

**Empresa**  
**País**  
**Proyecto**  
**Descripción**

Coordinador Eléctrico Nacional  
Chile  
C.H. La Mina  
Informe de Pruebas de Potencia  
Máxima



**CÓDIGO DE PROYECTO** EE-2023-139  
**CÓDIGO DE INFORME** EE-EN-2023-1653  
**REVISIÓN** A

**22 dic. 23**



Este documento **EE-EN-2023-1653-RA** fue preparado para Coordinador Eléctrico Nacional por el Grupo Estudios Eléctricos.

Para consultas técnicas respecto del contenido del presente comunicarse con:

**Ing. Claudio Celman**  
Sub-Gerente Dpto. Ensayos  
[claudio.celman@estudios-electricos.com](mailto:claudio.celman@estudios-electricos.com)

**Ing. Andrés Capalbo**  
Sub-Gerente Dpto. Ensayos  
[andres.capalbo@estudios-electricos.com](mailto:andres.capalbo@estudios-electricos.com)

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

Informe realizado en colaboración con todas las empresas del grupo: **Estudios Eléctricos S.A., Estudios Eléctricos Chile, Estudios Eléctricos Colombia y Electrical Studies Corp.**

Este documento contiene 82 páginas y ha sido guardado por última vez el 22/12/2023 por Federico Deledda; sus versiones y firmantes digitales se indican a continuación:

<b>Revisión</b>	<b>Fecha</b>	<b>Comentarios</b>	<b>Realizó</b>	<b>Revisó</b>	<b>Aprobó</b>
A	22.12.2023	Para presentar.	FD/FG	AC	PR

Todas las firmas digitales pueden ser validadas y autenticadas a través de la web de Estudios Eléctricos; <http://www.estudios-electricos.com/certificados>.



<b>1</b>	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>RESUMEN EJECUTIVO</b> .....	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>OBJETIVO GENERAL Y RESPONSABLES DE LA PRUEBA</b> .....	<b>7</b>
	3.1 Objetivo .....	7
	3.2 Condiciones de ensayos remotos .....	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
<b>4</b>	<b>DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD Y CONDICIONES DE PRUEBA</b> .....	<b>9</b>
	4.1 Descripción general de la planta .....	9
	4.2 Descripción de la unidad de generación .....	11
	4.3 Condiciones de referencia y curvas de corrección .....	17
	4.3.1 Curva de corrección.....	18
	4.3.2 Metodología de corrección .....	19
	4.4 Instrumentación y mediciones .....	19
	4.4.1 Metodología .....	23
	4.4.2 Instrumentación principal.....	24
	4.4.3 Mediciones complementarias.....	25
	4.5 Estimación de pérdidas y consumos propios de las unidades .....	26
	4.5.1 Consumos propios de los servicios auxiliares y transformadores de excitación	27
	4.5.2 Pérdidas en el transformador principal .....	29
<b>5</b>	<b>REALIZACIÓN DE LA PRUEBA</b> .....	<b>30</b>
	5.1 Chequeos preliminares .....	30
	5.2 Desarrollo de las pruebas .....	30
	5.2.1 Verificaciones previas.....	30
	5.3 Condiciones previas al inicio de los ensayos .....	31
	5.4 Incremento de potencia, estabilización e inicio de la prueba .....	33
	5.5 Periodo de prueba .....	35
<b>6</b>	<b>CALCULOS REALIZADOS Y RESULTADOS</b> .....	<b>37</b>
	6.1 Reducción de datos y estabilidad .....	37
	6.2 Determinación de la potencia bruta y de pérdidas totales .....	37
	6.2.1 Determinación de la potencia de pérdidas y consumos propios .....	39
	6.2.2 Desglose de la potencia de pérdidas totales .....	42
	6.3 Correcciones aplicables a la potencia bruta .....	43
	6.4 Cálculo de la Potencia Neta corregida .....	46
	6.5 Cálculo del promedio final .....	48
	6.6 Tabla Resumen general .....	50
	6.7 Incertidumbre .....	53
<b>7</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>55</b>
<b>8</b>	<b>NORMATIVA</b> .....	<b>57</b>
<b>9</b>	<b>ANEXOS</b> .....	<b>58</b>
	9.1 Hoja de datos del generador .....	58
	9.2 Datos característicos del Transformador Principal .....	60
	9.3 Puntos de medición .....	61
	9.3.1 Potencia bruta U1 .....	61
	9.3.2 Potencia bruta U2.....	63
	9.3.3 Potencia neta .....	65
	9.4 Instrumental de medición.....	67
	9.4.1 Potencia bruta/FP .....	67
	9.4.2 Potencia neta .....	70
	9.5 Actas de ensayos.....	72



# 1 INTRODUCCIÓN

El presente documento describe las tareas, ensayos y cálculos realizados para obtener el valor de Potencia Máxima de la Unidad 1, la Unidad 2 y de la central completa para la Central Hidroeléctrica La Mina en los términos establecidos en el “ANEXO TÉCNICO: Pruebas de Potencia Máxima en Unidades Generadoras”.

Para la ejecución de las pruebas se siguió el protocolo:

*EE-EN-2023-1436-RB\_Procedimiento\_Potencia\_Maxima\_CH\_La\_Mina*

La Central Hidroeléctrica La Mina, perteneciente a la Empresa Generadora Colbún S.A. y ubicada en la comuna de San Clemente, región del Maule, está conformada por dos unidades de generación compuesta cada una por una turbina tipo Francis marca Power Machine de 17,25 MW de capacidad, vinculada a un generador Power Machines - OJSC.



## 2 RESUMEN EJECUTIVO

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

Finalmente, se diseñó una alternativa que permitió realizar la determinación buscada en las mejores condiciones técnicas posibles. Para esto, se han utilizado los equipos medidores de planta para las mediciones de potencia bruta, potencia neta y de las pérdidas y consumos propios.

Las pruebas de la Unidad 1, la Unidad 2 y central completa se realizaron los días 29 y 30 de noviembre y 1 de diciembre de 2023. Todas las pruebas fueron realizadas en presencia de Julián Eduardo Larrea Moraga, José Joaquín Canihuán Fuentes y Jorge Cabello Albornoz (Empresa Generadora Colbún S.A.) y Federico García como Experto Técnico (Estudios Eléctricos).

Durante el período de cada una de las pruebas se verificó que las unidades logren controlar en forma estable su potencia en bornes desde la sincronización hasta el fin de la prueba. En total se registraron 5 horas en condiciones de potencia máxima, luego de finalizado el período de estabilización. Durante el desarrollo de las pruebas se operó la respectiva unidad a máxima potencia con regulación de frecuencia operativa.

*Nota: Para las pruebas de a central completa no fue posible operar con un factor de potencia de 0.95 debido a limitaciones de máxima tensión en la barra de SSAA que no permitieron aumentar la inyección de reactivos para lograr dicho valor. Por esta razón, se operó en un factor de potencia cercano a 0.99 en toda la prueba.*

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

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

Finalmente, se determinaron los siguientes valores de **Potencia Máxima Bruta** de la Central Hidroeléctrica La Mina con el siguiente desglose de valores:



Resumen de resultados CH La Mina - Unidad 1		
Potencia Máxima	Bruta Medida [MW]	18,8702
	<b>Bruta Corregida [MW]</b>	<b>18,9755</b>
	Neta Medida [MW]	18,7442
	<b>Neta Corregida [MW]</b>	<b>18,7685</b>
Pérdidas y consumos internos	Consumos de SSAA [kW]	25,815
	Consumos de SSAA No esenciales [kW]	25,815
	Pérdidas en transformador principal [kW]	68,99
	Pérdidas en transformadores de excitación [kW]	106,79
	Pérdidas en la red interna [kW]	5,32
	<b>Pérdidas totales [kW]</b>	<b>232,73</b>

Tabla 2-1 – Resumen resultados – Unidad 1

Resumen de resultados CH La Mina - Unidad 2		
Potencia Máxima	Bruta Medida [MW]	18,6572
	<b>Bruta Corregida [MW]</b>	<b>18,7677</b>
	Neta Medida [MW]	18,5358
	<b>Neta Corregida [MW]</b>	<b>18,5595</b>
Pérdidas y consumos internos	Consumos de SSAA [kW]	22,55
	Consumos de SSAA No esenciales [kW]	22,55
	Pérdidas en transformador principal [kW]	68,51
	Pérdidas en transformadores de excitación [kW]	109,31
	Pérdidas en la red interna [kW]	7,75
	<b>Pérdidas totales [kW]</b>	<b>230,67</b>

Tabla 2-2 – Resumen resultados – Unidad 2

Resumen de resultados CH La Mina - Central Completa		
Potencia Máxima	Bruta Medida [MW]	37,2404
	<b>Bruta Corregida [MW]</b>	<b>37,3741</b>
	Neta Medida [MW]	36,9612
	<b>Neta Corregida [MW]</b>	<b>36,9315</b>
Pérdidas y consumos internos	Consumos de SSAA [kW]	47,91
	Pérdidas en transformador principal [kW]	219,85
	Pérdidas en transformadores de excitación [kW]	163,51
	Pérdidas en la red interna [kW]	11,38
	<b>Pérdidas totales [kW]</b>	<b>442,65</b>

Tabla 2-3 – Resumen resultados – Central completa



## 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 de ensayos remotos

Según lo acordado con el Coordinador y Coordinado, 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 Hidroeléctrica La Mina los inspectores sustitutos fueron Julián Eduardo Larrea Moraga, quien se desempeña como Ingeniero Especialista Subgerencia de Sistemas Eléctricos, José Joaquín Canihuán Fuentes, quien se desempeña como Supervisor de Operaciones complejo Colbún, Jorge Cabello Albornoz, quien se desempeña como Asistente de Operaciones complejo Colbún.

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

### 3.3 Experto Técnico

La empresa Estudios Eléctricos fue seleccionada para llevar adelante los ensayos y tareas relacionadas con la determinación de la Potencia Máxima de la Unidad 1 y la Unidad 2 de la Central Hidroeléctrica La Mina. El Experto Técnico designado fue el Ing. Federico García, responsable de desarrollar el protocolo de pruebas, supervisar la ejecución de todas las actividades descritas en el mismo y redactar el presente informe.

### 3.4 Representante empresa generadora

Por parte de la Empresa Generadora Colbún S.A., el Coordinado, estuvieron presente durante las pruebas los inspectores sustitutos Julián Eduardo Larrea Moraga, quien se desempeña como Ingeniero Especialista Subgerencia de Sistemas Eléctricos, José Joaquín Canihuán Fuentes, quien se desempeña como Supervisor de Operaciones complejo Colbún, Jorge Cabello Albornoz, quien se desempeña como Asistente de Operaciones complejo Colbún.



### **3.5 Representante del Coordinador Eléctrico Nacional**

Sin participantes durante las pruebas.

### **3.6 Observador de otro Coordinado**

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





## 4 DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD Y CONDICIONES DE PRUEBA

### 4.1 Descripción general de la planta

La Central Hidroeléctrica La Mina, perteneciente a la Empresa Generadora Colbún S.A. y ubicada en la comuna de San Clemente, región del Maule, está conformada por dos unidades de generación compuesta cada una por una turbina tipo Francis marca Power Machine de 17.25 MW de capacidad, vinculada a un generador Power Machines - OJSC.

A continuación, se presenta el plano de disposición general de la central C.H. La Mina.

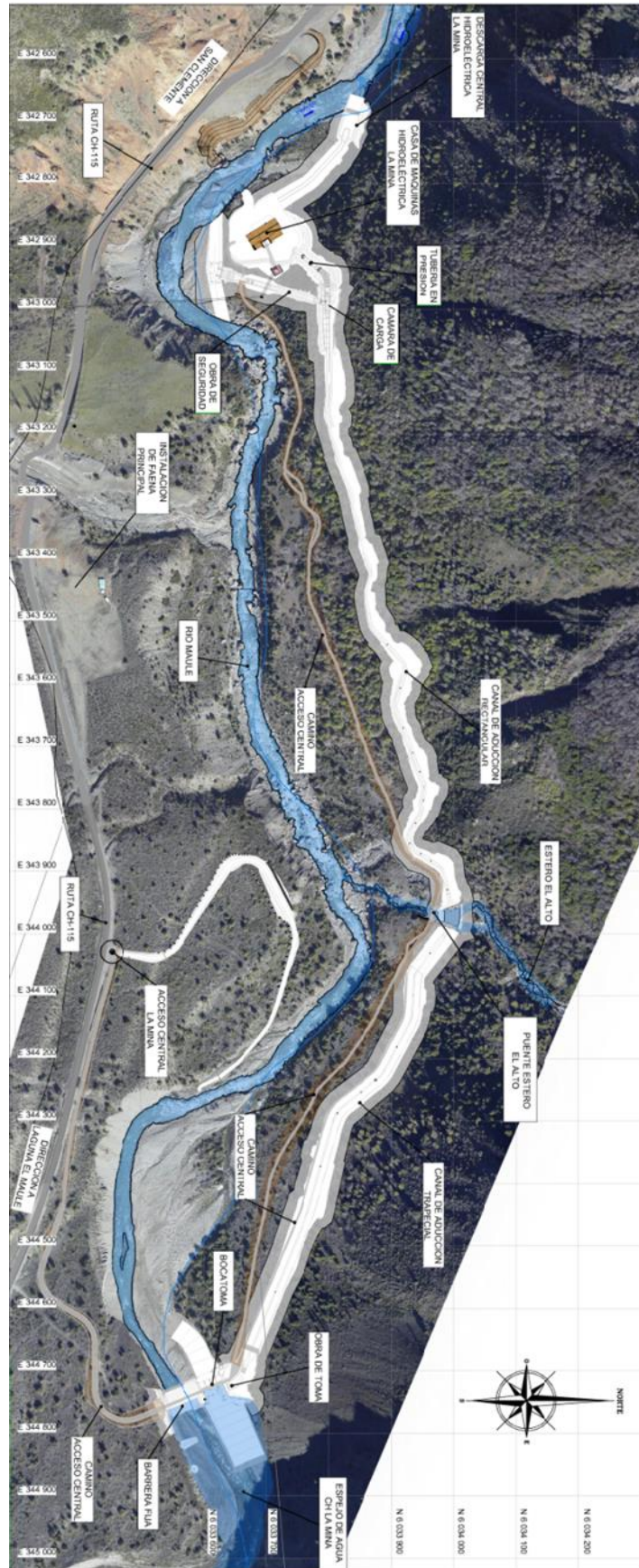


Figura 4-1 – Planta General – CH La Mina



## 4.2 Descripción de la unidad de generación

Las turbinas hidráulicas son marca Power Machines, modelo PO-65-B-190 de 17.25 MW de capacidad y están vinculadas a dos generadores Power Machines tipo CB-471/55-18, juntos entregan una potencia bruta aproximada de 37.16 MW.

A continuación, se presenta el diagrama unilineal general de la Central Hidroeléctrica La Mina

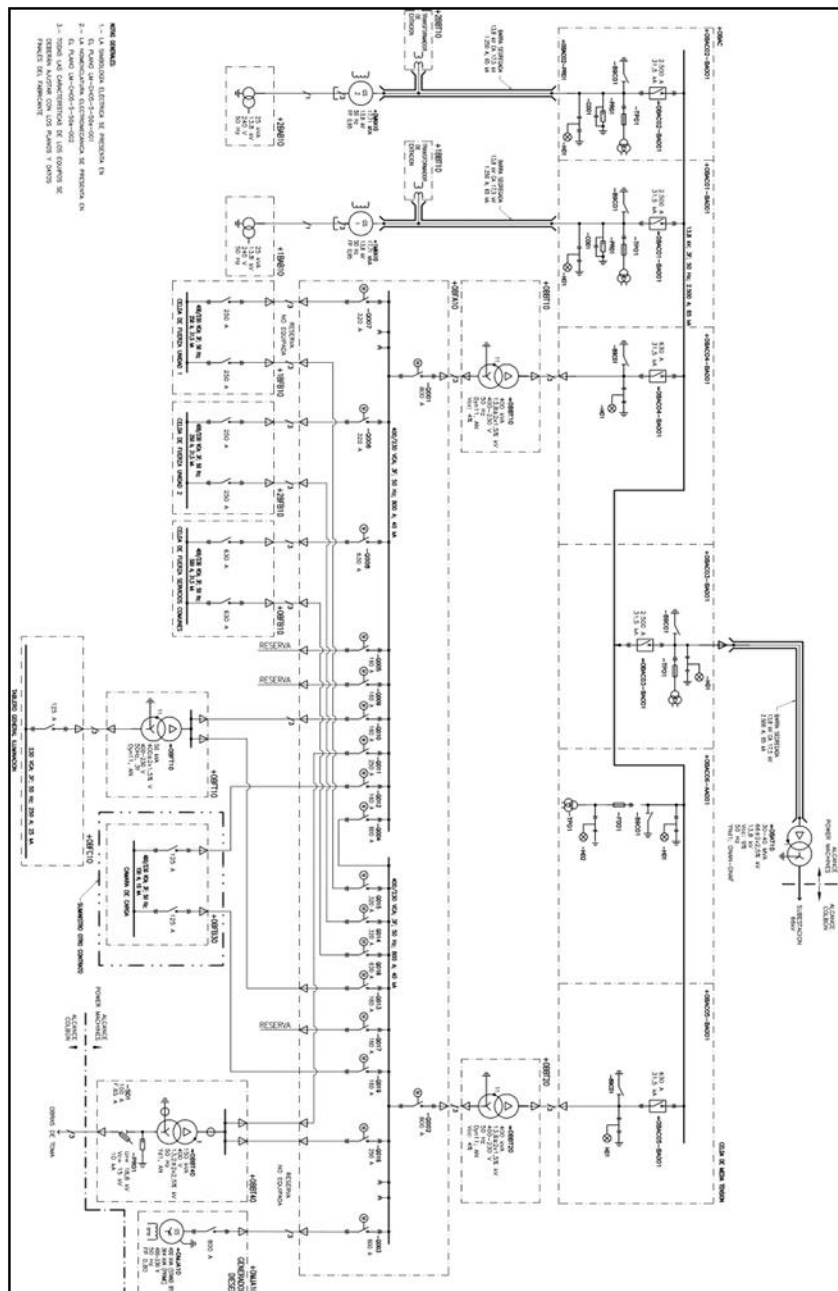


Figura 4-2 – Diagrama unilineal punto de conexión con el Sistema



Se presenta el diagrama unilineal del punto de conexión de la unidad con el Sistema, a través de la SE Río Colorado 66 kV

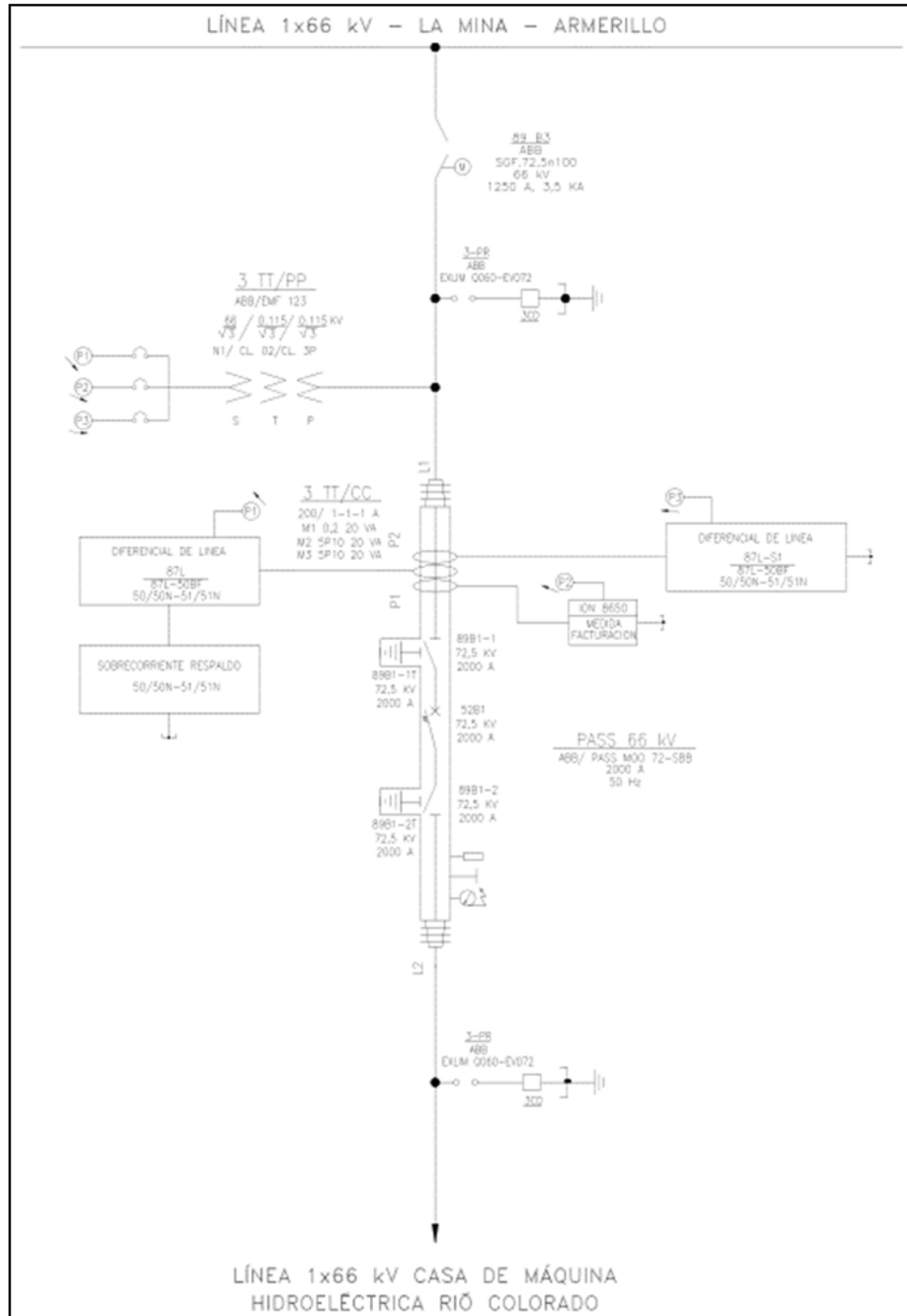


Figura 4-3 – Diagrama unilineal punto de conexión con el Sistema







Se presenta a continuación el diagrama unilineal de los servicios auxiliares.

