
Subestación :			

ANTECEDENTES DEL MEDIDOR			
Marca :	Schneider Electric		
Modelo :	P8600A4C0H5E0B0A		
N° de Serie :	PT-0807A491-01		
Estado :	Usado		
Año Fabricación :	2008		
Clase Exactitud (%) :	0.2		
Constante Med. :	1		

PATRON DE CALIBRACIÓN			
Marca :	Clou		
Modelo :	C13115		
N° Serie :	20171801		
Clase de Exactitud :	0,05		
Trazabilidad :	Laboratorio Tecnored		

CONDICIONES DE MEDIDA			
Lugar de Calibración :	Laboratorio Tecnored		
Tipo de Medida :	W. ESTRELLA/ACTIVO		
Tensión Aplicada :	63.5	(V)	
Corriente Nominal :	5	(A)	
N° de Elementos :	3		
Método Calibración :	Comparación Directa		
Frecuencia (Hz) :	50	(HZ)	
Temperatura (C°) :	22.3		
Humedad (%) :	47.8		
Calibrador :	B. Santibañez		

RESULTADOS DE LA COMPONENTE ACTIVA							
N	Fase	Cte.%	Factor	Error (%)	Componente Activa		Limite Norma (%)
					Directa	Reversa	
1	123	100	1	0.002	± 0.2	-0.027	± 0.2
2	123	100	0.5	-0.037	± 0.3	-0.059	± 0.3
3	123	10	1	-0.033	± 0.2	-0.034	± 0.2
4	123	10	0.5	-0.095	± 0.3	-0.067	± 0.3
5	1	100	1	-0.009	± 0.3	-0.023	± 0.3
6	2	100	1	-0.019	± 0.3	-0.038	± 0.3
7	3	100	1	-0.039	± 0.3	-0.025	± 0.3
8	1	100	0.5	0.150	± 0.4	-0.009	± 0.4
9	2	100	0.5	-0.052	± 0.4	-0.067	± 0.4
10	3	100	0.5	-0.075	± 0.4	-0.062	± 0.4

RESULTADOS DE LA COMPONENTE REACTIVA							
N	Fase	Cte.%	Factor	Error (%)	Componente Reactiva		Limite Norma (%)
					Directa	Reversa	
1	123	100	1	-0.034	± 2.0	-0.028	± 2.0
2	123	100	0.5	0.002	± 2.0	-0.006	± 2.0
3	123	10	1	-0.056	± 2.0	0.010	± 2.0
4	123	10	0.5	-0.048	± 2.0	0.024	± 2.0
5	1	100	1	-0.014	± 3.0	-0.074	± 3.0
6	2	100	1	-0.023	± 3.0	-0.040	± 3.0
7	3	100	1	-0.020	± 3.0	-0.039	± 3.0
8	1	100	0.5	-0.031	± 3.0	-0.081	± 3.0
9	2	100	0.5	-0.001	± 3.0	0.010	± 3.0
10	3	100	0.5	0.082	± 3.0	-0.029	± 3.0

OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos están relacionados únicamente al ítem calibrado y descrito en "Antecedentes del Medidor", Los resultados cumplen con la norma IEC 62053-22 (ITEM 8.1 y 8.3). Tecnored S.A., declina toda responsabilidad por el uso indebido que se hicieran de este certificado. Este documento no puede ser reproducido en forma parcial.

Jaime Eduardo García Collao
Jefe Área Certificación y Medidas

TECNORED S.A.
Cerro El Plomo 3819 Barrio Industrial Curauma, Valparaíso
Fono: 56-32-2452580 fax: 56-32-2452571
www.tecnored.cl ventas@tecnored.cl

Figura 9-19 – Certificado de calibración de medidor de Potencia neta



9.5.3 Humedad relativa y Temperatura ambiente

El coordinado contrató a un proveedor externo el servicio de medición de humedad relativa y temperatura ambiente en concordancia a lo estipulado en el Artículo 31 del anexo técnico.

