

Empresa: Coordinador Eléctrico Nacional

País: Chile

Proyecto: Central Térmica Nehuenco I

Descripción: Informe de Pruebas de Potencia Máxima - Gas

Código de Proyecto: EE-2020-113

Código de Informe: EE-EN-2021-0144

Revisión: A



27 de enero de 2021



Este documento EE-EN-2021-0144-RA fue preparado para Coordinador Eléctrico Nacional por Estudios Eléctricos. Para consultas técnicas respecto del contenido del presente comunicarse con:

Ing. César Colignon
Coordinador Dpto. Ensayos e Ingeniería
andres.capalbo@estudios-electricos.com

Ing. Andrés Capalbo
Coordinador Dpto. Ensayos e Ingeniería
andres.capalbo@estudios-electricos.com

Ing. Pablo Rifrani
Gerente Dpto. Ensayos e Ingeniería
pablo.rifrani@estudios-electricos.com

www.estudios-electricos.com

Este documento contiene 100 páginas y ha sido guardado por última vez el 27/01/2021 por César Colignon, sus versiones y firmantes digitales se indican a continuación:

Rev	Fecha	Comentarios	Realizó	Revisó	Aprobó
A	27/Ene/2021	Informe para entregar	CiC	AC	PR
B					
C					
D					

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



Índice

1	INTRODUCCIÓN.....	6
2	RESUMEN EJECUTIVO.....	7
3	OBJETIVO GENERAL Y RESPONSABLES DE LA PRUEBA.....	8
3.1	Objetivo.....	8
3.2	Condiciones Particulares.....	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 las unidades de generación.....	11
4.3	Condiciones de referencia y curvas de corrección.....	15
4.3.1	Operación con gas natural.....	16
4.3.2	Operación con diésel.....	18
4.3.3	Curvas del generador aplicables a todas las configuraciones.....	19
4.3.4	Metodología de corrección.....	20
4.4	Instrumentación y mediciones.....	21
4.4.1	Metodología.....	22
4.4.2	Instrumentación principal.....	23
4.4.3	Mediciones complementarias.....	25
4.5	Toma de muestras del combustible.....	26
5	REALIZACIÓN DE LA PRUEBA.....	27
5.1	Chequeos preliminares.....	27
5.2	Desarrollo de las pruebas.....	27
5.2.1	Verificaciones previas.....	27
5.3	Incremento de potencia, estabilización e inicio de la prueba.....	28
5.4	Período de prueba.....	30
6	METODOLOGÍAS APLICABLES Y RESULTADOS.....	32
6.1	Reducción de datos y estabilidad.....	32



6.2	Determinación de la potencia de pérdidas totales (SSAA)	32
6.2.1	Configuración ciclo abierto	32
6.2.2	Configuraciones ciclo cerrado y ciclo cerrado + fuegos adicionales	33
6.3	Correcciones aplicables a la potencia bruta	34
6.3.1	Configuración ciclo abierto	34
6.3.2	Configuraciones ciclo cerrado y ciclo cerrado + fuegos adicionales	36
6.4	Calculo referencial de la potencia neta	38
6.4.1	Configuración ciclo abierto	38
6.4.2	Configuraciones ciclo combinado y ciclo combinado + fuegos adicionales	39
6.5	Cálculo del promedio final	40
6.6	Tablas de resumen general	42
6.7	Incertidumbre	45
7	CONCLUSIONES	47
8	NORMATIVA	48
9	ANEXOS	49
9.1	Antecedentes de generadores	49
9.1.1	Hoja de datos de generador – Unidad TG	49
9.1.2	Hoja de datos de generador – Unidad TV	52
9.2	Puntos de medición	55
9.2.1	Potencia bruta	55
9.2.2	Potencia neta	68
9.2.3	Temperatura ambiente y Humedad relativa	72
9.3	Instrumentos de medición	73
9.3.1	Potencia bruta/FP	73
9.3.2	Potencia neta	75
9.3.3	Temperatura ambiente y Humedad relativa	78
9.4	Curvas de corrección	82
9.4.1	Configuraciones CA y CC con gas y diésel	84
9.4.2	Configuración CC + FA con gas	86
9.5	Actas de ensayos	88
9.5.1	Configuración ciclo abierto con gas	88
9.5.2	Configuración ciclo cerrado con gas	91



9.5.3 Configuración ciclo cerrado + fuegos adicionales con gas	94
9.6 Análisis de combustible.....	97
9.6.1 Configuración ciclo combinado	97
9.6.2 Configuración ciclo combinado + fuegos adicionales.....	98
9.6.3 Configuración ciclo abierto	99



1 INTRODUCCIÓN

El presente documento describe las tareas, ensayos y cálculos realizados para obtener el valor de **Potencia Máxima de la unidad de la Central Térmica Nehuenco I operando en combustible gas** 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-2020-1811-RD_Procedimiento_Potencia_Maxima_CT_Nehuenco_I

Las configuraciones consideradas en el presente informe son las siguientes:

- Ciclo abierto: TG operando con gas natural
- Ciclo combinado: TG+TV operando con gas natural
- Ciclo combinado: TG+TV operando con gas natural y fuegos adicionales

La Central Térmica Nehuenco I, perteneciente a Colbún S.A., está ubicada en la comuna de Quillota en la región de Valparaíso y consta de un ciclo combinado compuesto por una turbina de gas junto a una turbina de vapor, ambas de marca SIEMENS.



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*” y la norma aplicable ASME PTC46.

Finalmente, se diseñó una alternativa que permitió realizar la determinación buscada en las mejores condiciones técnicas posibles. Para esto, el Coordinado contrató a la empresa Tecnored para la instalación de medidores externos de potencia bruta. En tanto, la potencia neta, la temperatura ambiente y la humedad relativa fueron medidas con equipamiento permanente de planta.

Las pruebas se ejecutaron entre los días 5 y 6 de enero de 2021 en presencia de Mitchell Zúñiga por parte del Coordinado (Colbún S.A.) y Andrés Capalbo como Experto Técnico (Estudios Eléctricos).

Para cada una de las configuraciones mostradas en el presente informe se verificó que, durante el período de las pruebas, la central logra controlar en forma estable su potencia en bornes desde la sincronización hasta el fin de la prueba. En total se registraron 5 Hs en condiciones de potencia máxima, luego de finalizado el período de estabilización. Durante el desarrollo de las pruebas se operó la unidad en carga base y se buscó obtener un factor de potencia lo más cercano posible a 0.95, utilizando el modo de control de tensión del AVR.

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, temperatura y humedad relativa del aire, tal como indica el Anexo Técnico.

Finalmente, se determinaron los siguientes valores de **Potencia Máxima Bruta** para la central utilizando como combustible gas natural:

- Ciclo abierto: **217.6 MW**
- Ciclo combinado: **327.7 MW**
- Ciclo combinado con fuegos adicionales: **335.4 MW**



3 OBJETIVO GENERAL Y RESPONSABLES DE LA PRUEBA

3.1 Objetivo

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

3.2 Condiciones Particulares

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

Desde planta las pruebas fueron dirigidas, con la supervisión del experto técnico, por el inspector sustituto designado por el Coordinado. Para las pruebas de la Central Térmica Nehuenco I el inspector sustituto fue **Mitchell Zúñiga**, quién se desempeña como Ingeniero de Procesos de la central.

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 de la Central Térmica Nehuenco I. El Experto Técnico designado fue el Ing. Andrés Capalbo y fue el responsable de desarrollar el protocolo de pruebas, supervisar la ejecución de todas las actividades descriptas en el mismo y redactar el presente informe.

3.4 Representante empresa generadora

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



3.5 Representante del Coordinador Eléctrico Nacional

Los Sres. Jorge Da Costa y Eduardo González se hicieron presentes de forma remota durante el desarrollo de las pruebas.

3.6 Observador de otro Coordinado

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



4 DESCRIPCIÓN DE LA UNIDAD Y CONDICIONES DE PRUEBA

4.1 Descripción general de la planta

La Central Térmica Nehuenco I pertenece a Colbún S.A., está ubicada en la comuna de Quillota en la región de Valparaíso y consta de un ciclo combinado compuesto por una turbina de gas y una turbina de vapor.

Se presenta a continuación, el plano de disposición general de la planta.

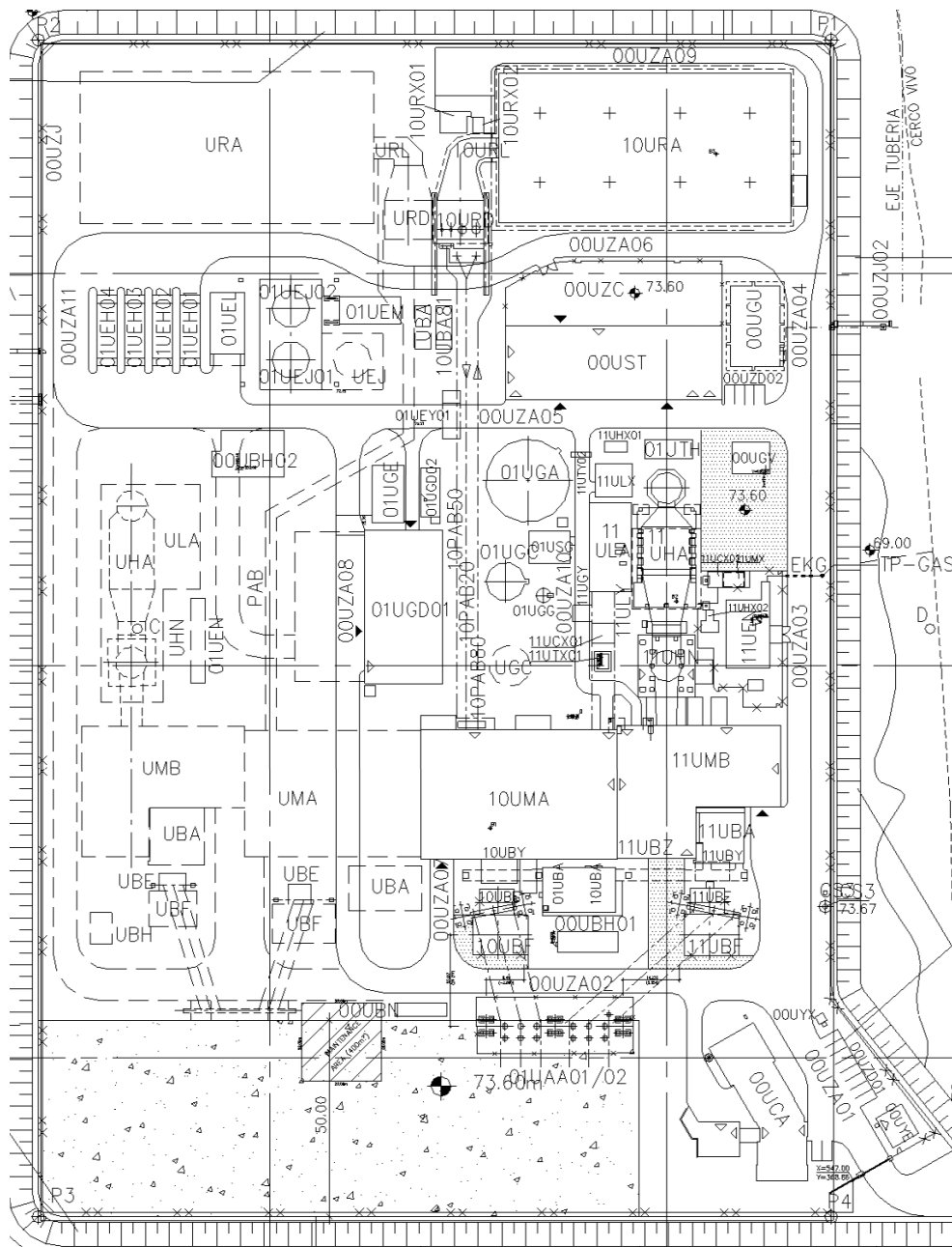


Figura 4.1 – Plano de disposición general de planta



4.2 Descripción de las unidades de generación

La unidad TG presenta una potencia bruta declarada de 220MW, en tanto para la unidad TV se declaran 115MW¹. Ambas unidades se componen de generadores y turbinas SIEMENS, cuyas placas de datos se muestran de las Figura 4.4 a Figura 4.8.

Se presenta a continuación los diagramas unilineales de las unidades TG y TV.

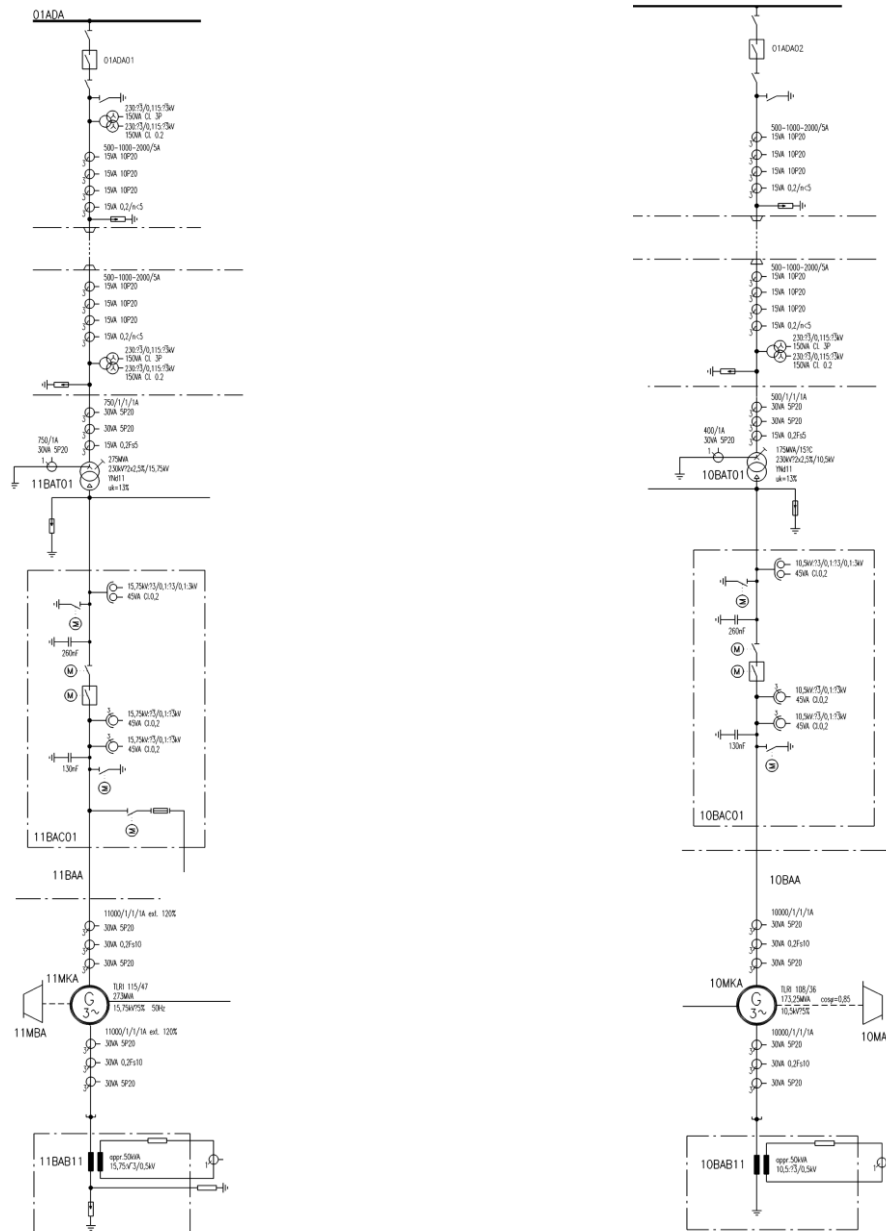


Figura 4.2 – Diagramas unilineales unidades TG y TV

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



En la siguiente figura se presenta diagrama unilineal de los servicios auxiliares de la Central Térmica Nehuenco I.