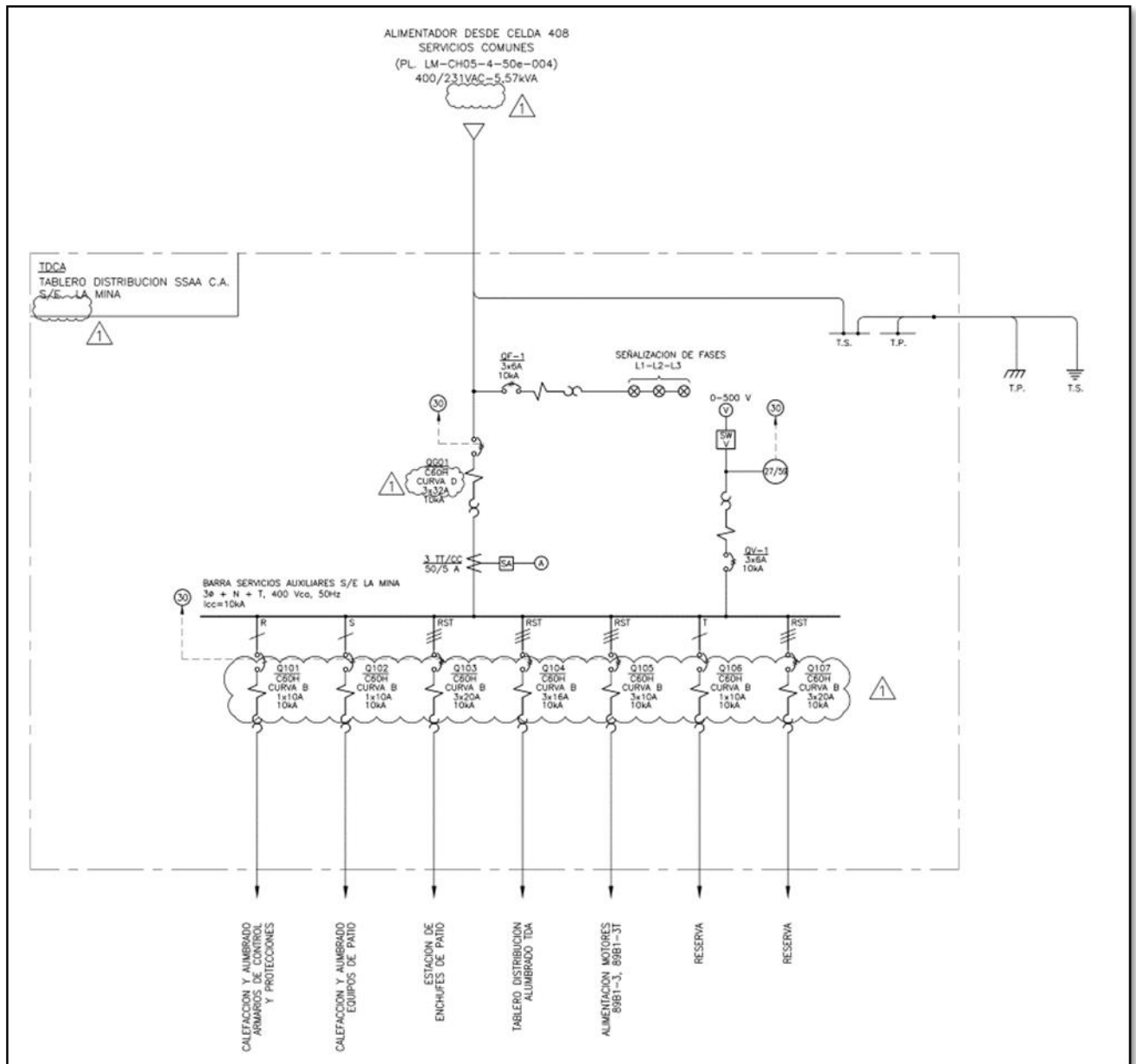


Figura 4-5 – Diagrama unilineal de las cargas asociadas al proceso de planta (1/2)





A continuación, se presentan los datos característicos de placa del generador y turbina de una unidad.

POWER MACHINES		ELECTROSILA	
NÚMERO DE FABRICACIÓN		364698	
AÑO DE FABRICACION		2016	
CANTIDAD DE FASES		3	
POTENCIA NOMINAL/MÁXIMA PERMANENTE		17,71/20,90 MVA	
TENSIÓN NOMINAL		13,8 kV	
CORRIENTE ESTATÓRICA NOMINAL/MÁXIMA		0,741/0,874 kA	
FRECUENCIA		50 Hz	
FACTOR DE POTENCIA NOMINAL		0,95	
VELOCIDAD NOMINAL		333,33 rev/min	
VELOCIDAD DE EMBALAMIENTO		660 rev/min	
SENTIDO DE ROTACION (PLANTA)		CONTRA DE MARCHA DE RELOJ	
ELEVACIÓN DE TEMPERATURA NOMINAL/MÁXIMA		60/75 K	

Figura 4-7 – Datos de placa de generador

LENINGRADSKY METALLICHESKY ZAVOD		POWER MACHINES	
<b>TURBINA HIDRAULICA PO 65-B-190</b>			
TURBINA TIPO		FRANCIS	
POTENCIA NOMINAL, KW		17250	
ALTURA NETA MÁXIMA, M		63,77	
ALTURA NETA DISEÑO, M		61,75	
VELOCIDAD NOMINAL, RPM		333,3	
VELOCIDAD DE EMBALAMIENTO, RPM		660	
NÚMERO FABRIL DE LA TURBINA		**	
AÑO DE FABRICACIÓN		2016	
<b>HECHO EN RUSIA</b>			

Figura 4-8 – Datos de placa de turbina





### 4.3 Condiciones de referencia y curvas de corrección

A partir de los resultados de la información suministrada por el fabricante y datos característicos de la Central, se consideran los siguientes valores de potencia máxima esperables para las unidades de la Central Hidroeléctrica La Mina.

<i>Unidad</i>	<i>Potencia [MW]</i>
<b>La Mina – U1</b>	17.71
<b>La Mina – U2</b>	17.71

Tabla 4-1 – Valores base de potencia para cada unidad

De acuerdo con los parámetros declarados, la potencia máxima bruta esperable de la Central Hidroeléctrica La Mina es de 37.16 MW.

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.

<i>Parámetro de corrección</i>	<i>Valor nominal</i>
<b>Factor de potencia</b>	0.95 (lagging)

Tabla 4-2 – Condiciones nominales de referencia



### 4.3.1 Curva de corrección

#### Corrección por Factor de potencia

De acuerdo con la información provista por el fabricante no disponen de curvas de corrección de la potencia por factor de potencia, por lo que se utiliza el antecedente de una máquina similar. Se utilizó la siguiente curva disponible públicamente<sup>1</sup>.

Los rendimientos del generador, según los datos del fabricante, son los siguientes:

Porcentaje de carga (%)	110	100	90	80	70	60	50
Rendimiento (%) para $\cos \phi = 0,85$	98,51	98,51	98,48	98,43	98,35	98,22	98,02
Rendimiento (%) para $\cos \phi = 1,00$	98,82	98,81	98,78	98,73	98,67	98,56	98,38

Tabla 4-3 – Rendimientos del generador según  $\cos \phi$

Que gráficamente se representan a continuación:

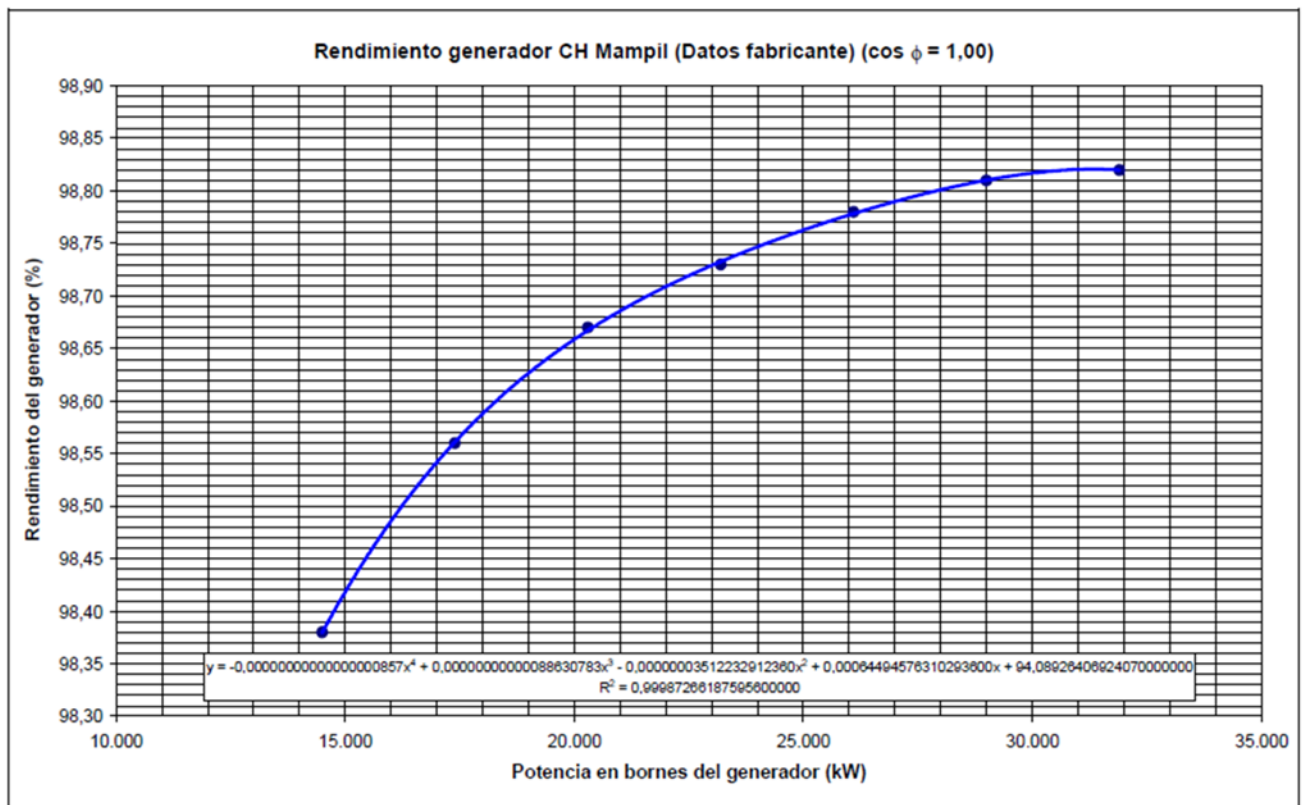


Figura 4-9 – Curva de corrección por factor de potencia

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



### 4.3.2 Metodología de corrección

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

## 4.4 Instrumentación y mediciones

Según lo establecido en el Artículo 37 del Anexo Técnico, las mediciones de potencia y factor de potencia deberán realizarse con instrumentos clase 0.2.

En la Figura 4-10 y en la Figura 4-11 se presentan los diagramas unilineales de cada unidad donde se distinguen los elementos disponibles en este caso.

En la Figura 4-12 se presenta el diagrama unilineal de la barra de salida de 66 kV perteneciente a la SE La Mina donde se distinguen los transformadores de medida utilizados para la medición de la potencia neta.

Considerando este diagrama junto con el levantamiento de información realizado, los requerimientos del Anexo Técnico se describe la metodología propuesta.

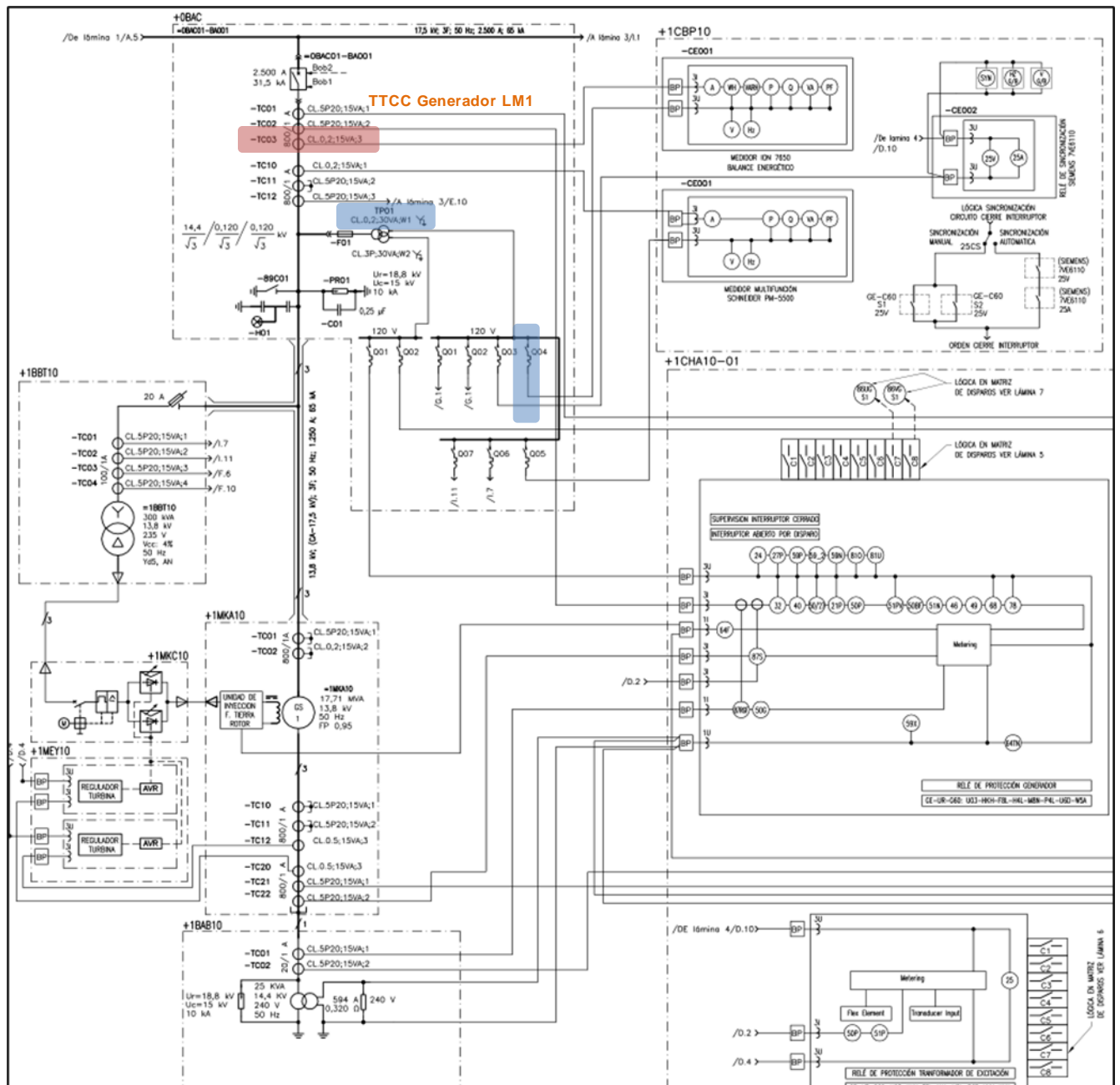


Figura 4-10 – Unilineal de planta esquemático – Unidad 1

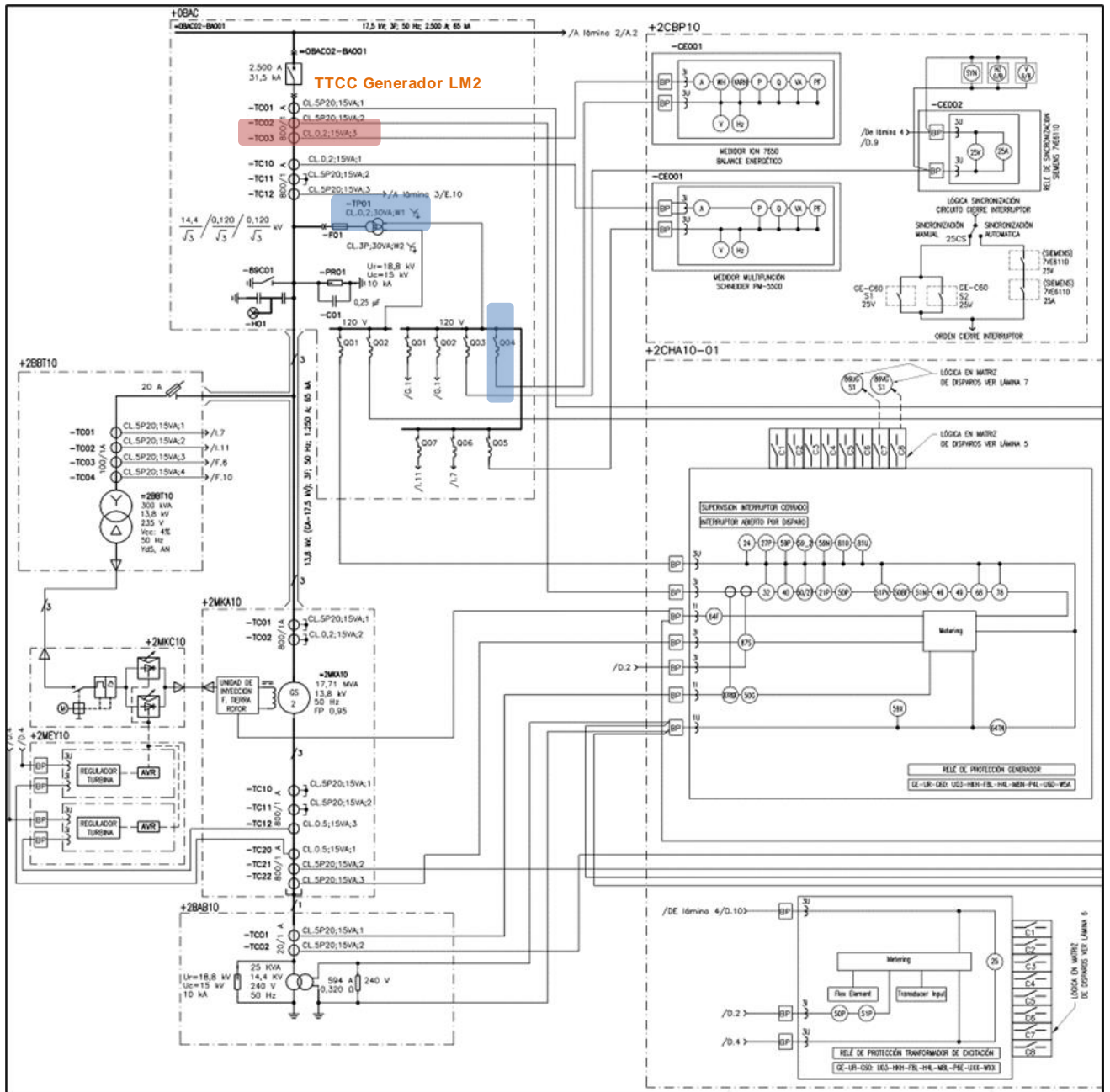


Figura 4-11 – Unilineal de planta esquemático – Unidad 2

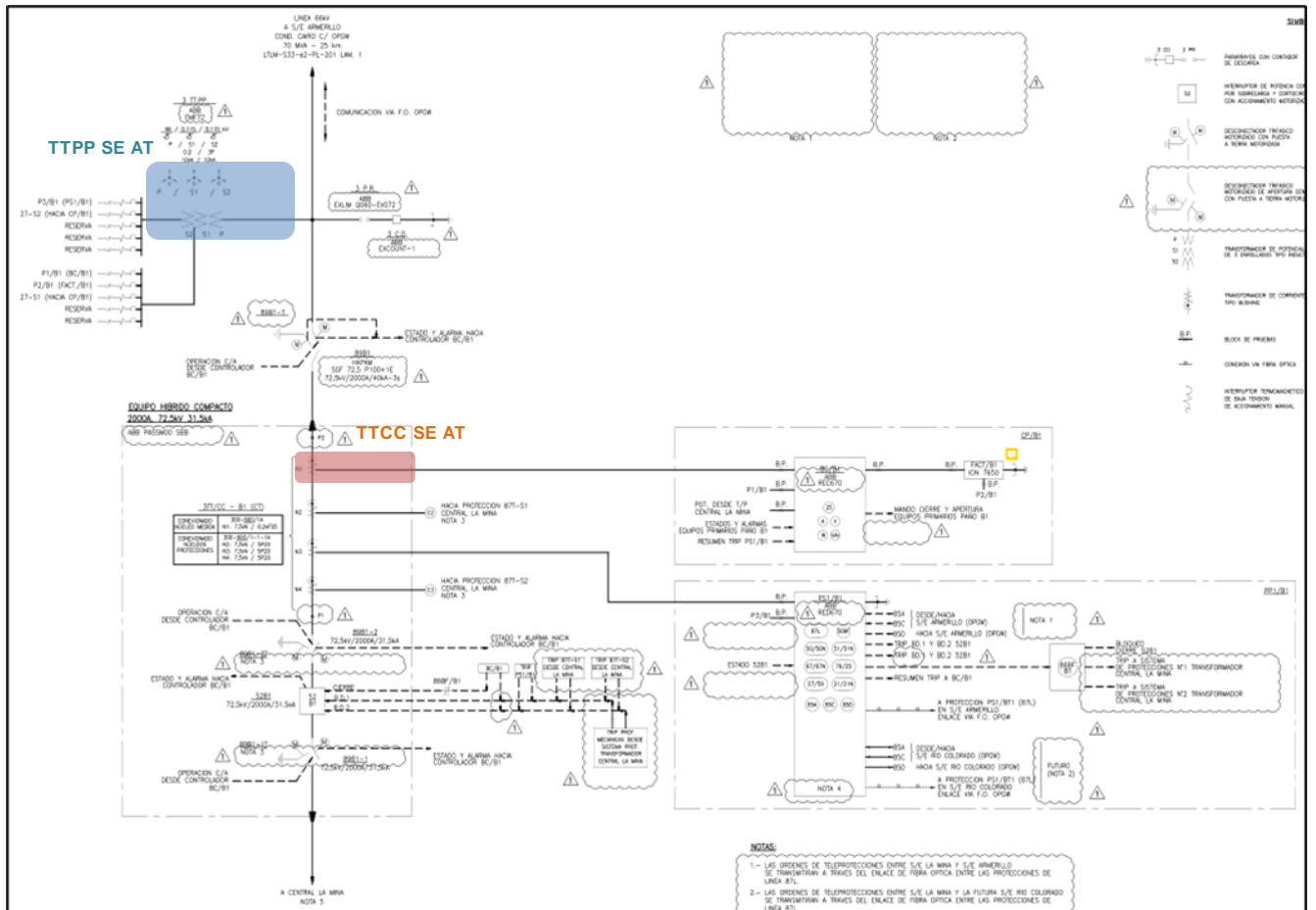


Figura 4-12 - Unilínea de planta esquemático – Salida de Barra 66 kV



#### 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 neta se midió a partir de un medidor ubicado en la SE La Mina 66kV.

Las pérdidas totales se calcularon indirectamente a partir de la diferencia obtenida entre la medición de potencia bruta y la medición de la potencia neta.

