

Empresa: Coordinador Eléctrico Nacional

País: Chile

Proyecto: Central Térmica Constitución 1

Descripción: Informe de Pruebas de Consumo Específico (CEN)

Código de Proyecto: EE-2021-017

Código de Informe: EE-EN-2022-0482

Revisión: E



13 de julio de 2022



Este documento EE-EN-2022-0482-RE 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 78 páginas y ha sido guardado por última vez el 13/07/2022 por Federico Deledda, 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	08/07/2022	Se atienden observaciones del Coordinador.	FG	AC	PR
D	12/07/2022	Se atienden observaciones del Coordinador.	FG	AC	PR
E	13/07/2022	Se atienden observaciones del Coordinador.	FD	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
3.1	Condiciones Particulares.....	9
3.2	Experto Técnico.....	9
3.3	Representante empresa generadora.....	10
3.4	Representante del Coordinador Eléctrico Nacional.....	10
3.5	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	Condiciones de referencia y curvas de corrección.....	14
4.3.1	Curvas de corrección.....	15
4.3.2	Metodología de corrección.....	17
4.4	Instrumentación y mediciones.....	17
4.4.1	Metodología.....	19
4.4.2	Instrumentación principal.....	20
4.4.3	Mediciones complementarias.....	21
4.5	Toma de muestras del combustible.....	21
5	REALIZACIÓN DE LA PRUEBA.....	22
5.1	Chequeos preliminares.....	22
5.2	Desarrollo de las pruebas.....	22
5.2.1	Verificaciones previas.....	23
5.3	Incremento de potencia y estabilización.....	24
5.4	Período de prueba.....	25
6	CALCULOS REALIZADOS Y RESULTADOS.....	26
6.1	Reducción de datos y estabilidad.....	26
6.2	Determinación de la potencia bruta y potencia neta.....	26
6.3	Mediciones de Consumo de combustible.....	28



6.4	Determinación del Consumo Específico Neto Medido	29
6.5	Correcciones aplicables a la Consumo Específico Neto	30
6.5.1	Corrección a la Potencia Bruta	30
6.5.2	Cálculo de la Potencia Neta	32
6.5.3	Determinación del Consumo Específico Neto Corregido	33
6.6	Determinación del Consumo Específico Neto Corregido a PMax y MT	34
6.7	Tabla Resumen general	37
6.8	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	Puntos de medición.....	46
9.3.1	Potencia bruta	46
9.3.2	Potencia neta	51
9.3.3	Humedad relativa y Temperatura ambiente	54
9.4	Certificados de calibración de instrumentos de medición.....	55
9.4.1	Potencia bruta/FP.....	55
9.4.2	Potencia neta	58
9.4.3	Humedad relativa y Temperatura ambiente.....	59
9.4.4	Consumo de combustible.....	61
9.5	Registro manual de datos	63
9.6	Acta de ensayos.....	67
9.7	Análisis de combustible.....	71
9.8	Registro fotográfico.....	72
9.8.1	Potencia neta	72
9.8.2	Potencia bruta/FP.....	73
9.8.3	Balanza de plataforma	76
9.8.4	Estación meteorológica.....	77



1 INTRODUCCIÓN

El presente documento describe las tareas, ensayos y cálculos realizados para obtener el valor de **Consumo Específico Neto de la Central Térmica Constitución 1 operando en combustible diésel** en los términos establecidos en el “*ANEXO TÉCNICO: Determinación de Consumos Específicos de unidades generadoras*”.

Para la ejecución de las pruebas se siguió el procedimiento:

EE-EN-2021-1354-RB_Procedimiento_Consumo_Especifico_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 el Consumo Específico Neto de la Central de acuerdo con las especificaciones establecidas por el Anexo Técnico “*Determinación de Consumos Específicos de unidades generadoras*” y la norma aplicable ASME PTC 17.

Las pruebas se realizaron el 14 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).

Las pruebas de Consumo Específico se realizaron individualmente en 2 unidades. Las unidades seleccionadas fueron G5 y G9.

Las unidades bajo prueba lograron controlar su potencia de manera estable desde la sincronización hasta el fin de las pruebas. En total por unidad se registraron 2 test-run de 30 minutos uno en la condición de Mínimo Técnico y otro en la condición de Potencia Máxima luego de finalizado el periodo de estabilización. En cada test-run los datos de consumo de combustible, temperatura ambiente, humedad relativa y presión barométrica fueron tomados en forma manual cada 5 minutos

Durante el desarrollo de las pruebas las unidades se operaron en Mínimo Técnico y Potencia Máxima con factor de potencia igual a uno.

Para la determinación del valor de Consumo Específico Neto 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 determinaron los valores de **Consumo Específico Neto Medido** y de **Consumo Específico Neto Corregido** para las unidades G5 y G9 de la **Central Térmica Constitución 1** operando en combustible diésel.



Resumen de resultados CT Constitución 1 – Unidad G5			
Consumo Especifico Neto (CEN)	Cálculo	CEN [kcal/kWh]	Potencia [kW]
	CEN Medido en MT	2355,56	1136,37
	CEN Corregido en MT	2358,18	1120,00
	CEN Medido en PMax	2290,48	1541,81
	CEN Corregido en PMax	2296,87	1502,00

Tabla 2-1 – Resumen de resultados - Unidad G5

Resumen de resultados CT Constitución 1 – Unidad G9			
Consumo Especifico Neto (CEN)	Cálculo	CEN [kcal/kWh]	Potencia [kW]
	CEN Medido en MT	2350,75	1149,46
	CEN Corregido en MT	2353,80	1120,00
	CEN Medido en PMax	2309,91	1543,96
	CEN Corregido en PMax	2314,25	1502,00

Tabla 2-2 – Resumen de resultados - Unidad G9

Considerando que todas las unidades son de iguales características, la siguiente tabla presenta los valores de **Consumo Específico Neto Medido** y de **Consumo Específico Neto Corregido** representativos para todas las unidades de la central. Los mismos se determinaron como un promedio de los valores CEN calculados para las unidades G5 y G9.

Resumen de resultados CT Constitución 1 - Unidad G5 a G10		
Consumo Especifico Neto (CEN)	Cálculo	CEN [kcal/kWh]
	CEN Medido en MT	2353,15
	CEN Corregido en MT	2355,99
	CEN Medido en PMax	2300,19
	CEN Corregido en PMax	2305,56

Tabla 2-3 – Resumen de resultados – Valor representativo para todas las unidades



Las denominaciones empleadas para cada unidad difieren a las establecidas en la información oficial 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 2-4 – 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 Consumo Especifico Neto (CEN) que será aquel valor que se obtenga en función de mediciones que se realicen dentro del período de medición de la prueba y en conformidad con el protocolo de prueba.

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

3.1 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.

3.2 Experto Técnico

La empresa Estudios Eléctricos fue seleccionada para llevar adelante los ensayos y tareas relacionadas con la determinación del Consumo Específico Neto de la Central Térmica 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.



3.3 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.

3.4 Representante del Coordinador Eléctrico Nacional

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

3.5 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.

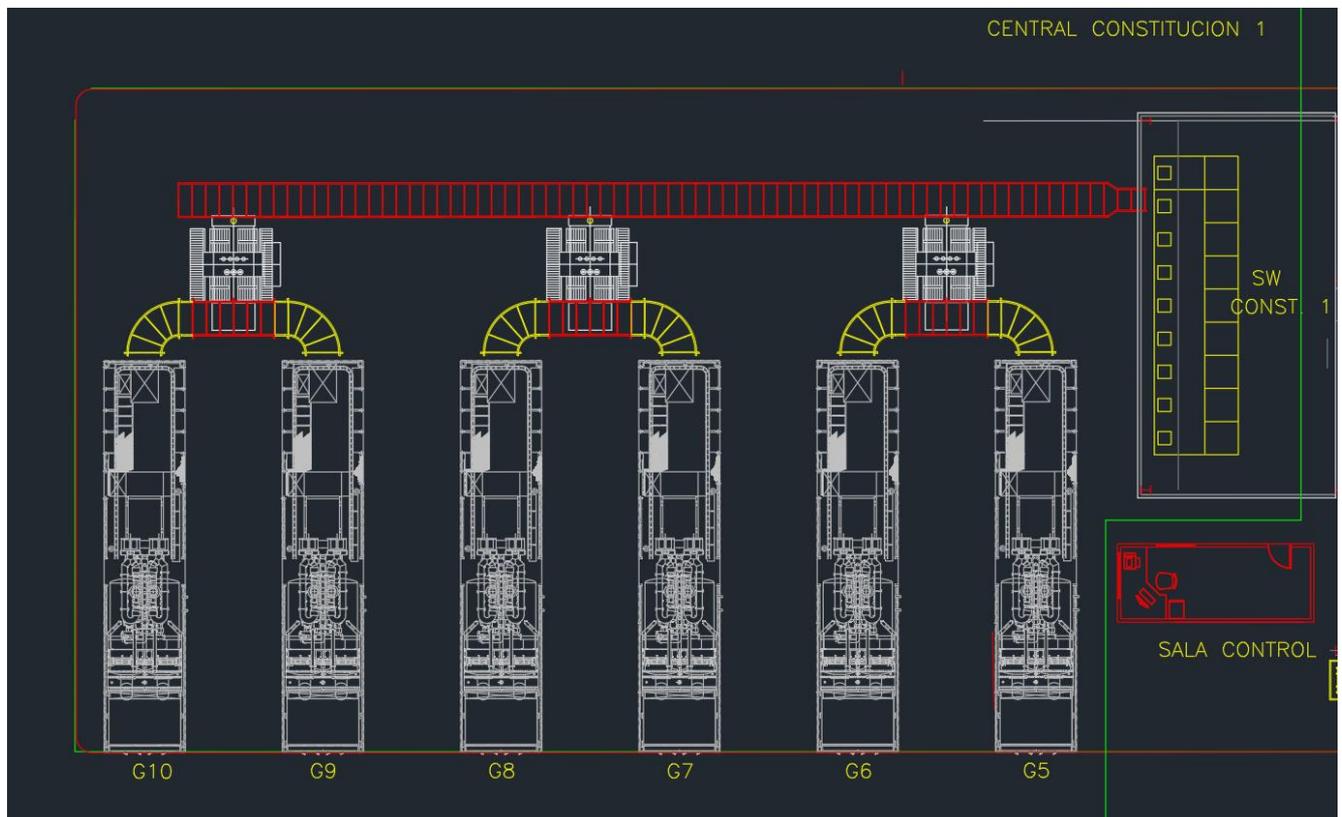


Figura 4.1 – Plano de disposición general de planta

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.