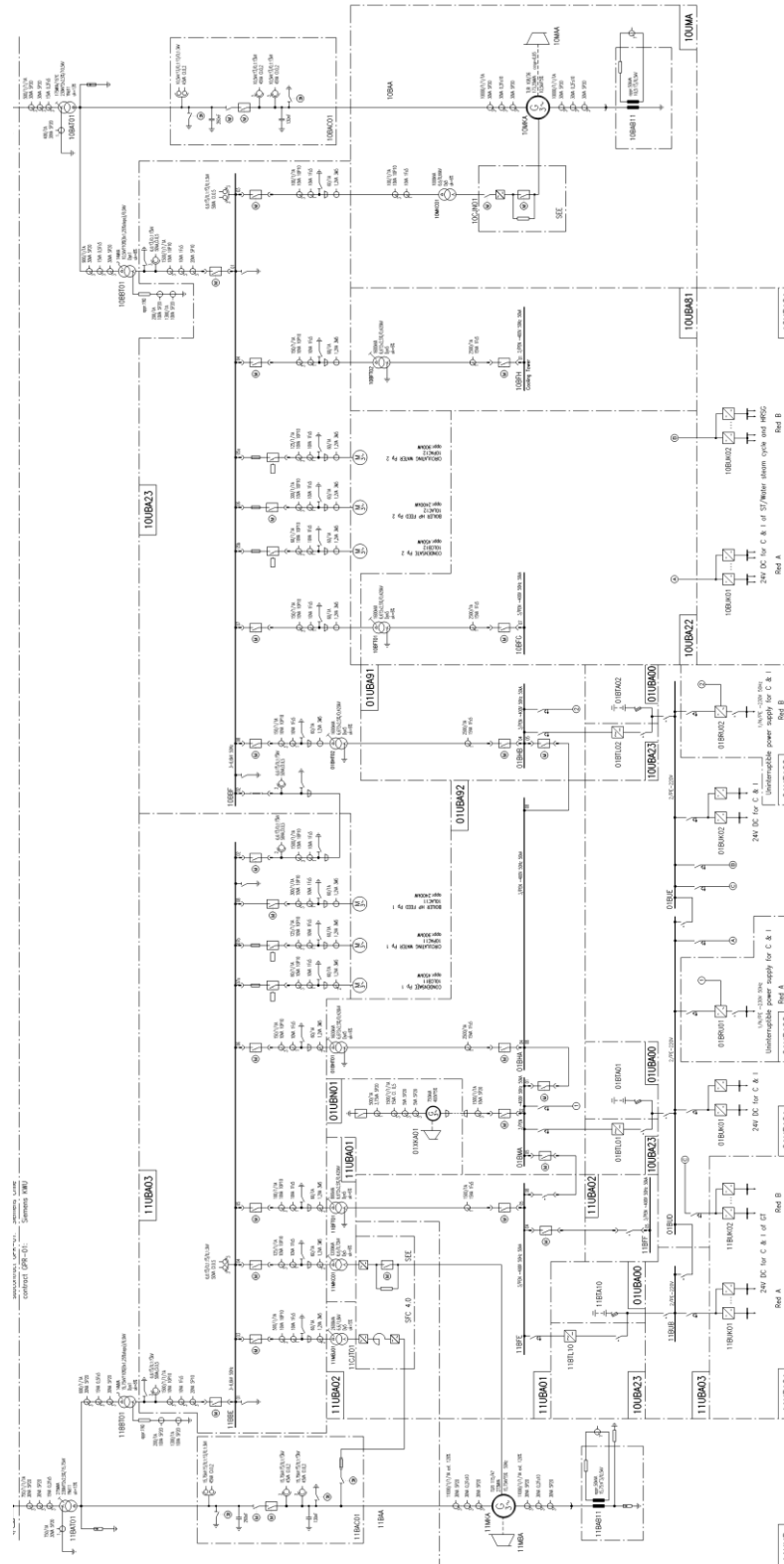


Figura 4.3 – Diagrama unilineal de servicios auxiliares



A continuación, se presentan los datos de placa de ambos generadores. En el anexo 9.1 se puede encontrar la hoja de datos completa de los generadores.

Número de fabricación del estator: 127831

SIEMENS			
Generador		M127831	1997
TLRI 115 / 47		50 s ⁻¹	Derecha
3 ~	YY	U1 V1 W1	
15 750 V ± 5 %		10 007 A	S1
273 000 kVA		cos φ = 0,85	
Excitación independiente		466 V	1003 A
Clase de aislamiento: F		IM 7325	IP54
Refrigeración de aire		Aire frío: 29 °C	
Peso des transporte estator:		234 Mg	VDE0530/IEC34
Peso des transporte rotor:		53 Mg	
Siemens AG · Bereich Energieerzeugung (KWU)			

Figura 4.4 – Datos de placa generador (Unidad TG)

Número de fabricación del estator: 127693

SIEMENS			
Generador		M127693	1997
TLRI 108 / 36		50 s ⁻¹	Derecha
3 ~	YY	U1 V1 W1	
10500 V ± 525 V		9623 A	S1
175 000 kVA		cos φ = 0,85	
Excitación independiente		418 V	950 A
Clase de aislamiento: F		IM 7215	IP54
Refrigeración de aire		Aire frío: 29 °C	
Peso des transporte estator: 170 Mg			VDE0530/IEC34
Peso des transporte rotor: 37 Mg			
Siemens AG · Bereich Energieerzeugung (KWU)			

Figura 4.5 – Datos de placa generador (Unidad TV)



En la Figura 4.6 se presenta los datos de placa de turbina de la unidad TG y en la Figura 4.7 los datos característicos para la operación con gas natural y combustible líquido. En la Figura 4.8 se presenta los de la turbina de la unidad TV.

SIEMENS			
Gas Turbine			
Serial - No.:	800335	Year of manufacture:	1996
Speed:	50 s ⁻¹	Type No.:	V94.3A
Rated capacity:	232 MW		
Air inlet conditions:	15 °C	1.013 bar	
MADE IN GERMANY			
Siemens AG Energieerzeugung KWU			

Figura 4.6 – Datos de placa de turbina (Unidad TG)

Type: V94.3A	Unit	Base load		
Fuel	--	Natural gas		Oil
Low heat value LHV	kJ/kg	46905		42504
Nominal output at generator terminals	MW	227	231	221
Nominal efficiency at generator terminals	%	37.1	36.8	36.7
Exhaust gas flow	kg/s	618	621	619
Exhaust gas temperature	°C	574	574	574
Exhaust gas enthalpy	kJ/kg	630	633	622
Fuel consumption	kg/s	13.0	13.3	14.1
Fuel temperature	°C	-----	-----	-----
Water consumption	kg/s	-----	2.7	-----
Inlet guide vanes	%	100		
Reference conditions:				
– Speed	rpm	3000		
– Ambient temperature	°C	15		
– Barometric pressure	mbar	1003.7		
– Relative humidity	%	60		
– Pressure loss at compressor inlet	mbar	10		
– Pressure loss at turbine outlet	mbar	10		
– Nominal power factor	--	0.85		
– Nominal excitation power losses ca.	MW	0.4		

Figura 4.7 – Datos característicos de turbina (Unidad TG) – Operación gas y diésel



SIEMENS			
Turbina de vapor			
No. de pedido:	117885	Año de construcción:	1997
Presión del vapor:	123,1 bar	Temperatura del vapor:	547,4 °C
Velocidad de rotación:	50 s ⁻¹	Potencia:	148 MW
Presión a la salida del vapor: 0,0406 bar			
Siemens AG · Bereich Energieerzeugung (KWU)			

Figura 4.8 – Datos de placa de turbina (Unidad TV)

4.3 Condiciones de referencia y curvas de corrección

A partir de los resultados de las pruebas de Performance Test presentados en el documento “Performance test. Nehuenco I-Nov 2000.pdf”, se consideran los siguientes valores de potencia máxima esperables para las configuraciones Ciclo Abierto, Ciclo Combinado (con y sin fuegos adicionales) operando con Gas Natural.

Configuración	Combustible	Potencia [kW]
Ciclo Abierto (TG)	Gas Natural	232.000
Ciclo Combinado (TG+TV) Sin fuegos adicionales	Gas Natural	351.222
Ciclo Combinado (TG+TV+FA) Con fuegos adicionales	Gas Natural	372.059
Ciclo Abierto (TG)	Diésel	221.000
Ciclo Combinado (TG+TV) Sin fuegos adicionales	Diésel	-

Tabla 4.1 – Valores base de potencia máxima esperables

En la Tabla 4.2 se muestran las condiciones nominales asociadas a las curvas de corrección mostradas en el documento “Performance test. Nehuenco I-Nov 2000.pdf”. 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 ambiente	15 °C
Humedad relativa del aire	60.0%
Factor de potencia	0.85 (lagging)

Tabla 4.2 – Condiciones nominales para operación con gas



4.3.1 Operación con gas natural

En comunicación con el Coordinador, se ha acordado el uso de las curvas de corrección consideradas en el proceso de auditoría de consumo específico ya realizado para la operación de la central con gas natural. Dichas pruebas se describen en el documento “IFE-CRDEN-20190320-COLBUN-NH-I-CEN-R0.pdf” y fueron realizadas en las siguientes configuraciones:

- Ciclo abierto: TG operando con gas natural
- Ciclo combinado: TG+TV operando con gas natural
- Ciclo combinado: TG+TV operando con gas natural y fuegos adicionales

Cabe mencionar que, tal como se describe en el documento “IFE-CRDEN-20190320-COLBUN-NH-I-CEN-R0.pdf”, se ha utilizado el mismo conjunto de curvas para las configuraciones de ciclo abierto y ciclo combinado (Figura 4.9 y Figura 4.10). En tanto, las curvas presentadas en la Figura 4.11 y Figura 4.12 son consideradas para la corrección del ciclo combinado con fuegos adicionales.

A continuación, se presentan las curvas utilizadas para la corrección de potencia en las configuraciones de ciclo abierto y ciclo cerrado sin considerar los fuegos adicionales.

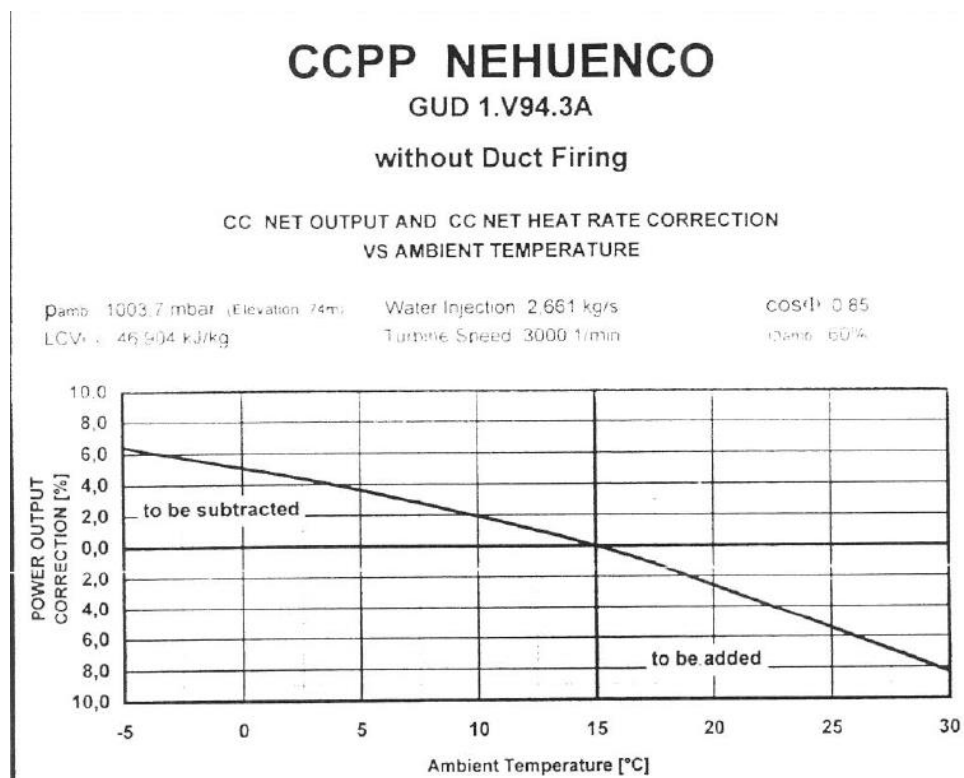


Figura 4.9 – Curva de corrección por temperatura ambiente para operación con gas – Configuraciones CA y CC

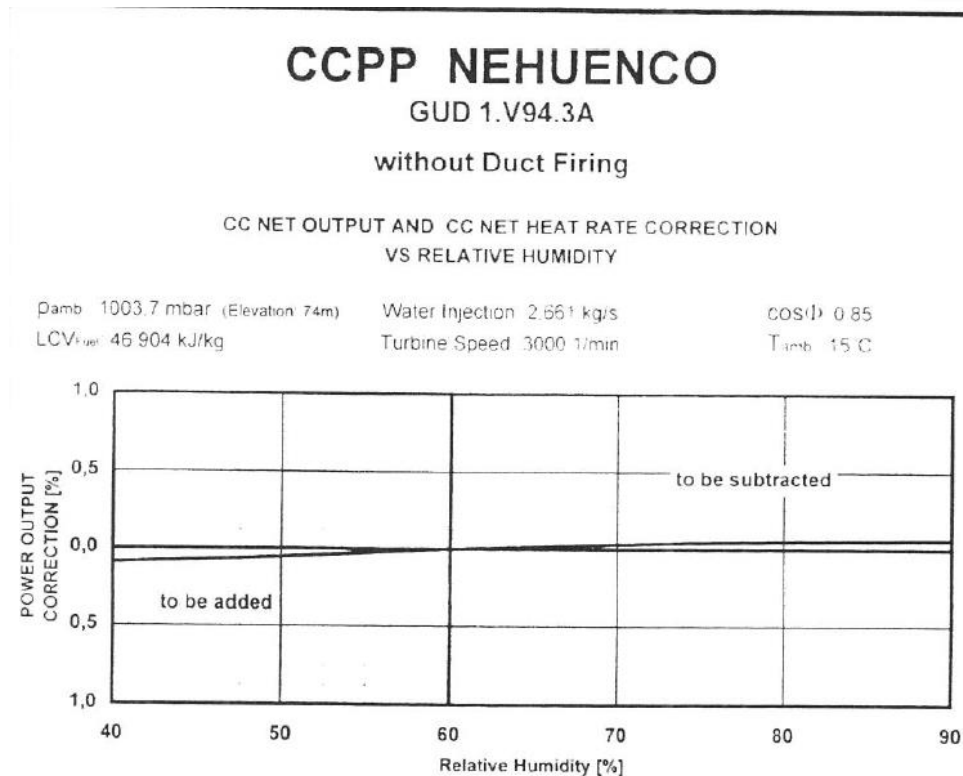


Figura 4.10 – Curva de corrección por humedad relativa para operación con gas - Configuraciones CA y CC

Para la configuración de ciclo cerrado con fuegos adicionales, se deben considerar las curvas mostradas a continuación.

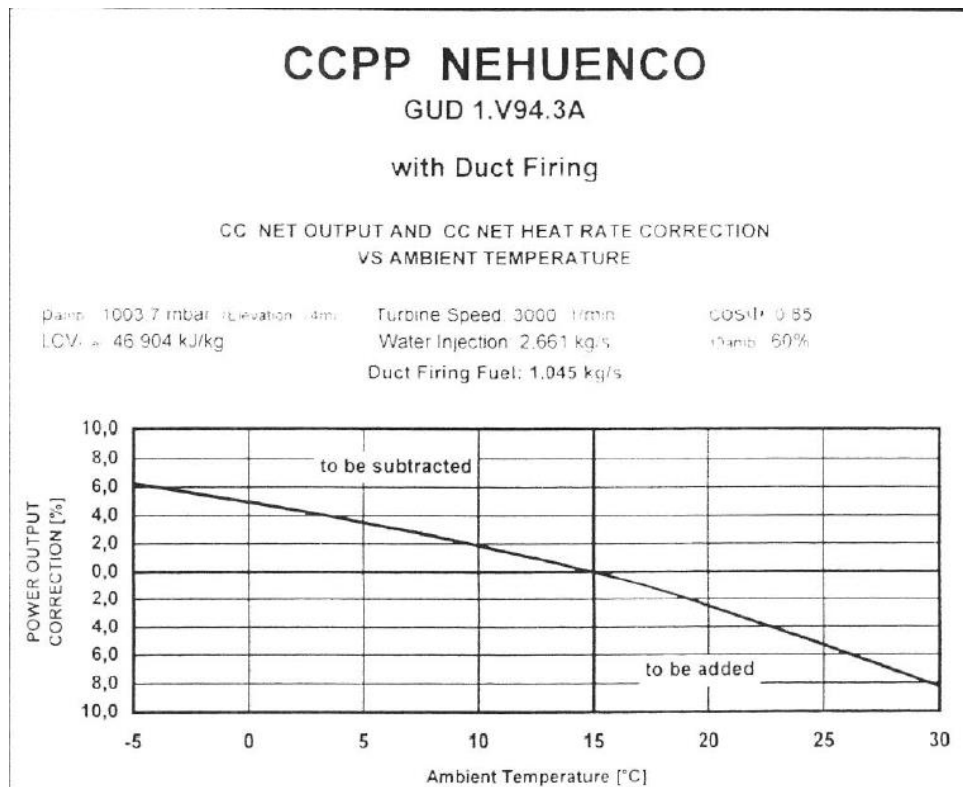


Figura 4.11 – Curva de corrección por temperatura ambiente para operación con gas – Configuración CC+FA

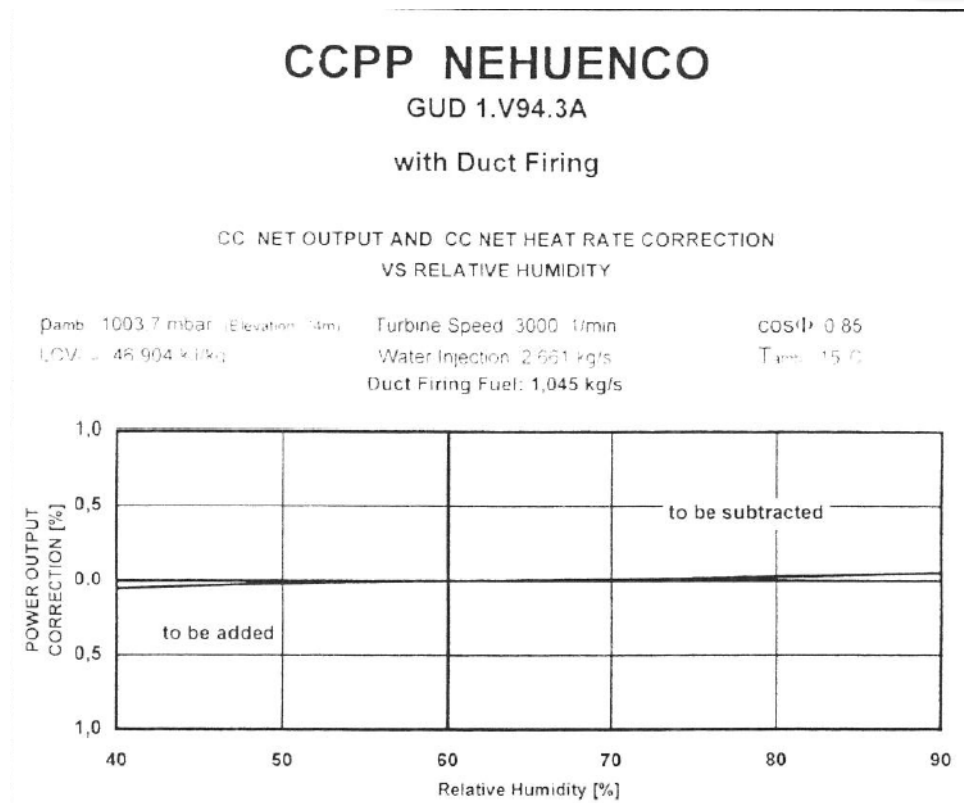


Figura 4.12 – Curva de corrección por humedad relativa para operación con gas – Configuración CC+FA

4.3.2 Operación con diésel

Según ha confirmado el Coordinado, no se dispone de curvas de corrección para la operación con combustible líquido.