Para las mediciones de potencia bruta de cada unidad, se han utilizados los transformadores de instrumentación (PTs, CTs) que son clase 0.2 (Figura 4-10 y Figura 4-11). Para la medición de voltaje se utilizaron transformadores de tensión cuyas relaciones de transformación son 14.4/0.12 kV. Para la medición de corriente se utilizaron transformadores de corriente cuyas relaciones de transformación son 800/1 A.

Para las mediciones de potencia neta, los transformadores de instrumentación (PTs, CTs) son clase 0.2 (Figura 4-12). Para la medición de voltaje se utilizan transformadores de tensión cuyas relaciones de transformación son 14.4/0.12 kV. Para la medición de corriente se utilizan transformadores de corriente cuyas relaciones de transformación son 600/1 A.

Para la medición de potencia bruta de cada unidad y de potencia neta se utilizaron los medidores ION 7650 que el Coordinado posee en sus instalaciones. Los mismos son clase 0.2 y cumplen con las exigencias de precisión requeridas.

En la sección de anexo 9.3 se detallan los puntos desde donde se realizan las mediciones de cada variable, en tanto en la sección de anexo 9.4 se muestran los antecedentes técnicos y certificados de calibración asociados a los equipos de medición.



#### 4.4.2 Instrumentación principal

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

#	Magnitud	Instrumento	Tipo, clase y muestreo	Propietario y certificado	Ubicación	Tipo de Registro
1	Potencia activa bruta LM1	ION 7550 Serie: MJ-1608A358-05	A, 0.2, 1 min	Colbun Figura 9-12	Conectado a PTs CTs clase 0.2 (Figura 9-4)	Digital
2	Factor de potencia LM1	ION 7550 Serie: MJ-1608A358-05	A, 0.2, 1 min	Colbun Figura 9-12	Conectado a PTs CTs clase 0.2 (Figura 9-4)	Digital
3	Potencia activa bruta LM2	ION 7550 Serie: MJ-1608A359-05	A, 0.2, 1 min	Colbun Figura 9-13	Conectado a PTs CTs clase 0.2 (Figura 9-7)	Digital
4	Factor de potencia LM2	ION 7550 Serie: MJ-1608A359-05	A, 0.2, 1 min	Colbun Figura 9-13	Conectado a PTs CTs clase 0.2 (Figura 9-7)	Digital
5	Potencia activa neta	ION7550 Serie: MJ-1602A492-05	A, 0.2, 1 min	Colbun Figura 9-14	Conectado a PTs CTs clase 0.2 (Figura 9-10)	Digital

Tabla 4-4 – Instrumentación principal de potencia

Las características principales de estos equipos y sus certificados de calibración vigentes a la fecha de los ensayos pueden consultarse en el Anexo 9.4.

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





#### 4.4.3 Mediciones complementarias

Se muestra en la Tabla 4-5 el listado de señales disponibles en el SCADA de la central con los TAGS correspondientes:

<b>Variable Complementaria</b>	<b>TAGS</b>
Potencia activa total del generador [MW]	P_U1
Potencia reactiva [Mvar]	Q_U1
Factor de potencia [-]	FP_U1
Frecuencia [Hz]	Frecuencia_U1
Velocidad de turbina [RPM]	Velocidad U1
Tensión del generador [kV]	Tensión LL_U1
Corriente terminal [A]	Corriente fase Estatorica_U1
Tensión de campo [V]	Tensión de campo
Corriente de campo [A]	Corriente de campo
Posición distribuidor [%]	Apertura Distribuidor_U1
Presión tubería – Aguas arriba [BAR]	Pres Tub_U1_Arriba
Presión tubería – Aguas abajo [BAR]	Pres Tub_U1_Abajo
Caudal tubería [m3/seg]	Caudal Canal
Nivel embalse [msnm]	NIV_C.Carga
Nivel descarga [msnm]	NIV_Descarga_U1
Consumos SSAA T1 [kW]	+0BBT10 T1
Consumos SSAA T2 [kW]	+0BBT20 T2
Temperatura del devanado del estator U1 [°C]	RTD082, RTD083, RTD084, RTD085, RTD086, RTD087, RTD088, RTD089, RTD090 RTD091, RTD092, RTD093
Descanso guía superior U1 [°C]	RTD094, RTD095, RTD096, RTD097, RTD098, RTD099, RTD100, RTD101
Descanso inferior combinado generador U1 [°C]	RTD115, RTD116, RTD117, RTD118, RTD119, RTD120, RTD121, RTD122, RTD123, RTD124, RTD125, RTD126, RTD106, RTD107, RTD108

Tabla 4-5 – Variables SCADA Central La Mina

Finalizadas las pruebas el Coordinado realizó la entrega del registro digital de datos correspondiente.



## 4.5 Estimación de pérdidas y consumos propios de las unidades

Se pretende estimar de forma teórica los consumos propios y externos que posee cada unidad y las pérdidas ocasionadas en el transformador de potencia de manera de poder contar con una valorización que permita asegurar que las mediciones indirectas realizadas sean consistentes con estos valores.

Cabe aclarar que en cada una de las pruebas los transformadores de SSAA siempre alimentaron los consumos propios de las dos unidades. Para la determinación de las pérdidas y consumos propios de la unidad bajo prueba ( $P_{SSAA.E(U1)}$ ) se calculan como un prorrateo de la medición total del consumo de SSAA registrada durante la prueba.

A continuación, en la Tabla 4-8 se muestra los resultados obtenidos mientras que en los capítulos sucesivos se hará el desglose de cada uno de los consumos:

Consumos	Potencia estimada	
Consumos de SSAA Esenciales ( $P_{SSAA.E(U1)}$ )	25.815 kW	
Consumos de SSAA No Esenciales ( $P_{SSAA.NE(U1)}$ )	25.815 kW	
Potencia consumida por Transformador de Excitación	106.79 kW	
Pérdidas por fase en el transformador principal	Vacío	Totales
	17.8 kW	233.1 kW

Tabla 4-6 – Valores teóricos obtenidos de pérdidas y consumos propios (Unidad 1)

Consumos	Potencia estimada	
Consumos de SSAA Esenciales ( $P_{SSAA.E(U2)}$ )	22.55 kW	
Consumos de SSAA No Esenciales ( $P_{SSAA.NE(U2)}$ )	22.55 kW	
Potencia consumida por Transformador de Excitación	109.31 kW	
Pérdidas por fase en el transformador principal	Vacío	Totales
	17.8 kW	233.1 kW

Tabla 4-7 – Valores teóricos obtenidos de pérdidas y consumos propios (Unidad 2)

Consumos	Potencia estimada	
Consumos de SSAA ( $P_{SSAA.E}$ )	47.9 kW	
Consumos de SSAA No Esenciales ( $P_{SSAA.NE}$ )	0 kW	
Potencia consumida por Transformador de Excitación	U1	U2
	82.1 kW	81.4 kW
Pérdidas por fase en el transformador principal	Vacío	Totales
	17.8 kW	233.1 kW

Tabla 4-8 – Valores teóricos obtenidos de pérdidas y consumos propios (Central Completa)



#### 4.5.1 Consumos propios de los servicios auxiliares y transformadores de excitación

Se presenta en la Tabla 4-11 las mediciones de consumos de Servicios Auxiliares y de los transformadores de excitación de cada unidad registradas durante los ensayos. Estos datos fueron obtenidos a partir de mediciones registradas en el sistema SCADA.

Cabe aclarar que en cada una de las pruebas los transformadores de SSAA siempre alimentaron los consumos propios de las dos unidades. A partir de lo anterior, para el caso de las pruebas individuales, se consideraron como “consumos no esenciales” a los consumos asociados a la otra unidad que no estuvo bajo pruebas.

Por lo tanto, los consumos SSAA quedan expresados de la siguiente manera:

$$P_{SSAA} = P_{SSAA,E(Ui)} + P_{SSAA,NE(Ui)}$$

Dónde:

- $P_{SSAA,E(Ui)}$ : Potencia SSAA esenciales - Unidad “i” (i=1, 2).
- $P_{SSAA,NE(Ui)}$ : Potencia SSAA no esenciales - Unidad “i” (i=1, 2).

La determinación de las pérdidas y consumos propios de la unidad bajo prueba ( $P_{SSAA,E(Ui)}$ ) se calculan como un prorrateo de la medición total del consumo de SSAA registrada durante la prueba:

$$P_{SSAA,E(Ui)} = \frac{P_{SSAA}}{2}$$

$$P_{SSAA,NE(Ui)} = P_{SSAA} - P_{SSAA,E(Ui)}$$

Para las pruebas a central completa las mediciones de consumos de servicios auxiliares se corresponden con los consumos esenciales de las 2 unidades en servicio:

$$P_{SSAA,E} = P_{SSAA}$$



Períodos		ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run n°												
Hora			10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00	13:30	14:00	14:30
<b>Consumos SSAA y Transformador de excitación</b>												
P <sub>SSAA</sub>	Potencia total consumida por los servicios auxiliares	[kW]	50,393	53,594	51,663	50,183	52,489	54,861	57,200	51,219	49,324	45,373
	Promedio P <sub>SSAA</sub>	[kW]	51,63									
	Promedio P <sub>SSAA,E</sub> U1	[kW]	25,81									
	Promedio P <sub>SSAA,NE</sub> U1	[kW]	25,81									
P <sub>TR,EX</sub>	Potencia total consumida Transformador de excitación	[kW]	103,483	104,952	106,099	107,492	103,454	103,441	109,497	109,515	109,816	110,198
	Promedio P <sub>TR,EX</sub>	[kW]	106,79									

Tabla 4-9 – Mediciones de consumos de SS.AA y transformadores de excitación (Unidad 1)

Períodos		ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run n°												
Hora			09:15	09:45	10:15	10:45	11:15	11:45	12:15	12:45	13:15	13:45
<b>Consumos SSAA y Transformador de excitación</b>												
P <sub>SSAA</sub>	Potencia total consumida por los servicios auxiliares	[kW]	45,266	42,057	42,945	42,386	50,970	47,103	43,134	44,833	44,514	47,781
	Promedio P <sub>SSAA</sub>	[kW]	45,10									
	Promedio P <sub>SSAA</sub> U2	[kW]	22,55									
	Promedio P <sub>SSAA,NE</sub> U2	[kW]	22,55									
P <sub>TR,EX</sub>	Potencia total consumida Transformador de excitación	[kW]	106,690	107,638	108,209	109,094	109,379	109,612	110,048	110,452	110,811	111,129
	Promedio P <sub>TR,EX</sub>	[kW]	109,31									

Tabla 4-10 – Mediciones de consumos de SS.AA y transformadores de excitación (Unidad 2)

Períodos		ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run n°												
Hora			09:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00	13:30	14:00
<b>Consumos SSAA y Transformador de excitación</b>												
P <sub>SSAA</sub>	Potencia total consumida por los servicios auxiliares	[kW]	54,990	62,374	57,770	59,357	42,734	38,641	43,380	36,266	44,005	39,573
	Promedio P <sub>SSAA</sub>	[kW]	47,91									
P <sub>TR,EX1</sub>	Potencia total consumida Transformador de excitación - Unidad 1	[kW]	79,946	81,421	82,080	82,580	79,946	79,946	83,495	83,680	83,957	84,018
	Promedio P <sub>TR,EX1</sub>	[kW]	82,11									
P <sub>TR,EX2</sub>	Potencia total consumida Transformador de excitación - Unidad 2	[kW]	79,742	80,744	80,752	81,396	81,174	81,268	82,061	81,994	82,435	82,465
	Promedio P <sub>TR,EX2</sub>	[kW]	81,40									

Tabla 4-11 – Mediciones de consumos de SS.AA y transformadores de excitación (Central completa)



#### 4.5.2 Pérdidas en el transformador principal

Para estimar las pérdidas en el transformador principal de la central se utilizaron los datos de placa. A continuación, se adjuntan los datos del transformador:

<b>SIEMENS</b>																					
MODELO:		TLUM7649		NÚMERO DE SERIE:		V100843		MES / AÑO:		05/2016		NORMA		IEC60076							
POTENCIA NOMINAL:		40MVA		MAXIMA POTENCIA EN CORTO CIRCUITO:																	
TIPO DE TRANSFORMADOR:										TRANSFORMADOR DE POTENCIA INMERSO EN ACEITE		AT/BT		5000MVA/500MVA							
NÚMERO DE FASES:			3			GRUPO DE CONEXIÓN:		Ynd11		SITIO DE OPERACIÓN:		EXTERIOR		REFRIGERACIÓN:		ONAN/ONAF(75%/100%)					
Pos.		VOLTAJE (V)		CORRIENTE (A)		IMPEDANCIA (%)		PÉRDIDAS EN CARGA(kw)		ELEVACIÓN DE TEMPERATURA											
		AT		BT		AT		BT		AT-BT		AT-BT		Polaridad		Negativo		Admisible		Prueba	
1		69300		13800		333.2		1673.5		12.81		225.8		MÁXIMA DEL ACEITE		60K		54.5K			
3		66000		13800		349.9		1673.5		13.04		233.1		PROMEDIO DEVANADO		65K		55.9K			
5		62700		13800		368.3		1673.5		13.57		243.9		PESO TOTAL DE ACEITE		8.04 T					
NIVEL DE AISLAMIENTO		L1350AC140-L1350AC140/LI150AC50		CORRIENTE DE VACIO		17.8 kw		ALTURA DESMONTABLE		2.4 m											
CONMUTADOR DE TOMAS SIN CARGA:		DU III 400-72.5-06050ME		CORRIENTE DE VACIO		0.063 %		PESO DESMONTABLE:		22.0 T											
LA IMPEDANCIA DE SECUENCIA CERO		13.28 $\Omega$ /phase		TEMPERATURA AMBIENTE MAXIMA		40°C		PESO DE TRANSPORTE CON ACEITE:		33.0 T											
VOLUMEN DE ACEITE DE AISLAMIENTO A 20 °C		9190 L		LÍQUIDO AISLANTE:		Nynas Libra		PESO TOTAL CON /SIN ACEITE		42.5/35.0 T											

		Pos.	NOMINAL VOLTAJE(V)	NOMINAL CORRIENTE(A)	SELE.	TRANSFORMADORES DE CORRIENTE SEGÚN IEC 61869					
						Tema	Ratio	Griferia	Tasa	Clase	Posición
AT	MAXIMA.	1	69300	333.2	6-5	CE101~103-T1,T2	600/1(MR)	S1-S5	15VA	5P20@400/1	H1,H2,H3
	NOMINAL	2	67650	341.4	5-7	CE101~103-T3,T4	600/1(MR)	S1-S5	15VA	0.2 @400/1	H1,H2,H3
		3	66000	349.9	7-4	CE150	410/2	S1-S2	15VA	ATR3	H2
		4	64350	358.9	4-8	CE201~203-T1,T2,T3,T4	2000/1	S1-S2	15VA	5P20	X1,X2,X3
	MINIMO.	5	62700	368.3	8-3	CE151	1800/2	S1-S2	15VA	ATR3	X2
BT		—	13800	1673.5	—	CE104-T1,T2	200/1	S1-S2	15VA	5P20	H0

NOTA: 1) CUANDO EL TRANSFORMADOR ESTÁ EN OPERACIÓN, EL DISPOSITIVO DE ATERRIZAMIENTO DEBE ESTAR ATERRIZADO Y LOS TERMINALES DE TC'S NO PUEDEN SER ABIERTOS.

Tabla 4-12 – Valores de pérdidas en los transformadores principales - Unidades 1 y 2



## 5 REALIZACIÓN DE LA PRUEBA

Como se indicó en el capítulo 3.2 el experto técnico no se presentó en las instalaciones del coordinado y, por lo tanto, guio y supervisó su desarrollo de forma remota.

La comunicación se materializó vía reunión de **Microsoft Teams**: Llamada de voz, video e interfaz para compartir medios digitales.

### 5.1 Chequeos preliminares

En una reunión previa a la ejecución de las pruebas en las unidades se realizó una inspección virtual en dónde se verificó que todo quede adecuadamente dispuesto para el inicio de las pruebas.

Se verificó:

1. Lectura de los equipos de medición principales.
2. Sincronización horaria entre los distintos equipos de medición.
3. El sistema de adquisición de datos de planta estaba operativo.

### 5.2 Desarrollo de las pruebas

Lo indicado en el presente apartado aplica por igual a las pruebas realizadas en las dos unidades, así como también para la central completa.

#### 5.2.1 Verificaciones previas

Se verificó el cumplimiento de las condiciones de prueba establecidas:

- a. Todas las protecciones estaban operativas y sin falla.
- b. No existían alarmas relevantes.
- c. Las unidades estaban disponibles para operar a máxima potencia.
- d. El control primario de frecuencia (CPF) no pudo ser desactivado en ninguna de las unidades, por lo tanto, se mantuvo operativo durante la prueba. Por esta razón, en todos los ensayos se modificó el valor del estatismo a 10%. La potencia activa quedo establecida por el limitador de apertura del distribuidor.
- e. Para las pruebas de la Unidad 1 y la Unidad 2, el factor de potencia (FP) de la unidad fue ajustado lo más cercano posible a 0.95 de acuerdo con lo exigido en el Anexo Técnico. Para



la prueba a central completa no fue posible operar con un factor de potencia cercano a 0.95 debido a limitaciones de máxima tensión en barra de SSAA que no permitieron aumentar la inyección de reactivos para lograr dicho valor. Por esta razón, se operó en un factor de potencia cercano a 0.99.

- f. La barra de SS.AA. estuvo aislada de conexiones externas a la central.
- g. Durante las pruebas individuales la otra unidad de la central estuvo fuera de servicio.

### 5.3 Condiciones previas al inicio de los ensayos

Previo al inicio de las pruebas se verificaron las condiciones operativas de las unidades.

En cada una de las pruebas, los servicios auxiliares quedaron alimentados exclusivamente desde los alimentadores Q001 y Q002 (ambos interruptores cerrados), los cuales están conectados a las barras A y B de SSAA. Estas barras se encontraban desacopladas ya que el interruptor de acople Q004 se encontraba abierto. Ambas barras se encontraban alimentadas por los transformadores de SSAA +0BBT10 y +0BBT20 respectivamente.

En las siguientes figuras se presentan las condiciones operativas durante las pruebas a la Unidad 1, a la Unidad 2 y a la central completa:

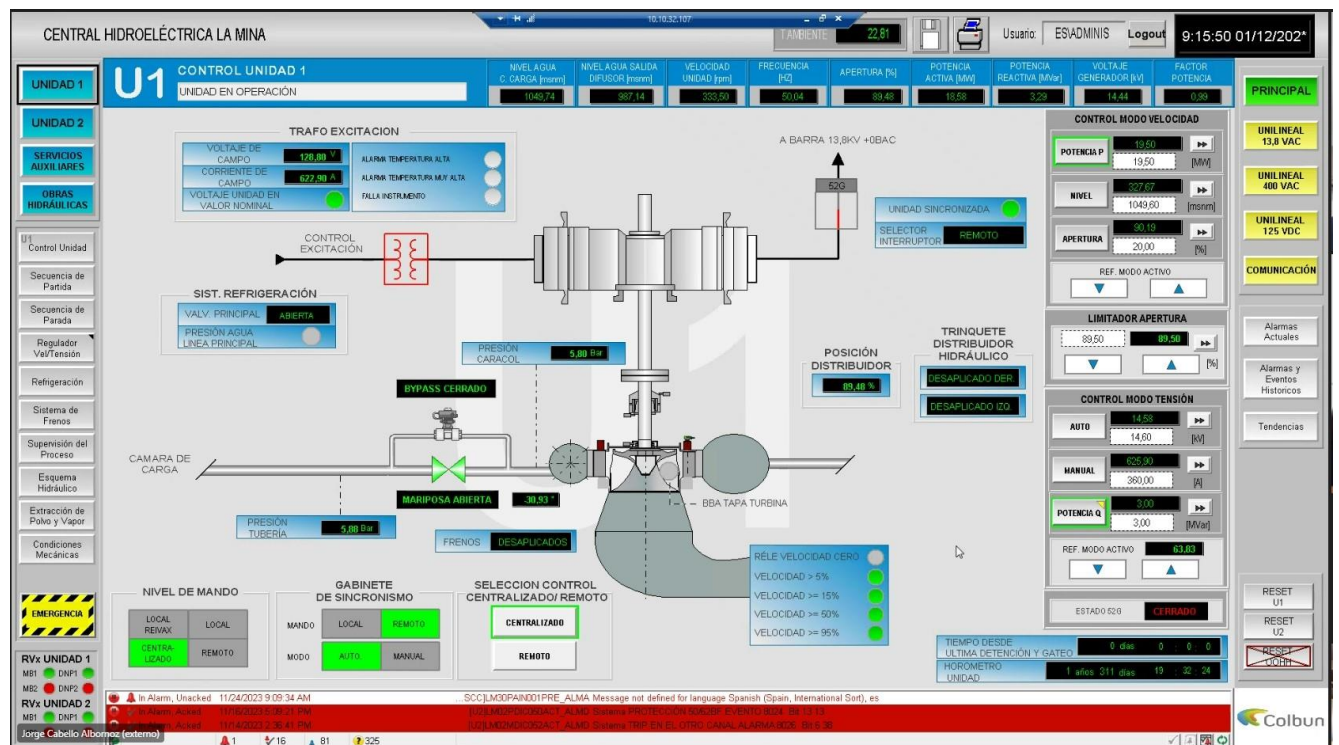


Figura 5-1 – Condiciones operativas durante los ensayos - Unidad 1

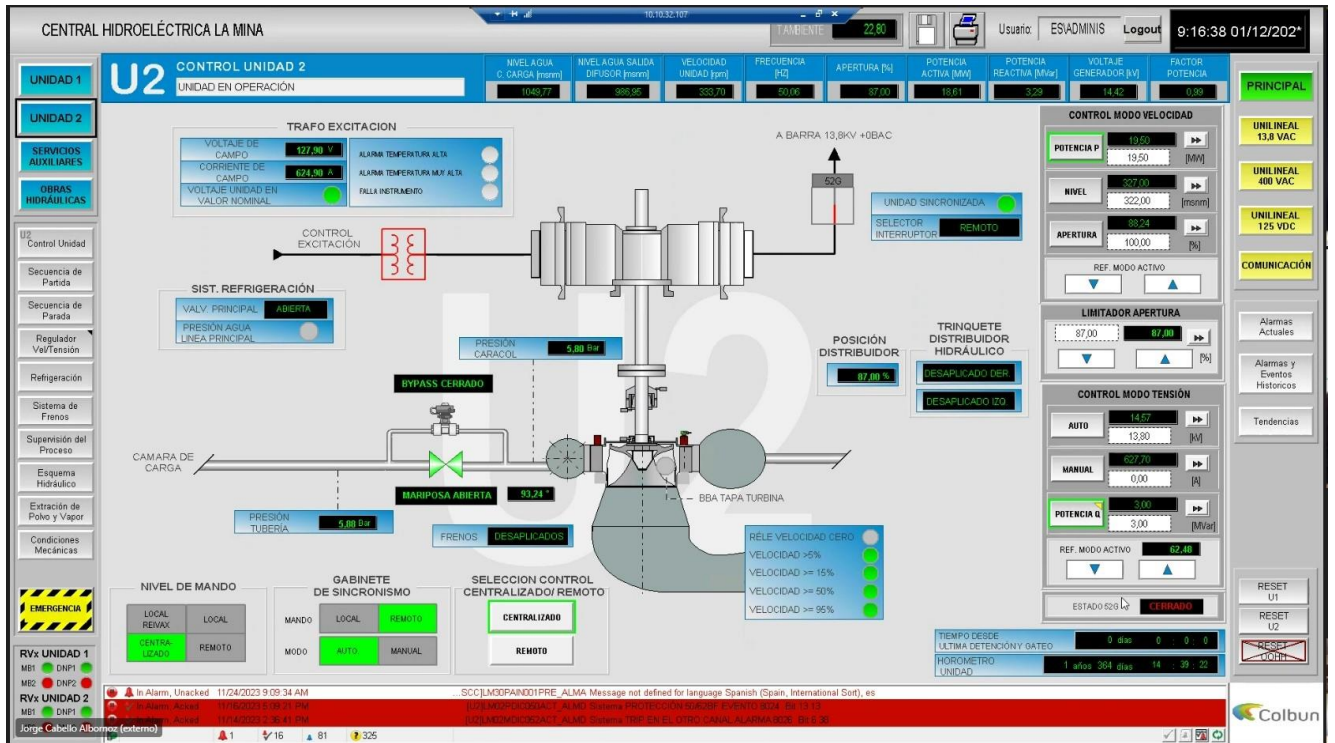


Figura 5-2 – Condiciones operativas durante los ensayos - Unidad 2

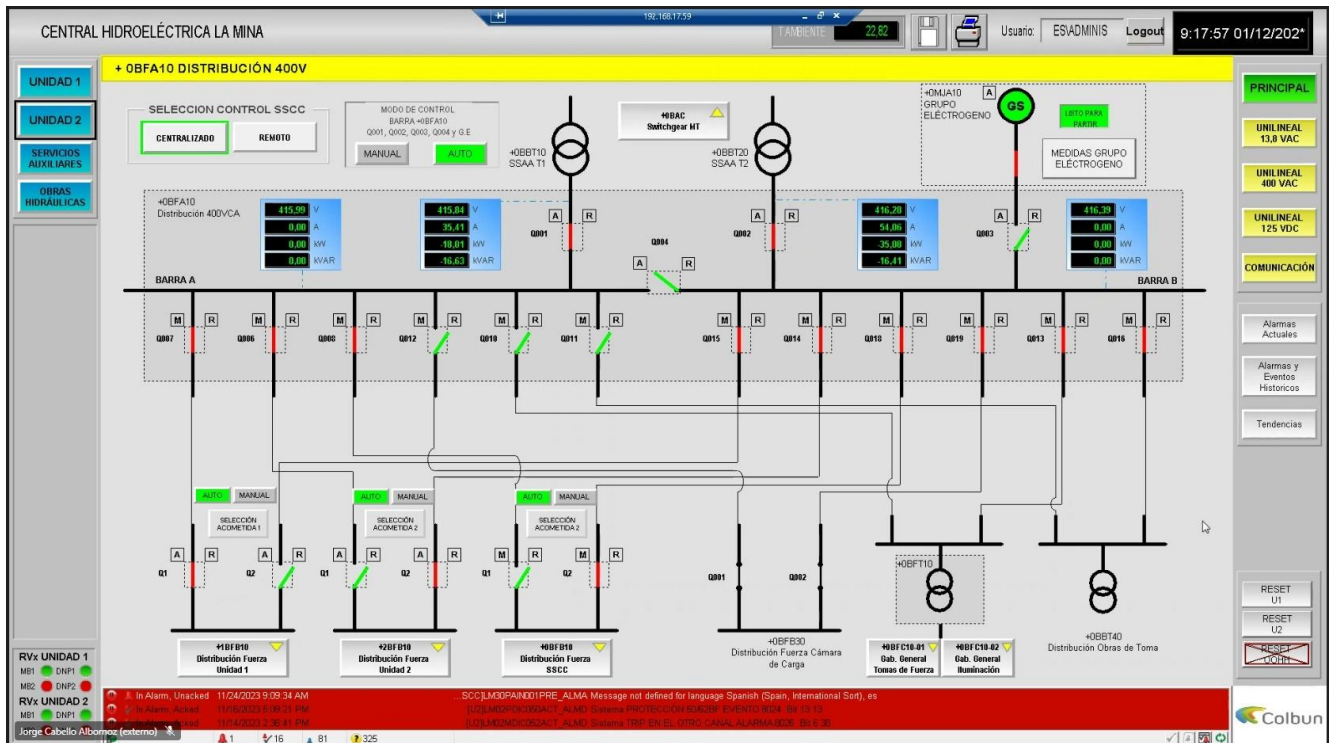


Figura 5-3 – Condiciones operativas durante los ensayos - SSAA





## 5.4 Incremento de potencia, estabilización e inicio de la prueba

Previo al inicio de las pruebas las unidades se encontraban en servicio excepto para las pruebas de la Unidad 1 donde dicha unidad se encontraba detenida. En ese caso, el operador dio orden de partida, sincronizó la unidad al sistema e incrementó paulatinamente la carga hasta alcanzar el valor correspondiente a potencia máxima.

En dicho punto se verificaron las condiciones de prueba establecidas en Tabla 4.1 del procedimiento, las cuales son: modificar el valor de estatismo del control primario de frecuencia y ajustar el factor de potencia al valor más cercano posible a 0.95 que permita la red.

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

La Tabla 5-1 resume los períodos resultantes del desarrollo de las pruebas para la Unidad 1:

<b>Arranque de la unidad</b>	08:53 Hs
<b>Inicio del período de estabilización</b>	09:15 Hs
<b>Fin del período de estabilización</b>	10:00 Hs
<b>Inicio del período de prueba</b>	10:00 Hs
<b>Fin del período de prueba</b>	15:00 Hs

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

La Tabla 5-2 resume los períodos resultantes del desarrollo de las pruebas para la Unidad 2:

<b>Arranque de la unidad</b>	Despachada
<b>Inicio del período de estabilización</b>	08:45 Hs
<b>Fin del período de estabilización</b>	09:15 Hs
<b>Inicio del período de prueba</b>	09:15 Hs
<b>Fin del período de prueba</b>	14:15 Hs

Tabla 5-2 – Etapas de la prueba para la Unidad 2



La Tabla 5-3 resume los períodos resultantes del desarrollo de las pruebas para la central completa:

<b>Arranque de las unidades</b>	Despachadas
<b>Inicio del período de estabilización</b>	08:45 Hs
<b>Fin del período de estabilización</b>	09:30 Hs
<b>Inicio del período de prueba</b>	09:30 Hs
<b>Fin del período de prueba</b>	14:30 Hs

*Tabla 5-3 – Etapas de la prueba para la Central Completa*



## 5.5 Período de prueba

Finalmente, cada prueba se extendió por un período total de 5 horas divididas en 10 test run de 30 minutos. En cada uno de los mismos se verificó la estabilidad de la unidad según lo establecido en el artículo 36 del Anexo Técnico.

Parámetros	Desviación estándar durante el periodo
Potencia eléctrica de salida	1.5%
Factor de potencia	2%
Altura bruta del nivel de laguna	1%
Velocidad de rotación de la Turbina	0.5%

Tabla 5-4 – Máximas variaciones permisibles en las condiciones de operación

La Tabla 5-5 muestra el resumen de las verificaciones de estabilidad realizadas para la Unidad 1

Períodos		ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run n°	Hora		10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00	13:30	14:00	14:30
<b>Verificación de condiciones de estabilidad</b>												
P <sub>Neta</sub>	Potencia Neta medido en Alta	1,50%	0,167%	0,152%	0,129%	0,088%	0,100%	0,133%	0,102%	0,175%	0,111%	0,080%
P <sub>BRUTA</sub>	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	1,50%	0,100%	0,120%	0,111%	0,123%	0,118%	0,115%	0,137%	0,188%	0,096%	0,086%
Nivel	Altura bruta del nivel de laguna (Laja)	1,00%	0,001%	0,001%	0,002%	0,001%	0,000%	0,000%	0,001%	0,001%	0,000%	0,001%
FP	Factor de potencia en bornes de máquina	2,00%	0,057%	0,056%	0,053%	0,058%	0,072%	0,068%	0,058%	0,060%	0,050%	0,020%
Frec	Velocidad de Rotación	0,50%	0,008%	0,053%	0,012%	0,021%	0,021%	0,019%	0,042%	0,077%	0,007%	0,022%
Estabilidad	¿Se cumplen los criterios para todas las variables?		SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

Tabla 5-5 – Verificación de estabilidad para la Unidad 1

La Tabla 5-6 muestra el resumen de las verificaciones de estabilidad realizadas para la Unidad 2

Períodos		ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run n°	Hora		9:15	9:45	10:15	10:45	11:15	11:45	12:15	12:45	13:15	13:45
<b>Verificación de condiciones de estabilidad</b>												
P <sub>Neta</sub>	Potencia Neta medido en Alta	1,50%	0,130%	0,100%	0,062%	0,115%	0,146%	0,131%	0,078%	0,126%	0,125%	0,130%
P <sub>BRUTA</sub>	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	1,50%	0,118%	0,128%	0,072%	0,155%	0,157%	0,117%	0,114%	0,159%	0,117%	0,082%
Nivel	Altura bruta del nivel de laguna (Laja)	1,00%	0,001%	0,000%	0,001%	0,001%	0,001%	0,001%	0,001%	0,000%	0,001%	0,001%
FP	Factor de potencia en bornes de máquina	2,00%	0,062%	0,086%	0,083%	0,057%	0,073%	0,073%	0,060%	0,061%	0,060%	0,048%
Frec	Velocidad de Rotación	0,50%	0,013%	0,050%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,009%	0,007%	0,050%
Estabilidad	¿Se cumplen los criterios para todas las variables?		SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

Tabla 5-6 – Verificación de estabilidad para la Unidad 2



La Tabla 5-7 muestra el resumen de las verificaciones de estabilidad realizadas para la central completa

Períodos												
Test Run n°	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Hora		9:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00	13:30	14:00	
Verificación de condiciones de estabilidad												
P <sub>BRUTA1</sub>	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	1,50%	0,471%	0,116%	0,146%	0,133%	0,068%	0,138%	0,108%	0,067%	0,107%	0,112%
FP1	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 1	2,00%	0,023%	0,023%	0,029%	0,020%	0,029%	0,033%	0,023%	0,023%	0,021%	0,016%
P <sub>BRUTA2</sub>	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	1,50%	0,447%	0,127%	0,117%	0,111%	0,091%	0,115%	0,125%	0,108%	0,063%	0,093%
FP2	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 2	2,00%	0,013%	0,023%	0,027%	0,020%	0,026%	0,012%	0,024%	0,030%	0,031%	0,016%
P <sub>Neta</sub>	Potencia Neta medido en Alta	1,50%	0,420%	0,146%	0,088%	0,089%	0,095%	0,095%	0,116%	0,084%	0,074%	0,073%
Nivel	Altura bruta del nivel de laguna (Laja)	1,00%	0,017%	0,003%	0,002%	0,002%	0,001%	0,001%	0,002%	0,002%	0,002%	0,002%
Frec	Velocidad de Rotación	1,00%	0,022%	0,022%	0,105%	0,054%	0,004%	0,003%	0,008%	0,010%	0,059%	0,077%
Estabilidad	¿Se cumplen los criterios para todas las variables?		SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

Tabla 5-7 – Verificación de estabilidad para la central completa

Para todas las pruebas todos los test-run registrados verificaron las condiciones de estabilidad y se han utilizado para el cálculo final de los resultados.

Finalizadas las pruebas se confeccionaron actas reflejando las principales condiciones de los ensayos. Dichas actas pueden 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 5.5, determinando los test run aptos para ser considerados en el cálculo final del valor de potencia bruta.

### 6.2 Determinación de la potencia bruta y de pérdidas totales

Para cada unidad se cuenta con la medición de potencia bruta y potencia neta, por lo tanto, se pueden calcular las pérdidas totales como:

$$L_{\text{Totales}(U_i)} = P_{\text{Bruta, No Corr}(U_i)} - P_{\text{Neta, No Corr}(U_i)}$$

Dónde:

- $P_{\text{Neta, No Corr}(U_i)}$ : Potencia Neta No Corregida (medición directa) - Unidad "i" (i=1, 2).
- $P_{\text{Bruta, No Corr}(U_i)}$ : Potencia Bruta No Corregida - Unidad "i" (i=1, 2).
- $L_{\text{Totales}(U_i)}$ : Pérdidas y consumos internos/externos de la planta en todo concepto - Unidad "i" (i=1, 2)

Debido a la ubicación del medidor de potencia bruta, la medida de potencia bruta ya tiene descontados los consumos del transformador de excitación de la unidad, por lo tanto, para la determinación de la **Potencia bruta no corregida** ( $P_{\text{Bruta, No Corr}(U_i)}$ ) consideramos los consumos de este transformador y se los sumamos a la medición de potencia bruta.

La potencia bruta no corregida se calcula como:

$$P_{\text{Bruta, No Corr}(U_i)} = P_{\text{Bruta, Ex}(U_i)} + P_{\text{TrafoExc}(U_i)}$$

Dónde:

- $P_{\text{Bruta, Ex}(U_i)}$ : Potencia Bruta Medida - Unidad "i" (i=1, 2).
- $P_{\text{TrafoExc}(U_i)}$ : Consumos transformador de excitación - Unidad "i" (i=1, 2).



La Tabla 6-1 detalla los cálculos realizados para la Unidad 1

Períodos			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run n°	ref											
Hora			10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00	13:30	14:00	14:30
<b>Variables Primarias</b>												
FP	Factor de potencia en bornes de máquina	-	0,954	0,954	0,954	0,954	0,954	0,954	0,954	0,954	0,954	0,954
P <sub>BRUTA-EX</sub>	Potencia Bruta Unidad (Descontado los consumos del Transformador de excitación)	[MW]	18,80	18,81	18,87	18,89	18,91	18,90	18,91	18,90	18,86	18,85
P <sub>Neta</sub>	Potencia Neta medido en Alta	[MW]	18,68	18,68	18,73	18,77	18,78	18,78	18,78	18,78	18,73	18,74
P <sub>BRUTA</sub>	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	[MW]	18,90	18,92	18,97	19,00	19,02	19,00	19,02	19,01	18,97	18,96
<b>Determinación pérdidas totales</b>												
L <sub>TOTALES</sub>	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos	[MW]	0,225	0,236	0,239	0,227	0,238	0,228	0,241	0,232	0,233	0,228

Tabla 6-1 – Cálculos de potencia de pérdidas para la Unidad 1

La Tabla 6-2 detalla los cálculos realizados para la Unidad 2

Períodos			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run n°	ref											
Hora			09:15	09:45	10:15	10:45	11:15	11:45	12:15	12:45	13:15	13:45
<b>Variables Primarias</b>												
FP	Factor de potencia en bornes de máquina	-	0,947	0,947	0,947	0,947	0,947	0,947	0,947	0,947	0,947	0,947
P <sub>BRUTA-EX</sub>	Potencia Bruta Unidad (Descontado los consumos del Transformador de excitación)	[MW]	18,66	18,67	18,67	18,65	18,65	18,65	18,66	18,66	18,65	18,66
P <sub>Neta</sub>	Potencia Neta medido en Alta	[MW]	18,52	18,55	18,55	18,52	18,53	18,52	18,54	18,54	18,54	18,55
P <sub>BRUTA</sub>	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	[MW]	18,77	18,77	18,78	18,76	18,76	18,76	18,77	18,77	18,76	18,78
<b>Determinación pérdidas totales</b>												
L <sub>TOTALES</sub>	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos	[MW]	0,243	0,224	0,230	0,233	0,231	0,233	0,234	0,225	0,226	0,229

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

La Tabla 6-3 detalla los cálculos realizados para la Central completa



Períodos		ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run n°			09:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00	13:30	14:00
<b>VARIABLES PRIMARIAS</b>												
FP1	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 1	-	0,987	0,987	0,987	0,987	0,987	0,987	0,988	0,987	0,988	0,988
P <sub>BRUTA1-EX</sub>	Potencia Bruta Unidad (Descontado los consumos del Transformador de excitación) - Unidad 1	[MW]	18,52	18,66	18,63	18,62	18,60	18,56	18,59	18,60	18,62	18,64
P <sub>BRUTA1</sub>	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 1	[MW]	18,60	18,75	18,71	18,70	18,68	18,64	18,67	18,69	18,70	18,72
FP2	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 2	-	0,987	0,987	0,987	0,987	0,987	0,987	0,987	0,987	0,987	0,987
P <sub>BRUTA2-EX</sub>	Potencia Bruta Unidad (Descontado los consumos del Transformador de excitación) - Unidad 2	[MW]	18,55	18,69	18,65	18,64	18,63	18,61	18,62	18,64	18,65	18,68
P <sub>BRUTA2</sub>	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 2	[MW]	18,63	18,77	18,73	18,72	18,71	18,69	18,70	18,72	18,73	18,76
P <sub>neto</sub>	Potencia Neta medido en Alta	[MW]	36,79	37,07	36,99	36,97	36,95	36,90	36,94	36,98	36,98	37,05
<b>Determinación pérdidas totales</b>												
P <sub>Bruta, No Corr</sub>	Potencia Bruta medida - Total	[MW]	37,228	37,516	37,440	37,424	37,394	37,333	37,374	37,408	37,437	37,485
P <sub>Neta, No Corr</sub>	Potencia Neta medida - Total	[MW]	36,786	37,066	36,992	36,969	36,948	36,898	36,938	36,983	36,981	37,051
L <sub>TOTALES</sub>	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos	[MW]	0,442	0,450	0,448	0,455	0,445	0,435	0,436	0,425	0,456	0,435

Tabla 6-3 – Cálculos de potencia de pérdidas para la Central completa

### 6.2.1 Determinación de la potencia de pérdidas y consumos propios

La potencia de pérdidas totales considera las pérdidas en carga en el transformador principal de la central, las pérdidas resistivas asociadas al nivel de carga en la condición de ensayo y la potencia asociadas a los consumos externos y consumos auxiliares.

$$L_{Totales} = P_{Perd,central,med} + P_{SSAA}$$

La expresión para el cálculo de **Potencia de Pérdidas en la central** ( $P_{Perd,central,med}$ ) presenta a continuación:

$$P_{Perd,central,med} = L_{Totales} - P_{SSAA}$$

Este valor de pérdidas considera las pérdidas en condición de vacío en el transformador principal y las pérdidas resistivas asociadas al nivel de carga en la condición de ensayo. Por lo tanto, el valor de **Potencia de Pérdidas en la central** debe ser desglosado en los siguientes elementos:

- Pérdidas en el transformador principal ( $P_{Perd,tr}$ )
- Pérdidas en la red interna ( $P_{Perd,red}$ )

$$P_{Perd,central,med} = P_{Perd,tr} + P_{Perd,red}$$



## Pérdidas en el transformador principal

En la Tabla 4-6 se presentan los valores de pérdida en vacío y carga del transformador principal. Cabe mencionar que el valor de pérdidas en carga está referido a la condición de potencia nominal del equipo y deben ser determinadas en la condición de ensayo.

