



**ESTUDIOS
ELECTRICOS**

Empresa
País
Proyecto
Descripción

Coordinador Eléctrico Nacional
Chile
Central Térmica Santa María
Informe de Prueba de Potencia Máxima



CÓDIGO DE PROYECTO EE-2024-127
CÓDIGO DE INFORME EE-EN-2025-0615
REVISIÓN B

16 abr. 25



Este documento **EE-EN-2025-0615-RB** 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

Ing. Andrés Capalbo
Sub-Gerente Dpto. Ensayos
andres.capalbo@estudios-electricos.com

Ing. Pablo Rifrani
Gerente Dpto. Ensayos
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 70 páginas y ha sido guardado por última vez el 16/04/2025 por Federico García; sus versiones y firmantes digitales se indican a continuación:

Revisión	Fecha	Comentarios	Realizó	Revisó	Aprobó
A	11.04.25	Para presentar.	GE	FG	AC
B	16.04.25	Se anexa actas de ensayos firmada	GE	FG	AC

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



CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN	5
2	RESUMEN EJECUTIVO.....	6
3	OBJETIVO GENERAL Y RESPONSABLES DE LA PRUEBA	8
	3.1 Objetivo	8
	3.2 Condiciones de ensayos	8
	3.3 Experto Técnico.....	8
	3.4 Representante empresa generadora.....	8
	3.5 Representante del Coordinador Eléctrico Nacional	9
	3.6 Observador de otro Coordinado	9
4	DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD Y CONDICIONES DE PRUEBA.....	10
	4.1 Descripción general de la planta	10
	4.2 Descripción de la unidad de generación.....	13
	4.3 Condiciones de referencia y curvas de corrección.....	18
	4.3.1 Curvas de corrección	19
	4.4 Instrumentación y mediciones	21
	4.4.1 Metodología.....	22
	4.4.2 Instrumentación principal.....	23
	4.4.3 Mediciones complementarias	24
	4.5 Toma de muestras de carbón	25
	4.6 Estimación de pérdidas y consumos propios de las unidades	26
	4.6.1 Consumos propios de los servicios auxiliares.....	26
	4.6.2 Pérdidas en el transformador principal	27
5	REALIZACIÓN DE LA PRUEBA.....	29
	5.1 Chequeos preliminares	29
	5.2 Desarrollo de las pruebas.....	29
	5.3 Incremento de potencia, estabilización e inicio de la prueba.....	30
	5.4 Periodo de prueba.....	31
6	CÁLCULOS REALIZADOS Y RESULTADOS	32
	6.1 Reducción de datos y estabilidad.....	32
	6.2 Determinación de pérdidas totales	32
	6.2.1 Determinación de la potencia de pérdidas y consumos propios	32



6.2.2	Pérdidas en el transformador principal	33
6.2.3	Pérdidas en la red interna.....	33
6.2.4	Resumen de determinación de pérdidas.....	34
6.3	Correcciones aplicables a la potencia bruta y neta	35
6.4	Cálculo de la Potencia de Neta corregida	36
6.5	Cálculo del promedio final.....	38
6.6	Tabla Resumen general	38
6.7	Incertidumbre	40
7	CONCLUSIONES	41
8	NORMATIVA	42
9	ANEXOS	43
9.1	Datos característicos del generador	43
9.2	Curvas características de los generadores.....	45
9.3	Datos característicos del transformador principal.....	46
9.4	Datos transformadores de servicios auxiliares	47
9.5	Puntos de medición	48
9.5.1	Potencia bruta.....	48
9.5.2	Potencia neta	52
9.5.3	Temperatura agua de circulación	56
9.6	Instrumental de medición	57
9.6.1	Potencia bruta/FP.....	57
9.6.2	Potencia neta	59
9.6.3	Temperatura de agua de circulación.....	62
9.7	Análisis de combustible	65
9.8	Actas de ensayos.....	66



1 INTRODUCCIÓN

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

Para la ejecución de las pruebas se siguió el procedimiento de pruebas aprobado por el CEN:

- EE-EN-2025-0145-RA_Procedimiento_Potencia_Maxima_CT_Santa_María

La Central Térmica Santa María, propiedad de Colbún S.A., ubicada en la comuna de Coronel, región del Bío-Bío, está conformada por un generador sincrónico, marca General Electric modelo 450H de 18 kV de tensión nominal de operación y 468 MVA de potencia aparente nominal, impulsado por una turbina de vapor, marca General Electric modelo D5.



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.

La prueba de potencia máxima en la central se realizó el día 19 de marzo de 2025. La prueba fue realizada en presencia de Camilo Caro, Julián Larrea, Alexis Sepúlveda, (Colbún S.A.), Federico García y Gonzalo Espinoza como Expertos Técnicos (Estudios Eléctricos).

Durante el período de prueba se verificó que la unidad logra 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 la prueba se operó la unidad a máxima potencia sin regulación de frecuencia operativa y con un factor de potencia lo más cercano posible a 0.95, alcanzando una condición operativa de 0.965.

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.



Se determinaron los siguientes valores de **Potencia Máxima Bruta** y **Potencia Máxima Neta** de la Central Térmica Santa María con el siguiente desglose de valores.

Resumen de resultados CT Santa María		
Potencia Máxima	Bruta Medida [MW]	379,1063
	Bruta Corregida [MW]	378,9580
	Neta Medida [MW]	348,5016
	Neta Corregida [MW]	348,3533
Pérdidas y consumos internos	Consumos de SSAA [kW]	29801,28
	Pérdidas en transformador principal [kW]	679,98
	Pérdidas en la red interna [kW]	123,46
	Pérdidas totales [kW]	30604,72

Tabla 2.1 – Resumen resultados – Unidad Santa María



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

Según lo acordado con el Coordinador y Coordinado, el experto técnico se presentó de forma remota para el seguimiento y desarrollo de la prueba.

3.3 Experto Técnico

La empresa Estudios Eléctricos fue seleccionada para llevar adelante los ensayos y tareas relacionadas con la determinación de la Potencia Máxima de la Central Térmica Santa María. Los Expertos Técnicos designados fueron el Ing. Gonzalo Espinoza y el Ing. Federico García. Ellos fueron los responsables 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 Colbún S.A., el Coordinado, estuvieron presente durante las pruebas:

- Wenceslao Panayotopulos Paiva – Jefe Área de Operaciones
- Julián Larrea Moraga – Ingeniero especialista, Subgerencia de Sistemas Eléctricos
- Camilo Caro Rodríguez – Ingeniero de Estudios
- Alexis Sepúlveda Olivares – Ingeniero de Procesos del Área de Gestión de Activos
- Ramón Pérez Mellado – Jefe de Turno
- Jorge Soto Ruiz – Jefe de Turno
- José Candia Cid – Operador Sala de Control
- Claudio Contreras Rivera – Operador Sala de Control
- Renato Gaete – Asistente de Operaciones
- Michael Ormeño – Asistente de Operaciones
- Yanko Zúñiga – Asistente de Operaciones
- Luis Gutiérrez – Asistente de Operaciones



3.5 Representante del Coordinador Eléctrico Nacional

Sin participantes durante las pruebas.

3.6 Observador de otro Coordinado

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



4 DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD Y CONDICIONES DE PRUEBA

4.1 Descripción general de la planta

La Central Térmica Santa María, propiedad de Colbún S.A., ubicada en la comuna de Coronel, región del Bío-Bío, está conformada por un generador sincrónico, marca General Electric modelo 450H, n.º de serie 290T771, de 18 kV de tensión nominal de operación y 468 MVA de potencia aparente nominal, impulsado por una turbina de vapor, marca General Electric, modelo D5, n.º de serie 270T771.

Se presenta a continuación, el plano de disposición general de la planta y el diagrama unilineal del punto de conexión de la unidad con el Sistema, a través de la S/E Santa María 220 kV.

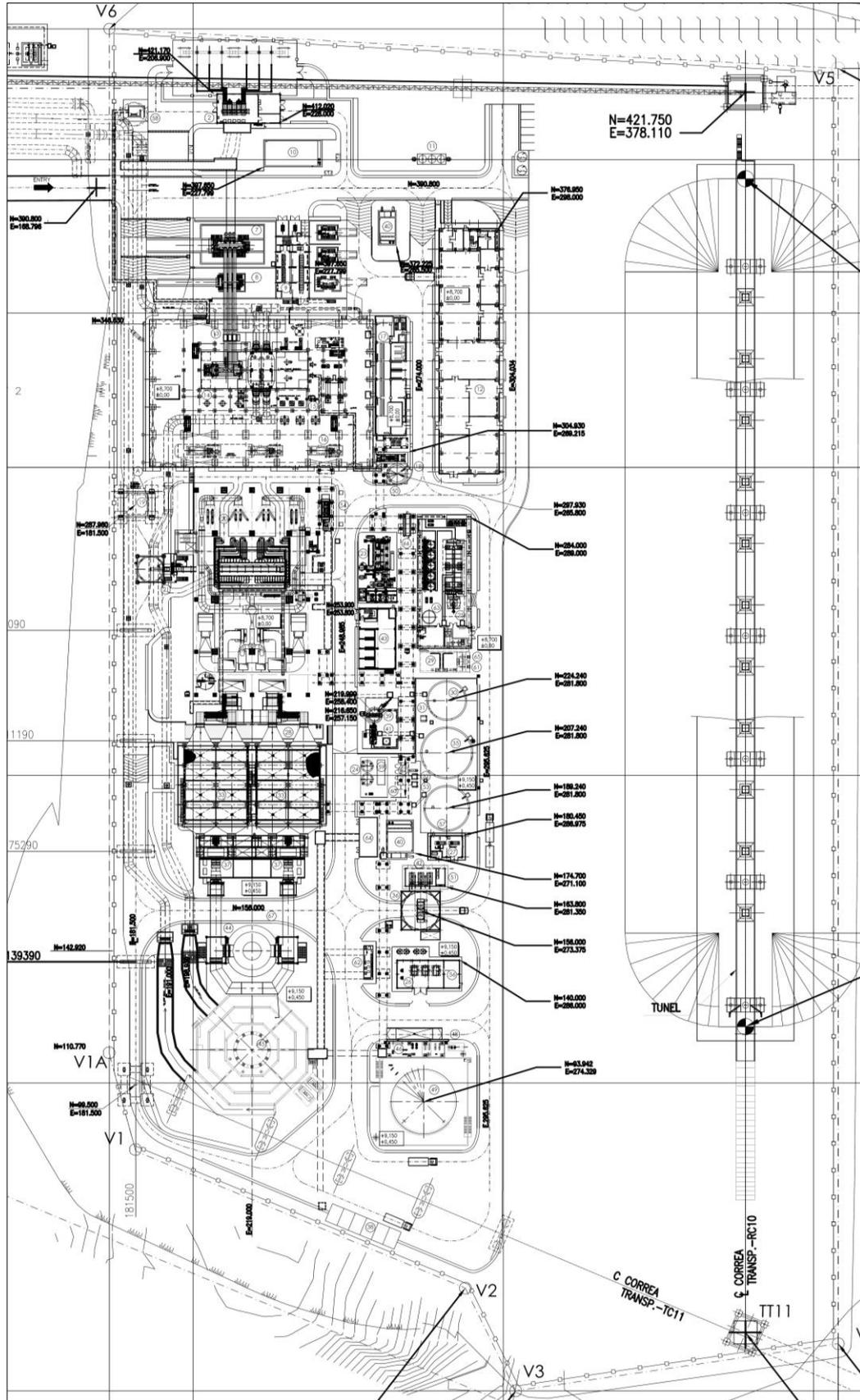


Figura 4.1 – Plano de disposición general de planta

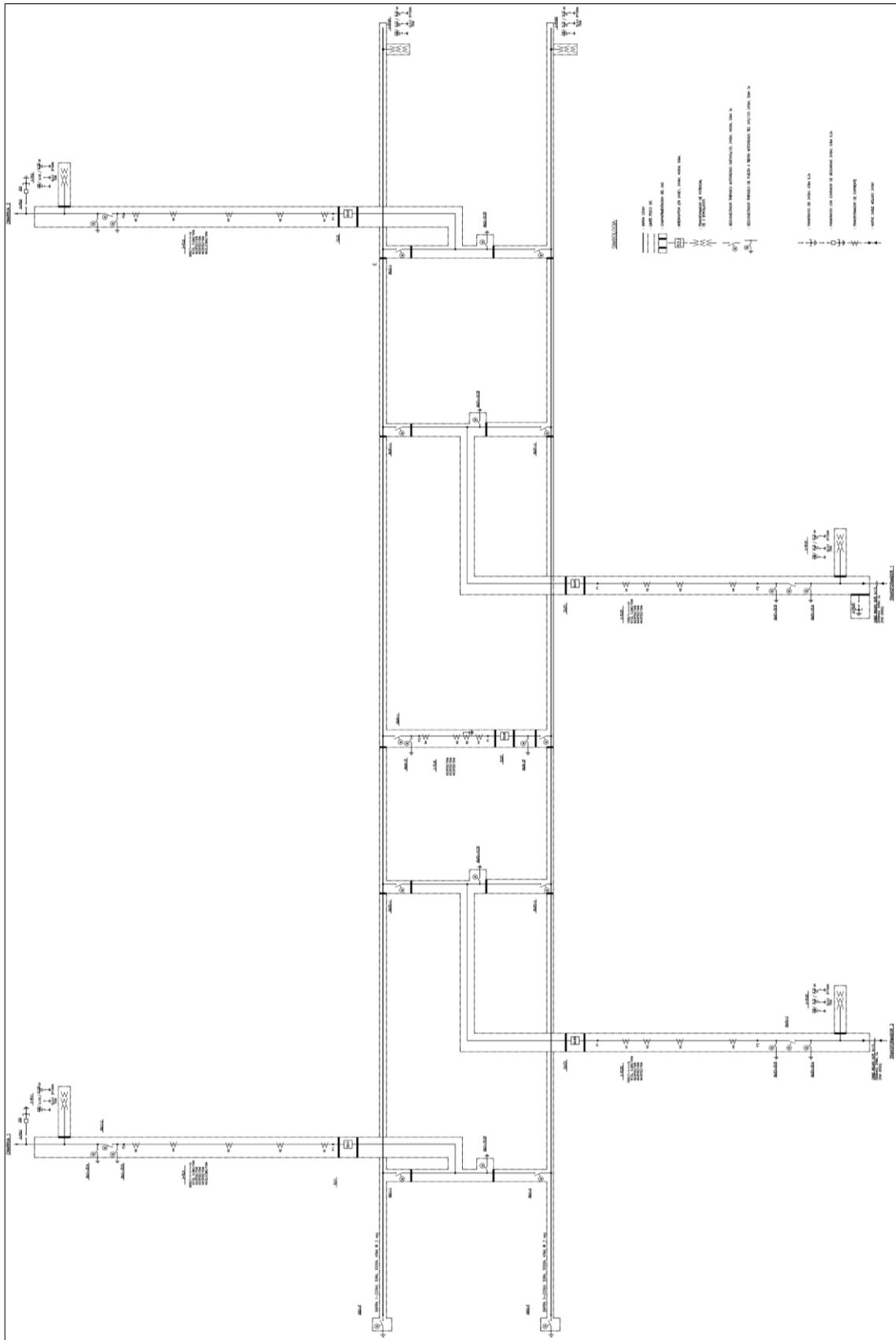


Figura 44.2 – Diagrama unilineal funcional 220 kV (S/E Santa María)



4.2 Descripción de la unidad de generación

La unidad Santa María está compuesta por una turbina de vapor General Electric, modelo D5, n.º de serie 270T771, vinculada a un generador General Electric, modelo 450H, n.º de serie 290T771, que juntos entregan una potencia bruta aproximada de 373.99 MW¹.

A continuación, se presenta el diagrama unilineal general de la unidad:

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



Se presenta a continuación el diagrama unilineal de la unidad generadora. En azul se enmarca el transformador elevador y en verde el generador sincrónico.