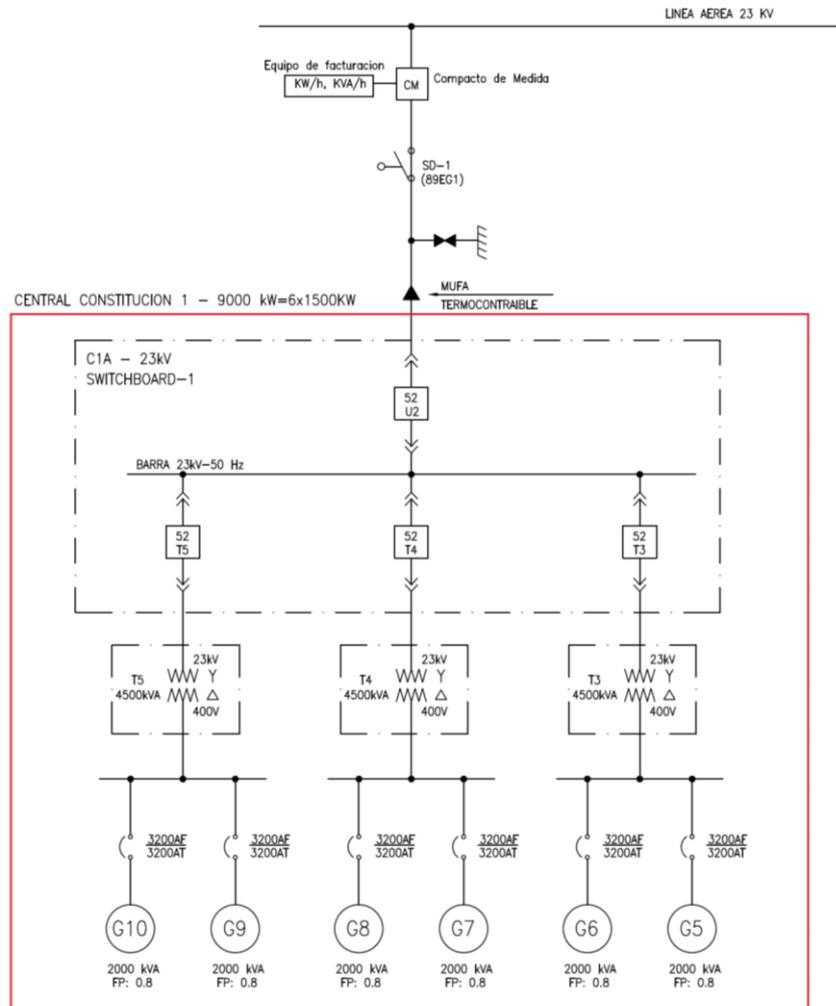


Figura 4.2 – Diagrama unilínea de la Central



4.3 Condiciones de referencia y curvas de corrección

A partir de la información detallada en el documento “Cat 3516 Performance data (constitucion).pdf” y de información de la central, se indican en la siguiente tabla los principales valores de referencia para cada unidad generadora:

Unidad	Potencia Nominal	Mínimo Técnico³	Consumo de Específico
G5 – G10	1600 kW	1120 kW	213 g/kWh

Tabla 4-2 – Valores base de potencia y consumo específico a nivel unidad

En la Tabla 4-3 se indican las condiciones de referencia de la central. Cabe mencionar que solo se presentan los parámetros de corrección que se deben considerar en base a lo estipulado en el Anexo Técnico.

Parámetro	Valor	Referencia
Temperatura ambiente [°C]	11.8	Condición de sitio Temperatura promedio ⁴
Factor de potencia	0.95	Anexo Técnico

Tabla 4-3 – Condiciones de referencia

³ Informe de Mínimo técnico Centrales Constitución, Maule y Chiloé. Fuente <https://www.coordinador.cl/wp-content/old-docs/2017/05/Informe-M%C3%ADnimo-T%C3%A9cnico-Centrales-Constituci%C3%B3n-Maule-y-Chilo%C3%A9.pdf>

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



4.3.1 Curvas de corrección

Curva de corrección por 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 4-4 - Altitude Corrected Data – Modelo 3516 2000 kVA

Considerando la altitud (condición de sitio) informada en las condiciones de referencia de la Tabla 4-3, 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.

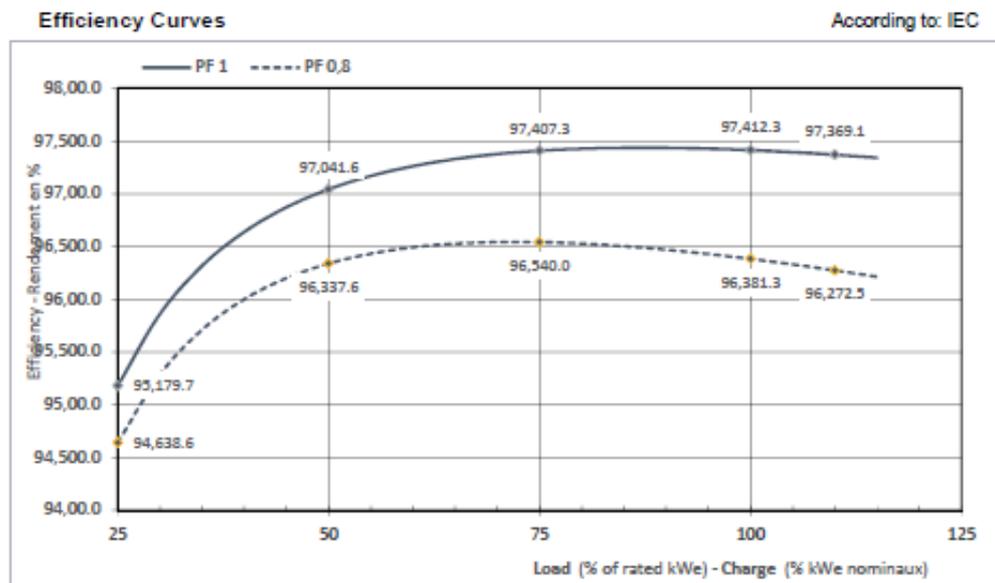


Corrección por Humedad Relativa

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 al consumo específico 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>



4.3.2 Metodología de corrección

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

4.4 Instrumentación y mediciones

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

En la Figura 4.3 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.

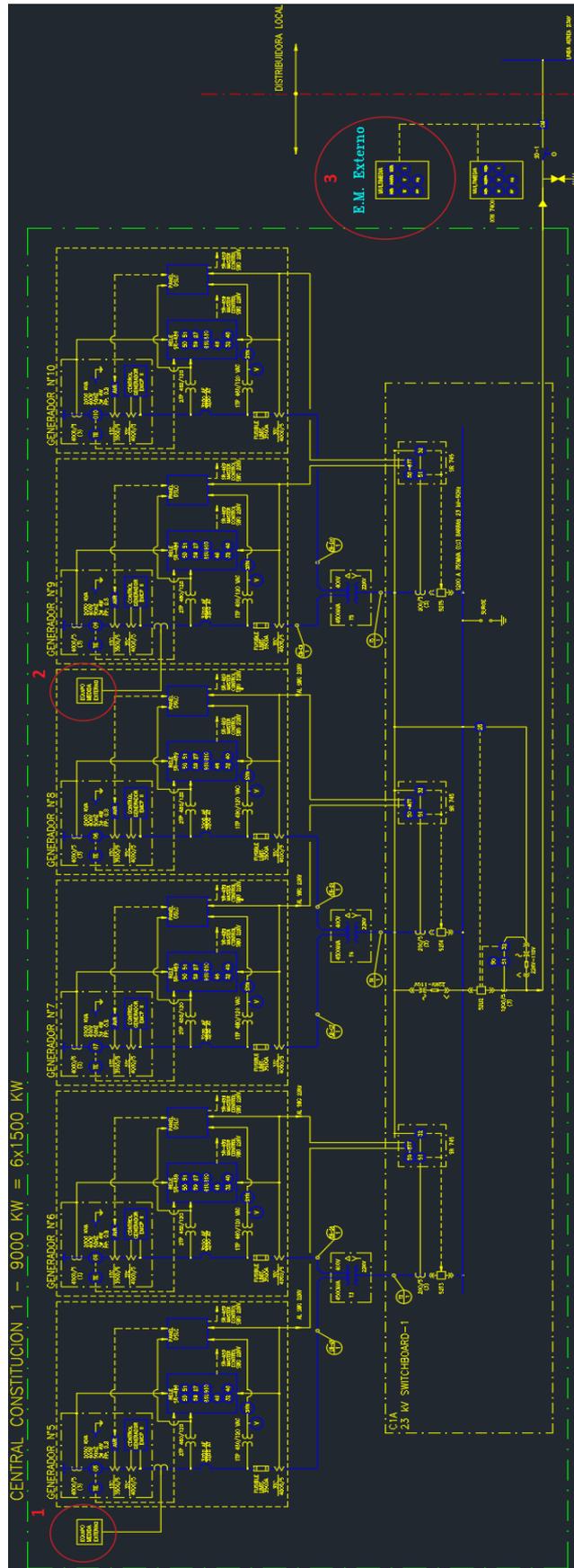


Figura 4.3 – Unilineal de planta



4.4.1 Metodología

Se realizó la medición de potencia bruta y factor de potencia en bornes del generador tal como se solicita en el Anexo Técnico. La potencia de los servicios auxiliares (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 para determinar el Consumo Específico Neto se realizaron sobre 2 unidades. El Coordinado designó para las pruebas a las unidades G5 y G9.

Los transformadores de instrumentación (PTs,CTs) son clase 0.3 para la medición de potencia neta (punto “4” 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.

Para la medición de consumo de combustible diésel el Coordinado ha contratado a un proveedor externo una balanza de plataforma. La determinación del consumo se realizó por masa, a través de un estanque auxiliar puesto sobre la balanza de plataforma.

En la sección de anexo 0 se detallan los puntos desde donde se realizaron las mediciones de cada variable, en tanto en la sección de anexo 9.4 se muestran los antecedentes técnicos y certificados de calibración asociados a los equipos de medición.



4.4.2 Instrumentación principal

Se instrumentó tal como se resume en la Tabla 4-5. La misma indica la instrumentación principal utilizada, magnitud medida, tipo y clase, y ubicación.

#	Magnitud	Instrumento	Tipo, clase y muestreo	Propietario y certificado	Ubicación	Tipo de registro
1	Potencia activa bruta Unidad G5	ION 8650 Serie: MW-1210A672-01	A, 0.2, 1 seg (o superior)	Tecnored S.A., Figura 9.16	Conectado a barra de tensión (400 V) y CTs clase 0.5 en punto 1 del unilineal de la Figura 3.3. Borneras y puntos de conexión a confirmar. Ver trifilar anexo 0.	Digital
2	Factor de potencia Unidad G5	ION 8650 Serie: MW-1210A672-01	A, 0.2, 1 seg (o superior)	Tecnored S.A., Figura 9.16	Conectado a barra de tensión (400 V) y CTs clase 0.5 en punto 1 del unilineal de la Figura 3.3. Borneras y puntos de conexión a confirmar. Ver trifilar anexo 0.	Digital
3	Potencia activa bruta Unidad G9	ION 8650 Serie: MW-1311A373-01	A, 0.2, 1 seg (o superior)	Tecnored S.A., Figura 9.17	Conectado a barra de tensión (400 V) y CTs clase 0.5 en punto 2 del unilineal de la Figura 3.3. Borneras y puntos de conexión a confirmar. Ver trifilar anexo 0.	Digital
4	Factor de potencia Unidad G9	ION 8650 Serie: MW-1311A373-01	A, 0.2, 1 seg (o superior)	Tecnored S.A., Figura 9.17	Conectado a barra de tensión (400 V) y CTs clase 0.5 en punto 2 del unilineal de la Figura 3.3. Borneras y puntos de conexión a confirmar. Ver trifilar anexo 0.	Digital
5	Potencia activa neta	ION 8600 Serie: PT-0807A491-01	A, 0.2, 1 seg (o superior)	Tecnored S.A., Figura 9.18	Conectado PTs y CTs clase 0.3 en punto 4 del unilineal la Figura 3.3. Borneras y puntos de conexión a confirmar. Ver trifilar anexo 0.	Digital
6	Temperatura aire entrada	CHY 820W Serie: 200017	±0.5°C, 5 min	Tecnored S.A. Figura 9.19	Estación meteorológica externa instalada en planta.	Manual
7	Humedad relativa	CHY 820W Serie: 200017	±2.5%, 5 min	Tecnored S.A. Figura 9.19	Estación meteorológica externa instalada en planta.	Manual
8	Consumo de Combustible	Weighing Indicator LP7516 Serie AC20210118118	±0.62 kg, 5min	Elektra Generación S.A. Figura 9.21	Balanza de plataforma instalada en cercanías de la unidad bajo prueba.	Manual

Tabla 4-5 – 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 9.4.