Las pérdidas en carga del transformador ( $P_{Perd,carga,tr}$ ) se calculan según la siguiente expresión:

$$P_{Perd,carga,tr} = (P_{Perd,carga,nominal,tr} - P_{Perd,vacio,tr}) \cdot \left( \frac{P_{Neta,No\ corr}}{S_{nom,tr}} \right)^2$$

La expresión de pérdidas en el transformador principal es la siguiente:

$$P_{Perd,tr} = P_{Perd,carga,tr} + P_{Perd,vacio,tr}$$

## Pérdidas en la red interna

En tanto, el valor de pérdidas en la red interna queda determinado por la siguiente ecuación:

$$P_{Perd,red} = P_{Perd,central,med} - P_{Perd,tr}$$

La Tabla 6-4 detalla los cálculos realizados para la Unidad 1:

Períodos			ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run n°				10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00	13:30	14:00	14:30
Variables Primarias													
FP	Factor de potencia en bornes de máquina	-		0,954	0,954	0,954	0,954	0,954	0,954	0,954	0,954	0,954	0,954
P <sub>Neta</sub>	Potencia Neta medido en Alta	[MW]		18,68	18,68	18,73	18,77	18,78	18,78	18,78	18,78	18,73	18,74
P <sub>BRUTA</sub>	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	[MW]		18,90	18,92	18,97	19,00	19,02	19,00	19,02	19,01	18,97	18,96
Determinación pérdidas totales													
P <sub>Bruta, No corr</sub>	Potencia Bruta medida - Total	[MW]		18,903	18,916	18,972	18,997	19,016	19,003	19,019	19,012	18,967	18,963
P <sub>Neta, No corr</sub>	Potencia Neta medida - Total	[MW]		18,678	18,680	18,733	18,770	18,778	18,775	18,778	18,780	18,735	18,736
L <sub>TOTALES</sub>	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos	[MW]		0,225	0,236	0,239	0,227	0,238	0,228	0,241	0,232	0,233	0,228
P <sub>TR,EX</sub>	Potencia total consumida Transformador de excitación	[MW]		0,103	0,105	0,106	0,107	0,103	0,103	0,109	0,110	0,110	0,110
P <sub>PERD,TR</sub>	Pérdidas en el transformador principal	[MW]		0,069	0,069	0,069	0,069	0,069	0,069	0,069	0,069	0,069	0,069
P <sub>SSAA</sub>	Potencia total consumida por los servicios auxiliares	[MW]		0,050	0,054	0,052	0,050	0,052	0,055	0,057	0,051	0,049	0,045
P <sub>PERD,RED</sub>	Pérdidas en la red interna	[MW]		0,003	0,008	0,013	0,001	0,013	0,001	0,005	0,002	0,005	0,003

Tabla 6-4 – Desglose de potencia de pérdidas y consumos para la Unidad 1





La Tabla 6-5 detalla los cálculos realizados para la Unidad 2:

Períodos		ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run n°	Hora		09:15	09:45	10:15	10:45	11:15	11:45	12:15	12:45	13:15	13:45
<b>Variables Primarias</b>												
FP	Factor de potencia en bornes de máquina	-	0,947	0,947	0,947	0,947	0,947	0,947	0,947	0,947	0,947	0,947
P <sub>Neta</sub>	Potencia Neta medido en Alta	[MW]	18,52	18,55	18,55	18,52	18,53	18,52	18,54	18,54	18,54	18,55
P <sub>BRUTA</sub>	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	[MW]	18,77	18,77	18,78	18,76	18,76	18,76	18,77	18,77	18,76	18,78
<b>Determinación pérdidas totales</b>												
P <sub>Bruta, No Corr</sub>	Potencia Bruta medida - Total	[MW]	18,766	18,774	18,776	18,756	18,760	18,756	18,770	18,767	18,764	18,776
P <sub>Neta, No Corr</sub>	Potencia Neta medida - Total	[MW]	18,523	18,550	18,546	18,524	18,529	18,523	18,536	18,541	18,538	18,548
L <sub>TOTALES</sub>	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos	[MW]	0,243	0,224	0,230	0,233	0,231	0,233	0,234	0,225	0,226	0,229
P <sub>TR,EX</sub>	Potencia total consumida Transformador de excitación	[MW]	0,107	0,108	0,108	0,109	0,109	0,110	0,110	0,110	0,111	0,111
P <sub>PERD,TR</sub>	Pérdidas en el transformador principal	[MW]	0,069	0,069	0,069	0,068	0,068	0,068	0,069	0,069	0,068	0,069
P <sub>SSAA</sub>	Potencia total consumida por los servicios auxiliares	[MW]	0,045	0,042	0,043	0,042	0,051	0,047	0,043	0,045	0,045	0,048
P <sub>PERD,RED</sub>	Pérdidas en la red interna	[MW]	0,023	0,005	0,010	0,013	0,002	0,007	0,012	0,001	0,002	0,001

Tabla 6-5 – Desglose de potencia de pérdidas y consumos para la Unidad 2

La Tabla 6-6 detalla los cálculos realizados para la Central completa:

Períodos		ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run n°	Hora		09:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00	13:30	14:00
<b>Variables Primarias</b>												
FP1	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 1	-	0,987	0,987	0,987	0,987	0,987	0,987	0,988	0,987	0,988	0,988
P <sub>BRUTA1</sub>	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 1	[MW]	18,60	18,75	18,71	18,70	18,68	18,64	18,67	18,69	18,70	18,72
FP2	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 2	-	0,987	0,987	0,987	0,987	0,987	0,987	0,987	0,987	0,987	0,987
P <sub>BRUTA2</sub>	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 2	[MW]	18,63	18,77	18,73	18,72	18,71	18,69	18,70	18,72	18,73	18,76
P <sub>neto</sub>	Potencia Neta medido en Alta	[MW]	36,79	37,07	36,99	36,97	36,95	36,90	36,94	36,98	36,98	37,05
<b>Determinación pérdidas totales</b>												
P <sub>Bruta, No Corr</sub>	Potencia Bruta medida - Total	[MW]	37,228	37,516	37,440	37,424	37,394	37,333	37,374	37,408	37,437	37,485
P <sub>Neta, No Corr</sub>	Potencia Neta medida - Total	[MW]	36,786	37,066	36,992	36,969	36,948	36,898	36,938	36,983	36,981	37,051
L <sub>TOTALES</sub>	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos	[MW]	0,442	0,450	0,448	0,455	0,445	0,435	0,436	0,425	0,456	0,435
P <sub>TR,EX1</sub>	Potencia total consumida Transformador de excitación - Unidad 1	[MW]	0,080	0,081	0,082	0,083	0,080	0,080	0,083	0,084	0,084	0,084
P <sub>TR,EX2</sub>	Potencia total consumida Transformador de excitación - Unidad 2	[MW]	0,080	0,081	0,081	0,081	0,081	0,081	0,082	0,082	0,082	0,082
P <sub>PERD</sub>	Pérdidas en el transformador principal	[MW]	0,218	0,221	0,220	0,220	0,220	0,219	0,219	0,220	0,220	0,221
P <sub>SSAA</sub>	Potencia total consumida por los servicios auxiliares	[MW]	0,055	0,062	0,058	0,059	0,043	0,039	0,043	0,036	0,044	0,040
P <sub>PERD,RED</sub>	Pérdidas en la red interna	[MW]	0,009	0,005	0,007	0,012	0,022	0,016	0,008	0,003	0,025	0,008

Tabla 6-6 – Desglose de potencia de pérdidas y consumos para la Central completa



### 6.2.2 Desglose de la potencia de pérdidas totales

En la Tabla 6-7, Tabla 6-8 y Tabla 6-9 se resumen los resultados del desglose de pérdidas y consumos (promedio) de cada unidad y de la central completa.

<b>Consumos</b>	<b>Potencia estimada</b>
<i>Consumos de SSAA Esenciales (<math>P_{SSAA,E}</math>)</i>	25.815 kW
<i>Consumos de SSAA No esenciales (<math>P_{SSAA,NE}</math>)</i>	25.815 kW
<i>Pérdidas en el transformador principal</i>	68.99 kW
<i>Pérdidas en el transformador de excitación</i>	106.79 kW
<i>Pérdidas en la red interna</i>	5.32 kW
<b>Total</b>	<b>232.73 kW</b>

Tabla 6-7 – Valores de pérdidas y consumos (Unidad 1)

<b>Consumos</b>	<b>Potencia estimada</b>
<i>Consumos de SSAA Esenciales (<math>P_{SSAA,E}</math>)</i>	22.55 kW
<i>Consumos de SSAA No esenciales (<math>P_{SSAA,NE}</math>)</i>	22.55 kW
<i>Pérdidas en el transformador principal</i>	68.51 kW
<i>Pérdidas en el transformador de excitación</i>	109.31 kW
<i>Pérdidas en la red interna</i>	7.75 kW
<b>Total</b>	<b>230.67 kW</b>

Tabla 6-8 – Valores de pérdidas y consumos (Unidad 2)

<b>Consumos</b>	<b>Potencia estimada</b>
<i>Consumos de SSAA Esenciales (<math>P_{SSAA,E}</math>)</i>	47.91 kW
<i>Pérdidas en el transformador principal</i>	219.85 kW
<i>Pérdidas en el transformador de excitación</i>	163.51 kW
<i>Pérdidas en la red interna</i>	11.38 kW
<b>Total</b>	<b>442.65 kW</b>

Tabla 6-9 – Valores de pérdidas y consumos (Central completa)



### 6.3 Correcciones aplicables a la potencia bruta

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

Según lo establece el anexo técnico pueden aplicarse correcciones por:

1. Corrección por factor de potencia.

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

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

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

Dónde:

- $P_{Bruta,Corr(Ui)}$ : Potencia Bruta Corregida Unidad "i" (i=1, 2)
- $P_{Bruta(Ui)}$ : Potencia Bruta Medida Unidad "i" (i=1, 2)
- LFP: Pérdidas relacionadas a no operar en el factor de potencia (FP) establecido por el Anexo Técnico. Se aplica sólo si durante los ensayos no se logró alcanzar  $FP = 0.95$ . Se calcula como la diferencia de potencia entre la correspondiente al FP del ensayo menos la potencia correspondiente al FP de referencia, ambos valores obtenidos de las curvas del capítulo 4.3. Para cada unidad (U1 y U2) el factor de potencia que se utilizará como referencia es el indicado por el medidor #2 y 4, respectivamente (Tabla 4-4).



La Tabla 6-10 detalla las correcciones realizadas para la Unidad 1

Períodos		ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run n°			10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00	13:30	14:00	14:30
Hora												
<b>Variables Primarias</b>												
FP	Factor de potencia en bornes de máquina	-	0,954	0,954	0,954	0,954	0,954	0,954	0,954	0,954	0,954	0,954
P <sub>Neta</sub>	Potencia Neta medido en Alta	[MW]	18,68	18,68	18,73	18,77	18,78	18,78	18,78	18,78	18,73	18,74
P <sub>BRUTA</sub>	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	[MW]	18,90	18,92	18,97	19,00	19,02	19,00	19,02	19,01	18,97	18,96
<b>Correcciones a la Potencia bruta</b>												
L <sub>FP</sub>	Diferencia en pérdidas por FP	[kW]	1,471	1,464	1,499	1,549	1,585	1,523	1,533	1,645	1,443	1,444
<b>P<sub>Bruta, Corr</sub></b>	<b>Potencia Bruta corregida por los factores permitidos en el Anexo Técnico</b>	<b>[MW]</b>	<b>18,90</b>	<b>18,91</b>	<b>18,97</b>	<b>19,00</b>	<b>19,01</b>	<b>19,00</b>	<b>19,02</b>	<b>19,01</b>	<b>18,97</b>	<b>18,96</b>

Tabla 6-10 – Correcciones a la Potencia Bruta para la Unidad 1

La Tabla 6-11 detalla las correcciones realizadas para la Unidad 2

Períodos		ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run n°			09:15	09:45	10:15	10:45	11:15	11:45	12:15	12:45	13:15	13:45
Hora												
<b>Variables Primarias</b>												
FP	Factor de potencia en bornes de máquina	-	0,947	0,947	0,947	0,947	0,947	0,947	0,947	0,947	0,947	0,947
P <sub>Neta</sub>	Potencia Neta medido en Alta	[MW]	18,52	18,55	18,55	18,52	18,53	18,52	18,54	18,54	18,54	18,55
P <sub>BRUTA</sub>	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	[MW]	18,77	18,77	18,78	18,76	18,76	18,76	18,77	18,77	18,76	18,78
<b>Correcciones a la Potencia bruta</b>												
L <sub>FP</sub>	Diferencia en pérdidas por FP	[kW]	-1,254	-1,063	-1,343	-1,206	-1,314	-1,141	-1,068	-1,124	-1,190	-1,140
<b>P<sub>Bruta, Corr</sub></b>	<b>Potencia Bruta corregida por los factores permitidos en el Anexo Técnico</b>	<b>[MW]</b>	<b>18,77</b>	<b>18,77</b>	<b>18,78</b>	<b>18,76</b>	<b>18,76</b>	<b>18,76</b>	<b>18,77</b>	<b>18,77</b>	<b>18,77</b>	<b>18,78</b>

Tabla 6-11 – Correcciones a la Potencia Bruta para la Unidad 2

La Tabla 6-12 detalla las correcciones realizadas para la Central completa



Períodos		ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run n°	Hora		09:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00	13:30	14:00
<b>Variables Primarias</b>												
FP1	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 1	-	0,987	0,987	0,987	0,987	0,987	0,987	0,988	0,987	0,988	0,988
P <sub>BRUTA1</sub>	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 1	[MW]	18,60	18,75	18,71	18,70	18,68	18,64	18,67	18,69	18,70	18,72
FP2	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 2	-	0,987	0,987	0,987	0,987	0,987	0,987	0,987	0,987	0,987	0,987
P <sub>BRUTA2</sub>	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 2	[MW]	18,63	18,77	18,73	18,72	18,71	18,69	18,70	18,72	18,73	18,76
P <sub>neto</sub>	Potencia Neta medido en Alta	[MW]	36,79	37,07	36,99	36,97	36,95	36,90	36,94	36,98	36,98	37,05
<b>Correcciones a la Potencia bruta</b>												
L <sub>FP, U1</sub>	Diferencia en pérdidas por FP - Unida	[kW]	14,843	14,966	14,931	14,901	14,895	14,820	14,928	14,922	14,980	14,984
L <sub>FP, U2</sub>	Diferencia en pérdidas por FP - Unida	[kW]	14,736	14,943	14,870	14,849	14,797	14,771	14,853	14,826	14,890	14,899
P <sub>Bruta, Corr, U1</sub>	Potencia Bruta corregida por los factores permitidos en el Anexo Técnico	[MW]	18,58	18,73	18,69	18,68	18,67	18,63	18,66	18,67	18,69	18,71
P <sub>Bruta, Corr, U2</sub>		[MW]	18,61	18,76	18,72	18,71	18,70	18,68	18,69	18,70	18,72	18,75

Tabla 6-12 – Correcciones a la Potencia Bruta para la Central completa



## 6.4 Cálculo de la Potencia Neta corregida

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

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

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

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

Dónde:

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

La Tabla 6-13 detalla los cálculos realizados para la Unidad 1

Períodos												
Test Run n°	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Hora		10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00	13:30	14:00	14:30	
<b>Consumos SSAA y Transformador de excitación</b>												
Promedio $P_{SSAA,NE}$ U1		[kW]	25,815									
<b>Determinación pérdidas totales</b>												
$L_{TOTALES}$	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos	[MW]	0,225	0,236	0,239	0,227	0,238	0,228	0,241	0,232	0,233	0,228
<b>Cálculo promedio final</b>												
$P_{Bruta, Corr}$	Valores utilizados para	[MW]	18,90	18,91	18,97	19,00	19,01	19,00	19,02	19,01	18,97	18,96
$P_{Neta, Corr}$	cálculo de promedio final	[MW]	18,70	18,71	18,76	18,79	18,80	18,80	18,81	18,80	18,76	18,76

Tabla 6-13 – Cálculos de Potencia Neta corregida para la Unidad 1



La Tabla 6-14 detalla los cálculos realizados para la Unidad 2

Períodos												
Test Run n°	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Hora		09:15	09:45	10:15	10:45	11:15	11:45	12:15	12:45	13:15	13:45	
<b>Consumos SSAA y Transformador de excitación</b>												
Promedio P <sub>SSAA,NE</sub> U2		[kW]	22,55									
<b>Determinación pérdidas totales</b>												
L <sub>TOTALES</sub>	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos	[MW]	0,243	0,224	0,230	0,233	0,231	0,233	0,234	0,225	0,226	0,229
<b>Cálculo promedio final</b>												
P <sub>Bruta, Corr</sub>	Valores utilizados para	[MW]	18,77	18,77	18,78	18,76	18,76	18,76	18,77	18,77	18,77	18,78
P <sub>Neta, Corr</sub>	cálculo de promedio final	[MW]	18,55	18,57	18,57	18,55	18,56	18,55	18,56	18,56	18,56	18,57

Tabla 6-14 – Cálculos de Potencia Neta corregida para la Unidad 2

La Tabla 6-15 detalla los cálculos realizados para la Central completa

Períodos												
Test Run n°	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Hora		09:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00	13:30	14:00	
<b>Determinación pérdidas totales</b>												
L <sub>TOTALES</sub>	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos	[MW]	0,442	0,450	0,448	0,455	0,445	0,435	0,436	0,425	0,456	0,435
<b>Cálculo promedio final</b>												
P <sub>Bruta, Corr</sub>	Valores utilizados para	[MW]	37,20	37,49	37,41	37,39	37,36	37,30	37,34	37,38	37,41	37,46
P <sub>Neta, Corr</sub>	cálculo de promedio final	[MW]	36,76	37,04	36,96	36,94	36,92	36,87	36,91	36,95	36,95	37,02

Tabla 6-15 – Cálculos de Potencia Neta corregida para la Central completa





## 6.5 Cálculo del promedio final

Finalmente, se realiza el promedio final de aquellos períodos que verificaron las condiciones de estabilidad para obtener los siguientes valores finales de **Potencia Máxima Bruta**:

- Unidad 1: **18,98 MW**
- Unidad 2: **18,77 MW**
- Central completa: **37,37 MW**

En tanto, los valores finales de **Potencia Máxima Neta** son:

- Unidad 1: **18,77 MW**
- Unidad 2: **18,56 MW**
- Central completa: **36,93 MW**

La Tabla 6-16 detalla los valores utilizados para el cálculo del promedio de la Unidad 1

Períodos												
Test Run n°	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Hora		10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00	13:30	14:00	14:30	
Cálculo promedio final												
<b>P<sub>Bruta, Corr</sub></b>	Valores utilizados para	[MW]	18,90	18,91	18,97	19,00	19,01	19,00	19,02	19,01	18,97	18,96
<b>P<sub>Neta, Corr</sub></b>	cálculo de promedio final	[MW]	18,70	18,71	18,76	18,79	18,80	18,80	18,81	18,80	18,76	18,76
<b>P<sub>MAX, Bruta</sub></b>	<b>Potencia Máxima Bruta</b>	[MW]	<b>18,98</b>									
<b>P<sub>MAX, Neta</sub></b>	<b>Potencia Máxima Neta</b>	[MW]	<b>18,77</b>									

Tabla 6-16 – Promedio Final para la Unidad 1



La Tabla 6-17 detalla los valores utilizados para el cálculo del promedio de la Unidad 2

Períodos												
Test Run n°	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Hora		09:15	09:45	10:15	10:45	11:15	11:45	12:15	12:45	13:15	13:45	
Cálculo promedio final												
<b>P<sub>Bruta, Corr</sub></b>	Valores utilizados para	[MW]	18,77	18,77	18,78	18,76	18,76	18,76	18,77	18,77	18,77	18,78
<b>P<sub>Neta, Corr</sub></b>	cálculo de promedio final	[MW]	18,55	18,57	18,57	18,55	18,56	18,55	18,56	18,56	18,56	18,57
<b>P<sub>MAX, Bruta</sub></b>	<b>Potencia Máxima Bruta</b>	[MW]	<b>18,77</b>									
<b>P<sub>MAX, Neta</sub></b>	<b>Potencia Máxima Neta</b>	[MW]	<b>18,56</b>									

Tabla 6-17 – Promedio Final para la Unidad 2

La Tabla 6-18 detalla los valores utilizados para el cálculo del promedio de la Central completa

Períodos												
Test Run n°	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Hora		09:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00	13:30	14:00	
Cálculo promedio final												
<b>P<sub>Bruta, Corr</sub></b>	Valores utilizados para	[MW]	37,20	37,49	37,41	37,39	37,36	37,30	37,34	37,38	37,41	37,46
<b>P<sub>Neta, Corr</sub></b>	cálculo de promedio final	[MW]	36,76	37,04	36,96	36,94	36,92	36,87	36,91	36,95	36,95	37,02
<b>P<sub>MAX, Bruta</sub></b>	<b>Potencia Máxima Bruta</b>	[MW]	<b>37,37</b>									
<b>P<sub>MAX, Neta</sub></b>	<b>Potencia Máxima Neta</b>	[MW]	<b>36,93</b>									

Tabla 6-18 – Promedio Final para la Central completa



## 6.6 Tabla Resumen general

Todos los cálculos presentados anteriormente se resumen a continuación.

Períodos												
Test Run n°	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Hora		10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00	13:30	14:00	14:30	
<b>Variables Primarias</b>												
FP	Factor de potencia en bornes de máquina	-	0,954	0,954	0,954	0,954	0,954	0,954	0,954	0,954	0,954	
P <sub>BRUTA-EX</sub>	Potencia Bruta Unidad (Descontado los consumos del Transformador de excitación)	[MW]	18,80	18,81	18,87	18,89	18,91	18,90	18,91	18,90	18,86	18,85
P <sub>NETA</sub>	Potencia Neta medida en Alta	[MW]	18,68	18,68	18,73	18,77	18,78	18,78	18,78	18,78	18,73	18,74
P <sub>BRUTA</sub>	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	[MW]	18,90	18,92	18,97	19,00	19,02	19,00	19,02	19,01	18,97	18,96
<b>Variables Secundarias</b>												
Nivel	Altura bruta del nivel de presa (Laja)	[msnm]	1049,75	1049,74	1049,83	1049,86	1049,86	1049,86	1049,86	1049,86	1049,86	1049,87
Frec	Velocidad de Rotación - Para estabilidad	[Hz]	49,92	49,94	49,97	49,99	50,10	50,00	50,01	50,02	50,06	50,09
<b>Verificación de condiciones de estabilidad</b>												
P <sub>NETA</sub>	Potencia Neta medida en Alta	1,50%	0,167%	0,152%	0,129%	0,088%	0,100%	0,133%	0,102%	0,175%	0,111%	0,080%
P <sub>BRUTA</sub>	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	1,50%	0,100%	0,120%	0,111%	0,123%	0,118%	0,115%	0,137%	0,188%	0,096%	0,086%
Nivel	Altura bruta del nivel de laguna (Laja)	1,00%	0,001%	0,001%	0,002%	0,001%	0,000%	0,000%	0,001%	0,001%	0,000%	0,001%
FP	Factor de potencia en bornes de máquina	2,00%	0,057%	0,056%	0,053%	0,058%	0,072%	0,068%	0,058%	0,060%	0,050%	0,020%
Frec	Velocidad de Rotación	0,50%	0,008%	0,053%	0,012%	0,021%	0,021%	0,019%	0,042%	0,077%	0,007%	0,022%
Estabilidad	¿Se cumplen los criterios para todas las variables?		SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
<b>Consumos SSAA y Transformador de excitación</b>												
P <sub>SSAA</sub>	Potencia total consumida por los servicios auxiliares	[kW]	50,393	53,594	51,663	50,183	52,489	54,861	57,200	51,219	49,324	45,373
	Promedio P <sub>SSAA</sub>	[kW]	51,63									
	Promedio P <sub>SSAA,E</sub> U1	[kW]	25,815									
	Promedio P <sub>SSAA,NE</sub> U1	[kW]	25,815									
P <sub>TR,EX</sub>	Potencia total consumida Transformador de excitación	[kW]	103,483	104,952	106,099	107,492	103,454	103,441	109,497	109,515	109,816	110,198
	Promedio P <sub>TR,EX</sub>	[kW]	106,79									
<b>Determinación pérdidas totales</b>												
P <sub>BRUTA, NO CORR</sub>	Potencia Bruta medida - Total	[MW]	18,903	18,916	18,972	18,997	19,016	19,003	19,019	19,012	18,967	18,963
P <sub>NETA, NO CORR</sub>	Potencia Neta medida - Total	[MW]	18,678	18,680	18,733	18,770	18,778	18,775	18,778	18,780	18,735	18,736
L <sub>TOTALES</sub>	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos	[MW]	0,225	0,236	0,239	0,227	0,238	0,228	0,241	0,232	0,233	0,228
P <sub>TR,EX</sub>	Potencia total consumida Transformador de excitación	[MW]	0,103	0,105	0,106	0,107	0,103	0,103	0,109	0,110	0,110	0,110
P <sub>PERD,TR</sub>	Pérdidas en el transformador principal	[MW]	0,069	0,069	0,069	0,069	0,069	0,069	0,069	0,069	0,069	0,069
P <sub>SSAA</sub>	Potencia total consumida por los servicios auxiliares	[MW]	0,050	0,054	0,052	0,050	0,052	0,055	0,057	0,051	0,049	0,045
P <sub>PERD,RED</sub>	Pérdidas en la red interna	[MW]	0,003	0,008	0,013	0,001	0,013	0,001	0,005	0,002	0,005	0,003
<b>Correcciones a la Potencia bruta</b>												
L <sub>FP</sub>	Diferencia en pérdidas por FP	[kW]	1,471	1,464	1,499	1,549	1,585	1,523	1,533	1,645	1,443	1,444
P <sub>BRUTA, CORR</sub>	Potencia Bruta corregida por los factores permitidos en el Anexo Técnico	[MW]	18,90	18,91	18,97	19,00	19,01	19,00	19,02	19,01	18,97	18,96
<b>Cálculo promedio final</b>												
P <sub>BRUTA, CORR</sub>	Valores utilizados para cálculo de promedio final	[MW]	18,90	18,91	18,97	19,00	19,01	19,00	19,02	19,01	18,97	18,96
P <sub>NETA, CORR</sub>	Valores utilizados para cálculo de promedio final	[MW]	18,70	18,71	18,76	18,79	18,80	18,80	18,81	18,80	18,76	18,76
P <sub>MAX, Bruta</sub>	Potencia Máxima Bruta	[MW]	18,98									
P <sub>MAX, Neta</sub>	Potencia Máxima Neta	[MW]	18,77									