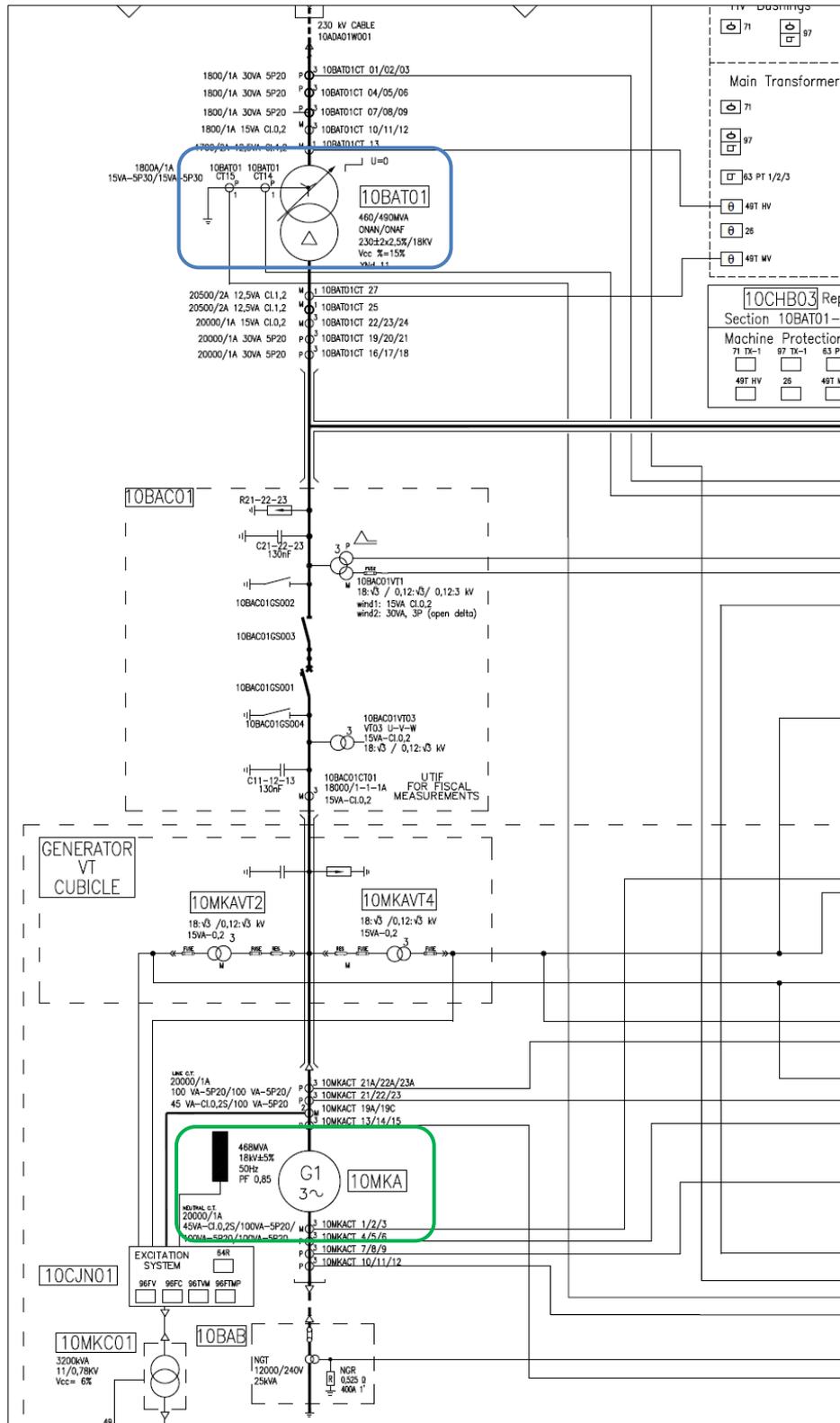


Figura 4.4 – Diagrama unilineal general Central Térmica Santa María



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

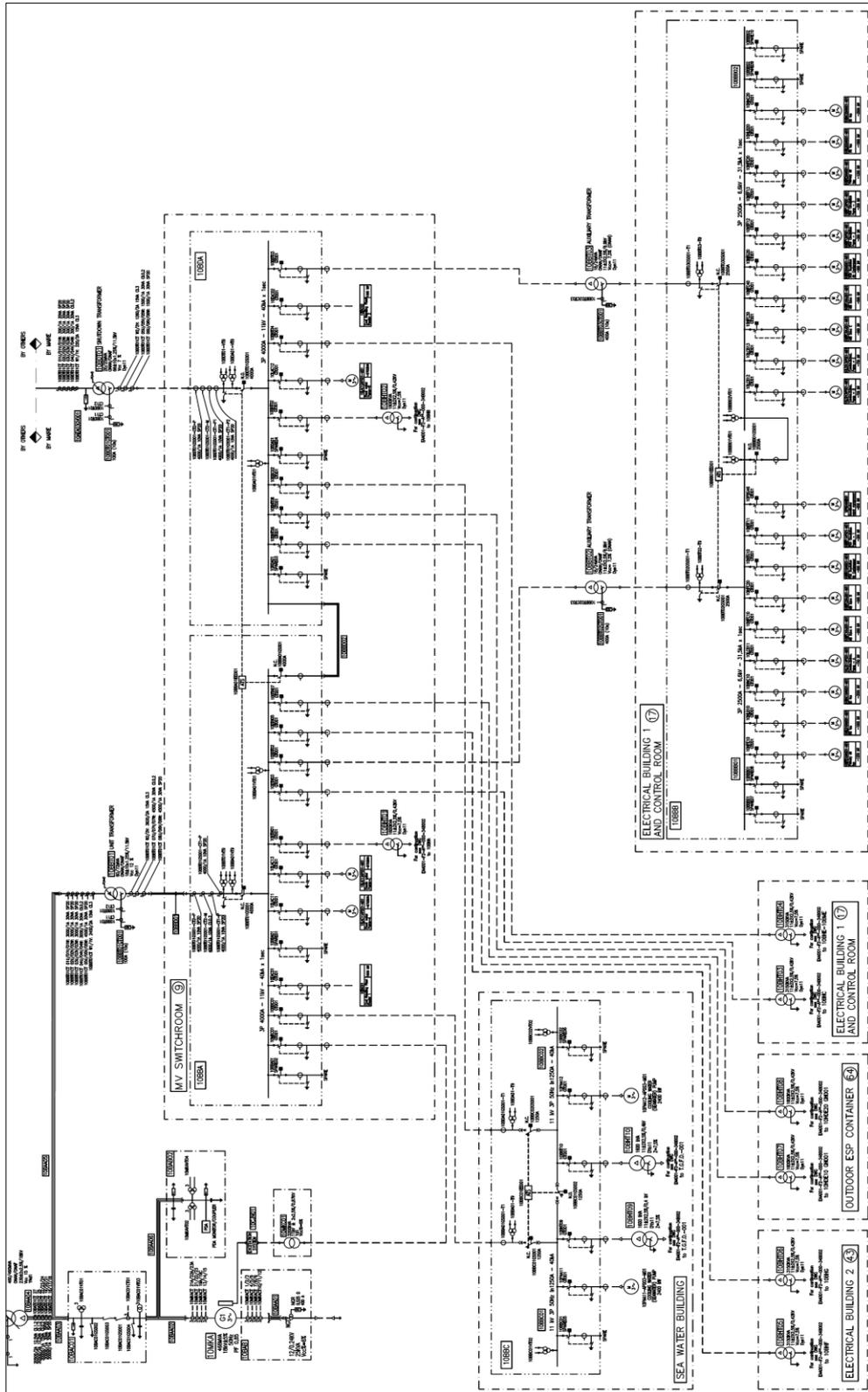


Figura 4.5 – Diagrama unilineal – Servicios auxiliares



Las principales características técnicas y datos de placas del generador y turbina se presentan a continuación.

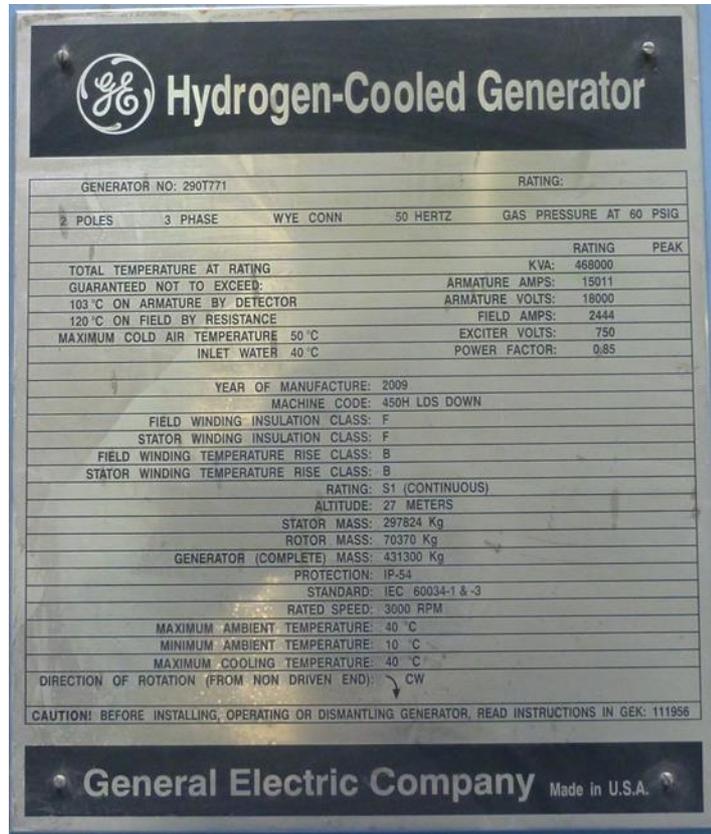


Figura 4.6 – Datos de placa del generador

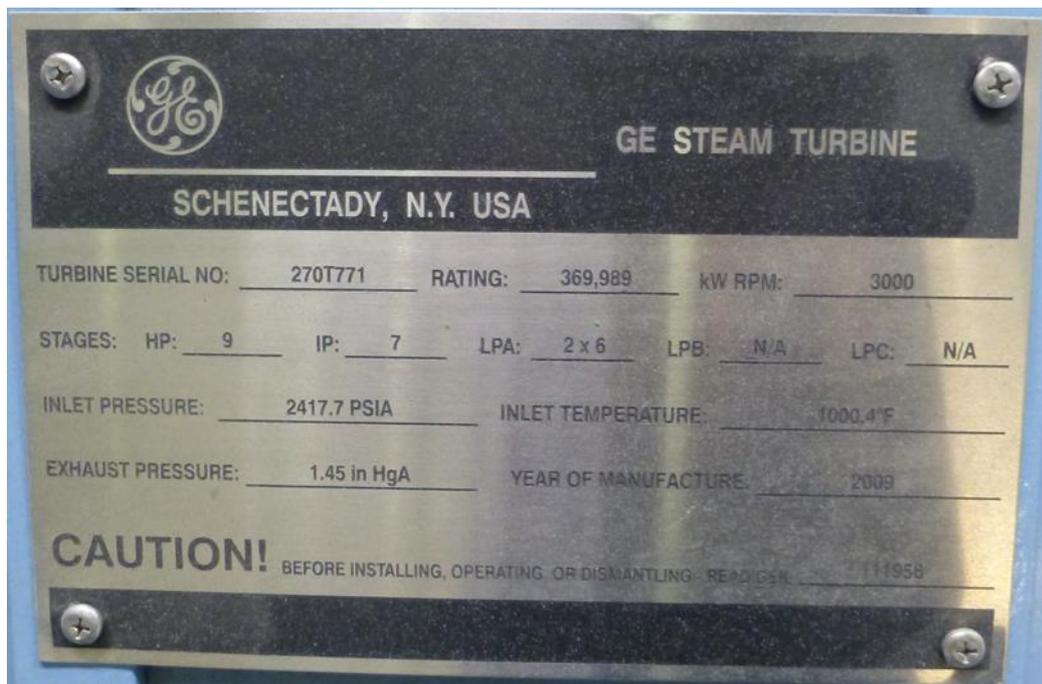


Figura 4.7 – Datos de placa de la turbina de vapor



4.3 Condiciones de referencia y curvas de corrección

A partir de la información suministrada por el fabricante y los resultados de las últimas pruebas de Potencia Máxima se considera el siguiente valor de potencia máxima esperable para la unidad generadora de Central Térmica Santa María.

Unidad	Potencia [MW]
TER SANTA MARÍA U1	373.99

Tabla 4.1 – Valores base de potencia para la unidad

De acuerdo con los parámetros declarados, la potencia máxima bruta esperable de la Central Térmica Santa María es de 373.99 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.

Parámetro de corrección	Valor nominal
Temperatura de agua de circulación	12.75°C ²
Factor de potencia	0.95 (lagging)

Tabla 4.2 – Condiciones nominales de referencia

Las curvas de corrección que relacionan la potencia activa con las variables de la Tabla 4.2 son las presentadas a continuación.

Siendo que el Coordinado no dispone de una curva de corrección de la potencia bruta por temperatura de agua de circulación, se propone utilizar el de una máquina similar³.

² Se define como condición de referencia las condiciones de SITIO utilizadas en el informe de TER Santa María.

³ Se utiliza la misma función de corrección considerada en el informe de TER Santa María. Esta información está disponible públicamente en el Informe TER Santa María: https://www.coordinador.cl/wp-content/uploads/2021/02/EE-EN-2021-0119-RA_Informe_Potencia_M%C3%A1xima_CT_Santa_Maria.pdf



4.3.1 Curvas de corrección

Temperatura agua de circulación

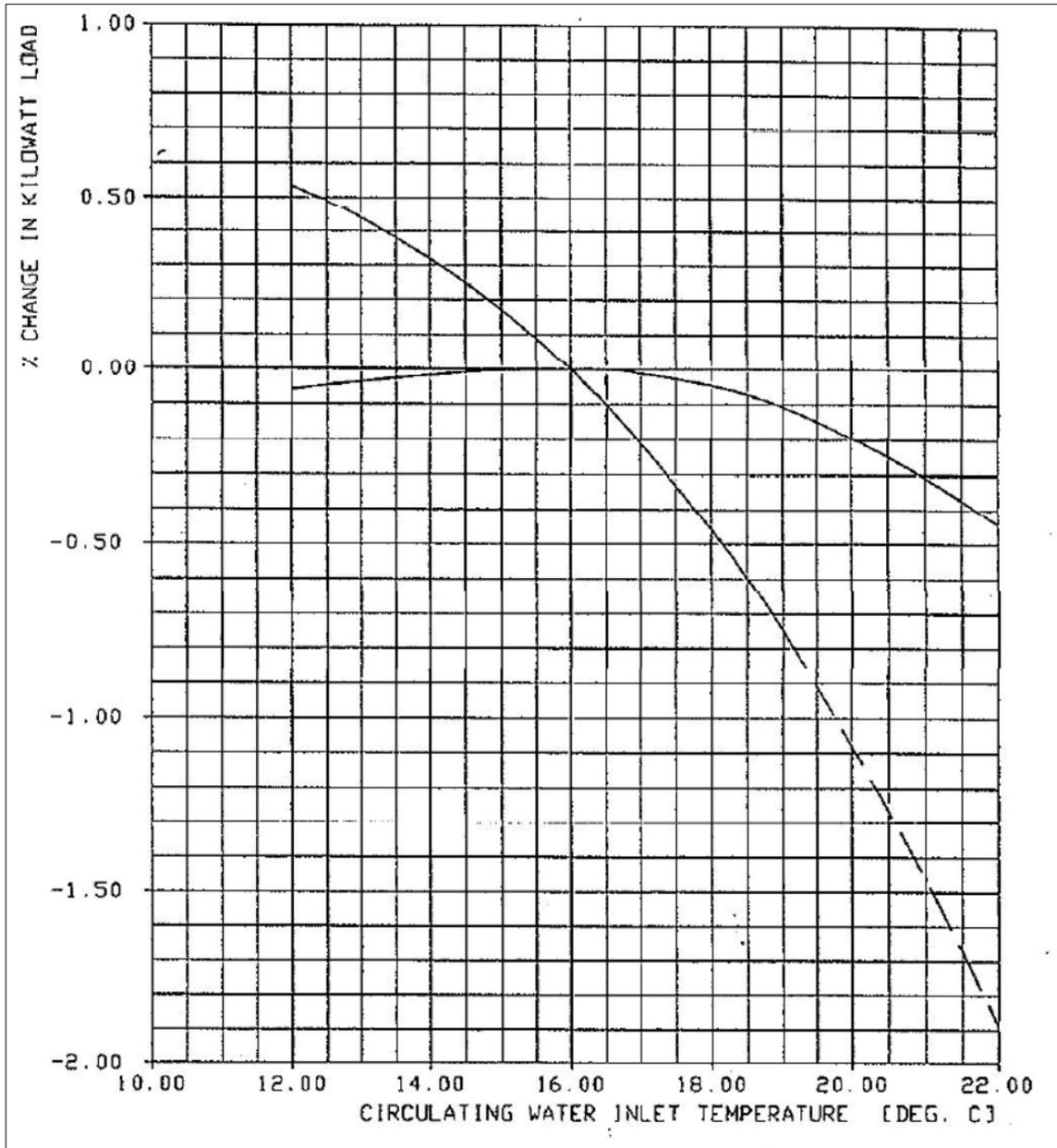


Figura 4.8 – Curva de corrección por Temperatura de agua de circulación



Factor de potencia

La siguiente curva permite calcular las pérdidas en el generador y serán utilizadas para la corrección por factor de potencia (de corresponder).