Los puntos físicos de conexión están identificados en los trifilares del anexo 0. y se corresponden con los indicados en la Figura 4.3.

En el anexo 9.8 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, humedad relativa y peso del combustible 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 9.5 adjuntan las capturas del registro manual de datos.

4.4.3 Mediciones complementarias

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

4.5 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 9.7.



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 verificará que todo esté 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.
4. Disposición del tanque auxiliar de combustible, mangueras y balanza de pesaje.

5.2 Desarrollo de las pruebas

Las pruebas de Consumo Específico se realizaron individualmente en 2 unidades. Las unidades seleccionadas fueron G5 y G9 (ver Figura 4.3). Las pruebas en cada unidad se realizaron en los estados de carga de Potencia Máxima y Mínimo Técnico.

Lo indicado en el presente apartado aplica por igual a todas las 2 unidades seleccionadas.



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. La unidad disponible para operar a máxima potencia.
 - iv. La unidad operó 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 y estabilización

Previo al inicio de las pruebas las unidades bajo pruebas se encontraban detenidas. A cada unidad, el operador dio orden de partida, sincronización e incrementó carga paulatinamente hasta alcanzar el valor de Mínimo Técnico de 1.2 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 la unidad. Durante el mismo se monitoreó la evolución de las principales variables hasta que se verificó la estabilidad, dando inicio formal al período de pruebas. La unidad permaneció operando de manera estable en Mínimo técnico durante 30 minutos.

Finalizado este periodo de pruebas el operador incrementó la carga de la unidad hasta alcanzar el valor de máximo de potencia de 1.6 MW. Una vez alcanzado se dio inicio al período de estabilización de la unidad. Durante el mismo se monitoreó la evolución de las principales variables hasta que se verificó la estabilidad, dando inicio formal al período de pruebas. La unidad permaneció operando de manera estable en Potencia Máxima durante 30 minutos.

La Tabla 5-1, resume los períodos resultantes para la unidad ensayada.

	Unidad G5	Unidad G9
Arranque de la unidad	14/03/2022 08:08 Hs	14/03/2022 11:32 Hs
Inicio del periodo de estabilización	08:30 Hs	11:40 Hs
Fin del periodo de estabilización	08:50 Hs	12:05 Hs
Inicio del periodo de prueba – MT	08:50 Hs	12:05 Hs
Fin del periodo de prueba – MT	09:20 Hs	12:35 Hs
Inicio del periodo de prueba – PMax	09:35 Hs	12:55 Hs
Fin del periodo de prueba – PMax	10:05 Hs	13:25 Hs

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

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



5.4 Período de prueba

Las unidades bajo prueba lograron controlar su potencia de manera estable desde la sincronización hasta el fin de las pruebas. En total por unidad se registraron 2 test-run de 30 minutos uno en la condición de Mínimo Técnico y otro en la condición de Potencia Máxima luego de finalizado el periodo de estabilización. 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	±3%
Velocidad de rotación / frecuencia	±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:

		Unidad G5		Unidad G9		
Períodos						
Test Run n°	ref	1 - MT	2 - PMax	1 - MT	2 - PMax	
Hora Inicio		8:50	9:35	12:05	12:55	
Hora Fin		9:20	10:05	12:35	13:25	
Verificación de condiciones de estabilidad						
P _{neta, Unidad}	Potencia Neta medido en Alta	3,00%	0,25%	0,30%	1,32%	0,93%
P _{Bruta, Unidad}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	3,00%	0,23%	0,31%	1,27%	0,91%
Frec	Velocidad de Rotación	1,00%	0,03%	0,08%	0,06%	0,09%
Estabilidad	¿Se cumplen los criterios para todas las variables?	SI	SI	SI	SI	

Tabla 5-3 – Verificación de estabilidad de los 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 9.6.



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 consumo específico.

6.2 Determinación de la potencia bruta y potencia neta

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

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

Dónde:

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

En la siguiente Tabla 6-1 se presentan, para cada test-run, los valores calculados de potencia bruta y potencia neta para cada unidad.



			Unidad G5		Unidad G9	
Períodos						
Test Run nº		ref	1 - MT	2 - PMax	1 - MT	2 - PMax
Hora Inicio			08:50	09:35	12:05	12:55
Hora Fin			09:20	10:05	12:35	13:25
VARIABLES PRIMARIAS						
FP	Factor de potencia en bornes de máquina	-	1,00	1,00	1,00	1,00
P _{bruta, Unidad}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	[kW]	1191,61	1602,53	1207,08	1608,19
P _{neta, Unidad}	Potencia Neta medido en Alta	[kW]	1136,37	1541,81	1149,46	1543,96
T _{ambiente}	Temperatura Ambiente	[°C]	10,57	12,84	19,71	19,36
RH	Humedad relativa	[%]	92,63	87,94	69,36	63,63
C _{combustible}	Consumo de combustible	[kg/h]	245,28	323,60	247,60	326,80
Determinación Potencia Bruta y Potencia Neta						
P_{bruta, Unidad}	Pot. Bruta por Unidad	[kW]	1191,61	1602,53	1207,08	1608,19
P_{neta, Unidad}	Pot. Neta por Unidad	[kW]	1136,37	1541,81	1149,46	1543,96
Determinación pérdidas totales						
L _{TOTALES}	Pérdidas en el transformador de potencia y red interna	[kW]	55,24	60,72	57,62	64,23

Tabla 6-1 – Determinación de la potencia bruta y potencia neta



6.3 Mediciones de Consumo de combustible

Las mediciones de consumo de combustible se realizaron por masa, a través de un estanque auxiliar puesto sobre la balanza de plataforma y la lectura de datos se realizó de forma manual cada 5 minutos. Para los cálculos de CEN se considera el consumo neto de combustible dentro del periodo de prueba.



Figura 6.1 – Estanque de combustible auxiliar

En La Tabla 6-2 se presentan para cada periodo de prueba el cálculo del consumo de combustible neto y el valor de poder calorífico superior (determinado en el análisis de muestra de combustible – Anexo 9.7).

		Unidad G5		Unidad G9		
Períodos						
Test Run n°	ref	1 - MT	2 - PMax	1 - MT	2 - PMax	
Hora Inicio		08:50	09:35	12:05	12:55	
Hora Fin		09:20	10:05	12:35	13:25	
Datos Combustible						
PCS	Poder Calorífico Superior	[kcal/kg]	10913,16	10913,16	10913,16	10913,16
C _{Combustible}	Consumo de combustible	[kg/h]	245,28	323,60	247,60	326,80

Tabla 6-2 – Consumo neto de combustible promedio registrado en cada prueba



6.4 Determinación del Consumo Específico Neto Medido

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

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

$$CEN = \frac{\text{Consumo de Combustible} * PCS}{P_{\text{Neta,Unidad}}}$$

La Tabla 6-3 presenta los cálculos realizados para la determinación del consumo específico neto medido para cada estado de carga:

		Unidad G5		Unidad G9	
Períodos					
Test Run n°	ref	1 - MT	2 - PMax	1 - MT	2 - PMax
Hora Inicio		08:50	09:35	12:05	12:55
Hora Fin		09:20	10:05	12:35	13:25
Determinación Potencia Bruta y Potencia Neta					
P_{Bruta,Unidad}	Pot. Bruta por Unidad	[kW]	1191,61	1602,53	
					1207,08 1608,19
P_{Neta,Unidad}	Pot. Neta por Unidad	[kW]	1136,37	1541,81	
					1149,46 1543,96
Datos Combustible					
PCS	Poder Calorífico Superior	[MJ/kg]	45,70	45,70	45,70 45,70
PCS	Poder Calorífico Superior	[kcal/kg]	10913,16	10913,16	10913,16 10913,16
C_{Combustible}	Consumo de combustible	[kg/h]	245,28	323,60	247,60 326,80
Cálculo Consumo Específico Neto Medido					
CEN_{Med}	Consumo Específico Neto Medido	[kcal/kWh]	2355,56	2290,48	2350,75 2309,91

Tabla 6-3 – Determinación del Consumo Específico Neto



6.5 Correcciones aplicables a la Consumo Específico Neto

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

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

1. Corrección por factor de potencia.

Los factores de corrección se obtendrán de las curvas/tablas presentadas en el capítulo 0 con el objetivo de llevar la medición de potencia bruta obtenida a los valores de referencia indicados en la Tabla 4-3.

6.5.1 Corrección a la Potencia Bruta

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

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

Dónde:

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



La Tabla 6-4 detallan las correcciones aplicadas para las unidades de la central:

		Unidad G5		Unidad G9	
Períodos					
Test Run nº	ref	1 - MT	2 - PMax	1 - MT	2 - PMax
Hora Inicio		08:50	09:35	12:05	12:55
Hora Fin		09:20	10:05	12:35	13:25
Determinación Potencia Bruta y Potencia Neta					
P_{Bruta,Unidad}	Pot. Bruta por Unidad	[kW]	1191,61	1602,53	
					1207,08 1608,19
P_{Neta,Unidad}	Pot. Neta por Unidad	[kW]	1136,37	1541,81	
					1149,46 1543,96
Determinación pérdidas totales					
L_{TOTALES}	Pérdidas en el transformador de potencia y red interna	[kW]	55,24	60,72	57,62
					64,23
Correcciones a la Potencia bruta					
L_{FP}	Diferencia en pérdidas por FP	[kW]	2,60	4,16	2,68
					4,26
P_{Bruta, Corr (Unidad)}	Potencia Bruta corregida	[kW]	1189,01	1598,36	
					1204,40 1603,93

Tabla 6-4 – Correcciones a la Potencia Bruta para cada estado de carga



6.5.2 Cálculo de la Potencia Neta

El cálculo mencionado en este capítulo fue aplicado a cada uno de los períodos (test run) registrados.

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

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

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

Dónde:

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

		Unidad G5		Unidad G9		
Períodos						
Test Run n°	ref	1 - MT	2 - PMax	1 - MT	2 - PMax	
Hora Inicio		08:50	09:35	12:05	12:55	
Hora Fin		09:20	10:05	12:35	13:25	
Determinación pérdidas totales						
$L_{TOTALES}$	Pérdidas en el transformador de potencia y red interna	[kW]	55,24	60,72	57,62	64,23
Determinación Potencia Neta Corregida						
$P_{Bruta, Corr (Unidad)}$	Pot. Bruta corregida por unidad	[kW]	1189,01	1598,36	1204,40	1603,93
$P_{Neta, Corr (Unidad)}$	Potencia Neta corregida	[kW]	1133,77	1537,65	1146,78	1539,70

Tabla 6-5 – Cálculos de Potencia Neta corregida para cada estado de carga



6.5.3 Determinación del Consumo Específico Neto Corregido

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

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

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

La Tabla 6-6 presenta los cálculos realizados para la determinación del consumo específico neto corregido para cada estado de carga:

		Unidad G5		Unidad G9		
Períodos						
Test Run n°	ref	1 - MT	2 - PMax	1 - MT	2 - PMax	
Hora Inicio		08:50	09:35	12:05	12:55	
Hora Fin		09:20	10:05	12:35	13:25	
Determinación pérdidas totales						
$L_{TOTALES}$	Pérdidas en el transformador de potencia y red interna	[kW]	55,24	60,72	57,62	64,23
Determinación Potencia Neta Corregida						
$P_{Bruta, Corr(Unidad)}$	Pot. Bruta corregida por unidad	[kW]	1189,01	1598,36	1204,40	1603,93
$P_{Neta, Corr(Unidad)}$	Potencia Neta corregida	[kW]	1133,77	1537,65	1146,78	1539,70
Datos Combustible						
PCS	Poder Calorifico Superior	[kcal/kg]	10913,16	10913,16	10913,16	10913,16
$C_{Combustible}$	Consumo de combustible	[kg/h]	245,28	323,60	247,60	326,80
Cálculo Consumo Específico Neto Corregido						
CEN_{Corr}	Consumo Específico Neto Corregido	[kcal/kWh]	2360,96	2296,69	2356,25	2316,31

Tabla 6-6 – Determinación del Consumo Específico Neto corregido

El resultado final de Consumo Específico valido para todas las unidades se determina a partir del promedio de los resultados de las 2 unidades representativas.



