

**Empresa:** Coordinador Eléctrico Nacional

**País:** Chile

**Proyecto:** Central Térmica Chiloé

**Descripción:** Procedimiento de Pruebas de Potencia Máxima

**Código de Proyecto:** EE-2021-017

**Código de Informe:** EE-EN-2021-1116

**Revisión:** B



**09 de junio de 2021**



Este documento EE-EN-2021-1116-RB fue preparado para Coordinador Eléctrico Nacional por Estudios Eléctricos. Para consultas técnicas respecto del contenido del presente comunicarse con:

Ing. Federico Garcia  
Dpto. Ensayos e Ingeniería  
[federico.garcia@estudios-electricos.com](mailto:federico.garcia@estudios-electricos.com)

Ing. Andrés Capalbo  
Coordinador Dpto. Ensayos e Ingeniería  
[andres.capalbo@estudios-electricos.com](mailto:andres.capalbo@estudios-electricos.com)

Ing. Pablo Rifrani  
Gerente Dpto. Ensayos e Ingeniería  
[pablo.rifrani@estudios-electricos.com](mailto:pablo.rifrani@estudios-electricos.com)

[www.estudios-electricos.com](http://www.estudios-electricos.com)

Este documento contiene 57 páginas y ha sido guardado por última vez el 09/06/2021 por Federico García, sus versiones y firmantes digitales se indican a continuación:

Rev	Fecha	Comentarios	Realizó	Revisó	Aprobó
A	04/06/2021	Para presentar.	FG	AC	PR
B	09/06/2021	Responde a observaciones del CEN: "PPM-CEN022-2021-CC-DCO-0_EE_Elektragen.pdf"	FG	AC	PR



## Índice

1	INTRODUCCIÓN.....	5
2	PERSONAL REQUERIDO Y RESPONSABILIDADES.....	6
2.1	Experto Técnico.....	6
2.2	Representante empresa generadora.....	6
2.3	Representante del Coordinador Eléctrico Nacional.....	7
2.4	Observador de otro Coordinado.....	7
2.5	Condiciones Particulares.....	7
2.6	Soporte tecnológico.....	8
2.6.1	Medio de comunicación con el inspector sustituto.....	8
2.6.2	Medio de comunicación con la sala de operaciones.....	8
2.6.3	Flujo de comunicaciones.....	9
2.6.4	Visualizaciones requeridas.....	9
2.6.5	Otros usos del canal de comunicaciones.....	10
2.6.6	Otros participantes de la prueba.....	10
2.7	Verificación de funcionalidad del medio de comunicación.....	10
2.8	Desarrollo simultáneo de las pruebas.....	11
3	DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD Y CONDICIONES DE PRUEBA.....	12
3.1	Descripción general de la planta.....	12
3.2	Descripción de las unidades de generación.....	13
3.3	Condiciones de referencia y curvas de corrección.....	14
3.3.1	Curvas de corrección.....	15
3.3.2	Metodología de corrección.....	17
3.4	Instrumentación y mediciones.....	17
3.4.1	Metodología.....	19
3.4.2	Instrumentación principal.....	20
3.4.3	Mediciones complementarias.....	21
3.5	Toma de muestras del combustible.....	22
3.6	Condiciones de prueba.....	23
4	REALIZACIÓN DE LA PRUEBA.....	24
4.1	Chequeos preliminares.....	24
4.2	Desarrollo de las pruebas.....	25



4.2.1 Verificaciones previas.....	25
4.3 Incremento de potencia y estabilización .....	26
4.4 Inicio de la prueba .....	27
4.5 Período de prueba.....	27
4.6 Mediciones durante el período de pruebas.....	27
4.7 Finalización de la prueba.....	27
5 CONDICIONES PARTICULARES.....	29
5.1 Suspensión de la prueba .....	29
5.2 Interrupción de la prueba .....	29
5.3 Reanudación de la prueba .....	29
6 METODOLOGÍAS APLICABLES Y RESULTADOS .....	30
6.1 Resultado de la prueba de potencia máxima.....	30
6.1.1 Outliers.....	30
6.2 Correcciones aplicables a la potencia bruta y neta.....	30
6.3 Cálculo de la Potencia Neta.....	32
6.4 Cálculo de incertidumbre.....	33
7 PLAN DE TRABAJO .....	35
8 NORMATIVA .....	37
9 ANEXOS .....	38
9.1 Hoja de datos de generadores .....	38
9.2 Puntos de medición.....	41
9.2.1 Potencia bruta.....	41
9.2.2 Potencia neta .....	45
9.2.3 Humedad relativa y Temperatura ambiente .....	48
9.3 Certificados de calibración de instrumentos de medición.....	49
9.3.1 Potencia bruta/FP.....	49
9.3.2 Potencia neta .....	53
9.3.3 Humedad relativa y Temperatura ambiente.....	54
9.4 Formato tipo para el registro manual de datos .....	56



## 1 INTRODUCCIÓN

---

El presente documento describe el protocolo de trabajo, metodologías y pruebas a realizar en la Central Térmica Chiloé a los efectos de determinar su valor de potencia máxima en los términos establecidos en el “ANEXO TÉCNICO: Pruebas de Potencia Máxima en Unidades Generadoras”.

La Central Térmica Chiloé pertenece a Elektra Generación S.A., está ubicada en la comuna de Quellón en la región de Los Lagos y consta de nueve (9) moto-generadores Diesel Caterpillar.

El presente protocolo se aplica a las pruebas de potencia máxima sobre las unidades de la Central Térmica Chiloé operando con petróleo diésel.

El resultado principal de estas pruebas será el valor máximo de potencia activa bruta que la planta puede sostener en sus bornes de generación por un período mínimo de 5 horas continuas, así como el valor máximo de potencia activa neta inyectada en el punto de interconexión para el mismo período.

Tanto para la potencia activa bruta, como para la potencia activa neta se presentarán los valores medidos y corregidos cuando aplique según los lineamientos establecidos en el mencionado anexo técnico.

Debido al contexto sanitario de pandemia COVID-19, las pruebas se realizarán de forma teledirigida según instrucción del Coordinador. Se incluyen en los capítulos 2.5, 2.6 y 2.7 del presente procedimiento las condiciones y requerimientos para su desarrollo.

A continuación, se describe el personal requerido para estas pruebas, las unidades y metodología de medición, el proceso de pruebas, las correcciones aplicables y el procedimiento de cálculo de incertidumbres. Finalmente, en el capítulo 7 se presenta un plan de trabajo tentativo resumiendo las principales tareas a realizar durante los dos días de trabajo previstos.



## 2 PERSONAL REQUERIDO Y RESPONSABILIDADES

### 2.1 Experto Técnico

El Experto Técnico es el responsable de desarrollar el procedimiento de pruebas y supervisar la ejecución de todas las actividades descritas en el presente procedimiento.

Para este caso particular y debido al contexto sanitario de pandemia COVID-19, el experto técnico no se presentará en las instalaciones del Coordinado. El experto guiará y supervisará su desarrollo de forma remota con la colaboración del personal designado en planta por parte del Coordinado (ver caps 2.5, 2.6 y 2.7).

Sus principales responsabilidades son:

1. Supervisar la prueba de potencia máxima para que sea desarrollada en los términos del presente procedimiento.
2. Al finalizar la prueba de Potencia Máxima, el experto técnico levantará un acta en la cual se consignarán los resultados obtenidos y principales observaciones.
3. En el plazo de 15 días hábiles después de realizada la prueba de Potencia Máxima, el experto técnico enviará al Coordinador el acta de la prueba y un informe técnico que contendrá la memoria de cálculo, análisis, registros de las mediciones consignadas en el acta de la prueba y las conclusiones obtenidas.

### 2.2 Representante empresa generadora

La empresa generadora será responsable de coordinar el personal a 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 de acuerdo a lo establecido en este procedimiento.

En este caso, la empresa generadora será responsable por la correcta instalación, configuración y extracción de datos de los equipos de medición necesarios para la prueba.



### 2.3 Representante del Coordinador Eléctrico Nacional

El Coordinador será responsable de coordinar la prueba de Potencia Máxima, su suspensión o reanudación de acuerdo con la programación de la operación y las condiciones del sistema, considerando para esto el protocolo de pruebas.

Además, podrá hacer observaciones fundadas al acta de prueba e informe técnico emitido por el experto técnico dentro de los plazos establecidos.

### 2.4 Observador de otro Coordinado

Los Coordinados podrán participar en calidad de observador de la prueba y podrán hacer observaciones fundadas al acta de prueba e informe técnico dentro de los plazos establecidos.

### 2.5 Condiciones Particulares

Debido al contexto sanitario de pandemia COVID-19, el experto técnico no se presentará en las instalaciones del coordinado y, por lo tanto, guiará y supervisará su desarrollo de forma remota.

Desde planta las pruebas serán dirigidas, con la supervisión del experto técnico, por el inspector sustituto designado por el Coordinado. Para las pruebas de la Central Térmica Chiloé el inspector sustituto será el Sr Rigoberto Ferrer.

En caso de indisponibilidad del inspector designado, será el Coordinado el encargado de asignar un nuevo inspector sustituto responsable del desarrollo de las pruebas. Esto será consignado como una desviación del procedimiento en el acta de las pruebas.

En este contexto, se requerirá en todo momento un canal de comunicación bidireccional entre el experto técnico y el inspector sustituto. Más adelante se describen los medios tecnológicos propuestos para llevar adelante esta prueba, los mismos deberán ser probados con anticipación al día previsto de inicio de pruebas a fin de verificar funcionalidad y realizar ajustes.

Para el desarrollo de estas pruebas se propone un día inicial en el cual se realizarán todos los chequeos preliminares de comunicación, y otro día para la prueba de Potencia Máxima. La prueba se realizará con todas las unidades de la central operando de forma simultánea en combustible diésel. Para el registro de potencia bruta se seleccionaron 3 unidades representativas de la central.



## 2.6 Soporte tecnológico

Se propone establecer una canal de comunicación bidireccional entre el experto técnico, el inspector sustituto y la sala de operaciones utilizando los siguientes medios ordenados de mayor a menor preferencia:

1. **Microsoft Teams:** Llamada de voz, video e interfaz para compartir medios digitales.
2. **WhatsApp:** Mensajería de texto, llamada de audio e interfaz para compartir medios digitales.
3. **Llamada telefónica:** llamada de voz.

Se deberán considerar dos canales de comunicación uno principal, para la visualización y seguimiento de las pruebas, y otro de respaldo (como por ejemplo un grupo de WhatsApp). Ambos canales mencionados serán complementarios y no excluyentes e incluirán a todos los participantes de la prueba.

### 2.6.1 Medio de comunicación con el inspector sustituto

El experto técnico compartirá un enlace de reunión MS Teams previo al inicio de las pruebas. El inspector sustituto deberá permanecer conectado y atento a la comunicación durante el desarrollo de las pruebas. Se prefiere que la conexión la realice desde un teléfono móvil para permitir los desplazamientos dentro de la planta cuando sea requerido.