Tabla 6-19 – Resumen general para la Unidad 1



Períodos		ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Test Run n°	Hora		09:15	09:45	10:15	10:45	11:15	11:45	12:15	12:45	13:15	13:45	
<b>Variables Primarias</b>													
FP	Factor de potencia en bornes de máquina	-	0,947	0,947	0,947	0,947	0,947	0,947	0,947	0,947	0,947	0,947	
P <sub>BRUTA-EX</sub>	Potencia Bruta Unidad (Descontado los consumos del Transformador de excitación)	[MW]	18,66	18,67	18,67	18,65	18,65	18,65	18,66	18,66	18,65	18,66	Mediciones
P <sub>Neta</sub>	Potencia Neta medido en Alta	[MW]	18,52	18,55	18,55	18,52	18,53	18,52	18,54	18,54	18,54	18,55	
P <sub>BRUTA</sub>	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	[MW]	18,77	18,77	18,78	18,76	18,76	18,76	18,77	18,77	18,76	18,78	
<b>Variables Secundarias</b>													
Nivel	Altura bruta del nivel de presa (Laja)	[msnm]	1049,72	1049,74	1049,74	1049,72	1049,71	1049,74	1049,75	1049,74	1049,75	1049,76	Mediciones
Frec	Velocidad de Rotación - Para estabilidad	[Hz]	50,07	49,97	50,02	50,02	50,02	50,02	50,02	49,97	49,95	49,99	
<b>Verificación de condiciones de estabilidad</b>													
P <sub>Neta</sub>	Potencia Neta medido en Alta	1,50%	0,130%	0,100%	0,062%	0,115%	0,146%	0,131%	0,078%	0,126%	0,125%	0,130%	Cálculos de Desvío Estándar y comparación con el límite establecido por norma
P <sub>BRUTA</sub>	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	1,50%	0,118%	0,128%	0,072%	0,155%	0,157%	0,117%	0,114%	0,159%	0,117%	0,082%	
Nivel	Altura bruta del nivel de laguna (Laja)	1,00%	0,001%	0,000%	0,001%	0,001%	0,001%	0,001%	0,001%	0,000%	0,001%	0,001%	
FP	Factor de potencia en bornes de máquina	2,00%	0,062%	0,086%	0,083%	0,057%	0,073%	0,073%	0,060%	0,061%	0,060%	0,048%	
Frec	Velocidad de Rotación	0,50%	0,013%	0,050%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,000%	0,009%	0,007%	0,050%	
Estabilidad	¿Se cumplen los criterios para todas las variables?		SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	
<b>Consumos SSAA y Transformador de excitación</b>													
P <sub>SSAA</sub>	Potencia total consumida por los servicios auxiliares	[kW]	45,266	42,057	42,945	42,386	50,970	47,103	43,134	44,833	44,514	47,781	P <sub>SSAA,NE</sub> = P <sub>SSAA</sub> - P <sub>SSAA,E</sub>
	Promedio P <sub>SSAA</sub>	[kW]	45,10										
	Promedio P <sub>SSAA,U2</sub>	[kW]	22,55										
	Promedio P <sub>SSAA,NE,U2</sub>	[kW]	22,55										
P <sub>TR,EX</sub>	Potencia total consumida Transformador de excitación	[kW]	106,690	107,638	108,209	109,094	109,379	109,612	110,048	110,452	110,811	111,129	
	Promedio P <sub>TR,EX</sub>	[kW]	109,31										
<b>Determinación pérdidas totales</b>													
P <sub>BRUTA, No Corr</sub>	Potencia Bruta medida - Total	[MW]	18,766	18,774	18,776	18,756	18,760	18,756	18,770	18,767	18,764	18,776	L <sub>Totales</sub> = P <sub>BRUTA, No Corr</sub> - P <sub>Neta, No Corr</sub>
P <sub>Neta, No Corr</sub>	Potencia Neta medida - Total	[MW]	18,523	18,550	18,546	18,524	18,529	18,523	18,536	18,541	18,538	18,548	
L <sub>TOTALES</sub>	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos	[MW]	0,243	0,224	0,230	0,233	0,231	0,233	0,234	0,225	0,226	0,229	
P <sub>TR,EX</sub>	Potencia total consumida Transformador de excitación	[MW]	0,107	0,108	0,108	0,109	0,109	0,110	0,110	0,110	0,111	0,111	
P <sub>PERD,TR</sub>	Pérdidas en el transformador principal	[MW]	0,069	0,069	0,069	0,068	0,068	0,068	0,069	0,069	0,068	0,069	
P <sub>SSAA</sub>	Potencia total consumida por los servicios auxiliares	[MW]	0,045	0,042	0,043	0,042	0,051	0,047	0,043	0,045	0,045	0,048	
P <sub>PERD,RED</sub>	Pérdidas en la red interna	[MW]	0,023	0,005	0,010	0,013	0,002	0,007	0,012	0,001	0,002	0,001	P <sub>PERD,RED</sub> = L <sub>TOTALES</sub> - P <sub>SSAA</sub> - P <sub>PERD,TR</sub> - P <sub>TR,EX</sub>
<b>Correcciones a la Potencia bruta</b>													
L <sub>FP</sub>	Diferencia en pérdidas por FP	[kW]	-1,254	-1,063	-1,343	-1,206	-1,314	-1,141	-1,068	-1,124	-1,190	-1,140	Diferencia de kW en la curva de FP (FP <sub>ens</sub> vs 0.95)
P <sub>Bruta, Corr</sub>	Potencia Bruta corregida por los factores permitidos en el Anexo Técnico	[MW]	18,77	18,77	18,78	18,76	18,76	18,76	18,77	18,77	18,77	18,78	P <sub>Bruta, Corr</sub> = ( P <sub>Bruta</sub> - L <sub>FP</sub> )
<b>Cálculo promedio final</b>													
P <sub>Bruta, Corr</sub>	Valores utilizados para cálculo de promedio final	[MW]	18,77	18,77	18,78	18,76	18,76	18,76	18,77	18,77	18,77	18,78	Selección de los test-run promediables
P <sub>Neta, Corr</sub>		[MW]	18,55	18,57	18,57	18,55	18,56	18,55	18,56	18,56	18,56	18,57	
P <sub>MAX, Bruta</sub>	Potencia Máxima Bruta	[MW]	18,77										
P <sub>MAX, Neta</sub>	Potencia Máxima Neta	[MW]	18,56										

Tabla 6-20 – Resumen general para la Unidad 2



Períodos													
Test Run n°	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Hora		09:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00	13:30	14:00		
<b>Variables Primarias</b>													
FP1	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 1	-	0,987	0,987	0,987	0,987	0,987	0,987	0,988	0,987	0,988	0,988	Mediciones
P <sub>BRUTA1-EX</sub>	Potencia Bruta Unidad (Descontado los consumos del Transformador de excitación) - Unidad 1	[MW]	18,52	18,66	18,63	18,62	18,60	18,56	18,59	18,60	18,62	18,64	
P <sub>BRUTA1</sub>	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 1	[MW]	18,60	18,75	18,71	18,70	18,68	18,64	18,67	18,69	18,70	18,72	
FP2	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 2	-	0,987	0,987	0,987	0,987	0,987	0,987	0,987	0,987	0,987	0,987	
P <sub>BRUTA2-EX</sub>	Potencia Bruta Unidad (Descontado los consumos del Transformador de excitación) - Unidad 2	[MW]	18,55	18,69	18,65	18,64	18,63	18,61	18,62	18,64	18,65	18,68	
P <sub>BRUTA2</sub>	Potencia Bruta medida en bornes de máquina - Unidad 2	[MW]	18,63	18,77	18,73	18,72	18,71	18,69	18,70	18,72	18,73	18,76	
P <sub>Neta</sub>	Potencia Neta medido en Alta	[MW]	36,79	37,07	36,99	36,97	36,95	36,90	36,94	36,98	36,98	37,05	
<b>Variables Secundarias</b>													
Nivel	Altura bruta del nivel de presa (Laja)	[msnm]	1049,49	1049,81	1049,72	1049,69	1049,65	1049,62	1049,65	1049,67	1049,71	1049,76	Mediciones
Frec	Velocidad de Rotación - Para estabilidad	[Hz]	50,05	50,09	50,06	50,02	49,98	49,99	50,00	50,03	50,01	50,04	
<b>Verificación de condiciones de estabilidad</b>													
P <sub>BRUTA1</sub>	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	1,50%	0,471%	0,116%	0,146%	0,133%	0,068%	0,138%	0,108%	0,067%	0,107%	0,112%	Cálculos de Desvío Estándar y comparación con el límite establecido por norma
FP1	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 1	2,00%	0,023%	0,023%	0,029%	0,020%	0,029%	0,033%	0,023%	0,023%	0,021%	0,016%	
P <sub>BRUTA2</sub>	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	1,50%	0,447%	0,127%	0,117%	0,111%	0,091%	0,115%	0,125%	0,108%	0,063%	0,093%	
FP2	Factor de potencia en bornes de máquina - Unidad 2	2,00%	0,013%	0,023%	0,027%	0,020%	0,026%	0,012%	0,024%	0,030%	0,031%	0,016%	
P <sub>Neta</sub>	Potencia Neta medido en Alta	1,50%	0,420%	0,146%	0,088%	0,089%	0,095%	0,095%	0,116%	0,084%	0,074%	0,073%	
Nivel	Altura bruta del nivel de laguna (Laja)	1,00%	0,017%	0,003%	0,002%	0,002%	0,001%	0,001%	0,002%	0,002%	0,002%	0,002%	
Frec	Velocidad de Rotación	1,00%	0,022%	0,022%	0,105%	0,054%	0,004%	0,003%	0,008%	0,010%	0,059%	0,077%	
Estabilidad	¿Se cumplen los criterios para todas las variables?		SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	
<b>Consumos SSAA y Transformador de excitación</b>													
P <sub>SSAA</sub>	Potencia total consumida por los servicios auxiliares	[kW]	54,990	62,374	57,770	59,357	42,734	38,641	43,380	36,266	44,005	39,573	
	Promedio P <sub>SSAA</sub>	[kW]	47,91										
P <sub>TR,EX1</sub>	Potencia total consumida Transformador de excitación - Unidad 1	[kW]	79,946	81,421	82,080	82,580	79,946	79,946	83,495	83,680	83,957	84,018	
	Promedio P <sub>TR,EX1</sub>	[kW]	82,11										
P <sub>TR,EX2</sub>	Potencia total consumida Transformador de excitación - Unidad 2	[kW]	79,742	80,744	80,752	81,396	81,174	81,268	82,061	81,994	82,435	82,465	
	Promedio P <sub>TR,EX2</sub>	[kW]	81,40										
<b>Determinación pérdidas totales</b>													
P <sub>BRUTA, No Corr</sub>	Potencia Bruta medida - Total	[MW]	37,228	37,516	37,440	37,424	37,394	37,333	37,374	37,408	37,437	37,485	
P <sub>Neta, No Corr</sub>	Potencia Neta medida - Total	[MW]	36,786	37,066	36,992	36,969	36,948	36,898	36,938	36,983	36,981	37,051	
L <sub>TOTALES</sub>	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos	[MW]	0,442	0,450	0,448	0,455	0,445	0,435	0,436	0,425	0,456	0,435	
P <sub>TR,EX1</sub>	Potencia total consumida Transformador de excitación - Unidad 1	[MW]	0,080	0,081	0,082	0,083	0,080	0,080	0,083	0,084	0,084	0,084	
P <sub>TR,EX2</sub>	Potencia total consumida Transformador de excitación - Unidad 2	[MW]	0,080	0,081	0,081	0,081	0,081	0,081	0,082	0,082	0,082	0,082	
P <sub>PERD</sub>	Pérdidas en el transformador principal	[MW]	0,218	0,221	0,220	0,220	0,220	0,219	0,219	0,220	0,220	0,221	
P <sub>SSAA</sub>	Potencia total consumida por los servicios auxiliares	[MW]	0,055	0,062	0,058	0,059	0,043	0,039	0,043	0,036	0,044	0,040	
P <sub>PERD,RED</sub>	Pérdidas en la red interna	[MW]	0,009	0,005	0,007	0,012	0,022	0,016	0,008	0,003	0,025	0,008	
<b>Correcciones a la Potencia bruta</b>													
L <sub>FP, U1</sub>	Diferencia en pérdidas por FP - Unida	[kW]	14,843	14,966	14,931	14,901	14,895	14,820	14,928	14,922	14,980	14,984	Diferencia de kW en la curva de FP (FP <sub>ens</sub> vs 0.95)
L <sub>FP, U2</sub>	Diferencia en pérdidas por FP - Unida	[kW]	14,736	14,943	14,870	14,849	14,797	14,771	14,853	14,826	14,890	14,899	
P <sub>Bruta, Corr, U1</sub>	Potencia Bruta corregida por los factores permitidos en el Anexo Técnico	[MW]	18,58	18,73	18,69	18,68	18,67	18,63	18,66	18,67	18,69	18,71	P <sub>Bruta, Corr, U1</sub> = ( P <sub>Bruta, U1</sub> - L <sub>FP</sub> )
P <sub>Bruta, Corr, U2</sub>		[MW]	18,61	18,76	18,72	18,71	18,70	18,68	18,69	18,70	18,72	18,75	P <sub>Bruta, Corr, U2</sub> = ( P <sub>Bruta, U2</sub> - L <sub>FP</sub> )
<b>Cálculo promedio final</b>													
P <sub>Bruta, Corr</sub>	Valores utilizados para cálculo de promedio final	[MW]	37,20	37,49	37,41	37,39	37,36	37,30	37,34	37,38	37,41	37,46	Selección de los test-run promediales
P <sub>Neta, Corr</sub>		[MW]	36,76	37,04	36,96	36,94	36,92	36,87	36,91	36,95	36,95	37,02	
P <sub>MAX, Bruta</sub>	Potencia Máxima Bruta	[MW]	37,37										
P <sub>MAX, Neta</sub>	Potencia Máxima Neta	[MW]	36,93										

Tabla 6-21 – Resumen general para la Central completa



## 6.7 Incertidumbre

En la presente sección se presenta los resultados del cálculo de **Incertidumbre Total del Resultado** ( $U_R$ ), siguiendo los lineamientos establecidos en la norma ASME PTC 19.1 “Test Uncertainty”.

En la Tabla 6-22 y en la Tabla 6-23 se presenta el cálculo de incertidumbre para la **Potencia Bruta Corregida** y la **Potencia Neta Corregida** respectivamente para la Unidad 1, en ambos casos se ha considerado una certeza del 95%.

Cálculo de incertidumbre - Potencia Bruta										
Variable	Unidad	Promedio	Desviación estándar	N	ts,v - 95%	Error de medición (Bx)	Error aleatorio (Sx)	Factor de sensibilidad ( $\theta$ )	Incertidumbre sistémica ( $Bx*\theta*ts,v$ )	Incertidumbre aleatoria ( $Sx*\theta*ts,v$ )
P <sub>BRUTA</sub>	[kW]	18976,97	22,635	30	2,042	65,738	4,1326	1,00	134,2400	8,4390
FP	[-]	0,954	0,001	30	2,042	0,003	0,0001	-322,81	-2,1778	-0,0633
<b><math>U_R</math></b>									<b>134,52</b>	<b>[kW]</b>

Tabla 6-22 – Cálculo de incertidumbre para la Potencia Bruta corregida de la Unidad 1

Cálculo de incertidumbre - Potencia Neta										
Variable	Unidad	Promedio	Desviación estándar	N	ts,v - 95%	Error de medición (Bx)	Error aleatorio (Sx)	Factor de sensibilidad ( $\theta$ )	Incertidumbre sistémica ( $Bx*\theta*ts,v$ )	Incertidumbre aleatoria ( $Sx*\theta*ts,v$ )
P <sub>BRUTA</sub>	[kW]	18976,97	22,635	30	2,042	65,738	4,1326	0,00002	0,0027	0,0002
FP	[-]	0,954	0,001	30	2,042	0,003	0,0001	-322,81	-2,1778	-0,0633
P <sub>Neta</sub>	[kW]	18744,23	23,170	30	2,042	64,932	4,2303	1,00	132,5910	8,6382
<b><math>U_R</math></b>									<b>132,89</b>	<b>[kW]</b>

Tabla 6-23 – Cálculo de incertidumbre para la Potencia Neta corregida de la Unidad 1

En la Tabla 6-24 y en la Tabla 6-25 se presenta el cálculo de incertidumbre para la **Potencia Bruta Corregida** y la **Potencia Neta Corregida** respectivamente para la Unidad 2, en ambos casos se ha considerado una certeza del 95%.

Cálculo de incertidumbre - Potencia Bruta										
Variable	Unidad	Promedio	Desviación estándar	N	ts,v - 95%	Error de medición (Bx)	Error aleatorio (Sx)	Factor de sensibilidad ( $\theta$ )	Incertidumbre sistémica ( $Bx*\theta*ts,v$ )	Incertidumbre aleatoria ( $Sx*\theta*ts,v$ )
P <sub>BRUTA</sub>	[kW]	18766,48	22,886	30	2,042	65,009	4,1784	1,00	132,7456	8,5321
FP	[-]	0,947	0,001	30	2,042	0,003	0,0001	-314,98	-2,1101	-0,0738
<b><math>U_R</math></b>									<b>133,04</b>	<b>[kW]</b>

Tabla 6-24 – Cálculo de incertidumbre para la Potencia Bruta corregida de la Unidad 2



Cálculo de incertidumbre - Potencia Neta										
Variable	Unidad	Promedio	Desviación estándar	N	ts,v - 95%	Error de medición (Bx)	Error aleatorio (Sx)	Factor de sensibilidad (θ)	Incertidumbre sistémica (Bx*θ*ts,v)	Incertidumbre aleatoria (Sx*θ*ts,v)
P <sub>BRUTA</sub>	[kW]	18766,48	22,886	30	2,042	65,009	4,1784	-0,00002	-0,0028	-0,0002
FP	[-]	0,947	0,001	30	2,042	0,003	0,0001	-314,98	-2,1101	-0,0738
P <sub>Neta</sub>	[kW]	18535,81	21,187	30	2,042	64,210	3,8683	1,00	131,1167	7,8990
<b>U<sub>R</sub></b>									<b>131,37</b>	<b>[kW]</b>

Tabla 6-25 – Cálculo de incertidumbre para la Potencia Neta corregida de la Unidad 2

En la Tabla 6-26 y en la Tabla 6-27 se presenta el cálculo de incertidumbre para la **Potencia Bruta Corregida** y la **Potencia Neta Corregida** respectivamente para la Central completa, en ambos casos se ha considerado una certeza del 95%.

Cálculo de incertidumbre - Potencia Bruta										
Variable	Unidad	Promedio	Desviación estándar	N	ts,v - 95%	Error de medición (Bx)	Error aleatorio (Sx)	Factor de sensibilidad (θ)	Incertidumbre sistémica (Bx*θ*ts,v)	Incertidumbre aleatoria (Sx*θ*ts,v)
P <sub>BRUTA-U1</sub>	[kW]	18604,76	27,2914	30	2,042	64,45	4,98	1,00026	131,6387	10,1774
FP <sub>U1</sub>	[-]	0,987	0,0002	30	2,042	0,003	0,00004	-321,56	-2,2460	-0,0284
P <sub>BRUTA-U2</sub>	[kW]	18635,62	26,0000	30	2,042	64,56	4,75	1,00025	131,8552	9,6956
FP <sub>U2</sub>	[-]	0,987	0,0002	30	2,042	0,003	0,00004	-322,41	-2,2514	-0,0264
<b>U<sub>R</sub></b>									<b>186,87</b>	<b>[kW]</b>

Tabla 6-26 – Cálculo de incertidumbre para la Potencia Bruta corregida de la Central completa

Cálculo de incertidumbre - Potencia Neta										
Variable	Unidad	Promedio	Desviación estándar	N	ts,v - 95%	Error de medición (Bx)	Error aleatorio (Sx)	Factor de sensibilidad (θ)	Incertidumbre sistémica (Bx*θ*ts,v)	Incertidumbre aleatoria (Sx*θ*ts,v)
P <sub>BRUTA-U1</sub>	[kW]	18604,76	27,2914	30	2,042	64,45	4,98	0,00026	0,0343	0,0027
FP <sub>U1</sub>	[-]	0,987	0,0002	30	2,042	0,003	0,00004	-321,56	-2,2460	-0,0284
P <sub>BRUTA-U2</sub>	[kW]	18635,62	26,0000	30	2,042	64,56	4,75	0,00025	0,0325	0,0024
FP <sub>U2</sub>	[-]	0,987	0,0002	30	2,042	0,003	0,00004	-322,41	-2,2514	-0,0264
P <sub>Neta</sub>	[kW]	36961,24	47,3035	30	2,042	128,04	8,636	1,00	261,4525	17,6355
<b>U<sub>R</sub></b>									<b>262,07</b>	<b>[kW]</b>

Tabla 6-27 – Cálculo de incertidumbre para la Potencia Neta corregida de la Central completa





## 7 CONCLUSIONES

Se realizaron con éxito las pruebas de Potencia Máxima de la Unidad 1, la Unidad 2 y de la Central completa para la Central Hidroeléctrica La Mina.

