

**Empresa:** Coordinador Eléctrico Nacional

**País:** Chile

**Proyecto:** Central Térmica Chiloé

**Descripción:** Informe de Pruebas de Potencia Máxima

**Código de Proyecto:** EE-2021-017

**Código de Informe:** EE-EN-2021-1262

**Revisión:** B



**13 de julio de 2021**



Este documento EE-EN-2021-1262-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 70 páginas y ha sido guardado por última vez el 13/07/2021 por Federico García, sus versiones y firmantes digitales se indican a continuación:

| Rev | Fecha      | Comentarios         | Realizó | Revisó | Aprobó |
|-----|------------|---------------------|---------|--------|--------|
| A   | 08/07/2021 | Versión Preliminar. | FG      | AC     | PR     |
| B   | 13/07/2021 | Para presentar.     | FG      | AC     | PR     |
|     |            |                     |         |        |        |



## Índice

|       |                                                                      |    |
|-------|----------------------------------------------------------------------|----|
| 1     | INTRODUCCIÓN.....                                                    | 5  |
| 2     | RESUMEN EJECUTIVO.....                                               | 6  |
| 3     | OBJETIVO GENERAL Y RESPONSABLES DE LA PRUEBA.....                    | 7  |
| 3.1   | Objetivo.....                                                        | 7  |
| 3.2   | Condiciones Particulares .....                                       | 7  |
| 3.3   | Experto Técnico.....                                                 | 7  |
| 3.4   | Representante empresa generadora .....                               | 7  |
| 3.5   | Representante del Coordinador Eléctrico Nacional.....                | 8  |
| 3.6   | Observador de otro Coordinado .....                                  | 8  |
| 4     | DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD Y CONDICIONES DE PRUEBA .....               | 9  |
| 4.1   | Descripción general de la planta .....                               | 9  |
| 4.2   | Descripción de las unidades de generación .....                      | 10 |
| 4.3   | Condiciones de referencia y curvas de corrección.....                | 11 |
| 4.3.1 | Curvas de corrección .....                                           | 12 |
| 4.3.2 | Metodología de corrección .....                                      | 14 |
| 4.4   | Instrumentación y mediciones.....                                    | 14 |
| 4.4.1 | Metodología .....                                                    | 16 |
| 4.4.2 | Instrumentación principal .....                                      | 17 |
| 4.4.3 | Mediciones complementarias .....                                     | 18 |
| 4.5   | Toma de muestras del combustible .....                               | 18 |
| 5     | REALIZACIÓN DE LA PRUEBA.....                                        | 19 |
| 5.1   | Chequeos preliminares .....                                          | 19 |
| 5.2   | Desarrollo de las pruebas.....                                       | 19 |
| 5.2.1 | Verificaciones previas.....                                          | 20 |
| 5.3   | Incremento de potencia, estabilización e inicio de las pruebas ..... | 21 |
| 5.4   | Período de prueba.....                                               | 22 |
| 6     | CALCULOS REALIZADOS Y RESULTADOS .....                               | 23 |
| 6.1   | Reducción de datos y estabilidad.....                                | 23 |
| 6.2   | Determinación de la potencia bruta a nivel planta.....               | 23 |
| 6.3   | Determinación de la potencia de pérdidas totales .....               | 25 |



|       |                                                              |    |
|-------|--------------------------------------------------------------|----|
| 6.4   | Correcciones aplicables a la potencia bruta.....             | 27 |
| 6.5   | Cálculo referencial de la Potencia Neta .....                | 29 |
| 6.6   | Cálculo del promedio final .....                             | 30 |
| 6.7   | Tabla Resumen general.....                                   | 31 |
| 6.8   | Cálculo de incertidumbre .....                               | 33 |
| 7     | CONCLUSIONES .....                                           | 34 |
| 8     | NORMATIVA .....                                              | 35 |
| 9     | ANEXOS .....                                                 | 36 |
| 9.1   | Hoja de datos de generadores .....                           | 36 |
| 9.2   | Puntos de medición.....                                      | 39 |
| 9.2.1 | Potencia bruta .....                                         | 39 |
| 9.2.2 | Potencia neta .....                                          | 43 |
| 9.2.3 | Humedad relativa y Temperatura ambiente .....                | 46 |
| 9.3   | Certificados de calibración de instrumentos de medición..... | 47 |
| 9.3.1 | Potencia bruta/FP.....                                       | 47 |
| 9.3.2 | Potencia neta .....                                          | 51 |
| 9.3.3 | Humedad relativa y Temperatura ambiente .....                | 52 |
| 9.4   | Registro manual de datos .....                               | 54 |
| 9.5   | Acta de ensayos.....                                         | 59 |
| 9.6   | Análisis de combustible.....                                 | 63 |
| 9.7   | Registro fotográfico.....                                    | 64 |
| 9.7.1 | Potencia neta .....                                          | 64 |
| 9.7.2 | Potencia bruta/FP.....                                       | 65 |
| 9.7.3 | Estación meteorológica .....                                 | 69 |



## 1 INTRODUCCIÓN

---

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

Para la ejecución de las pruebas se siguió el procedimiento:

*EE-EN-2021-1116-RB\_Procedimiento\_Potencia\_Maxima\_CT\_Chiloe*

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. Cada unidad está compuesta por un motor diésel Caterpillar PRIME modelo 3512 y un generador con capacidad de entregar una potencia bruta aproximada de hasta 1200kW. Todas las unidades utilizan combustible diésel.



## 2 RESUMEN EJECUTIVO

En la etapa de diseño del procedimiento de pruebas se exploraron distintas alternativas tendientes a efectuar las mediciones necesarias para determinar la potencia bruta máxima de acuerdo con las especificaciones establecidas por el Anexo Técnico “*Pruebas de Potencia Máxima en Unidades Generadoras*” y la norma aplicable ASME PTC 17.

Las pruebas se realizaron el 16 de junio de 2021 en presencia de Rigoberto Ferrer por parte del Coordinado (Elektra Generación S.A.) y Federico Garcia como Experto Técnico (Estudios Eléctricos).

La prueba de Potencia Máxima se realizó con todas las unidades de la central operando de forma simultánea. Para el registro de la potencia bruta se seleccionaron 3 unidades (G1, G5 y G9).

Todas las unidades, excepto la unidad G7, logran controlar en forma estable su potencia en bornes desde la sincronización hasta el fin de la prueba. A las 20:00 hs la unidad G7 salió de servicio por un tiempo aproximado de 7 minutos. Para completar el periodo de prueba de 5 horas, se consideró estirar las pruebas por 10 minutos más en acuerdo con el Coordinador. En total se registraron 5 horas y 10 minutos en condiciones de potencia máxima luego de finalizado el período de estabilización.

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

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

Finalmente, se determinó un valor de **Potencia Máxima Bruta de 9,227 MW** para Central Térmica Chiloé operando en combustible diésel.



### 3 OBJETIVO GENERAL Y RESPONSABLES DE LA PRUEBA

---

#### 3.1 Objetivo

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

#### 3.2 Condiciones Particulares

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

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

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

#### 3.3 Experto Técnico

La empresa Estudios Eléctricos fue seleccionada para llevar adelante los ensayos y tareas relacionadas con la determinación de la Potencia Máxima de la Central Térmica Chiloé. El Experto Técnico designado fue el Ing. Federico Garcia y fue el responsable de desarrollar el protocolo de pruebas, supervisar la ejecución de todas las actividades descriptas en el mismo y redactar el presente informe.

#### 3.4 Representante empresa generadora

Por parte de Elektra Generación S.A., el Coordinado, estuvo presente durante las pruebas el Sr. Rigoberto Ferrer como inspector sustituto. Él fue el responsable de coordinar al personal bajo su mando en la operación de la central generadora, y de corroborar que exista personal calificado en la central de forma de poder efectuar íntegramente la prueba tal lo establecido en el protocolo. Adicionalmente, se contó con el soporte del Ing. Alejandro Larenas.



### 3.5 Representante del Coordinador Eléctrico Nacional

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

### 3.6 Observador de otro Coordinado

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





## 4 DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD Y CONDICIONES DE PRUEBA

### 4.1 Descripción general de la planta

La Central Térmica 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.

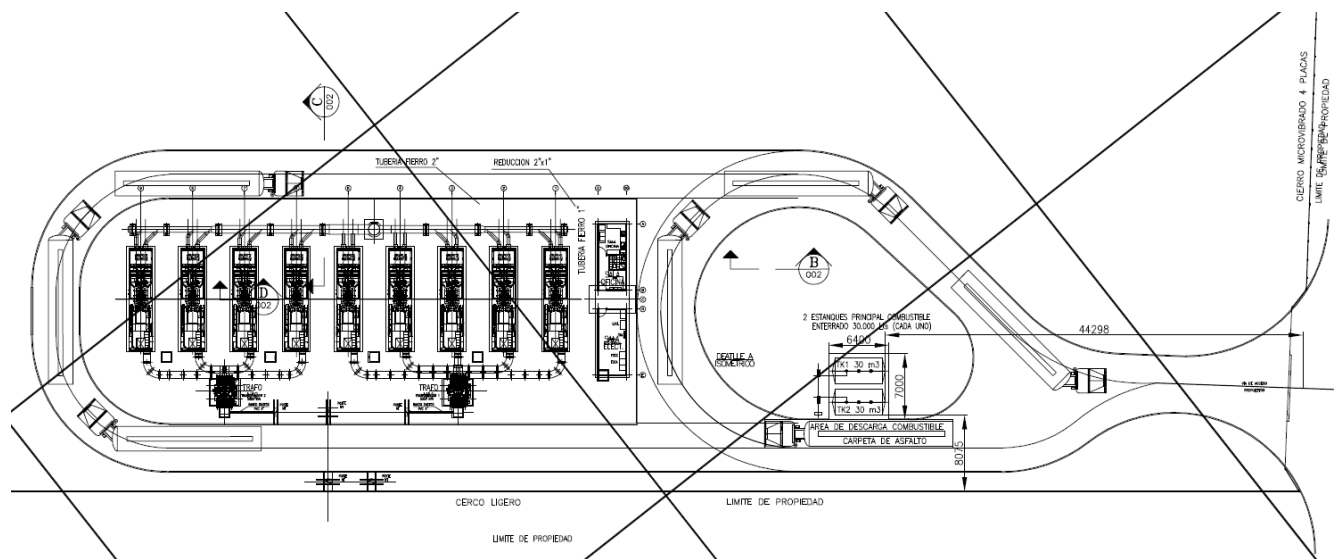


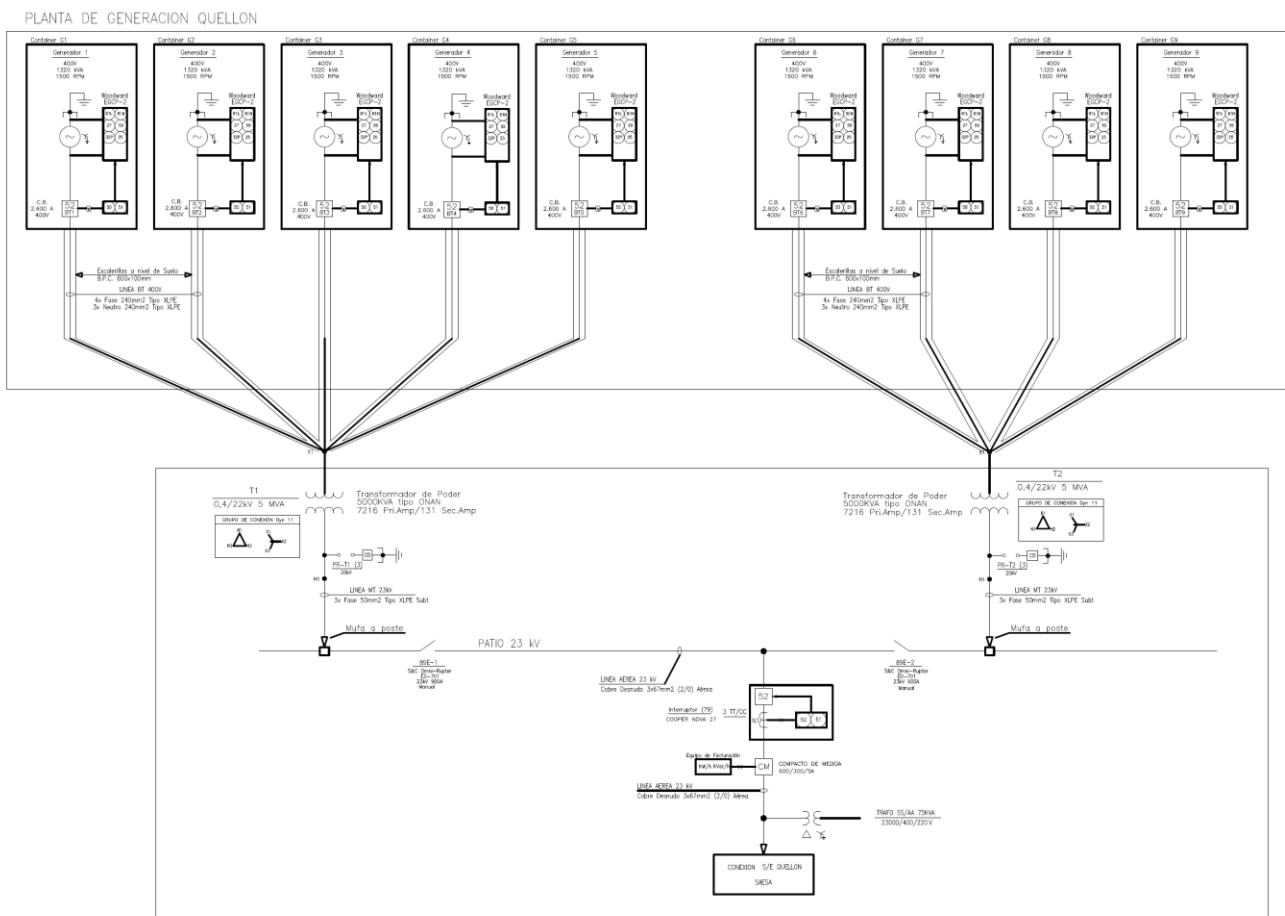
Figura 4.1 – Plano de disposición general de planta



## 4.2 Descripción de las unidades de generación

Cada unidad está compuesta por un motor diésel Caterpillar PRIME modelo 3512 y un generador con capacidad de entregar una potencia bruta aproximada de hasta 1200kW. Todas las unidades utilizan combustible Diésel.

Se presenta a continuación el diagrama unilineal de la central.



*Figura 4.2 – Diagrama unilineal de la Central*

El transformador de SS.AA. está aguas arriba del punto de medida de potencia neta y son provistos por la distribuidora local. Por lo tanto, dichos consumos quedaron por fuera del alcance de la prueba.

Los generadores son idénticos con mismos datos de placa y se presentan a continuación. En el Anexo 9.1 se puede encontrar la hoja de datos completa de los generadores.