Frente a esto, y en concordancia a las pruebas de potencia máxima a realizarse utilizando combustible líquido, se considerará el mismo conjunto de curvas presentadas en la sección 4.3.2 para la operación con gas.



4.3.3 Curvas del generador aplicables a todas las configuraciones

Las curvas siguientes permiten calcular las pérdidas en el generador y serán utilizadas para la corrección por factor de potencia (de corresponder). Las mismas son válidas para todas las configuraciones del presente procedimiento (ciclo cerrado/abierto-gas/Diésel)

Job name	Nehuenco GTG	$S_N = 273,0$	MVA	P.F. = 0,85
Job No.	12-7831	$U_N = 15,75$	kV	$f_N = 50$ Hz
Generator type	TLRI 115/47	$I_N = 10,007$	kA	$n_N = 50$ s ⁻¹

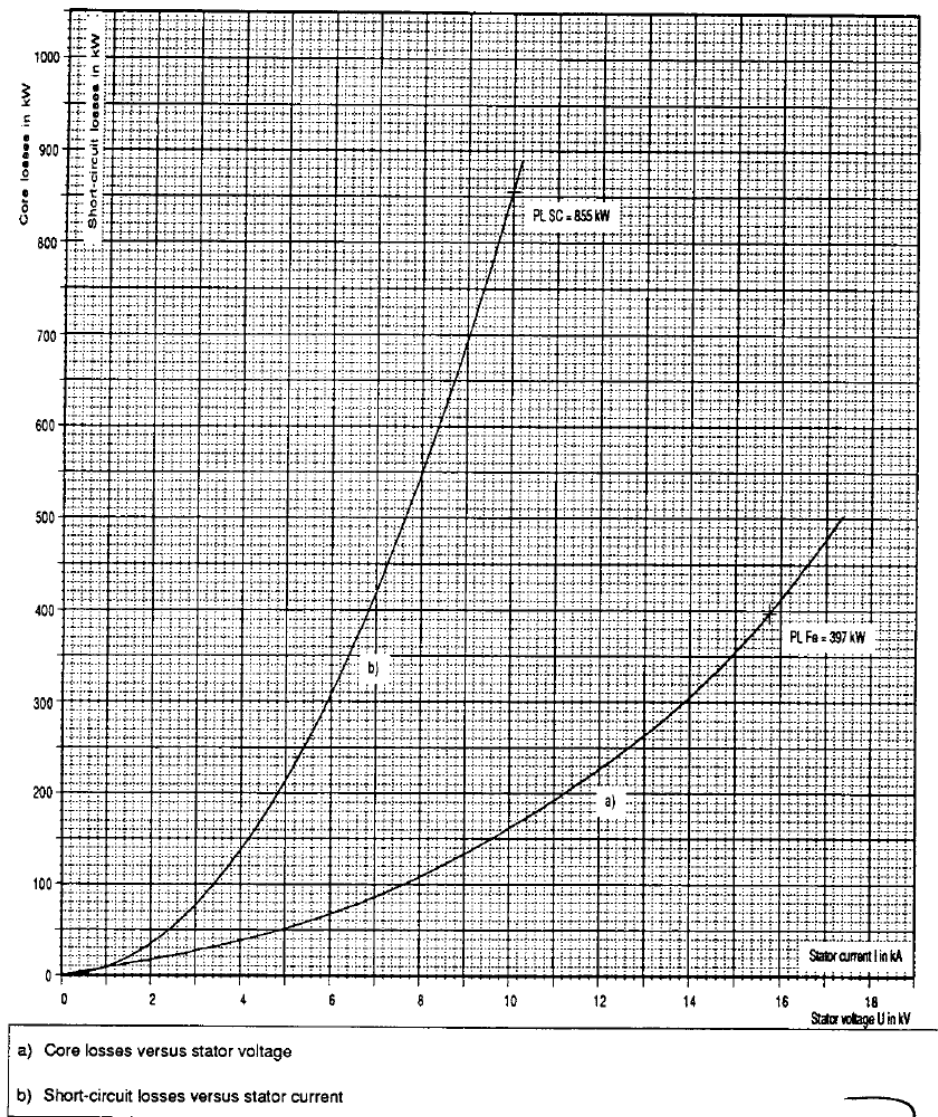


Figura 4.13 – Curva de pérdidas en el núcleo y de cortocircuito (Unidad TG)



Job name	Nehuenco STG	$S_N = 175,0$	MVA	P.F. = 0,85
Job No.	12-7693	$U_N = 10,50$	kV	$f_N = 50$ Hz
Generator type	TLRI 108/36	$I_N = 9,623$	kA	$n_N = 50$ s ⁻¹

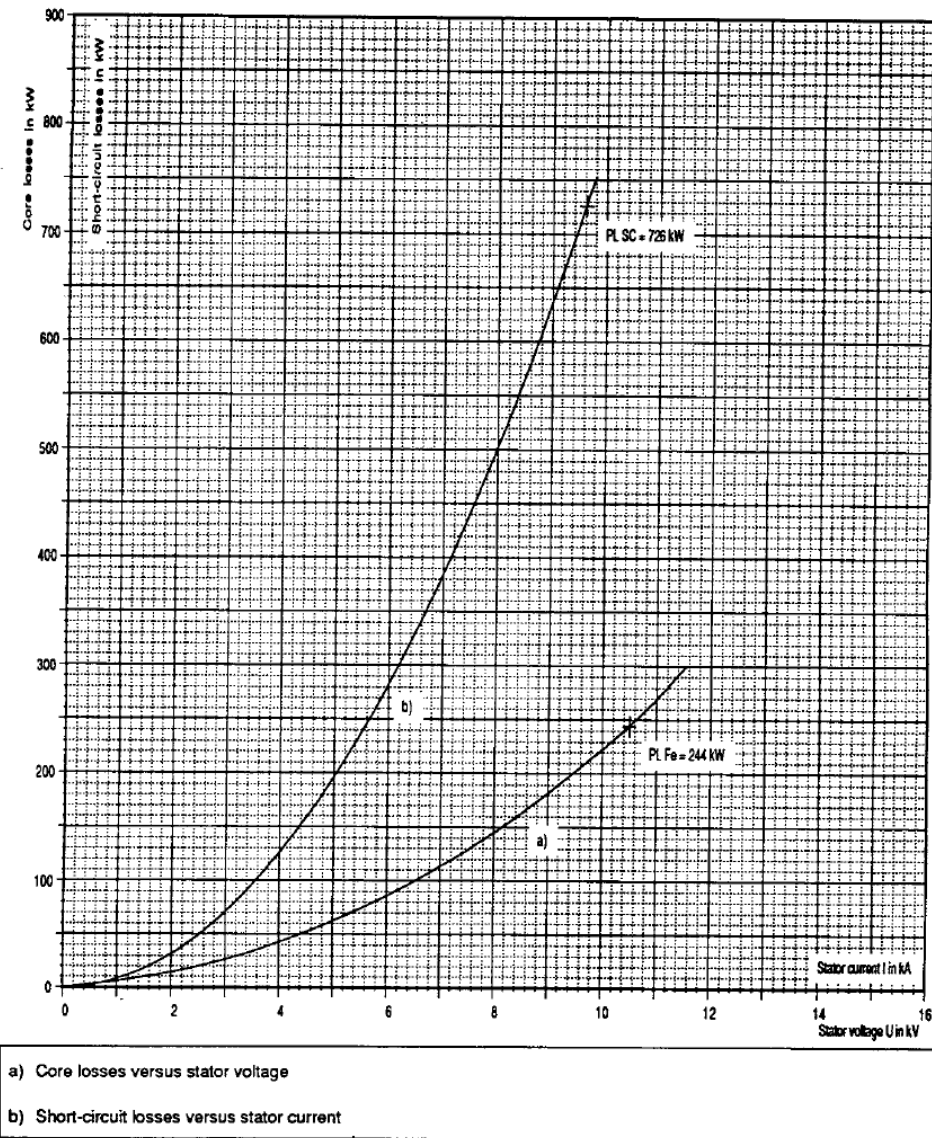


Figura 4.14 – Curva de pérdidas en el núcleo y de cortocircuito (Unidad TV)

4.3.4 Metodología de corrección

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 y factor de potencia deberán realizarse con instrumentos clase 0.2, mientras que la norma ASME PTC 46 establece que la clase de los transformadores de instrumentación debe ser 0.3 o mejor.

En la Figura 4.15 se presenta un diagrama unilineal simplificado de planta donde se distinguen los elementos de interés.

Considerando este diagrama junto con el levantamiento de información realizado, los requerimientos del Anexo Técnico y la norma ASME PTC 46 se describe la metodología propuesta.

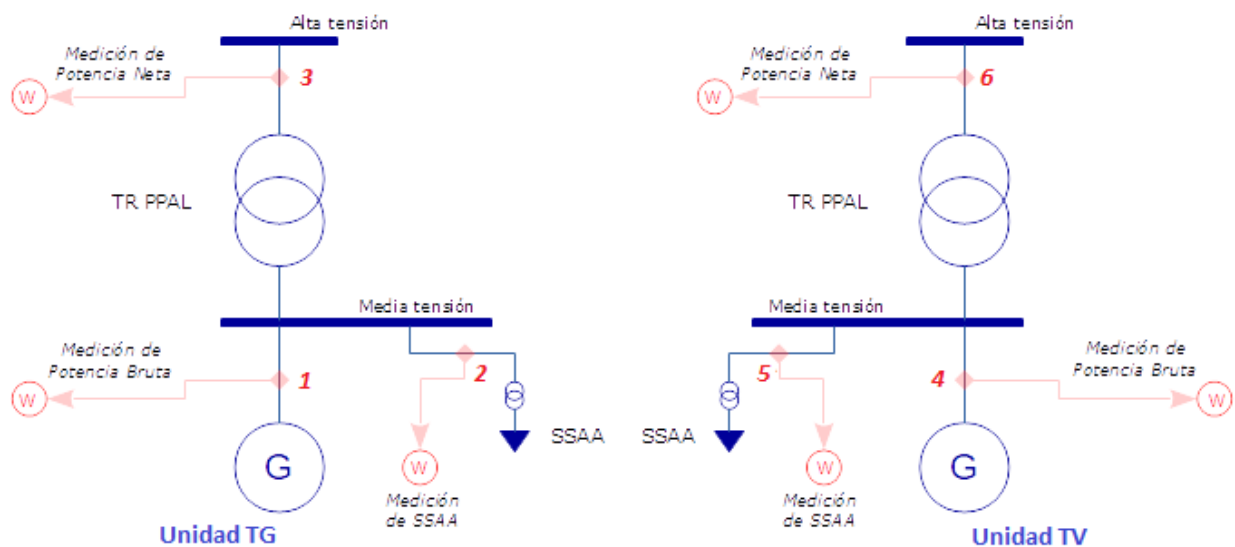


Figura 4.15 – Unilineal de planta esquemático



4.4.1 Metodología

Se realizó la medición de potencia bruta y factor de potencia en bornes del generador tal como se solicita en el Anexo Técnico. La potencia de los servicios auxiliares se calculó indirectamente a partir de la medición de la potencia neta.

Los transformadores de instrumentación (PTs, CTs) son clase 0.3 o mejor, tanto para la medición de potencia bruta como para la de potencia neta (puntos “1” y “3” para unidad TG, puntos “4” y “6” para unidad TV en la Figura 4.15).

Para la medición de potencia neta de cada unidad se utilizó el medidor de facturación respectivo, el cual cumple con los requerimientos establecidos en el anexo técnico.

El Coordinado no cuenta dentro de su instalación permanente con instrumentos de medición de clase 0.2 para la medición de potencia bruta de ambas unidades. Para subsanar este punto el Coordinado ha contratado el servicio de medición, el cual cumple con las exigencias de precisión requeridas y ha enviado los antecedentes necesarios (especificaciones técnicas y certificados de calibración).

Para la medición de la temperatura y humedad relativa se utilizó el equipamiento permanente de la instalación, el cual cumple con las exigencias requeridas y ha enviado el certificado de calibración vigente.

Según se informa en la norma PTC 46, la máxima incertidumbre de medición permitida para la variable de temperatura es de 1°F (0.6°C), en tanto, para la humedad relativa del aire es del 2%.

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



4.4.2 Instrumentación principal

Se instrumentará tal como 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 (TG)	ION 8650 Serie: PT-1012A395-01	A, 0.2, 1 min (o superior)	Tencored S.A Figura 9.29	Conectado a PTs CTs clase 0.2 en punto 1 del unilineal de la Figura 4.15. Borneras y puntos de conexión a confirmar. Ver trifilar anexo 9.2	Digital
2	Factor de potencia (TG)	ION 8650 Serie: PT-1012A395-01	A, 0.2, 1 min (o superior)	Tencored S.A Figura 9.29	Conectado a PTs CTs clase 0.2 en punto 1 del unilineal de la Figura 4.15. Borneras y puntos de conexión a confirmar. Ver trifilar anexo 9.2	Digital
3	Potencia activa neta (TG)	ION 7650 Serie: PJ-0911A504-02	A, 0.2, 1 min (o superior)	Colbún S.A Figura 9.31	Conectado a PTs CTs clase 0.2 en punto 3 del unilineal de la Figura 4.15. Borneras y puntos de conexión a confirmar. Ver trifilar anexo 9.2.	Digital
4	Temperatura ambiente	VAISALA PTU303 Serie: R4230157	0.2°C	Colbún S.A Figura 9.33 Figura 9.34 Figura 9.35	Estación meteorológica de instalación permanente.	Digital
5	Humedad relativa	VAISALA PTU303 Serie: R4230157	1%	Colbún S.A Figura 9.33 Figura 9.34 Figura 9.35	Estación meteorológica de instalación permanente.	Digital
6	Potencia activa bruta (TV)	ION 8650 Serie: PT-1106B209-11	A, 0.2, 1 min (o superior)	Tencored S.A Figura 9.30	Conectado a PTs CTs clase 0.2 en punto 4 del unilineal de la Figura 4.15. Borneras y puntos de conexión a confirmar. Ver trifilar anexo 9.2	Digital
7	Factor de potencia (TV)	ION 8650 Serie: PT-1106B209-11	A, 0.2, 1 min (o superior)	Tencored S.A Figura 9.30	Conectado a PTs CTs clase 0.2 en punto 4 del unilineal de la Figura 4.15. Borneras y puntos de conexión a confirmar. Ver trifilar anexo 9.2	Digital
8	Potencia activa neta (TV)	ION 7650 Serie: PJ-0911A481-02	A, 0.2, 1 min (o superior)	Colbún S.A Figura 9.32	Conectado a PTs CTs clase 0.2 en punto 6 del unilineal de la Figura 4.15. Borneras y puntos de conexión a confirmar. Ver trifilar anexo 9.2.	Digital

Tabla 4.3 – Instrumentación principal



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

Los puntos físicos de conexión están identificados en los trifilares del anexo 9.2 y se corresponden con los indicados en la Figura 4.15.