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

Se determinaron los siguientes valores de **Potencia Máxima Bruta** de la Central Hidroeléctrica La Mina con el siguiente desglose de valores:

Resumen de resultados CH La Mina - Unidad 1		
Potencia Máxima	Bruta Medida [MW]	18,8702
	<b>Bruta Corregida [MW]</b>	<b>18,9755</b>
	Neta Medida [MW]	18,7442
	<b>Neta Corregida [MW]</b>	<b>18,7685</b>
Pérdidas y consumos internos	Consumos de SSAA [kW]	25,815
	Consumos de SSAA No esenciales [kW]	25,815
	Pérdidas en transformador principal [kW]	68,99
	Pérdidas en transformadores de excitación [kW]	106,79
	Pérdidas en la red interna [kW]	5,32
	<b>Pérdidas totales [kW]</b>	<b>232,73</b>

Tabla 7-1 – Resumen resultados – Unidad 1

Resumen de resultados CH La Mina - Unidad 2		
Potencia Máxima	Bruta Medida [MW]	18,6572
	<b>Bruta Corregida [MW]</b>	<b>18,7677</b>
	Neta Medida [MW]	18,5358
	<b>Neta Corregida [MW]</b>	<b>18,5595</b>
Pérdidas y consumos internos	Consumos de SSAA [kW]	22,55
	Consumos de SSAA No esenciales [kW]	22,55
	Pérdidas en transformador principal [kW]	68,51
	Pérdidas en transformadores de excitación [kW]	109,31
	Pérdidas en la red interna [kW]	7,75
	<b>Pérdidas totales [kW]</b>	<b>230,67</b>

Tabla 7-2 – Resumen resultados – Unidad 2



Resumen de resultados CH La Mina - Central Completa		
Potencia Máxima	Bruta Medida [MW]	37,2404
	<b>Bruta Corregida [MW]</b>	<b>37,3741</b>
	Neta Medida [MW]	36,9612
	<b>Neta Corregida [MW]</b>	<b>36,9315</b>
Pérdidas y consumos internos	Consumos de SSAA [kW]	47,91
	Pérdidas en transformador principal [kW]	219,85
	Pérdidas en transformadores de excitación [kW]	163,51
	Pérdidas en la red interna [kW]	11,38
	<b>Pérdidas totales [kW]</b>	<b>442,65</b>

Tabla 7-3 – Resumen resultados – Central completa



## 8 NORMATIVA

- Anexo Técnico: “Pruebas de Potencia Máxima en Unidades Generadoras”.
- Norma Internacional IEC 60041
- Norma ASME PTC 19.1 “Test Uncertainty”



## 9 ANEXOS

### 9.1 Hoja de datos del generador

Denominación	Valor
Potencia nominal con la frecuencia de rotación, coeficiente de potencia, potencia, frecuencia nominales y con la temperatura de aire frío (en la salida de enfriadores) de 40 °C, MVA/MW.	17,71/16,83
Potencia máxima con la frecuencia de rotación, coeficiente de potencia, potencia, frecuencia nominal y con la temperatura de aire frío (en la salida de enfriadores) de 40 °C, MVA/MW.	20,90/19,86
Tensión nominal (lineal), kV.	13,8
Rango de variación de tensión, %.	± 5
Corriente nominal de estator (en fase), A.	741
Corriente máxima de estator (en fase), A.	874
Factor de Potencia nominal.	0,95
Frecuencia nominal , Hz50.	50
Rango de variación de potencia, %.	± 2
Frecuencia de rotación nominal, min-1.	333,33
Frecuencia de rotación de embalamiento , min-1.	660
Número de fases.	3
Conexión de fases del devanado de estator.	Estrella (Y)
Dirección de rotación, si se observa la unidad de arriba.	Contrario a los punteros del reloj
Clase de aislamiento de devanados de estator y rotor.	F
Tipo de Protección.	IP 44
Elevación temperatura admisible con temperatura máxima de aire frío de 40 °C, para potencia nominal. Devanado Estatórico / Núcleo estatórico, °K.	60 /60
Elevación temperatura admisible con temperatura máxima de aire frío de 40 °C, para potencia máxima. Devanado Estatórico / Núcleo estatórico, °K.	75 / 75
Corriente de Excitación Nominal/Máxima, A.	650/720
Tensión de Excitación Nominal/Máxima, V.	135/155
Peso del rotor completo t.	50

Figura 9-1 – Hoja de datos del generador (1 de 2)





## 9.2 Datos característicos del Transformador Principal

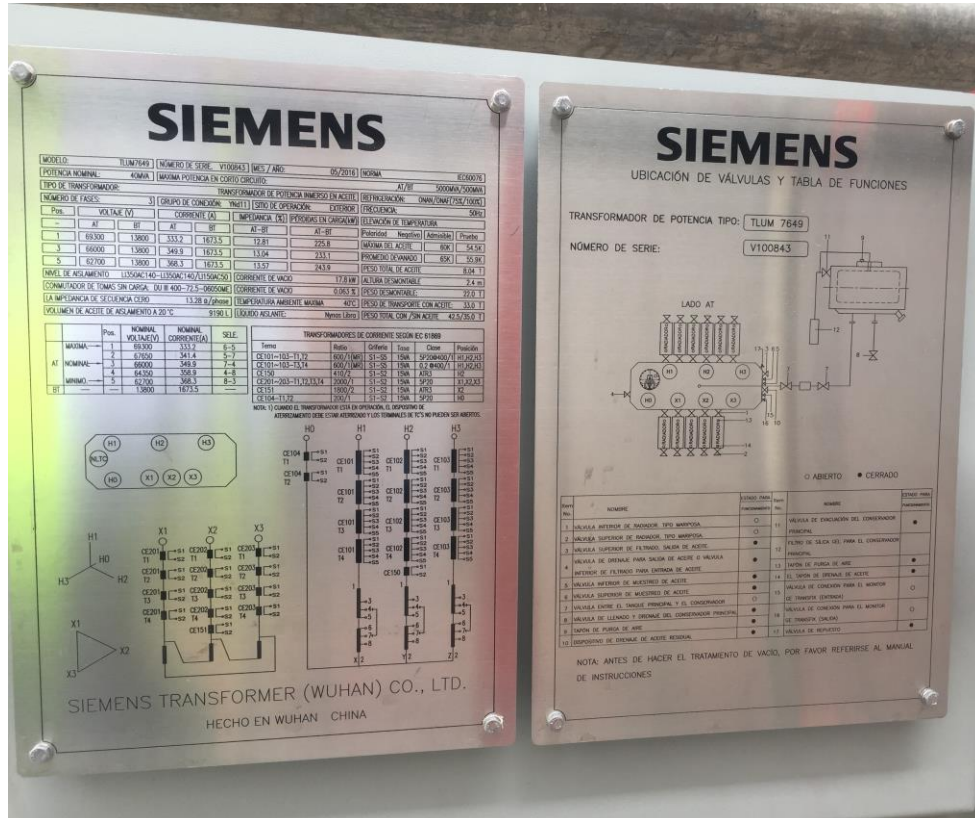


Figura 9-3 – Datos del Transformador principal



### 9.3 Puntos de medición

#### 9.3.1 Potencia bruta U1

En el siguiente unilínea general se pueden identificar los puntos de medición de la potencia bruta. Se muestran en rojos los núcleos de los transformadores de corriente y tensión de clase 0.2.

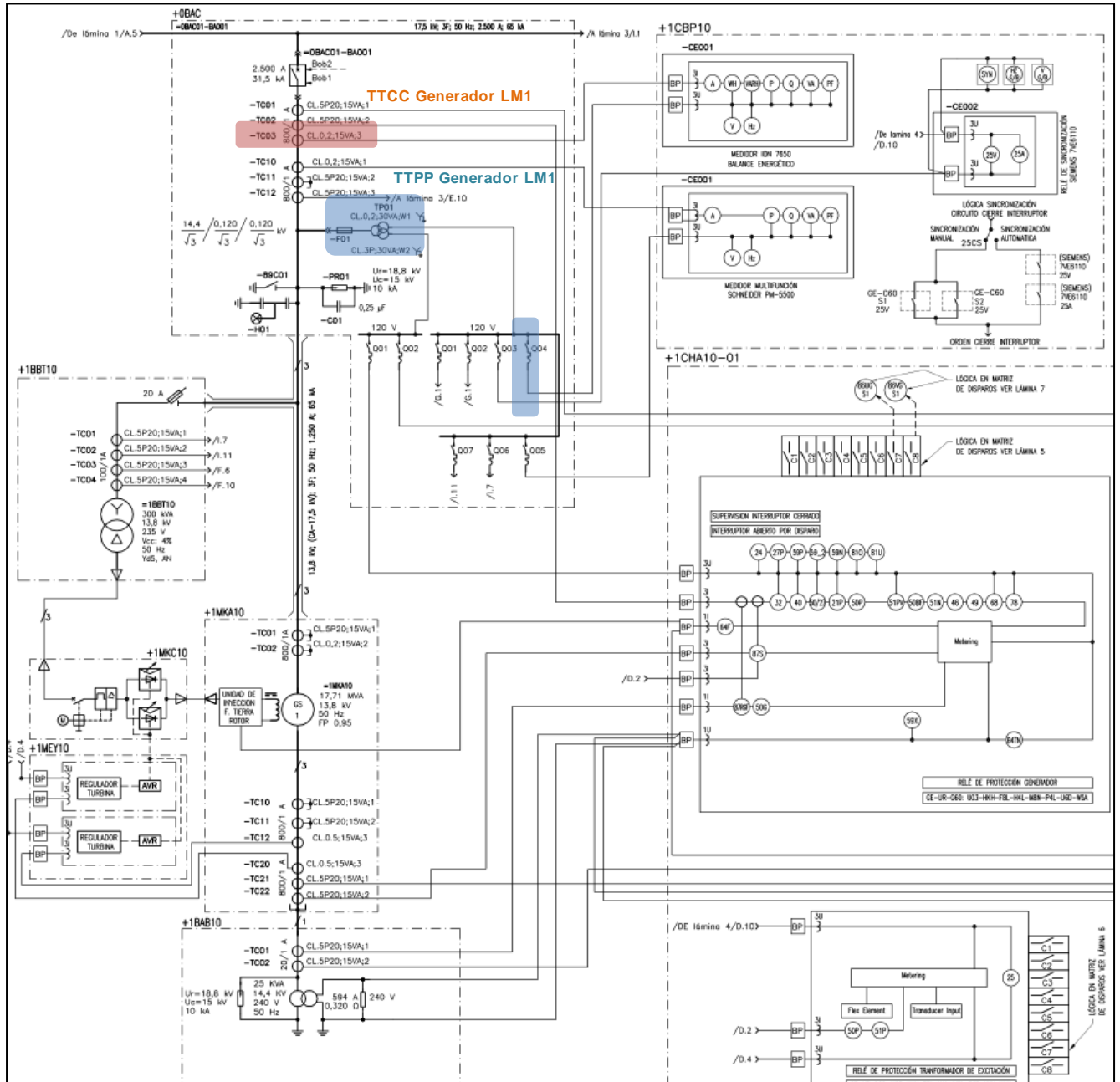


Figura 9-4 – Unilínea para mediciones de potencia bruta





Figura 9-5 – Equipo medidor ION 7550 – Potencia bruta U1



Figura 9-6 - Equipo medidor ION 7550 – Potencia bruta U1





### 9.3.2 Potencia bruta U2

En el siguiente unilínea general se pueden identificar los puntos de medición de la potencia bruta. Se muestran en rojos los núcleos de los transformadores de corriente y tensión de clase 0.2.

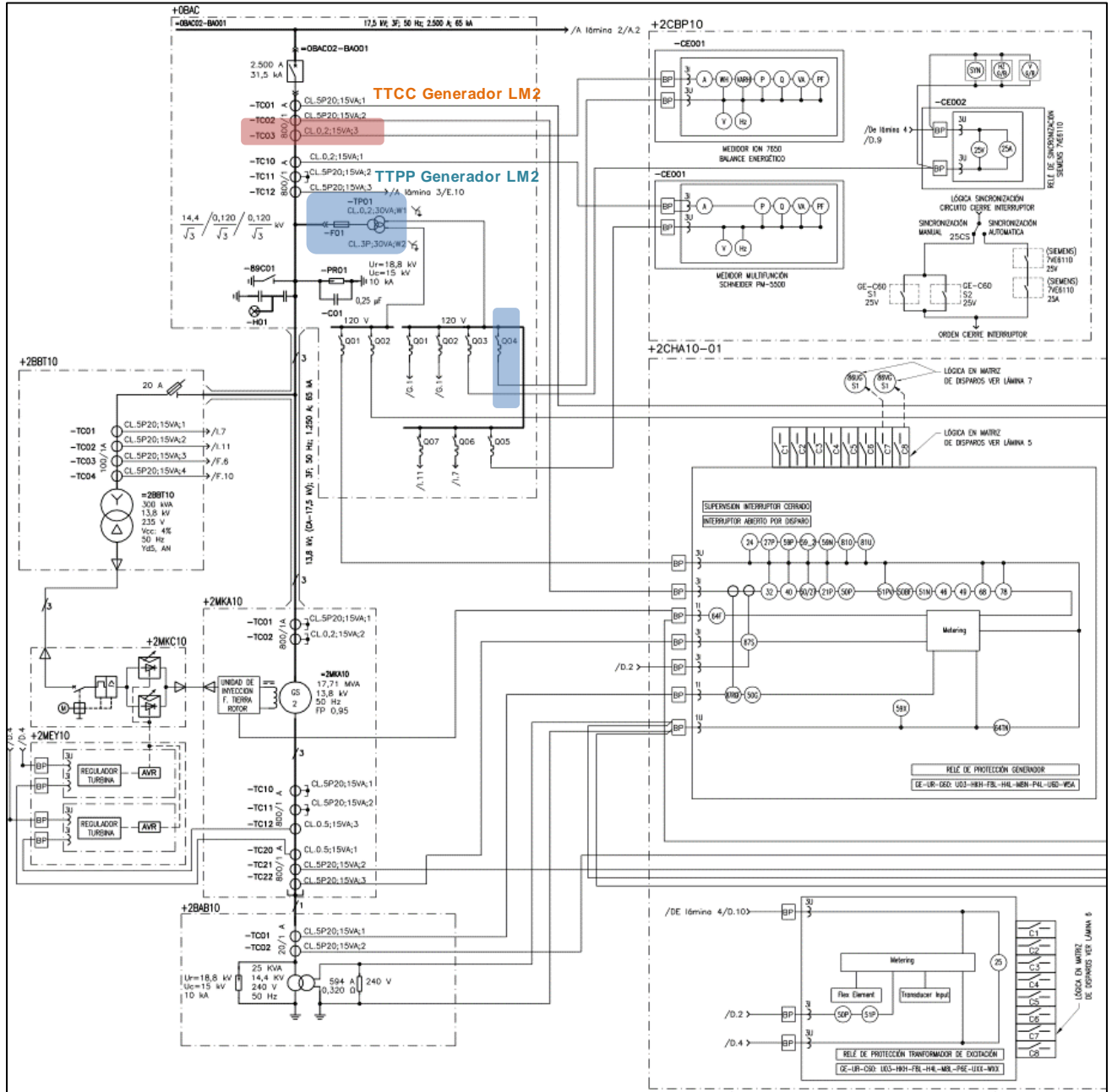


Figura 9-7 – Unilínea para mediciones de potencia bruta

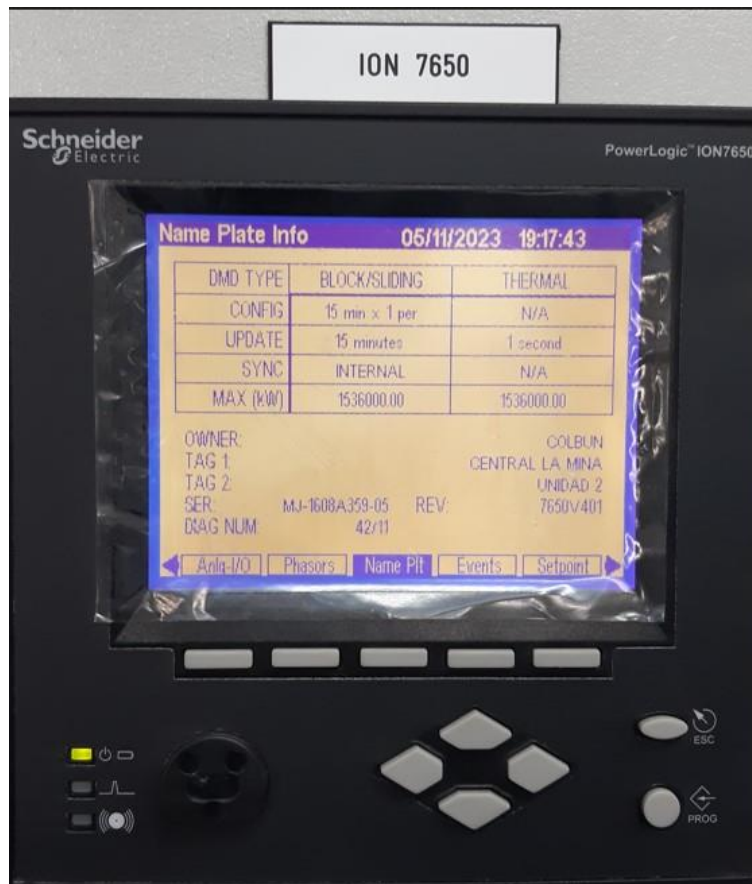


Figura 9-8 – Equipo medidor ION 7550 – Potencia bruta U2

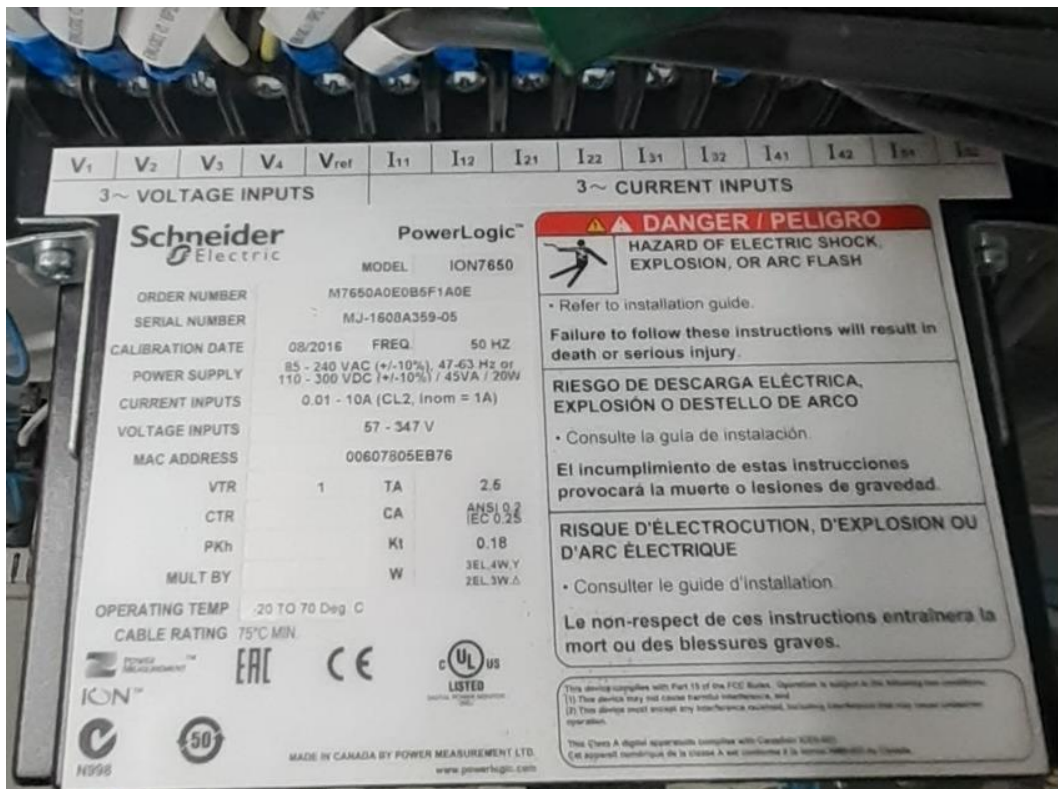


Figura 9-9 - Equipo medidor ION 7550 - Potencia bruta U2



### 9.3.3 Potencia neta

En el siguiente unilíneal se pueden identificar los puntos de medición de la potencia neta. Se muestran en rojos los núcleos de los transformadores de corriente y tensión de clase 0.2.

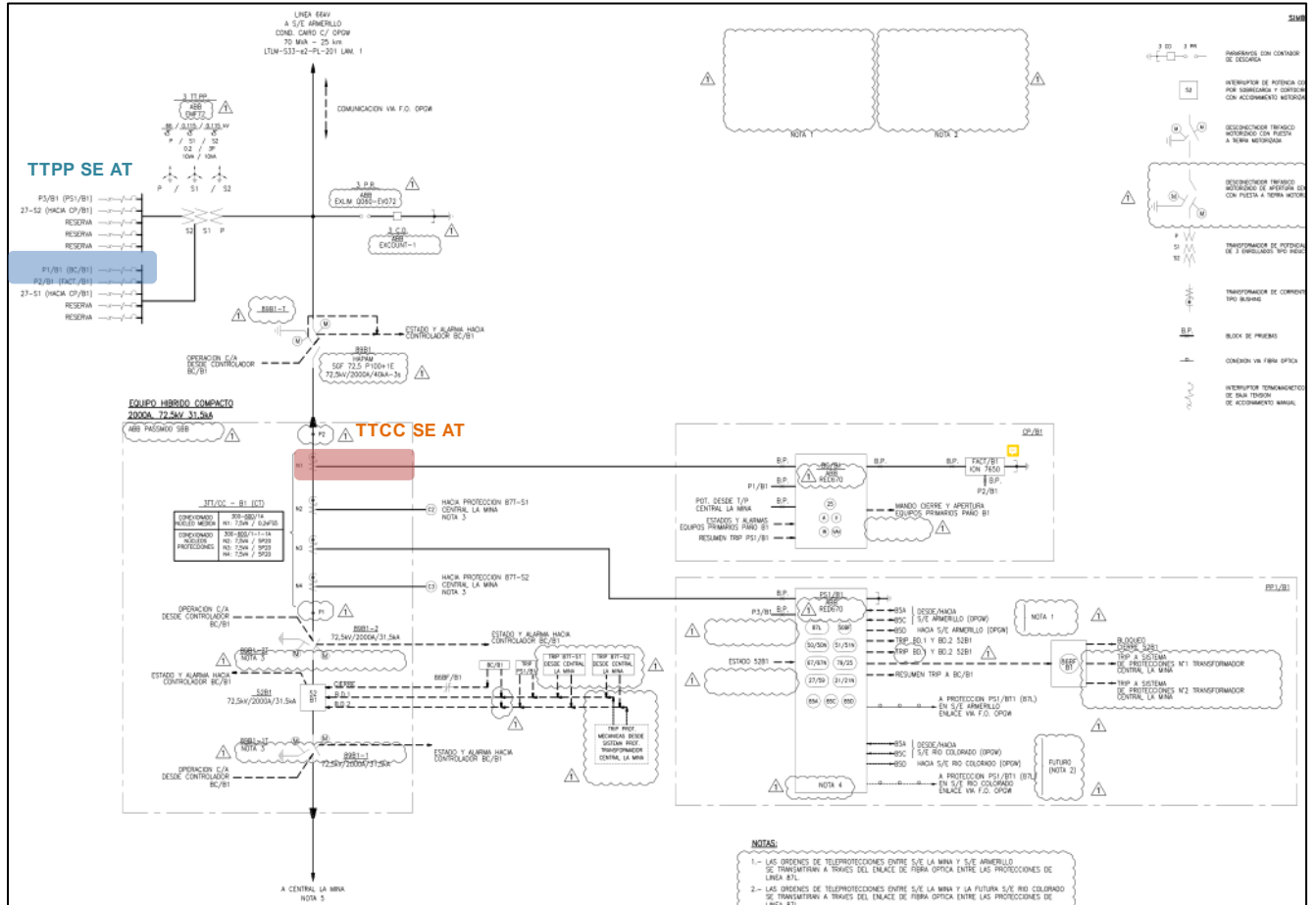


Figura 9-10 – Unilíneal para mediciones de potencia neta



Figura 9-11 – Equipo medidor ION 7650 – Potencia neta



## 9.4 Instrumental de medición

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

### 9.4.1 Potencia bruta/FP

Se ha utilizado los medidores que el Coordinado tiene dentro de sus instalaciones. Estos medidores son clase 0.2 y cumplen con los requerimientos establecidos en el anexo técnico.