## 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      | 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         |

Figura 4.3 – Datos de placa de los generadores

### 4.3 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 4.1 – Valores base de potencia a nivel unidad y a nivel planta

La Central Térmica Chiloé está declarada como PMG “Pequeños medios de generación”, con una potencia máxima bruta aproximada de 9 MW<sup>1</sup>.

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



En la Tabla 4.2 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.

| <b>Parámetro</b>          | <b>Valor</b> | <b>Referencia</b>                                       |
|---------------------------|--------------|---------------------------------------------------------|
| Altitud [msnm]            | 152          | Condición de sitio <sup>2</sup>                         |
| Temperatura ambiente [°C] | 10.4         | Condición de sitio<br>Temperatura promedio <sup>3</sup> |
| Factor de potencia        | 0.95         | Anexo Técnico                                           |

*Tabla 4.2 – Condiciones de referencia*

### 4.3.1 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 | 1,757 | 1,722 | 1,687 | 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 4.3 – Altitude Corrected Data*

<sup>2</sup> Altitud del sitio. Fuente: Explorador Solar de la Universidad de Chile

<sup>3</sup> Temperatura Promedio Anual. Fuente: Explorador Solar de la Universidad de Chile



Considerando la altitud (condición de sitio) informada en las condiciones de referencia de la Tabla 4.2, 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).

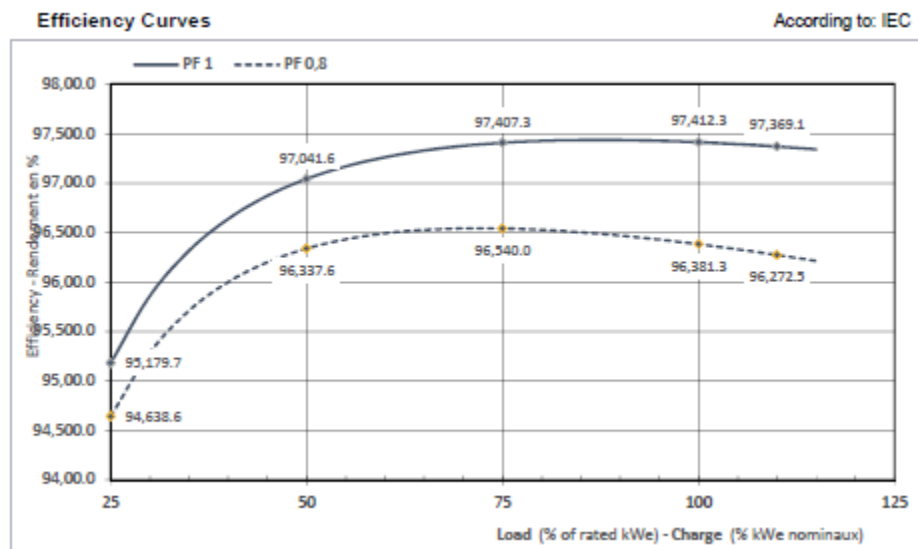
Siendo el valor de temperatura anterior muy alto y la temperatura de sitio del orden de los 10°C, no será necesario aplicar correcciones a la potencia por altitud ni por temperatura ambiente.

#### Corrección por Humedad Relativa

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

#### Corrección por Factor de potencia

Siendo que el momento de elaborar el procedimiento el Coordinado no dispone de una curva de corrección de la potencia por factor de potencia, se propone utilizar el de una máquina similar. En este caso las partes estuvieron de acuerdo en utilizar la siguiente curva disponible públicamente<sup>4</sup>.



<sup>4</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>



#### 4.3.2 Metodología de corrección

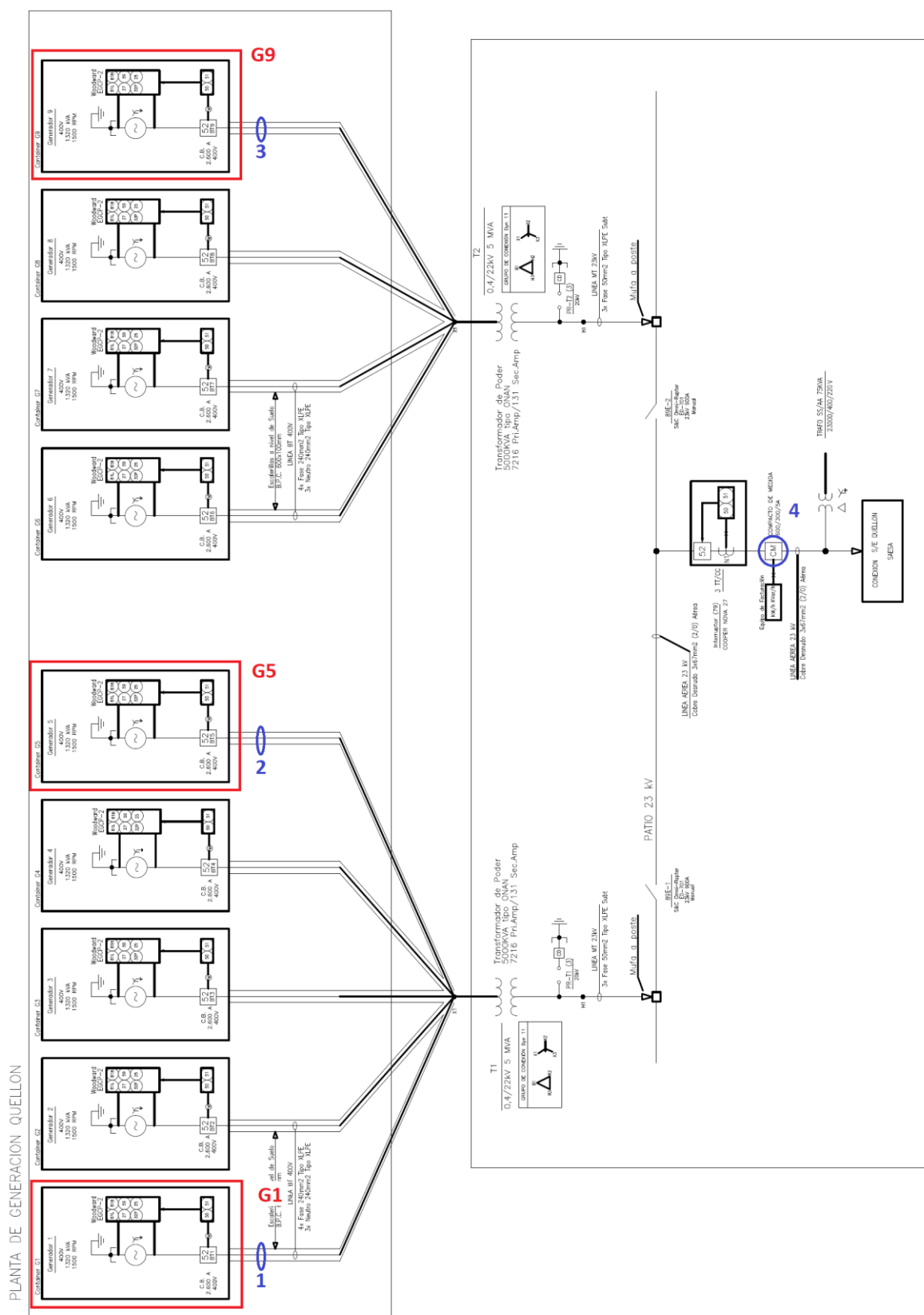
Para las correcciones del valor de potencia bruta se utilizará, cuando corresponda, las condiciones de referencia junto con los datos mostrados anteriormente.

#### 4.4 Instrumentación y mediciones

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

En la Figura 4.4 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.



*Figura 4.4 – 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 de potencia bruta se realizaron sobre 3 unidades. El Coordinado designó para las pruebas a las unidades G1, G5 y G9.

Los transformadores de instrumentación (PTs, CTs) son clase 0.3 para la medición de potencia neta (punto “4” en la Figura 4.4).

Para las mediciones de potencia bruta el coordinado utilizó TTCC externos clase 0.5, relación de transformación 3000/5 A y la medición de tensión se realizó directo sobre la barra de 400 V (punto “1”, “2” y “3” en la Figura 4.4).

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

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

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





#### 4.4.2 Instrumentación principal

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

| # | Magnitud                                   | Instrumento                       | Tipo, clase y muestreo        | Propietario y certificado     | Ubicación                                                                                                                                                             | Tipo de registro |
|---|--------------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|
| 1 | <b>Potencia activa bruta<br/>Unidad G1</b> | ION 8650<br>Serie: MW-1210A672-01 | A, 0.2, 1 seg<br>(o superior) | Tecnored S.A.,<br>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.<br>Ver trifilar anexo 9.2. | Digital          |
| 2 | <b>Factor de potencia<br/>Unidad G1</b>    | ION 8650<br>Serie: MW-1210A672-01 | A, 0.2, 1 seg<br>(o superior) | Tecnored S.A.,<br>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.<br>Ver trifilar anexo 9.2. | Digital          |
| 3 | <b>Potencia activa bruta<br/>Unidad G5</b> | ION 8650<br>Serie: MW-131A373-02  | A, 0.2, 1 seg<br>(o superior) | Tecnored S.A.,<br>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.<br>Ver trifilar anexo 9.2. | Digital          |
| 4 | <b>Factor de potencia<br/>Unidad G5</b>    | ION 8650<br>Serie: MW-131A373-02  | A, 0.2, 1 seg<br>(o superior) | Tecnored S.A.,<br>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.<br>Ver trifilar anexo 9.2. | Digital          |
| 5 | <b>Potencia activa bruta<br/>Unidad G9</b> | ION 8650<br>Serie: MW-1811A713-02 | A, 0.2, 1 seg<br>(o superior) | Tecnored S.A.,<br>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.<br>Ver trifilar anexo 9.2. | Digital          |
| 6 | <b>Factor de potencia<br/>Unidad G9</b>    | ION 8650<br>Serie: MW-1811A713-02 | A, 0.2, 1 seg<br>(o superior) | Tecnored S.A.,<br>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.<br>Ver trifilar anexo 9.2. | Digital          |
| 7 | <b>Potencia activa neta</b>                | ION 8650<br>Serie: PT-0807A491-01 | A, 0.2, 1 seg<br>(o superior) | Tecnored S.A.,<br>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<br/>aire entrada</b>        | CHY 820W<br>Serie: 200017         | ±0.5°C,<br>5 min              | Tecnored S.A.<br>Figura 9.18  | Estación meteorológica externa instalada en planta.                                                                                                                   | Manual           |
| 9 | <b>Humedad<br/>relativa</b>                | CHY 820W<br>Serie: 200017         | ±2.5%,<br>5 min               | Tecnored S.A.<br>Figura 9.18  | Estación meteorológica externa instalada en planta.                                                                                                                   | Manual           |

Tabla 4.4 – Instrumentación principal



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

Los puntos físicos de conexión están identificados en los trifilares del anexo 9.2. y se corresponden con los indicados en la Figura 4.4.

En el anexo 9.7 se adjuntan un registro fotográfico de los instrumentos principales utilizados.

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

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

En el anexo 9.4 se 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 9.6.



## 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.

### 5.2 Desarrollo de las pruebas

La prueba de Potencia Máxima se realizó 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 fueron G1, G5 y G9 (ver Figura 4.4).

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



### 5.2.1 Verificaciones previas

1. El experto técnico, inspector sustituto, operador de planta y representantes del Coordinador estaban listos para dar comienzo a la prueba.
2. Se verificó que se cumplan las condiciones de prueba establecidas:
  - i. Todas las protecciones deben estar operativas y sin falla.
  - ii. No deben existir alarmas relevantes.
  - iii. 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, estabilización e inicio de las pruebas

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

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

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

La Tabla 5.1 resume los períodos resultantes para la unidad ensayada.

|                                             |                        |
|---------------------------------------------|------------------------|
| <b>Arranque de la primer unidad</b>         | 16/06/2021<br>18:02 Hs |
| <b>Inicio del periodo de estabilización</b> | 18:25 Hs               |
| <b>Fin del periodo de estabilización</b>    | 18:45 Hs               |
| <b>Inicio del periodo de prueba</b>         | 18:45 Hs               |
| <b>Fin del periodo de prueba</b>            | 23:55 Hs <sup>5</sup>  |

*Tabla 5.1 – Etapas de la prueba para la central.*

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

---

<sup>5</sup> Durante las pruebas la unidad G7 salió de servicio por un tiempo aproximado de 7 minutos. Para completar el periodo de prueba de 5 horas, se consideró prolongar las pruebas por 10 minutos más según instrucción del Coordinador.



## 5.4 Período de prueba

Finalmente, la prueba se extendió por un período total de 5 horas y 10 minutos, dividido en 9 test run de 30 min y uno de 40 min. Durante el test-run n°3 la unidad G7 salió de servicio por un tiempo aproximado de 7 minutos. Este periodo de pruebas se extiende por 10 minutos más para reemplazar el periodo de tiempo perdido y completar las 5 horas de prueba. En cada uno de los test run se verificó la estabilidad de la central y de según lo establecido por la norma ASME PTC 17:

| <b>Parámetros</b>                         | <b>Desviación estándar durante el periodo</b> |
|-------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| <b>Potencia eléctrica de salida</b>       | <b>±3%</b>                                    |
| <b>Velocidad de rotación / frecuencia</b> | <b>±1%</b>                                    |

*Tabla 5.2 – Máximas variaciones permisibles en las condiciones de operación*

La Tabla 5.3 muestra el resumen de las verificaciones de estabilidad realizadas:

| <b>Períodos</b>                                   |                                                        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Test Run n°                                       | ref                                                    | 1     | 2     | 3 (*) | 4     | 5     | 6     | 7     | 8     | 9     | 10    |       |
| Hora                                              |                                                        | 18:45 | 19:15 | 19:45 | 20:25 | 20:55 | 21:25 | 21:55 | 22:25 | 22:55 | 23:25 |       |
| <b>Verificación de condiciones de estabilidad</b> |                                                        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| P <sub>Neta</sub>                                 | Potencia Neta medido en Alta                           | 3,00% | 0,27% | 0,28% | 0,25% | 0,25% | 0,28% | 0,25% | 0,24% | 0,25% | 0,25% | 0,27% |
| P <sub>BRUTA(G1)</sub>                            | Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad G1 | 3,00% | 0,33% | 0,34% | 0,30% | 0,32% | 0,32% | 0,32% | 0,28% | 0,30% | 0,32% | 0,32% |
| P <sub>BRUTA(G5)</sub>                            | Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad G5 | 3,00% | 0,37% | 0,37% | 0,32% | 0,34% | 0,33% | 0,32% | 0,31% | 0,32% | 0,33% | 0,33% |
| P <sub>BRUTA(G9)</sub>                            | Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad G9 | 3,00% | 0,40% | 0,37% | 0,39% | 0,42% | 0,42% | 0,40% | 0,39% | 0,41% | 0,39% | 0,40% |
| Frec                                              | Velocidad de Rotación                                  | 1,00% | 0,06% | 0,07% | 0,09% | 0,04% | 0,09% | 0,06% | 0,08% | 0,11% | 0,06% | 0,08% |
| Estabilidad                                       | ¿Se cumplen los criterios para todas las variables?    | SI    | SI    | SI    | SI    | SI    | SI    | SI    | SI    | SI    | SI    | SI    |

*Tabla 5.3 – Verificación de estabilidad de los 10 test-run*

En general, 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 9.5.