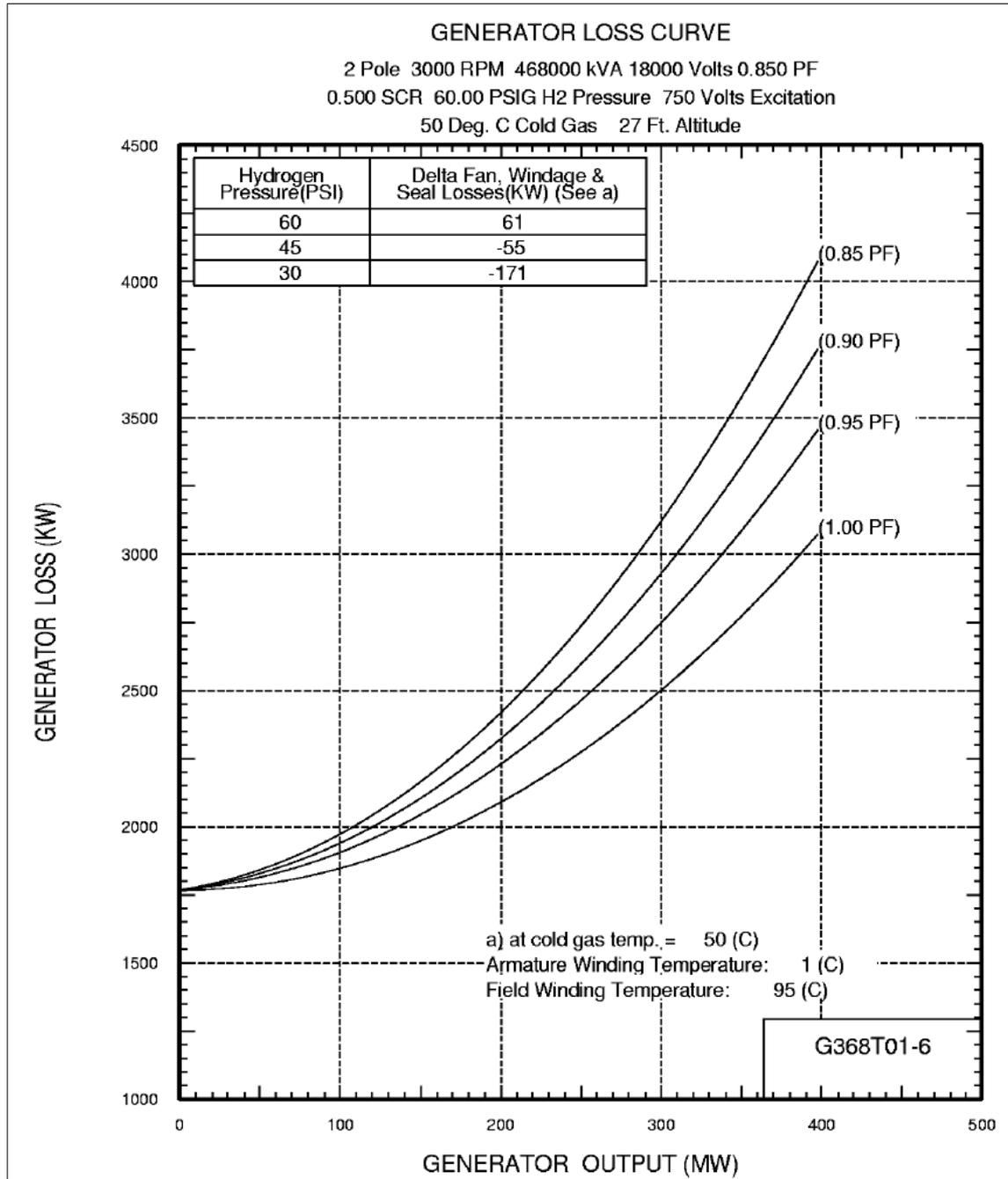


Figura 4.9 – Curva de corrección por factor de potencia

Para las correcciones del valor de potencia bruta se utilizará, cuando corresponda, las condiciones de referencia junto con las curvas mostradas anteriormente y un factor de potencia de 0.95 tal lo solicitado por el Anexo Técnico.



4.4 Instrumentación y mediciones

Según lo establecido en el Artículo 31 del Anexo Técnico, las mediciones de potencia activa y factor de potencia deberán realizarse con instrumentos clase 0.2, mientras que la norma ASME PTC 6 establece que la clase de los transformadores de instrumentación debe ser 0.3 o mejor.

Todas las mediciones asociadas a la determinación de la potencia máxima se obtendrán del equipamiento ya instalado en sitio.

En las Figura 4.10 se presenta un diagrama unilineal de planta donde se distinguen los elementos disponibles en este caso.

Considerando este diagrama junto con el levantamiento de información realizado, los requerimientos del Anexo Técnico y la norma ASME PTC 6 se describe la metodología propuesta.

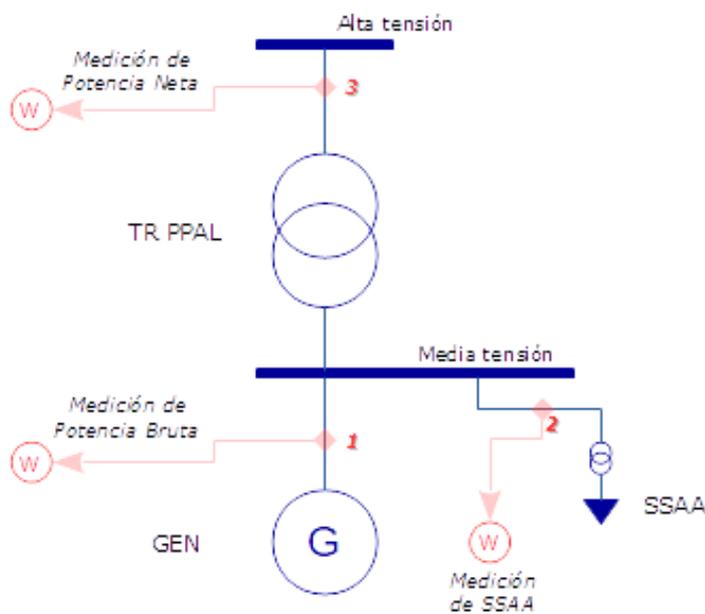


Figura 4.10 – Unilineal de planta esquemático



4.4.1 Metodología

Se medirá potencia bruta y factor de potencia en bornes del generador tal como se solicita en el Anexo Técnico. La potencia neta se medirá a partir de los medidores ubicados en la S/E Charrúa 220 kV.

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

Para la medición de potencia bruta, los transformadores de instrumentación (PTs, CTs) son clase 0.2, (punto "1" en la Figura 4.10). Para la medición de voltaje se utiliza un transformador de tensión cuya relación de transformación es 18.0/0.120 kV. Para la medición de corriente se utiliza un transformador de corriente cuya relación de transformación es 18000/1 A.

Para la medición de potencia bruta durante las pruebas, el Coordinado informa que se utilizará un medidor marca Schneider Electric modelo ION 8600 que ya se encuentra instalado en bornes del generador. Este equipo es clase 0.2 y cumple con los requerimientos establecidos en el Anexo Técnico.

Para la medición de potencia neta, los transformadores de instrumentación (PTs, CTs) son clase 0.2, (punto "3" en la Figura 4.10). Para la medición de voltaje se utilizan transformadores de tensión cuya relación de transformación es 230.0/0.120 kV. Para la medición de corriente se utilizan transformadores de corriente cuyas relaciones de transformación son 3000/1 A.

Para la medición potencia neta durante las pruebas, se han instalado nuevos medidores marca Schneider Electric modelo ION 8650, ubicados en los paños J1 y J2 de la Central que corresponden a sus paños de conexión a la S/E Charrúa 220kV. Los mismos son clase 0.2 y cumplen los requerimientos establecidos en el Anexo Técnico.

Para la medición de potencia servicios auxiliares (SS.AA.) se utilizará el medidor que el Coordinado posee en sus instalaciones.

Para la medición de la temperatura de agua de circulación se han identificado las termocuplas 10PAB21CT001 y 10PAB22CT001, ubicadas en la entrada del condensador como exige el Anexo Técnico y tal como se muestra en la Figura 9.18.

En la sección de anexo 9.5 se detallan los puntos desde donde se realizan las mediciones de cada variable, en tanto en la sección de anexo 9.6 se muestran los antecedentes técnicos y certificados de calibración asociados a los equipos de medición.



4.4.2 Instrumentación principal

Las mediciones primarias consideradas para la determinación del valor de potencia máxima fueron instrumentadas según se resume en la Tabla 4.3. La misma indica la instrumentación principal a ser utilizada, magnitud medida, tipo y clase, y ubicación.

#	Magnitud	Instrumento	Tipo, clase y muestreo	Propietario y certificado	Ubicación	Tipo de Registro
1	Potencia activa bruta	ION 8600 Serie: MT-0904A079-01	A, 0.2, 1 min	Colbún (Figura 9.19)	Conectado a PTs CTs clase 0.2, (Figura 9.7)	Digital
2	Factor de potencia	ION 8600 Serie: MT-0904A079-01	A, 0.2, 1 min	Colbún (Figura 9.19)	Conectado a PTs CTs clase 0.2, (Figura 9.7)	Digital
3	Potencia activa neta L1	ION 8650 Serie: MW-2303B894-02	A, 0.2, 1 min	Colbún (Figura 9.20)	Conectado a PTs CTs clase 0.2, (Figura 9.12)	Digital
4	Potencia activa neta L2	ION 8650 Serie: MW-2303B890-02	A, 0.2, 1 min	Colbún (Figura 9.21)	Conectado a PTs CTs clase 0.2, (Figura 9.12)	Digital
5	Temperatura de agua de circulación	10PAB21CT001 10PAB22CT001	1 min	Equipos de planta (Figura 9.22) (Figura 9.23)	Ubicadas a la entrada del condensador (Figura 9.18)	Digital

Tabla 4.3 – 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 9.6.

Los equipos medidores de potencia bruta y neta fueron configurados y operados por el Coordinado. Se realizó 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 4.4 el listado de señales disponibles en el SCADA de la central con los TAGS correspondientes:

#	Variable	Tag
1	Potencia activa bornes generador	STGGCM1.EX2KGNWATTA.PNT
2	Factor de potencia bornes generador	10ADA10.CE001_XQ08.PNT
3	Tensión de bornes generador	STGGCM1.EX2KTRMVA.PNT
4	Frecuencia eléctrica	10ADA10.CE001_XQ07.PNT
5	Velocidad de giro de la turbina	STGGCM3.TNHRPMA.PNT
6	Potencia de servicios auxiliares	10CHB01.GH001_BIAS.OUT
7	Tensión de servicios auxiliares	10BDA01.VT01_XQ12.PNT
8	Presión del vapor sobrecalentado	10LBA10.CP801_OUT.PNT 10LBA20.CP801_OUT.PNT
9	Presión de extracciones de vapor de turbina	10LBS50.CP001_XQ01.PNT 10LBS50.CP002_XQ01.PNT 10LBQ70.CP001_XQ01.PNT 10LBQ80.CP001_XQ01.PNT
10	Presión del vapor de entrada al condensador	10MAG10.CP001_XQ01.PNT 10MAG10.CP002_XQ01.PNT 10MAG10.CP003_XQ01.PNT
11	Temperatura del agua de enfriamiento que ingresa al condensador	10PAB22.CT001_XQ01.PNT 10PAB21.CT001_XQ01.PNT
12	Temperatura del vapor frío de entrada al recalentador	10LBC41.CT001_XQ01.PNT 10LBC42.CT001_XQ01.PNT
13	Presión del vapor frío de entrada al recalentador	10LBC41.CP801_XQ01.PNT 10LBC42.CP001_XQ01.PNT
14	Temperatura del vapor de salida de recalentador	10LBB10.CT001_XQ01.PNT 10LBB10.CT002_XQ01.PNT 10LBB10.CT003_XQ01.PNT 10LBB20.CT001_XQ01.PNT 10LBB20.CT002_XQ01.PNT 10LBB20.CT003_XQ01.PNT
15	Presión del vapor de salida de recalentador	10LBB10.CP801_XQ01.PNT 10LBB20.CP001_XQ01.PNT
16	Temperatura de agua de enfriamiento a la salida del condensador	10PAB31.CT801_OUT.PNT 10PAB32.CT001_OUT.PNT

Tabla 4.4 – Variables SCADA

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



4.5 Toma de muestras de carbón

Durante las pruebas se realizó el análisis del carbón para contar con el registro de sus condiciones y características en la medición de potencia máxima de la unidad.

El Coordinado fue responsable del muestreo y análisis del carbón, y la muestra fue enviada a un laboratorio externo para la determinación de sus características.

Los resultados del análisis se incluyen en el anexo 9.7.



4.6 Estimación de pérdidas y consumos propios de las unidades

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

A continuación, en la Tabla 4.5 se muestran los resultados obtenidos en la medición de servicios auxiliares y las pérdidas teóricas máximas del transformador principal, en los capítulos sucesivos se hará el cálculo asociado a la condición de la prueba y el desglose de cada uno de los consumos.

Consumos	Potencia estimada	
Consumos de SSAA	29801.28 kW	
Pérdidas en el transformador principal	Vacío	Totales
	195.845 kW	957.067 kW

Tabla 4.5 – Valores teóricos obtenidos de pérdidas y consumos propios

4.6.1 Consumos propios de los servicios auxiliares

Se presentan en la Tabla 4.6 las mediciones de consumos de Servicios Auxiliares registrados durante los ensayos. Estos datos fueron obtenidos a partir de mediciones registradas en el sistema SCADA.

Períodos												
Test Run n°	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Hora		20:00	20:30	21:00	21:30	22:00	22:30	23:00	23:30	0:00	0:30	
Consumos SSAA												
P _{SSAA}	Potencia total consumida por los servicios auxiliares	[MW]	29,74	29,96	29,96	29,86	29,98	29,54	29,69	29,71	29,97	29,60
	Promedio P _{SSAA}	[kW]	29801,28									

Tabla 4.6 – Mediciones de consumos de SSAA



4.6.2 Pérdidas en el transformador principal

Para estimar las pérdidas en el transformador principal de la central se utilizan los datos provenientes de las pruebas de fábrica del equipo. A continuación, se adjuntan los datos del transformador.

		003		
		Final Test Summary List		Serial No. 20073772TND014
Description	Unit	Guarantee Value	Tolerance	Measured Value/Result
1. Construction & dimension		Approved Spec. & dwg.		Satisfied
2. Winding resistance at 75 °C				
a) HV winding (rated tap No. 3)				
- 1U - 1N	Ω	-	-	0.0914008
- 1V - 1N	Ω	-	-	0.0909512
- 1W - 1N	Ω	-	-	0.0905484
b) LV winding				
- 2U - 2V	Ω	-	-	0.00076065
- 2V - 2W	Ω	-	-	0.00076434
- 2W - 2U	Ω	-	-	0.00077349
3. Turns ratio (HV - LV winding)	%	± 0.5	-	-0.006 ~ 0.399
4. Polarity & phase relationship	-	YNd1	-	YNd1
5. Insulation resistance at 1.0min. (Before / After dielectric test)				
a) HV winding to earth	MΩ	> 800	-	4200/3640
b) LV winding to earth	MΩ	> 800	-	4240/4280
c) HV winding to LV winding	MΩ	> 800	-	3490/4000
d) Core to clamp (2000V Megger)	MΩ	> 200	-	698/1050
6. Insulation power factor at 20 °C (with oil / without oil)				
a) HV - earth (CH)	%	0.5	-	0.197/0.234
b) LV - earth (CL)	%	0.5	-	0.342/0.353
c) HV - LV (CHL)	%	0.5	-	0.157/0.139
7. No-load losses				
a) 90% rated voltage	kW	151.0	+ 15%	148.085
b) 100% rated voltage	kW	207.0	+ 15%	195.845
c) 110% rated voltage	kW	298.0	+ 15%	275.681
8. Exciting current				
a) 90% rated voltage (HV/LV)	A	1/14	+ 30%	0.45/5.86
b) 100% rated voltage (HV/LV)	A	2/18	+ 30%	0.61/7.94
c) 110% rated voltage (HV/LV)	A	9/113	+ 30%	1.40/18.26
9. Sound pressure level				
a) Without fans (ONAN rating 460MVA base)	dB	77.0	-	69.1
b) With fans (ONAF rating 490MVA base)	dB	78.0	-	70.8
Date of Test : 2009. 02. 14		Tested by : G... T. Kim		

Figura 4.11 – Pérdidas en vacío transformador principal



004



Final Test Summary List

Serial No.
20073772TND014

Description	Unit	Guarantee Value	Tolerance	Measured Value/Result
10. % Impedance at 75 °C ONAF rating 490MVA base				
a) at Max. tap position (Tap No. 1)	%	14.8	± 7.5%	15.141
b) at Rated tap position (Tap No. 3)	%	15.0	± 7.5%	15.140
c) at Min. tap position (Tap No. 5)	%	15.3	± 7.5%	15.305
11. Zero sequence impedance on ONAF rating 490MVA base				
a) at Max. tap position (Tap No. 1)	%	-	-	15.060
b) at Rated tap position (Tap No. 3)	%	14.998	Approx.	15.050
c) at Min. tap position (Tap No. 5)	%	-	-	15.191
12. Load losses at 75 °C, at ONAN rating 460MVA base				
a) at Max. tap position (Tap No. 1)	kW	838.0	+ 15%	828.751
b) at Rated tap position (Tap No. 3)	kW	864.0	+ 15%	843.463
c) at Min. tap position (Tap No. 5)	kW	890.0	+ 15%	886.657
13. Load losses at 75 °C, at ONAF rating 490MVA base				
a) at Max. tap position (Tap No. 1)	kW	950.0	+ 15%	940.373
b) at Rated tap position (Tap No. 3)	kW	980.0	+ 15%	957.067
c) at Min. tap position (Tap No. 5)	kW	1010.0	+ 15%	1006.080
14. Total losses at ONAN rating 460MVA base + No-load losses, including cooling aux. loss				
a) at Max. tap position (Tap No. 1)	kW	1045.0	+ 15%	1026.703
b) at Rated tap position (Tap No. 3)	kW	1071.0	+ 15%	1041.415
c) at Min. tap position (Tap No. 5)	kW	1097.0	+ 15%	1084.609
15. Total losses at ONAF rating 490MVA base + No-load losses, including cooling aux. loss				
a) at Max. tap position (Tap No. 1)	kW	1161.0	+ 15%	1138.325
b) at Rated tap position (Tap No. 3)	kW	1191.0	+ 15%	1155.019
c) at Min. tap position (Tap No. 5)	kW	1221.0	+ 15%	1204.032
16. Auxiliary loss				
a) at ONAF (10) fans, including heater	kW	4.2	+ 10%	2.107
17. X/R ratio at ONAF rating 490MVA base				
	-	74.993	Approx.	77.636
18. Voltage regulation at ONAF rating 490MVA base rated tap position (Tap No. 3)				
a) 100% load, Power Factor 1.0	%	-	-	1.341
b) 100% load, Power Factor 0.9	%	-	-	7.691
c) 100% load, Power Factor 0.8	%	-	-	9.959
d) 100% load, Power Factor 0.7	%	-	-	11.495
Date of Test : 2009. 02. 14		Tested by : G. T. Kim		

Figura 4.12 – Pérdidas en carga transformador principal



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, dirigió 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 la primera unidad se realizó una inspección virtual en dónde se verificó que todo esté adecuadamente dispuesto para el inicio de las pruebas.