Alternativamente, si lo anterior no es posible, se deberá conectar desde un computador personal ubicado en la sala de operaciones y se utilizará WhatsApp o una llamada telefónica para complementar la conectividad durante los desplazamientos dentro de la planta.

### 2.6.2 Medio de comunicación con la sala de operaciones

El experto técnico compartirá un enlace de reunión MS Teams previo al inicio de las pruebas. Se deberá disponer de un computador en la sala de operaciones que deberá conectarse y permanecer conectado **con micrófono abierto** durante todo el transcurso del ensayo.

Para que el experto técnico pueda visualizar las pantallas de operaciones se proponen las siguientes alternativas en orden de preferencia:



1. Que la aplicación MS Teams se instale/ejecute en un computador con acceso a las pantallas de operaciones a fin de utilizar la funcionalidad de “compartir pantalla”
2. Que el computador cuente con videocámara de buena resolución y ésta se encuentre dirigida en forma estable a la consola de operaciones.

En todos los casos se designará una “pantalla” en la cual el operador de planta irá rotando las visualizaciones a requerimiento del experto técnico / inspector sustituto.

### 2.6.3 Flujo de comunicaciones

Tanto el inspector sustituto como la sala de operaciones deberán estar conectados a la reunión MS Teams con el canal de audio bidireccional permanentemente abierto.

Para evitar malentendidos en el desarrollo de las pruebas el experto técnico le dará las instrucciones operativas al inspector sustituto y será éste quién las traslade al operador de turno en la sala de control o a quién considere adecuado según el contexto.

En el otro sentido, el experto técnico estará atento a cualquier comunicación informativa que llegue por los canales de comunicación habilitados (inspector sustituto/sala de control). Sin embargo, cualquier comunicación relevante para el desarrollo de las pruebas deberá ser validada por el inspector sustituto.

### 2.6.4 Visualizaciones requeridas

Durante el transcurso de las pruebas se deberá compartir la consola de operaciones como se indicó en 2.6.2. El experto técnico solicitará ver distintas pantallas durante el transcurso del proceso.

Cuando ninguna pantalla en particular sea requerida se deberá presentar la *Visualización Base* compuesta por una tendencia/histórico/Gráfico temporal de las siguientes variables: Potencia Bruta, Potencia Neta, Frecuencia, Tensión y Factor de potencia del Generador/Planta, Temperatura ambiente, Humedad Relativa. Para mejor discernimiento deberá mostrarse además el valor numérico actual de dichas variables.

En caso de que alguna de estas señales no provenga de los equipos de referencia indicados en la Tabla 3.4 se verificará su correlación aproximada durante el período de estabilización de la unidad.



### 2.6.5 Otros usos del canal de comunicaciones

El mismo canal de comunicaciones establecido se utilizará, cuando sea necesario, para compartir documentos, fotografías, capturas de pantallas o registros digitales de datos quedando de esta forma todo el intercambio documentado.

### 2.6.6 Otros participantes de la prueba

El enlace de la reunión MS Teams podría ser compartido con otros interesados tanto del propio Coordinado, del Coordinador u otros Coordinados. Sin embargo, se sugiere mantener el número de participantes un mínimo posible para no entorpecer el flujo de información.

En todo caso se requerirá a estos participantes adicionales que permanezcan en modo oyentes y con el micrófono cerrado en la medida de lo posible.

### 2.7 Verificación de funcionalidad del medio de comunicación

Una semana antes, o el tiempo que se considere adecuado, se realizará un simulacro estableciendo los canales de comunicación previstos para asegurar su adecuado funcionamiento. En particular:

1. Se verificará audio bidireccional con el inspector sustituto.
2. Se verificará audio bidireccional con Sala de Control.
3. Se verificará la visualización adecuada de la consola de operaciones.
4. Se verificará el funcionamiento del canal de comunicación cuándo el inspector sustituto se encuentre fuera de la sala de control.



## 2.8 Desarrollo simultáneo de las pruebas

La fecha definitiva se presenta a continuación:

- Miércoles 16 de junio: Prueba de Potencia Máxima a partir de las 17:00hrs (Chile).

Considerando lo mencionado en la sección 2.5 el Coordinado debe asegurar de que el soporte tecnológico mencionado en 2.6 puede ser prestado en las condiciones de pruebas. Por lo tanto, las pruebas serán dirigidas desde un único lugar de la Central Térmica Chiloé y las visualizaciones requeridas serán incorporadas a un único canal de comunicación.

Se deberá consignar en el acta de las pruebas y en el informe técnico final el nombre del personal de apoyo encargado de prestar soporte simultáneo en los momentos de la jornada en que sea necesario.



### 3 DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD Y CONDICIONES DE PRUEBA

#### 3.1 Descripción general de la planta

La Central Térmica Chiloé pertenece a Elektra Generación S.A., está ubicada en la comuna de Quellón en la provincia Chiloé, región de Los Lagos y está compuesta por 9 unidades de combustión interna (motogeneradores).

Se presenta a continuación, el plano de disposición general de la planta y la conexión de las unidades a la Subestación Quellón 23kV.

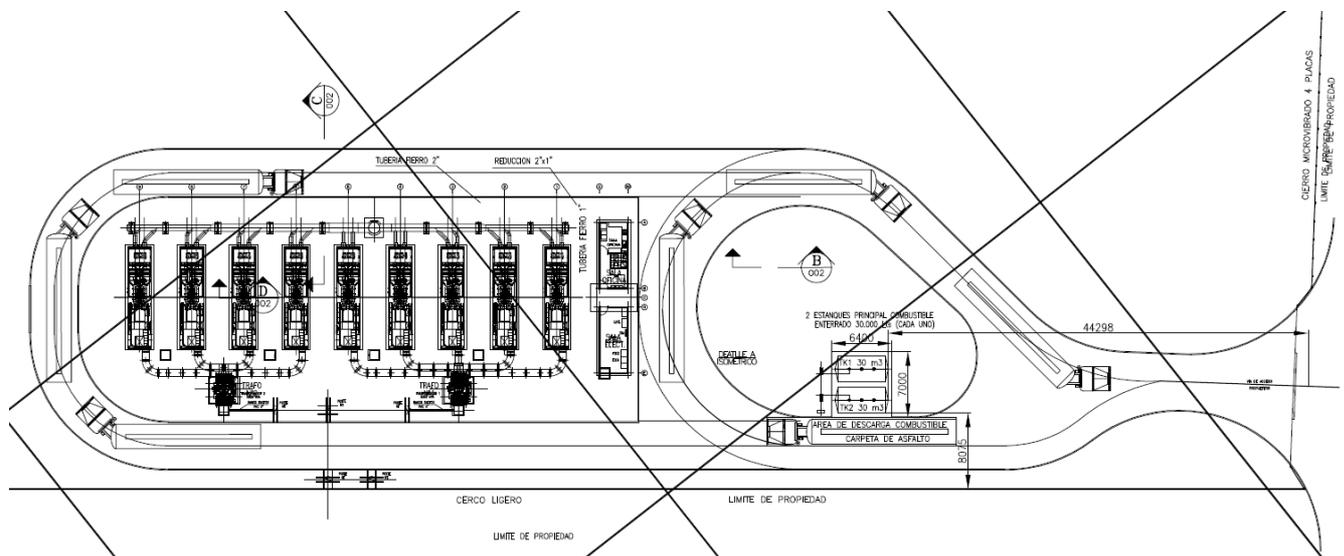


Figura 3.1 – Plano de disposición general de planta





## GENERATOR DATA

Selected Model			
Engine: 3512	Generator Frame: 824	Genset Rating (kW): 1200.0	Line Voltage: 400
Fuel: Diesel	Generator Arrangement: 1441712	Genset Rating (kVA): 1500.0	Phase Voltage: 230
Frequency: 50	Excitation Type: Permanent Magnet	Pwr. Factor: 0.8	Rated Current: 2165.1
Duty: PRIME	Connection: SERIES STAR	Application: EPG	Status: Current

Version: 39094 /39296 /38180 /1132

Spec Information			
Generator Specification		Generator Efficiency	
Frame: 824	Type: SR4B	No. of Bearings: 1	
Winding Type: RANDOM WOUND	Flywheel: 21.0	Per Unit Load	kW
Connection: SERIES STAR	Housing: 00		Efficiency %
Phases: 3	No. of Leads: 6	0.25	300.0
Poles: 4	Wires per Lead: 8	0.5	600.0
Sync Speed: 1500	Generator Pitch: 0.6667	0.75	900.0
		1.0	1200.0
		1.1	1320.0
			96.1

Figura 3.3 – Datos de placa de los generadores

### 3.3 Condiciones de referencia y curvas de corrección

A partir de la información detallada en el documento “Performance Data.pdf”, se considera el siguiente valor de potencia nominal esperable a nivel unidad y a nivel planta (9 unidades):

CT Chiloé	Potencia Nominal [kW]
Nivel unidad	1200
Nivel Planta – Unidades G1 a G9	10800

Tabla 3.1 – Valores base de potencia a nivel unidad y a nivel planta

En la Tabla 3.2 se indican las condiciones de referencia de la central. Cabe mencionar que solo se presentan los parámetros de corrección que se deben considerar en base a lo estipulado en el Anexo Técnico.

Parámetro	Valor	Referencia
Altitud [msnm]	152	Condición de sitio <sup>1</sup>
Temperatura ambiente [°C]	10.4	Condición de sitio Temperatura promedio <sup>2</sup>
Factor de potencia	0.95	Anexo Técnico

Tabla 3.2 – Condiciones de referencia

<sup>1</sup> Altitud del sitio. Fuente: Explorador Solar de la Universidad de Chile

<sup>2</sup> Temperatura Promedio Anual. Fuente: Explorador Solar de la Universidad de Chile



### 3.3.1 Curvas de corrección

#### Curva de corrección por altura [mnsn] y temperatura ambiente

A partir de la información detallada en el documento “Performance Data.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 CORRECTED POWER CAPABILITY (BHP)													
AMBIENT OPERATING TEMP (F)	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	NORMAL
ALTITUDE (FT)													
0	1,757	1,757	1,757	1,757	1,757	1,757	1,757	1,757	1,757	1,757	1,722	1,669	1,757
1,000	1,757	1,757	1,757	1,757	1,757	1,757	1,757	1,757	1,757	1,757	1,722	1,652	1,757
2,000	1,757	1,757	1,757	1,757	1,757	1,757	1,757	1,757	1,757	1,722	1,687	1,616	1,757
3,000	1,757	1,757	1,757	1,757	1,757	1,757	1,757	1,757	1,752	1,704	1,634	1,581	1,757
4,000	1,757	1,757	1,757	1,757	1,757	1,757	1,750	1,719	1,688	1,659	1,599	1,546	1,757
5,000	1,753	1,753	1,753	1,753	1,749	1,717	1,686	1,656	1,627	1,598	1,564	1,493	1,753
6,000	1,697	1,697	1,697	1,697	1,685	1,654	1,624	1,595	1,567	1,539	1,511	1,458	1,697
7,000	1,643	1,643	1,643	1,643	1,622	1,592	1,563	1,535	1,508	1,482	1,457	1,406	1,643
8,000	1,592	1,592	1,592	1,592	1,562	1,533	1,505	1,478	1,452	1,427	1,403	1,195	1,592
9,000	1,542	1,542	1,542	1,532	1,503	1,475	1,448	1,422	1,397	1,373	1,124	1,019	1,542
10,000	1,495	1,495	1,495	1,473	1,446	1,419	1,393	1,368	1,344	1,321	984	914	1,495
11,000	1,449	1,449	1,445	1,417	1,390	1,365	1,340	1,142	1,037	949	879	826	1,449
12,000	1,405	1,405	1,389	1,363	1,337	1,230	1,089	984	914	843	791	738	1,405
13,000	1,362	1,362	1,335	1,310	1,142	1,037	949	879	826	773	720	685	1,361
14,000	1,321	1,309	1,247	1,089	1,001	931	861	791	756	703	668	615	1,317
15,000	1,282	1,160	1,054	966	896	826	773	720	685	650	597	562	1,274

Tabla 3.3 - Altitude Corrected Data

Considerando la altitud (condición de sitio) informada en las condiciones de referencia de la Tabla 3.2, se observa que para la altitud de 152 msnm que equivalen a 498.688 ft la temperatura que afecta la potencia se da a partir de los 120 °F (48.89 °C).