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

Asimismo, el Coordinado será responsable de entregar los registros digitales correspondientes a las variables de temperatura aire entrada y humedad relativa durante y luego de la ejecución de las pruebas. Deberá estar presente personal idóneo para estas tareas durante todo el transcurso de las pruebas.



4.4.3 Mediciones complementarias

Se utilizará el sistema de registro de planta para tomar las siguientes variables durante el período de pruebas:

- **Unidad TG:**

1. Potencia activa y reactiva en bornes de la unidad
2. Factor de potencia en bornes de la unidad.
3. Velocidad del rotor.
4. Tensión.
5. Frecuencia.
6. Consumos propios.
7. Temperatura de gases de escape.
8. Temperatura del combustible.
9. Temperatura de aire de ingreso al compresor.
10. Presión de descarga del compresor.
11. Presión de ingreso del fluido de trabajo.
12. Potencia neta
13. Potencia de SSAA
14. Presión barométrica
15. Temperatura ambiente
16. Humedad relativa
17. Caudal de combustible

- **Unidad TV:**

1. Potencia activa y reactiva en bornes de la unidad
2. Factor de potencia en bornes de la unidad.
3. Velocidad del rotor.
4. Tensión.
5. Frecuencia.
6. Consumos propios.
7. Presión de vapor principal.
8. Temperatura de vapor principal.
9. Caudal de vapor principal.
10. Temperatura y presión del vapor sobrecalentado.
11. Presión de extracciones de vapor de turbina.
12. Presión del vapor de entrada de condensador.



13. Temperatura del agua de enfriamiento que ingresa al condensador.
14. Temperatura del agua de enfriamiento a la salida del condensador.
15. Temperatura y presión del vapor recalentado caliente.
16. Flujo del agua de refrigeración.
17. Presión en el condensador.
18. Caudal de condensado.
19. Caudal de agua de alimentación.
20. Temperatura de condensado.
21. Temperatura de agua de alimentación.
22. Temperatura de los gases de escape a la entrada de la caldera de recuperación.
23. Potencia neta.
24. Potencia de SSAA
25. Presión barométrica
26. Temperatura ambiente
27. Humedad relativa

Finalizadas las pruebas se requerirá al Coordinado la entrega del registro digital de datos correspondiente.

4.5 Toma de muestras del combustible

A solicitud del Coordinador, el Coordinado fue el responsable del muestreo y análisis del combustible.

Los resultados entregados se incluyen en el anexo 9.6.



5 REALIZACIÓN DE LA PRUEBA

Como se indicó, debido al contexto sanitario de pandemia COVID-19, el experto técnico no se presentó en las instalaciones del coordinado y, por lo tanto, guio y supervisó 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

Lo indicado en el presente apartado aplica por igual a las pruebas a desarrollar en las tres configuraciones mostradas en este informe.

5.2.1 Verificaciones previas

1. El experto técnico, inspector sustituto, operador de planta y representantes del Coordinador estaba listos para dar comienzo a la prueba.
2. Se verificó que se cumplan las condiciones de prueba establecidas:
 - a. Todas las protecciones deben estar operativas y sin falla.
 - b. No deben existir alarmas relevantes.
 - c. La unidad disponible para operar a máxima potencia.



- d. El control de frecuencia (CPF) fue insensibilizado aumentando el valor de banda muerta según indicaciones de SIEMENS.
- e. Se operó en el modo de control de tensión, ajustando el valor de tensión con tal de obtener un factor de potencia lo más cercano posible a 0.95.

5.3 Incremento de potencia, estabilización e inicio de la prueba

El orden de las configuraciones ensayadas en la Central Térmica Nehuenco I, considerando la operación con gas, fue el siguiente:

1. Ciclo combinado.
2. Ciclo combinado + fuegos adicionales.
3. Ciclo abierto.

Previo al inicio de las pruebas ambas unidades estaban detenidas. El operador dio orden de partida, sincronizó la unidad TG e incrementó la carga paulatinamente. Luego, dio orden de partida a la unidad TV y se incrementó la carga del ciclo hasta el valor correspondiente a Carga Base.

En dicho punto se verificaron las condiciones de prueba establecidas en el apartado 4.1 del procedimiento, las cuales son: lazo de control activo correspondiente a limitación por temperatura, se insensibilizó el Control Primario de Frecuencia, se ajustó el factor de potencia a 0.95 operando ambas unidades en modo de control de tensión.

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



La Tabla 5.1 resume los períodos resultantes para la configuración **ciclo combinado**.

Arranque de la unidad	5/ene/2021 11:50 Hs (TG) 16:11 Hs (TV)
Inicio del período de estabilización	16:53 Hs
Fin del período de estabilización	18:45 Hs
Inicio del período de prueba	19:00 Hs
Fin del período de prueba	00:00 Hs

Tabla 5.1 – Etapas de la prueba para la configuración ciclo combinado

La Tabla 5.2 resume los períodos resultantes para la configuración **ciclo combinado + fuegos adicionales**.

Arranque de la unidad	6/ene/2021 N/A
Inicio del período de estabilización	00:43 Hs
Fin del período de estabilización	01:00 Hs
Inicio del período de prueba	01:00 Hs
Fin del período de prueba	06:00 Hs

Tabla 5.2 – Etapas de la prueba para la configuración ciclo combinado + fuegos adicionales

La Tabla 5.3 resume los períodos resultantes para la configuración **ciclo abierto**.

Arranque de la unidad	6/ene/2021 N/A
Inicio del período de estabilización	08:10 Hs
Fin del período de estabilización	08:30 Hs
Inicio del período de prueba	08:30 Hs
Fin del período de prueba	13:30 Hs

Tabla 5.3 – Etapas de la prueba para la configuración ciclo abierto

La operación durante las tres pruebas descritas fue utilizando gas natural.



5.4 Período de prueba

Finalmente, la prueba de cada configuración se extendió por un período total de 5 horas, dividido 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 46:

Parámetros	Desviación estándar durante el periodo
Potencia eléctrica de salida	0.65%
Factor de potencia	0.65%
Torque	0.65%
Presión barométrica	0.16%
Temperatura de aire de entrada	1.3 °F (0.7 °C)
Flujo de combustible	0.65%
Velocidad de rotación de la Turbina	0.33%

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 configuración **ciclo combinado**.

Períodos												
Test Run n°	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Hora		19:00	19:30	20:00	20:30	21:00	21:30	22:00	22:30	23:00	23:30	
Verificación de condiciones de estabilidad												
P _{Neta}	Potencia Neta medido en Alta	0,65%	0,31%	0,23%	0,17%	0,16%	0,23%	0,19%	0,14%	0,15%	0,20%	0,26%
P _{BRUTA}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	0,65%	0,23%	0,22%	0,20%	0,17%	0,14%	0,12%	0,12%	0,11%	0,16%	0,17%
P _{atm}	Presión Atmosférica	0,16%	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%	0,02%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
T _{AA}	Temperatura aire aspiración	0,7°C	0,2°C	0,2°C	0,3°C	0,2°C	0,1°C	0,1°C	0,1°C	0,1°C	0,2°C	0,2°C
Frec	Velocidad de Rotación	0,33%	0,10%	0,08%	0,06%	0,06%	0,12%	0,06%	0,05%	0,06%	0,08%	0,06%
Fuel Flow	Caudal de combustible	0,65%	0,26%	0,25%	0,15%	0,21%	0,22%	0,20%	0,22%	0,29%	0,21%	0,26%
Estabilidad	¿Se cumplen los criterios para todas las variables?	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI

Tabla 5.5 – Verificación de estabilidad para la configuración ciclo combinado



La Tabla 5.6 muestra el resumen de las verificaciones de estabilidad realizadas para la configuración **ciclo combinado + fuegos adicionales**.

Períodos												
Test Run n°		ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hora			01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00
Verificación de condiciones de estabilidad												
P _{Neta}	Potencia Neta medido en Alta	0,65%	0,16%	0,21%	0,16%	0,18%	0,17%	0,16%	0,20%	0,17%	0,20%	0,22%
P _{BRUTA}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	0,65%	0,11%	0,13%	0,13%	0,15%	0,14%	0,14%	0,16%	0,14%	0,13%	0,19%
P _{atm}	Presión Atmosférica	0,16%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	0,00%
T _{AA}	Temperatura aire aspiración	0,7°C	0,1°C	0,1°C	0,1°C	0,2°C	0,1°C	0,1°C	0,2°C	0,1°C	0,2°C	0,1°C
Frec	Velocidad de Rotación	0,33%	0,07%	0,05%	0,08%	0,06%	0,06%	0,06%	0,06%	0,07%	0,07%	0,06%
Fuel Flow	Caudal de combustible	0,65%	0,20%	0,27%	0,27%	0,24%	0,22%	0,25%	0,20%	0,23%	0,28%	0,22%
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 configuración ciclo combinado + fuegos adicionales

La Tabla 5.7 muestra el resumen de las verificaciones de estabilidad realizadas para la configuración **ciclo abierto**.

Períodos												
Test Run n°		ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hora			08:30	09:00	09:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00
Verificación de condiciones de estabilidad												
P _{Neta}	Potencia Neta medido en Alta	0,65%	0,22%	0,24%	0,21%	0,21%	0,38%	0,37%	0,29%	0,46%	0,21%	0,23%
P _{BRUTA}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	0,65%	0,26%	0,22%	0,22%	0,31%	0,37%	0,42%	0,31%	0,36%	0,28%	0,23%
P _{atm}	Presión Atmosférica	0,16%	0,01%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	0,01%	0,01%	0,00%	0,01%
T _{AA}	Temperatura aire aspiración	0,7°C	0,2°C	0,2°C	0,2°C	0,4°C	0,5°C	0,5°C	0,4°C	0,5°C	0,3°C	0,2°C
Frec	Velocidad de Rotación	0,33%	0,10%	0,08%	0,08%	0,09%	0,07%	0,08%	0,09%	0,12%	0,08%	0,07%
Fuel Flow	Caudal de combustible	0,65%	0,26%	0,20%	0,22%	0,25%	0,34%	0,35%	0,30%	0,27%	0,31%	0,31%
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 configuración ciclo abierto

Según se puede extraer de las tablas presentadas, todos los test run registrados verifican las condiciones de estabilidad y, por lo tanto, todos serán utilizados para el cálculo final de los resultados asociados a cada configuración.

Finalizada cada una de las pruebas se elaboró un acta, las cuales pueden ser consultadas en el anexo 9.5.



6 METODOLOGÍAS APLICABLES 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 el apartado 5.4, determinando los test run aptos para ser considerados en el cálculo final del valor de potencia bruta.

6.2 Determinación de la potencia de pérdidas totales (SSAA)

6.2.1 Configuración ciclo abierto

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

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

Donde:

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

La Tabla 6.1 detalla los cálculos realizados para la unidad TG, considerando la operación de la central en configuración de ciclo abierto.

Períodos				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run n°	ref												
Hora				08:30	09:00	09:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00
Variables Primarias													
FP	Factor de potencia en bornes de máquina	-		0,952	0,949	0,946	0,944	0,947	0,940	0,950	0,963	0,961	0,961
P_{BRUTA}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	[MW]		216,47	216,50	216,27	215,59	214,52	212,39	210,71	209,60	208,19	207,85
P_{Neta}	Potencia Neta medido en Alta	[MW]		213,06	213,35	213,10	212,78	212,11	210,03	208,39	207,15	205,92	205,67
$T_{ambiente}$	Temperatura Ambiente	[°C]		15,03	15,32	15,46	16,45	18,00	21,04	22,22	22,41	23,51	23,89
RH	Humedad relativa	[%]		77,69	76,58	76,34	71,89	64,89	54,08	49,85	49,95	47,29	46,05
Determinación pérdidas totales													
$L_{TOTALES}$	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos (SSAA)	[MW]		3,41	3,15	3,17	2,81	2,41	2,36	2,32	2,44	2,27	2,18

Tabla 6.1 – Cálculos de potencia de pérdidas para la configuración ciclo abierto



6.2.2 Configuraciones ciclo cerrado y ciclo cerrado + fuegos adicionales

Para las configuraciones donde ambas unidades se encuentran en servicio, la metodología de cálculo de pérdidas totales aplicada es igual a la presentada en 6.2.1, pero debe aplicarse por separado a ambas unidades, según la siguiente expresión:

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

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

Dónde:

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

Las Tabla 6.2 y Tabla 6.3 detallan los cálculos realizados para la central en sus configuraciones de ciclo combinado y ciclo combinado + fuegos adicionales respectivamente.

Cabe mencionar que los valores de potencia mostrados corresponden al total del ciclo combinado, es decir, a la suma de las potencias de la unidad TG y la unidad TV. Esta aclaración es válida para todas las tablas que presentan cálculos asociados a las configuraciones de ciclo combinado y ciclo combinado + fuegos adicionales.

Períodos												
Test Run n°	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Hora		19:00	19:30	20:00	20:30	21:00	21:30	22:00	22:30	23:00	23:30	
Variables Primarias												
FP	Factor de potencia en bornes de máquina	-	0,961	0,959	0,957	0,954	0,950	0,951	0,953	0,954	0,954	0,955
P_{BRUTA}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	[MW]	320,76	321,81	323,30	324,53	325,53	325,86	326,40	326,54	326,96	327,21
P_{Neta}	Potencia Neta medido en Alta	[MW]	312,35	313,66	315,12	316,36	317,05	317,64	318,15	318,19	318,60	319,13
$T_{ambiente}$	Temperatura Ambiente	[°C]	19,25	18,65	18,08	17,20	16,38	16,08	15,84	15,70	15,89	15,77
RH	Humedad relativa	[%]	60,14	62,66	65,57	69,40	73,13	74,48	75,79	76,39	75,10	74,56
Determinación pérdidas totales												
$L_{TOTALES}$	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos (SSAA)	[MW]	8,41	8,15	8,19	8,18	8,48	8,23	8,25	8,35	8,36	8,08

Tabla 6.2 – Cálculo de potencia de pérdidas para la configuración ciclo combinado



Períodos				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run n°	ref			01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00
Variables Primarias													
FP	Factor de potencia en bornes de máquina	-		0,962	0,961	0,966	0,953	0,953	0,952	0,951	0,951	0,953	0,951
P _{BRUTA}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	[MW]		335,28	335,66	335,60	336,27	336,14	336,40	336,25	336,28	336,22	336,31
P _{Neta}	Potencia Neta medido en Alta	[MW]		326,84	327,29	327,20	327,83	327,65	327,92	327,78	328,06	327,88	327,93
T _{ambiente}	Temperatura Ambiente	[°C]		15,05	15,19	14,81	13,99	14,26	14,58	13,98	14,21	13,96	14,82
RH	Humedad relativa	[%]		77,54	75,99	77,77	79,27	79,09	76,40	79,15	78,59	79,08	75,47
Determinación pérdidas totales													
L _{TOTALES}	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos (SSAA)	[MW]		8,44	8,37	8,40	8,44	8,50	8,48	8,47	8,22	8,34	8,37

Tabla 6.3 – Cálculo de potencia de pérdidas para la configuración ciclo combinado + fuegos adicionales

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 temperatura de aire de aspiración.
2. Corrección por factor de potencia.
3. Corrección por humedad relativa.

Los factores de corrección de cada una de las magnitudes antes mencionadas, y para cada período, se obtuvieron de las curvas indicadas en el apartado 4.3 (anexo 9.4).

6.3.1 Configuración ciclo abierto

La Potencia Bruta Corregida de la unidad TG a ciclo abierto se calculará según la siguiente ecuación:

$$P_{Bruta,Corr,TG} = (P_{Bruta,TG} - L_{FP,TG}) \times \frac{F_{Temp_rated,TG}}{F_{Temp_meas,TG}} \times \frac{F_{RH_rated,TG}}{F_{RH_meas,TG}}$$

Dónde:

- P_{Bruta,Corr,TG}: Potencia Bruta Corregida (Unidad TG)
- P_{Bruta,TG}: Potencia Bruta Medida (Unidad TG)
- L_{FP,TG}: 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. El factor de potencia que se utilizará como referencia es el indicado por el medidor #2 de la Tabla 4.3 (Unidad TG)

- $F_{Temp_rated,TG}$: Factor de corrección de la potencia activa por temperatura del aire obtenido de las curvas del capítulo 4.3 (Unidad TG) referido al valor nominal
- $F_{Temp_meas,TG}$: Factor de corrección de la potencia activa por temperatura del aire obtenido de las curvas del capítulo 4.3 (Unidad TG) referido al valor medido
- $F_{RH_rated,TG}$: Factor de corrección de la potencia activa por Humedad Relativa obtenido de las curvas del capítulo 4.3 (Unidad TG) referido al valor nominal
- $F_{RH_meas,TG}$: Factor de corrección de la potencia activa por Humedad Relativa obtenido de las curvas del capítulo 4.3 (Unidad TG) referido al valor medido

La Tabla 6.4 detalla las correcciones realizadas para la unidad TG, considerando la operación de la central en configuración de ciclo abierto.