Se presenta a continuación el certificado de calibración del equipo externo instalado.

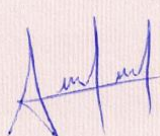


veto PRECISION A SU MEDIDA.		CERTIFICADO DE CALIBRACION LABC-TE-4011 Laboratorio de calibración - Magnitud Humedad Y Temperatura		SISTEMA NACIONAL DE ACREDITACION INN - CHILE Acreditación LC 105	
Guía de Laboratorio: 34284		F-LABC-44 (Rev. 00)		Fecha de Emisión: 03-06-2021	
IDENTIFICACION DEL CLIENTE					
Nombre	: ELEKTRA GENERACION S.A.				
Dirección	: Alcantara # 44, Piso 11 - Las Condes, Santiago				
IDENTIFICACION DEL ÍTEM					
Descripción	: Termohigrómetro				
Marca o fabricante	: CHY				
Modelo	: 820W				
N° de serie	: 200017				
Id. del cliente	: Sin información				
Rango	: 0 a 100 %HR / 0 a 60 °C				
Mínima División de escala	: 0,1 %HR / 0,1 °C				
CONDICIONES DE CALIBRACION					
Fecha de calibración	: 31 de Mayo y 01 de Junio de 2021				
Etiqueta de calibración	: 22415				
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	: (24 ± 1) °C				
Humedad relativa	: (39 ± 2) %HR				
PATRON UTILIZADO					
Descripción	Patrón Humedad	Patrón Temperatura			
Marca	: Vaisala	Indicador digital / Sensor			
Modelo	: MI70 / HMP77B	Vaisala			
N° de serie	: N1940016 / N2130593	MI70 / HMP77B			
Código interno	: HU-PR-04 / HU-PR-05	N1940016 / N2130593			
TRAZABILIDAD DE LA CALIBRACION					
Laboratorio emisor	: LCPN-H	Veto y Cia. Ltda.			
N° de certificado	: H00371	LABC-TE-2907			
Vigencia Patrón	: Agosto 2022	Agosto 2021			
 Alejandro Rojas Campusano Técnico		 Copia Controlada Sello del Laboratorio		 Mauricio Soto Viveros Jefe de Laboratorio	
Laboratorio de Calibración Veto y Cía. Ltda. - San Eugenio # 567, Ñuñoa - F: 56 2 23554438 - www.veto.cl					
Página 1 de 2					

Figura 9-20 – Certificado de calibración medidor de humedad relativa y temperatura ambiente



LABC-TE-4011
Laboratorio de calibración - Magnitud Humedad Y
Temperatura



Guía de Laboratorio: 34284

Fecha de Emisión: 03-06-2021

RESULTADOS

Humedad Relativa

Indicación Patrón	Indicación Ítem	Error de medición	Incertidumbre expandida
%HR	%HR	%HR	%HR
30,9	29,1	-1,8	3,5
50,7	49,8	-0,9	3,5
69,9	69,4	-0,5	3,5

Temperatura Ambiental

Indicación Patrón	Indicación Ítem	Error de medición	Incertidumbre expandida
°C	°C	°C	°C
10,1	10,3	0,2	1,5
24,9	24,8	-0,1	1,5
40,4	40,2	-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

Copia Controlada





9.6 Registro manual de datos

Central		Constitución 1		
Unidad		Todas		
Estado de carga		P. Max. 9 MW		1 de 5
Registro de datos [5 min]				
Hora	Humedad relativa [%]	Temperatura Ambiente [°C]	Presion Barometrica [hpa]	Masa de Combustible [kgr]
18:30	76,8	16,5	997	
18:35	76,9	16,5	997	
18:40	77,1	16,5	997	
18:45	77,2	16,5	997	
18:50	76,7	16,6	997	
18:55	77,6	16,2	997	
19:00	78,4	16,2	997	
19:05	77,9	16,3	997	
19:10	78,5	16,2	997	
19:15	78,7	16,2	997	
19:20	79,3	16,0	997	
19:25	79,7	15,9	997	
19:30	79,7	16,0	997	