## 6 CALCULOS REALIZADOS Y RESULTADOS

### 6.1 Reducción de datos y estabilidad

Se procesaron los datos en búsqueda de valores atípicos, para cada período se evaluó la estabilidad de las principales variables tal como se indicó en 5.4, determinando los test run aptos para ser considerados en el cálculo final del valor de potencia bruta.

### 6.2 Determinación de la potencia bruta a nivel planta

Considerando que el registro de potencia bruta por unidad se seleccionaron 3 unidades representativas de la central, el valor de potencia bruta a nivel planta se determinó como el promedio de la potencia bruta de las 3 unidades seleccionadas multiplicado por número total de unidades de la central.

$$P_{Bruta,Unidad(Promedio)} = (P_{Bruta(G1)} + P_{Bruta(G5)} + P_{Bruta(G9)}) \times \frac{1}{3}$$

$$P_{Bruta,No\ Corr\ (Planta)} = P_{Bruta,Unidad(Promedio)} \times 9$$

La Tabla 6.1 los cálculos realizados para la determinación de la potencia bruta nivel unidad y a nivel planta:



| Períodos                                   |                                |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
|--------------------------------------------|--------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Test Run n°                                | ref                            | 1       | 2       | 3 (*)   | 4       | 5       | 6       | 7       | 8       | 9       | 10      |
| Hora                                       |                                | 18:45   | 19:15   | 19:45   | 20:25   | 20:55   | 21:25   | 21:55   | 22:25   | 22:55   | 23:25   |
| Variables Primarias                        |                                |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| FP <sub>G1</sub>                           | -                              | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    |
| FP <sub>G5</sub>                           | -                              | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    |
| FP <sub>G9</sub>                           | -                              | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    |
| P <sub>Bruta</sub> (G1)                    | [kW]                           | 1015,61 | 1015,66 | 1015,88 | 1015,52 | 1015,78 | 1015,96 | 1015,48 | 1013,78 | 1014,33 | 1014,92 |
| P <sub>Bruta</sub> (G5)                    | [kW]                           | 1043,59 | 1043,65 | 1043,69 | 1043,65 | 1043,20 | 1043,09 | 1042,64 | 1040,98 | 1041,42 | 1041,83 |
| P <sub>Bruta</sub> (G9)                    | [kW]                           | 1023,93 | 1025,09 | 1025,43 | 1025,42 | 1025,45 | 1025,65 | 1025,45 | 1023,97 | 1024,45 | 1024,49 |
| P <sub>Neta</sub> (Planta)                 | [kW]                           | 9081,29 | 9086,55 | 9086,42 | 9084,21 | 9087,20 | 9085,57 | 9068,75 | 9056,54 | 9064,83 | 9070,25 |
| T <sub>ambiente</sub>                      | [°C]                           | 5,99    | 6,01    | 6,69    | 7,03    | 6,41    | 5,86    | 4,99    | 5,17    | 3,74    | 3,51    |
| RH                                         | [%]                            | 71,24   | 68,44   | 68,01   | 67,13   | 76,81   | 78,31   | 79,89   | 80,71   | 83,69   | 86,17   |
| Determinación Potencia Bruta de la Central |                                |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| P <sub>Bruta,Unidad</sub> (Promedio)       | Pot. Bruta promedio por Unidad | 1027,71 | 1028,14 | 1028,34 | 1028,20 | 1028,14 | 1028,23 | 1027,86 | 1026,24 | 1026,73 | 1027,08 |
| P <sub>Bruta,No Corr</sub> (Planta)        | Pot. Bruta a nivel planta      | 9249,37 | 9253,23 | 9255,02 | 9253,77 | 9253,29 | 9254,11 | 9250,70 | 9236,18 | 9240,59 | 9243,74 |

Tabla 6.1 – Determinación de la potencia bruta a nivel planta





### 6.3 Determinación de la potencia de pérdidas totales

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

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

Donde:

- $P_{Neta, No Corr (Planta)}$ : Potencia Neta No Corregida (medición directa)
- $P_{Bruta, No Corr (Planta)}$ : Potencia Bruta No Corregida a nivel planta (Determinada en Tabla 6.1)
- $L_{Totales}$ : Pérdidas y consumos internos de la planta en todo concepto

La Tabla 6.2 detallan los cálculos realizados para la central:



| Períodos                                            |                                                             | 1       | 2       | 3 (*)   | 4       | 5       | 6       | 7       | 8       | 9       | 10      |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Test Run n°                                         | ref                                                         | 18:45   | 19:15   | 19:45   | 20:25   | 20:55   | 21:25   | 21:55   | 22:25   | 22:55   | 23:25   |
| Hora                                                |                                                             |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| <b>Variables Primarias</b>                          |                                                             |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad G1 | -                                                           | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    |
| Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad G5 | -                                                           | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    |
| Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad G9 | -                                                           | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    |
| P <sub>Bruta</sub> (G1)                             | [kW]                                                        | 1015,61 | 1015,66 | 1015,88 | 1015,52 | 1015,78 | 1015,96 | 1015,48 | 1013,78 | 1014,33 | 1014,92 |
| P <sub>Bruta</sub> (G5)                             | [kW]                                                        | 1043,59 | 1043,65 | 1043,69 | 1043,65 | 1043,20 | 1043,09 | 1042,64 | 1040,98 | 1041,42 | 1041,83 |
| P <sub>Bruta</sub> (G9)                             | [kW]                                                        | 1023,93 | 1025,09 | 1025,43 | 1025,42 | 1025,45 | 1025,65 | 1025,45 | 1023,97 | 1024,45 | 1024,49 |
| P <sub>Neta</sub> (Planta)                          | [kW]                                                        | 9081,29 | 9086,55 | 9086,42 | 9084,21 | 9087,20 | 9085,57 | 9068,75 | 9056,54 | 9064,83 | 9070,25 |
| T <sub>Ambiente</sub>                               | [°C]                                                        | 5,99    | 6,01    | 6,69    | 7,03    | 6,41    | 5,86    | 4,99    | 5,17    | 3,74    | 3,51    |
| RH                                                  | [%]                                                         | 71,24   | 68,44   | 68,01   | 67,13   | 76,81   | 78,31   | 79,89   | 80,71   | 83,69   | 86,17   |
| <b>Determinación Potencia Bruta de la Central</b>   |                                                             |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| P <sub>Bruta,Unidad</sub> (Promedio)                | Pot. Bruta promedio por Unidad [kW]                         | 1027,71 | 1028,14 | 1028,34 | 1028,20 | 1028,14 | 1028,23 | 1027,86 | 1026,24 | 1026,73 | 1027,08 |
| P <sub>Bruta,No Corr</sub> (Planta)                 | Pot. Bruta a nivel planta [kW]                              | 9249,37 | 9253,23 | 9255,02 | 9253,77 | 9253,29 | 9254,11 | 9250,70 | 9236,18 | 9240,59 | 9243,74 |
| <b>Determinación pérdidas totales</b>               |                                                             |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| L <sub>TOTALES</sub>                                | Pérdidas en el transformador de potencia y red interna [kW] | 168,08  | 166,69  | 168,60  | 169,56  | 166,09  | 168,54  | 181,95  | 179,64  | 175,75  | 173,49  |

Tabla 6.2 – Cálculos de potencia de pérdidas para la central



## 6.4 Correcciones aplicables a la potencia bruta

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

Los valores de potencia bruta promedio por unidad, determinados en Tabla 6.1, serán corregidos por las siguientes curvas:

### 1. Corrección por factor de potencia.

Los factores de corrección se obtendrán de las curvas/tablas presentadas en el capítulo 4.3 con el objetivo de llevar la medición de potencia bruta obtenida a los valores de referencia indicados en la Tabla 4.2.

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

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

Dónde:

- $P_{Bruta,Corr,Unidad(Promedio)}$ : Potencia Bruta Corregida promedio por unidad
- $P_{Bruta,Unidad(Promedio)}$ : Potencia Bruta promedio por unidad (Determinada en Tabla 6.1)
- $L_{FP}$ : Pérdidas relacionadas a no operar en el factor de potencia (FP) establecido por el Anexo Técnico. Se aplica sólo si durante los ensayos no se logró alcanzar  $FP = 0.95$ .

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

$$P_{Bruta,Corr(Planta)} = P_{Bruta,Corr,Unidad(Promedio)} \times 9$$

La Tabla 6.3 detallan las correcciones aplicadas para las unidades de la central:



| Períodos                                   |                                                                          |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
|--------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Test Run n°                                | ref                                                                      | 1       | 2       | 3 (*)   | 4       | 5       | 6       | 7       | 8       | 9       | 10      |
| Hora                                       |                                                                          | 18:45   | 19:15   | 19:45   | 20:25   | 20:55   | 21:25   | 21:55   | 22:25   | 22:55   | 23:25   |
| Variables Primarias                        |                                                                          |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| FP <sub>G1</sub>                           | -                                                                        | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    |
| FP <sub>G5</sub>                           | -                                                                        | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    |
| FP <sub>G9</sub>                           | -                                                                        | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    |
| P <sub>Bruta</sub> (G1)                    | [kW]                                                                     | 1015,61 | 1015,66 | 1015,88 | 1015,52 | 1015,78 | 1015,96 | 1015,48 | 1013,78 | 1014,33 | 1014,92 |
| P <sub>Bruta</sub> (G5)                    | [kW]                                                                     | 1043,59 | 1043,65 | 1043,69 | 1043,65 | 1043,20 | 1043,09 | 1042,64 | 1040,98 | 1041,42 | 1041,83 |
| P <sub>Bruta</sub> (G9)                    | [kW]                                                                     | 1023,93 | 1025,09 | 1025,43 | 1025,42 | 1025,45 | 1025,65 | 1025,45 | 1023,97 | 1024,45 | 1024,49 |
| P <sub>Neta</sub> (Planta)                 | [kW]                                                                     | 9081,29 | 9086,55 | 9086,42 | 9084,21 | 9087,20 | 9085,57 | 9068,75 | 9056,54 | 9064,83 | 9070,25 |
| T <sub>Ambiente</sub>                      | [°C]                                                                     | 5,99    | 6,01    | 6,69    | 7,03    | 6,41    | 5,86    | 4,99    | 5,17    | 3,74    | 3,51    |
| RH                                         | [%]                                                                      | 71,24   | 68,44   | 68,01   | 67,13   | 76,81   | 78,31   | 79,89   | 80,71   | 83,69   | 86,17   |
| Determinación Potencia Bruta de la Central |                                                                          |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| P <sub>Bruta,Unidad</sub> (Promedio)       | Pot. Bruta promedio por Unidad                                           | 1027,71 | 1028,14 | 1028,34 | 1028,20 | 1028,14 | 1028,23 | 1027,86 | 1026,24 | 1026,73 | 1027,08 |
| P <sub>Bruta,No Corr</sub> (Planta)        | Pot. Bruta a nivel planta                                                | 9249,37 | 9253,23 | 9255,02 | 9253,77 | 9253,29 | 9254,11 | 9250,70 | 9236,18 | 9240,59 | 9243,74 |
| Determinación pérdidas totales             |                                                                          |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| L <sub>TOTALES</sub>                       | Pérdidas en el transformador de potencia y red interna                   | 168,08  | 166,69  | 168,60  | 169,56  | 166,09  | 168,54  | 181,95  | 179,64  | 175,75  | 173,49  |
| Correcciones a la Potencia bruta           |                                                                          |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| L <sub>FP</sub>                            | Diferencia en pérdidas por FP                                            | 2,39    | 2,40    | 2,40    | 2,40    | 2,40    | 2,40    | 2,39    | 2,37    | 2,37    | 2,38    |
| P <sub>Bruta,Corr,Unidad</sub> (Promedio)  | Potencia Bruta corregida por los factores permitidos en el Anexo Técnico | 1025,32 | 1025,74 | 1025,94 | 1025,80 | 1025,75 | 1025,84 | 1025,46 | 1023,88 | 1024,36 | 1024,70 |
| P <sub>Bruta,Corr</sub> (Planta)           |                                                                          | 9227,86 | 9231,66 | 9233,42 | 9232,19 | 9231,72 | 9232,52 | 9229,17 | 9214,89 | 9219,22 | 9222,32 |

Tabla 6.3 – Correcciones a la Potencia Bruta de la Central



## 6.5 Cálculo referencial de la Potencia Neta

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

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

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

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

Dónde:

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

| Períodos                          |                                                        |       |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Test Run n°                       | ref                                                    | 1     | 2       | 3 (*)   | 4       | 5       | 6       | 7       | 8       | 9       | 10      |         |
| Hora                              |                                                        | 18:45 | 19:15   | 19:45   | 20:25   | 20:55   | 21:25   | 21:55   | 22:25   | 22:55   | 23:25   |         |
| Determinación pérdidas totales    |                                                        |       |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| L <sub>TOTALES</sub>              | Pérdidas en el transformador de potencia y red interna | [kW]  | 168,08  | 166,69  | 168,60  | 169,56  | 166,09  | 168,54  | 181,95  | 179,64  | 175,75  | 173,49  |
| Cálculo promedio final            |                                                        |       |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| P <sub>Bruta, Corr (Planta)</sub> | Valores utilizados para cálculo de promedio final      | [kW]  | 9227,86 | 9231,66 | 9233,42 | 9232,19 | 9231,72 | 9232,52 | 9229,17 | 9214,89 | 9219,22 | 9222,32 |
| P <sub>Neta, Corr (Planta)</sub>  |                                                        | [kW]  | 9059,78 | 9064,97 | 9064,81 | 9062,62 | 9065,63 | 9063,99 | 9047,22 | 9035,25 | 9043,47 | 9048,83 |

Tabla 6.4 – Cálculos de Potencia Neta corregida para la Central



## 6.6 Cálculo del promedio final

Finalmente, se realiza el promedio final para obtener los valores finales de **Potencia Máxima Bruta de 9,227 MW** y de *Potencia Máxima Neta* de 9,056 MW para la **Central Térmica Chiloé**.