Como la temperatura ambiente (condición de sitio) es de 10.4 °C, se considera no aplicar correcciones a la potencia por altitud ni por temperatura ambiente.

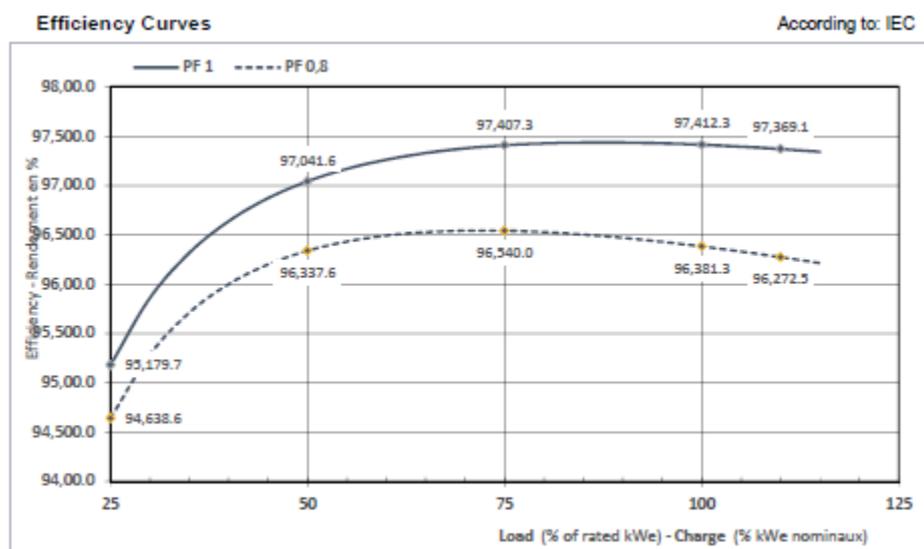


### Corrección por Humedad Relativa

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

### Corrección por Factor de potencia

Siendo que el momento de elaborar el procedimiento el Coordinado no dispone de una curva de corrección de la potencia por factor de potencia, se propone utilizar el de una máquina similar. En el caso que las partes estén de acuerdo se utilizará la siguiente curva disponible públicamente<sup>3</sup>.



<sup>3</sup> 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>



### 3.3.2 Metodología de corrección

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

### 3.4 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 3.4 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.





### 3.4.1 Metodología

Se medirá 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 calculará 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”*, se deberán medir potencia bruta sobre 3 unidades. El Coordinado designó para las pruebas a las unidades G1, G5 y G9.

Los transformadores de instrumentación (PTs,CTs) son clase 0.3 para la medición de potencia neta (punto “4” en la Figura 3.4).

Para las mediciones de potencia bruta el coordinado ha informado que utilizará TTCC externos clase 0.5, relación de transformación 3000/5 A y la medición de tensión se realizará directo sobre la barra de 400 V (punto “1”, “2” y “3” en la Figura 3.4).

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

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

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



### 3.4.2 Instrumentación principal

Se instrumentará tal como se resume en la Tabla 3.4. La misma indica la instrumentación principal a ser utilizada, magnitud medida, tipo y clase, y ubicación.

#	Magnitud	Instrumento	Tipo, clase y muestreo	Propietario y certificado	Ubicación	Tipo de registro
1	<b>Potencia activa bruta Unidad G1</b>	ION 8650 Serie: MW-1210A672-01	A, 0.2, 1 seg (o superior)	Tecnored S.A., Figura 9.14	Conectado a barra de tensión (400 V) y CTs clase 0.5 en punto 1 del unilineal de la Figura 3.4. Borneras y puntos de conexión a confirmar. Ver trifilar anexo 9.2.	Digital
2	<b>Factor de potencia Unidad G1</b>	ION 8650 Serie: MW-1210A672-01	A, 0.2, 1 seg (o superior)	Tecnored S.A., Figura 9.14	Conectado a barra de tensión (400 V) y CTs clase 0.5 en punto 1 del unilineal de la Figura 3.4. Borneras y puntos de conexión a confirmar. Ver trifilar anexo 9.2.	Digital
3	<b>Potencia activa bruta Unidad G5</b>	ION 8650 Serie: MW-131A373-02	A, 0.2, 1 seg (o superior)	Tecnored S.A., Figura 9.15	Conectado a barra de tensión (400 V) y CTs clase 0.5 en punto 2 del unilineal de la Figura 3.4. Borneras y puntos de conexión a confirmar. Ver trifilar anexo 9.2.	Digital
4	<b>Factor de potencia Unidad G5</b>	ION 8650 Serie: MW-131A373-02	A, 0.2, 1 seg (o superior)	Tecnored S.A., Figura 9.15	Conectado a barra de tensión (400 V) y CTs clase 0.5 en punto 2 del unilineal de la Figura 3.4. Borneras y puntos de conexión a confirmar. Ver trifilar anexo 9.2.	Digital
5	<b>Potencia activa bruta Unidad G9</b>	ION 8650 Serie: MW-1811A713-02	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 3 del unilineal de la Figura 3.4. Borneras y puntos de conexión a confirmar. Ver trifilar anexo 9.2.	Digital
6	<b>Factor de potencia Unidad G9</b>	ION 8650 Serie: MW-1811A713-02	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 3 del unilineal de la Figura 3.4. Borneras y puntos de conexión a confirmar. Ver trifilar anexo 9.2.	Digital
7	<b>Potencia activa neta</b>	ION 8650 Serie: PT-0807A491-01	A, 0.2, 1 seg (o superior)	Tecnored S.A., Figura 9.17	Conectado PTs y CTs clase 0.3 en punto 4 del unilineal la Figura 3.4. Borneras y puntos de conexión a confirmar. Ver trifilar anexo 9.2.	Digital
8	<b>Temperatura aire entrada</b>	CHY 820W Serie: 200017	±0.5°C, 5 min	Tecnored S.A. Figura 9.18	Estación meteorológica externa instalada en planta.	Manual
9	<b>Humedad relativa</b>	CHY 820W Serie: 200017	±2.5%, 5 min	Tecnored S.A. Figura 9.18	Estación meteorológica externa instalada en planta.	Manual

Tabla 3.4 – Instrumentación principal



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

Los puntos físicos de conexión están identificados en los trifilares del anexo 9.2. y se corresponden con los indicados en la Figura 3.4.

Los equipos medidores de potencia bruta y neta serán instalados, configurados y operados por el Coordinado o el propietario de los equipos. Se requerirá la entrega de los registros digitales de las pruebas durante y luego de la ejecución de las mismas. Deberá estar presente personal idóneo para estas tareas durante todo el transcurso de las pruebas.

Asimismo, el Coordinado será responsable de entregar los registros manuales, con una tasa de lectura cada 5 minutos, correspondientes a las variables de temperatura y humedad relativa durante y luego de la ejecución de las pruebas. Deberá estar presente personal idóneo para estas tareas durante todo el transcurso de las pruebas.

En el anexo 9.4 se propone un formato tipo para el registro manual de datos.

### 3.4.3 Mediciones complementarias

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



### 3.5 Toma de muestras del combustible

Se extraerá una (1) muestra doble de combustible (una de análisis y otra de respaldo) durante la prueba de Potencia Máxima para contar con el registro de sus condiciones y características. El combustible deberá provenir del tanque principal al cual no se le deberán realizar relleno durante las pruebas. La muestra deberá ser enviada a un laboratorio externo para la determinación de sus características.

Será el Coordinado el responsable del muestreo y análisis del combustible.

El análisis de laboratorio debe incluir, al menos:

- Peso molecular.
- Gravedad específica.
- Poderes caloríficos superior e inferior.

Estos antecedentes serán incluidos en el Informe Técnico final.



### 3.6 Condiciones de prueba

Debe verificarse:

1. Todas las protecciones deben estar operativas y sin falla.
2. No deben existir alarmas relevantes.
3. La unidad debe estar disponible para operar a máxima potencia.
4. De ser posible, el control de frecuencia (CPF) debe estar fuera de servicio y la unidad en control de carga.
5. El sistema de adquisición de datos deberá estar funcionando.
6. El factor de potencia (FP) es lo más cercano posible a 0.95. De existir el modo de control de factor de potencia o reactivo en la unidad se sugiere utilizarlo para las pruebas de modo de colaborar en mantener el factor de potencia en el valor deseado.



## 4 REALIZACIÓN DE LA PRUEBA

---

Como se indicó en 2.5, debido al contexto sanitario de pandemia COVID-19, el experto técnico no se presentará en las instalaciones del coordinado y, por lo tanto, guiará y supervisará su desarrollo de forma remota.

Desde planta las pruebas serán dirigidas, con la supervisión del experto técnico, por el inspector sustituto designado por el Coordinado. Para las pruebas de la Central Térmica Chiloé el inspector sustituto será el Sr Rigoberto Ferrer.

La comunicación se realizará como se indicó en 2.6 Soporte tecnológico.

### 4.1 Chequeos preliminares

Previo al inicio de las pruebas se realizará una inspección virtual en dónde se verificará que todo esté adecuadamente dispuesto para el inicio de las pruebas.

Se requerirá habilitar el canal de comunicaciones y la presencia del inspector sustituto y Sala de Control para realizar al menos las siguientes tareas:

1. Se debe realizar una inspección visual de los medidores. Se verificará su cableado conforme a lo indicado en el presente protocolo, números de serie y certificados de calibración.
2. Verificar lectura de los equipos de medición principales.
3. Verificar sincronización horaria entre los distintos equipos de medición.
4. Verificar que el sistema de adquisición de datos de planta esté operativo.

Para estas tareas considerar 2 o 3 horas antes de las pruebas.