6.6 Determinación del Consumo Específico Neto Corregido a PMax y MT

A partir de los valores de Potencia Máxima (PMax) determinados en el documento “*EE-EN-2022-0477-RB_Informe_Potencia_Maxima_CT_Constitución_1*” y los valores de Mínimo Técnico⁶ (MT) publicados en la página del Coordinador, es posible determinar el Consumo Específico Neto Corregido a los valores oficiales de Mínimo Técnico y Potencia Máxima para las unidades de **Central Térmica Constitución 1**.

Considerando la información anterior, se indican en la siguiente tabla los principales valores de potencia de cada unidad generadora a utilizar para la determinación de Consumo Específico Neto Corregido a MT y PMax:

<i>Unidad</i>	<i>Mínimo Técnico⁵</i>	<i>Potencia Máxima Neta⁷</i>
G5	1120 kW	1502,00 kW
G9	1120 kW	1502,00 kW

Tabla 6-7 – Valores de potencia PMax y MT – CT Constitución 1

En base a los resultados determinados en el capítulo 6.4 de potencia neta medida y consumo específico medido, a continuación, se presenta para cada unidad la curva de Consumo Específico Neto en función de la Potencia Neta:

⁶ Informe de Mínimo técnico Centrales Constitución, Maule y Chiloé. Fuente <https://www.coordinador.cl/wp-content/old-docs/2017/05/Informe-M%C3%ADnimo-T%C3%A9cnico-Centrales-Constituci%C3%B3n-Maule-y-Chilo%C3%A9.pdf>

⁷ Informe de Potencia Máxima Central Constitución. **EE-EN-2022-0477-RB_Informe_Potencia_Maxima_CT_Constitución_1**

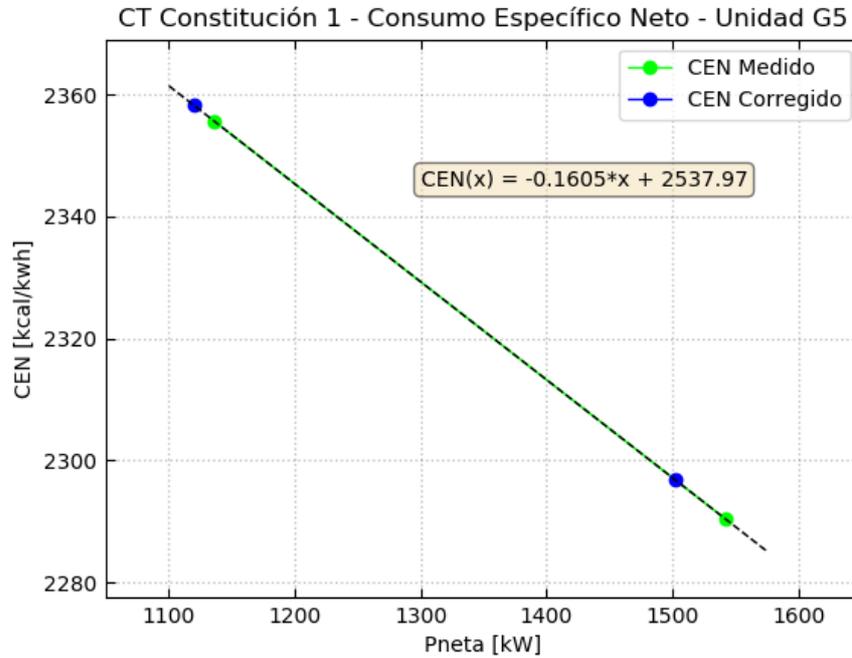


Figura 6-2 – Consumo Especifico Neto vs Potencia Neta – Unidad G5

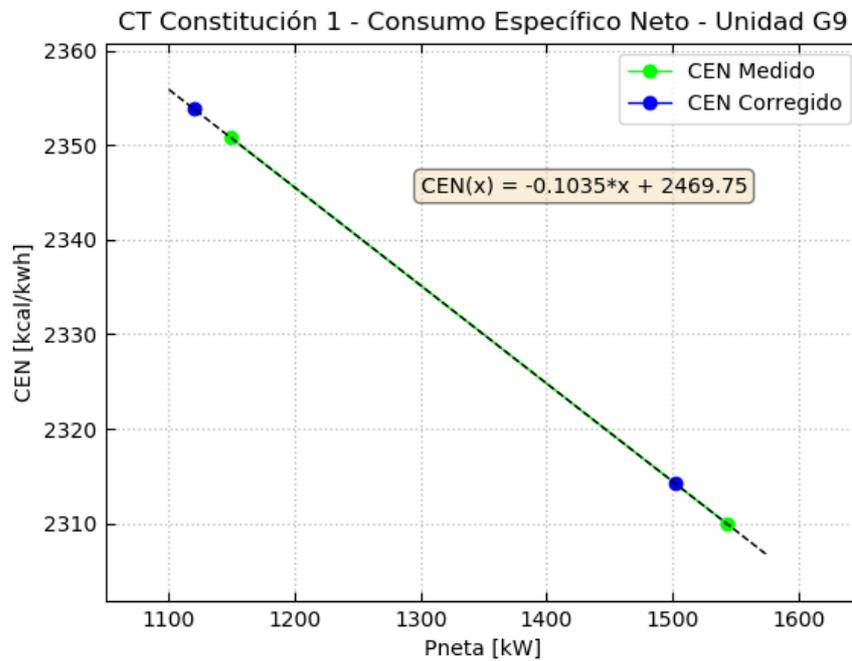


Figura 6-3 – Consumo Especifico Neto vs Potencia Neta – Unidad G9



Como puede observarse para cada unidad la curva de consumo específico neto medido en función de la potencia neta (puntos en verde) puede ser estimada a partir de una función polinómica:

- Unidad G5:

$$CEN_{(x)} = -0.1605x + 2537.97$$

- Unidad G9:

$$CEN_{(x)} = -0.1035x + 2469.75$$

Utilizando la función polinómica presentada anteriormente se estiman para cada unidad los valores de Consumo Específico Neto Corregido para los valores de Potencia Máxima y Mínimo Técnico presentados en la Tabla 6-7. Los valores determinados son los siguientes:

- Unidad G5:

$$CEN_{Corr,(x=MT)} = CEN_{Corr,(x=1120 \text{ kW})} = 2358.18 \text{ [kcal/kWh]}$$

$$CEN_{Corr,(x=PMax)} = CEN_{Corr,(x=1502 \text{ kW})} = 2296.87 \text{ [kcal/kWh]}$$

- Unidad G9:

$$CEN_{Corr,(x=MT)} = CEN_{Corr,(x=1120 \text{ kW})} = 2353.80 \text{ [kcal/kWh]}$$

$$CEN_{Corr,(x=PMax)} = CEN_{Corr,(x=1502 \text{ kW})} = 2314.25 \text{ [kcal/kWh]}$$

Como puede observarse, los valores obtenidos de Consumo Específico Neto Corregido a MT y PMax fueron graficados para cada unidad en las Figura 6-2 y Figura 6-3, respectivamente (puntos en azul).



6.7 Tabla Resumen general

Todos los cálculos presentados anteriormente se resumen a continuación

Períodos	Unidad G5		Unidad G9	
	1 - MT	2 - PMax	1 - MT	2 - PMax
Test Run n°	ref			
Hora Inicio	08:50	09:35	12:05	12:55
Hora Fin	09:20	10:05	12:35	13:25
VARIABLES PRIMARIAS				
FP	1,00	1,00	1,00	1,00
P _{Bruta, Unidad}	1191,61	1602,53	1207,08	1608,19
P _{Neta, Unidad}	1136,37	1541,81	1149,46	1543,96
T _{Ambiente}	10,57	12,84	19,71	19,36
RH	92,63	87,94	69,36	63,63
C _{Combustible}	245,28	323,60	247,60	326,80
VARIABLES SECUNDARIAS				
P _{atm}	1000,00	999,50	1002,37	1002,00
Frec	50,18	50,14	49,99	49,99
VERIFICACIÓN DE CONDICIONES DE ESTABILIDAD				
P _{Neta, Unidad}	3,00%	0,25%	1,32%	0,93%
P _{Bruta, Unidad}	3,00%	0,23%	1,27%	0,91%
Frec	1,00%	0,03%	0,06%	0,09%
Estabilidad	¿Se cumplen los criterios para todas las variables?	SI	SI	SI
DETERMINACIÓN POTENCIA BRUTA Y POTENCIA NETA				
P _{Bruta, Unidad}	1191,61	1602,53	1207,08	1608,19
P _{Neta, Unidad}	1136,37	1541,81	1149,46	1543,96
DETERMINACIÓN PÉRDIDAS TOTALES				
L _{TOTALES}	55,24	60,72	57,62	64,23

$L_{\text{Totales}} = P_{\text{Bruta, Unidad}} - P_{\text{Neta, Unidad}}$

Tabla 6-8 – Resumen general (parte 1 de 2)



Correcciones a la Potencia bruta						
L_{FP}	Diferencia en pérdidas por FP	[kW]	2,60	4,16	2,68	4,26
$P_{Bruta, Corr}$ (Unidad)	Potencia Bruta corregida	[kW]	1189,01	1598,36	1204,40	1603,93
						$P_{Bruta, corr} (Unidad) = (P_{Bruta, Unidad} - L_{FP})$
Determinación Potencia Neta Corregida						
$P_{Bruta, corr}$ (Unidad)	Pot. Bruta corregida por unidad	[kW]	1189,01	1598,36	1204,40	1603,93
$P_{Neta, Corr}$ (Unidad)	Potencia Neta corregida	[kW]	1133,77	1537,65	1146,78	1539,70
						$P_{Neta, corr} (Unidad) = P_{Bruta, corr} (Unidad) - L_{Totales}$
Datos Combustible						
PCS	Poder Calorífico Superior	[MJ/kg]	45,70	45,70	45,70	45,70
PCS	Poder Calorífico Superior	[kcal/kg]	10913,16	10913,16	10913,16	10913,16
$C_{Combustible}$	Consumo de combustible	[kg/h]	245,28	323,60	247,60	326,80
						Resultado Análisis combustible "C00063880"
Cálculo Consumo Específico Neto Medido						
CEN_{Med}	Consumo Específico Neto Medido	[kcal/kWh]	2355,56	2290,48	2350,75	2309,91
						$CEN_{Med} = \frac{Cons. Combustible \cdot PCS}{P_{Neta} (Unidad)}$
Cálculo Consumo Específico Neto Corregido						
CEN_{Corr}	Consumo Específico Neto Corregido	[kcal/kWh]	2360,96	2296,69	2356,25	2316,31
						$CEN_{Corr} = \frac{Cons. Combustible \cdot PCS}{P_{Neta, corr} (Unidad)}$

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



6.8 Cálculo de incertidumbre

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

CÁLCULO DE INCERTIDUMBRE FINAL					
Consumo Específico Neto Corregido					
Variable	Unidad	Unidad G5		Unidad G9	
		TR01 -MT	TR02 - PMax	TR01 -MT	TR02 - PMax
Sistémica , $b_R = \sqrt{\sum_{i=1}^I (\theta_i b \bar{x}_i)^2}$	kcal/kWh	12,3	11,7	12,6	11,7
Aleatoria , $s_R = \sqrt{\sum_{i=1}^I (\theta_i s \bar{x}_i)^2}$	kcal/kWh	30,1	27,3	47,6	29,5
Total $U_R = \sqrt{b_R^2 + s_R^2}$	kcal/kWh	32,5	29,7	49,2	31,7

$U_{R, MT}$ [kcal/kWh] =	40,9
$U_{R, PMAX}$ [kcal/kWh] =	30,7

Tabla 6-10 – Tabla correspondiente a los cálculos de incertidumbre para la central



7 CONCLUSIONES

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

Las unidades bajo prueba lograron controlar su potencia de manera estable desde la sincronización hasta el fin de las pruebas.