La Tabla 6.5 detalla los valores utilizados para los correspondientes promedios

| Períodos                          |                                                        |       |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Test Run n°                       | ref                                                    | 1     | 2       | 3 (*)   | 4       | 5       | 6       | 7       | 8       | 9       | 10      |         |
| Hora                              |                                                        | 18:45 | 19:15   | 19:45   | 20:25   | 20:55   | 21:25   | 21:55   | 22:25   | 22:55   | 23:25   |         |
| Determinación pérdidas totales    |                                                        |       |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| L <sub>TOTALES</sub>              | Pérdidas en el transformador de potencia y red interna | [kW]  | 168,08  | 166,69  | 168,60  | 169,56  | 166,09  | 168,54  | 181,95  | 179,64  | 175,75  | 173,49  |
| Cálculo promedio final            |                                                        |       |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| P <sub>Bruta, Corr (Planta)</sub> | Valores utilizados para cálculo de promedio final      | [kW]  | 9227,86 | 9231,66 | 9233,42 | 9232,19 | 9231,72 | 9232,52 | 9229,17 | 9214,89 | 9219,22 | 9222,32 |
| P <sub>Neta, Corr(Planta)</sub>   |                                                        | [kW]  | 9059,78 | 9064,97 | 9064,81 | 9062,62 | 9065,63 | 9063,99 | 9047,22 | 9035,25 | 9043,47 | 9048,83 |

|                         |                       |      |       |
|-------------------------|-----------------------|------|-------|
| P <sub>MAX, Bruta</sub> | Potencia Máxima Bruta | [MW] | 9,227 |
| P <sub>MAX, Neta</sub>  | Potencia Máxima Neta  | [MW] | 9,056 |

Tabla 6.5 – Promedio Final para la Central Térmica Chiloé



## 6.7 Tabla Resumen general

Todos los cálculos presentados anteriormente se resumen a continuación.

| Períodos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                     | ref | 1       | 2       | 3 (*)   | 4       | 5       | 6       | 7       | 8       | 9       | 10      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|-----|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Test Run n°                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                     |     | 18:45   | 19:15   | 19:45   | 20:25   | 20:55   | 21:25   | 21:55   | 22:25   | 22:55   | 23:25   |
| Hora                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                     |     |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| <p>(*) Durante el test-run n°3 la unidad G7 salió de servicio por un tiempo aproximado de 7 minutos. Este periodo de pruebas se extiende por 10 minutos más para reemplazar el periodo de tiempo perdido y completar las 5 horas de prueba.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                     |     |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| <b>Variables Primarias</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                     |     |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad G1                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | -                                                   |     | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    |
| Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad G5                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | -                                                   |     | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    |
| Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad G9                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | -                                                   |     | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    | 1,00    |
| P <sub>Bruta(G1)</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | [kW]                                                |     | 1015,61 | 1015,66 | 1015,88 | 1015,52 | 1015,78 | 1015,96 | 1015,48 | 1013,78 | 1014,33 | 1014,92 |
| P <sub>Bruta(G5)</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | [kW]                                                |     | 1043,59 | 1043,65 | 1043,69 | 1043,65 | 1043,20 | 1043,09 | 1042,64 | 1040,98 | 1041,42 | 1041,83 |
| P <sub>Bruta(G9)</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | [kW]                                                |     | 1023,93 | 1025,09 | 1025,43 | 1025,42 | 1025,45 | 1025,65 | 1025,45 | 1023,97 | 1024,45 | 1024,49 |
| P <sub>Neto</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | [kW]                                                |     | 9081,29 | 9086,55 | 9086,42 | 9084,21 | 9087,20 | 9085,57 | 9068,75 | 9056,54 | 9064,83 | 9070,25 |
| T <sub>ambiente</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | [°C]                                                |     | 5,99    | 6,01    | 6,69    | 7,03    | 6,41    | 5,86    | 4,99    | 5,17    | 3,74    | 3,51    |
| RH                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | [%]                                                 |     | 71,24   | 68,44   | 68,01   | 67,13   | 76,81   | 78,31   | 79,89   | 80,71   | 83,69   | 86,17   |
| <p><b>Mediciones</b><br/>Durante las pruebas las unidades operaron con factor de potencia igual a uno. Producto de esto los valores registrados de potencia reactiva (Q) variaron en el entorno de 0 KVar lo que produjo que el factor de potencia registrado varie entre 1 y 1.<br/>Sabiendo que estos valores registrados de factor de potencia son esperables cuando se trata de operar con un valor de consigna de FP = 1, para la determinación del factor de corrección a aplicar se considera que el valor registrado en cada test-run es igual a 1.</p> |                                                     |     |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| <b>Verificación de condiciones de estabilidad</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                     |     |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| P <sub>Neto</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 3,00%                                               |     | 0,27%   | 0,28%   | 0,25%   | 0,25%   | 0,28%   | 0,25%   | 0,24%   | 0,25%   | 0,25%   | 0,27%   |
| P <sub>Bruta(G1)</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 3,00%                                               |     | 0,33%   | 0,34%   | 0,30%   | 0,32%   | 0,32%   | 0,32%   | 0,28%   | 0,30%   | 0,32%   | 0,32%   |
| P <sub>Bruta(G5)</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 3,00%                                               |     | 0,37%   | 0,37%   | 0,32%   | 0,34%   | 0,33%   | 0,32%   | 0,31%   | 0,32%   | 0,33%   | 0,33%   |
| P <sub>Bruta(G9)</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | 3,00%                                               |     | 0,40%   | 0,37%   | 0,39%   | 0,42%   | 0,42%   | 0,40%   | 0,39%   | 0,41%   | 0,39%   | 0,40%   |
| Frec                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 1,00%                                               |     | 0,06%   | 0,07%   | 0,09%   | 0,04%   | 0,09%   | 0,06%   | 0,08%   | 0,11%   | 0,06%   | 0,08%   |
| Estabilidad                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | ¿Se cumplen los criterios para todas las variables? |     | SI      | SI      | SI      | SI      | SI      | SI      | SI      | SI      | SI      | SI      |
| <b>Determinación Potencia Bruta de la Central</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                     |     |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| P <sub>Bruta,Unidad</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | [kW]                                                |     | 1027,71 | 1028,14 | 1028,34 | 1028,20 | 1028,14 | 1028,23 | 1027,86 | 1026,24 | 1026,73 | 1027,08 |
| P <sub>Bruta,Planta</sub>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | [kW]                                                |     | 9249,37 | 9253,23 | 9255,02 | 9253,77 | 9253,29 | 9254,11 | 9250,70 | 9236,18 | 9240,59 | 9243,74 |
| $P_{Bruta,Unidad} = (P_{Bruta(G1)} + P_{Bruta(G5)} + P_{Bruta(G9)}) / 3$ $P_{Bruta,Planta} = P_{Bruta,Unidad} * 9$                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                     |     |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |

Tabla 6.6 – Resumen general (parte 1 de 2)



Determinación Potencia Bruta de la Central

|                           |                           |      |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
|---------------------------|---------------------------|------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| P <sub>BRUTA,Unidad</sub> | Pot. Bruta por Unidad     | [kW] | 1027,71 | 1028,14 | 1028,34 | 1028,20 | 1028,14 | 1028,23 | 1027,86 | 1026,24 | 1026,73 | 1027,08 |
| P <sub>BRUTA,Planta</sub> | Pot. Bruta a nivel planta | [kW] | 9249,37 | 9253,23 | 9255,02 | 9253,77 | 9253,29 | 9254,11 | 9250,70 | 9236,18 | 9240,59 | 9243,74 |

$$P_{BRUTA,Unidad} = (P_{BRUTA(G1)} + P_{BRUTA(G5)} + P_{BRUTA(G9)}) / 3$$

$$P_{BRUTA,Planta} = P_{BRUTA,Unidad} * 9$$

Determinación pérdidas totales

|                      |                                                        |      |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |
|----------------------|--------------------------------------------------------|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| L <sub>TOTALES</sub> | Pérdidas en el transformador de potencia y red interna | [kW] | 168,08 | 166,69 | 168,60 | 169,56 | 166,09 | 168,54 | 181,95 | 179,64 | 175,75 | 173,49 |
|----------------------|--------------------------------------------------------|------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|

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

Correcciones a la Potencia bruta

|                                   |                                                                          |      |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
|-----------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| L <sub>FP</sub>                   | Diferencia en pérdidas por FP                                            | [kW] | 2,39    | 2,40    | 2,40    | 2,40    | 2,40    | 2,40    | 2,39    | 2,37    | 2,37    | 2,38    |
| P <sub>Bruta, Corr (Unidad)</sub> | Potencia Bruta corregida por los factores permitidos en el Anexo Técnico | [kW] | 1025,32 | 1025,74 | 1025,94 | 1025,80 | 1025,75 | 1025,84 | 1025,46 | 1023,88 | 1024,36 | 1024,70 |
| P <sub>Bruta, Corr (Planta)</sub> |                                                                          | [kW] | 9227,86 | 9231,66 | 9233,42 | 9232,19 | 9231,72 | 9232,52 | 9229,17 | 9214,89 | 9219,22 | 9222,32 |

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

$$P_{Bruta, Corr (Planta)} = P_{Bruta, Corr} * 9$$

Cálculo promedio final

|                                   |                                                   |      |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
|-----------------------------------|---------------------------------------------------|------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| P <sub>Bruta, Corr (Planta)</sub> | Valores utilizados para cálculo de promedio final | [kW] | 9227,86 | 9231,66 | 9233,42 | 9232,19 | 9231,72 | 9232,52 | 9229,17 | 9214,89 | 9219,22 | 9222,32 |
| P <sub>Neta, Corr (Planta)</sub>  |                                                   | [kW] | 9055,78 | 9064,97 | 9064,81 | 9062,62 | 9065,63 | 9063,99 | 9047,22 | 9035,25 | 9043,47 | 9043,83 |

Selección de los test-run promediabiles

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

|                         |                       |      |       |
|-------------------------|-----------------------|------|-------|
| P <sub>MAX, Bruta</sub> | Potencia Máxima Bruta | [MW] | 9,227 |
| P <sub>MAX, Neta</sub>  | Potencia Máxima Neta  | [MW] | 9,056 |

Tabla 6.7 – 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                              |        |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|-------------------------------------------------------------|--------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Potencia Bruta                                              |        |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Variable                                                    | Unidad | TR01  | TR02 | TR03 | TR04 | TR05 | TR06 | TR07 | TR08 | TR09 | TR10 |
| Sistémica, $b_R = \sqrt{\sum_{i=1}^I (\theta_i b_{x_i})^2}$ | kW     | 5,51  | 5,51 | 5,52 | 5,52 | 5,52 | 5,52 | 5,51 | 5,50 | 5,51 | 5,51 |
| Aleatoria, $s_R = \sqrt{\sum_{i=1}^I (\theta_i s_{x_i})^2}$ | kW     | 0,18  | 0,17 | 0,16 | 0,17 | 0,17 | 0,17 | 0,16 | 0,16 | 0,16 | 0,17 |
| Total $U_R = \sqrt{b_R^2 + s_R^2}$                          | kW     | 5,52  | 5,52 | 5,52 | 5,52 | 5,52 | 5,52 | 5,52 | 5,51 | 5,51 | 5,51 |
| $U_{R,Unidad} [kW] =$                                       |        | 5,51  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| $U_{R,Planta} [kW] =$                                       |        | 49,63 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |

Tabla 6.8 – Tabla correspondiente a los cálculos de incertidumbre para la central



## 7 CONCLUSIONES

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

Todas las unidades de la central fueron capaces de sostener en forma estable la potencia en sus bornes de salida por un período de tiempo superior a las 5 horas.

Se determinó un valor de **Potencia Máxima Bruta de 9,227 MW** para la **Central Térmica Chiloé** utilizando como combustible diésel con el siguiente desglose de resultados:

| Resumen de resultados Central Térmica Chiloé |                              |              |
|----------------------------------------------|------------------------------|--------------|
| Potencia Máxima                              | Bruta Medida (Promedio) [MW] | 9,249        |
|                                              | <b>Bruta Corregida [MW]</b>  | <b>9,227</b> |
|                                              | Neta Medida [MW]             | 9,077        |
|                                              | <b>Neta Corregida [MW]</b>   | <b>9,056</b> |
| Pérdidas en la red interna                   | Potencia [MW]                | 0,170        |



## 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           | Volts    |
| Waveform deviation line - line, no load: less than | 3.0% | Excitation current   | 1.79 Amps | 6.99 Amps             | Amps     |
| Telephone influence factor: less than              | 50   |                      |           |                       |          |

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

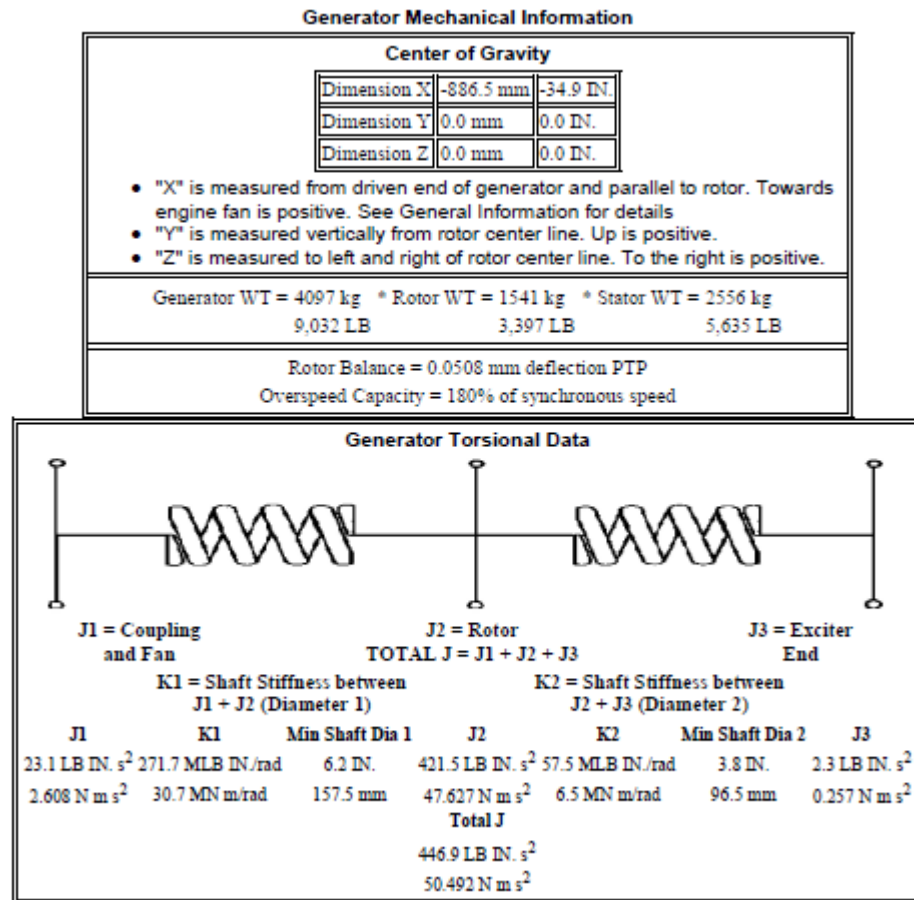


Figura 9.2 – Hoja de datos de los generadores (2 de 3)

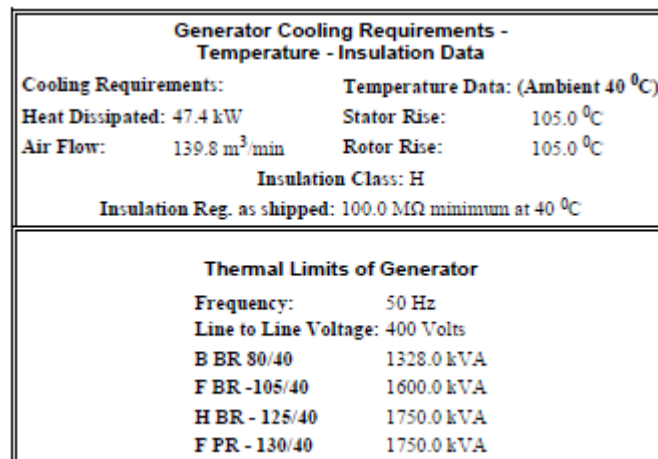


Figura 9.3 – Hoja de datos de los generadores (3 de 3)