## 4.2 Desarrollo de las pruebas

La prueba de Potencia Máxima se realizará con todas las unidades de la Central Térmica Chiloé operando de forma simultánea. Para el registro de potencia bruta se seleccionaron 3 unidades representativas de la central.

Las unidades seleccionadas son G1, G5 y G9 (ver Figura 3.4).

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

### 4.2.1 Verificaciones previas

1. El personal descrito en el cap. 2 (Experto Técnico, Operaciones, Representante del Coordinador) deben estar listos para dar comienzo a la prueba.
2. Verificar que se cumplan las condiciones de prueba establecidas en (3.6):
  - i. Todas las protecciones deben estar operativas y sin falla.
  - ii. No deben existir alarmas relevantes.
  - iii. La unidad debe estar disponible para operar a máxima potencia.
  - iv. El control de frecuencia (CPF) debe estar fuera de servicio y la unidad en control de carga de ser posible.
  - v. El sistema de adquisición de datos deberá estar funcionando.
  - vi. El factor de potencia (FP) es lo más cercano posible a 0.95. De existir el modo de control de factor de potencia o reactivo en la unidad se sugiere utilizarlo para las pruebas de modo de colaborar en mantener el factor de potencia en el valor deseado.



### 4.3 Incremento de potencia y estabilización

Previo al inicio de las pruebas las unidades pueden estar detenidas o en servicio. En cualquiera de los casos el operador incrementará la carga de las unidades hasta que éstas alcancen la carga máxima estable.

Al llegar todas las unidades a su potencia máxima, se anotará la hora de inicio del periodo de estabilización.

Se verificará que el CPF está deshabilitado y que las unidades estén controladas en modo de control de potencia. Se intentará ajustar el factor de potencia al valor más cercano posible a 0.95. Si las unidades disponen del modo de control Factor de Potencia se sugiere utilizarlo a fin de mantener el valor requerido de 0.95 estable durante la prueba.

Se verificará en todo momento que ninguno de los componentes involucrados supere sus valores nominales de operación.

Alcanzado el valor máximo de potencia comienza un período que se puede extender hasta un máximo de 2 horas en el cual se podrán realizar ajustes a los parámetros operacionales, con el fin de estabilizar las unidades generadoras en pruebas.

El experto técnico tomará nota del horario de inicio y finalización del período de estabilización para dejar constancia en actas y verificar que no se exceda el tiempo permitido.

#	Condición	Estado	Detalles
1	Operación de la central	Normal	Nueve unidades operativas
2	Nivel de carga	Carga máxima estable	-
3	Combustible	Líquido	-
5	Control de frecuencia	Fuera de servicio	De ser posible se deshabilitará el CPF.
7	Factor de potencia	0.95	Ajustar al valor más cercano posible que permita la red

Tabla 4.1 – Resumen de las condiciones de prueba



#### 4.4 Inicio de la prueba

Finalizado el período de estabilización se declarará la unidad en operación estable y se dará inicio formal a la prueba de potencia máxima.

El experto técnico tomará nota del horario de inicio de la prueba.

#### 4.5 Período de prueba

El experto Técnico verificará que la prueba se extienda por un período mínimo de 5 horas (10 segmentos *-test run-* de 30 min) durante el cual la planta deberá permanecer en condiciones estables según lo establecido por la norma ASME PTC 17:

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

*Tabla 4.2 – Máximas variaciones permisibles en las condiciones de operación*

Las condiciones de estabilidad se calcularán respecto del promedio de cada test-run.

Si algún test-run no cumple las condiciones de estabilidad podrían descartarse los datos de este y a criterio del auditor, se podrá continuar la prueba hasta completar 10 test run válidos, siempre que la programación horaria del Coordinador lo permita.

#### 4.6 Mediciones durante el período de pruebas

Durante todo el período de pruebas deberán tomarse al menos una lectura cada 5 minutos de las magnitudes listadas en la Tabla 3.4 cuando el registro sea manual. Las magnitudes de registro digital podrán muestrearse a una tasa más rápida a la indicada según la capacidad de cada dispositivo.

#### 4.7 Finalización de la prueba

La prueba podrá darse por finalizada cuando se cumpla un período mínimo de operación estable de 5 horas tal lo descrito en los párrafos anteriores o cuando la misma sea suspendida/interrumpida por el Coordinador (ver cap.5).

Al finalizar la prueba de Potencia Máxima, el experto técnico levantará un acta en la cual se consignarán los horarios de las pruebas, resultados preliminares obtenidos y todos los aspectos relevantes que considere necesarios. Esta acta distribuida por correo electrónico a cada uno de los



participantes, los mismos deberán dar el visto bueno dejando constancia de sus observaciones si las hubiese.



## 5 CONDICIONES PARTICULARES

### 5.1 Suspensión de la prueba

En caso de que se produzca una falla de alguna unidad generadora a verificar, o de existir perturbaciones que lleven al SI al Estado de Emergencia, el Coordinador podrá suspender la prueba.

El Coordinador podrá suspender la prueba en la operación en tiempo real en caso de que lo considere necesario dadas las condiciones del sistema.

Una vez superada la condición antes indicada, el Coordinador podrá autorizar la realización de la prueba si las condiciones del sistema lo permiten. En caso contrario, la Coordinador programará la realización de la prueba para una nueva fecha.

### 5.2 Interrupción de la prueba

Cuando se deba interrumpir la prueba de Potencia Máxima de una unidad generadora por causas atribuibles a su operación o a la operación del SI, antes de completar el periodo de medición de la prueba y no se ha completado el 80% del tiempo de duración establecido de la prueba, esta no tendrá validez y deberá reiniciarse luego de la correspondiente programación con la Coordinador.

Si se ha completado al menos el 80% del tiempo de duración de la prueba, a criterio del experto técnico y con aprobación del Coordinador, se podrá considerar la prueba como completada.

### 5.3 Reanudación de la prueba

Habiéndose superado las condiciones de suspensión de la prueba, si la misma no fue declarada como completa (cap. 5.2) y existe conformidad por parte del Coordinador, la misma podrán reiniciarse luego de haberse obtenido una nueva estabilización de la unidad. Vale destacar que, tal como lo indica el anexo técnico correspondiente, la potencia debe permanecer en forma estable, continua y sin interrupción durante todo el período de prueba.



## 6 METODOLOGÍAS APLICABLES Y RESULTADOS

### 6.1 Resultado de la prueba de potencia máxima

La Potencia Máxima que será considerada como resultado de esta prueba, será aquel valor máximo de potencia activa bruta que sea sostenible durante al menos 5 horas, dentro del período de medición de la prueba y en conformidad con el presente protocolo de prueba.

La potencia bruta por unidad se tomará como el promedio del valor de potencia de 10 períodos de 30 minutos, dichos valores a su vez serán un promedio de las mediciones realizadas dentro de cada período (30 muestras si se toma una lectura cada 1 minuto) y tendrán aplicadas las correspondientes correcciones (ver 6.2) permitidas por el Anexo Técnico.

La potencia bruta a nivel planta será el promedio de la potencia bruta de las 3 unidades seleccionadas multiplicado por número total de unidades de la central.

$$P_{Bruta,Planta} = (P_{Bruta(G1)} + P_{Bruta(G5)} + P_{Bruta(G9)}) \times \frac{9}{3}$$

#### 6.1.1 Outliers

Se procesarán los datos obtenidos en busca de valores atípicos (fuera de rango). Los mismos se descartarán siguiendo los lineamientos establecidos en la PTC 19.1. En particular se adoptará como criterio el descarte de los datos distantes más de  $2\sigma$  de la media del período. Los valores descartados serán entregados como información anexa en el Informe Técnico final.

### 6.2 Correcciones aplicables a la potencia bruta y neta

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

Los valores de potencia bruta promedio serán corregidos por las siguientes curvas:

1. Corrección por factor de potencia.

Los factores de corrección se obtendrán de las curvas/tablas presentadas en el capítulo 3.3 con el objetivo de llevar la medición de potencia bruta obtenida a los valores de referencia indicados en la Tabla 3.2.



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

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

Dónde:

- $P_{Bruta,Corr}$  : Potencia Bruta Corregida por unidad
- $P_{Bruta}$ : Potencia Bruta Medida por unidad
- $L_{FP}$ : Pérdidas relacionadas a no operar en el factor de potencia (FP) establecido por el Anexo Técnico. Se aplica sólo si durante los ensayos no se logró alcanzar  $FP = 0.95$ . Se calcula como la diferencia de potencia entre la correspondiente al FP del ensayo menos la potencia correspondiente al FP de referencia ambos valores obtenidos de las curvas del capítulo 3.3. Paraca cada unidad (G1, G5 y G9) el factor de potencia que se utilizará como referencia es el indicado por el medidor #2, 4 y 6 de la Tabla 3.4, respectivamente.



### 6.3 Cálculo de la Potencia Neta

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

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

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

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

Dónde:

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

La Potencia Neta Corregida de la Unidad Generadora se calcula como el promedio de la Potencia Neta Corregida a nivel planta sobre las nueve unidades de la central:

$$P_{Neta,Corr (Unidad)} = P_{Neta,Corr (Planta)}/9$$



## 6.4 Cálculo de incertidumbre

Una vez obtenidos los resultados finales para las pruebas de potencia máxima se procede a realizar la estimación de incertidumbre. En la norma ASME PTC 19.1 se define la incertidumbre expandida de un resultado según la siguiente expresión.

$$U_{R,95} = t_{s,v} * U_R$$

Donde:

- $U_R$ : Incertidumbre combinada estándar
- $t_{s,v}$ : t' Student para nivel de certeza  $s$  (típicamente 95%) y  $v$  grados de libertad

La incertidumbre combinada estándar se compone de la incertidumbre sistemática estándar ( $b_R$ ) y la incertidumbre aleatoria estándar ( $s_R$ ) de un resultado según la siguiente ecuación.

$$U_R = \sqrt{b_R^2 + s_R^2}$$

Las expresiones para la incertidumbre sistemática estándar e incertidumbre aleatoria estándar de un resultado se presentan a continuación.

$$b_R = \sqrt{\sum_{i=1}^I (\theta_i b_{\bar{x}_i})^2} \qquad s_R = \sqrt{\sum_{i=1}^I (\theta_i s_{\bar{x}_i})^2}$$

Donde:

- $\theta_i$ : Índice de sensibilidad del resultado final respecto a la variable  $i$
- $b_{\bar{x}_i}$ : Incertidumbre sistemática estándar de la medición de la variable  $i$
- $s_{\bar{x}_i}$ : Incertidumbre aleatoria estándar de la medición de la variable  $i$

La incertidumbre sistemática estándar de la medición considera todas las fuentes de error de medición en la adquisición cada variable. En tanto, la incertidumbre aleatoria estándar de la medición se relaciona con la desviación estándar de cada variable y el número de muestras respectivo.