Se verificó:

1. Disposición de los medidores, números de serie y certificados de calibración.
2. Lectura de los equipos de medición principales.
3. Sincronización horaria entre los distintos equipos de medición.
4. Se confirmó que el sistema de adquisición de datos de planta esté operativo.

5.2 Desarrollo de las pruebas

Previo al inicio de las pruebas se realizó una inspección virtual en donde se verificó que todo se encontraba adecuadamente dispuesto para el inicio de las pruebas y se realizaron las siguientes tareas:

- a) Todas las protecciones estaban operativas y sin falla.
- b) No existían alarmas relevantes.
- c) La unidad estuvo disponible para operar a máxima potencia.
- d) El control primario de frecuencia (CPF) fue desactivado durante el desarrollo de la prueba.
- e) Para las pruebas el factor de potencia (FP) de las unidades no pudo ser ajustado lo más cercano posible a 0.95 de acuerdo con lo exigido en el Anexo Técnico. Debido a limitaciones del Sistema de transmisión la unidad operó en un factor de potencia aproximado de 0.965.
- f) La barra de SS.AA. estuvo aislada de conexiones externas a la central.



5.3 Incremento de potencia, estabilización e inicio de la prueba

Previo al inicio de la prueba la unidad se encontraba en servicio. Por esta razón, no fue necesario incrementar la carga hasta alcanzar su máximo valor estable en condiciones normales de operación, en este caso se consignó una potencia objetivo de 380 MW.

El sistema de control de caldera se operó en “Modo Coordinado” con el objetivo de fijar la potencia de la unidad según la consigna de potencia máxima operable.

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

El control primario de frecuencia ha sido efectivamente deshabilitado y se ajustó el factor de potencia al valor más cercano posible al objetivo de 0.95. Se logra alcanzar la condición de factor de potencia 0.965 teniendo una inyección de potencia reactiva máxima de 105 MVAR.

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 prueba.

La Tabla 5.1 resume los períodos resultantes del desarrollo de la prueba para la Unidad.

Arranque de la unidad	Despachada
Inicio del período de estabilización	19/03/2025 19:00 Hs
Fin del período de estabilización	19/03/2025 20:00 Hs
Inicio del período de prueba	19/03/2025 20:00 Hs
Fin del período de prueba	20/03/2025 01:00 Hs

Tabla 5.1 – Etapas de la prueba para la Unidad



5.4 Período de prueba

La 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 por la norma ASME PTC 6.

Parámetros	Desviación estándar durante el periodo
Potencia eléctrica de salida	±0.25%
Factor de potencia	±1.0%
Velocidad de turbina	±0.25%
Presión de vapor	±0.25% o ±34.5 kPa
Temperatura de vapor sobrecalentado y recalentado	±4.0 °C
Presión de condensador	±1.0% o ±0.14 kPa

Tabla 5.2 – Máximas variaciones permisibles en las condiciones de operación

La Tabla 5.3 muestra el resumen de las verificaciones de estabilidad realizadas para la unidad.

Períodos		ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run n°	Hora		20:00	20:30	21:00	21:30	22:00	22:30	23:00	23:30	0:00	0:30
Verificación de condiciones de estabilidad												
P _{Neta}	Potencia Neta medido en Alta	0,25%	0,37%	0,14%	0,20%	0,05%	0,33%	0,44%	0,14%	0,53%	0,43%	0,31%
P _{BRUTA}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	0,25%	0,36%	0,15%	0,17%	0,09%	0,32%	0,49%	0,17%	0,48%	0,38%	0,33%
FP	Factor de Potencia en bornes de r	1,00%	0,10%	0,12%	0,08%	0,12%	0,08%	0,13%	0,15%	0,18%	0,17%	0,11%
P _{cond}	Presión Condensador	1,00%	0,09%	0,09%	0,08%	0,07%	0,11%	0,54%	0,09%	0,59%	0,61%	0,95%
T _{VapSH}	Temperatura Vapor Sobrecalentado	4°C	1,05°C	0,63°C	0,93°C	0,42°C	0,91°C	1,60°C	0,87°C	0,44°C	2,68°C	0,83°C
T _{VapRH}	Temperatura Vapor Recalentado	4°C	0,83°C	0,45°C	0,44°C	0,24°C	0,79°C	0,78°C	0,79°C	0,42°C	1,30°C	0,59°C
Frec	Velocidad de Rotación	0,25%	0,01%	0,02%	0,09%	0,00%	0,12%	0,11%	0,12%	0,00%	0,10%	0,10%
P _{Vapor}	Presión Vapor	1,00%	0,46%	0,13%	0,20%	0,17%	0,35%	0,43%	0,16%	0,50%	0,55%	0,33%
Estabilidad	¿Se cumplen los criterios para todas las variables?		NO	SI	SI	SI	NO	NO	SI	NO	NO	NO

Tabla 5.3 – Verificación de estabilidad

Si bien se aprecia que existen períodos donde no se cumplen los criterios de estabilidad establecidos en la norma ASME PTC 6, se aclara que las pruebas se realizan en condiciones de completa disponibilidad de la central y el desempeño registrado es el correspondiente a la operación normal de la unidad. Todos los test-run registrados han sido considerados 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 9.8.



6 CÁLCULOS REALIZADOS Y RESULTADOS

6.1 Reducción de datos y estabilidad

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

6.2 Determinación de pérdidas totales

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

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

Dónde:

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

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 ($P_{Perd,red}$)

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

6.2.2 Pérdidas en el transformador principal

En la Tabla 4.5 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:

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

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

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

6.2.3 Pérdidas en la red interna

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

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



6.2.4 Resumen de determinación de pérdidas

La Tabla 6.1 detalla los cálculos realizados para la unidad.

Períodos		ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run n°			20:00	20:30	21:00	21:30	22:00	22:30	23:00	23:30	0:00	0:30
Variables Primarias												
P _{BRUTA}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	[MW]	378,35	378,72	379,17	379,36	379,45	378,85	377,99	380,92	378,51	379,74
P _{Neta}	Potencia Neta medido en Alta	[MW]	347,73	348,03	348,43	348,77	348,65	348,53	347,57	350,41	347,51	349,40
Determinación pérdidas totales												
P _{Bruta, No Corr}	Potencia Bruta medida - Total	[MW]	378,35	378,72	379,17	379,36	379,45	378,85	377,99	380,92	378,51	379,74
P _{Neta, No Corr}	Potencia Neta medida - Total	[MW]	347,73	348,03	348,43	348,77	348,65	348,53	347,57	350,41	347,51	349,40
L _{TOTALES}	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos	[MW]	30,62	30,69	30,74	30,59	30,80	30,32	30,43	30,51	31,00	30,34
	L _{TOTALES}	[kW]	30604,72									
P _{PERD,TR}	Pérdidas en el transformador principal	[MW]	0,678	0,679	0,680	0,681	0,680	0,680	0,677	0,685	0,677	0,682
	P _{PERD,TR}	[kW]	679,98									
P _{SSAA}	Potencia total consumida por los servicios auxiliares	[MW]	29,743	29,960	29,960	29,861	29,977	29,541	29,691	29,710	29,969	29,600
	P _{SSAA}	[kW]	29801,28									
P _{PERD,RED}	Pérdidas en la red interna	[MW]	0,195	0,054	0,105	0,049	0,140	0,103	0,060	0,116	0,354	0,058
	P _{PERD,RED}	[kW]	123,46									

Tabla 6.1 – Cálculos de potencias de pérdidas

En la Tabla 6.2 se resumen los resultados del desglose de pérdidas y consumos (promedio) de la unidad.

Consumos	Potencia estimada
Consumos de SSAA (P_{SSAA})	29801.28 kW
Pérdidas en el transformador principal	679.98 kW
Pérdidas en la red interna	123.46 kW
Total	30604.72 kW

Tabla 6.2 – Valores de pérdidas y consumos



6.3 Correcciones aplicables a la potencia bruta y neta

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 y el resultado final resultó del promedio de todos ellos.

Según lo establece el anexo técnico pueden aplicarse correcciones por:

1. Corrección por temperatura de agua de circulación
2. 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 calcula según la siguiente ecuación:

$$P_{Bruta,Corr} = (P_{Bruta,No\ Corr} - L_{FP}) * \frac{F_{TempAg_{rated}}}{F_{TempAg_{meas}}}$$

Dónde:

- $P_{Bruta,Corr}$: Potencia Bruta Corregida
- $P_{Bruta,No\ Corr}$: Potencia Bruta No Corregida (medición directa)
- L_{FP} : Pérdidas relacionadas a no operar en el factor de potencia (FP) establecido por el Anexo Técnico. Se aplica sólo si durante los ensayos no se logró alcanzar $FP = 0.95$. 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 de la sección 4.3.1.
- $F_{TempAg_{rated}}$: Factor de corrección de la potencia activa por temperatura de agua de circulación obtenido de las curvas de la sección 4.3.1 referido al valor nominal.
- $F_{TempAg_{meas}}$: Factor de corrección de la potencia activa por temperatura de agua de circulación obtenido de las curvas de la sección 4.3.1 referido al valor medido.



La Tabla 6.3 detalla las correcciones realizadas para la unidad.

Períodos												
Test Run n°	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Hora		20:00	20:30	21:00	21:30	22:00	22:30	23:00	23:30	0:00	0:30	
Variables Primarias												
FP	Factor de potencia en bornes de máquina	-	0,964	0,963	0,964	0,963	0,963	0,963	0,963	0,964	0,963	0,963
P _{BRUTA}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	[MW]	378,35	378,72	379,17	379,36	379,45	378,85	377,99	380,92	378,51	379,74
P _{Neta}	Potencia Neta medido en Alta	[MW]	347,73	348,03	348,43	348,77	348,65	348,53	347,57	350,41	347,51	349,40
T _{empAg}	Temperatura Agua de Circulación	[°C]	12,86	12,83	12,79	12,78	12,65	12,62	12,62	12,70	12,85	12,91
Correcciones a la Potencia bruta												
L _{FP}	Diferencia en pérdidas por FP	[kW]	99,01	94,96	102,37	96,88	98,52	95,19	94,08	103,21	96,98	98,24
F _{TempAg_rated} / F _{TempAg_meas}	Factor de corrección por temperatura	-	0,9970	0,9977	0,9988	0,9992	1,0031	1,0042	1,0042	1,0014	0,9974	0,9958
P_{Bruta, Corr}	Potencia Bruta corregida por los factores permitidos en el Anexo Técnico	[MW]	377,11	377,77	378,62	378,94	380,53	380,33	379,47	381,34	377,41	378,04

Tabla 6.3 – Correcciones a la Potencia Bruta para la unidad

6.4 Cálculo de la Potencia de 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.

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

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

Dónde:

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



La Tabla 6.4 detalla los cálculos realizados para la unidad.

Períodos												
Test Run n°	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Hora		20:00	20:30	21:00	21:30	22:00	22:30	23:00	23:30	0:00	0:30	
Determinación pérdidas totales												
P _{Bruta, No Corr}	Potencia Bruta medida - Total	[MW]	378,35	378,72	379,17	379,36	379,45	378,85	377,99	380,92	378,51	379,74
P _{Neta, No Corr}	Potencia Neta medida - Total	[MW]	347,73	348,03	348,43	348,77	348,65	348,53	347,57	350,41	347,51	349,40
L _{TOTALES}	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos (SSAA)	[MW]	30,62	30,69	30,74	30,59	30,80	30,32	30,43	30,51	31,00	30,34
Correcciones a la Potencia bruta												
L _{FP}	Diferencia en pérdidas por FP	[kW]	99,01	94,96	102,37	96,88	98,52	95,19	94,08	103,21	96,98	98,24
F _{TempAg_rated} / F _{TempAg_meas}	Factor de corrección por temperatura	-	0,9970	0,9977	0,9988	0,9992	1,0031	1,0042	1,0042	1,0014	0,9974	0,9958
P_{Bruta, Corr}	Potencia Bruta corregida por los factores permitidos en el Anexo Técnico	[MW]	377,11	377,77	378,62	378,94	380,53	380,33	379,47	381,34	377,41	378,04
Cálculo promedio final												
P _{Bruta, Corr}	Valores utilizados para	[MW]	377,11	377,77	378,62	378,94	380,53	380,33	379,47	381,34	377,41	378,04
P _{Neta, Corr}	cálculo de promedio final	[MW]	346,50	347,08	347,88	348,35	349,73	350,01	349,04	350,83	346,41	347,70

Tabla 6.4 – Cálculos de Potencia Neta corregida para la unidad



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 Santa María: **378.96 MW**

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

- Unidad Santa María: **348.35 MW**

La Tabla 6.5 detalla los valores utilizados para el cálculo del promedio de la unidad.

Períodos												
Test Run n°	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Hora		20:00	20:30	21:00	21:30	22:00	22:30	23:00	23:30	0:00	0:30	
Cálculo promedio final												
P_{Bruta, Corr}	Valores utilizados para	[MW]	377,11	377,77	378,62	378,94	380,53	380,33	379,47	381,34	377,41	378,04
P_{Neta, Corr}	cálculo de promedio final	[MW]	346,50	347,08	347,88	348,35	349,73	350,01	349,04	350,83	346,41	347,70
P_{MAX, Bruta}	Potencia Máxima Bruta	[MW]	378,96									
P_{MAX, Neta}	Potencia Máxima Neta	[MW]	348,35									

Tabla 6.5 – Promedio Final para la unidad

6.6 Tabla Resumen general

Todos los cálculos presentados anteriormente se resumen a continuación.