En la siguiente tabla se presentan los valores finales de **Consumo Específico Neto Medido** y de **Consumo Específico Neto Corregido** para las unidades G5 y G9 de la **Central Térmica Constitución 1** utilizando como combustible diésel:

Resumen de resultados CT Constitución 1 – Unidad G5			
Consumo Especifico Neto (CEN)	Cálculo	CEN [kcal/kWh]	Potencia [kW]
	CEN Medido en MT	2355,56	1136,37
	CEN Corregido en MT	2358,18	1120,00
	CEN Medido en PMax	2290,48	1541,81
	CEN Corregido en PMax	2296,87	1502,00

Tabla 7-1 – Resumen de resultados - Unidad G5

Resumen de resultados CT Constitución 1 – Unidad G9			
Consumo Especifico Neto (CEN)	Cálculo	CEN [kcal/kWh]	Potencia [kW]
	CEN Medido en MT	2350,75	1149,46
	CEN Corregido en MT	2353,80	1120,00
	CEN Medido en PMax	2309,91	1543,96
	CEN Corregido en PMax	2314,25	1502,00

Tabla 7-2 – Resumen de resultados - Unidad G9



Considerando que todas las unidades son de iguales características, la siguiente tabla presenta los valores de **Consumo Específico Neto Medido** y de **Consumo Específico Neto Corregido** representativos para todas las unidades de la central. Los mismos se determinaron como un promedio de los valores CEN calculados para las unidades G5 y G9.

Resumen de resultados CT Constitución 1 - Unidad G5 a G10		
Consumo Especifico Neto (CEN)	Cálculo	CEN [kcal/kWh]
	CEN Medido en MT	2353,15
	CEN Corregido en MT	2355,99
	CEN Medido en PMax	2300,19
	CEN Corregido en PMax	2305,56

Tabla 7-3 – Resumen de resultados – Valor representativo para todas las unidades



8 NORMATIVA

- Anexo Técnico: “Determinación de Consumos Específicos de 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)

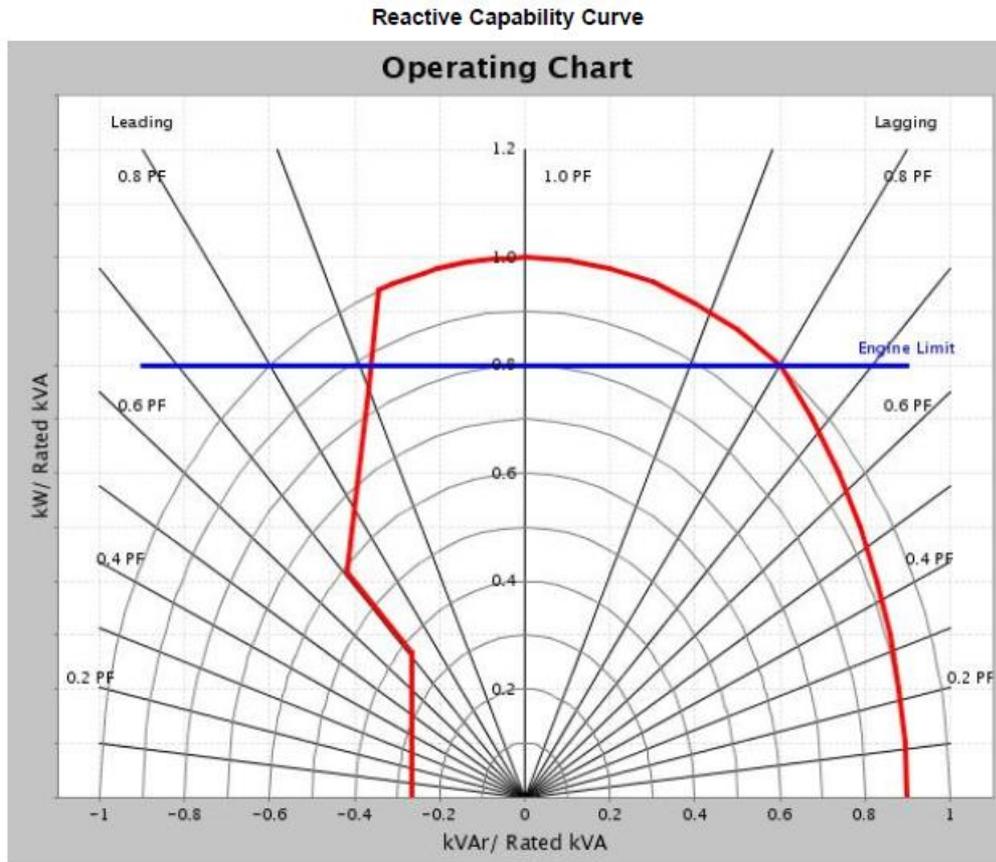


Figura 9.4 – Curva de Capacidad

9.2 Motor eléctrico

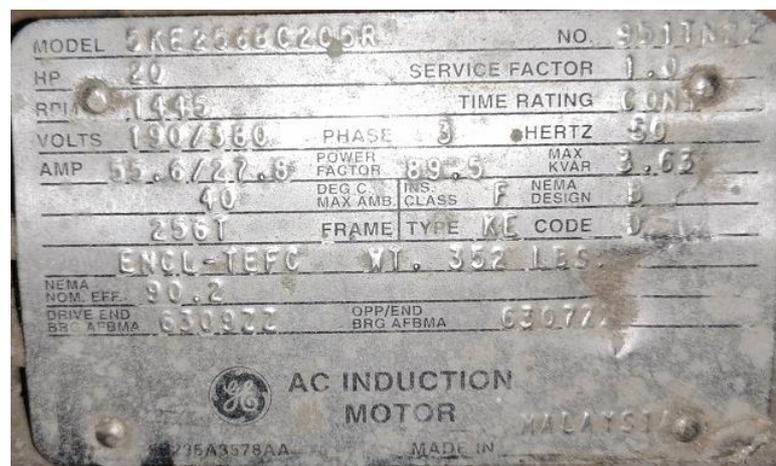


Figura 9.5 – Placa del motor del ventilador



9.3 Puntos de medición

9.3.1 Potencia bruta

En el siguiente unilínea general se pueden identificar los puntos de medición de la potencia bruta, los cuales son 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 3000/5 y la medición de tensión se realizará directo sobre la barra de 400 V.

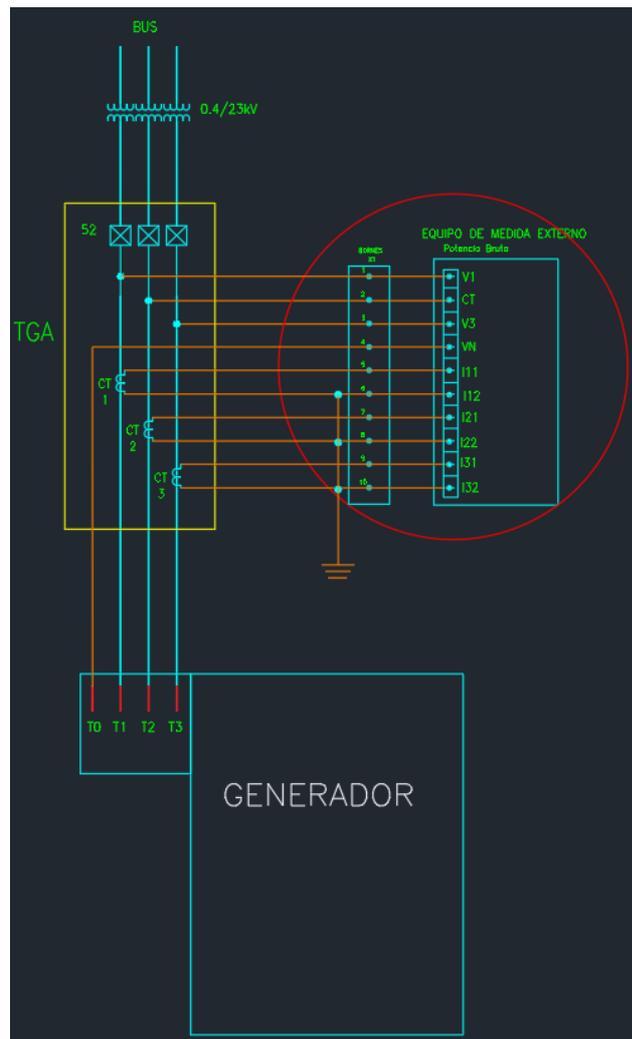


Figura 9.6 – Puntos de medición de corriente y tensión para medidor de Potencia bruta y Factor de potencia