Las expresiones matemáticas del índice de sensibilidad, la incertidumbre sistémica de medición y la incertidumbre aleatoria de medición se presentan a continuación.



$$\theta_i = \frac{dR}{d\bar{x}_i}$$

$$s_{\bar{x}_i} = \frac{s_{x_i}}{\sqrt{N}}$$

$$b_{\bar{x}_i} = \sqrt{\sum_{k=1}^K (b_{\bar{x}_{i_k}})^2}$$

Donde:

- $R$ : resultado de la medición que depende de las variables denotadas por el índice  $i$
- $s_x$ : desviación estándar de la variable  $i$
- $N$ : número de muestras la variable respectiva
- $b_{\bar{x}_{i_k}}$ : error asociado al elemento  $k$ , en la medición de la variable  $i$

Cabe destacar que, a mayor precisión de los equipos utilizados en la adquisición de las variables, menor será la incertidumbre sistemática de la medición. Así mismo, a mayor número de muestras de cada variable, menor será la incertidumbre aleatoria de la medición.



## 7 PLAN DE TRABAJO

En la presente sección se presenta un cronograma tentativo de trabajo teledirigido para el desarrollo de las presentes pruebas. Se considera un primer día para la prueba de enlace de comunicación, preparativos y coordinación de actividades (14/6), y un segundo día donde se realizarán las tareas previas y el desarrollo de las pruebas efectivas (16/6). Para estas tareas considerar 2 o 3 horas antes de las pruebas

El Coordinador ha propuesto el desarrollo de las pruebas de potencia máxima en la siguiente fecha y horario:

- Miércoles 16 de junio a partir de las 17:00 hrs (Chile).
- Curva de carga: 9 motores de 1 MW c/u de manera paralela, con carga máxima de 9 MW app.

<b>Día 1 (Tareas Previas) – 14 de junio</b>		
<b>Hora</b>	<b>Descripción de tareas</b>	<b>Duración [Hs]</b>
10:00 Hs	Verificación de funcionalidad del medio de comunicación: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisión de comunicación continua con inspector sustituto y con sala de operaciones</li> <li>• Verificación de visualizaciones necesarias para las pruebas</li> </ul>	1,0
11:00 Hs	Tareas iniciales: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reunión inicial</li> <li>• Coordinación de tareas para el día de las pruebas</li> </ul>	0,5
11:30 Hs	Finalización de la jornada	-

*Tabla 7.1 – Cronograma tentativo de jornada de tareas previas*



<b>Día 2 – 16 de junio</b>		
<b>Hora</b>	<b>Descripción de tareas</b>	<b>Duración [Hs]</b>
14:00 Hs	Inspección de sitio: Verificación de medidores <ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprobar cableado</li> <li>• Comprobar número de serie y contrastación de certificado de calibración</li> <li>• Comprobar configuración</li> <li>• Tomar fotos de medidores instalados/estación meteorológica/balanza</li> </ul>	1,0
15:00 Hs	Comprobación de datos de los medidores: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verificación de formato</li> <li>• Verificación de tasa de muestreo</li> <li>• Verificación de sincronización horaria entre medidores</li> </ul>	1,0
16:00 Hs	Tareas iniciales: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Prueba de sistemas de comunicación para seguimiento remoto de las pruebas.</li> <li>• Coordinación de tareas</li> </ul>	1,0
17:00 Hs	Arranque de las nueve unidades Verificación de condiciones de prueba: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Protecciones operativas y sin falla</li> <li>• No deben existir alarmas relevantes</li> <li>• Control de frecuencia fuera de servicio y unidades en control de carga</li> <li>• Factor de potencia lo más cercano a 0.95</li> </ul>	1,0
18:00 Hs	Período de estabilización <ul style="list-style-type: none"> <li>• Unidades en PMax 1 MW</li> </ul>	1 hora (estimado)
19:00 Hs	Período de pruebas de potencia máxima <ul style="list-style-type: none"> <li>• Unidades en PMax 1 MW</li> </ul>	5,0
00:00 Hs	Tareas de cierre: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recopilación de datos</li> <li>• Confección de acta</li> </ul>	2,0
02:00 Hs	Finalización de la jornada	-

*Tabla 7.2 – Cronograma tentativo de jornada de pruebas Potencia Máxima*



## 8 NORMATIVA

---

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



## 9 ANEXOS

### 9.1 Hoja de datos de generadores

Generator Specification		Generator Efficiency		
Frame: 824 Type: SR4B	No. of Bearings: 1	Per Unit Load	kW	Efficiency %
Winding Type: RANDOM WOUND	Flywheel: 21.0	0.25	300.0	93.8
Connection: SERIES STAR	Housing: 00	0.5	600.0	95.8
Phases: 3	No. of Leads: 6	0.75	900.0	96.3
Poles: 4	Wires per Lead: 8	1.0	1200.0	96.2
Sync Speed: 1500	Generator Pitch: 0.6667	1.1	1320.0	96.1

Reactances	Per Unit	Ohms
SUBTRANSIENT - DIRECT AXIS $X'_d$	0.1753	0.0187
SUBTRANSIENT - QUADRATURE AXIS $X''_q$	0.1603	0.0171
TRANSIENT - SATURATED $X'_d$	0.2588	0.0276
SYNCHRONOUS - DIRECT AXIS $X_d$	3.1688	0.3380
SYNCHRONOUS - QUADRATURE AXIS $X_q$	1.5131	0.1614
NEGATIVE SEQUENCE $X_2$	0.1678	0.0179
ZERO SEQUENCE $X_0$	0.0094	0.0010

Time Constants	Seconds
OPEN CIRCUIT TRANSIENT - DIRECT AXIS $T_{d0}$	5.8770
SHORT CIRCUIT TRANSIENT - DIRECT AXIS $T'_d$	0.4800
OPEN CIRCUIT SUBTRANSIENT - DIRECT AXIS $T''_{d0}$	0.0086
SHORT CIRCUIT SUBTRANSIENT - DIRECT AXIS $T''_d$	0.0074
OPEN CIRCUIT SUBTRANSIENT - QUADRATURE AXIS $T''_{q0}$	0.0065
SHORT CIRCUIT SUBTRANSIENT - QUADRATURE AXIS $T''_q$	0.0057
EXCITER TIME CONSTANT $T_e$	0.2225
ARMATURE SHORT CIRCUIT $T_a$	0.0497

Short Circuit Ratio: 0.36	Stator Resistance = 0.0023 Ohms	Field Resistance = 0.9324 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:	6.8 Volts	32.28 Volts
Waveform deviation line - line, no load: less than	3.0%	Excitation current	1.79 Amps	6.99 Amps
Telephone influence factor: less than	50			

Figura 9.1 – Hoja de datos de los generadores (1 de 3)

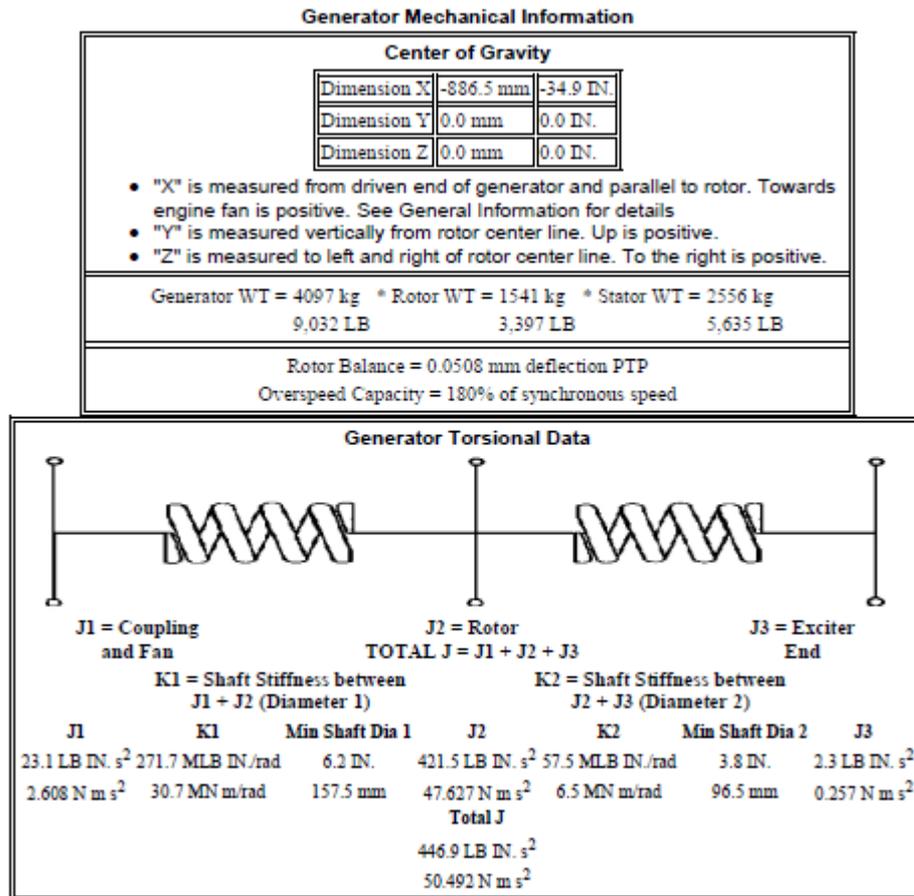


Figura 9.2 – Hoja de datos de los generadores (2 de 3)

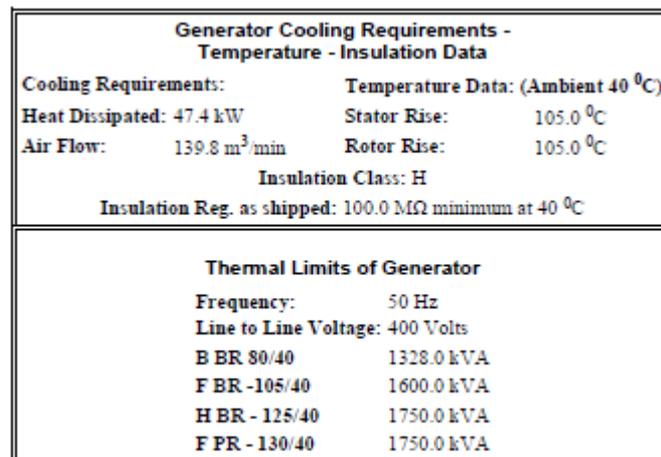


Figura 9.3 – Hoja de datos de los generadores (3 de 3)