Períodos		ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run n°	Hora		20:00	20:30	21:00	21:30	22:00	22:30	23:00	23:30	0:00	0:30
Variables Primarias												
FP	Factor de potencia en bornes de máquina	-	0,964	0,963	0,964	0,963	0,963	0,963	0,963	0,964	0,963	0,963
P _{BRUTA}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	[MW]	378,35	378,72	379,17	379,36	379,45	378,85	377,99	380,92	378,51	379,74
P _{Neta}	Potencia Neta medida en Alta	[MW]	347,73	348,03	348,43	348,77	348,65	348,53	347,57	350,41	347,51	349,40
T _{empAg}	Temperatura Agua de Circulación	[°C]	12,86	12,83	12,79	12,78	12,65	12,62	12,62	12,70	12,85	12,91
Variables Secundarias												
P _{cond}	Presión Condensador	[kPa]	3,44	3,44	3,41	3,41	3,40	3,34	3,35	3,37	3,37	3,39
T _{VapSH}	Temperatura Vapor Sobrecalentado	[°C]	530,09	530,93	531,48	531,85	530,37	530,92	531,59	532,60	531,48	532,01
T _{VapRH}	Temperatura Vapor Recalentado	[°C]	523,51	523,98	525,31	526,20	524,96	524,79	524,87	527,24	525,64	526,37
Frec	Velocidad de Rotación	[Hz]	49,99	50,00	50,06	50,14	50,14	50,06	50,04	50,10	50,14	50,05
P _{Vapor}	Presión Vapor	[bar]	169,98	169,72	169,72	169,95	169,78	169,79	169,32	170,41	169,58	169,87
Verificación de condiciones de estabilidad												
P _{Neta}	Potencia Neta medida en Alta	0,25%	0,37%	0,14%	0,20%	0,05%	0,33%	0,44%	0,14%	0,53%	0,43%	0,31%
P _{BRUTA}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	0,25%	0,36%	0,15%	0,17%	0,09%	0,32%	0,49%	0,17%	0,48%	0,38%	0,33%
FP	Factor de Potencia en bornes de r	1,00%	0,10%	0,12%	0,08%	0,12%	0,08%	0,13%	0,15%	0,18%	0,17%	0,11%
P _{cond}	Presión Condensador	1,00%	0,09%	0,09%	0,08%	0,07%	0,11%	0,54%	0,09%	0,59%	0,61%	0,95%
T _{VapSH}	Temperatura Vapor Sobrecalentado	4°C	1,05°C	0,63°C	0,93°C	0,42°C	0,91°C	1,60°C	0,87°C	0,44°C	2,68°C	0,83°C
T _{VapRH}	Temperatura Vapor Recalentado	4°C	0,83°C	0,45°C	0,44°C	0,24°C	0,79°C	0,78°C	0,79°C	0,42°C	1,30°C	0,59°C
Frec	Velocidad de Rotación	0,25%	0,01%	0,02%	0,09%	0,00%	0,12%	0,11%	0,12%	0,00%	0,10%	0,10%
P _{Vapor}	Presión Vapor	1,00%	0,46%	0,13%	0,20%	0,17%	0,35%	0,43%	0,16%	0,50%	0,55%	0,33%
Estabilidad	¿Se cumplen los criterios para todas las variables?	NO	SI	SI	SI	NO	NO	SI	NO	NO	NO	NO
Consumos SSAA												
P _{SSAA}	Potencia total consumida por los servicios auxiliares	[MW]	29,74	29,96	29,96	29,86	29,98	29,54	29,69	29,71	29,97	29,60
	Promedio P _{SSAA}	[kW]	29801,28									
Determinación pérdidas totales												
P _{Bruta, No Corr}	Potencia Bruta medida - Total	[MW]	378,35	378,72	379,17	379,36	379,45	378,85	377,99	380,92	378,51	379,74
P _{Neta, No Corr}	Potencia Neta medida - Total	[MW]	347,73	348,03	348,43	348,77	348,65	348,53	347,57	350,41	347,51	349,40
L _{TOTALES}	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos (SSAA)	[MW]	30,62	30,69	30,74	30,59	30,80	30,32	30,43	30,51	31,00	30,34
	L _{TOTALES}	[kW]	30604,72									
P _{PERD,TR}	Pérdidas en el transformador principal	[MW]	0,678	0,679	0,680	0,681	0,680	0,680	0,677	0,685	0,677	0,682
	P _{PERD,TR}	[kW]	679,98									
P _{SSAA}	Potencia total consumida por los servicios auxiliares	[MW]	29,743	29,960	29,960	29,861	29,977	29,541	29,691	29,710	29,969	29,600
	P _{SSAA}	[kW]	29801,28									
P _{PERD,RED}	Pérdidas en la red interna	[MW]	0,195	0,054	0,105	0,049	0,140	0,103	0,060	0,116	0,354	0,058
	P _{PERD,RED}	[kW]	123,46									
Correcciones a la Potencia bruta												
L _{FP}	Diferencia en pérdidas por FP	[kW]	99,01	94,96	102,37	96,88	98,52	95,19	94,08	103,21	96,98	98,24
F _{TempAg_rated} / F _{TempAg_med}	Factor de corrección por temperatura	-	0,9970	0,9977	0,9988	0,9992	1,0031	1,0042	1,0042	1,0014	0,9974	0,9958
P _{Bruta, Corr}	Potencia Bruta corregida por los factores permitidos en el Anexo Técnico	[MW]	377,11	377,77	378,62	378,94	380,53	380,33	379,47	381,34	377,41	378,04
Cálculo promedio final												
P _{Bruta, Corr}	Valores utilizados para cálculo de promedio final	[MW]	377,11	377,77	378,62	378,94	380,53	380,33	379,47	381,34	377,41	378,04
P _{Neta, Corr}		[MW]	346,50	347,08	347,88	348,35	349,73	350,01	349,04	350,83	346,41	347,70
P _{MAX, Bruta}	Potencia Máxima Bruta	[MW]	378,96									
P _{MAX, Neta}	Potencia Máxima Neta	[MW]	348,35									

Tabla 6.6 – Resumen general para la unidad



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 6.7 y Tabla 6.8 se presenta el cálculo de incertidumbre para la **Potencia Bruta Corregida** y la **Potencia Neta Corregida** respectivamente para la unidad, 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 ($Bx*\theta*ts,v$)	Incertidumbre aleatoria ($Sx*\theta*ts,v$)	
P _{BRUTA}	[kW]	379106,34	1110,364	30	2,042	1313,263	202,7238	0,99821	2676,8792	413,2205	
FP	[-]	0,963	0,001	30	2,042	0,003	0,0002	-7330,18234	-49,9543	-3,2752	
T _{empAg}	[°C]	12,762	0,021	30	2,042	0,013	0,0038	11118,57443	289,7597	85,3161	
									U_R	2725,84	[kW]

Tabla 6.7 – Cálculo de incertidumbre para la Potencia Bruta corregida de la unidad

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 ($Bx*\theta*ts,v$)	Incertidumbre aleatoria ($Sx*\theta*ts,v$)	
P _{BRUTA}	[kW]	379106,34	1110,364	30	2,042	1313,263	202,7238	-0,00179	-4,8036	-0,7415	
FP	[-]	0,963	0,001	30	2,042	0,003	0,0002	-7330,18234	-49,9543	-3,2752	
T _{empAg}	[°C]	12,762	0,021	30	2,042	0,013	0,0038	1,00000	266,3756	78,4309	
P _{NETA}	[kW]	348501,62	1030,719	30	2,042	1207,245	188,1827	10221,28572	2465,1943	384,2691	
									U_R	2510,87	[kW]

Tabla 6.8 – Cálculo de incertidumbre para la Potencia Neta corregida de la unidad



7 CONCLUSIONES

Se realizó con éxito la prueba de Potencia Máxima de la unidad de la Central Térmica Santa María, utilizando como combustible carbón.

La 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** y **Potencia Máxima Neta** de la Central Térmica Santa María con el siguiente desglose de valores:

Resumen de resultados CT Santa María		
Potencia Máxima	Bruta Medida [MW]	379,1063
	Bruta Corregida [MW]	378,9580
	Neta Medida [MW]	348,5016
	Neta Corregida [MW]	348,3533
Pérdidas y consumos internos	Consumos de SSAA [kW]	29801,28
	Pérdidas en transformador principal [kW]	679,98
	Pérdidas en la red interna [kW]	123,46
	Pérdidas totales [kW]	30604,72

Tabla 7.1 – Resumen resultados – Unidad Santa María



8 NORMATIVA

- Anexo Técnico: "Pruebas de Potencia Máxima en Unidades Generadoras".
- Norma ASME PTC 6 "Performance Test Codes on Steam Turbines"
- Norma ASME PTC 19.1 "Test Uncertainty"



9 ANEXOS

9.1 Datos característicos del generador

ESTIMATED GENERATOR DATA			
Customer:	MAIRE ENGINEERING SPA		
Station/Project:	CORONEL 350 MW		
Generator Number:	290T771		
Generator Type:	450H		
GENERATOR RATING			
Data for Proposal No/Electrical Design:	G368T01	Jul 26 2007	
ATB 2 468000 kVA 3000 RPM 18000 Volts 0.85 PF 60 psig 50 °C Gas 397800 kW 15011 Amps 750 Field Volts 27 Ft Alt 0.5 SCR 50 Hz 3 Phase WYE Connection			
Exciter Rating			
Type	Static		
1945 kW 750 Volts 2593 D.C.Amps	Field Amps @ Generator rated Load 2443		
Total temperatures are guaranteed not to exceed:	Insulation Class	Temperature Rise	
Stator coils: 103 °C by embedded detector	Armature F	B	
Field coils 120 °C by Resistance	Field class F	B	
Collector Gas Rise 20 °C by RTD			
Cooling water Requirements @ Generator Rating (C901 - Data)			
(Data not applicable for Open Ventilated Units. Air cooled OV units, values will be shown as -99999)			
Generator Output:	468000	Kva	
Loss to Coolers:	3535	Kw	
Inlet Water Temperature:	40	°C	
Outlet Cold Gas Temperature	50	°C	
Coolant	100% Fresh Water		
Maximum Fouling Factor:	0.001 1/(btu / (hours*footsquared*F))		
Total Water Flow Required:	2500	GPM (total for all coolers)	
Coolant temperature Max	40	°C	
Head Loss Per Cooler:	17.9	Feet of Water	
Maximum Operating Pressure:	125	psig	
	8.6184	bar	
Dielectric tests (Between coils and ground, 50/60 hertz AC for 1 min)			
Stator	37000V		
Rotor	5161V		

Figura 9.1 – Hoja de datos de generador (1 de 3)



REACTANCES (Per Unit):			Direct Axis		Quadrature Axis	
Saturated Synchronous	X_{dV}	2.03	X_{qV}	1.95		
Unsaturated Synchronous	X_{dI}	2.03	X_{qI}	1.95		
Saturated Transient	X'_{dV}	0.265				
Unsaturated Transient	X'_{dI}	0.3	X'_{qI}	0.485		
Saturated Sub transient	X''_{dV}	0.195	X''_{qV}	0.195		
Unsaturated Sub transient	X''_{dI}	0.24	X''_{qI}	0.24		
Saturated Negative Sequence	X_{2V}	0.195				
Unsaturated Negative Sequence	X_{2I}	0.24				
Saturated Zero Sequence	X_{0V}	0.13				
Unsaturated Zero Sequence	X_{0I}	0.13				
Saturated Leakage Reactance	X_{IV}	0.165				
Unsaturated Leakage Reactance	X_{II}	0.185				
FIELD TIME CONSTANTS (Seconds @ 125 °C)						
Open Circuit	T'_{d0}	6.8	T'_{d0}	0.6		
Three Phase Short Circuit Transient	T'_{d3}	0.8	T'_q	0.15		
Line To Line Short Circuit Transient	T'_{d2}	1.4				
Line To Neutral Short Circuit Transient	T'_{d1}	1.7				
Short Circuit Sub transient	T''_d	0.031	T''_q	0.031		
Open Circuit Sub transient	T''_{d0}	0.042	T''_{d0}	0.077		
ARMATURE DC COMPONENT TIME CONSTANTS (Seconds@ 100 °C)						
Three Phase Short Circuit	T_{s3}	0.58				
Line To Line Short Circuit	T_{s2}	0.58				
Line To Neutral Short Circuit	T_{s1}	0.44				
ARMATURE WINDING SEQUENCE RESISTANCES (Per Unit)						
Positive	R_1	0.0028				
Negative	R_2	0.0098				
Zero	R_0	0.0045				
Reactance, Resistance and Time Constant data may be interpreted per IEEE 115, section VII.						
The base reactance ("UNIT") is calculated by the armature kV squared / MVA.						
Base reactance = 0.6923			Ohms			
Rotor Short-Time Thermal Capacity, $(I_2)^2t$			7.3564 s			
Turbine-Generator Combined Inertia Constant, H			4.5049 kW-s/kVA			
Three Phase Armature Winding Capacitance			1.7319 μ F			
Armature Winding DC Resistance (Per Phase)			0.0009 Ω (100 °C)			
Field Winding DC Resistance			0.2377 Ω (125 °C)			
Field Current At Rated Kva, Armature Voltage, & PF			2443 A			
Field Current At Rated Kva, Armature Voltage, 0 PF Lagging			2893 A			
(For Systems Study Only - Not Allowable Operating Point)						

Figura 9.2 – Hoja de datos de generador (2 de 3)



MACHINE SATURATION DATA	
S/1.0 = 0.0287	Machine saturation may be calculated from the data of curves A and B of
S/1.2 = 0.135	"ESTIMATED SATURATION AND SYNCHRONOUS IMPEDANCE CURVES".
	"S/1.0" is the field amp difference from B to A divided by the field amp of A at 1.0 pu voltage.
X/R RATIO	
X/R = 156	X/R ratio equals "XPP/DV" * base reactance / armature DC resistance at 100 C

Figura 9.3 – Hoja de datos de generador (3 de 3)

9.2 Curvas características de los generadores

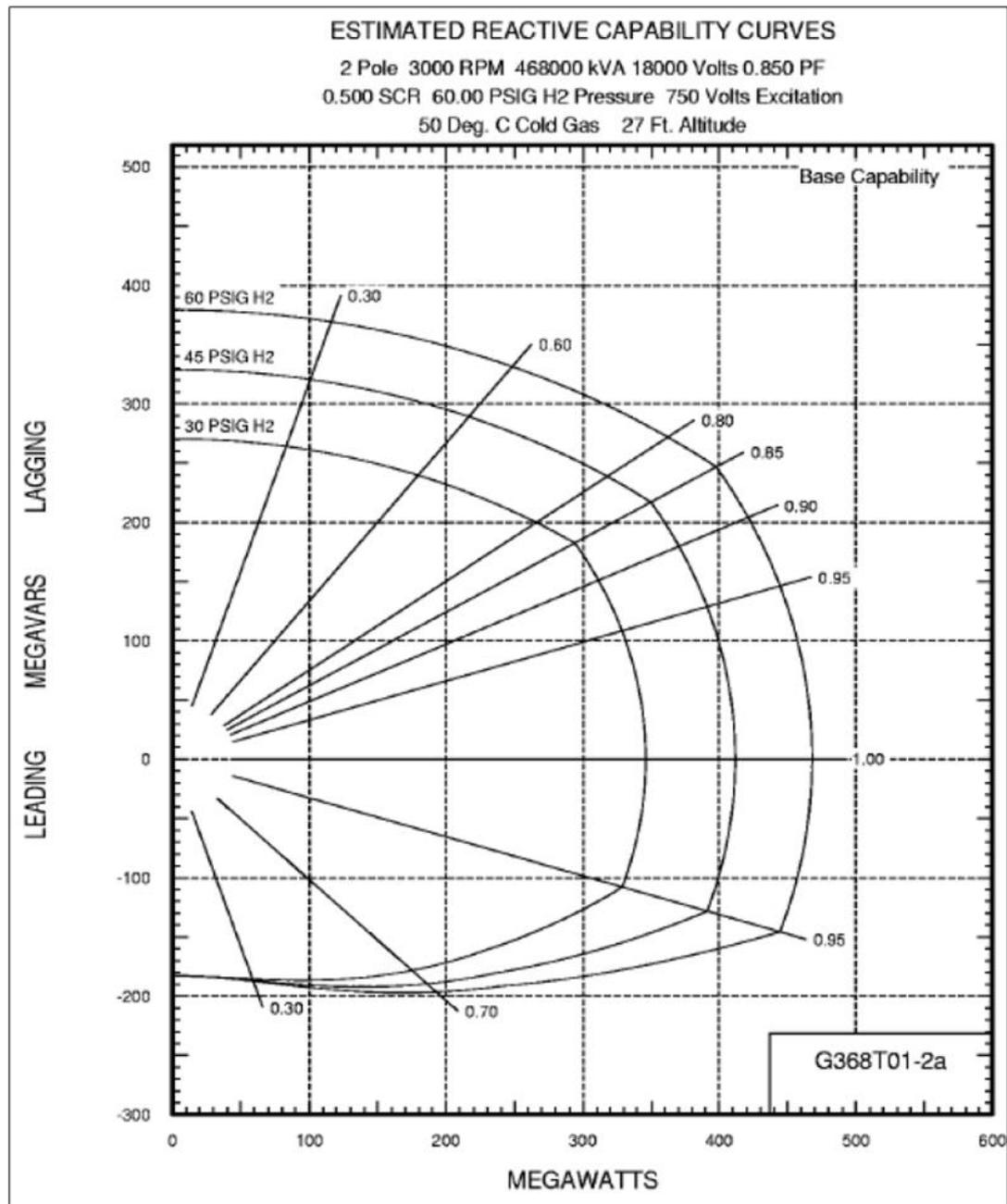


Figura 9.4 – Curva de capacidad



9.3 Datos característicos del transformador principal

10BAT01

HYUNDAI

TRANSFORMADOR PRINCIPAL

TL1555-A11

NÚMERO DE FASES		3	FRECUENCIA NOMINAL		50 Hz
NÚMERO DE SERIE		2007372TND014	NORMA BÁSICA		ANSI C57.12
FRECUENCIA NOMINAL		YNd1	FECHA DE FABRICACIÓN		2009-02
TIPO DE ENFRIAMIENTO		ONAN / ONAF	ELEVADOR DE TEMPERATURA/ACEITE/ARROLLADOS		60 / 65°C

ENROLLADOS	TENSION NOMINAL (kV)	POTENCIA NOMINAL (MVA)	CORRIENTE NOMINAL (A)
H.V	230	460 / 490	1155 / 1230
L.V	18	460 / 490	14755 / 15717

IMPEDANCIA DE SECUENCIA CERO ENTRE HV-LV y 490MVA BASE NOMINAL			TIPO DE ACEITE		ASTM D3487
NÚMERO DE TORNOS	SECUENCIA POSITIVA	SECUENCIA CERO	MATERIAL DE CONDUCTOR		
1	15.141	15.060	CORBRE		
R3	15.140	15.050	PRESION AGUANTABLE DE TANQUE		
5	15.305	15.191	1.03 kg/cm ²		

NIVEL DE AISLAMIENTO (kV)		PESO	
H.V : U1050 AC 460	H.V.N : U125 AC 50	ENROLLADOS	236000 kg
L.V : U125 AC 50	L.V.N : U1 - AC -	TANQUE y ACCESORIOS	74100 kg
NIVEL DE PRESION RUIDO (ONAN/ONAF) : 69.1/70.8 dB		ACEITE	91000 LT
		ACEITE	81900 kg
		PESO TOTAL	392000 kg
		PESO MAS PESADA PARA EL TRANSPORTE	275000 kg

POSICION DE TOMAS	TENSION (V)	CORRIENTE		CONEXION
		460 MVA	490 MVA	
1	241500	1150	1171	5 - 5
2	235750	1127	1200	5 - 7
3	230000	1155	1230	7 - 4
4	224250	1184	1262	4 - 8
5	218500	1215	1295	8 - 3