Períodos			ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run n°													
Hora				08:30	09:00	09:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00
Variables Primarias													
FP	Factor de potencia en bornes de máquina	-		0,952	0,949	0,946	0,944	0,947	0,940	0,950	0,963	0,961	0,961
P_{BRUTA}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	[MW]		216,47	216,50	216,27	215,59	214,52	212,39	210,71	209,60	208,19	207,85
P_{Neta}	Potencia Neta medido en Alta	[MW]		213,06	213,35	213,10	212,78	212,11	210,03	208,39	207,15	205,92	205,67
$T_{ambiente}$	Temperatura Ambiente	[°C]		15,03	15,32	15,46	16,45	18,00	21,04	22,22	22,41	23,51	23,89
RH	Humedad relativa	[%]		77,69	76,58	76,34	71,89	64,89	54,08	49,85	49,95	47,29	46,05
Correcciones a la Potencia bruta													
L_{FP}	Diferencia en pérdidas por FP	[kW]		-4,89	-1,58	1,50	4,61	1,49	9,50	-1,72	-15,42	-13,60	-13,55
$1 / F_{TEMP_meas}$	Factor de corrección por temperatura	-		1,0000	1,0013	1,0019	1,0065	1,0146	1,0318	1,0389	1,0401	1,0461	1,0481
$1 / F_{RH_meas}$	Factor de corrección por humedad	-		0,9994	0,9995	0,9995	0,9996	0,9998	1,0003	1,0006	1,0006	1,0007	1,0008
P Bruta, Corr	Potencia Bruta corregida por los factores permitidos en el Anexo Técnico	[MW]		216,36	216,68	216,57	216,89	217,62	219,21	219,04	218,13	217,95	218,04

Tabla 6.4 – Correcciones a la potencia bruta para la configuración ciclo abierto



6.3.2 Configuraciones ciclo cerrado y ciclo cerrado + fuegos adicionales

La Potencia Bruta Corregida del Ciclo Combinado se calculará según la siguiente ecuación:

$$P_{Bruta,Corr,CC} = \left((P_{Bruta,TG} + P_{Bruta,TV}) - (L_{FP,TG} + L_{FP,TV}) \right) \times \frac{F_{Temp_rated,CC}}{F_{Temp_meas,CC}} \times \frac{F_{RH_rated,CC}}{F_{RH_meas,CC}}$$

Dónde:

- $P_{Bruta,Corr,CC}$: Potencia Bruta Corregida (Ciclo Combinado)
- $P_{Bruta,TG}$: Potencia Bruta Medida (Unidad TG)
- $P_{Bruta,TV}$: Potencia Bruta Medida (Unidad TV)
- $L_{FP,TG}$: 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. El factor de potencia que se utilizará como referencia es el indicado por el medidor #2 de la Tabla 4.3 (Unidad TG)
- $L_{FP,TV}$: 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. El factor de potencia que se utilizará como referencia es el indicado por el medidor #7 de la Tabla 4.3 (Unidad TV)
- $F_{Temp_rated,CC}$: Factor de corrección de la potencia activa por temperatura del aire obtenido de las curvas del capítulo 4.3 (Ciclo Combinado) referido al valor nominal
- $F_{Temp_meas,CC}$: Factor de corrección de la potencia activa por temperatura del aire obtenido de las curvas del capítulo 4.3 (Ciclo Combinado) referido al valor medido
- $F_{RH_rated,CC}$: Factor de corrección de la potencia activa por Humedad Relativa obtenido de las curvas del capítulo 4.3 (Ciclo Combinado) referido al valor nominal
- $F_{RH_meas,CC}$: Factor de corrección de la potencia activa por Humedad Relativa obtenido de las curvas del capítulo 4.3 (Ciclo Combinado) referido al valor medido



Las Tabla 6.5 y Tabla 6.6 detallan las correcciones realizadas para las configuraciones de ciclo combinado y ciclo combinado + fuegos adicionales respectivamente. Las correcciones aplicadas se aplican sobre la potencia total del ciclo, es decir, a la suma de las potencias de la unidad TG y la unidad TV.

Períodos			ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run n°													
Hora				19:00	19:30	20:00	20:30	21:00	21:30	22:00	22:30	23:00	23:30
Variables Primarias													
FP	Factor de potencia en bornes de máquina	-		0,961	0,959	0,957	0,954	0,950	0,951	0,953	0,954	0,954	0,955
P _{BRUTA}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	[MW]		320,76	321,81	323,30	324,53	325,53	325,86	326,40	326,54	326,96	327,21
P _{Neta}	Potencia Neta medido en Alta	[MW]		312,35	313,66	315,12	316,36	317,05	317,64	318,15	318,19	318,60	319,13
T _{ambiente}	Temperatura Ambiente	[°C]		19,25	18,65	18,08	17,20	16,38	16,08	15,84	15,70	15,89	15,77
RH	Humedad relativa	[%]		60,14	62,66	65,57	69,40	73,13	74,48	75,79	76,39	75,10	74,56
Correcciones a la Potencia bruta													
L _{FP}	Diferencia en pérdidas por FP	[kW]		13,36	15,46	16,42	18,48	21,27	20,86	19,29	18,73	18,70	17,99
1 / F _{TEMP_meas}	Factor de corrección por temperatura	-		1,0218	1,0186	1,0151	1,0101	1,0061	1,0047	1,0037	1,0030	1,0039	1,0034
1 / F _{RH_meas}	Factor de corrección por humedad	-		1,0000	0,9999	0,9998	0,9997	0,9995	0,9995	0,9995	0,9995	0,9995	0,9995
P _{Bruta, Corr}	Potencia Bruta corregida por los factores permitidos en el Anexo Técnico	[MW]		327,72	327,73	328,11	327,69	327,35	327,22	327,41	327,33	328,04	328,13

Tabla 6.5 – Correcciones a la potencia bruta para la configuración ciclo combinado

Períodos			ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run n°													
Hora				01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00
Variables Primarias													
FP	Factor de potencia en bornes de máquina	-		0,962	0,961	0,966	0,953	0,953	0,952	0,951	0,951	0,953	0,951
P _{BRUTA}	Potencia Bruta medida en bornes de máquina	[MW]		335,28	335,66	335,60	336,27	336,14	336,40	336,25	336,28	336,22	336,31
P _{Neta}	Potencia Neta medido en Alta	[MW]		326,84	327,29	327,20	327,83	327,65	327,92	327,78	328,06	327,88	327,93
T _{ambiente}	Temperatura Ambiente	[°C]		15,05	15,19	14,81	13,99	14,26	14,58	13,98	14,21	13,96	14,82
RH	Humedad relativa	[%]		77,54	75,99	77,77	79,27	79,09	76,40	79,15	78,59	79,08	75,47
Correcciones a la Potencia bruta													
L _{FP}	Diferencia en pérdidas por FP	[kW]		11,61	14,24	11,48	19,03	18,39	19,57	19,69	20,16	18,68	19,75
1 / F _{TEMP_meas}	Factor de corrección por temperatura	-		1,0004	1,0010	0,9995	0,9964	0,9974	0,9987	0,9964	0,9973	0,9963	0,9995
1 / F _{RH_meas}	Factor de corrección por humedad	-		0,9998	0,9998	0,9998	0,9997	0,9997	0,9998	0,9997	0,9997	0,9997	0,9998
P _{Bruta, Corr}	Potencia Bruta corregida por los factores permitidos en el Anexo Técnico	[MW]		335,32	335,90	335,34	334,96	335,17	335,85	334,93	335,26	334,88	336,06

Tabla 6.6 – Correcciones a la potencia bruta para la configuración ciclo combinado + fuegos adicionales



6.4 Cálculo referencial de la potencia neta

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.

6.4.1 Configuración ciclo abierto

La Potencia Neta Corregida de la Unidad TG a ciclo abierto se calcula usando la siguiente ecuación:

$$P_{Neta,Corr,TG} = P_{Bruta,Corr,TG} - L_{Totales,TG} \quad L_{Totales,TG} = P_{Bruta,NoCorr,TG} - P_{Neta,NoCorr,TG}$$

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

Dónde:

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

Períodos			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run n°	ref											
Hora			08:30	09:00	09:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00
Determinación pérdidas totales												
$L_{TOTALES}$	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos (SSAA)	[MW]	3,41	3,15	3,17	2,81	2,41	2,36	2,32	2,44	2,27	2,18
Cálculo promedio final												
$P_{Bruta, Corr}$	Valores utilizados para	[MW]	216,36	216,68	216,57	216,89	217,62	219,21	219,04	218,13	217,95	218,04
$P_{Neta, Corr}$	cálculo de promedio final	[MW]	212,95	213,52	213,41	214,07	215,21	216,84	216,71	215,69	215,68	215,86

Tabla 6.7 – Cálculo de la potencia neta corregida para la configuración ciclo abierto



6.4.2 Configuraciones ciclo combinado y ciclo combinado + fuegos adicionales

La Potencia Neta Corregida del Ciclo Combinado se calcula usando la siguiente ecuación:

$$P_{Neta,Corr,CC} = P_{Bruta,Corr,CC} - (L_{Totales,TG} + L_{Totales,TV})$$

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

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

Dónde:

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

Períodos

Test Run n°	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hora		19:00	19:30	20:00	20:30	21:00	21:30	22:00	22:30	23:00	23:30

Determinación pérdidas totales

$L_{TOTALES}$	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos (SSAA)	[MW]	8,41	8,15	8,19	8,18	8,48	8,23	8,25	8,35	8,36	8,08
---------------	---	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Cálculo promedio final

$P_{Bruta, Corr}$	Valores utilizados para cálculo de promedio final	[MW]	327,72	327,73	328,11	327,69	327,35	327,22	327,41	327,33	328,04	328,13
$P_{Neta, Corr}$		[MW]	319,31	319,58	319,92	319,51	318,87	319,00	319,16	318,98	319,68	320,05

Tabla 6.8 – Cálculo de la potencia neta corregida para la configuración ciclo combinado

Períodos

Test Run n°	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hora		01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00

Determinación pérdidas totales

$L_{TOTALES}$	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos (SSAA)	[MW]	8,44	8,37	8,40	8,44	8,50	8,48	8,47	8,22	8,34	8,37
---------------	---	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

Cálculo promedio final

$P_{Bruta, Corr}$	Valores utilizados para cálculo de promedio final	[MW]	335,32	335,90	335,34	334,96	335,17	335,85	334,93	335,26	334,88	336,06
$P_{Neta, Corr}$		[MW]	326,88	327,53	326,94	326,53	326,68	327,37	326,46	327,04	326,55	327,69

Tabla 6.9 – Cálculo de la potencia neta corregida para la configuración ciclo combinado + fuegos adicionales



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**:

- Configuración ciclo abierto: **217.6 MW**
- Configuración ciclo combinado: **327.7 MW**
- Configuración ciclo combinado + fuegos adicionales: **335.4 MW**

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

- Configuración ciclo abierto: **215.0 MW**
- Configuración ciclo combinado: **319.4 MW**
- Configuración ciclo combinado + fuegos adicionales: **327.0 MW**

Las Tabla 6.10, Tabla 6.11 y Tabla 6.12 detallan los valores utilizados para el cálculo de promedios finales para las configuraciones de ciclo abierto, ciclo combinado y ciclo combinado + fuegos adicionales respectivamente.

Períodos												
Test Run n°	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Hora		08:30	09:00	09:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00	
Cálculo promedio final												
P _{Bruta, Corr}	Valores utilizados para	[MW]	216,36	216,68	216,57	216,89	217,62	219,21	219,04	218,13	217,95	218,04
P _{Neta, Corr}	cálculo de promedio final	[MW]	212,95	213,52	213,41	214,07	215,21	216,84	216,71	215,69	215,68	215,86

P _{MAX, Bruta}	Potencia Máxima Bruta	[MW]	217,6
P _{MAX, Neta}	Potencia Máxima Neta	[MW]	215,0

Tabla 6.10 – Promedio final para la configuración ciclo abierto


Períodos

Test Run n°	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hora		19:00	19:30	20:00	20:30	21:00	21:30	22:00	22:30	23:00	23:30

Cálculo promedio final

P_{Bruta, Corr}	Valores utilizados para cálculo de promedio final	[MW]	327,72	327,73	328,11	327,69	327,35	327,22	327,41	327,33	328,04	328,13
P_{Neta, Corr}		[MW]	319,31	319,58	319,92	319,51	318,87	319,00	319,16	318,98	319,68	320,05

P_{MAX, Bruta}	Potencia Máxima Bruta	[MW]	327,7
P_{MAX, Neta}	Potencia Máxima Neta	[MW]	319,4

Tabla 6.11 – Promedio final para la configuración ciclo combinado
Períodos

Test Run n°	ref	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hora		01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00

Cálculo promedio final

P_{Bruta, Corr}	Valores utilizados para cálculo de promedio final	[MW]	335,32	335,90	335,34	334,96	335,17	335,85	334,93	335,26	334,88	336,06
P_{Neta, Corr}		[MW]	326,88	327,53	326,94	326,53	326,68	327,37	326,46	327,04	326,55	327,69

P_{MAX, Bruta}	Potencia Máxima Bruta	[MW]	335,4
P_{MAX, Neta}	Potencia Máxima Neta	[MW]	327,0

Tabla 6.12 – Promedio final para la configuración ciclo combinado + fuegos adicionales



6.6 Tablas de 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°	08:30	09:00	09:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00	12:30	13:00	
Variables Primarias											
Factor de potencia en bornes de máquina	0.952	0.949	0.946	0.944	0.947	0.940	0.950	0.963	0.961	0.961	0.961
Potencia Bruta medida en bornes de máquina [MW]	216.47	216.50	216.27	215.59	214.52	212.39	210.71	209.60	208.19	207.85	207.85
Potencia Neta medida en Alta [MW]	213.06	213.35	213.10	212.78	212.11	210.03	208.39	207.15	205.92	205.67	205.67
T _{ambiente} [°C]	15.03	15.32	15.46	16.45	18.00	21.04	22.22	22.41	23.51	23.89	23.89
RH [%]	77.69	76.58	76.34	71.89	64.89	54.08	49.85	49.95	47.29	46.05	46.05
Variables Secundarias											
P _{atm} [hPa]	1008.475	1008.668	1008.749	1008.717	1008.702	1008.426	1008.080	1007.744	1007.464	1007.245	1007.245
Frec [Hz]	49.92	49.96	49.94	49.94	49.98	49.88	49.84	49.87	49.87	49.93	49.93
FLOW [kg/s]	11.97	11.97	11.96	11.93	11.88	11.80	11.72	11.66	11.60	11.57	11.57
T _{aa} [°C]	15.04	15.12	15.26	15.94	16.80	18.47	19.92	21.03	22.14	22.61	22.61
Verificación de condiciones de estabilidad											
P _{Neta}	0.22%	0.24%	0.21%	0.21%	0.38%	0.37%	0.29%	0.46%	0.21%	0.23%	0.23%
P _{Bruta}	0.26%	0.22%	0.22%	0.31%	0.37%	0.42%	0.31%	0.36%	0.28%	0.23%	0.23%
P _{atm}	0.01%	0.01%	0.00%	0.00%	0.00%	0.01%	0.01%	0.01%	0.00%	0.01%	0.01%
T _{aa}	0.2°C	0.2°C	0.2°C	0.4°C	0.5°C	0.5°C	0.4°C	0.5°C	0.3°C	0.2°C	0.2°C
Frec	0.10%	0.08%	0.08%	0.09%	0.07%	0.08%	0.09%	0.12%	0.08%	0.07%	0.07%
Fuel Flow	0.26%	0.20%	0.22%	0.25%	0.34%	0.35%	0.30%	0.27%	0.31%	0.31%	0.31%
Estabilidad	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
¿Se cumplen los criterios para todas las variables?											
Determinación pérdidas totales											
Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos (SSA)	3.41	3.15	3.17	2.81	2.41	2.36	2.32	2.44	2.27	2.18	2.18
L _{TOTALES}											
L _{TOTALES} = P _{Bruta} - P _{Neta} - P _{Corr}											
Correcciones a la Potencia bruta											
L _{FP}	-4.89	-1.58	1.50	4.61	1.49	9.50	-1.72	-15.42	-13.60	-13.55	-13.55
Diferencia de kW en la curva de FP (P _{ens} vs 0.95)											
1 / F _{TEMP_meas}	1.0000	1.0013	1.0019	1.0065	1.0146	1.0318	1.0389	1.0401	1.0461	1.0481	1.0481
Interpolado en curva de corrección por temperatura											
1 / F _{RH_meas}	0.9994	0.9995	0.9995	0.9996	0.9998	1.0003	1.0006	1.0006	1.0007	1.0008	1.0008
Interpolado en curva de corrección por humedad											
P _{Bruta, Corr}	216.36	216.68	216.57	216.89	217.62	219.21	219.04	218.13	217.95	218.04	218.04
Potencia Bruta corregida por los factores permitidos en el Anexo Técnico											
P _{Bruta, Corr} = (P _{Bruta} - L _{FP}) x (1 / F _{TEMP_meas}) x (F _{RH_rated} / F _{RH_meas})											
Cálculo promedio final											
P _{Bruta, Corr}	216.36	216.68	216.57	216.89	217.62	219.21	219.04	218.13	217.95	218.04	218.04
P _{Neta, Corr}	212.95	213.52	213.41	214.07	215.21	216.84	216.71	215.69	215.68	215.86	215.86
Selección de los test-run promediados											
P _{Neta, Corr} = P _{Bruta, Corr} - L _{TOTALES}											
P _{MAX, Bruta}	217.6										
Potencia Máxima Bruta											
P _{MAX, Neta}	215.0										
Potencia Máxima Neta											