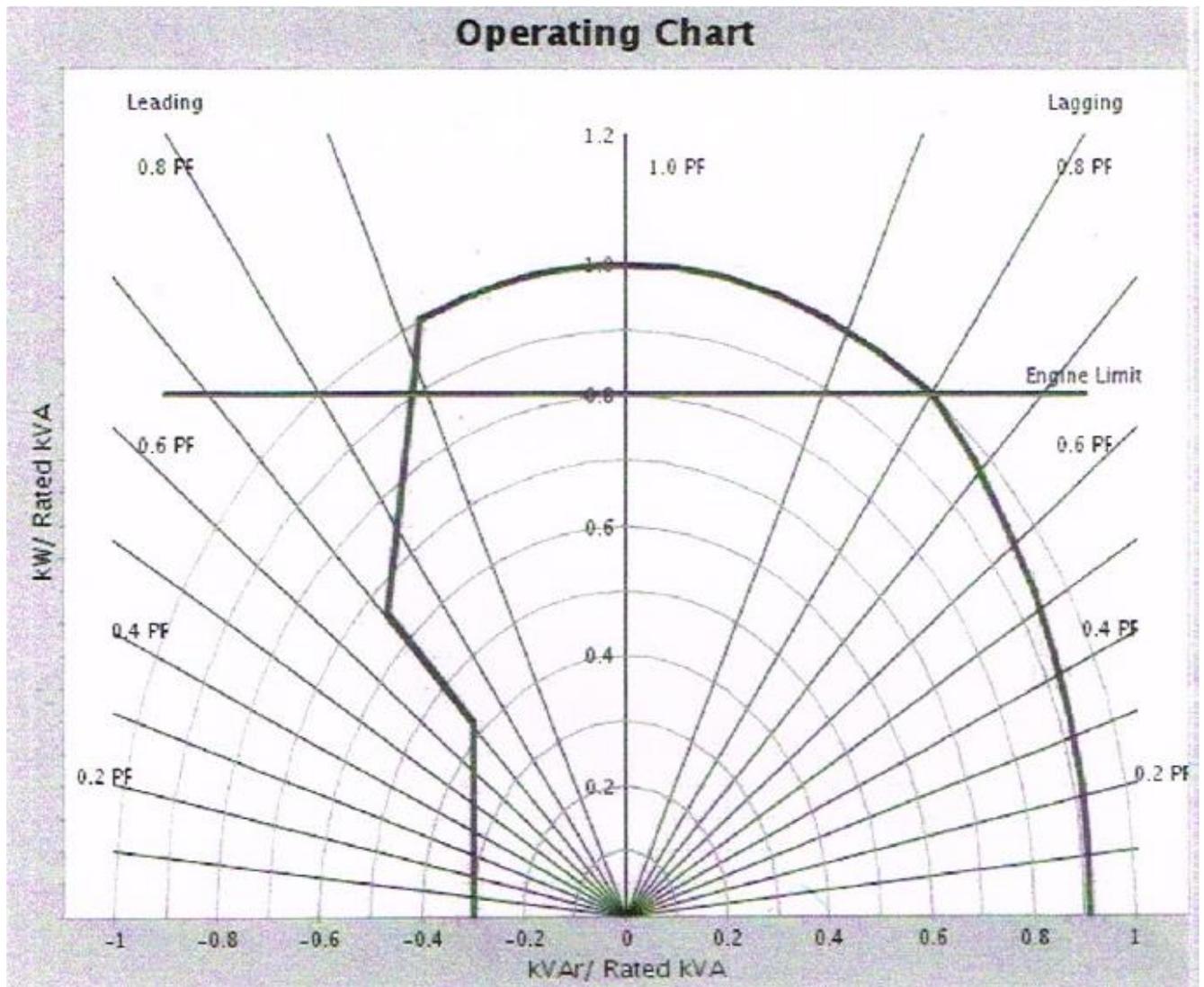


Figura 9.4 – Curva de Capacidad



## 9.2 Puntos de medición

### 9.2.1 Potencia bruta

En el siguiente unilíneal 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.

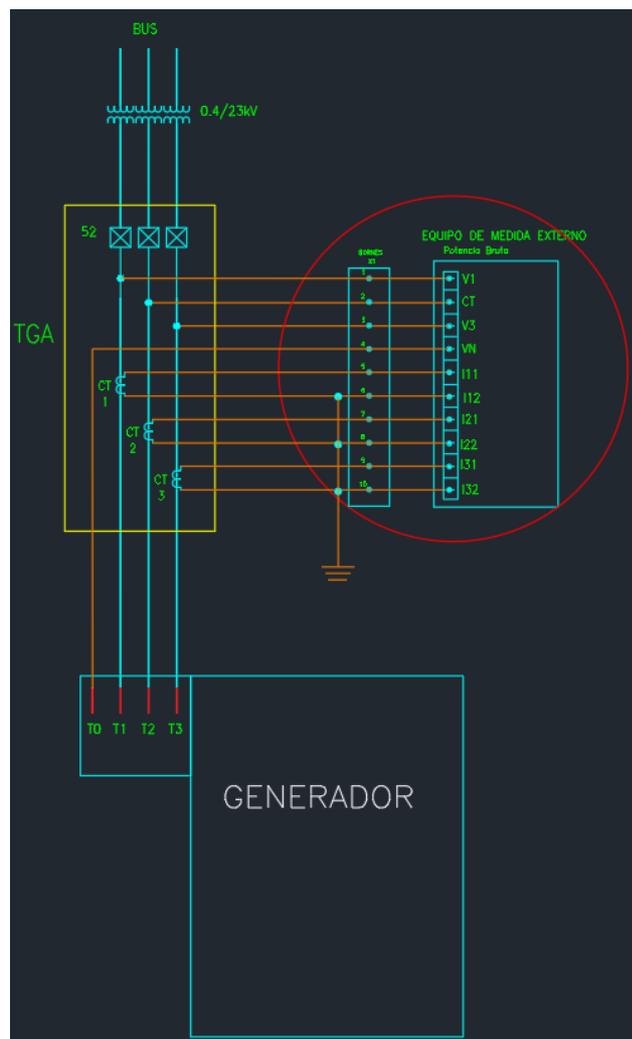


Figura 9.5 – Puntos de medición de corriente y tensión para medidor de Potencia bruta y Factor de potencia

El punto de conexión del TTCC será aguas arriba de interruptor del equipo (TGA) debido que este punto entrega mejores espacios de instalación y resguardo de los equipos externos a instalar. En las siguientes figuras se muestran el punto de instalación.



Figura 9.6 – Puntos de instalación TTCC externo



Figura 9.7 – Puntos de instalación TTCC externo



Finalmente se presentan los datos de placa del TTCC externo.

**TRANSFORMADORES**

**GENERAL**

Transformadores de primario bobinado, de primario pasante y núcleo abierto.  
Para cable o barra.  
Envolventes de plástico o encapsulados en resina (en función del tipo).  
Con soporte de fijación y/o tornillos de sujeción a la barra (en función del tipo).  
Fijación a camil DIN (Bajo demanda).

**NORMAS**

IEC 185  
UNE EN 61869  
VDE 0414  
IEC 801/1-3.4  
DIN 57414  
BS 3938  
EN 50081  
EN 50082  
IEC 1010

**DATOS TÉCNICOS GENERAL**

Factor de seguridad	Fs < 5
Tensión de servicio (máxima)	720 V
Tensión de ensayo	3 kV c.a. (1 min)
Frecuencia	50-60 Hz
Intensidad térmica nominal de cortocircuito	I <sub>th</sub> = 60 I <sub>n</sub> para transformadores de primario bobinado. I <sub>th</sub> limitada por las dimensiones del cable o la barra de primario en otros casos.
Intensidad dinámica nominal	I <sub>Dyn</sub> = 2,5 x I <sub>n</sub>
Sobrecarga continua	ID = 1,2 x I <sub>N</sub>
Temperatura de funcionamiento	-10...50 °C.
Precisión	0,5 ; 1 y 3 (0,2S, 0,5S bajo petición)
Intensidad secundaria nominal	I <sub>5</sub> ó I <sub>A</sub>

**TRANSFORMADORES**

**TR-07**

Figura 9.8 – Datos de placa del transformador TTCC externo



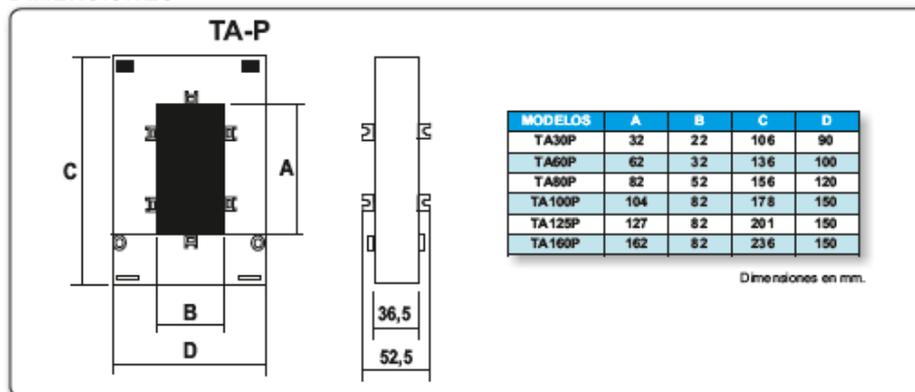
# TRANSFORMADORES

## TRANSFORMADORES DE NÚCLEO ABIERTO (ENVOLVENTE PLÁSTICO)



TRANSFORMADORES DE NÚCLEO ABIERTO						
MODELO	TA30P	TA60P	TA80P	TA100P	TA125P	TA160P
Barra	30x20	60x30	80x50	100x80	125x80	160x80
Cable	Ø20	Ø30	Ø50	Ø80	Ø80	Ø80
Precisión	0,5 1 3	0,5 1 3	0,5 1 3	0,5 1 3	0,5 1 3	0,5 1 3
I <sub>pn</sub> (A)	VA	VA	VA	VA	VA	VA
100	3					
150	3,75					
200	2,5 4					
250	3,75 5	2,5 3,75	2,5 3,75	2,5 3,75		
300	2,5 4 6	3,75 5	3,75 5	3,75 5		
400	3,75 5 10	2,5 3,75 7,5	2,5 3,75 7,5	2,5 3,75 7,5		
500		3,75 5 15	3,75 5 15	3,75 5 15	5 7,5	2,5 3,75 7,5
600		5 7,5 20	5 7,5 20	5 7,5 20	5 15	3,75 5 10
750		7,5 10 20	7,5 10 20	7,5 10 20	5 10 20	5 10 20
800		7,5 10 20	7,5 10 20	7,5 10 20	7,5 10 20	7,5 10 20
1000		10 15 20	10 15 20	10 15 20	10 20 30	10 20 30
1200				15 20 30	15 20 30	15 20 30
1500				15 20 30	20 30 45	20 30 45
2000				20 30 45	25 30 45	25 30 45
2500					25 30 45	25 30 45
3000					30 45 60	30 45 60
4000						30 45 60
5000						30 45 60

### DIMENSIONES



TR-17

Figura 9.9 – Datos de placa del transformador TTCC externo



### 9.2.2 Potencia neta

En el siguiente unilineal general se pueden identificar los puntos de medición de la potencia neta. El Coordinado 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.