PARTE DE LV	
TENSION (V)	CORRIENTE (A)
460 MVA	490 MVA
18000	14755 / 15717

GRUPO DE CONEXION	
H.V	L.V
YU	DV
YU	YU

TRANSFORMADOR DE CORRIENTE PARA BOQUILA			
TIPO	RAZON A	CARGA VA	PRECISION
BCT 1-8	1800/1	30	SP05
BCT 10-12	1800/1	15	CL 0.2
BCT 13	1700/2	15	CL 1.0 FOR WTS
BCT 14-15	1800/1	15	SP05
BCT 16-21	20000/1	30	SP05
BCT 22-24	20000/1	15	CL 0.2
BCT 25	20000/2	15	CL 1.0 FOR WTS
BCT 26	1700/2	15	CL 1.0 FOR WTS
BCT 27	20000/2	15	CL 1.0 FOR WTS

HYUNDAI HEAVY INDUSTRIES CO., LTD.
 ULSAN KOREA

TL1555-A12

Figura 9.5 – Fotos de placa transformador principal



9.4 Datos transformadores de servicios auxiliares



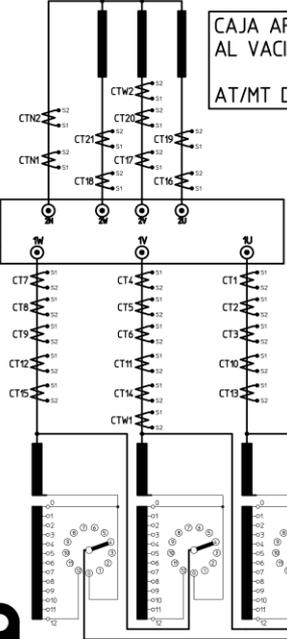
EN 60076



SEA[®]

TEZZE DI ARZIGNANO
(VICENZA) - ITALY -
www.seatrasformatori.it

TRANSFORMADOR TRIFÁSICO EN ACEITE REFRIGERACIÓN ONAN/ONAF PARA EXTERIOR - IEC 60076



CAJA APTA A RESISTIR AL VACÍO
AT/MT DEVANADO EN COMBRE

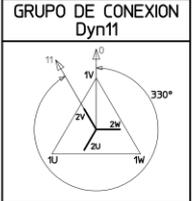
TRANSFORMADOR N°	*	TIPO	OTN
FECHA DE FABRICACIÓN	*	FRECUENCIA	50 Hz
FASES	3	CONEXION AT/MT	Δ/Δ
POTENCIA	60 / 72 MVA	GRUPO DE CONEXION	Dyn11
TENSIÓN	AT 18000 +4-8x1.25% MT 11500 V	IMPEDENCIA A 60 MVA POS. 0	* %
CORRIENTE	AT 1925 / 2310 A MT 3012 / 3615 A	IMPEDENCIA A 60 MVA POS. 4	* %
NIVEL DE AISLAMIENTO	AT 24-50-125 kV MT 17.5-38-95 kV	IMPEDENCIA A 60 MVA POS. 8	* %
SOBRETEMPERATURA ACEITE/ARROLLAMIENTOS	60 / 65 K	IMPEDENCIA A 60 MVA POS.12	* %
		REFRIGERACIÓN	ONAN / ONAF
		PESO DEL ACEITE	* kg
		PESO DE PARTE ACTIVA	* kg
		PESO TOTAL	* kg

ACEITE NO INHIBIDO TIPO: *

CT	RELACION	PRESTACION
CT1, CT2, CT3	3000/1 A	30VA, 5P20
CT4, CT5, CT6	3000/1 A	30VA, CL. 0.2
CT7, CT8, CT9	3000/1 A	30VA, CL. 0.2
CT10, CT11, CT12	4500/1 A	30VA, 5P20
CT13, CT14, CT15	4500/1 A	30VA, 5P20
CT16, CT17, CT18	4500/1 A	30VA, 5P20
CT19, CT20, CT21	4500/1 A	30VA, CL. 0.2
CT22	3620/2 A	15VA, CL. 3
CTN1, CTN2	100/1	15VA, 5P30

AISLADOR AT : 1U-1V-1W			
TENSIÓN	CORRIENTE 60MVA	CORRIENTE 72MVA	POS. COMM.
16200	2138.3	2566	0
16425	2109	2530.8	1
16650	2080.5	2496.6	2
16875	2052.8	2463.4	3
17100	2025.8	2430.9	4
17325	1999.5	2399.4	5
17550	1973.8	2368.6	6
17775	1948.9	2338.6	7
18000	1924.5	2309.4	8
18225	1900.7	2280.9	9
18450	1877.6	2253.1	10
18675	1854.9	2225.9	11
18900	1832.9	2199.4	12

AISLADOR MT : 2U-2V-2W-2N		
TENSIÓN	CORRIENTE 60MVA	CORRIENTE 72MVA
11500	3012.3	3614.7



GRUPO DE CONEXION
Dyn11

CAMBIADOR DE TOMAS BAJA CARGA AT
M.R. TIPO 3 x M I 1503-72.5/B 14130
MATRICULA: *



PLATOS DE LAS CUERDAS METÁLICAS			
4 CUERDAS	ØCuerda mm	Carga de ruptura kg	Peso total transformador kg
Transformador	60	208300	< 500000
	70	282500	< 1200000
	-	-	-

TENSIÓN - PELIGRO DE MUERTE - NO USAR AGUA PARA APAGAR EL FUEGO

Figura 9.6 – Datos transformadores de SSAA



9.5 Puntos de medición

9.5.1 Potencia bruta

En los siguientes unilineales se pueden identificar los puntos de medición de la potencia bruta. Se muestran los núcleos de los transformadores de corriente y tensión de clase 0.2.

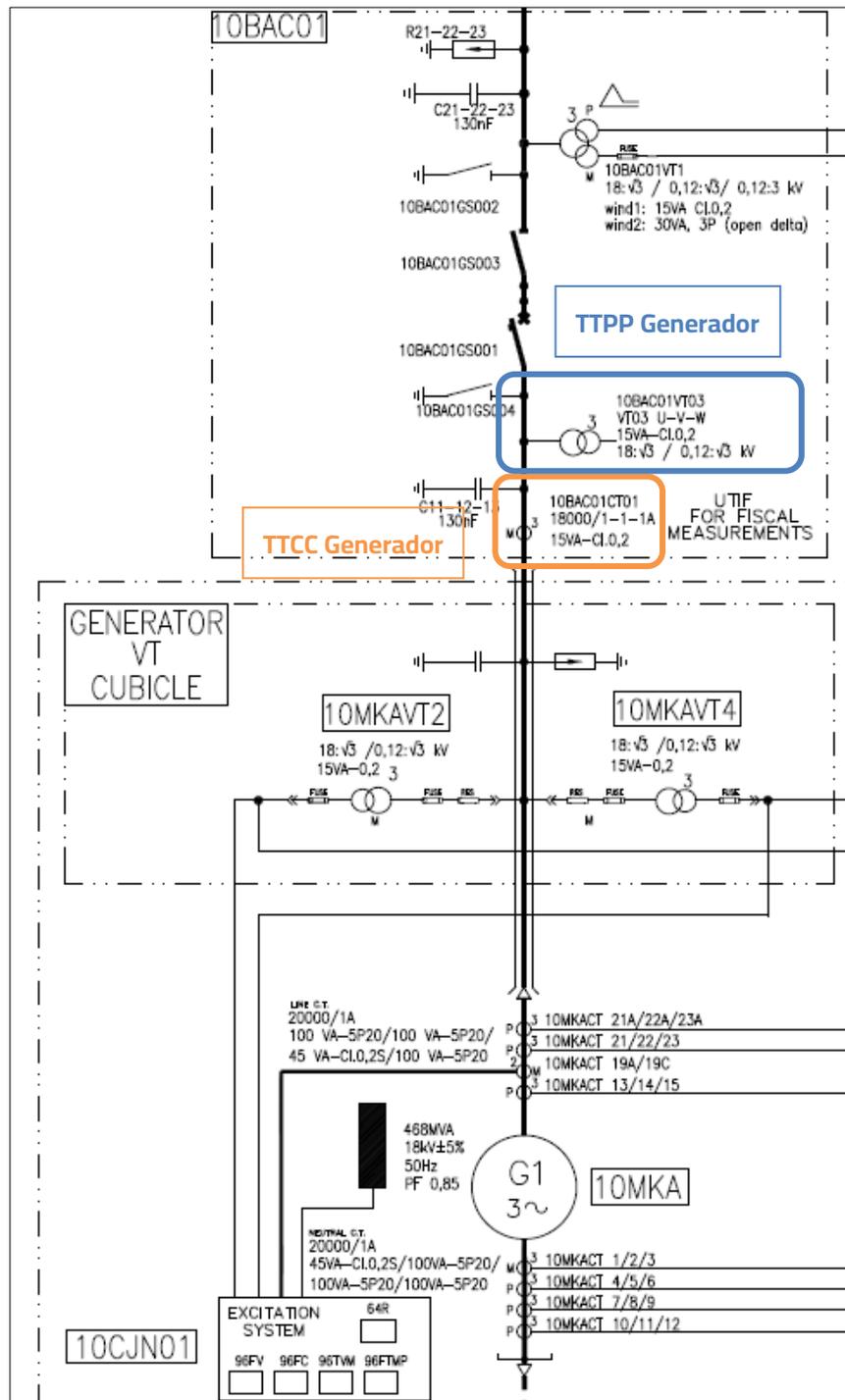


Figura 9.7 – Punto de medición – Potencia bruta

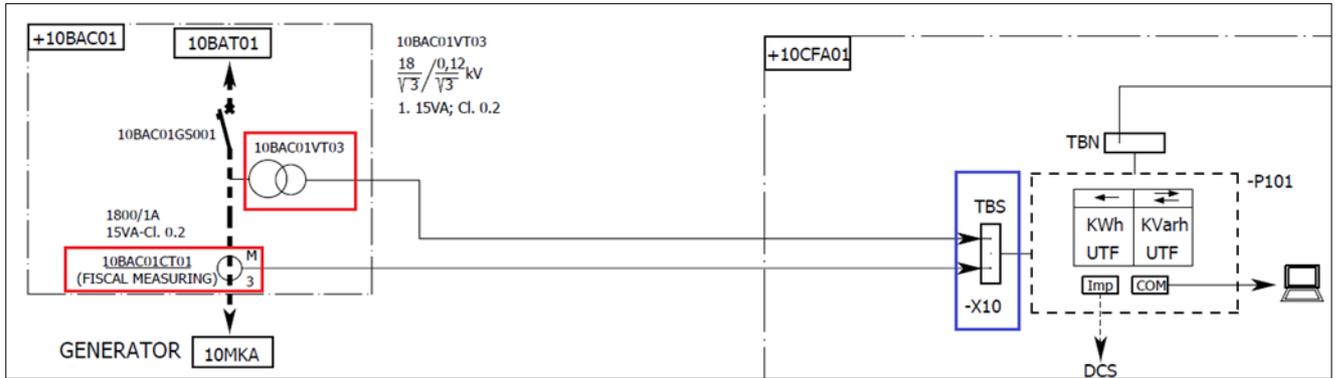


Figura 9.8 – Punto de medición – Potencia bruta

En el siguiente trifilar se pueden identificar los puntos de medición de la potencia bruta.

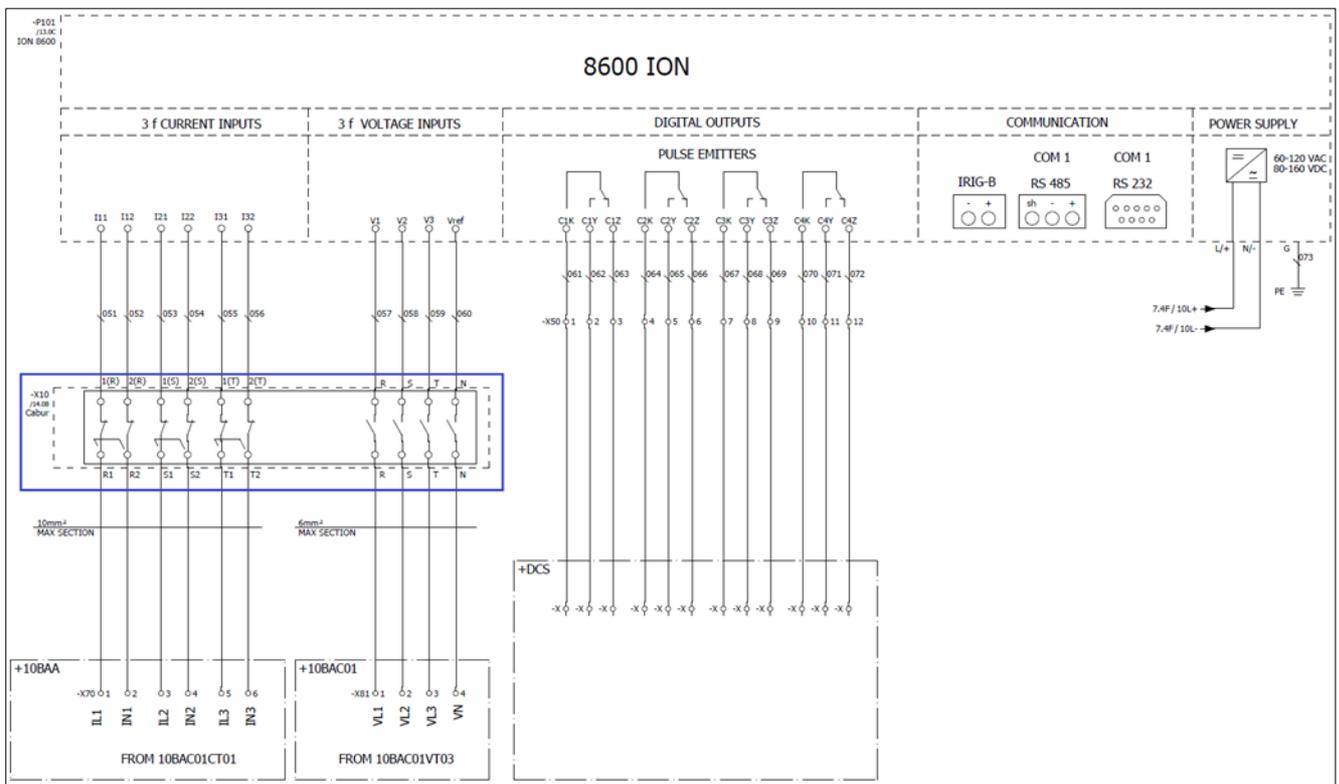


Figura 9.9 – Bornes de conexión ION 8600



En las siguientes imágenes se presentan los antecedentes de los transformadores de tensión y corriente señalados.

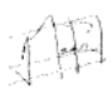
 PROTOCOLO DE PRUEBA TRANSFORMADORES DE CORRIENTE DE MEDIA TENSION					
IDENTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS					
PROYECTO	TERMOLÉCTRICA SANTA MARIA - COLBUN			N° PROTOCOLO	1 DE 1
SWITCHGEAR	INTERRUPTOR ABB EN SF6			CT01	U-V-W
NOMBRE DE EQUIPO	TRANSFORMADOR DE CORRIENTE 10BAC01CT01			T. AMBIENTE	16°C
N° SERIE FASE 1,2,3	1805200001/1805200002/1805200003			HUMEDAD	70,0%
RAZON TRANSFORMACION NOMINAL	P / S1-S2	18000/1		POTENCIA / CLASE	15 VA / 0,2
TENSION MAXIMA (KV)				TIPO- FABRIC	10RAZGM- WATTSUD
INSTRUMENTOS	CPC 100 OMICRON				
INYECCION PRIMARIA DE CORRIENTE					
CORRIENTE DE PRUEBA : 2000 A					
RAZON TRANSFORMACION, ANGULO ERROR Y POLARIDAD					
FASE	PUNTOS	RAZON	ANGULO (°)	ERROR (%)	POLARIDAD
CT03U	P1 / S1-S2	18000:1.000	-0,01	0,15	CORRECTA
CT03V	P1 / S1-S2	18000:1.002	0,02	0,23	CORRECTA
CT03W	P1 / S1-S2	18000:1.003	0,01	0,32	CORRECTA
RESISTENCIA OHMICA DEVANADOS					
FASE	DEVANADO	RESISTENCIA			
CT03U	S1-S2	53 (Ω)			
CT03V	S1-S2	52.8 (Ω)			
CT03W	S1-S2	53.5 (Ω)			
OBSERVACIONES					
RAZON DE TRANSFORMACION DE ACUERDO A LO INDICADO POR FABRICANTE					
TRANSFORMADORES DE CORRIENTES EN BUENAS CONDICIONES PARA PUESTA EN SERVICIO.					
REALIZADO POR			REVISADO POR		
NOMBRE:	JUAN L. MEDINA ROA		NOMBRE:	HUGO E. OPAZO MORA	
FECHA:	11/04/2010		FECHA:	11/04/2010	
					

Figura 9.10 – Datos TTCC de generador



Sight		PROTOCOLO DE PRUEBA TRANSFORMADORES DE POTENCIAL DE MEDIA TENSION			
IDENTIFICACIÓN Y CARACTERÍSTICAS					
PROYECTO	TERMoeLECTRICA SANTA MARIA - COLBUN		N° PROTOCOLO	1 DE 1	
SWITCHGEAR	INTERRUPTOR ABB EN SF6		VT03	U-V-W	
NOMBRE DE EQUIPO	TPs LADO GENERADOR 10BAC01VT03		T. AMBIENTE	16°C	
N° SERIE FASE 1,2,3	1797600001-1797600002-1797600003		HUMEDAD	70,0%	
RAZON TRANSFORMACION	a - n	18000 : √3 / 120: √3	POTENCIA / CLASE	15 VA / 0,2	
NOMINAL	da - dn				
TENSION MAXIMA (KV)	24/507125		TIPO- FABRIC	EPR20Z - WATTSUD	
INSTRUMENTOS	CPC 100 OMICRON				
INYECCION PRIMARIA DE TENSION			VOLTAJE DE PRUEBA : 2KV		
RAZON TRANSFORMACION, ANGULO ERROR Y POLARIDAD					
FASE	PUNTOS	RAZON	ANGULO (°)	ERROR (%)	POLARIDAD
VT03U	P1 / a - n	18000 : √3 / 120.230 : √3	0,08	0,19	CORRECTA
	P1 / da - dn				
VT03V	P1 / a - n	18000 : √3 / 120.202 : √3	0,08	0,17	CORRECTA
	P1 / da - dn				
VT03W	P1 / a - n	18000 : √3 / 120.162: √3	0,07	0,14	CORRECTA
	P1 / da - dn				
RESISTENCIA DE AISLACION VAPLICADO= 10 KV C.A.					
FASE	TENSION (V)	I fuga (mA)	R. AISLACION (MΩ)		
VT03U	10028,00	0,97	10,30		
VT03V	10033,00	0,91	10,95		
VT03W	10032,00	0,93	10,79		
RESISTENCIA OHMICA DEVANADOS					
FASE	DEVANADO	RESISTENCIA			
VT03U	a-n	381,5 (mΩ)			
	da-dn				
VT03V	a-n	391,6 (mΩ)			
	da-dn				
VT03W	a-n	382,9 (mΩ)			
	da-dn				
OBSERVACIONES					
RAZON DE TRANSFORMACION DE ACUERDO A LO INDICADO POR FABRICANTE					
TRANSFORMADORES DE POTENCIAL EN BUENAS CONDICIONES PARA PUESTA EN SERVICIO.					
REALIZADO POR			REVISADO POR		
NOMBRE:	JUAN L. MEDINA ROA		NOMBRE:	HUGO E. OPAZO MORA	
FECHA:	11/04/2010		FECHA:	11/04/2010	

Figura 9.11 – Datos TTPP de generador



9.5.2 Potencia neta

En los siguientes unilineales se pueden identificar los puntos de medición de la potencia neta, la misma se ha determinado a partir de la suma de las mediciones de potencia a través de las líneas de salida de la central hacia Subestación Charrúa, es decir, los paños J1 (Charrúa 1) y J2 (Charrúa 2). Se muestran en los siguientes diagramas los núcleos de los transformadores de corriente y tensión de clase 0.2.