Tabla 6.13 – Resumen general para la configuración ciclo abierto



Periodos		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run n°	ref	19:00	19:30	20:00	20:30	21:00	21:30	22:00	22:30	23:00	23:30
Variables Primarias											
FP	-	0,961	0,959	0,957	0,954	0,950	0,951	0,953	0,954	0,954	0,955
P _{Bruta}	[MW]	320,76	321,81	323,30	324,53	325,53	325,86	326,40	326,54	326,96	327,21
P _{Neto}	[MW]	312,35	313,66	315,12	316,36	317,05	317,64	318,15	318,19	318,60	319,13
T _{ambiente}	[°C]	19,25	18,65	18,08	17,20	16,38	16,08	15,84	15,70	15,89	15,77
RH	[%]	60,14	62,66	65,57	69,40	73,13	74,48	75,79	76,39	75,10	74,56
Variables Secundarias											
P _{atm}	[hPa]	1004,850	1005,190	1005,534	1005,790	1006,225	1006,457	1006,643	1006,738	1006,855	1006,868
Frec	[Hz]	49,95	49,89	50,02	49,98	49,91	49,94	49,98	49,94	49,95	49,93
FFlow	[kg/s]	11,68	11,70	11,75	11,79	11,81	11,84	11,85	11,86	11,87	11,88
T _{AA}	[°C]	19,26	18,61	18,00	17,10	16,54	16,15	15,92	15,76	15,54	15,17
Verificación de condiciones de estabilidad											
P _{Neto}	Potencia Neta medida en Alta	0,31%	0,23%	0,17%	0,16%	0,23%	0,19%	0,14%	0,15%	0,20%	0,26%
P _{Bruta}	Potencia Bruta medida en bormes de máquina	0,23%	0,22%	0,20%	0,17%	0,14%	0,12%	0,12%	0,11%	0,16%	0,17%
P _{atm}	Presión Atmosférica	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%	0,02%	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
T _{AA}	Temperatura aire aspiración	0,2°C	0,2°C	0,3°C	0,2°C	0,1°C	0,1°C	0,1°C	0,1°C	0,2°C	0,2°C
Frec	Velocidad de Rotación	0,10%	0,08%	0,06%	0,06%	0,12%	0,06%	0,05%	0,06%	0,08%	0,06%
Fuel Flow	Caudal de combustible	0,26%	0,25%	0,15%	0,21%	0,22%	0,20%	0,22%	0,29%	0,21%	0,26%
Estabilidad	¿Se cumplen los criterios para todas las variables?	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Determinación pérdidas totales											
L _{TOTALES}	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos (SSAA)	8,41	8,15	8,19	8,18	8,48	8,23	8,25	8,35	8,36	8,08
Correcciones a la Potencia bruta											
L _{FP}	Diferencia en pérdidas por FP	13,36	15,46	16,42	18,48	21,27	20,86	19,29	18,73	18,70	17,99
1 / F _{TEMP_mcas}	Factor de corrección por temperatura	1,0218	1,0186	1,0151	1,0101	1,0061	1,0047	1,0037	1,0030	1,0039	1,0034
1 / F _{RH_mcas}	Factor de corrección por humedad	1,0000	0,9999	0,9998	0,9997	0,9995	0,9995	0,9995	0,9995	0,9995	0,9995
P _{Bruta, Corr}	Potencia Bruta corregida por los factores permitidos en el Anexo Técnico	327,72	327,73	328,11	327,69	327,35	327,22	327,41	327,33	328,04	328,13
Cálculo promedio final											
P _{Bruta, corr}	Valores utilizados para cálculo de promedio final	327,72	327,73	328,11	327,69	327,35	327,22	327,41	327,33	328,04	328,13
P _{Neto, Corr}		319,31	319,58	319,92	319,51	318,87	319,00	319,16	318,98	319,68	320,05
P _{MAX, Bruta}	Potencia Máxima Bruta	327,7									
P _{MAX, Neto}	Potencia Máxima Neto	319,4									

Tabla 6.14 – Resumen general para la configuración ciclo combinado



Periodos		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Test Run n°	ref	01:00	02:00	03:00	04:00	05:00	06:00	07:00	08:00	09:00	10:00
Variables Primarias											
FP	-	0,962	0,961	0,966	0,953	0,953	0,952	0,951	0,951	0,953	0,951
P _{Bruta}	[MW]	335,28	335,66	335,60	336,27	336,14	336,40	336,25	336,28	336,22	336,31
P _{Neto}	[MW]	326,84	327,29	327,20	327,83	327,65	327,92	327,78	328,06	327,88	327,93
T _{ambiente}	[°C]	15,05	15,19	14,81	13,99	14,26	14,58	13,98	14,21	13,96	14,82
RH	[%]	77,54	75,99	77,77	79,27	79,09	76,40	79,15	78,59	79,08	75,47
Variables Secundarias											
P _{atm}	[hPa]	1006,547	1006,311	1006,197	1006,026	1005,979	1005,945	1005,961	1006,036	1006,262	1006,514
Frec	[Hz]	49,92	49,97	49,95	49,96	49,96	49,94	49,89	49,91	49,97	49,97
FFlow	[kg/s]	11,90	11,90	11,91	11,91	11,91	11,91	11,91	11,91	11,92	11,91
T _{AA}	[°C]	14,29	13,92	13,87	13,16	13,62	13,55	13,70	13,72	13,60	14,00
Verificación de condiciones de estabilidad											
P _{Neto}	Potencia Neta medido en Alta	0,16%	0,21%	0,16%	0,18%	0,17%	0,16%	0,20%	0,17%	0,20%	0,22%
P _{Bruta}	Potencia Bruta medido en bormes de máquina	0,11%	0,13%	0,13%	0,15%	0,14%	0,14%	0,16%	0,14%	0,13%	0,19%
P _{atm}	Presión Atmosférica	0,01%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%	0,01%	0,00%
T _{AA}	Temperatura aire aspiración	0,1°C	0,1°C	0,1°C	0,2°C	0,1°C	0,1°C	0,2°C	0,1°C	0,2°C	0,1°C
Frec	Velocidad de Rotación	0,07%	0,05%	0,08%	0,06%	0,06%	0,06%	0,06%	0,07%	0,07%	0,06%
Fuel Flow	Caudal de combustible	0,20%	0,27%	0,27%	0,24%	0,22%	0,25%	0,20%	0,23%	0,28%	0,22%
Estabilidad variables?	¿Se cumplen los criterios para todas las variables?	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Determinación pérdidas totales											
L _{TOTALES}	Pérdidas en el transformador de potencia y consumos internos (SSAA)	8,44	8,37	8,40	8,44	8,50	8,48	8,47	8,22	8,34	8,37
Correcciones a la Potencia bruta											
L _{FP}	Diferencia en pérdidas por FP	11,61	14,24	11,48	19,03	18,39	19,57	19,69	20,16	18,68	19,75
1 / F _{TEMP_mes}	Factor de corrección por temperatura	1,0004	1,0010	0,9995	0,9964	0,9974	0,9987	0,9964	0,9973	0,9963	0,9995
1 / F _{REL_mes}	Factor de corrección por humedad	0,9998	0,9998	0,9998	0,9997	0,9997	0,9998	0,9997	0,9997	0,9997	0,9998
P _{Bruta, Corr}	Potencia Bruta corregida por los factores permitidos en el Anexo Técnico	335,32	335,90	335,34	334,96	335,17	335,85	334,93	335,26	334,88	336,06
Cálculo promedio final											
P _{Bruta, corr}	Valores utilizados para cálculo de promedio final	335,32	335,90	335,34	334,96	335,17	335,85	334,93	335,26	334,88	336,06
P _{Neto, Corr}		326,88	327,53	326,94	326,53	326,68	327,37	326,46	327,04	326,55	327,69
P _{MAX, Bruta}	Potencia Máxima Bruta	335,4									
P _{MAX, Neto}	Potencia Máxima Neto	327,0									

Tabla 6.15 – Resumen general para la configuración ciclo combinado + fuegos adicionales



6.7 Incertidumbre

En la presente sección se detallan los resultados del cálculo de incertidumbre realizado para cada una de las configuraciones mostradas en este informe.

La Tabla 6.16 muestra el detalle de cálculos realizado para determinar la incertidumbre en el resultado de potencia bruta para la central, operando en configuración de ciclo abierto.

Variable	Unidad	Valores medidos			Incertidumbre			Sensibilidad		
		Valor Medio	Desvío Std / Media	Medidores	Sistemática	Aleatoria		θ	$(B*\theta)^2$	$(Sx_{t_{95}}*\theta)^2$
					Bx	Sx	$Sx_{t_{95}}$			
P _{BRUTA}	MW	212,39	0,42%	0,35%	0,7357	0,164	0,335	1,0321	0,576663	0,119618
FP	-	0,94	0,52%	0,35%	0,0033	0,001	0,002	-1,1776	0,000015	0,000005
T _{ambiente}	°C	21,04	3,417%	0,1	0,1000	0,131	0,268	-0,5587	0,003122	0,022430
RH	%	54,08	4,59%	1%	0,0100	0,453	0,925	0,0061	0,000000	0,000032
N	30									
t ₉₅	2,042									
								Σ	0,5798	0,1421
								U _R	0,85	MW

Tabla 6.16 – Cálculo de incertidumbre para configuración ciclo abierto

La Tabla 6.17 muestra el detalle de cálculos realizado para determinar la incertidumbre en el resultado de potencia bruta para la central, operando en configuración de ciclo cerrado.

Variable	Unidad	Valores medidos			Incertidumbre			Sensibilidad		
		Valor Medio	Desvío Std / Media	Medidores	Sistemática	Aleatoria		θ	$(B*\theta)^2$	$(Sx_{t_{95}}*\theta)^2$
					Bx	Sx	$Sx_{t_{95}}$			
P _{BRUTA}	MW	320,76	0,23%	0,35%	1,1112	0,137	0,280	1,0217	1,288937	0,082013
FP	-	0,96	0,13%	0,35%	0,0033	0,000	0,000	-0,7129	0,000006	0,000000
T _{ambiente}	°C	19,25	0,847%	0,1	0,1000	0,030	0,061	-0,5013	0,002513	0,000929
RH	%	60,14	1,02%	1%	0,0100	0,112	0,228	0,0045	0,000000	0,000001
N	30									
t ₉₅	2,042									
								Σ	1,2915	0,0829
								U _R	1,17	MW

Tabla 6.17 – Cálculo de incertidumbre para configuración ciclo cerrado



La Tabla 6.18 muestra el detalle de cálculos realizado para determinar la incertidumbre en el resultado de potencia bruta para la central, operando en configuración de ciclo cerrado + fuegos adicionales.

Variable	Unidad	Valores medidos			Incertidumbre			Sensibilidad		
		Valor Medio	Desvío Std / Media	Medidores	Sistemática	Aleatoria				
					Bx	Sx	Sx _{t95}	θ	(B*θ) ²	(Sx _{t95} *θ) ²
P _{BRUTA}	MW	336,31	0,19%	0,35%	1,1650	0,117	0,238	0,9993	1,355395	0,056743
FP	-	0,95	0,18%	0,35%	0,0033	0,000	0,001	-0,7306	0,000006	0,000000
T _{ambiente}	°C	14,82	2,669%	0,1	0,1000	0,072	0,148	-0,3977	0,001582	0,003441
RH	%	75,47	2,56%	1%	0,0100	0,353	0,721	0,0012	0,000000	0,000001
N	30									
t ₉₅	2,042									
								Σ	1,3570	0,0602
								U _R	1,19	MW

Tabla 6.18 – Cálculo de incertidumbre para configuración ciclo cerrado + fuegos adicionales



7 CONCLUSIONES

Se realizó con éxito la prueba de Potencia Máxima en la unidad la Central Térmica Nehuenco utilizando como combustible gas.

La central fue capaz de sostener en forma estable la potencia en sus bornes de salida por un período de tiempo superior a las 5 horas, para cada una de las configuraciones ensayadas.

Se presentan a continuación los valores de Potencia Máxima Bruta obtenidos:

- Configuración ciclo abierto: **217.6 MW**
- Configuración ciclo combinado: **327.7 MW**
- Configuración ciclo combinado + fuegos adicionales: **335.4 MW**



8 NORMATIVA

- Anexo Técnico: “Pruebas de Potencia Máxima en Unidades Generadoras”.
- Norma ASME PTC 46 “Overall Plant Performance”
- Norma ASME PTC 19.1 “Test Uncertainty”



9 ANEXOS

9.1 Antecedentes de generadores

9.1.1 Hoja de datos de generador – Unidad TG

Turbogeneradores
Descripción

Datos Técnicos
Características y datos eléctricos

Características	
Proyecto	Nehuenco CCPP
Tipo de generador	TLRI 115/47
Año de fabricación	1997
Número de fabricación del estator	M 127831
Número de fabricación del rotor	M 127831
Número de identificación del árbol del rotor	950 85 65

Valores nominales y potencias	Generador
Potencia aparente	273 MVA
Potencia activa	232,05 MW
Intensidad	10,007 kA
Tensión	15,75 kV $\pm$ 5 %
Velocidad	50 s ⁻¹
Frecuencia	50 Hz
Factor de potencia $\cos \varphi$	0,85
Conexión interna del devanado del estator/número de ranuras	YY/54
Carga desequilibrada permanentemente admisible	10 %
Intensidad de excitación nominal para potencia nominal	1003 A
Tensión de excitación	466 V

La máquina está diseñada según las normas VDE 0530 y debe operarse también según estas normas.
El dato de la intensidad de excitación no representa, en ningún caso, una medida de la capacidad de carga del turbogenerador.

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



Data Sheet for Synchronous Machines Gas Turbine Generator

designation	abbreviation	unit	impedances referred on U_n^2/S_n	
			value unsaturated	saturated
Nominal data				
rated apparent power	S_n	MVA	273.	
rated active power	P_n	MW		
rated voltage	U_n	kV	15.75	
power-factor	$\cos \Phi_n$		0.85	
efficiency	η_n			
rated speed	n_n	min^{-1}	3000.	
frequency	f_n	Hz	50.	
inertia or persistence moment	T_A	sec		
	I	tm^2	33.91	
stator resistance	r_a	p.u.		
aperiodic time constant	T_g	sec	0.58	
stator leakage reactance	$x_{s\sigma}$	p.u.	0.1614	
Original data according to the equivalent circuit-diagram				
Direct (-d-) Axis				
field resistance	r_{fd}	p.u.		
field leakage reactance	$x_{fd\sigma}$	p.u.		
damper resistance	r_{dd}	p.u.		
damped leakage reactance	$x_{dd\sigma}$	p.u.		
magnetizing reactance	x_{hd}	p.u.		
field-damper coupling reactance	$x_{fd d}$	p.u.		
Quadrature (-q-) Axis				
field resistance	r_{fq}	p.u.		
field leakage reactance	$x_{fq\sigma}$	p.u.		
damper resistance	r_{dq}	p.u.		
damped leakage reactance	$x_{dq\sigma}$	p.u.		
magnetizing reactance	x_{hq}	p.u.		
field-damper coupling reactance	$x_{fd q}$	p.u.		
From the equivalent-circuit-diagram derived data (alternative to the original data)				
Direct (-d-) Axis				
subtransient short-circuit time-constante	T_d''	sec	.0305	
subtransient reactance	x_d''	p.u.	.1872	
transient short-circuit time-constante	T_d'	sec	1.222	
transient reactance	x_d'	p.u.	.2598	
synchronous reactance	x_d	p.u.	2.585	
Quadrature (-q-) Axis				
subtransient short-circuit time-constante	T_q''	sec	.0702	
subtransient reactance	x_q''	p.u.	.2059	
transient short-circuit time-constante	T_q'	sec	.4474	
transient reactance	x_q'	p.u.	.5319	
synchronous reactance	x_q	p.u.	2.456	

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



Tipo de generador: TLRI 115/47

Potencia aparente nominal $S_N = 273,000$ MVA
Potencia activa nominal $P_N = 232,050$ MW
Tensión nominal $U_N = 15,750$ kV
Intensidad nominal $I_N = 10,007$ kA

Frecuencia nominal $f_N = 50$ Hz
Factor de potencia $\cos \varphi = 0,85$
Temperatura del aire frío $T_K = 29$ °C
Velocidad $n_N = 50$ s⁻¹