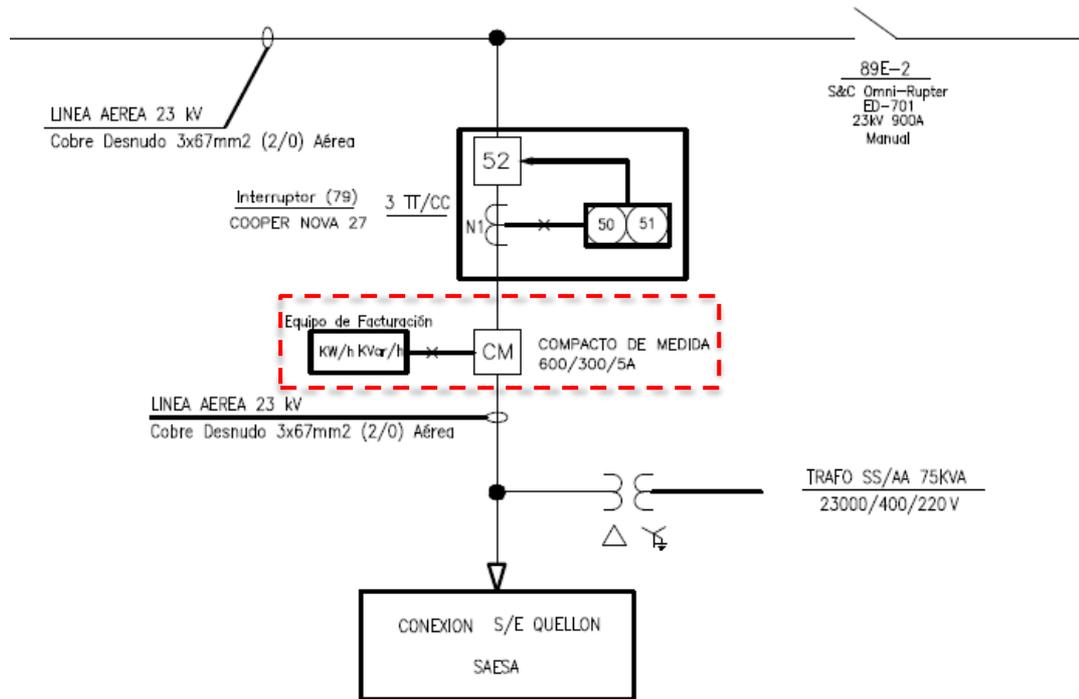


Figura 9.10 – Unilineal para mediciones de potencia neta

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

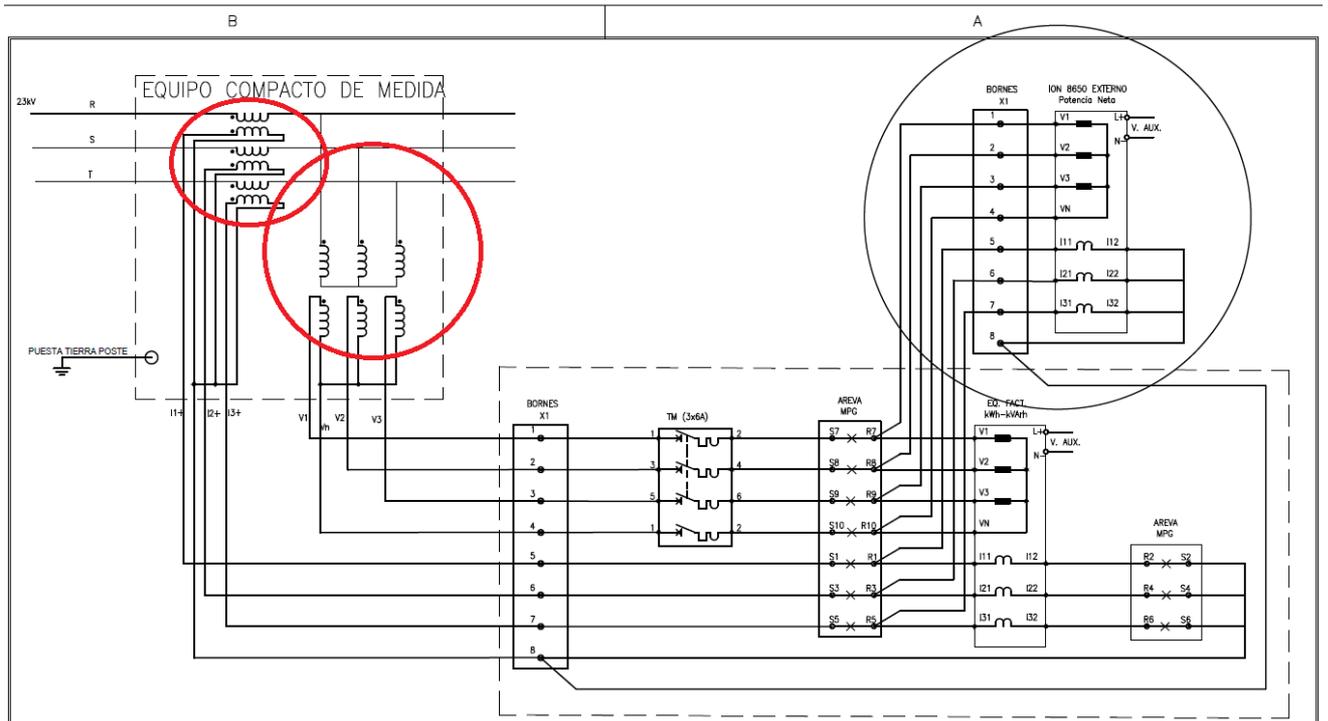


Figura 9.11 – Puntos de medición de tensión y corriente para medidor de Potencia neta y Factor de potencia



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.

 <b>CERTIFICADO DE EQUIPO COMPACTO DE MEDIDA</b>				
Voltaje Primario	14400	Corriente Primaria	300-600	
Voltaje Secundario	240	Corriente Secundaria	5	
Terciario Conexión	YY-0	N° Serie	4351	
Razón de transformación	35	Burden TTCC	12,5 VA	
Conexión enrollado Primario	Estrella	Burden TTPP	25 VA	
Conexión enrollado Secundario	Estrella	Polaridad	Sustractiva	
Conexión enrollado Terciario	Delta	N° Elementos	3	
Desfase angular	0	Clase aislación	25KV	
Precisión	0.3 ANSI	Capacidad aceite	89 LTS.	
Peso Total	300 Kgs.	Año Fabricación	2008	
PRUEBAS				
Aislación	AT Y MASA TP	SEC TP MASA	SEC TC MASA	
	12000 Mohms	35.000 Mohms	72.000 Mohms	
	AT Y BT TP	AT Y BT TC		
	32000 Mohms	65000 Mohms		
Tensión Inducida	Tensión	480V		
	Frecuencia	200 Hz		
	Tiempo de duración	36 seg.		
Corriente de Excitación	V1	V2	V3	
	0,39	0,39	0,39	
Sobre presión	0,75	Kg/cm2		
Razón transformación	T / P1	T / P2	T / P3	
Transformador Potencial	59,821	59,833	59,837	
Razón transformación Transformador corriente	T / C1	T / C2	T / C3	
	300	59,764	59,851	60,104
	600	119,12	119,45	119,72
RIGIDEZ DIELECTRICA DEL ACEITE	35KV			
ACIDEZ	0,05 (MG/koh/g aceite)			
Garantía de 12 meses, contra fallas no imputable al mal uso y/o protección deficiente.				
Area de Ingeniería <i>Carrif</i>				
Viña del Mar, Abril 8 de 2007				

Figura 9.12 – Datos de placa del equipo compacto de medida para la medición de potencia neta



### 9.2.3 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 9.13 – Hoja de datos CHY - 820



### 9.3 Certificados de calibración de instrumentos de medición

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

#### 9.3.1 Potencia bruta/FP

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**

FOLIO: 505935

ANTECEDENTES DEL CLIENTE			
N° / Fecha de Solicitud	: 0413_26.05.2021		
Fecha Calibración	: 27-05-2021		
Medidor	: ION 8650		
Cliente	: Tecnored S.A.		
Instalación	:		
Subestación	:		

ANTECEDENTES DEL MEDIDOR			
Marca	: Schneider Electric		
Modelo	: M8650A4C0H5E1B0A		
N° de Serie	: MW-1210A672-01		
Estado	: Usado		
Año Fabricación	: 2012		
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°)	: 21.7		
Humedad (%)	: 42.5		
Calibrador	: E.López		

RESULTADOS DE LA COMPONENTE ACTIVA							
N	Fase	Cte.%	Factor	Componente Activa Directa		Componente Activa Reversa	
				Error (%)	Límite Norma (%)	Error(%)	Límite Norma (%)
1	123	100	1	0.078	± 0.2	0.080	± 0.2
2	123	100	0.5	0.078	± 0.3	0.084	± 0.3
3	123	10	1	0.080	± 0.2	0.082	± 0.2
4	123	10	0.5	0.084	± 0.3	0.085	± 0.3
5	1	100	1	0.084	± 0.3	0.089	± 0.3
6	2	100	1	0.082	± 0.3	0.078	± 0.3
7	3	100	1	0.064	± 0.3	0.070	± 0.3
8	1	100	0.5	0.102	± 0.4	0.109	± 0.4
9	2	100	0.5	0.094	± 0.4	0.113	± 0.4
10	3	100	0.5	0.060	± 0.4	0.063	± 0.4

RESULTADOS DE LA COMPONENTE REACTIVA							
N	Fase	Cte.%	Factor	Componente Reactiva Directa		Componente Reactiva Reversa	
				Error (%)	Límite Norma (%)	Error(%)	Límite Norma (%)
1	123	100	1	0.073	± 2.0	0.085	± 2.0
2	123	100	0.5	0.054	± 2.0	0.081	± 2.0
3	123	10	1	0.055	± 2.0	0.092	± 2.0
4	123	10	0.5	0.037	± 2.0	0.111	± 2.0
5	1	100	1	0.079	± 3.0	0.090	± 3.0
6	2	100	1	0.064	± 3.0	0.088	± 3.0
7	3	100	1	0.062	± 3.0	0.071	± 3.0
8	1	100	0.5	0.090	± 3.0	0.088	± 3.0
9	2	100	0.5	0.009	± 3.0	0.060	± 3.0
10	3	100	0.5	0.065	± 3.0	0.062	± 3.0

**OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES**

Los errores encontrados cumplen con la Normativa Vigente IEC 62053-22 (ITEM 8.1). 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 9.14 – Certificado de calibración de medidor de potencia bruta – Unidad G1