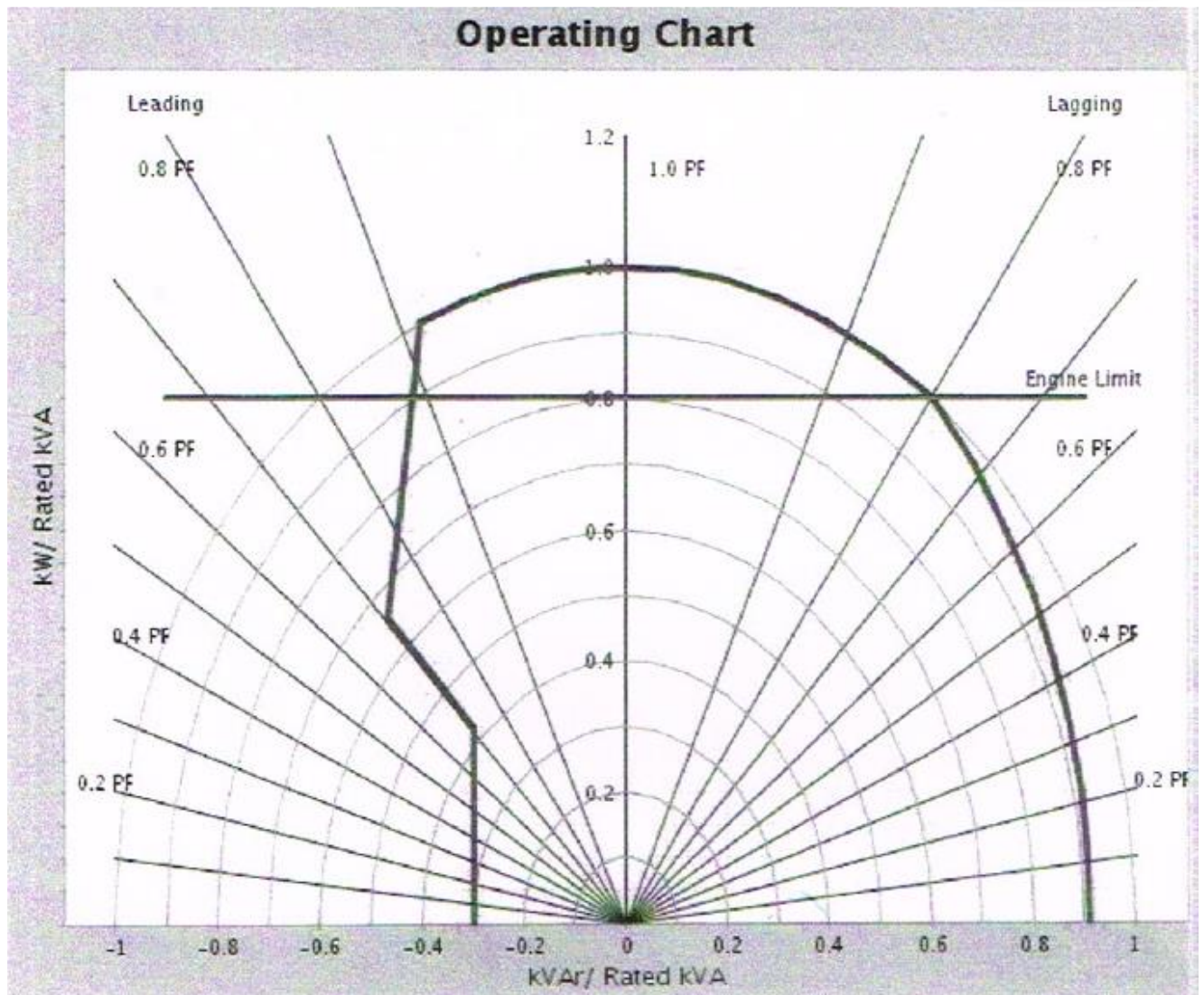


Figura 9.4 – Curva de Capacidad



## 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.

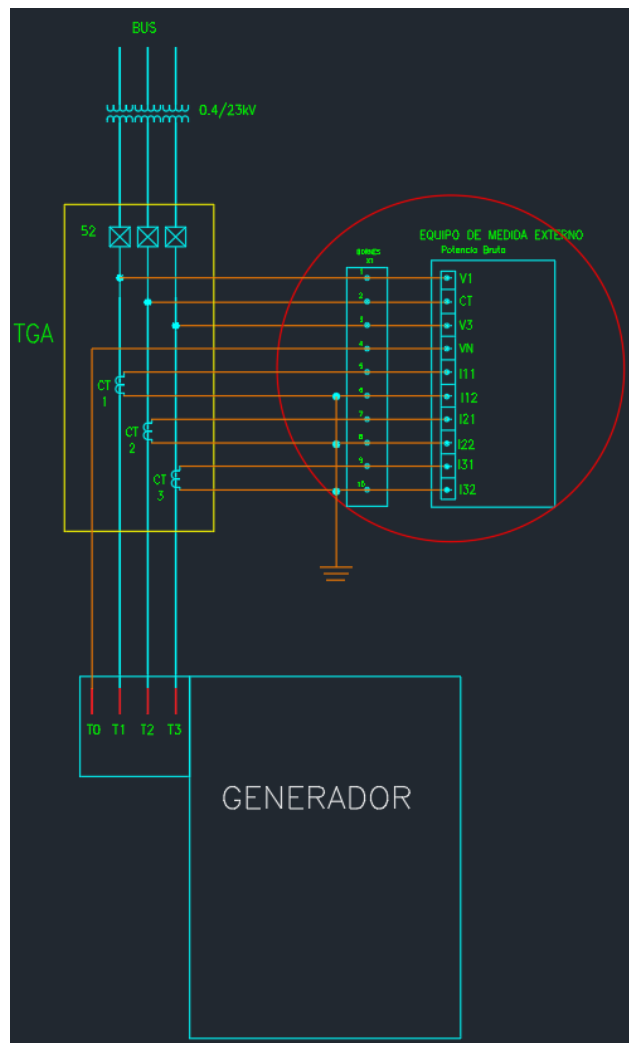


Figura 9.5 – Puntos de medición de corriente y tensión para medidor de Potencia bruta y Factor de potencia

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.

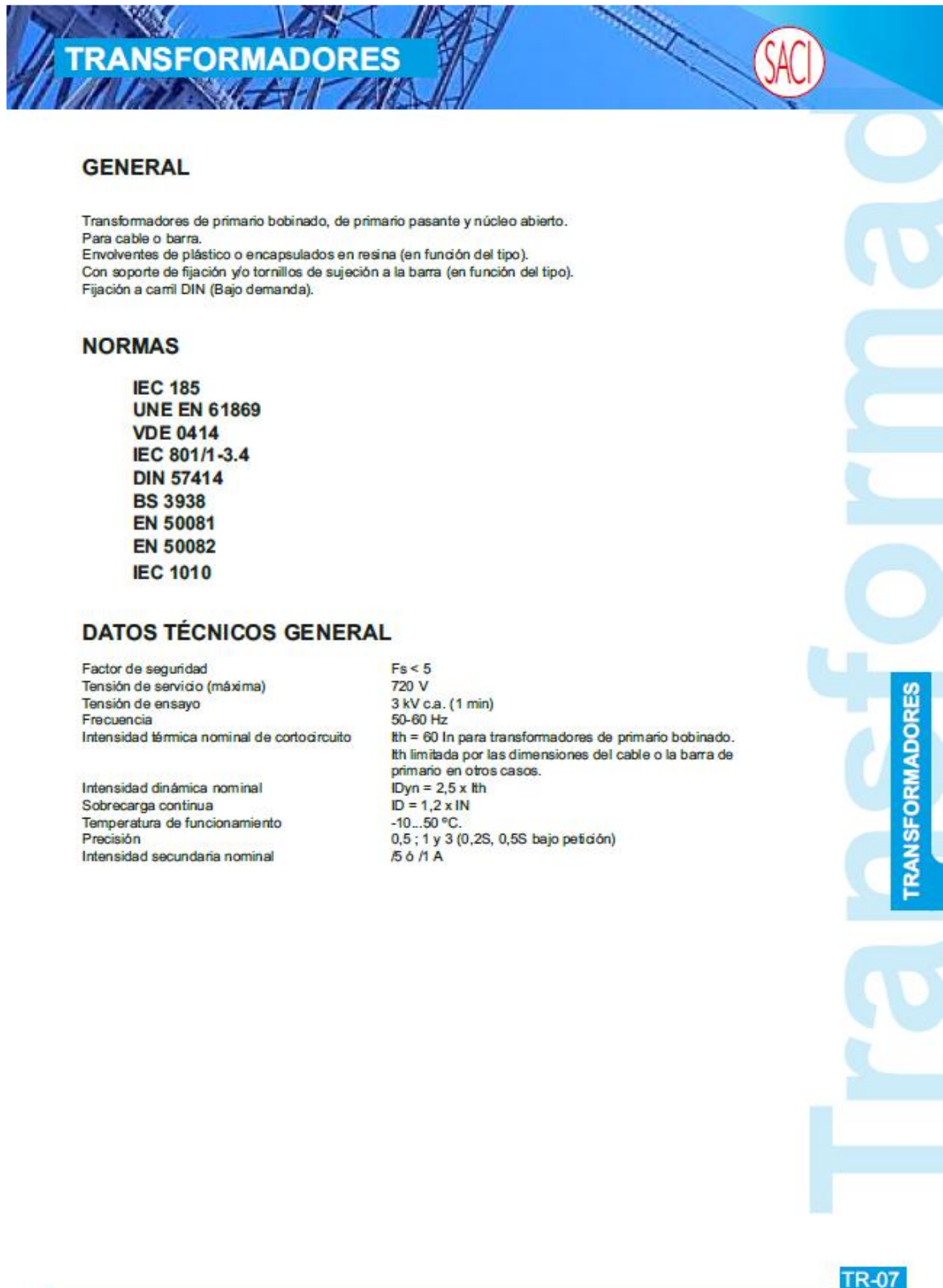


Figura 9.8 – Datos de placa del transformador TTCC externo



## TRANSFORMADORES

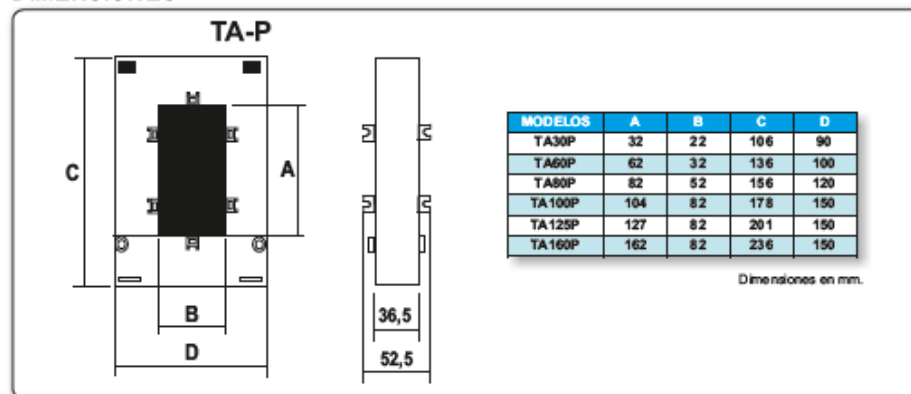


### TRANSFORMADORES DE NÚCLEO ABIERTO (ENVOLVENTE PLÁSTICO)



| 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.

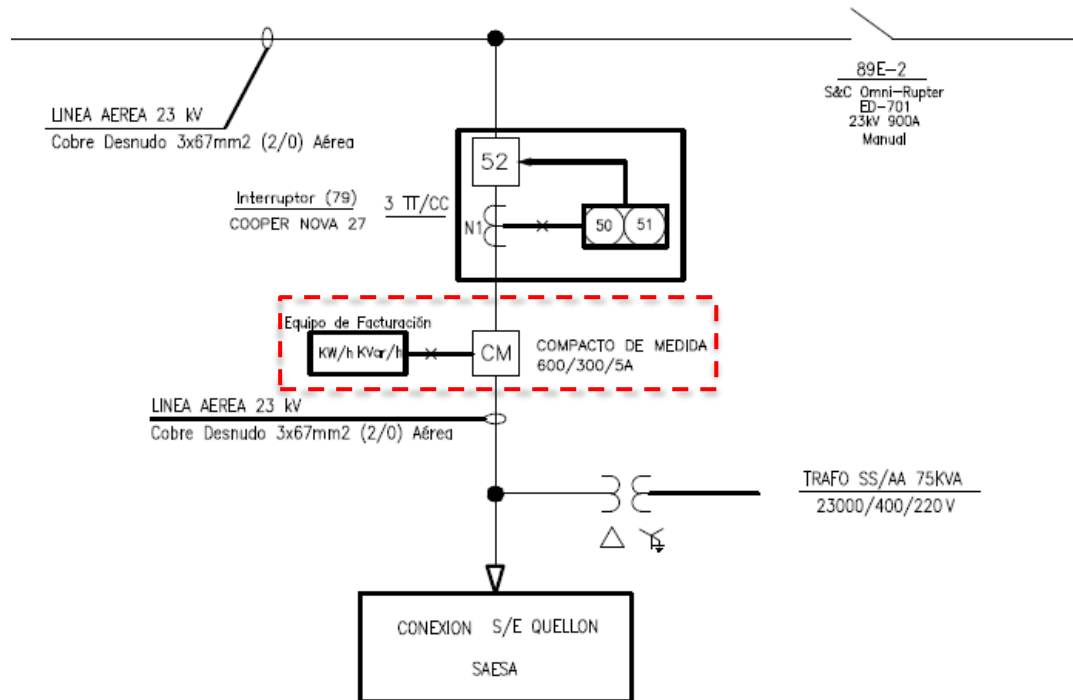


Figura 9.10 – Unilineal para mediciones de potencia neta

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.