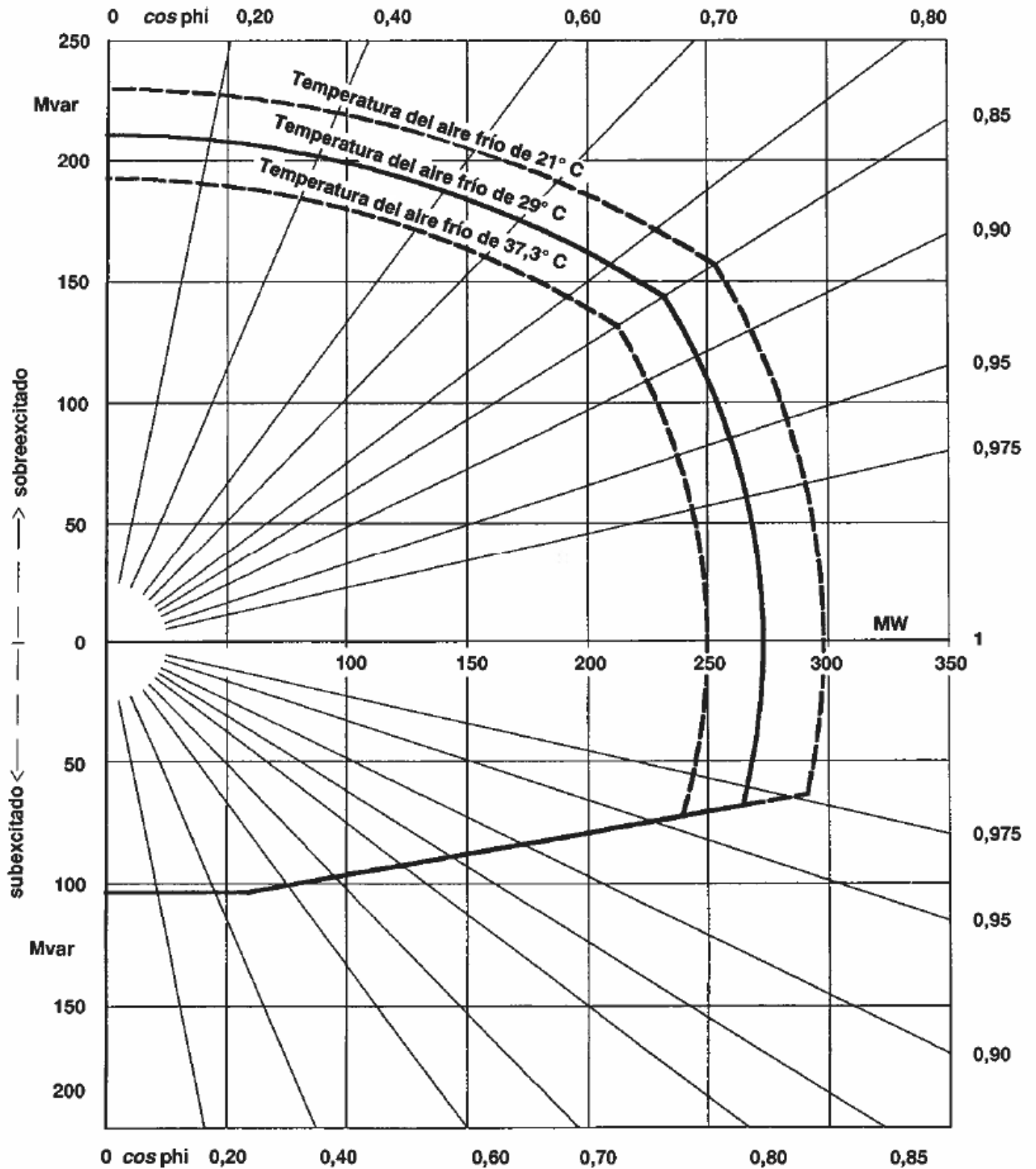


Figura 9.3 – Hoja de datos del generador (3 de 3)



9.1.2 Hoja de datos de generador – Unidad TV

Turbogeneradores
Descripción
Datos Técnicos
Características y datos eléctricos

Características	
Proyecto	Nehuenco CCPP
Tipo de generador	TLRI 108/36
Año de fabricación	1997
Número de fabricación del estator	M 127693
Número de fabricación del rotor	M 127693
Número de identificación del árbol del rotor	930 4366

Valores nominales y potencias	Generador
Potencia aparente	175 MVA
Potencia activa	148,7 MW
Intensidad	9,623 kA
Tensión	10,5 kV $\pm$ 525 V
Velocidad	50 s ⁻¹
Frecuencia	50 Hz
Factor de potencia $\cos \phi$	0,85
Conexión interna del devanado del estator/número de ranuras	YY/54
Carga desequilibrada permanentemente admisible	10 %
Intensidad de excitación nominal para potencia nominal	950 A
Tensión de excitación	418 V

La máquina está diseñada según las normas VDE 0530 y debe operarse también según estas normas.
El dato de la intensidad de excitación no representa, en ningún caso, una medida de la capacidad de carga del turbogenerador.

Figura 9.4 – Hoja de datos del generador (1 de 3)



Data Sheet for Synchronous Machines Steam Turbine Generator

designation	abbreviation	unit	impedances referred on U_n^2/S_n	
			value unsaturated	saturated
Nominal data				
rated apparent power	S_n	MVA	175	
rated active power	P_n	MW		
rated voltage	U_n	kV	10.5	
power-factor	$\cos \Phi_n$		0.85	
efficiency	η_n			
rated speed	n_n	min ⁻¹	3000.	
frequency	f_n	Hz	50.	
inertia or persistence moment	T_A I	sec tm ²		21.13
stator resistance	r_s	p.u.		
aperiodic time constant	T_g	sec	0.51	
stator leakage reactance	$x_{s\sigma}$	p.u.	0.1836	
Original data according to the equivalent circuit-diagram				
Direct (-d-) Axis				
field resistance	r_{fd}	p.u.		
field leakage reactance	$x_{fd\sigma}$	p.u.		
damper resistance	r_{Dd}	p.u.		
damped leakage reactance	$x_{Dd\sigma}$	p.u.		
magnetizing reactance	x_{hd}	p.u.		
field-damper coupling reactance	x_{Dd}	p.u.		
Quadrature (-q-) Axis				
field resistance	r_{fq}	p.u.		
field leakage reactance	$x_{fq\sigma}$	p.u.		
damper resistance	r_{Dq}	p.u.		
damped leakage reactance	$x_{Dq\sigma}$	p.u.		
magnetizing reactance	x_{hq}	p.u.		
field-damper coupling reactance	x_{Dq}	p.u.		
From the equivalent-circuit-diagram derived data (alternative to the original data)				
Direct (-d-) Axis				
subtransient short-circuit time-constante	T_d''	sec	.0306	
subtransient reactance	x_d''	p.u.	.2112	
transient short-circuit time-constante	T_d'	sec	1.168	
transient reactance	x_d'	p.u.	.3180	
synchronous reactance	x_d	p.u.	2.570	
Quadrature (-q-) Axis				
subtransient short-circuit time-constante	T_q''	sec	.0693	
subtransient reactance	x_q''	p.u.	.2323	
transient short-circuit time-constante	T_q'	sec	.5149	
transient reactance	x_q'	p.u.	.5872	
synchronous reactance	x_q	p.u.	2.441	

Figura 9.5 – Hoja de datos del generador (2 de 3)



Tipo de generador: TLRI 108/36

Potencia aparente nominal $S_N = 175,000$ MVA
Potencia activa nominal $P_N = 147,700$ MW
Tensión nominal $U_N = 10,500$ kV
Intensidad nominal $I_N = 9,622$ kA

Frecuencia nominal $f_N = 50$ Hz
Factor de potencia $\cos \varphi = 0,85$
Temperatura del aire frío $T_K = 29^\circ \text{C}$
Velocidad $n_N = 50 \text{ s}^{-1}$

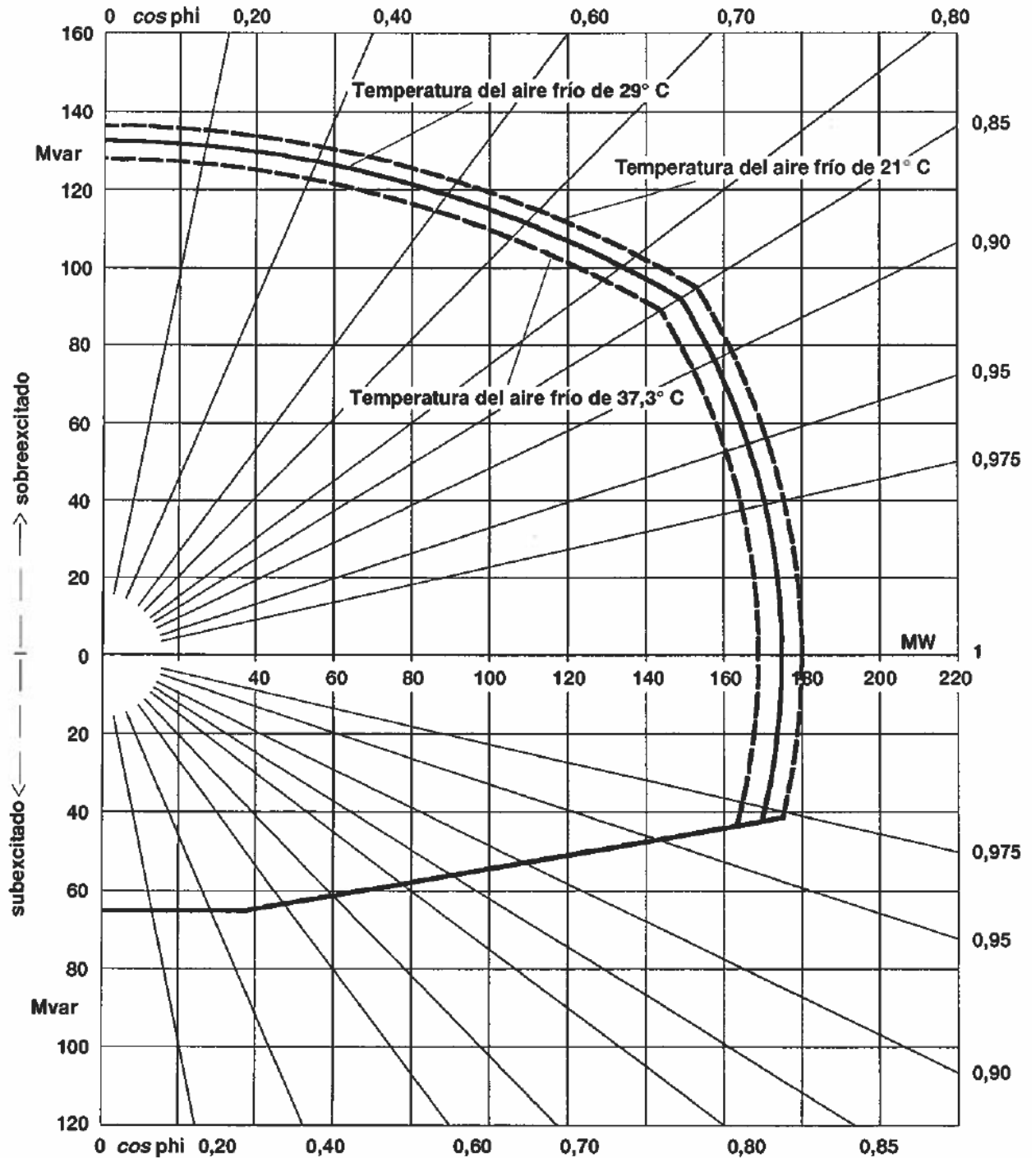


Figura 9.6 – Hoja de datos del generador (3 de 3)



9.2 Puntos de medición

9.2.1 Potencia bruta

En los siguientes unilineales se pueden identificar los puntos de medición de la potencia bruta, para ambas unidades. Se muestran en rojo los núcleos de los transformadores de corriente y tensión de clase 0.2.

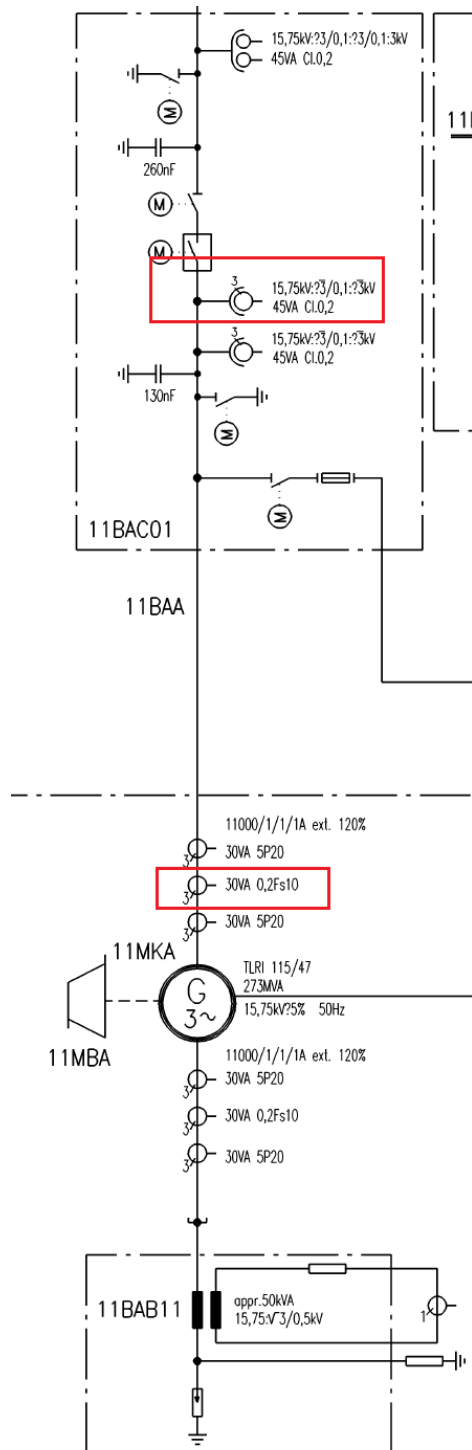


Figura 9.7 – Unilineal para mediciones de potencia bruta (Unidad TG)

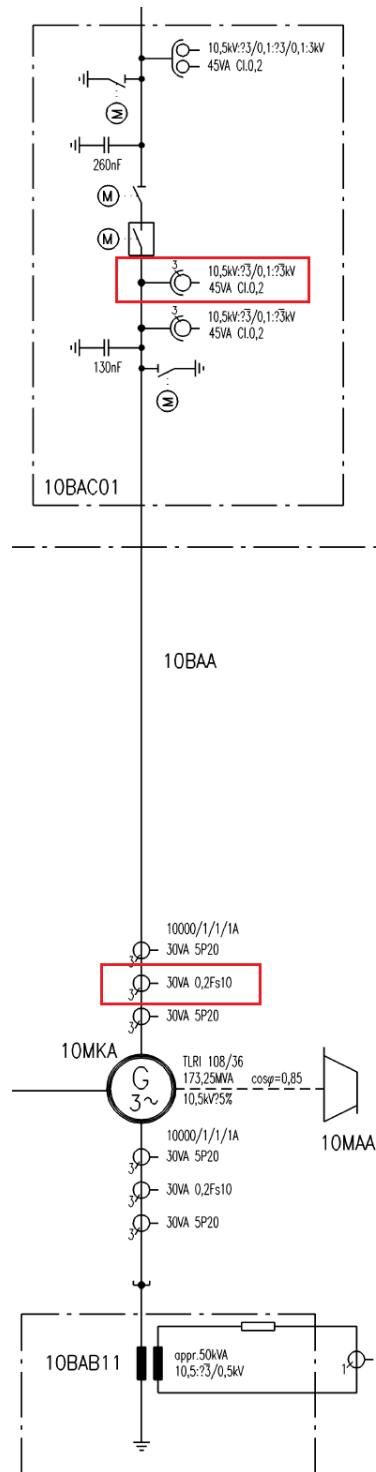


Figura 9.8 – Unilineal para mediciones de potencia bruta (Unidad TV)



A continuación, se muestran los diagramas trifilares correspondientes a la medición de potencia bruta de las unidades TG y TV.