Figura 9-22 – Registro de datos (Página 1/5)



Central	Constitución 1			
Unidad	Todas			
Estado de carga	P. Max. 9 Mw		4 de 5	
Registro de datos [5 min]				
Hora	Humedad relativa [%]	Temperatura Ambiente [°C]	Presion Barometrica [hpa]	Masa de Combustible [kg]
21:35	80,7	15,7	996,5	
21:40	80,0	15,9	996,5	
21:45	80,6	15,0	996,5	
21:50	81,4	15,5	996,5	
21:55	82,6	15,3	996,5	
22:00	82,5	15,3	996,5	
22:05	82,9	15,2	996,5	
22:10	82,9	15,2	996,5	
22:15	83,7	15,1	996,5	
22:20	83,6	15,1	996,5	
22:25	84,1	15,1	996,5	
22:30	83,0	15,3	996,5	

Figura 9-25 – Registro de datos (Página 4/5)



Central	Constitucion 1			
Unidad	Todas.			
Estado de carga	P Max 9Mw		Sdes	
Registro de datos [5 min]				
Hora	Humedad relativa [%]	Temperatura Ambiente [°C]	Presion Barometrica [hpa]	Masa de Combustible [kg]
22:35	83,7	15,2	996,5	
22:40	84,1	15,0	996,5	
22:45	83,6	15,2	996,5	
22:50	84,0	15,1	996,5	
22:55	84,2	15,0	996,5	
23:00	84,2	14,9	996,5	
23:05	84,3	15,0	996,5	
23:10	84,4	14,9	996,5	
23:15	84,4	14,9	996,5	
23:20	84,5	14,9	996,5	
23:25	84,4	15,0	996,5	
23:30	84,6	15,0	996,5	
23:35	85,0	14,9	996,5	
23:40	84,5	15,0	996,5	

Figura 9-26 – Registro de datos (Página 5/5)



9.7 Acta de ensayos

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

ESTUDIOS ELECTRICOS

ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

ACTA DE ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

Fecha	15/03/2022	Empresa	Elektra Generación SA – CT Constitución
ID Proyecto	EE-2021-017	Ubicación	Constitución, Chile
Nº total de unidades	seis (6) moto-generadores Diesel Caterpillar: • 6 equipos de 2000 kVA marca Caterpillar, modelo 3516		
Denominación de las unidades bajo pruebas	G5 y G9		

Datos unidades

Potencia aparente nominal [kVA]	2000	Corriente de estator nominal [A]	2886.8
Tensión de estator nominal [V]	400	Factor de potencia nominal	0.8
Potencia activa máxima [kW]	1500	Mínimo Técnico [kW]	1120

Responsables durante la prueba

Empresa	Nombre	Firmas
Elektra Generación SA (Coordinado)	Alejandro Larenas – Gerente General	
	Rigoberto Ferrer – Operaciones	
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 García – Experto Técnico	

www.estudios-electricos.com

Figura 9-27 – Acta de ensayos (Página 1/3)



ESTUDIOS ELECTRICOS 
ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

Datos de la prueba

Estado previo de las unidades	<i>Detenidas</i>	Arranque de la primera unidad (fecha-hora)	15/03/2022 18:03 Hs
Inicio del período de estabilización	18:15 Hs	Fin del período de estabilización	18:30 Hs
Inicio del período de prueba Potencia Máxima	18:30 Hs	Fin del período de prueba Potencia Máxima	23:40 Hs ¹
Protocolo aplicable	EE-EN-2021-1353-Rev B	Desvíos del protocolo	Si.