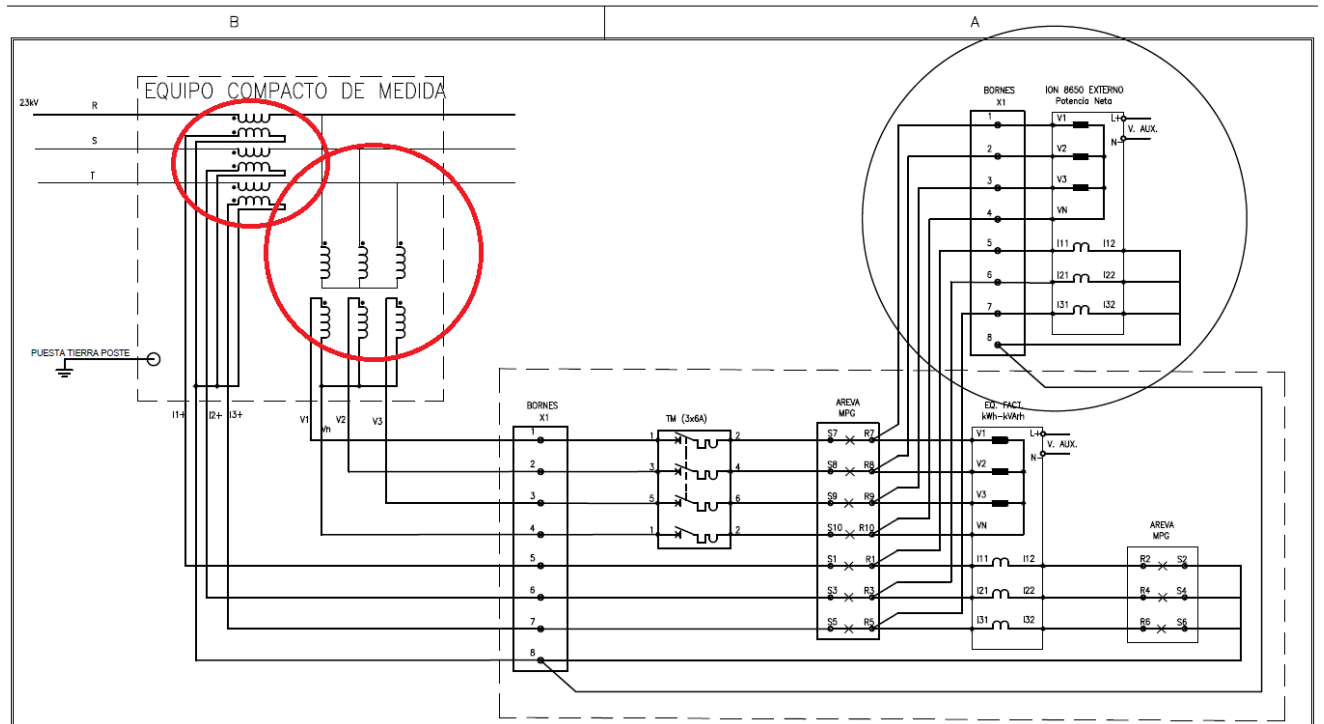


Figura 9.11 – Puntos de medición de tensión y corriente para medidor de Potencia neta y Factor de potencia



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.

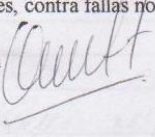
| <br><b>CERTIFICADO DE EQUIPO COMPACTO DE MEDIDA</b> |                    |                        |              |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|------------------------|--------------|
| Voltaje Primario                                                                                                                     | 14400              | Corriente Primaria     | 300-600      |
| Voltaje Secundario                                                                                                                   | 240                | Corriente Secundaria   | 5            |
| Terciario Conexión                                                                                                                   | YY-0               | Nº 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              | Nº Elementos           | 3            |
| Desfase angular                                                                                                                      | 0                  | Clase aislación        | 25KV         |
| Precisión                                                                                                                            | 0,3 ANSI           | Capacidad aceite       | 89 LTS.      |
| Peso Total                                                                                                                           | 300 Kgs.           | Año Fabricación        | 2008         |
| <b>PRUEBAS</b>                                                                                                                       |                    |                        |              |
| 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             |              |
| Tensión Inducida                                                                                                                     | 32000 Mohms        | 65000 Mohms            |              |
|                                                                                                                                      | Tensión            | 480V                   |              |
|                                                                                                                                      | Frecuencia         | 200 Hz                 |              |
| Corriente de Excitación                                                                                                              | Tiempo de duración | 36 seg.                |              |
|                                                                                                                                      | V1                 | V2                     | V3           |
|                                                                                                                                      | 0,39               | 0,39                   | 0,39         |
| Sobre presión                                                                                                                        | 0,75               | Kgx cm2                |              |
| Razón transformación                                                                                                                 | T / P1             | T / P2                 | T / P3       |
| Transformador Potencial                                                                                                              | 59,821             | 59,833                 | 59,837       |
| Razón transformación                                                                                                                 | T / C1             | T / C2                 | T / C3       |
| Transformador corriente                                                                                                              |                    |                        |              |
|                                                                                                                                      | 300                | 59,764                 | 59,851       |
|                                                                                                                                      | 600                | 119,12                 | 119,45       |
| 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                                |                    |                        |              |
| 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](http://www.tecnored.cl) [ventas@tecnored.cl](mailto: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 |                   |  |  |
|--------------------------|-------------------|--|--|
| Nº / 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   |  |  |
| Nº de Serie              | : MW-1311A373-01     |  |  |
| Estado                   | : Usado              |  |  |
| Año Fabricación          | : 2013               |  |  |
| Clase Exactitud (%)      | : 0.2                |  |  |
| Constante Med.           | : 1                  |  |  |

| PATRON DE CALIBRACIÓN |                        |  |  |
|-----------------------|------------------------|--|--|
| Marca                 | : Clou                 |  |  |
| Modelo                | : CI3115               |  |  |
| Nº 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)                |  |  |
| Nº 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      | 0.060                     | ± 0.2            | 0.062                     | ± 0.2            |
| 2                                  | 123  | 100    | 0.5    | 0.069                     | ± 0.3            | 0.076                     | ± 0.3            |
| 3                                  | 123  | 10     | 1      | 0.062                     | ± 0.2            | 0.064                     | ± 0.2            |
| 4                                  | 123  | 10     | 0.5    | 0.075                     | ± 0.3            | 0.075                     | ± 0.3            |
| 5                                  | 1    | 100    | 1      | 0.055                     | ± 0.3            | 0.053                     | ± 0.3            |
| 6                                  | 2    | 100    | 1      | 0.058                     | ± 0.3            | 0.073                     | ± 0.3            |
| 7                                  | 3    | 100    | 1      | 0.058                     | ± 0.3            | 0.058                     | ± 0.3            |
| 8                                  | 1    | 100    | 0.5    | 0.088                     | ± 0.4            | 0.109                     | ± 0.4            |
| 9                                  | 2    | 100    | 0.5    | 0.109                     | ± 0.4            | 0.113                     | ± 0.4            |
| 10                                 | 3    | 100    | 0.5    | 0.061                     | ± 0.4            | 0.046                     | ± 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      | 0.056                       | ± 2.0            | 0.061                       | ± 2.0            |
| 2                                    | 123  | 100    | 0.5    | 0.028                       | ± 2.0            | 0.046                       | ± 2.0            |
| 3                                    | 123  | 10     | 1      | 0.041                       | ± 2.0            | 0.078                       | ± 2.0            |
| 4                                    | 123  | 10     | 0.5    | 0.008                       | ± 2.0            | 0.084                       | ± 2.0            |
| 5                                    | 1    | 100    | 1      | 0.049                       | ± 3.0            | 0.055                       | ± 3.0            |
| 6                                    | 2    | 100    | 1      | 0.052                       | ± 3.0            | 0.070                       | ± 3.0            |
| 7                                    | 3    | 100    | 1      | 0.050                       | ± 3.0            | 0.053                       | ± 3.0            |
| 8                                    | 1    | 100    | 0.5    | 0.060                       | ± 3.0            | 0.044                       | ± 3.0            |
| 9                                    | 2    | 100    | 0.5    | 0.011                       | ± 3.0            | 0.046                       | ± 3.0            |
| 10                                   | 3    | 100    | 0.5    | 0.035                       | ± 3.0            | 0.048                       | ± 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 9.15 – 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 | Error (%) | Componente Activa Directa |           | Componente Activa Reversa |           |
|                                    |      |        |        |           | Limite Norma (%)          | Error (%) | Limite Norma (%)          | Error (%) |
| 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 | Error (%) | Componente Reactiva Directa |           | Componente Reactiva Reversa |           |
|                                      |      |        |        |           | Limite Norma (%)            | Error (%) | Limite Norma (%)            | Error (%) |
| 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

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

FOLIO: 505932

| ANTECEDENTES DEL CLIENTE |                   |        |        |                           | RESULTADOS DE LA COMPONENTE ACTIVA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |           |                  |  |                           |  |  |  |                           |  |                           |  |   |      |        |        |           |                  |           |                  |   |     |     |   |        |       |        |       |   |     |     |     |        |       |        |       |   |     |    |   |        |       |        |       |   |     |    |     |        |       |        |       |   |   |     |   |        |       |        |       |   |   |     |   |        |       |        |       |   |   |     |   |        |       |        |       |   |   |     |     |        |       |        |       |   |   |     |     |        |       |        |       |    |   |     |     |        |       |        |       |
|--------------------------|-------------------|--------|--------|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------------|--|---------------------------|--|--|--|---------------------------|--|---------------------------|--|---|------|--------|--------|-----------|------------------|-----------|------------------|---|-----|-----|---|--------|-------|--------|-------|---|-----|-----|-----|--------|-------|--------|-------|---|-----|----|---|--------|-------|--------|-------|---|-----|----|-----|--------|-------|--------|-------|---|---|-----|---|--------|-------|--------|-------|---|---|-----|---|--------|-------|--------|-------|---|---|-----|---|--------|-------|--------|-------|---|---|-----|-----|--------|-------|--------|-------|---|---|-----|-----|--------|-------|--------|-------|----|---|-----|-----|--------|-------|--------|-------|
| N° / Fecha de Solicitud  | : 0413_26.05.2021 |        |        |                           | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4"></th> <th colspan="2">Componente Activa Directa</th> <th colspan="2">Componente Activa Reversa</th> </tr> <tr> <th>N</th><th>Fase</th><th>Cte. %</th><th>Factor</th> <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>-0.041</td><td>± 0.2</td><td>-0.051</td><td>± 0.2</td></tr> <tr><td>2</td><td>123</td><td>100</td><td>0.5</td><td>-0.065</td><td>± 0.3</td><td>-0.068</td><td>± 0.3</td></tr> <tr><td>3</td><td>123</td><td>10</td><td>1</td><td>-0.053</td><td>± 0.2</td><td>-0.051</td><td>± 0.2</td></tr> <tr><td>4</td><td>123</td><td>10</td><td>0.5</td><td>-0.082</td><td>± 0.3</td><td>-0.076</td><td>± 0.3</td></tr> <tr><td>5</td><td>1</td><td>100</td><td>1</td><td>-0.030</td><td>± 0.3</td><td>-0.025</td><td>± 0.3</td></tr> <tr><td>6</td><td>2</td><td>100</td><td>1</td><td>-0.026</td><td>± 0.3</td><td>-0.083</td><td>± 0.3</td></tr> <tr><td>7</td><td>3</td><td>100</td><td>1</td><td>-0.061</td><td>± 0.3</td><td>-0.056</td><td>± 0.3</td></tr> <tr><td>8</td><td>1</td><td>100</td><td>0.5</td><td>-0.032</td><td>± 0.4</td><td>-0.010</td><td>± 0.4</td></tr> <tr><td>9</td><td>2</td><td>100</td><td>0.5</td><td>-0.084</td><td>± 0.4</td><td>-0.081</td><td>± 0.4</td></tr> <tr><td>10</td><td>3</td><td>100</td><td>0.5</td><td>-0.116</td><td>± 0.4</td><td>-0.088</td><td>± 0.4</td></tr> </table> |           |                  |  |                           |  |  |  | Componente Activa Directa |  | Componente Activa Reversa |  | N | Fase | Cte. % | Factor | 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 |
|                          |                   |        |        | Componente Activa Directa |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |           |                  |  | Componente Activa Reversa |  |  |  |                           |  |                           |  |   |      |        |        |           |                  |           |                  |   |     |     |   |        |       |        |       |   |     |     |     |        |       |        |       |   |     |    |   |        |       |        |       |   |     |    |     |        |       |        |       |   |   |     |   |        |       |        |       |   |   |     |   |        |       |        |       |   |   |     |   |        |       |        |       |   |   |     |     |        |       |        |       |   |   |     |     |        |       |        |       |    |   |     |     |        |       |        |       |
| N                        | Fase              | Cte. % | Factor | 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            |  |                           |  |  |  |                           |  |                           |  |   |      |        |        |           |                  |           |                  |   |     |     |   |        |       |        |       |   |     |     |     |        |       |        |       |   |     |    |   |        |       |        |       |   |     |    |     |        |       |        |       |   |   |     |   |        |       |        |       |   |   |     |   |        |       |        |       |   |   |     |   |        |       |        |       |   |   |     |     |        |       |        |       |   |   |     |     |        |       |        |       |    |   |     |     |        |       |        |       |
| Fecha Calibración        | : 27-05-2021      |        |        |                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |           |                  |  |                           |  |  |  |                           |  |                           |  |   |      |        |        |           |                  |           |                  |   |     |     |   |        |       |        |       |   |     |     |     |        |       |        |       |   |     |    |   |        |       |        |       |   |     |    |     |        |       |        |       |   |   |     |   |        |       |        |       |   |   |     |   |        |       |        |       |   |   |     |   |        |       |        |       |   |   |     |     |        |       |        |       |   |   |     |     |        |       |        |       |    |   |     |     |        |       |        |       |
| Medidor                  | : ION 8600        |        |        |                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |           |                  |  |                           |  |  |  |                           |  |                           |  |   |      |        |        |           |                  |           |                  |   |     |     |   |        |       |        |       |   |     |     |     |        |       |        |       |   |     |    |   |        |       |        |       |   |     |    |     |        |       |        |       |   |   |     |   |        |       |        |       |   |   |     |   |        |       |        |       |   |   |     |   |        |       |        |       |   |   |     |     |        |       |        |       |   |   |     |     |        |       |        |       |    |   |     |     |        |       |        |       |
| Cliente                  | : Tecnored S.A.   |        |        |                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |           |                  |  |                           |  |  |  |                           |  |                           |  |   |      |        |        |           |                  |           |                  |   |     |     |   |        |       |        |       |   |     |     |     |        |       |        |       |   |     |    |   |        |       |        |       |   |     |    |     |        |       |        |       |   |   |     |   |        |       |        |       |   |   |     |   |        |       |        |       |   |   |     |   |        |       |        |       |   |   |     |     |        |       |        |       |   |   |     |     |        |       |        |       |    |   |     |     |        |       |        |       |
| Instalación              | :                 |        |        |                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |           |                  |  |                           |  |  |  |                           |  |                           |  |   |      |        |        |           |                  |           |                  |   |     |     |   |        |       |        |       |   |     |     |     |        |       |        |       |   |     |    |   |        |       |        |       |   |     |    |     |        |       |        |       |   |   |     |   |        |       |        |       |   |   |     |   |        |       |        |       |   |   |     |   |        |       |        |       |   |   |     |     |        |       |        |       |   |   |     |     |        |       |        |       |    |   |     |     |        |       |        |       |
| Subestación              | :                 |        |        |                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |           |                  |  |                           |  |  |  |                           |  |                           |  |   |      |        |        |           |                  |           |                  |   |     |     |   |        |       |        |       |   |     |     |     |        |       |        |       |   |     |    |   |        |       |        |       |   |     |    |     |        |       |        |       |   |   |     |   |        |       |        |       |   |   |     |   |        |       |        |       |   |   |     |   |        |       |        |       |   |   |     |     |        |       |        |       |   |   |     |     |        |       |        |       |    |   |     |     |        |       |        |       |