FT-LAB-7.8c



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

FOLIO: 505934

ANTECEDENTES DEL CLIENTE				RESULTADOS DE LA COMPONENTE ACTIVA													
N° / Fecha de Solicitud	: 0413_26.05.2021			N	Fase	Cte. %	Factor	ACTIVA		Error (%)	Límite Norma (%)	Error (%)	Límite Norma (%)				
Fecha Calibración	: 27-05-2021							Componente Activa Directa						Componente Activa Reversa			
Medidor	: ION 8650			1	123	100	1	0.060	± 0.2	0.062	± 0.2						
Cliente	: Tecnored S.A.			2	123	100	0.5	0.069	± 0.3	0.076	± 0.3						
Instalación	:			3	123	10	1	0.062	± 0.2	0.064	± 0.2						
Subestación	:			4	123	10	0.5	0.075	± 0.3	0.075	± 0.3						
ANTECEDENTES DEL MEDIDOR				5	1	100	1	0.055	± 0.3	0.053	± 0.3						
Marca	: Schneider Electric			6	2	100	1	0.058	± 0.3	0.073	± 0.3						
Modelo	: M8650A4C0H5E1B0A			7	3	100	1	0.058	± 0.3	0.058	± 0.3						
N° de Serie	: MW-1311A373-01			8	1	100	0.5	0.088	± 0.4	0.109	± 0.4						
Estado	: Usado			9	2	100	0.5	0.109	± 0.4	0.113	± 0.4						
Año Fabricación	: 2013			10	3	100	0.5	0.061	± 0.4	0.046	± 0.4						
Clase Exactitud (%)	: 0.2			RESULTADOS DE LA COMPONENTE REACTIVA				N	Fase	Cte. %	Factor	REACTIVA		Error (%)	Límite Norma (%)	Error (%)	Límite Norma (%)
Constante Med.	: 1			Componente Reactiva Directa		Componente Reactiva Reversa											
PATRON DE CALIBRACIÓN				1	123	100	1	0.056	± 2.0	0.061	± 2.0						
Marca	: Clou			2	123	100	0.5	0.028	± 2.0	0.046	± 2.0						
Modelo	: C13115			3	123	10	1	0.041	± 2.0	0.078	± 2.0						
N° Serie	: 20171801			4	123	10	0.5	0.008	± 2.0	0.084	± 2.0						
Clase de Exactitud	: 0,05			5	1	100	1	0.049	± 3.0	0.055	± 3.0						
Trazabilidad	: Laboratorio Tecnored			6	2	100	1	0.052	± 3.0	0.070	± 3.0						
CONDICIONES DE MEDIDA				7	3	100	1	0.050	± 3.0	0.053	± 3.0						
Lugar de Calibración	: Laboratorio Tecnored			8	1	100	0.5	0.060	± 3.0	0.044	± 3.0						
Tipo de Medida	: W,ESTRELLA/ACTIVO			9	2	100	0.5	0.011	± 3.0	0.046	± 3.0						
Tensión Aplicada	: 63,5 (V)			10	3	100	0.5	0.035	± 3.0	0.048	± 3.0						
Corriente Nominal	: 5 (A)			OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES				<p>Los errores encontrados cumplen con la Normativa Vigente IEC 62053-22 (ITEM 8.1). 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.</p>									
N° de Elementos	: 3			<p style="text-align: right;"> Jaime Eduardo García Collao Jefe Área Certificación y Medidas</p>													
Método Calibración	: Comparación Directa							<p style="text-align: center;"><b>TECNORED S.A.</b> Cerro El Plomo 3819 Barrio Industrial Curauma, Valparaíso Fono: 56-32-2452580 fax: 56-32-2452571 www.tecnored.cl ventas@tecnored.cl</p>									
Frecuencia (Hz)	: 50 (HZ)																
Temperatura (C°)	: 21.7																
Humedad (%)	: 42.5																
Calibrador	: E.López																

Figura 9.15 – 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**

FOLIO: 505933

ANTECEDENTES DEL CLIENTE			
N° / Fecha de Solicitud	: 0413_26.05.2021		
Fecha Calibración	: 27-05-2021		
Medidor	: ION 8650		
Cliente	: Tecnored S.A.		
Instalación	:		
Subestación	:		

ANTECEDENTES DEL MEDIDOR			
Marca	: Schneider Electric		
Modelo	: M8650A4C0H5E1B0A-AA566		
N° de Serie	: MW-1811A713-02		
Estado	: Usado		
Año Fabricación	: 2018		
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°)	: 21.7		
Humedad (%)	: 42.5		
Calibrador	: E.López		

RESULTADOS DE LA COMPONENTE ACTIVA							
N	Fase	Cte. %	Factor	Componente Activa Directa		Componente Activa Reversa	
				Error (%)	Limite Norma (%)	Error(%)	Limite Norma (%)
1	123	100	1	0.031	± 0.2	0.027	± 0.2
2	123	100	0.5	0.025	± 0.3	0.040	± 0.3
3	123	10	1	0.034	± 0.2	0.036	± 0.2
4	123	10	0.5	0.043	± 0.3	0.043	± 0.3
5	1	100	1	0.031	± 0.3	0.030	± 0.3
6	2	100	1	0.040	± 0.3	0.043	± 0.3
7	3	100	1	0.017	± 0.3	0.023	± 0.3
8	1	100	0.5	0.058	± 0.4	0.080	± 0.4
9	2	100	0.5	0.094	± 0.4	0.096	± 0.4
10	3	100	0.5	-0.027	± 0.4	-0.010	± 0.4

RESULTADOS DE LA COMPONENTE REACTIVA							
N	Fase	Cte. %	Factor	Componente Reactiva Directa		Componente Reactiva Reversa	
				Error (%)	Limite Norma (%)	Error(%)	Limite Norma (%)
1	123	100	1	0.021	± 2.0	0.032	± 2.0
2	123	100	0.5	0.002	± 2.0	0.019	± 2.0
3	123	10	1	0.009	± 2.0	0.050	± 2.0
4	123	10	0.5	-0.012	± 2.0	0.058	± 2.0
5	1	100	1	0.020	± 3.0	0.031	± 3.0
6	2	100	1	0.029	± 3.0	0.041	± 3.0
7	3	100	1	0.008	± 3.0	0.012	± 3.0
8	1	100	0.5	0.059	± 3.0	0.029	± 3.0
9	2	100	0.5	-0.033	± 3.0	0.017	± 3.0
10	3	100	0.5	0.035	± 3.0	0.004	± 3.0

**OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES**

Los errores encontrados cumplen con la Normativa Vigente IEC 62053-22 (ITEM 8.1). 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 9.16 – Certificado de calibración de medidor de potencia bruta – Unidad G9



### 9.3.2 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

**TECNORED**

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

FOLIO: 505932

ANTECEDENTES DEL CLIENTE			
N° / Fecha de Solicitud	: 0413_26.05.2021		
Fecha Calibración	: 27-05-2021		
Medidor	: ION 8600		
Cliente	: Tecnored S.A.		
Instalación	:		
Subestación	:		

ANTECEDENTES DEL MEDIDOR			
Marca	: Schneider Electric		
Modelo	: P8600A4C0H5E0B0B		
N° de Serie	: PT-0807A491-01		
Estado	: Usado		
Año Fabricación	: 2008		
Clase Exactitud (%)	: 0.2		
Constante Med.	: 1		

PATRON DE CALIBRACIÓN			
Marca	: Clou		
Modelo	: CI3115		
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°)	: 21.7		
Humedad (%)	: 42.5		
Calibrador	: E.López		

RESULTADOS DE LA COMPONENTE ACTIVA							
N	Fase	Cte.%	Factor	Componente Activa Directa		Componente Activa Reversa	
				Error (%)	Límite Norma (%)	Error(%)	Límite Norma (%)
1	123	100	1	-0.041	± 0.2	-0.051	± 0.2
2	123	100	0.5	-0.065	± 0.3	-0.068	± 0.3
3	123	10	1	-0.053	± 0.2	-0.051	± 0.2
4	123	10	0.5	-0.082	± 0.3	-0.076	± 0.3
5	1	100	1	-0.030	± 0.3	-0.025	± 0.3
6	2	100	1	-0.026	± 0.3	-0.083	± 0.3
7	3	100	1	-0.061	± 0.3	-0.056	± 0.3
8	1	100	0.5	-0.032	± 0.4	-0.010	± 0.4
9	2	100	0.5	-0.084	± 0.4	-0.081	± 0.4
10	3	100	0.5	-0.116	± 0.4	-0.088	± 0.4

RESULTADOS DE LA COMPONENTE REACTIVA							
N	Fase	Cte.%	Factor	Componente Reactiva Directa		Componente Reactiva Reversa	
				Error (%)	Límite Norma (%)	Error(%)	Límite Norma (%)
1	123	100	1	-0.028	± 2.0	-0.041	± 2.0
2	123	100	0.5	-0.045	± 2.0	-0.018	± 2.0
3	123	10	1	-0.063	± 2.0	-0.040	± 2.0
4	123	10	0.5	-0.052	± 2.0	0.007	± 2.0
5	1	100	1	-0.035	± 3.0	-0.030	± 3.0
6	2	100	1	-0.044	± 3.0	-0.037	± 3.0
7	3	100	1	-0.070	± 3.0	-0.061	± 3.0
8	1	100	0.5	-0.091	± 3.0	-0.046	± 3.0
9	2	100	0.5	-0.005	± 3.0	0.030	± 3.0
10	3	100	0.5	-0.036	± 3.0	-0.013	± 3.0

**OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES**

Los errores encontrados cumplen con la Normativa Vigente IEC 62053-22 (ITEM 8.1). 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 neta



### 9.3.3 Humedad relativa y Temperatura ambiente

El coordinado contratará 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.

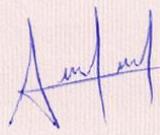
veto PRECISION A SU MEDIDA.		CERTIFICADO DE CALIBRACION LABC-TE-4011 Laboratorio de calibración - Magnitud Humedad Y Temperatura		SISTEMA NACIONAL DE ACREDITACION INN - CHILE Acreditación LC 105	
Guía de Laboratorio: 34284	F-LABC-44 (Rev. 00)	Fecha de Emisión: 03-06-2021			
<b>IDENTIFICACION DEL CLIENTE</b>					
Nombre	: ELEKTRA GENERACION S.A.				
Dirección	: Alcantara # 44, Piso 11 - Las Condes, Santiago				
<b>IDENTIFICACION DEL ÍTEM</b>					
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				
<b>CONDICIONES DE CALIBRACION</b>					
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.				
<b>CONDICIONES AMBIENTALES</b>					
Temperatura	: (24 ± 1) °C				
Humedad relativa	: (39 ± 2) %HR				
<b>PATRON UTILIZADO</b>					
Descripción	Patrón Humedad	Patrón Temperatura			
Marca	: Vaisala	Indicador digital / Sensor			
Modelo	: MI70 / HMP77B	Vaisala			
N° de serie	: N1940016 / N2130593	MI70 / HMP77B			
Código interno	: HU-PR-04 / HU-PR-05	N1940016 / N2130593			
		HU-PR-04 / HU-PR-05			
<b>TRAZABILIDAD DE LA CALIBRACION</b>					
Laboratorio emisor	: LCPN-H	Veto y Cía. Ltda.			
N° de certificado	: H00371	LABC-TE-2907			
Vigencia Patrón	: Agosto 2022	Agosto 2021			
 <b>Alejandro Rojas Campusano</b> Técnico		 <b>Copia Controlada</b> Sello del Laboratorio		 <b>Mauricio Soto Viveros</b> 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 9.18 – 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 9.19 – Certificado de calibración medidor de humedad relativa y temperatura ambiente





Esta página ha sido intencionalmente dejada en blanco