Instrumental

Magnitud	Descripción de equipos y punto de conexión
Potencia Neta	ION 8600 – N° Serie: PT-0807A491-01. Instalado en la misma ubicación que el equipo compacto de medida de planta utilizando TC y TP clase 0.3
Potencia Bruta y FP Unidad G5	ION 8650 – N° Serie: MW-1210A672-01. Conectado a TTCC externos clase 0.5, relación de transformación 4000/5 y la medición de tensión se realiza directo sobre la barra de 400 V.
Potencia Bruta y FP Unidad G9	ION 8650 – N° Serie: MW-1311A373-01. Conectado a TTCC externos clase 0.5, relación de transformación 4000/5 y la medición de tensión se realiza directo sobre la barra de 400 V.
Potencia SSAA	No se mide.
Humedad relativa y temperatura ambiente	CHY 820W – N° Serie: 200017. Estación meteorológica externa instalada en planta.

Valores preliminares

En la siguiente tabla se presentan los valores promedio sin corrección de la potencia bruta de las unidades bajo pruebas y de la potencia neta de la central obtenidos durante el desarrollo de las pruebas de potencia máxima:

Período	1	2	3	4	5
Unidad G5 P.Bruta [kW]	1590.4	1586.0	1589.2	1589.7	1585.7
Unidad G9 P.Bruta [kW]	1601.0	1602.9	1624.1	1627.8	1628.4
P. Neta [kW]	9036.6	9033.7	8945.8	9044.1	9042.1

Para el mismo período la temperatura ambiente experimento una variación entre 16.5°C y 15°C.

¹ Durante las pruebas la unidad G8 salió de servicio por tiempo aproximado de 5 minutos. Para completar el periodo de prueba de 5 horas, se consideró estirar las pruebas por 10 minutos más.



ESTUDIOS ELECTRICOS 
ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

Observaciones

Desvíos del protocolo:

- *Factor de potencia: En operación normal las unidades siempre operan con factor de potencia igual a uno ($FP=1$). La consigna de factor de potencia no puede ser modificada, por lo que no fue posible consignar $FP = 0.95$ como lo exige el Anexo Técnico. Por lo tanto, todas las pruebas se realizaron con factor de potencia igual a uno.*
- *Para la medición de potencia neta se utiliza el medidor ION 8600 (N° Serie: PT-0807A491-01) y cumple con las exigencias requeridas y certificado de calibración vigente.*

Desarrollo de la prueba: La prueba de Potencia Máxima se realizó con todas las unidades de Central Constitución operando de forma simultánea. Para el registro de la potencia bruta se seleccionaron 2 unidades (G5 y G9).

Todas las unidades, excepto la unidad G8, logran controlar en forma estable su potencia en bornes desde la sincronización hasta el fin de la prueba. A las 20:50 hs la unidad G8 salió de servicio por un tiempo aproximado de 5 minutos. Para completar el periodo de prueba de 5 horas, se consideró estirar las pruebas por 10 minutos más. En total se registraron 5 horas y 10 minutos en condiciones de potencia máxima luego de finalizado el período de estabilización.

Durante el desarrollo de las pruebas las unidades se operaron a máxima potencia con factor de potencia igual a uno. Los datos de temperatura ambiente, humedad relativa y presión barométrica fueron tomados en forma manual cada 5 minutos.

Estabilidad durante las pruebas: Se observó operación estable de todas las unidades. 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.

Elektragen entregó la totalidad de los registros digitales y manuales de esta prueba. La entrega se compone de tres fuentes de archivos distintas: registros de medición de Potencia neta, registros de medición de Potencia bruta de cada unidad bajo prueba, y planillas con el registro manual cada 5 minutos de los datos de temperatura ambiente, humedad relativa y presión barométrica.

Queda pendiente de entrega por parte de Elektragen los resultados del análisis de combustible utilizado para ser anexado al informe final.

Conclusiones: Se verificó con éxito que todas las unidades de Central Constitución pueden operar a máxima potencia por un periodo 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.