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



Figura 9.7 – Puntos de instalación TTCC externo



Figura 9.8 – Puntos de instalación TTCC externo

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



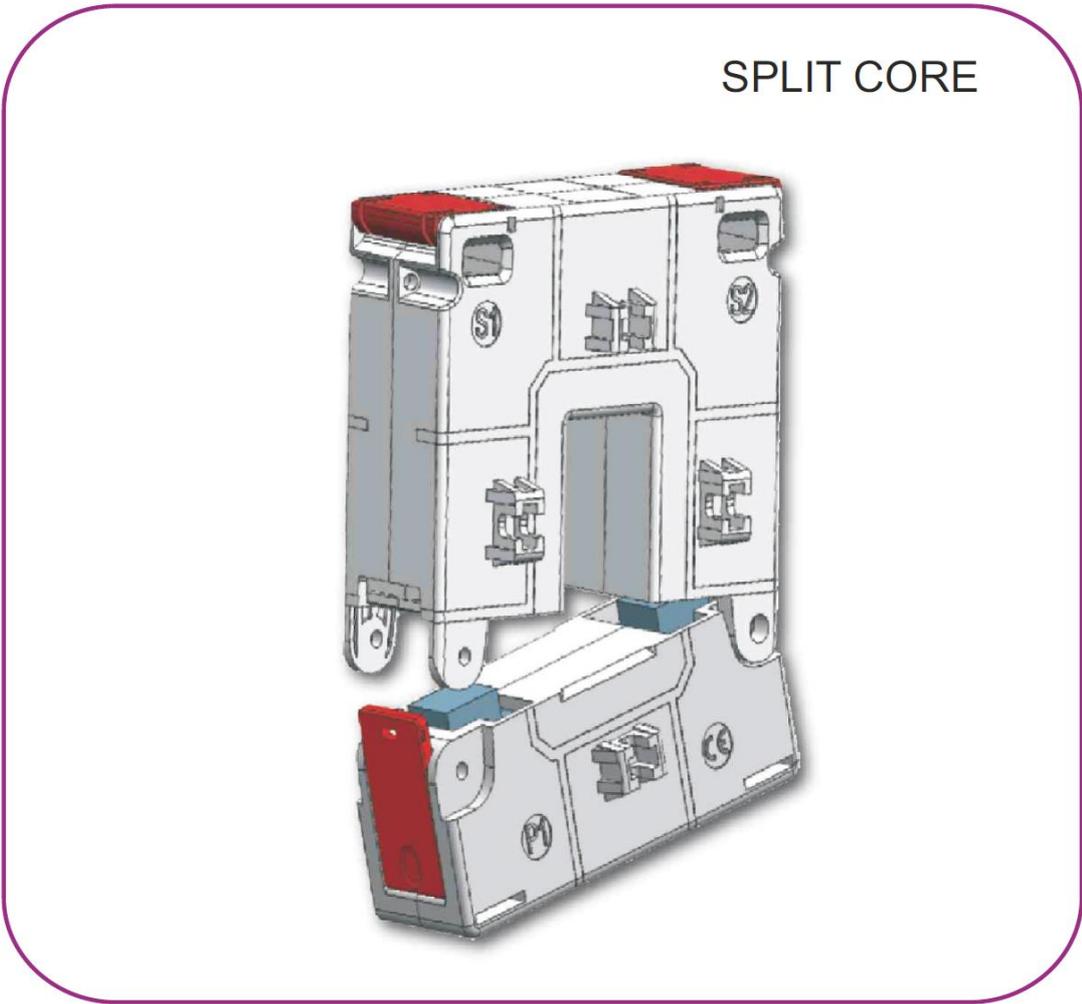
LOW VOLTAGE CURRENT TRANSFORMER

RISH SPLIT CORE



Data Sheet

SQUARE SPLIT CORE
CURRENT TRANSFORMER



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

Rishabh Instruments

1 / 08 / IV / 0617 / D

Figura 9.9 – 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:** - 5A standard (1A 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 9.10 – 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 λ mes 195/80SC (64)
500A	5VA / Class 1	195/80 (64)	RISH λ mes 195/80SC (64)
600A	1.25VA / Class 0.5	195/80 (64)	RISH λ mes 195/80SC (64)
600A	5VA / Class 1	195/80 (64)	RISH λ mes 195/80SC (64)
750A	5VA / Class 0.5	195/80 (64)	RISH λ mes 195/80SC (64)
750A	10VA / Class 1	195/80 (64)	RISH λ mes 195/80SC (64)
800A	7.5VA / Class 0.5	195/80 (64)	RISH λ mes 195/80SC (64)
800A	10VA / Class 1	195/80 (64)	RISH λ mes 195/80SC (64)
1000A	10VA / Class 0.5	195/80 (64)	RISH λ mes 195/80SC (64)
1000A	20VA / Class 1	195/80 (64)	RISH λ mes 195/80SC (64)
1200A	15VA / Class 0.5	195/80 (64)	RISH λ mes 195/80SC (64)
1200A	20VA / Class 1	195/80 (64)	RISH λ mes 195/80SC (64)
1250A	15VA / Class 0.5	195/80 (64)	RISH λ mes 195/80SC (64)
1250A	20VA / Class 1	195/80 (64)	RISH λ mes 195/80SC (64)
1500A	20VA / Class 0.5	195/80 (64)	RISH λ mes 195/80SC (64)
1500A	30VA / Class 1	195/80 (64)	RISH λ mes 195/80SC (64)
1600A	20VA / Class 0.5	195/80 (64)	RISH λ mes 195/80SC (64)
1600A	30VA / Class 1	195/80 (64)	RISH λ mes 195/80SC (64)
2000A	25VA / Class 0.5	195/80 (64)	RISH λ mes 195/80SC (64)
2000A	30VA / Class 1	195/80 (64)	RISH λ mes 195/80SC (64)
2500A	25VA / Class 0.5	195/80 (64)	RISH λ mes 195/80SC (64)
2500A	30VA / Class 1	195/80 (64)	RISH λ mes 195/80SC (64)
3000A	30VA / Class 0.5	195/80 (64)	RISH λ mes 195/80SC (64)
3000A	45VA / Class 1	195/80 (64)	RISH λ mes 195/80SC (64)
4000A	30VA / Class 0.5	195/80 (64)	RISH λ mes 195/80SC (64)
4000A	45VA / Class 1	195/80 (64)	RISH λ mes 195/80SC (64)
5000A	30VA / Class 0.5	195/80 (64)	RISH λ mes 195/80SC (64)
5000A	45VA / Class 1	195/80 (64)	RISH λ mes 195/80SC (64)



Figura 9.11 – Datos de placa del transformador TTCC externo 4000/5 A (modelo 195/80SC)



9.3.2 Potencia neta

En el siguiente unilíneal 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.

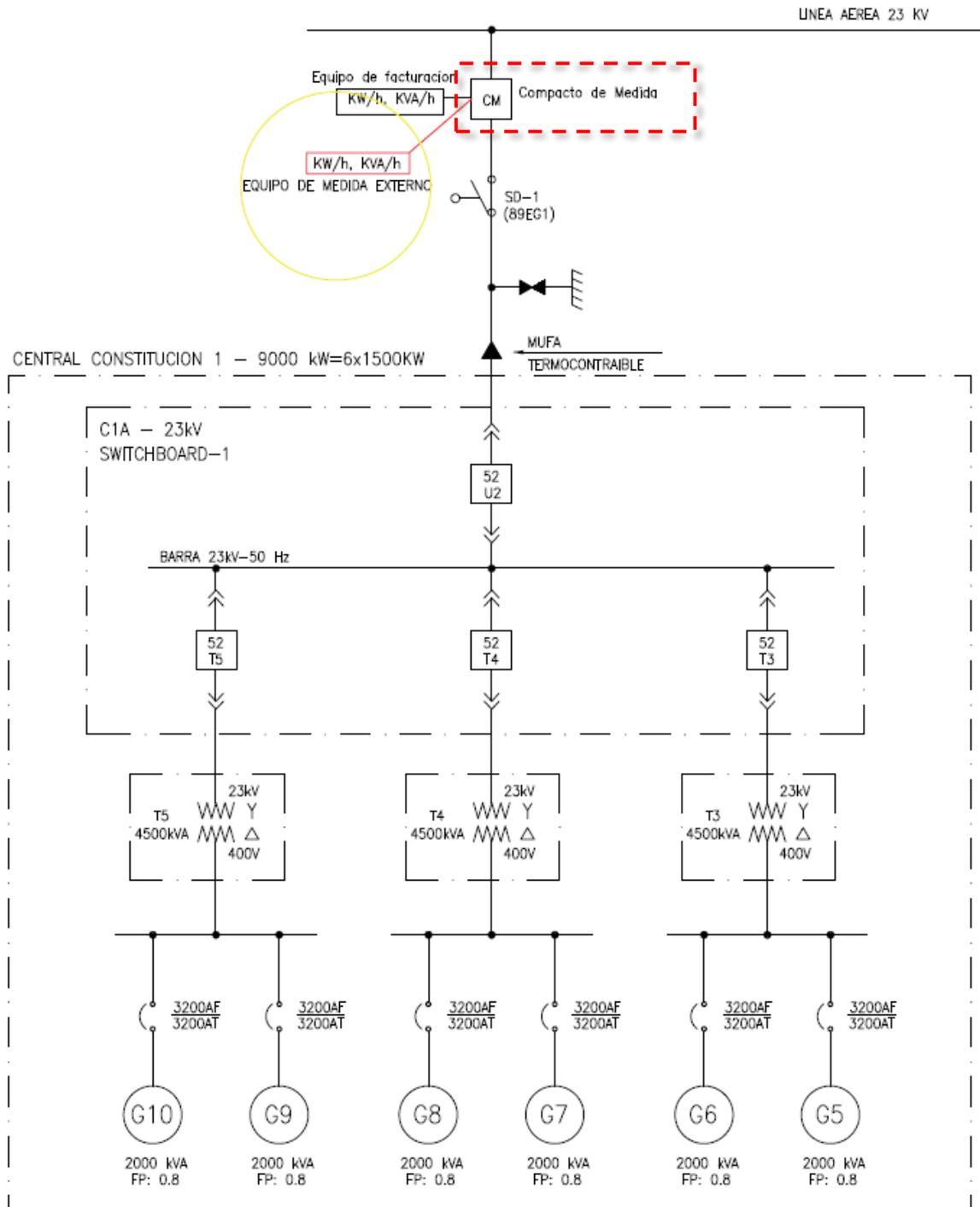


Figura 9.12 – Unilíneal para mediciones de potencia neta



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.

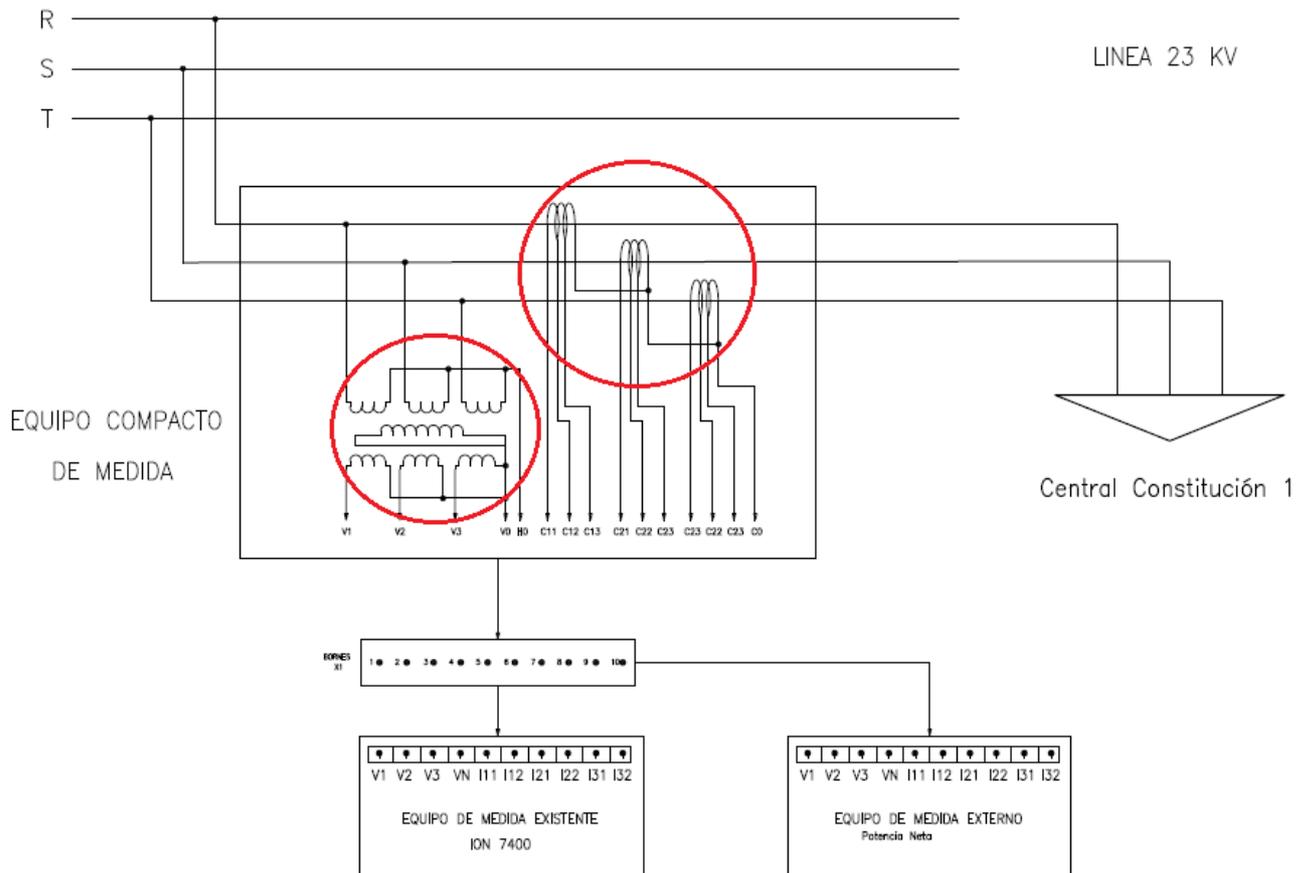


Figura 9.13 – Puntos de medición de tensión y corriente para medidor de Potencia neta y Factor de potencia



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 9.14 – Datos de placa del equipo compacto de medida para la medición de potencia neta



9.3.3 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 9.15 – Hoja de datos CHY - 820



9.4 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.