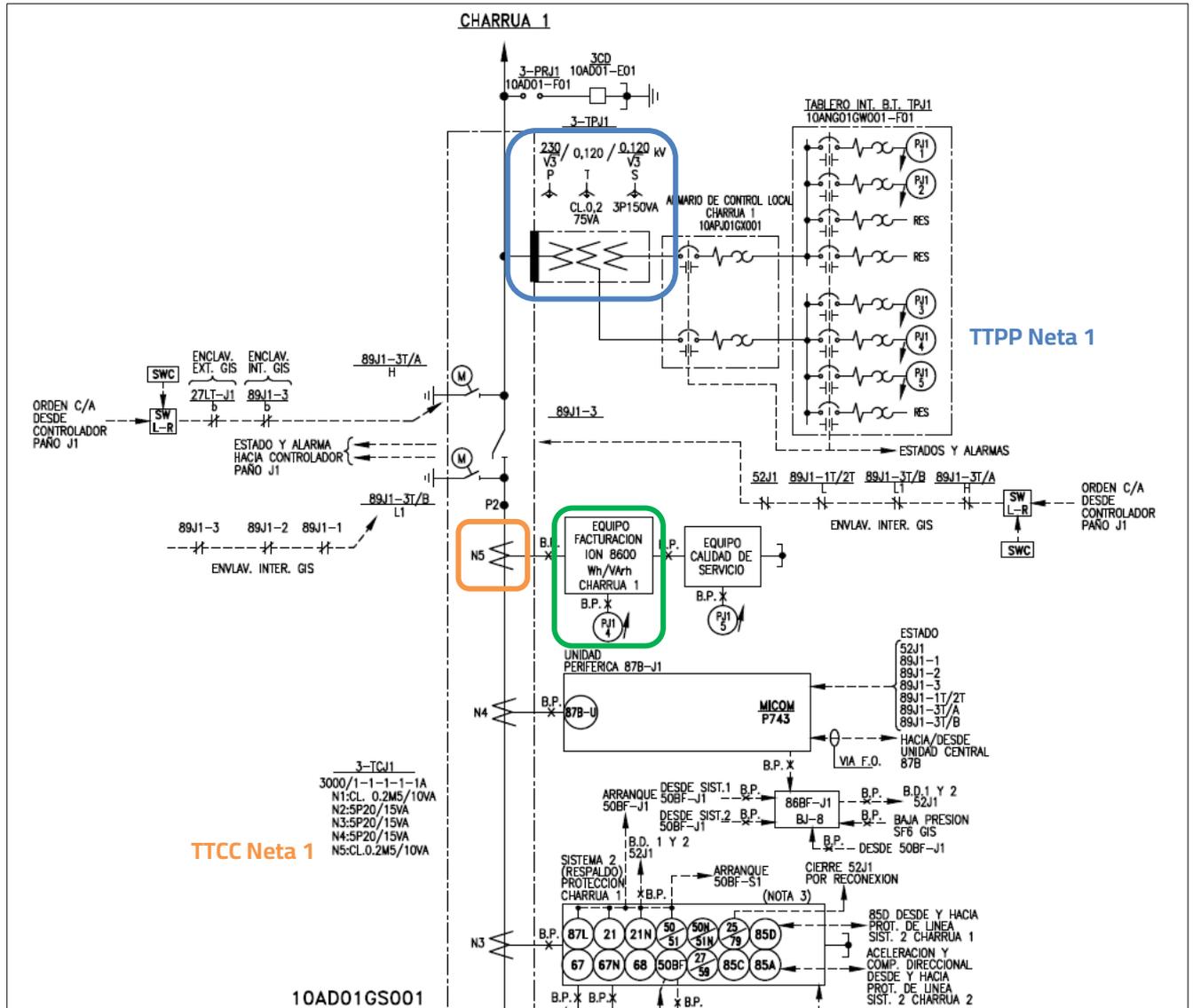


Figura 9.12 – Punto de medición de potencia neta – Charrúa 1



En las siguientes imágenes se presentan las fotos de placa de los transformadores de medida.

N°	F106711101	Sr N°	B105-CT / 001 / L781	Año de fabricación	2009
		IEC 60044-1 : 2003		lth	40 kA 3 s
		fr 50 Hz		ldyn	100 kA
P1	P2				
1S1	1S2	3000/1A	10VA	CI 0,2	FS 5
P1	P2				
2S1	2S2	3000/1A	15VA	CI 5P20	
P1	P2				
3S1	3S2	3000/1A	15VA	CI 5P20	
P1	P2				
4S1	4S2	3000/1A	15VA	CI 5P20	
P1	P2				
5S1	5S2	3000/1A	10VA	CI 0,2	FS 5

Figura 9.14 – Datos de placa de TTCC (Charrúa 1)

Diagrama		Primaria	Tensión Nom. : 230.000/√3 V	F Un :	1.5 - 30 sec
1a	1n	1a - 1n	230.000/√3 V : 120/√3 V	150 VA	3P
2a	2n	2a - 2n	230.000/√3 V : 120 V	75 VA	0,2

Tensión de ensayo en sitio : 300 kV 50 Hz Hz 60 sec.

Manual de instruccion : L781

Proyecto : L781
Artículo : F106740001

Presión SF6 : 6.3 Nominal 5.5 Mínimo bar rel (IEC 60376)

Frecuencia : 50 Hz B105-VT / 001 / L781 Peso Total : 210 kg

AREVA T&D / Aix-les-Bains / France

Figura 9.15 – Datos de placa de TTPP (Charrúa 1)



AREVA

TRANSFORMADORES DE CORRIENTE

Parte N°	F106711101	Sr N°	B105-CT / 006 / L781	Año de fabricación	2009
			IEC 60044-1 - 2003	Ith	40 kA 3 s
			fr 50 Hz	Idyn	100 kA
				IctH	120 %

	P1	P2				
N1	1S1	1S2	3000/1A	10VA	CI 0,2	FS 5
F3	2S1	2S2	3000/1A	15VA	CI 5P20	
F3	3S1	3S2	3000/1A	15VA	CI 5P20	
F3	4S1	4S2	3000/1A	15VA	CI 5P20	
N1	5S1	5S2	3000/1A	10VA	CI 0,2	FS 5

Figura 9.16 – Datos de placa de TTCC (Charrúa 2)

AREVA

UDP 245

Transformador de tensión
245/460-3/1050/kV
Normas : IEC 60044-2 2003

Año
2009

Diagrama	Primaria Termin.	Tensión Nom.	Carga	Clase	VA max
1a - 1n	1a - 1n	230.000/√3 V : 120/√3 V	150 VA	3P	500
2a - 2n	2a - 2n	230.000/√3 V : 120 V	75 VA	0,2	500

F Un : 1.5 - 30 sec

Tensión de ensayo en sitio : 300 kV 50 Hz Hz 60 sec.

Proyecto : L781
Artículo : F106740001

Presión SF6 : 6,3 Nominal 5,5 Mínimo bar rel (IEC 60376)

Frecuencia : 50 Hz

B105-VT / 006 / L781

Manual de instrucción : L781

Peso Total : 210 kg

AREVA T&D / Aix-les-Bains / France

Figura 9.17 – Datos de placa de TTPP (Charrúa 2)



9.5.3 Temperatura agua de circulación

En el siguiente esquema se presenta la ubicación de las termocuplas que permiten medir la temperatura de agua de circulación.

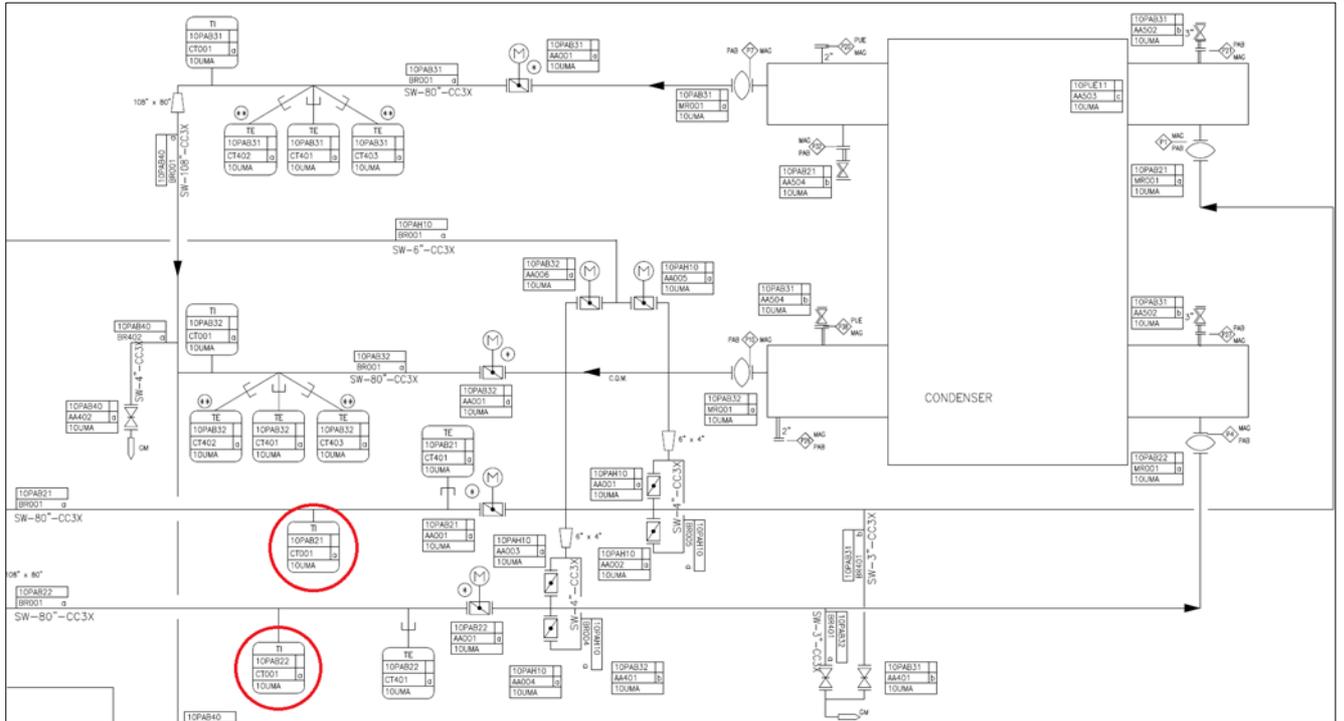


Figura 9.18 – Ubicación termocuplas para la medición de temperatura de agua de circulación



9.6 Instrumental de medición

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

9.6.1 Potencia bruta/FP

Para la medición de potencia bruta y factor de potencia de la unidad, se ha utilizado el equipo de medición instalado en bornes del generador. Este medidor es clase 0.2 y cumple con los requerimientos establecidos en el Anexo Técnico. A continuación, se incluye el certificado de calibración.

Los registros de datos se realizaron con una tasa de muestreo cada 1 minuto y se entregaron en formato xlsx o csv.



Página 1 de 3

Acreditado por IAS,
Acreditación TL-1109

INFORME DE ENSAYOS
N° SE-202308-031



IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO

Denominación: Medidor de Energía Eléctrica
Marca: Schneider Electric
Modelo: ION 8600
Numero de Serie: MT-0904A079-01

IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE

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

DATOS DEL ENSAYO

Fecha del Ensayo	: 29 de diciembre de 2023.	Lugar	: Central Santa María
Fecha de Emisión	: 2 de enero de 2024. IEC	Ubicación	: Energía Generador
Método	: 62053-22/24	N° Elementos	: 3 E / 4 H
Ejecutado por	: Mauricio Basaez Araya		

PATRÓN UTILIZADO

Tipo	: Patrón de Energía Eléctrica.	Cl. De Exactitud	: $\pm 0,05 \%$
Marca	: MTE	Trazabilidad Energía A.	: Folio 0121 / 08-11-2023 (LC070).
Modelo	: PTS3.3C	Trazabilidad Energía R.	: Folio 0121 / 08-11-2023 (LC070).
N° de serie	: 49104.	Trazabilidad Medida	: TECNORED

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 Mauricio Basaez Araya.
Especialista Gestion de Energía
CAM Chile SpA.

JOSE MAURICIO DE LA ROSA GUZMAN
Firmado digitalmente por JOSE MAURICIO DE LA ROSA GUZMAN
Fecha: 2024.01.02 11:36:48 -03'00'

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

Laboratorio de Medidores – CAM Chile SpA – Las Hortensias 501, Cerrillos.

Figura 9.19 – Certificado de calibración de medidor de potencia bruta



9.6.2 Potencia neta

Para la medición potencia neta durante las pruebas, se han instalado nuevos medidores ubicados en los paños J1 y J2 de la Central, que corresponden a sus paños de conexión a la S/E Charrúa 220kV. Los mismos son clase 0.2 y cumplen los requerimientos establecidos en el Anexo Técnico. A continuación, se incluye el certificado de calibración.

Los registros de datos se realizaron con una tasa de muestreo cada 1 minuto y se entregaron en formato xlsx o csv.



Página 1 de 3

INFORME DE ENSAYOS
N° SE-2025-019



Acreditado por IAS,
Acreditación TL-1109

IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO

Denominación: Medidor de Energía Eléctrica
Marca: SCHNEIDER ELECTRIC
Modelo: ION 8650
Numero de Serie: MW-2303B894-02

IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE

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

DATOS DEL ENSAYO

Fecha del Ensayo : 14 de marzo de 2025. Lugar : Central Santa María
Fecha de Emisión : 17 de marzo de 2025. Ubicación : Paño J1
Método : IEC 62053-22/24 N° Elementos : 3 E / 4 H
Ejecutado por : Mauricio Basaez Araya

PATRÓN UTILIZADO

Tipo : Patrón de Energía Eléctrica. Cl. De Exactitud : $\pm 0.05\%$
Marca : MTE Trazabilidad Energía A. : Folio 141 / 09-12-2024 (LC070).
Modelo : PTS3.3C Trazabilidad Energía R. : Folio 141 / 09-12-2024 (LC070).
N° de serie : 49104. Trazabilidad Medida : TECNORED

ALCANCES DEL INFORME

Equans Mantenimiento y Montaje Eléctrico SpA; 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 Equans Mantenimiento y Montaje Eléctrico SpA; el Área de Certificación no se responsabiliza por alteraciones o enmiendas en el presente documento. Equans Mantenimiento y Montaje Eléctrico SpA; autorizado por la superintendencia de electricidad y combustible según la resolución exenta N° 15.474 de 29 de diciembre de 2022.

Realizado por Patricio Carvajal Aguilar
Especialista Gestion de Energía
Equans Mantenimiento y Montaje Eléctrico SpA

Revisado por José De La Rosa G.
Profesional Responsable OLCA
Equans Mantenimiento y Montaje Eléctrico SpA

Laboratorio de Medidores – Equans Mantenimiento y Montaje Eléctrico SpA– Las Hortensias 501, Cerrillos.