9.8 Análisis de combustible

INFORME DE LABORATORIO CONTROL DE CALIDAD

Camino Melipilla 11920, Santiago

1 / 1

LABORATORIO
Control de calidad de combustible **COPEC**

MUESTRA ESPECIAL DIESEL

Procedencia Muestra:	Planta Chillan	Fecha Obtención:	15/03/2022
Tipo de Control:	Muestra Cliente	Fecha Recepción:	18/03/2022
Tipo de Muestra:	Fondo	Fecha Informe:	08/04/2022
N° Informe:	63882	N° Estanque:	
Lote de Inspeccion SAP:	890000154294	Volumen m3:	
Lote de Inspeccion Starlims:	C00063882	Versión Certificado:	2

ENSAYO	METODO	ESPECIFICACIONES		RESULTADO	UNIDAD
		MIN	MAX		
Apariencia	VISUAL			Limpio/Seco	
API 60°F/60°F	D 4052			37,0	
Densidad a 15°C	D 4052	0,82	0,85	0,8394	Kg/Lts
Azufre (S)	D 5453		15	10	ppm
Curva de Destilación					
IBP	D 7345			169,0	°C
10%	D 7345			203,1	°C
50%	D 7345			269,4	°C
90%	D 7345	282	350	341,8	°C
EP	D 7345			369,0	°C
Residuo	D 7345			1,8	%
Pérdida	D 7345			0,5	%
Recogido	D 7345			97,7	%
Índice de Cetano Calculado	D 976			51,3	
Punto de Inflamación Copa Cerrada	D 93	52		61,5	°C
Agua y Sedimento	D 2709		0,05	<0,01	%v
CALORSUP	D 4868			45,7	MJ/kg
CALORINF	D 4868			42,9	MJ/kg

Fin de los Resultados

OBSERVACIONES

- Muestra cumple especificaciones. muestra cumple especificacion en parametros medidos. ELEKTRA, MUESTRA PD, FONDO, TK N°1, sello: 22832524

* :Resultados de análisis acreditados según Norma ISO 17025.

Lino Vallejos I.
Laboratorio Central de Combustibles
COPEC S.A.

El servicio de Control de Calidad de Muestras de Combustibles y Aditivo ha sido ejecutado bajo los controles establecidos por un Sistema de Gestión de Calidad aprobado por Bureau Veritas Certification conforme con ISO 9001 2015.

La muestra es proporcionada por el cliente.

El presente informe solo se puede reproducir en forma total.

Figura 9-30 – Análisis de combustible



9.9 Registro fotográfico

A continuación, se muestran imágenes de los equipos de medición externos.