| ANTECEDENTES DEL MEDIDOR |                      |        |        |                             | RESULTADOS DE LA COMPONENTE REACTIVA                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |           |                  |  |                             |  |  |  |                             |  |                             |  |   |      |        |        |           |                  |           |                  |   |     |     |   |        |       |        |       |   |     |     |     |        |       |        |       |   |     |    |   |        |       |        |       |   |     |    |     |        |       |       |       |   |   |     |   |        |       |        |       |   |   |     |   |        |       |        |       |   |   |     |   |        |       |        |       |   |   |     |     |        |       |        |       |   |   |     |     |        |       |       |       |    |   |     |     |        |       |        |       |
|--------------------------|----------------------|--------|--------|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------------|--|-----------------------------|--|--|--|-----------------------------|--|-----------------------------|--|---|------|--------|--------|-----------|------------------|-----------|------------------|---|-----|-----|---|--------|-------|--------|-------|---|-----|-----|-----|--------|-------|--------|-------|---|-----|----|---|--------|-------|--------|-------|---|-----|----|-----|--------|-------|-------|-------|---|---|-----|---|--------|-------|--------|-------|---|---|-----|---|--------|-------|--------|-------|---|---|-----|---|--------|-------|--------|-------|---|---|-----|-----|--------|-------|--------|-------|---|---|-----|-----|--------|-------|-------|-------|----|---|-----|-----|--------|-------|--------|-------|
| Marca                    | : Schneider Electric |        |        |                             | <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4"></th> <th colspan="2">Componente Reactiva Directa</th> <th colspan="2">Componente Reactiva Reversa</th> </tr> <tr> <th>N</th><th>Fase</th><th>Cte. %</th><th>Factor</th> <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>-0.028</td><td>± 2.0</td><td>-0.041</td><td>± 2.0</td></tr> <tr><td>2</td><td>123</td><td>100</td><td>0.5</td><td>-0.045</td><td>± 2.0</td><td>-0.018</td><td>± 2.0</td></tr> <tr><td>3</td><td>123</td><td>10</td><td>1</td><td>-0.063</td><td>± 2.0</td><td>-0.040</td><td>± 2.0</td></tr> <tr><td>4</td><td>123</td><td>10</td><td>0.5</td><td>-0.052</td><td>± 2.0</td><td>0.007</td><td>± 2.0</td></tr> <tr><td>5</td><td>1</td><td>100</td><td>1</td><td>-0.035</td><td>± 3.0</td><td>-0.030</td><td>± 3.0</td></tr> <tr><td>6</td><td>2</td><td>100</td><td>1</td><td>-0.044</td><td>± 3.0</td><td>-0.037</td><td>± 3.0</td></tr> <tr><td>7</td><td>3</td><td>100</td><td>1</td><td>-0.070</td><td>± 3.0</td><td>-0.061</td><td>± 3.0</td></tr> <tr><td>8</td><td>1</td><td>100</td><td>0.5</td><td>-0.091</td><td>± 3.0</td><td>-0.046</td><td>± 3.0</td></tr> <tr><td>9</td><td>2</td><td>100</td><td>0.5</td><td>-0.005</td><td>± 3.0</td><td>0.030</td><td>± 3.0</td></tr> <tr><td>10</td><td>3</td><td>100</td><td>0.5</td><td>-0.036</td><td>± 3.0</td><td>-0.013</td><td>± 3.0</td></tr> </table> |           |                  |  |                             |  |  |  | Componente Reactiva Directa |  | Componente Reactiva Reversa |  | N | Fase | Cte. % | Factor | 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 |
|                          |                      |        |        | Componente Reactiva Directa |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |           |                  |  | Componente Reactiva Reversa |  |  |  |                             |  |                             |  |   |      |        |        |           |                  |           |                  |   |     |     |   |        |       |        |       |   |     |     |     |        |       |        |       |   |     |    |   |        |       |        |       |   |     |    |     |        |       |       |       |   |   |     |   |        |       |        |       |   |   |     |   |        |       |        |       |   |   |     |   |        |       |        |       |   |   |     |     |        |       |        |       |   |   |     |     |        |       |       |       |    |   |     |     |        |       |        |       |
| N                        | Fase                 | Cte. % | Factor | 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            |  |                             |  |  |  |                             |  |                             |  |   |      |        |        |           |                  |           |                  |   |     |     |   |        |       |        |       |   |     |     |     |        |       |        |       |   |     |    |   |        |       |        |       |   |     |    |     |        |       |       |       |   |   |     |   |        |       |        |       |   |   |     |   |        |       |        |       |   |   |     |   |        |       |        |       |   |   |     |     |        |       |        |       |   |   |     |     |        |       |       |       |    |   |     |     |        |       |        |       |
| 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              |  |  |  |

**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.

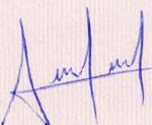
|  <b>CERTIFICADO DE CALIBRACION</b><br><b>LABC-TE-4011</b><br>Laboratorio de calibración - Magnitud Humedad Y Temperatura                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                   |  <b>SISTEMA NACIONAL DE ACREDITACION</b><br>INN - CHILE<br>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                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | : 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                                                                                                                                             |
| <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                                                                                                                                                     |
| <div style="display: flex; justify-content: space-around; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <br/> <b>Alejandro Rojas Campusano</b><br/> Técnico </div> <div style="text-align: center;"> <br/> <b>Copia Controlada</b><br/> Sello del Laboratorio </div> <div style="text-align: center;"> <br/> <b>Mauricio Soto Viveros</b><br/> Jefe de Laboratorio </div> </div> |                                                                   |                                                                                                                                                                   |
| Laboratorio de Calibración Veto y Cía. Ltda. - San Eugenio # 567, Ñuñoa - F: 56 2 23554438 - www.veto.cl                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                   |                                                                                                                                                                   |

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



Laboratorio de Calibración Veto y Cía. Ltda. - San Eugenio # 567, Ñuñoa - F: 56 2 23554438 - www.veto.cl

Página 2 de 2

Figura 9.19 – Certificado de calibración medidor de humedad relativa y temperatura ambiente



## 9.4 Registro manual de datos

| Central                   |                      | Chiloé                    |                               |                          |
|---------------------------|----------------------|---------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| Unidad                    |                      | Toda P. MAX               |                               |                          |
| Estado de carga           |                      | 9 MW                      |                               |                          |
| Registro de datos [5 min] |                      |                           |                               |                          |
| Hora                      | Humedad Relativa [%] | Temperatura Ambiente [°C] | Presion Barometrica [mmHg] RA | Masa de Combustible [kg] |
| 18:45                     | 74,2                 | 5,9                       | 1020,2                        |                          |
| 18:50                     | 71,6                 | 6,1                       | 1020,2                        |                          |
| 18:55                     | 71,8                 | 5,9                       | 1020,2                        |                          |
| 19:00                     | 70,6                 | 6,2                       | 1020,2                        |                          |
| 19:05                     | 70,6                 | 5,9                       | 1020,3                        |                          |
| 19:10                     | 70,8                 | 5,9                       | 1020,2                        |                          |
| 19:15                     | 69,1                 | 6,0                       | 1020,2                        |                          |
| 19:20                     | 67,5                 | 6,1                       | 1020,3                        |                          |
| 19:25                     | 67,8                 | 5,9                       | 1020,2                        |                          |
| 19:30                     | 68,1                 | 6,2                       | 1020,2                        |                          |
| 19:35                     | 70,1                 | 6,0                       | 1020,2                        |                          |
| 19:40                     | 69,9                 | 6,0                       | 1020,2                        |                          |
| 19:45                     | 69,6                 | 5,9                       | 1020,2                        |                          |
| 19:50                     |                      |                           |                               |                          |
| 19:55                     |                      |                           |                               |                          |
| 20:00                     |                      |                           |                               |                          |
| 20:05                     |                      |                           |                               |                          |

Figura 9.20 – Registro de datos (Página 1/5)



| Central                   |                      | CH/00                     |                                |                          |
|---------------------------|----------------------|---------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| Unidad                    |                      | Toda P. max               |                                |                          |
| Estado de carga           |                      | 9 MW                      |                                |                          |
| Registro de datos [5 min] |                      |                           |                                |                          |
| Hora                      | Humedad Relativa [%] | Temperatura Ambiente [°C] | Presion Barometrica [mmHg] HPA | Masa de Combustible [kg] |
| 19:50                     | 69,6                 | 5,9                       | 1020,2                         |                          |
| 19:55                     | 70,2                 | 5,6                       | 1020,1                         |                          |
| 20:00                     | 65,4                 | 6,9                       | 1020,2                         |                          |
| 20:05                     | 67,6                 | 7,2                       | 1020,0                         |                          |
| 20:10                     | 67,5                 | 7,6                       | 1020                           |                          |
| 20:15                     | 64,2                 | 7,7                       | 1020                           |                          |
| 20:20                     | 60,7                 | 7,8                       | 1020,1                         |                          |
| 20:25                     | 61,5                 | 7,7                       | 1020,0                         |                          |
| 20:30                     | 66,6                 | 6,9                       | 1020                           |                          |
| 20:35                     | 68,0                 | 6,6                       | 1020                           |                          |
| 20:40                     | 74,0                 | 6,4                       | 1020,1                         |                          |
| 20:45                     | 74,9                 | 6,1                       | 1020,1                         |                          |
| .....                     |                      |                           |                                |                          |
| .....                     |                      |                           |                                |                          |
| .....                     |                      |                           |                                |                          |
| .....                     |                      |                           |                                |                          |
| .....                     |                      |                           |                                |                          |
| .....                     |                      |                           |                                |                          |

Figura 9.21 – Registro de datos (Página 2/5)



| Central                   |                      | CH 105                    |                                |                          |
|---------------------------|----------------------|---------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| Unidad                    |                      | Total P. MAX.             |                                |                          |
| Estado de carga           |                      | 9 MW                      |                                |                          |
| Registro de datos [5 min] |                      |                           |                                |                          |
| Hora                      | Humedad Relativa [%] | Temperatura Ambiente [°C] | Presion Barometrica [mmHg] MPa | Masa de Combustible [kg] |
| 20:50                     | 77,1                 | 6,3                       | 1020,1                         | —                        |
| 20:55                     | 77,0                 | 6,4                       | 1020,1                         |                          |
| 21:00                     | 76,9                 | 6,4                       | 1020,1                         |                          |
| 21:05                     | 76,7                 | 6,6                       | 1020,1                         |                          |
| 21:10                     | 77,2                 | 6,6                       | 1020,1                         |                          |
| 21:15                     | 77,9                 | 6,5                       | 1020,1                         |                          |
| 21:20                     | 78,7                 | 6,3                       | 1020,1                         |                          |
| 21:25                     | 79,2                 | 5,9                       | 1020,1                         |                          |
| 21:30                     | 78,9                 | 5,4                       | 1020,1                         |                          |
| 21:35                     | 80,7                 | 4,5                       | 1020,1                         |                          |
| 21:40                     | 76,0                 | 5,0                       | 1020,0                         |                          |
| 21:45                     | 75,8                 | 6,6                       | 1020,1                         |                          |
|                           |                      |                           |                                |                          |
|                           |                      |                           |                                |                          |
|                           |                      |                           |                                |                          |
|                           |                      |                           |                                |                          |
|                           |                      |                           |                                |                          |
|                           |                      |                           |                                |                          |

Figura 9.22 – Registro de datos (Página 3/5)





| Central                   |                      | Chiloé                    |                                |                          |
|---------------------------|----------------------|---------------------------|--------------------------------|--------------------------|
| Unidad                    |                      | Todas P max.              |                                |                          |
| Estado de carga           |                      | 9 MW                      |                                |                          |
| Registro de datos [5 min] |                      |                           |                                |                          |
| Hora                      | Humedad Relativa [%] | Temperatura Ambiente [°C] | Presion Barometrica [mmHg] HPA | Masa de Combustible [kg] |
| 21:50                     | 74,2                 | 6,3                       | 1020,1                         |                          |
| 21:55                     | 73,1                 | 6,1                       | 1020,1                         |                          |
| 22:00                     | 83,9                 | 5,5                       | 1020,3                         |                          |
| 22:05                     | 85,0                 | 3,9                       | 1020,4                         |                          |
| 22:10                     | 82,5                 | 3,2                       | 1020,4                         |                          |
| 22:15                     | 83,9                 | 3,3                       | 1020,3                         |                          |
| 22:20                     | 82,1                 | 4,9                       | 1020,3                         |                          |
| 22:25                     | 80,0                 | 6,1                       | 1020,3                         |                          |
| 22:30                     | 78,0                 | 6,9                       | 1020,3                         |                          |
| 22:35                     | 76,5                 | 6,9                       | 1020,2                         |                          |
| 22:40                     | 79,8                 | 4,3                       | 1020,2                         |                          |
| 22:45                     | 84,7                 | 3,8                       | 1020,2                         |                          |
|                           |                      |                           |                                |                          |
|                           |                      |                           |                                |                          |
|                           |                      |                           |                                |                          |
|                           |                      |                           |                                |                          |
|                           |                      |                           |                                |                          |
|                           |                      |                           |                                |                          |

Figura 9.23 – Registro de datos (Página 4/5)



| Central                   |                      | Chiloé                    |                             |                          |
|---------------------------|----------------------|---------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| Unidad                    |                      | Toda P. max.              |                             |                          |
| Estado de carga           |                      | 9 MW                      |                             |                          |
| Registro de datos [5 min] |                      |                           |                             |                          |
| Hora                      | Humedad Relativa [%] | Temperatura Ambiente [°C] | Presion Barometrica [mm Hg] | Masa de Combustible [kg] |
| 22:50                     | 81,6                 | 3,6                       | 1020,2                      |                          |
| 22:55                     | 84,0                 | 3,9                       | 1020,2                      |                          |
| 23:00                     | 82,1                 | 3,7                       | 1020,2                      |                          |
| 23:05                     | 83,2                 | 4,1                       | 1020,3                      |                          |
| 23:10                     | 84,5                 | 4,5                       | 1020,4                      |                          |
| 23:15                     | 85,7                 | 2,6                       | 1020,3                      |                          |
| 23:20                     | 86,5                 | 3,7                       | 1020,3                      |                          |
| 23:25                     | 85,6                 | 3,8                       | 1020,2                      |                          |
| 23:30                     | 87,2                 | 3,7                       | 1020,3                      |                          |
| 23:35                     | 88,1                 | 3,7                       | 1020,3                      |                          |
| 23:40                     | 86,8                 | 3,6                       | 1020,3                      |                          |
| 23:45                     | 83,7                 | 3,5                       | 1020,3                      |                          |
| 23:50                     | 78,9                 | 3,7                       | 1020,2                      |                          |
| 23:55                     | 82,7                 | 3,9                       | 1020,3                      |                          |
|                           |                      |                           |                             |                          |
|                           |                      |                           |                             |                          |
|                           |                      |                           |                             |                          |