9.4.1 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 : M8650A4COH5E1B0A																																																																																																																												
N° de Serie : MW-1210A672-01																																																																																																																												
Estado : Usado																																																																																																																												
Año Fabricación : 2012																																																																																																																												
Clase Exactitud (%) : 0.2																																																																																																																												
Constante Med. : 1																																																																																																																												
PATRON DE CALIBRACION				OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES																																																																																																																								
Marca : Clou				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.																																																																																																																								
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																																																																																																																												

Jaime Eduardo García Collao
Jefe Área Certificación y Medidas

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

Figura 9.16 – 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			
N° / Fecha de Solicitud	: 0537_02.03.2022		
Fecha Calibración	: 03/03/2022		
Medidor	: ION 8650		
Cliente	: Tecnored S.A.		
Instalación	:		
Subestación	:		

ANTECEDENTES DEL MEDIDOR			
Marca	: Schneider Electric		
Modelo	: M8650A4C0H5E1B0A		
N° de Serie	: MW-1311A373-01		
Estado	: Usado		
Año Fabricación	: 2013		
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	0.064	± 0.2	0.062	± 0.2
2	123	100	0.5	0.087	± 0.3	0.076	± 0.3
3	123	10	1	0.061	± 0.2	0.066	± 0.2
4	123	10	0.5	0.077	± 0.3	0.069	± 0.3
5	1	100	1	0.062	± 0.3	0.059	± 0.3
6	2	100	1	0.069	± 0.3	0.067	± 0.3
7	3	100	1	0.061	± 0.3	0.074	± 0.3
8	1	100	0.5	0.062	± 0.4	0.067	± 0.4
9	2	100	0.5	0.095	± 0.4	0.108	± 0.4
10	3	100	0.5	0.078	± 0.4	0.085	± 0.4

RESULTADOS DE LA COMPONENTE REACTIVA							
N	Fase	Cte. %	Factor	Error (%)	Componente Reactiva		Limite Norma (%)
					Directa	Reversa	
1	123	100	1	0.054	± 2.0	0.066	± 2.0
2	123	100	0.5	0.026	± 2.0	0.034	± 2.0
3	123	10	1	0.044	± 2.0	0.070	± 2.0
4	123	10	0.5	0.012	± 2.0	0.074	± 2.0
5	1	100	1	0.045	± 3.0	0.032	± 3.0
6	2	100	1	0.066	± 3.0	0.072	± 3.0
7	3	100	1	0.068	± 3.0	0.066	± 3.0
8	1	100	0.5	0.028	± 3.0	0.042	± 3.0
9	2	100	0.5	0.034	± 3.0	0.057	± 3.0
10	3	100	0.5	0.093	± 3.0	0.024	± 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 9.17 – Certificado de calibración de medidor de potencia bruta – Unidad G9



9.4.2 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 :	P8600A4COH5E0B0A		
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 9.18 – Certificado de calibración de medidor de Potencia neta



9.4.3 Humedad relativa y Temperatura ambiente

El coordinado ha contratado 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.

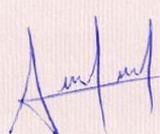
veto PRECISION A SU MEDIDA.		CERTIFICADO DE CALIBRACION LABC-TE-4011 Laboratorio de calibración - Magnitud Humedad Y Temperatura		SISTEMA NACIONAL DE ACREDITACION INN - CHILE Acreditación LC 105	
Guía de Laboratorio: 34284	F-LABC-44 (Rev. 00)	Fecha de Emisión: 03-06-2021			
IDENTIFICACION DEL CLIENTE					
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	: Indicador digital / Sensor	Indicador digital / Sensor			
Modelo	: Vaisala	Vaisala			
N° de serie	: MI70 / HMP77B	MI70 / HMP77B			
Código interno	: N1940016 / N2130593	N1940016 / N2130593			
	: HU-PR-04 / HU-PR-05	HU-PR-04 / HU-PR-05			
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 9.19 – 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



Figura 9.20 – Certificado de calibración medidor de humedad relativa y temperatura ambiente



9.4.4 Consumo de combustible

El coordinado ha contratado a un proveedor externo una balanza para el pesaje para determinar el consumo de combustible diésel por masa, utilizando la metodología de un estanque auxiliar y una balanza de plataforma. Se presenta a continuación el certificado de calibración del equipo externo instalado.

ROSTEK **ROSTEK SERVICIO, S.A.**

CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N° 14295

SISTEMA NACIONAL DE ACREDITACION Laboratorio de Calibración Acreditado en la Magnitud Masa
INN - CHILE LC029 según Norma NCh-ISO 17025

IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE
CLIENTE : ELEKTRA GENERACIÓN S.A.
DIRECCIÓN COMERCIAL : ALCANTARA N° 44, LAS CONDES, SANTIAGO

IDENTIFICACIÓN DEL ÍTEM CALIBRADO
LUGAR DE CALIBRACIÓN : ROSTEK SERVICIO
ÁREA : LABORATORIO
BÁSCULA : PLATAFORMA
MARCA : WEIGHING INDICATOR
MODELO : LP7516
N° DE SERIE : AC20210118118
CAPACIDAD MÁXIMA : 1200 kg
GRADUACIÓN MÍNIMA : 0,2 kg
ESCALA DE VERIFICACIÓN : 1,0 kg
CAPACIDAD MÍNIMA : 4,0 kg
CLASIFICACIÓN OIML : III

FECHA Y CONDICIONES DE LA CALIBRACIÓN
FECHA DE LA CALIBRACIÓN : 18 de mayo de 2021
PROCEDIMIENTO : RT - PCPEV Edición N°10 (Norma Base OIML R76-1. Ed. 2006)
MÉTODO : COMPARACIÓN

CONDICIONES AMBIENTALES
TEMPERATURA (34 ± 13) °C HUMEDAD RELATIVA (35,5 ± 12,5) %hr

TRAZABILIDAD DE LA CALIBRACIÓN

PATRÓN UTILIZADO

M2		M1		F1				E2					
Cant.	Peso	Cant.	Peso	Cant.	Peso	Cant.	Peso	Cant.	Peso	Cant.	Peso	Cant.	Peso
2 mg	500 kg	-	1 mg	-	10 g	-	1 mg	-	10 g	-	1 mg	-	10 mg
		-	2 mg	-	20 g	-	2 mg	-	20 g	-	2 mg	-	20 mg
		-	5 mg	-	50 g	-	5 mg	-	50 g	-	5 mg	-	50 mg
		-	10 mg	-	100 g	-	10 mg	-	100 g	-	10 mg	-	100 mg
		-	20 mg	-	200 g	-	20 mg	-	200 g	-	20 mg	-	200 mg
		-	50 mg	-	500 g	-	50 mg	-	500 g	-	50 mg	-	500 mg
		-	100 mg	-	1 kg	-	100 mg	-	1 kg	-	100 mg	-	1000 mg
		-	200 mg	-	2 kg	-	200 mg	-	2 kg	-	200 mg	-	2000 mg
		-	500 mg	-	5 kg	-	500 mg	-	5 kg	-	500 mg	-	5000 mg
		-	1 g	-	10 kg	-	1 g	-	20 kg	-	1 g	-	200 kg
		-	2 g	15	20 kg	-	2 g	-	-	-	2 g	-	-
		-	5 g	-	-	-	5 g	-	-	-	5 g	-	-

CÓDIGO Y CERTIFICADO **TRAZABILIDAD** **FECHA PROX. CALIBRACIÓN**
G5/SET DE PESAS 20 kg PT-301 al PT-350. CPE-2657 Rostek Servicio S.A. LC029 Fecha: 2021-06
G1/SET PESAS 500 kg PT-091 al PT-130. CPE-2658 Rostek Servicio S.A. LC029 Fecha: 2021-07

- Los patrones utilizados en la calibración cuentan con trazabilidad a patrones nacionales y/o internacionales los que a su vez están referidos a patrones primarios de acuerdo al sistema internacional (SI).
- El laboratorio de Calibración **Rostek Servicio S.A.**, posee la competencia técnica y cumple con las exigencias de la Norma NCh-ISO 17025 "Requisitos generales para la competencia de los Laboratorios de Ensayos y Calibración".
- Los resultados de la calibración están referidos al momento y condiciones en las cuales fueron efectuadas las mediciones.
- Este certificado no puede ser reproducido de forma total o parcial, excepto con el permiso de **Rostek Servicio S.A.**
- **Rostek Servicio S.A.**, no asume responsabilidad por daños posteriores a la calibración, ocasionados por el mal empleo del instrumento o patrón.
- **Los resultados están relacionados únicamente con los ítems sometidos a calibración e identificados en el presente certificado.**

Firmado digitalmente por: REINALDO ALFONSO ROSALES CONTRERAS
Fecha y hora: 24.05.2021 16:05:32

Calibración autorizada por
Reinaldo Rosales Contreras
Coordinador Servicio Técnico

Dirección: Avenida Sucre 1447, Nuiñoa, Región Metropolitana, Chile
www.rostek.cl - Teléfono: (+562) 2205 2076

Figura 9.21 – Certificado de calibración balanza



ROSTEK SERVICIO, S.A.

ROSTEK		ROSTEK SERVICIO, S.A.				
CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN N°		14295				
		Laboratorio de Calibración Acreditado en la Magnitud Masa LC029 según Norma NCh-ISO 17025				
SISTEMA NACIONAL DE ACREDITACIÓN INN - CHILE						
BÁSCULA	PLATAFORMA					
CAPACIDAD MÁXIMA	1200 kg					
GRADUACIÓN MÍNIMA	0,2 kg					
ESCALA DE VERIFICACIÓN	1,0 kg					
CAPACIDAD MÍNIMA	4,0 kg					
CLASIFICACIÓN OIML	III					
RESULTADO DE LA CALIBRACIÓN						
CARGA APLICADA (kg)	LECTURA INICIAL (kg)	ERROR INICIAL (kg)	LECTURA FINAL (kg)	ERROR FINAL (kg)	ERROR MAX. PERMITIDO (kg)	INCERTIDUMBRE k = 2 (kg)
80,0	80,0	0,0	80,0	0,0	1,0	0,62
100,0	100,0	0,0	100,0	0,0	1,0	0,62
160,0	160,0	0,0	160,0	0,0	1,0	0,62
200,0	200,0	0,0	200,0	0,0	1,0	0,62
300,0	300,0	0,0	300,0	0,0	1,0	0,62
500,0	500,0	0,0	500,0	0,0	1,0	0,62
600,0	600,0	0,0	600,0	0,0	2,0	0,62
700,0	700,0	0,0	700,0	0,0	2,0	0,62
800,0	800,0	0,0	800,0	0,0	2,0	0,62
1.000,0	1.000,0	0,0	1.000,0	0,0	2,0	0,62
1.200,0	1.200,0	0,0	1.200,0	0,0	2,0	0,62
La incertidumbre expandida ha sido estimada multiplicando la incertidumbre estándar por el factor de cobertura k = 2.						
El valor del mensurando se encuentra dentro del intervalo indicado de valores con una probabilidad del 95%.						
Pruebas de Repetibilidad y Restitución de Cero (kg)		Prueba de Discriminación		Prueba de Excentricidad (kg)		
0 600,0		Carga Aplicada (kg)		Sección I 400,0		
0 600,0		500		Sección II 400,0		
0 600,0		Lectura Obtenida (L1) (kg)		Sección III 400,0		
0 600,0		500,0		Sección IV 400,0		
0 600,0		Carga Aplicada 1,4*d (kg)		Centro 400,0		
0 600,0		0,28				
		Lectura Obtenida (L2) (kg)				
		500,2				
		L2 - L1 ≥ d		SI		
DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD						
La balanza anteriormente identificada ha sido clasificada de acuerdo con los requisitos establecidos en la Recomendación Internacional OIML R76-1 Edición 2006.						
Los resultados de la calibración indican que la balanza anteriormente identificada, SI cumple en todos los puntos calibrados, con los errores máximos permitidos; de acuerdo con la Recomendación Internacional de Metrología Legal OIML R 76-1. Edición 2006, secciones 3.5.1, 3.5.2 y la Norma Chilena NCh 2451 Edición 2014 sección 5.3.						
OPINIONES						