El Coordinado ha realizado pruebas de certificación de estos equipos previo al desarrollo de las pruebas. Los registros de datos se han realizado con una tasa de muestreo de 1 muestra por minuto y se ha entregado en formato csv.

A continuación, se incluye los certificados de calibración



Página 1 de 3

Acreditado por IAS,  
Acreditación TL-1109

**INFORME DE ENSAYOS**  
**N° SE-202303-014**

**EQUANS**  
EMPOWERING TRANSITIONS

---

**IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO**

Denominación: Medidor de Energía Eléctrica  
Marca: Schneider Electric  
Modelo: ION 7650  
Numero de Serie: MJ-1103A358-05

---

**IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE**

Nombre : Colbún S.A.  
Dirección : Av. Apoquindo 4775, Las Condes, Región Metropolitana.  
Solicitud : Ensayo de Medidor de Energía Eléctrica

---

**DATOS DEL ENSAYO**

Fecha del Ensayo : 11 de Mayo de 2023. Lugar : Laboratorio Cam Chile Spa.  
Fecha de Emisión : 19 de Mayo de 2023. Ubicación : SE La Mina, Colbún.  
Método : IEC 62053-22/23 N° Elementos : 3 E / 4 H  
Ejecutado por : José Miranda B.

---

**PATRÓN UTILIZADO**

Tipo : Patrón de Energía Eléctrica. Cl. De Exactitud : ± 0.05 %  
Marca : MTE Trazabilidad Energía A. : IVPE-000017-2022  
Modelo : PTS3.3C Trazabilidad Energía R. : IVPE-000018-2022  
N° de serie : 49104. Empresa Certificadora : TESLAB

---

**ALCANCES DEL INFORME**

CAM Chile S.p.A., certifica que este instrumento ha sido ensayado, utilizando equipos patrones e instrumentos que cuentan con certificados vigentes y trazables, con unidades plenamente identificables a magnitudes del Sistema Internacional de Unidades (SI).  
Los resultados expuestos corresponden únicamente al ítem identificado bajo prueba y solo bajo las condiciones mencionadas.  
La incertidumbre expandida está calculada con un factor de cobertura  $k=2$ , para una distribución normal correspondiente a una probabilidad de aproximadamente el 95%.  
Este Informe de Ensayos no podrá ser reproducido parcial ni totalmente sin previa autorización de CAM Chile S.p.A., el Área de Certificación no se responsabiliza por alteraciones o enmiendas en el presente documento.  
CAM Chile S.p.A., autorizado por la superintendencia de electricidad y combustible según la resolución exenta N°15.474 de 29 de diciembre de 2022.

  
**Realizado por José Miranda B.**  
Especialista Gestion de Energía  
CAM Chile SpA.

  
**Revisado por José De La Rosa G.**  
Profesional Responsable OLCA  
CAM Chile SpA.

Laboratorio de Medidores – CAM Chile SpA – Av. Americo Vespucio 1361, Quilicura.

Figura 9-12 – Certificado de calibración de medidor de potencia bruta – Unidad 1





Página 1 de 3		<b>INFORME DE ENSAYOS</b>			
Acreditado por IAS, Acreditación TL-1109		<b>N° SE-202303-015</b>			
<b>IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO</b>					
Denominación:	Medidor de Energía Eléctrica				
Marca:	Schneider Electric				
Modelo:	ION 7650				
Numero de Serie:	MJ-1608A359-05				
<b>IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE</b>					
Nombre	:	Colbún S.A.			
Dirección	:	Av. Apoquindo 4775, Las Condes, Región Metropolitana.			
Solicitud	:	Ensayo de Medidor de Energía Eléctrica			
<b>DATOS DEL ENSAYO</b>					
Fecha del Ensayo	:	11 de Mayo de 2023.	Lugar	:	Laboratorio Cam Chile Spa.
Fecha de Emisión	:	19 de Mayo de 2023.	Ubicación	:	SE La Mina, Colbún.
Método	:	IEC 62053-22/23	N° Elementos	:	3 E / 4 H
Ejecutado por	:	José Miranda B.			
<b>PATRÓN UTILIZADO</b>					
Tipo	:	Patrón de Energía Eléctrica.	Cl. De Exactitud	:	± 0.05 %
Marca	:	MTE	Trazabilidad Energía A.	:	IVPE-000017-2022
Modelo	:	PTS3.3C	Trazabilidad Energía R.	:	IVPE-000018-2022
N° de serie	:	49104.	Empresa Certificadora	:	TESLAB
<b>ALCANCES DEL INFORME</b>					
<p>CAM Chile S.p.A., certifica que este instrumento ha sido ensayado, utilizando equipos patrones e instrumentos que cuentan con certificados vigentes y trazables, con unidades plenamente identificables a magnitudes del Sistema Internacional de Unidades (SI).</p> <p>Los resultados expuestos corresponden únicamente al ítem identificado bajo prueba y solo bajo las condiciones mencionadas.</p> <p>La incertidumbre expandida está calculada con un factor de cobertura <math>k=2</math>, para una distribución normal correspondiente a una probabilidad de aproximadamente el 95%.</p> <p>Este Informe de Ensayos no podrá ser reproducido parcial ni totalmente sin previa autorización de CAM Chile S.p.A., el Área de Certificación no se responsabiliza por alteraciones o enmiendas en el presente documento.</p> <p>CAM Chile S.p.A., autorizado por la superintendencia de electricidad y combustible según la resolución exenta N°15.474 de 29 de diciembre de 2022.</p>					
 <b>Realizado por José Miranda B.</b> Especialista Gestion de Energía CAM Chile SpA.			 <b>Revisado por José De La Rosa G.</b> Profesional Responsable OLCA CAM Chile SpA.		
Laboratorio de Medidores – CAM Chile SpA – Av. Americo Vespucio 1361, Quilicura.					

Figura 9-13 – Certificado de calibración de medidor de potencia bruta – Unidad 2



### 9.4.2 Potencia neta

Se ha utilizado el medidor que el Coordinado tiene dentro de sus instalaciones. Este medidor es clase 0.2 y cumple con los requerimientos establecidos en el anexo técnico.

El Coordinado ha realizado pruebas de certificación de este equipo previo al desarrollo de las pruebas. El registro de datos se ha realizado con una tasa de muestreo de 1 muestra por minuto y se ha entregado en formato csv.

A continuación, se incluye el certificado de calibración.





Página 1 de 3

Acreditado por IAS,  
Acreditación TL-1109

**INFORME DE ENSAYOS**  
**N° SE-202303-007**

**EQUANS**  
EMPOWERING TRANSITIONS

---

**IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO**

Denominación: Medidor de Energía Eléctrica  
Marca: Schneider Electric  
Modelo: ION 7650 - PANEL  
Numero de Serie: MJ-1602A492-05

---

**IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE**

Nombre : Colbún S.A.  
Dirección : Av. Apoquindo 4775, Las Condes.  
Solicitud : Ensayo de Medidor de Energía Eléctrica

---

**DATOS DEL ENSAYO**

Fecha del Ensayo : 20 de Marzo de 2023. Lugar : Lab. Cam Chile SPA  
Fecha de Emisión : 21 de Marzo de 2023. Ubicación : Volcán Osorno  
Método : IEC 62053-22/23 N° Elementos : 3 E / 4 H  
Ejecutado por : José Miranda Barahona

---

**PATRÓN UTILIZADO**

Tipo : Patrón de Energía Eléctrica. Cl. De Exactitud : ± 0.05 %  
Marca : MTE Trazabilidad Energía A. : IVPE-000017-2022  
Modelo : PTS3.3C Trazabilidad Energía R. : IVPE-000018-2022  
N° de serie : 49104. Empresa Certificadora : TESLAB

---

**ALCANCES DEL INFORME**

CAM Chile S.p.A., certifica que este instrumento ha sido ensayado, utilizando equipos patrones e instrumentos que cuentan con certificados vigentes y trazables, con unidades plenamente identificables a magnitudes del Sistema Internacional de Unidades (SI).  
Los resultados expuestos corresponden únicamente al ítem identificado bajo prueba y solo bajo las condiciones mencionadas.  
La incertidumbre expandida está calculada con un factor de cobertura  $k=2$ , para una distribución normal correspondiente a una probabilidad de aproximadamente el 95%.  
Este Informe de Ensayos no podrá ser reproducido parcial ni totalmente sin previa autorización de CAM Chile S.p.A., el Área de Certificación no se responsabiliza por alteraciones o enmiendas en el presente documento.  
CAM Chile S.p.A., autorizado por la superintendencia de electricidad y combustible según la resolución exenta N°15.474 de 29 de diciembre de 2022.



**Realizado por José Miranda B.**  
Especialista Gestion de Energia  
CAM Chile SpA.

**JOSE MAURICIO DE LA ROSA GUZMAN**  
Firmado digitalmente por JOSE MAURICIO DE LA ROSA GUZMAN  
Fecha: 2023.03.21 16:17:59 -03'00'

**Revisado por José De La Rosa G.**  
Profesional Responsable OLCA  
CAM Chile SpA.

Laboratorio de Medidores – CAM Chile SpA – Av. Americo Vespucio 1361, Quilicura.

Figura 9-14– Certificado de calibración de medidor de potencia neta



## 9.5 Actas de ensayos

Se incluyen a continuación las actas confeccionadas al finalizar los ensayos



**ESTUDIOS ELÉCTRICOS**   
ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

**ACTA DE ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA**

Fecha	29/11/2023	Empresa	Colbún S.A.
ID Proyecto	EE-2023-139	Ubicación	San Clemente, Región del Maule, Chile
Central	Central Hidroeléctrica La Mina		
Denominación de la unidad	Unidad 1		

**Responsables durante la prueba**

Empresa	Nombre	Firmas
Colbún S.A. (Coordinado)	Julián Eduardo Larrea Moraga – Ingeniero Especialista Subgerencia de Sistemas Eléctricos	
	José Joaquín Canihuán Fuentes - Supervisor de Operaciones complejo Colbún	
	Jorge Cabello Albornoz - Asistente de Operaciones complejo Colbún	
Coordinador Eléctrico Nacional	Sin participantes durante las pruebas.	-
Estudios Eléctricos	Federico Garcia – Experto Técnico	
	Gonzalo Espinoza – Ingeniero Especialista	

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

Figura 9-15 – Acta de tareas Unidad 1 (1 de 3)



**ESTUDIOS ELECTRICOS**   
ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

**Datos de la unidad**

Potencia aparente nominal [MVA]	20.90	Corriente de estator nominal [A]	741
Tensión de estator nominal [kV]	13.8	Factor de potencia nominal	0.95
Potencia activa máxima [MW]	19.86 <i>Declarado CEN</i>	Corriente de excitación nominal [A]	650
Mínimo Técnico [MW]	4.2	Tensión de excitación nominal [V]	135

**Datos de la prueba**

Estado previo de la unidad	<i>Detenida</i>	Arranque de la unidad (fecha-hora)	29/11/2023 08:56
Inicio del período de estabilización	09:15 Hs	Fin del período de estabilización	10:00 Hs
Inicio del período de prueba Potencia Máxima	10:00 Hs	Fin del período de prueba Potencia Máxima	15:00 Hs
Protocolo aplicable	EE-EN-2023-1436 Rev B	Desvíos del protocolo	SI

**Instrumental**

Magnitud	Descripción de equipos y punto de conexión
Potencia neta	ION 7550 – N° Serie: MJ-1602A492-05. Equipo de medida de planta clase 0.2.
Potencia bruta y factor de potencia	ION 7550 – N° Serie: MJ-1608A358-05. Equipo de medida de planta clase 0.2.
Potencia SSAA	-

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

Figura 9-16 – Acta de tareas Unidad 1 (2 de 3)



**ESTUDIOS ELÉCTRICOS**   
ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

**Valores preliminares**

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

Período	1	2	3	4	5
Potencia Bruta Unidad 1 [MW]	18.803	18.873	18.899	18.902	18.851

**Observaciones**

Desvíos del protocolo: Durante la última media hora para completar las 5 horas de pruebas, operación nos informa que una de las sondas de temperatura del transformador de excitación alcanzó el nivel de alarma. Este evento no afectó el desarrollo y continuación de la prueba, observándose una operación estable de la unidad. El Coordinado está investigando las causas sobre el evento registrado.

Modalidad de las pruebas: La prueba de potencia máxima se realiza en **modalidad teledirigida y en horario diurno**.

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

Durante el desarrollo de las pruebas la unidad operó a máxima potencia dada por la condición de nivel del embalse y la potencia máxima quedo establecida por la apertura máxima alcanza por el distribuidor, limitada en 87%. La regulación de frecuencia estuvo operativa con un estatismo configurado de 10% y se consignó el valor de potencia reactiva en 6 MVAR, lo que permitió tener un factor de potencia cercano a 0.95 durante toda la prueba.

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

Comentarios: Se verificó sincronización horaria. Los medidores de potencia neta y bruta se encuentran sincronizados. Se verificó correcta tasa de muestreo de ambos medidores. Colbún entregó la totalidad de los registros digitales de esta prueba. La entrega se compone de dos archivos de distintas fuentes: registros de variables eléctricas (Potencia neta y Potencia bruta) y sistema SCADA de planta.

Los servicios auxiliares quedan alimentados desde la Unidad 1 a través de los transformadores de SSAA T1 (interruptores 52SSA y Q001 cerrados) y SSAA T2 (interruptores 52SSA y Q002 cerrados), que vinculan a la barra de MT (13.8 kV) a las barras A y B (400 V), respectivamente. A su vez estas barras operaron desacopladas (Q004 abierto).

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

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

Figura 9-17 – Acta de tareas Unidad 1 (3 de 3)



**ESTUDIOS ELECTRICOS**   
ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

**ACTA DE ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA**

Fecha	30/11/2023	Empresa	Colbún S.A.
ID Proyecto	EE-2023-139	Ubicación	San Clemente, Región del Maule, Chile
Central	Central Hidroeléctrica La Mina		
Denominación de la unidad	Unidad 2		

**Responsables durante la prueba**

Empresa	Nombre	Firmas
Colbún S.A. (Coordinado)	Julián Eduardo Larrea Moraga - Ingeniero Especialista Subgerencia de Sistemas Eléctricos	
	José Joaquín Canihuán Fuentes - Supervisor de Operaciones complejo Colbún	
	Jorge Cabello Albornoz - Asistente de Operaciones complejo Colbún	
Coordinador Eléctrico Nacional	Sin participantes durante las pruebas.	-
Estudios Eléctricos	Federico Garcia - Experto Técnico	
	Gonzalo Espinoza - Ingeniero Especialista	

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

Figura 9-18 – Acta de tareas Unidad 2 (1 de 3)





## ESTUDIOS ELECTRICOS

### ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

#### Datos de la unidad

Potencia aparente nominal [MVA]	20.90	Corriente de estator nominal [A]	741
Tensión de estator nominal [kV]	13.8	Factor de potencia nominal	0.95
Potencia activa máxima [MW]	19.86 <i>Declarado CEN</i>	Corriente de excitación nominal [A]	650
Mínimo Técnico [MW]	4.2	Tensión de excitación nominal [V]	135

#### Datos de la prueba

Estado previo de la unidad	<i>Despachada</i>	Arranque de la unidad (fecha-hora)	30/11/2023
Inicio del período de estabilización	08:45 Hs	Fin del período de estabilización	09:15 Hs
Inicio del período de prueba Potencia Máxima	09:15 Hs	Fin del período de prueba Potencia Máxima	14:15 Hs
Protocolo aplicable	EE-EN-2023-1436 Rev B	Desvíos del protocolo	No

#### Instrumental

Magnitud	Descripción de equipos y punto de conexión
Potencia neta	ION 7550 – N° Serie: MJ-1602A492-05. Equipo de medida de planta clase 0.2.
Potencia bruta y factor de potencia	ION 7550 – N° Serie: MJ-1608A359-05. Equipo de medida de planta clase 0.2.
Potencia SSAA	-

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

Figura 9-19 – Acta de tareas Unidad 2 (2 de 3)



## ESTUDIOS ELÉCTRICOS

ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

### Valores preliminares

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

Período	1	2	3	4	5
Potencia Bruta Unidad 2 [MW]	18.664	18.654	18.649	18.658	18.661

### Observaciones

Desvíos del protocolo: No se registraron desvíos.

Modalidad de las pruebas: La prueba de potencia máxima se realiza en **modalidad teledirigida y en horario diurno**.

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

Durante el desarrollo de las pruebas la unidad operó a máxima potencia dada por la condición de nivel del embalse y la potencia máxima quedo establecida por la apertura máxima alcanza por el distribuidor, limitada en 83%. La regulación de frecuencia estuvo operativa con un estatismo configurado de 10% y se consignó el valor de potencia reactiva en 6 MVAR, lo que permitió tener un factor de potencia cercano a 0.95 durante toda la prueba.

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

Comentarios: Se verificó sincronización horaria. Los medidores de potencia neta y bruta se encuentran sincronizados. Se verificó correcta tasa de muestreo de ambos medidores. Colbún entregó la totalidad de los registros digitales de esta prueba. La entrega se compone de dos archivos de distintas fuentes: registros de variables eléctricas (Potencia neta y Potencia bruta) y sistema SCADA de planta.

Los servicios auxiliares quedan alimentados desde la Unidad 2 a través de los transformadores de SSAA T1 (interruptores 52SSA y Q001 cerrados) y SSAA T2 (interruptores 52SSA y Q002 cerrados), que vinculan a la barra de MT (13.8 kV) a las barras A y B (400 V), respectivamente. A su vez estas barras operaron desacopladas (Q004 abierto).

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

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

Figura 9-20 – Acta de tareas Unidad 2 (3 de 3)





**ESTUDIOS ELÉCTRICOS**   
ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

**ACTA DE ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA**

Fecha	01/12/2023	Empresa	Colbún S.A.
ID Proyecto	EE-2023-139	Ubicación	San Clemente, Región del Maule, Chile
Central	Central Hidroeléctrica La Mina		
Denominación de la unidad	Unidad 1 y Unidad 2 (Central Completa)		

**Responsables durante la prueba**

Empresa	Nombre	Firmas
Colbún S.A. (Coordinado)	Julián Eduardo Larrea Moraga - Ingeniero Especialista Subgerencia de Sistemas Eléctricos	
	José Joaquín Canihuán Fuentes - Supervisor de Operaciones complejo Colbún	
	Jorge Cabello Albornoz - Asistente de Operaciones complejo Colbún	
Coordinador Eléctrico Nacional	Sin participantes durante las pruebas.	-
Estudios Eléctricos	Federico Garcia - Experto Técnico	

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

Figura 9-21 – Acta de tareas Central completa (1 de 3)



## ESTUDIOS ELÉCTRICOS

### ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

#### Datos de las unidades

Potencia aparente nominal [MVA]	20.90	Corriente de estator nominal [A]	741
Tensión de estator nominal [kV]	13.8	Factor de potencia nominal	0.95
Potencia activa máxima [MW]	19.86 <i>Declarado CEN</i>	Corriente de excitación nominal [A]	650
Mínimo Técnico [MW]	4.2	Tensión de excitación nominal [V]	135

#### Datos de la prueba

Estado previo de las unidades	<i>Despachadas</i>	Arranque de la unidad (fecha-hora)	01/12/2023
Inicio del período de estabilización	08:45 Hs	Fin del período de estabilización	09:30 Hs
Inicio del período de prueba Potencia Máxima	09:30 Hs	Fin del período de prueba Potencia Máxima	14:30 Hs
Protocolo aplicable	EE-EN-2023-1436 Rev B	Desvíos del protocolo	No

#### Instrumental

Magnitud	Descripción de equipos y punto de conexión
Potencia neta	ION 7550 – N° Serie: MJ-1602A492-05. Equipo de medida de planta clase 0.2.
Potencia bruta y factor de potencia	ION 7550 – N° Serie: MJ-1608A358-05. ION 7550 – N° Serie: MJ-1608A359-05. Equipo de medida de planta clase 0.2.
Potencia SSAA	-

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

Figura 9-22 – Acta de tareas Central completa (2 de 3)



**ESTUDIOS ELÉCTRICOS**   
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 obtenidos durante el desarrollo de las pruebas de potencia máxima:

Período	1	2	3	4	5
<b>Potencia Bruta Unidad 1 [MW]</b>	18.591	18.622	18.578	18.597	18.627
<b>Potencia Bruta Unidad 2 [MW]</b>	18.622	18.645	18.616	18.628	18.663
<b>Potencia Bruta Central [MW]</b>	37.213	37.267	37.194	37.225	37.290

**Observaciones**

Desvíos del protocolo: No se registraron desvíos.

Modalidad de las pruebas: La prueba de potencia máxima se realiza en **modalidad teledirigida y en horario diurno**.

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

Durante el desarrollo de las pruebas las unidades operaron a máxima potencia dada por la condición de nivel del embalse y la potencia máxima quedó establecida por la apertura máxima alcanza por el distribuidor, limitada en 89.5% (U1) y 87% (U2). La regulación de frecuencia estuvo operativa con un estatismo configurado de 10% en ambas unidades. Por otra parte, debido a limitaciones de máxima tensión en la barra de SSAA no se pudo inyectar potencia reactiva más allá de 3 MVAR, obteniéndose en cada unidad un factor de potencia de aproximadamente 0.99.

Estabilidad durante las pruebas: Se observó operación estable de 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 ambos medidores. Colbún entregó la totalidad de los registros digitales de esta prueba. La entrega se compone de dos archivos de distintas fuentes: registros de variables eléctricas (Potencia neta y Potencia bruta) y sistema SCADA de planta.

Los servicios auxiliares quedan alimentados por ambas unidades a través de los transformadores de SSAA T1 (interruptores 52SSA y Q001 cerrados) y SSAA T2 (interruptores 52SSA y Q002 cerrados), que vinculan a la barra de MT (13.8 kV) a las barras A y B (400 V), respectivamente. A su vez estas barras operaron desacopladas (Q004 abierto).

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

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

Figura 9-23 – Acta de tareas Central completa (3 de 3)



Esta página ha sido dejada en blanco intencionalmente.