9.9.1 Potencia neta



Figura 9-31 – Medidor de potencia neta



9.9.2 Potencia bruta/FP

Unidad G5

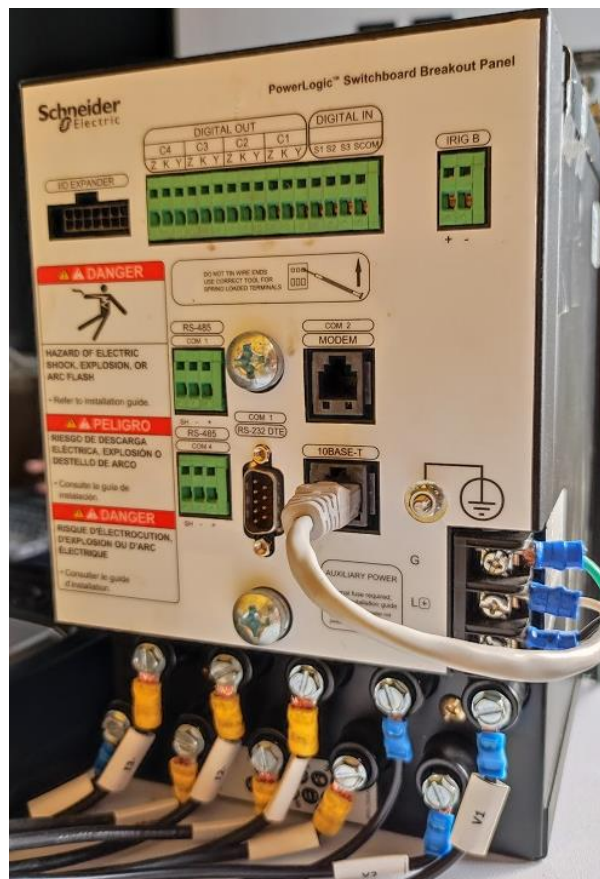


Figura 9-32 – Medidor de potencia bruta/FP unidad G5



Unidad G9

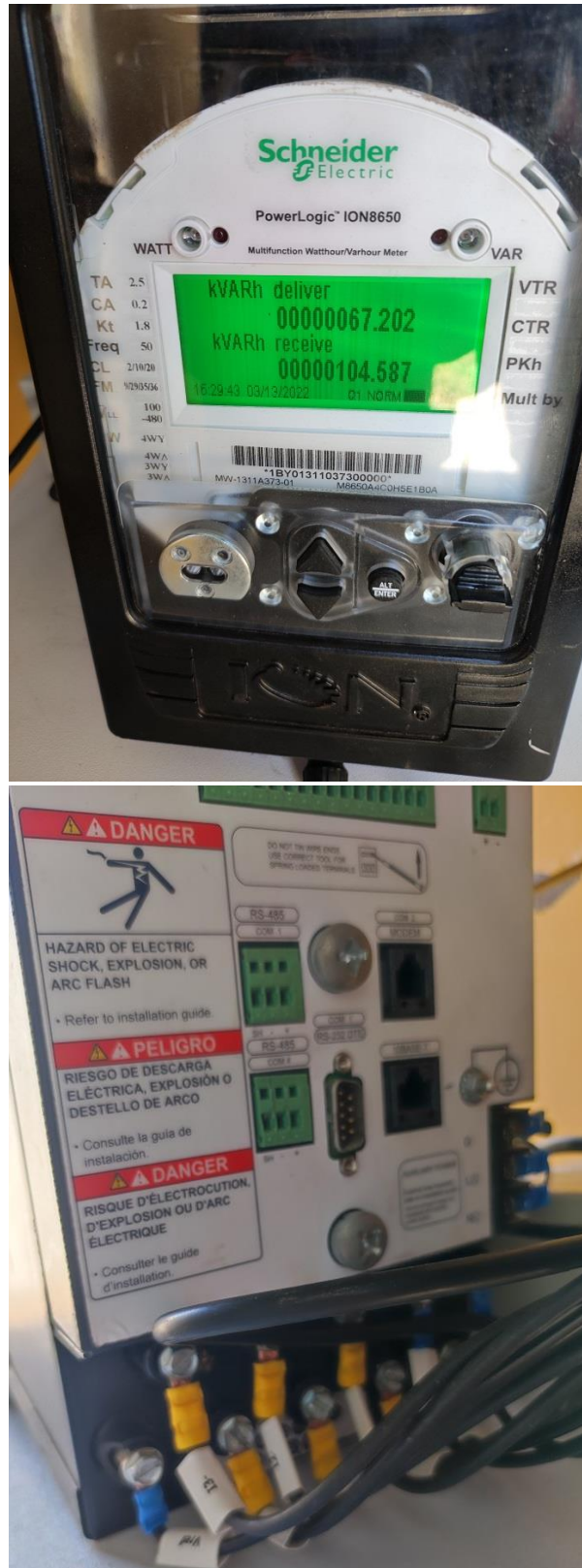


Figura 9-33 – Medidor de potencia bruta/FP unidad G9



Conexión TTCC externo y conexión directa sobre la barra de 400 V

A modo referencial se presentan las imágenes de las conexiones en una de las unidades



Figura 9-34 – Conexión TTCC externos y tensión directa sobre la barra de 400 V

9.9.3 Estación meteorológica



Figura 9-35 – Estación meteorológica



Esta página ha sido intencionalmente dejada en blanco