Figura 9.24 – Registro de datos (Página 5/5)



## 9.5 Acta de ensayos

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

**ESTUDIOS ELECTRICOS**   
 ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

### ACTA DE ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

|                                           |                                                                  |           |                                   |
|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-----------|-----------------------------------|
| Fecha                                     | 16/06/2021                                                       | Empresa   | Elektra Generación SA - CT Chiloé |
| ID Proyecto                               | EE-2021-017                                                      | Ubicación | Quellón, Chile                    |
| Nº total de unidades                      | nueve (9) moto-generadores Diesel Caterpillar PRIME modelo 3512. |           |                                   |
| Denominación de las unidades bajo pruebas | G1, G5 y G9                                                      |           |                                   |

**Responsables durante la prueba**

| Empresa                               | Nombre                                                                   | Firmas |
|---------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|--------|
| Elektra Generación SA<br>(Coordinado) | Alejandro Larenas - Gerente General                                      |        |
|                                       | Rigoberto Ferrer - Operaciones                                           |        |
| Coordinador Eléctrico<br>Nacional     | Roberto Moller - Ingeniero del Departamento de Control de la Operación   |        |
|                                       | Eduardo González - Ingeniero del Departamento de Control de la Operación |        |
|                                       | Cristian Reyes - Ingeniero del Departamento de Control de la Operación   |        |
| Estudios Eléctricos                   | Federico Garcia - Experto Técnico                                        |        |

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

Figura 9.25 – Acta de ensayos (Página 1/4)



**ESTUDIOS ELECTRICOS**   
ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

**Datos de las unidades**

|                                 |      |                                     |        |
|---------------------------------|------|-------------------------------------|--------|
| Potencia aparente nominal [kVA] | 1500 | Corriente de estator nominal [A]    | 2165.1 |
| Tensión de estator nominal [V]  | 400  | Factor de potencia nominal          | 0.8    |
| Potencia activa máxima [kW]     | 1000 | Corriente de excitación nominal [A] | 6.99   |
| Mínimo Técnico [kW]             | 600  | Tensión de excitación nominal [V]   | 32.28  |

**Datos de la prueba**

|                                                 |                           |                                              |                        |
|-------------------------------------------------|---------------------------|----------------------------------------------|------------------------|
| Estado previo de las unidades                   | Detenidas                 | Arranque de la primer unidad<br>(fecha-hora) | 16/06/2021<br>18:02 Hs |
| Inicio del período de estabilización            | 18:25 Hs                  | Fin del período de estabilización            | 18:45 Hs               |
| Inicio del período de prueba<br>Potencia Máxima | 18:45 Hs                  | Fin del período de prueba<br>Potencia Máxima | 23:55 Hs <sup>1</sup>  |
| Protocolo aplicable                             | EE-EN-2021-1116-<br>Rev B | Desvíos del protocolo                        | Si.                    |

**Instrumental**

| Magnitud                                      | Descripción de equipos y punto de conexión                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Potencia Neta                                 | ION 8650 – 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<br>Unidad G9              | ION 8650 – N° Serie: MW-1811A713-02. Conectado a TTCC externos clase 0.5, relación de transformación 3000/5 y la medición de tensión se realiza directo sobre la barra de 400 V. |
| Potencia Bruta y FP<br>Unidad G5              | ION 8650 – N° Serie: MW-1311A373-01. Conectado a TTCC externos clase 0.5, relación de transformación 3000/5 y la medición de tensión se realiza directo sobre la barra de 400 V. |
| Potencia Bruta y FP<br>Unidad G1              | ION 8650 – N° Serie: MW-1210A672-01. Conectado a TTCC externos clase 0.5, relación de transformación 3000/5 y la medición de tensión se realiza directo sobre la barra de 400 V. |
| Potencia SSAA                                 | No se mide.                                                                                                                                                                      |
| Humedad relativa y<br>temperatura<br>ambiente | CHY 820W – N° Serie: 200017. Estación meteorológica externa instalada en planta.                                                                                                 |

<sup>1</sup> Durante las pruebas la unidad G7 salió de servicio por tiempo aproximado de 7 minutos. Para completar el periodo de prueba de 5 horas, se consideró estirar las pruebas por 10 minutos más.



**ESTUDIOS ELECTRICOS**   
ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

**Valores preliminares**

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

| Período                   | 1       | 2       | 3       | 4       | 5       |
|---------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Unidad G1<br>P.Bruta [kW] | 1015.63 | 1015.7  | 1015.87 | 1014.62 | 1014.62 |
| Unidad G5<br>P.Bruta [kW] | 1043.61 | 1043.67 | 1043.14 | 1041.81 | 1041.62 |
| Unidad G9<br>P.Bruta [kW] | 1024.51 | 1025.42 | 1025.55 | 1024.71 | 1024.47 |
| P. Neta [kW]              | 9083.91 | 9047.25 | 9086.97 | 9067.06 | 9065.18 |

Para el mismo período la temperatura ambiente experimento una variación entre 7.8°C y 3.9°C.

**Observaciones**

Desvíos del protocolo:

- Factor de potencia: 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.
- En las pruebas de Consumo Específico de la unidad G1 se observó que la medición de potencia bruta era menor a la potencia neta. Es por ello que, previo al inicio de las pruebas de potencia máxima se considera necesario que personal de Tecnoled verifique la instalación del medidor de potencia bruta y de los TTCC externos instalados en la unidad G1.  
Efectivamente, personal de Tecnoled detecta que un TTCC se había movido de posición lo que podría haber originado la diferencia de potencia encontrada. Una vez corregido esto, se pone en servicio a la unidad G1 en 600 kW por 5 minutos para verificar los registros de potencia neta y bruta. Analizando los registros se observa que a partir de los 200 kW se invierte nuevamente la medida de potencia, resultando que la  $P_{neta} > P_{bruta}$ .  
Se vuelve a realizar la verificación cambiando el medidor instalado en G1 (n/s: MW-1210A672-01) por el de respaldo (n/s: PT-1106B209-01). Nuevamente se observa la misma diferencia en las mediciones de potencia, resultando  $P_{neta} > P_{bruta}$ .  
Por último, personal de Tecnoled verifica que los TTCC estén correctamente instalados ya que son de núcleo partido y conecta nuevamente el medidor n/s: MW-1210A672-01 en G1. Se realiza otra prueba y se observa en menor medida la misma diferencia  $P_{neta} > P_{bruta}$ .
- Como esta diferencia es mínima, del orden de los 10 kW, y solo fue detectada en uno de los medidores de potencia bruta (G1) se decide continuar con la prueba de Potencia Máxima.
- La potencia bruta resultante a nivel planta será el promedio de la potencia bruta de las 3 unidades seleccionadas multiplicado por número total de unidades de la central, por lo que la diferencia encontrada no afectaría sensiblemente el resultado de las pruebas.

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

Figura 9.27 – Acta de ensayos (Página 3/4)





## ESTUDIOS ELECTRICOS

### ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

Desarrollo de la prueba: La prueba de Potencia Máxima se realizó con todas las unidades de la central operando de forma simultánea. Para el registro de la potencia bruta se seleccionaron 3 unidades (G1, G5 y G9).

Todas las unidades, excepto la unidad G7, logran controlar en forma estable su potencia en bornes desde la sincronización hasta el fin de la prueba. A las 20:00 hs la unidad G7 salió de servicio por un tiempo aproximado de 7 minutos. Para completar el periodo de prueba de 5 horas, se consideró estirar las pruebas por 10 minutos más. En total se registraron 5 horas y 10 minutos en condiciones de potencia máxima luego de finalizado el periodo de estabilización.

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

Estabilidad durante las pruebas: Se observó operación estable de todas las unidades. El análisis preciso de la estabilidad en todas las variables establecidas será realizado en el informe final.

#### Comentarios:

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

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

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

Conclusiones: Se verificó con éxito que todas las unidades de la central pueden operar a máxima potencia por un período superior a las 5 horas requeridas en el Anexo Técnico. Se obtuvieron los datos necesarios para realizar el cálculo formal del valor de Potencia Máxima.

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

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



## 9.6 Análisis de combustible

### INFORME DE LABORATORIO CONTROL DE CALIDAD

Camino Melipilla 11920, Santiago

1 / 1



#### MUESTRA ESPECIAL DIESEL

|                                     |                  |                         |            |
|-------------------------------------|------------------|-------------------------|------------|
| <b>Procedencia Muestra:</b>         | Planta Puroo     | <b>Fecha Obtención:</b> | 16/06/2021 |
| <b>Tipo de Control:</b>             | Muestra Especial | <b>Fecha Recepción:</b> | 09/07/2021 |
| <b>Tipo de Muestra:</b>             | Fondo            | <b>Fecha Informe:</b>   | 09/07/2021 |
| <b>N° Informe:</b>                  | 54964            | <b>N° Estanque:</b>     | TK 401     |
| <b>Lote de Inspeccion SAP:</b>      | 890000148357     | <b>Volumen m3:</b>      |            |
| <b>Lote de Inspeccion Starlims:</b> | C00054964        |                         |            |

| ENSAYO                            | METODO | ESPECIFICACIONES |      | RESULTADO   | UNIDAD |
|-----------------------------------|--------|------------------|------|-------------|--------|
|                                   |        | MIN              | MAX  |             |        |
| Apariencia                        | VISUAL |                  |      | Limpio/Seco |        |
| API 60°F/60°F                     | D 4052 |                  |      | 38,1        |        |
| Densidad a 15°C                   | D 4052 | 0,82             | 0,85 | 0,8340      | Kg/Lts |
| Azufre (S)                        | D 5453 |                  | 15   | 11          | ppm    |
| <b>Curva de Destilación</b>       |        |                  |      |             |        |
| IBP                               | D 86   |                  |      | 163,9       | °C     |
| 10%                               | D 86   |                  |      | 197,7       | °C     |
| 50%                               | D 86   |                  |      | 267,0       | °C     |
| 90%                               | D 86   | 282              | 350  | 339,7       | °C     |
| EP                                | D 86   |                  |      | 364,2       | °C     |
| Residuo                           | D 86   |                  |      | 1,8         | %      |
| Pérdida                           | D 86   |                  |      | 0,5         | %      |
| Recogido                          | D 86   |                  |      | 97,7        | %      |
| Indice de Cetano Calculado        | D 976  |                  |      | 51,8        |        |
| Punto de Inflamación Copa Cerrada | D 93   | 52               |      | 57,0        | °C     |
| Agua y Sedimento                  | D 2709 |                  | 0,05 | <0,01       | %v     |
| CALORSUP                          | D 4868 |                  |      | 45,8        | MJ/kg  |
| CALORINF                          | D 4868 |                  |      | 42,9        | MJ/kg  |

#### OBSERVACIONES

Muestra especial PD Elektra Gen Quellón.- --

Volumen 11500 litros tk -1...

Lote 890000148357 - Muestra cumple especificaciones. en parametros medidos. Cliente:

Elektra Gen Quellon Fondo

**Ma. Gladys Rodriguez Z.**  
**Laboratorio Central de Combustibles**  
**Compañía de Petróleos de Chile COPEC S.A.**

Los resultados de ensayos reportados en el presente informe han sido ejecutados bajo los controles establecidos por el sistema de gestión de calidad aprobado por Bureau Veritas Certification conforme con ISO 9001 : 2015

Figura 9.29 – Análisis de combustible



## 9.7 Registro fotográfico

Se muestran imágenes de los equipos de medición externo

### 9.7.1 Potencia neta



Figura 9.30 – Medidor de potencia neta





## 9.7.2 Potencia bruta/FP

### Unidad G1



Figura 9.31 – Medidor de potencia bruta/FP unidad G1



## Unidad G5



Figura 9.32 – Medidor de potencia bruta/FP unidad G5



## Unidad G9

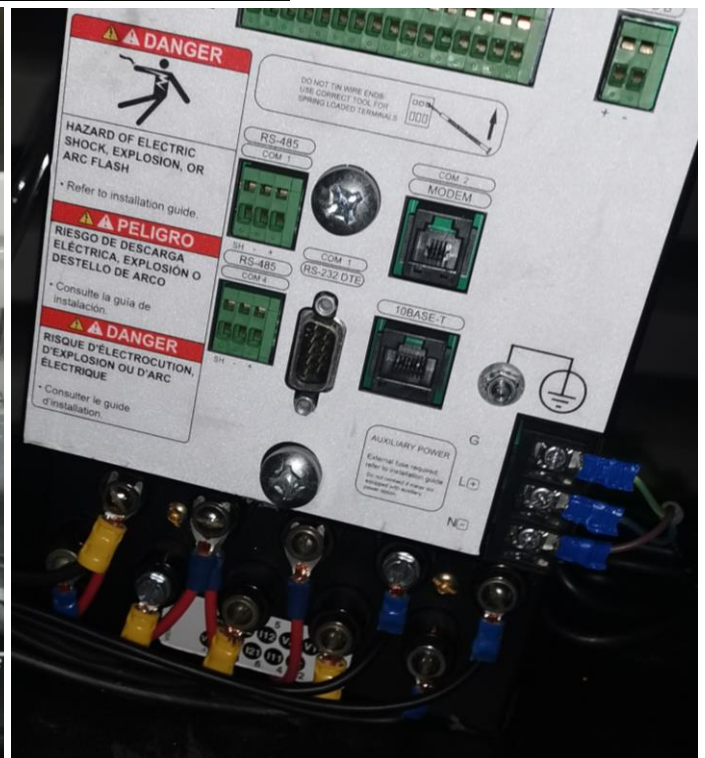
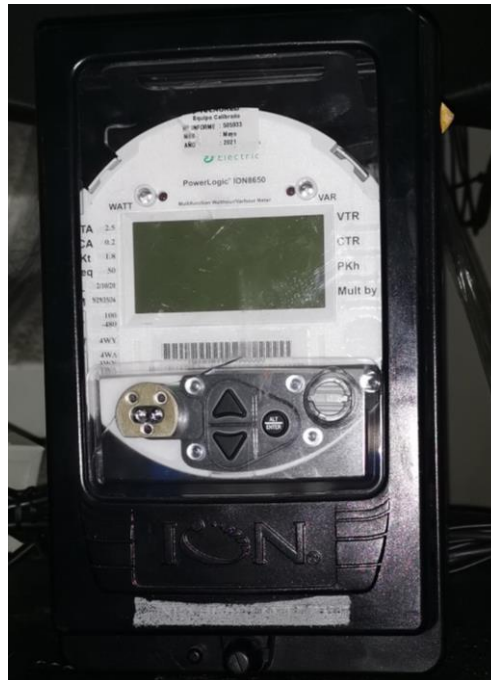


Figura 9.33 – Medidor de potencia bruta/FP unidad G9





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

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



Figura 9.34 – Conexión TTCC externos



Figura 9.35 – Conexión sobre la barra de 400 V



### 9.7.3 Estación meteorológica



Figura 9.36 – Estación meteorológica



Esta página ha sido intencionalmente dejada en blanco