Figura 9.20– Certificado de calibración de medidor de potencia neta (Paño J1)



Página 1 de 3

Acreditado por IAS,
Acreditación TL-1109

INFORME DE ENSAYOS
N° SE-2025-020



IDENTIFICACIÓN DEL EQUIPO

Denominación: Medidor de Energía Eléctrica
Marca: SCHNEIDER ELECTRIC
Modelo: ION 8650
Numero de Serie: MW-2303B890-02

IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE

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

DATOS DEL ENSAYO

Fecha del Ensayo : 14 de marzo de 2025. Lugar : Central Santa María
Fecha de Emisión : 17 de marzo de 2025. Ubicación : Paño J2
Método : IEC 62053-22/24 N° Elementos : 3 E / 4 H
Ejecutado por : Mauricio Basaez Araya

PATRÓN UTILIZADO

Tipo : Patrón de Energía Eléctrica. Cl. De Exactitud : $\pm 0.05 \%$
Marca : MTE Trazabilidad Energía A. : Folio 141 / 09-12-2024 (LC070).
Modelo : PTS3.3C Trazabilidad Energía R. : Folio 141 / 09-12-2024 (LC070).
N° de serie : 49104. Trazabilidad Medida : TECNORED

ALCANCES DEL INFORME

Equans Mantenimiento y Montaje Eléctrico SpA; 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 Equans Mantenimiento y Montaje Eléctrico SpA; el Área de Certificación no se responsabiliza por alteraciones o enmiendas en el presente documento. Equans Mantenimiento y Montaje Eléctrico SpA; autorizado por la superintendencia de electricidad y combustible según la resolución exenta N°15.474 de 29 de diciembre de 2022.

Realizado por Patricio Carvajal Aguilar
Especialista Gestión de Energía
Equans Mantenimiento y Montaje Eléctrico SpA

Revisado por José De La Rosa G.
Profesional Responsable OLCA
Equans Mantenimiento y Montaje Eléctrico SpA

Laboratorio de Medidores – Equans Mantenimiento y Montaje Eléctrico SpA– Las Hortensias 501, Cerrillos.

Figura 9.21– Certificado de calibración de medidor de potencia neta (Paño J2)



9.6.3 Temperatura de agua de circulación

Se utilizaron las termocuplas 10PAB21CT001 y 10PAB22CT001 de la unidad, las cuáles se ubican según lo mostrado en la Figura 9.18. Se presentan a continuación los protocolos de comprobación de ambas termocuplas, los cuales se encuentran vigentes para la fecha de ensayos prevista.

Los registros de datos se realizaron con una tasa de muestreo cada 1 minuto y se entregaron en formato xlsx o csv.



KKS		DESCRIPCIÓN DE LA MEDICIÓN					FECHA	
10PAB21CT001		TEMPERATURA DE ENTRADA CONDENSADOR CAJA IZQUIERDA					29/7/2024	
DATOS DEL TRANSMISOR								
Fabricante	ENDRESS+HAUSER	Suministro	24VDC					
Modelo	TMT 162	Protocolo Comprobación	HART					
Serie	C100EB04223	Damping	2 SEGUNDO				Unidad Medida	
Entrada	ANALOGA	Rango Equipo	-200	a	850	°C		
Salida	4-20 mA	Rango Trabajo	0	a	60	°C		
Precisión	0,10%	Condición falla sensor	HIGH					
Tipo de Sensor	RTD	Largo	465mm	Diametro	10mm			
DATOS DE CONDICIONES Y MATERIALES PARA COMPROBACIÓN								
Patrón de Temperatura			Patrón de Corriente			Condiciones		
Fabricante	FLUKE		FLUKE			T° amb. 21 °C		
Modelo o Tipo	7102 MICRO -BATH		789			H° rel.		
Serie	C22176		35530045			en Sitio		en Lab. X
Precisión	± 0,25 °C		0,05%+2					
Resolución	0,01 °C		0,001%					
Rango	0,1 °C / 0,01 °C		0-30 mA					
Fecha Ult. Certific.	7/8/2023		8/8/2023					
DATOS DE COMPROBACIÓN DEL TRANSMISOR ANTES DEL AJUSTE								
% de rango	Valores de Entrada (patrones)		Valor Leído (Salida)		Cálculo de error (%)		Error Maximo Temperatura	Error Máximo Corriente
	Temperatura	Corriente	Temperatura	Corriente	Temperatura	Corriente		
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,63
25,00	15,00	8,00	15,06	8,04	0,10	0,25		
50,00	30,00	12,00	30,10	12,05	0,17	0,31	Error Promedio Temperatura	Error Promedio Corriente
75,00	45,00	16,00	45,40	16,08	0,67	0,50		
100,00	60,00	20,00	60,33	20,10	0,55	0,63	0,30	0,34
DATOS DE CONTRASTACION DEL TRANSMISOR DESPUES DEL AJUSTE (SÍ APLICA)								
% de rango	Valores de Entrada (patrones)		Valor Leído (Salida)		Cálculo de error (%)		Error Maximo Temperatura	Error Máximo Corriente
	Temperatura	Corriente	Temperatura	Corriente	Temperatura	Corriente		
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A		
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Error Promedio Temperatura	Error Promedio Corriente
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A		
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
OBSERVACIONES								
SE REALIZA ESCALAMIENTO EN RANGO DE TRABAJO DE UNA ESCALA DE 15A 60 °C TANTO COMO TRANSMISOR Y SENSOR SE ENCUENTRAN EN VALORES CORRECTOS EN LECTURA.								
(NOTA) EQUIPO TRANSMISOR CONTIENE UN OFFSET DE 0,60 DESGC								
<p style="text-align: center;">D.TORRES / P VARAGAS</p> <p style="text-align: center;">Nombre Ejecutante Comprobación. Firma</p>								

Figura 9.22 – Protocolo de comprobación del transmisor de temperatura 10PAB21CT001



KKS		DESCRIPCIÓN DE LA MEDICIÓN					FECHA	
10PAB22CT001		TEMPERATURA DE ENTRADA CONDENSADOR CAJA DERECHA					30/7/2024	
DATOS DEL TRANSMISOR								
Fabricante	ENDRESS+HAUSER	Suministro	11-40 VDC					
Modelo	TMT 162 - A5223PBAA	Protocolo Comprobación	HART					
Serie	C100EC04223	Damping	2 SEGUNDO				Unidad Medida	
Entrada	ANALOGA	Rango Equipo	-200	a	850	°C		
Salida	4-20 mA	Rango Trabajo	0	a	60	°C		
Precisión	0,10%	Condición falla sensor	HIGH					
Tipo de Sensor	RTD	Largo	465 mm	Diametro	10 mm			
DATOS DE CONDICIONES Y MATERIALES PARA COMPROBACIÓN								
Patrón de Temperatura			Patrón de Corriente			Condiciones		
Fabricante	FLUKE		FLUKE			T° amb.	21 °C	
Modelo o Tipo	7102 MICRO -BATH		789			H° rel.		
Serie	C22176		35530045			en Sitio	en Lab.	X
Precisión	± 0,2 K		0,05%+2					
Resolución	0,1 °C / 0, 01 °C		0,001%					
Rango	- 5 a 125 °C		0-30 mA					
Fecha Ult. Certific.	7/8/2023		8/8/2023					
DATOS DE COMPROBACIÓN DEL TRANSMISOR ANTES DEL AJUSTE								
% de rango	Valores de Entrada (patrones)		Valor Leído (Salida)		Cálculo de error (%)		Error Maximo Temperatura	Error Máximo Corriente
	Temperatura	Corriente	Temperatura	Corriente	Temperatura	Corriente		
0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
25,00	15,00	8,00	15,40	8,11	0,67	0,69	0,68	0,69
50,00	30,00	12,00	30,40	12,11	0,67	0,69	Error Promedio Temperatura	Error Promedio Corriente
75,00	45,00	16,00	45,41	16,10	0,68	0,63		
100,00	60,00	20,00	60,33	20,10	0,55	0,63	0,51	0,53
DATOS DE CONTRASTACION DEL TRANSMISOR DESPUES DEL AJUSTE (SÍ APLICA)								
% de rango	Valores de Entrada (patrones)		Valor Leído (Salida)		Cálculo de error (%)		Error Maximo Temperatura	Error Máximo Corriente
	Temperatura	Corriente	Temperatura	Corriente	Temperatura	Corriente		
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A		
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	Error Promedio Temperatura	Error Promedio Corriente
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A		
N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
OBSERVACIONES								
SE REALIZA ESCALAMIENTO EN RANGO DE TRABAJO DE UNA ESCALA DE 15A 60 °C TANTO COMO TRANSMISOR Y SENSOR SE ENCUENTRAN EN VALORES CORRECTOS EN LECTURA.								
(NOTA) EQUIPO TRANSMISOR CONTIENE UN OFFSET DE 0,39 DESGC								
<p style="text-align: center;">D.TORRES / P. VARGAS</p> <p style="text-align: center;">Nombre Ejecutante Comprobación. Firma</p>								

Figura 9.23 – Protocolo de comprobación del transmisor de temperatura 10PAB22CT001



9.7 Análisis de combustible

INFORMACIÓN DEL CLIENTE		CONTACTO COMERCIAL		RUT	96.505.760-9
Cliente	COLBÚN S.A.	Contacto Comercial	Rolando Manriquez	RUT	96.505.760-9
Dirección	AV. APOQUINDO 4775, PISO 11 Las Condes	Teléfono	56-41-2861472	Fax	
Comuna	Las Condes	Giro	PROD. Y DIST. ENERGÍA	e-mail	rmanriquez@colbun.cl
IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA		Fecha de Muestreo	19 de Marzo 2025		
Fecha Recepción	28/03/2025	Tipo de Muestra	Carbón		
ID PCM	59634	Fecha Análisis	03/04/2025		
ID Cliente	Muestra Carbón 382 MW	Lugar de Muestreo	ND		
Representatividad	Prueba a 382 MW				
RESULTADOS DEL ANÁLISIS					
Parámetro	NORMA	Como Recibido	Base Seca		
Humedad Total (%)	ASTM D 3302	14,75			
Humedad Residual (%)	ASTM D 3173 /7582	6,86			
Cenizas (%)	ASTM D 3174 /7582	9,77	11,46		
Materia Volátil (%)	ASTM D 3175 /7582	33,26	39,02		
Carbono Fijo (%)	ASTM D 3172	42,22	49,52		
Azufre(%)	ASTM D 4239	0,77	0,90		
Poder Calorífico Superior (kcal/kg)	ASTM D 5865	5.717	6.706		
Poder Calorífico Inferior (kcal/kg)	ASTM D 5865	5.439	6.481		
Carbono (%)	ASTM D 5373	60,27	70,70		
Hidrógeno (%)	ASTM D 5373	5,39	4,38		
Nitrógeno (%)	ASTM D 5373	1,27	1,49		
Oxígeno (%)	ASTM D 3180	22,54	11,07		
OBSERVACIONES :					
La muestra fue preparada en PCM. El Hidrógeno y Oxígeno reportados en base "Como Recibido" incluyen el contenido de éstos elementos en el agua.					
Responsable Verificación			Responsable Aprobación		
Consuelo Araya C. Jefe de Laboratorio			Ernesto Pérez de Arce G. Gerente General		
NOTAS	1. Los resultados reportados son válidos para la muestra ensayada, la que fue proporcionada por el solicitante. 2. El informe de análisis no se debe reproducir sin la aprobación escrita del Laboratorio de PCM Ltda. 3. Las opiniones e interpretaciones de los resultados se realizarán solo en el caso que el cliente lo solicite formalmente. 4.- En caso que PCM haya realizado el Servicio de Muestreo, se indicará en las observaciones del informe la fecha de muestreo, el lugar de muestreo, las condiciones ambientales del muestreo y el procedimiento de muestreo. 5.- En el caso en que PCM Ltda. subcontrate servicios de análisis será informado al cliente previamente. 6.-El informe válido se encuentra firmado y timbrado por los responsables, los informes en formato PDF no son definitivos. 7.- PCM no es responsable de los resultados reportados por el Cliente, cuando éstos pueden afectar la validez de los resultados.				



9.8 Actas de ensayos

ESTUDIOS ELECTRICOS

ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

ACTA DE ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

Fecha	19/03/2025	Empresa	Colbún S.A.
ID Proyecto	EE-2024-127	Ubicación	Comuna Coronel, Región del Bío-Bío
Central	Central Térmica Santa María - Unidad TV		

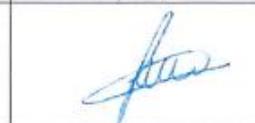
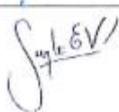
Responsables durante la prueba

Empresa	Nombre	Firmas
Colbún S.A. (Coordinado)	Wenceslao Panayotopulos Paiva - Jefe Área de Operaciones.	
	Julián Larrea Moraga - Ingeniero Especialista Subgerencia de Sistemas Eléctricos.	
	Camilo Caro Rodríguez - Ingeniero de Estudios.	
	Alexis Sepúlveda Olivares - Ingeniero de Procesos del Área Gestión de Activos.	
	Ramón Pérez Mellado - Jefe de Turno.	
	Jorge Soto Ruiz - Jefe de Turno.	
	José Candía Cid - Operador Sala de Control.	

www.estudios-electricos.com

Figura 9.24 – Actas de Ensayos Potencia Máxima (1 de 4)



ESTUDIOS ELECTRICOS  ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA		
<i>Colbún S.A. (Coordinado)</i>	<i>Claudio Contreras Rivera – Operador Sala de Control.</i>	
	<i>Renato Gaete – Asistente de Operaciones.</i>	
	<i>Michael Ormeño – Asistente de Operaciones.</i>	
	<i>Yanko Zúñiga – Asistente de Operaciones.</i>	
	<i>Luis Gutiérrez – Asistente de Operaciones.</i>	
<i>Estudios Eléctricos</i>	<i>Federico García – Experto Técnico.</i>	
	<i>Gonzalo Espinoza</i>	

www.estudios-electricos.com

Figura 9.25 – Actas de Ensayos Potencia Máxima (2 de 4)



ESTUDIOS ELECTRICOS 
ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

Datos de la unidad

Potencia aparente nominal [MVA]	468	Corriente de estator nominal [A]	15011
Tensión de estator nominal [kV]	18	Factor de potencia nominal	0.85
Potencia activa máxima [MW]	373.99 MW	Corriente de campo nominal [A]	2444
Mínimo Técnico [MW]	128 MW	Tensión de campo nominal [V]	750

Datos de la prueba

Estado previo de la unidad	Despachada	Arranque de la unidad (fecha-hora)	19/03/2025
Inicio del período de estabilización	19:00 Hs	Fin del período de estabilización	20:00 Hs
Inicio del período de prueba Potencia Máxima	20:00 Hs	Fin del período de prueba Potencia Máxima	01:00 Hs (20/03/2025)
Protocolo aplicable	EE-EN-2025-0145 Rev. A Combustible carbón	Desvíos del protocolo	SI

Instrumental

Magnitud	Descripción de equipos y punto de conexión
Potencia bruta y factor de potencia	ION 8600 – N° Serie: MT-0904A079-01
Potencia SSAA	ION 8600 – N° Serie: MT-0904A077-01
Potencia Neta	Paño J1: ION 8650 – N° Serie: MW-2303B894-02 Paño J2: ION 8650 – N° Serie: MW-2303B890-02
Temperatura agua de circulación	Transmisores • 10PAB21CT001 • 10PAB22CT002

www.estudios-electricos.com

Figura 9.26 – Actas de Ensayos Potencia Máxima (3 de 4)



ESTUDIOS ELECTRICOS 
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 prueba, obtenidos durante el desarrollo de las pruebas de potencia máxima:

Período	1	2	3	4	5
Potencia Bruta [MW]	378.5	379.2	379.1	379.4	379.1

Observaciones

Desvíos del protocolo: Colbún define un nuevo de valor de potencia máxima objetivo de 380 MW.

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

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. La regulación de frecuencia estuvo deshabilitada durante la prueba. Por otra parte, debido a las condiciones del sistema a la hora de realizar la prueba, la unidad pudo inyectar como máximo unos 105 MVar alcanzando un factor de potencia de aproximadamente 0.965.

Los servicios auxiliares quedan alimentados únicamente desde la Unidad a través del transformador de SSAA 10BBT01.

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 bruta, SSAA de la unidad y medidores de potencia neta (Paños J1 y J2) se encuentran sincronizados. Se verificó la tasa de muestreo de 1 minuto en todos los medidores. Colbún entregó la totalidad de los registros digitales de esta prueba. La entrega se compone de tres archivos de distintas fuentes: registros de variables eléctricas (Potencia bruta, potencia de SS.AA y potencia neta), sistema DCS de planta y variables meteorológicas.

Queda pendiente de entrega por parte de Colbún los resultados del análisis de combustible (carbón), cenizas volente y escoria y mediciones de gases de combustión en los CARs. De acuerdo a lo informado por Colbún, las muestras de carbón y cenizas se envían a laboratorio externo para su análisis el día 26/03 y los resultados tienen un plazo de entrega 15 días hábiles. Por otra parte, los resultados de las mediciones de gases en los CARs tienen plazo de entrega 20 días hábiles.

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

Figura 9.27 – Actas de Ensayos Potencia Máxima (4 de 4)



Esta página ha sido dejada en blanco intencionalmente.