INTERPRETACIONES						

OBSERVACIONES						

Santiago, 20 de mayo de 2021						
Calibración efectuada por: Oscar Moreno Ramirez						
(No requiere firma) Técnico Metrólogo						
Este Certificado no puede ser reproducido total o parcial, excepto con el permiso de Rostek Servicio S.A.						
FIN DE CERTIFICADO DE CALIBRACIÓN						
<small>Dirección: Avenida Sucre 1447, Nuñoa, Región Metropolitana, Chile www.rostek.cl - Teléfono: (+562) 2205 2076</small>						

Figura 9.22 – Certificado de calibración balanza



9.5 Registro manual de datos

Central		Constitucion 1		
Unidad		G5		
Estado de carga		m.w.tec. 1,25 mw		
Registro de datos [5 min]				
Hora	Humedad relativa [%]	Temperatura Ambiente [°C]	Presion Barometrica [hpa]	Masa de Combustible [kgr]
08:50	97,5	9,7	1002,5	614,8
08:55	96,3	9,9	1002,5	598,4
09:00	91,7	10,5	1002,5	578,2
09:05	88,3	10,9	1002,5	557,8
09:10	91,3	10,7	1002,2	537,2
09:15	92,0	11,0	1002,2	517,0
09:20	91,3	11,3	1002,2	496,2
09:25	91,7	11,3	1002,2	475,4
09:30				
:				
:				
:				
:				
:				
:				
:				
:				
:				
:				
:				
:				
:				

Figura 9.23 – Registro de datos (MT - Unidad G5)



Central	Constitucion 1			
Unidad	G9			
Estado de carga	P. max. 1,5 m.u.			
Registro de datos [5 min]				
Hora	Humedad relativa [%]	Temperatura Ambiente [°C]	Presion Barometrica [hpa]	Masa de Combustible [kgr]
12:55	67,0	20,5	999,5	317,0
13:00	66,3	20,0	999,5	289,8
13:05	66,8	19,6	999,5	262,6
13:10	63,7	18,0	999,5	234,0
13:15	61,2	17,3	999,5	207,4
13:20	60,0	19,0	999,5	179,2
13:25	60,4	19,1	999,5	153,6

Figura 9.26 – Registro de datos (PMax - Unidad G9)



9.6 Acta de ensayos

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

ESTUDIOS ELÉCTRICOS
 ENSAYOS DE CONSUMO ESPECÍFICO

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	

Datos de la prueba – Unidad G11

Estado previo de la unidad	Detenida	Arranque de la unidad (fecha-hora)	07/03/2022 08:30 Hs
Inicio del período de estabilización	08:50 Hs	Fin del período de estabilización	09:15 Hs
Inicio del período de prueba Mínimo Técnico	09:15 Hs	Fin del período de prueba Mínimo Técnico	09:45 Hs
Inicio del período de prueba Potencia Máxima	10:00 Hs	Fin del período de prueba Potencia Máxima	10:30 Hs
Protocolo aplicable	EE-EN-2021-1352-Rev B	Desvíos del protocolo	Si.

Datos de la prueba – Unidad G16

Estado previo de la unidad	Detenida	Arranque de la unidad (fecha-hora)	07/03/2022 11:45 Hs
Inicio del período de estabilización	12:00 Hs	Fin del período de estabilización	12:15 Hs
Inicio del período de prueba Mínimo Técnico	12:15 Hs	Fin del período de prueba Mínimo Técnico	12:45 Hs
Inicio del período de prueba Potencia Máxima	14:25 Hs	Fin del período de prueba Potencia Máxima	14:55 Hs
Protocolo aplicable	EE-EN-2021-1352-Rev B	Desvíos del protocolo	Si.

www.estudios-electricos.com

Figura 9.27 – Acta de ensayos (Página 1/4)



ESTUDIOS ELECTRICOS 
ENSAYOS DE CONSUMO ESPECÍFICO

Datos de la prueba – Unidad G5

Estado previo de la unidad	<i>Detenida</i>	Arranque de la unidad (fecha-hora)	14/03/2022 08:08 Hs
Inicio del período de estabilización	08:30 Hs	Fin del período de estabilización	08:50 Hs
Inicio del período de prueba Mínimo Técnico	08:50 Hs	Fin del período de prueba Mínimo Técnico	09:20 Hs
Inicio del período de prueba Potencia Máxima	09:35 Hs	Fin del período de prueba Potencia Máxima	10:05 Hs
Protocolo aplicable	EE-EN-2021-1354-Rev B	Desvíos del protocolo	Si.

Datos de la prueba – Unidad G9

Estado previo de la unidad	<i>Detenida</i>	Arranque de la unidad (fecha-hora)	14/03/2022 11:32 Hs
Inicio del período de estabilización	11:40 Hs	Fin del período de estabilización	12:05 Hs
Inicio del período de prueba Mínimo Técnico	12:05 Hs	Fin del período de prueba Mínimo Técnico	12:35 Hs
Inicio del período de prueba Potencia Máxima	12:55 Hs	Fin del período de prueba Potencia Máxima	13:25 Hs
Protocolo aplicable	EE-EN-2021-1354-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.
Consumo de combustible	Weighing Indicator LP7516 – N° Serie: AC20210118118. Balanza de plataforma instalada en cercanías de la unidad bajo prueba.
Humedad relativa y temperatura ambiente	CHY 820W – N° Serie: 200017. Estación meteorológica externa instalada en planta.

www.estudios-electricos.com

Figura 9.28 – Acta de ensayos (Página 2/4)



ESTUDIOS ELECTRICOS 
ENSAYOS DE CONSUMO ESPECÍFICO

Valores preliminares

En las siguientes tablas se presentan para cada unidad, los valores promedio sin corrección de la potencia bruta obtenidos durante el desarrollo de las pruebas de consumo específico:

• **Unidad G5**

<i>Período Test-run</i>	<i>1 – Mínimo Técnico</i>	<i>2 – Potencia Máxima</i>
Potencia Bruta [kW]	1195.0	1594.6

Para el mismo período la temperatura ambiente experimento una variación entre 9.7°C y 14.1°C.

• **Unidad G9**

<i>Período Test-run</i>	<i>1 – Mínimo Técnico</i>	<i>2 – Potencia Máxima</i>
Potencia Bruta [kW]	1206.8	1607.8

Para el mismo período la temperatura ambiente experimento una variación entre 19.3°C y 20.5°C.

www.estudios-electricos.com

Figura 9.29 – Acta de ensayos (Página 3/4)



ESTUDIOS ELECTRICOS 
ENSAYOS DE CONSUMO ESPECÍFICO

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: Las pruebas de Consumo Específico se realizaron individualmente en 2 unidades (G5 y G9). Las unidades bajo prueba lograron controlar su potencia de manera estable desde la sincronización hasta el fin de las pruebas. En total por unidad se registraron 2 test-run de 30 minutos uno en la condición de Mínimo Técnico y otro en la condición de Potencia Máxima luego de finalizado el periodo de estabilización. En cada test-run los datos de consumo de combustible, temperatura ambiente, humedad relativa y presión barométrica fueron tomados en forma manual cada 5 minutos.

Durante el desarrollo de las pruebas las unidades operaron en Mínimo Técnico y Potencia máxima con factor de potencia igual a uno.

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 consumo de combustible, 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 las unidades pueden operar de manera estable en todos los periodos bajo pruebas. Se obtuvieron los datos necesarios para realizar el cálculo formal del valor de Consumo Específico.



9.7 Análisis de combustible

INFORME DE LABORATORIO CONTROL DE CALIDAD

Camino Melipilla 11920, Santiago

1 / 1



MUESTRA ESPECIAL DIESEL

Procedencia Muestra:	Planta Chillan	Fecha Obtención:	14/03/2022
Tipo de Control:	Muestra Cliente	Fecha Recepción:	18/03/2022
Tipo de Muestra:	Fondo	Fecha Informe:	08/04/2022
N° Informe:	63880	N° Estanque:	
Lote de Inspeccion SAP:	890000154291	Volumen m3:	
Lote de Inspeccion Starlims:	C00063880	Versión Certificado:	2

ENSAYO	METODO	ESPECIFICACIONES		RESULTADO	UNIDAD
		MIN	MAX		
Apariencia	VISUAL			Limpio/Seco	
API 60°F/60°F	D 4052			37,2	
Densidad a 15°C	D 4052	0,82	0,85	0,8384	Kg/Lts
Azufre (S)	D 5453		15	8,7	ppm
Curva de Destilación					
IBP	D 86			166,0	°C
10%	D 86			205,0	°C
50%	D 86			271,7	°C
90%	D 86	282	350	340,3	°C
EP	D 86			364,9	°C
Residuo	D 86			1,8	%
Pérdida	D 86			0,5	%
Recogido	D 86			97,7	%
Índice de Cetano Calculado	D 976			52,1	
Punto de Inflamación Copa Cerrada	D 93	52		64,0	°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 especificaciones en parametro medidos. ELEKTRA, MUESTRA PD, FONDO, TK N°1, sello: 22832515

* :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 9.31 – Análisis de combustible



9.8 Registro fotográfico

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

9.8.1 Potencia neta



Figura 9.32 – Medidor de potencia neta



9.8.2 Potencia bruta/FP

Unidad G5

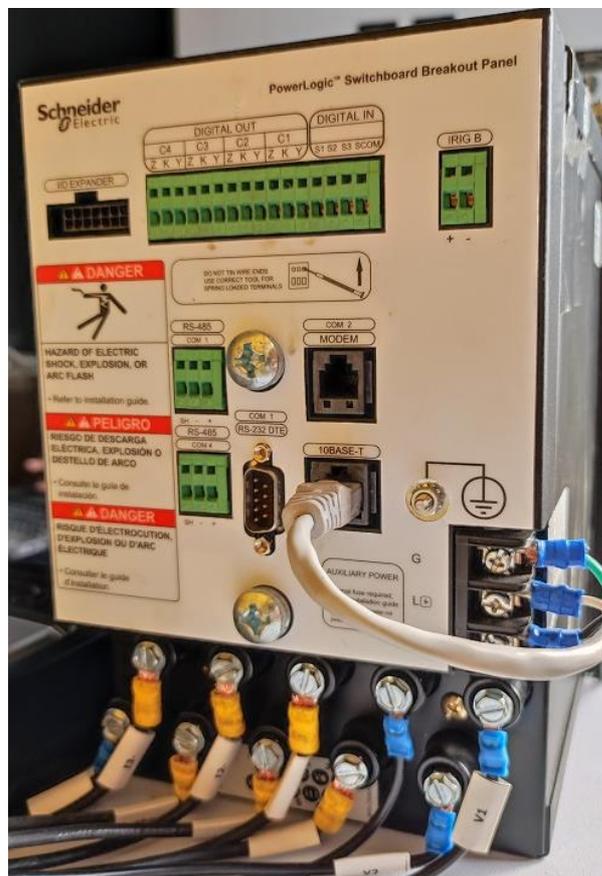


Figura 9.33 – Medidor de potencia bruta/FP unidad G5



Unidad G9



Figura 9.34 – 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 9.35 – Conexión TTCC externos y tensión directa sobre la barra de 400 V



9.8.3 Balanza de plataforma



Figura 9.36 – Estanque de combustible auxiliar y balanza de plataforma



Figura 9.37 – Indicador de peso de la plataforma



9.8.4 Estación meteorológica



Figura 9.38 – Estación meteorológica



Esta página ha sido intencionalmente dejada en blanco