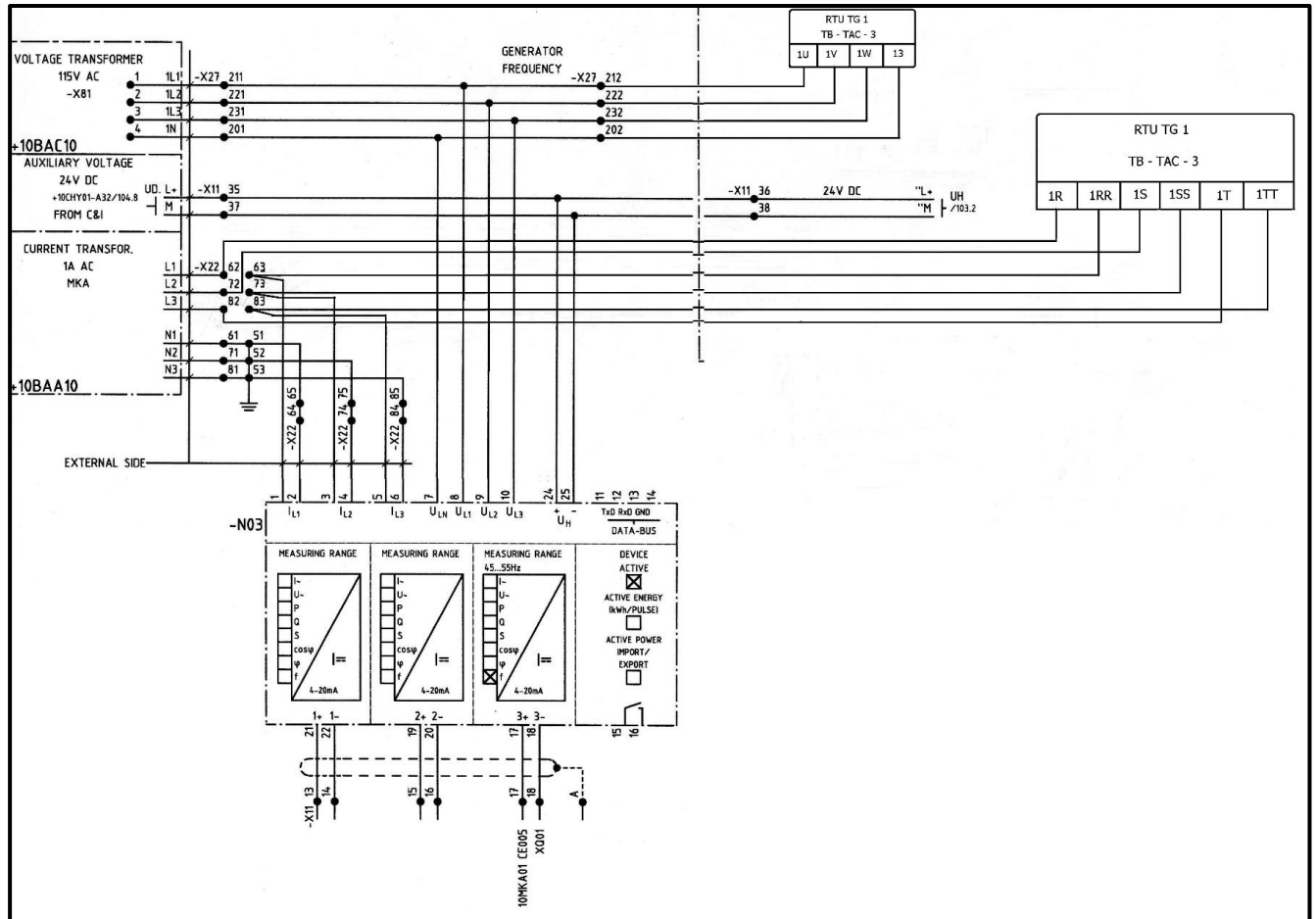


Figura 9.9 – Puntos de medición para medidor de Potencia bruta y Factor de potencia – Unidad TG

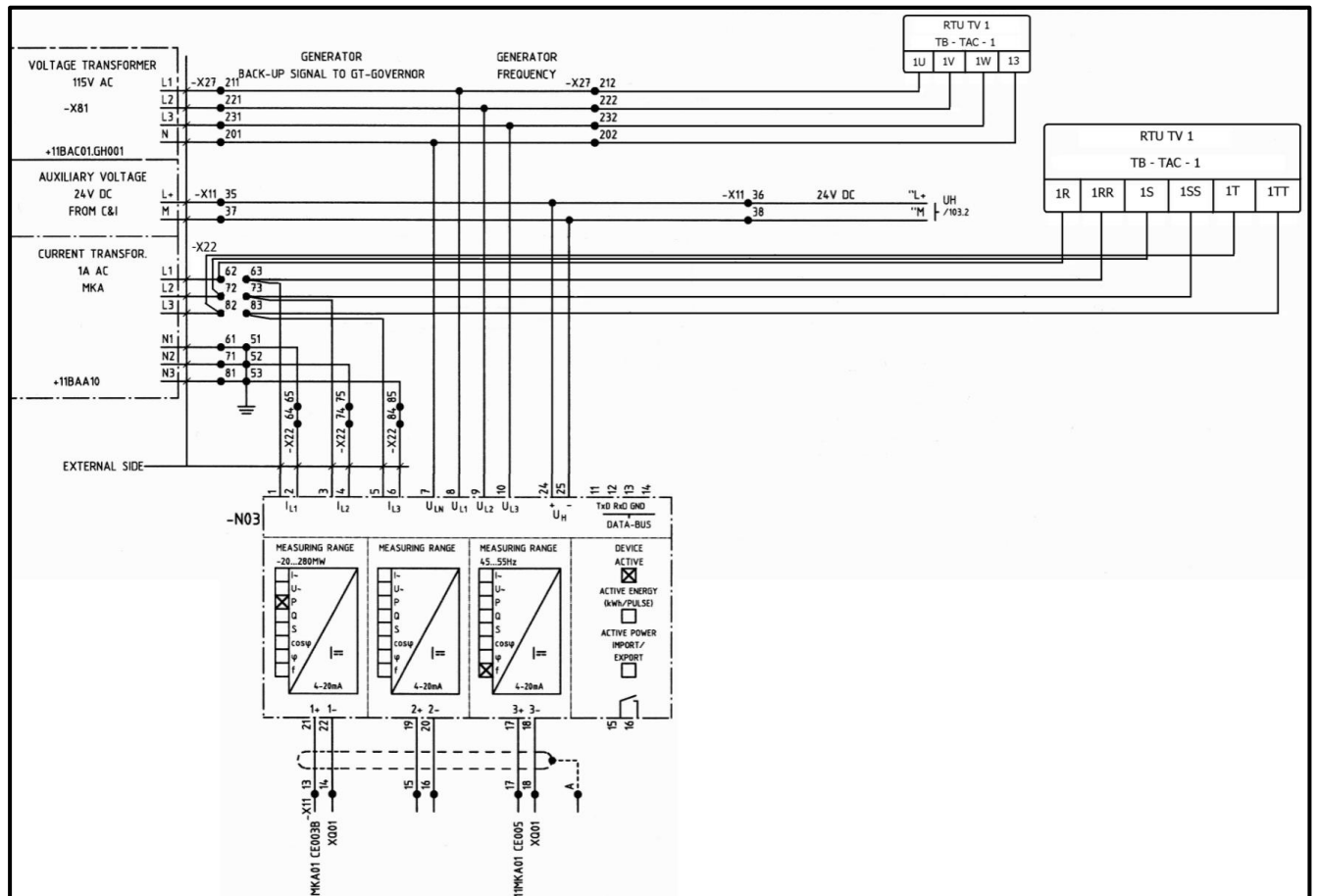


Figura 9.10 – Puntos de medición para medidor de Potencia bruta y Factor de potencia – Unidad TV

Finalmente se presentan los datos de placa y hoja de datos de los transformadores de medida de corriente y tensión, asociados a las unidades TG y TV.



RITZ		RITZ Meßwandler Hamburg													
Routine - Testreport for Current Transformer															
CURRENT TRANSFORMER															
ins.level 0.72 / 3 KV		IRB 260 No.: 97/ 020333 - 335													
1 A 30 VA		Kn 11000/ 1/1/1 A													
1 A 30 VA		CI 5P20	2S1 - 2S2												
1 A 30 VA		CI 0.2	FS 10												
1 A 30 VA		CI 5P20	3S1 - 3S2												
			1S1 - 1S2												
1 th 1000 kA		ins .cl. F	50 Hz												
IEC 44 - 1															
Client : Siemens AG KWU		RITZ Order No.: 268259.02													
Order - No.:		Specification: IEC 44 - 1													
Power-frequency test on secondary windings: 3 KV 1min. 50 Hz															
All cores have been demagnetized before the accuracy measurement.															
Test for interturn insulation on secondary windings: $U_s \leq 4.5$ KV 1 min. 50 Hz															
Accuracy measurement															
core	ratio	burden [VA]	$\cos\phi$	5 % Ir		20 % Ir		100 % Ir		120 % Ir		Resistances		sec. lim. emf	
				F%	δ	F%	δ	F%	δ	F%	δ	20 °C		U_s	I_s
Serial No.: 97/0203 33															
1S1-1S2	11000/1 A	30	0.8					0.00	0.1			40.0		1500	3.0
2S1-2S2	11000/1 A	30	0.8					0.10	0.0			40.1		1500	4.5
3S1-3S2	11000/1 A	30	0.8	0.13	-0.1	0.12	-0.5	0.12	-0.3	0.12	-0.3	32.7			
		7.5	0.8					0.13	-0.2						
Serial No.: 97/0203 34															
1S1-1S2	11000/1 A	30	0.8					0.06	0.1			40.5		1500	4.0
2S1-2S2	11000/1 A	30	0.8					0.05	0.0			40.5		1500	3.8
3S1-3S2	11000/1 A	30	0.8	0.14	-0.4	0.14	-0.7	0.14	-0.4	0.11	-0.2	33.5			
		7.5	0.8					0.14	-0.3						
Serial No.: 97/0203 35															
1S1-1S2	11000/1 A	30	0.8					0.00	0.1			40.3		1500	4.2
2S1-2S2	11000/1 A	30	0.8					0.01	0.1			38.6		1500	4.3
3S1-3S2	11000/1 A	30	0.8	0.13	-0.3	0.13	-0.5	0.13	-0.3	0.13	-0.3	34.1			
		7.5	0.8					0.13	-0.2						
Remarks:												Hamburg, den 27.8. 1997 Testing Laboratory <i>[Signature]</i>			

Figura 9.11 – Datos de placa y hoja de datos TTCC – Unidad TG

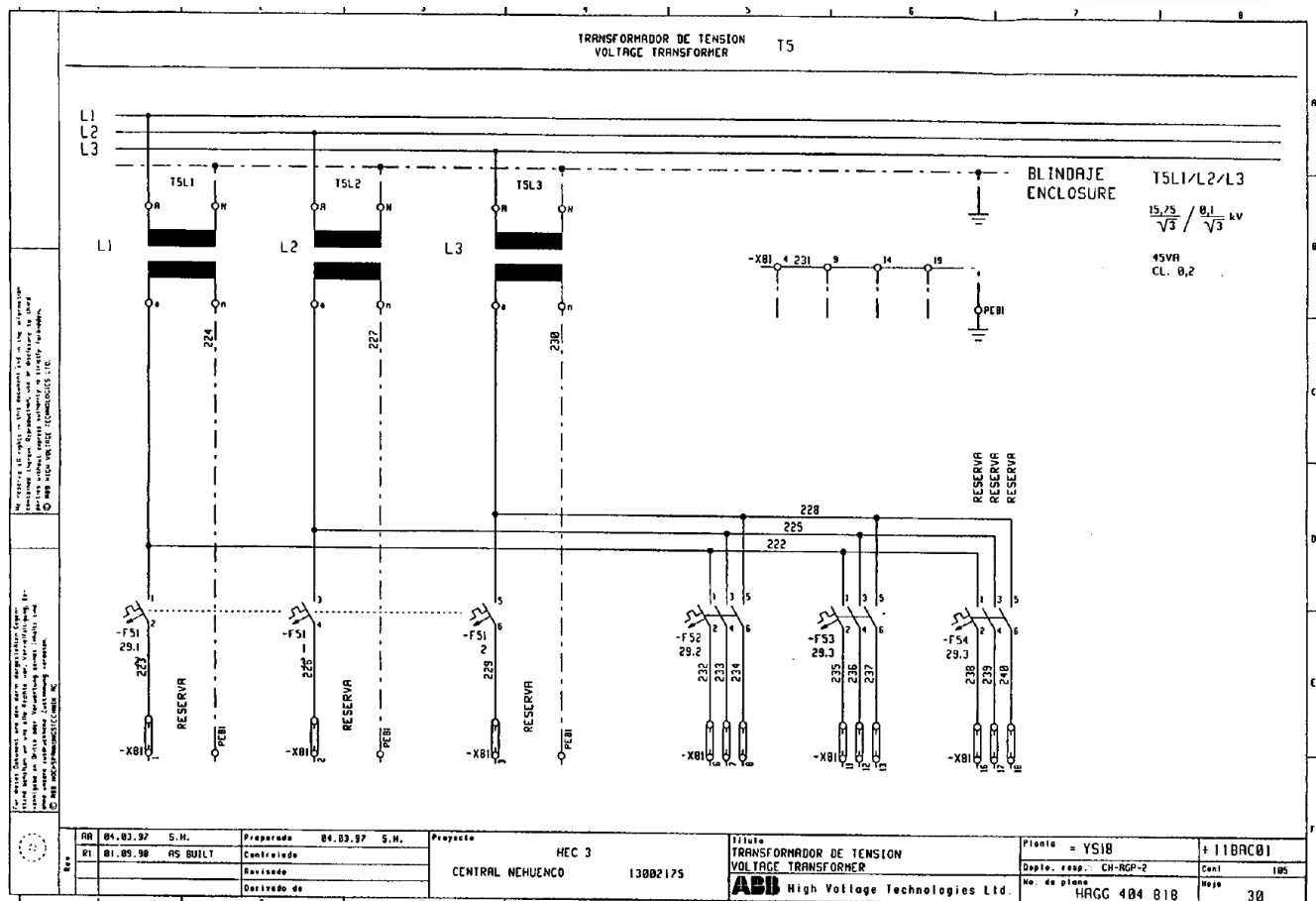


Figura 9.12 – Datos de placa y hoja de datos TTPP – Unidad TG

Figura 9.13 – Datos de placa y hoja de datos TTPP – Unidad TG

Figura 9.14 – Datos de placa y hoja de datos TTPP – Unidad TG

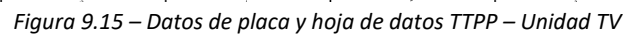


Figura 9.16 – Datos de placa y hoja de datos TTPP – Unidad TV

Figura 9.17 – Datos de placa y hoja de datos TTPP – Unidad TV



RITZ		RITZ Meßwandler Hamburg												
Routine - Testreport for Current Transformer														
CURRENT TRANSFORMER														
Ins.level 0.72 / 3 KV		IRB 260 No.: 97/ 020336 - 336												
1 A	30 VA	CI 5P20	2S1-2S2											
1 A	30 VA	CI 0.2	FS 10											
I th 1000 kA		ins .cl. F	50 Hz											
IEC 44 - 1														
Client : Siemens AG KWU		RITZ Order No.: 268259.03												
Order - No.:		Specification: IEC 44 - 1												
Power-frequency test on secondary windings: 3 KV 1min. 50 Hz														
All cores have been demagnetized before the accuracy measurement.														
Test for interturn insulation on secondary windings: Us ≤ 4.5 KV 1 min. 50 Hz														
Accuracy measurement														
core	ratio	burden (VA)	cosφ	5 % Ir		20 % Ir		100 % Ir		120 % Ir		Resistances 20 °C [Ω]	sec. lim. emf	
				F% %	δ min	F% %	δ min	F% %	δ min	F% %	δ min		U ₀ [V]	I ₀ [mA]
Serial No.: 97/0203 36														
1S1-1S2	10000/1 A	30	0.8	0,10	0,3	0,09	-0,3	0,10	-0,2	0,10	-0,2	30,1		
		7.5	0.8					0,10	-0,1					
2S1-2S2	10000/1 A	30	0.8					0,00	0,2			35,6	1446	15
Serial No.: 97/0203 37														
1S1-1S2	10000/1 A	30	0.8	0,11	0,0	0,10	-0,5	0,10	-0,4	0,09	-0,3	31,1		
		7.5	0.8					0,10	-0,2					
2S1-2S2	10000/1 A	30	0.8					0,02	0,0			35,8	1446	15
Serial No.: 97/0203 38														
1S1-1S2	10000/1 A	30	0.8	0,05	0,3	0,05	-0,2	0,05	-0,2	0,05	-0,2	31,5		
		7.5	0.8					0,05	0,0					
2S1-2S2	10000/1 A	30	0.8					0,00	0,2			31,4	1446	16
Remarks:														
Hamburg, den 27.7.1997 Testing Laboratory <i>[Signature]</i>														

Figura 9.18 – Datos de placa y hoja de datos TTCC – Unidad TV



RITZ Meßwandler Hamburg															
Routine - Testreport for Current Transformer															
CURRENT TRANSFORMER															
ins.level 0.72 / 3 KV										IRB 260 No.: 97/020339 - 341					
										Kn 10 000/ 1/1/1 A					
1 A	30 VA	CI 5P20			2S1 - 2S2										
1 A	30 VA	CI 0.2		FS 10	3S1 - 3S2										
1 A	30 VA	CI 5P20			1S1 - 1S2										
1 th 1000 kA										ins .cl. F 50 Hz					
IEC 44 - 1															
Client : Siemens AG KWU										RITZ Order No.: 268259.04					
Order - No.:										Specification: IEC 44 - 1					
Power-frequency test on secondary windings: 3 KV 1min. 50 Hz															
All cores have been demagnetized before the accuracy measurement.															
Test for interturn insulation on secondary windings: Us < 4.5 KV 1 min. 50 Hz															
Accuracy measurement															
core	ratio	burden [VA]	cosφ	5 % Ir		20 % Ir		100 % Ir		120 % Ir		Resistances		sec. lim. emf	
				F%	δ	F%	δ	F%	δ	F%	δ	20 °C		U ₀	I ₀
				%	min	%	min	%	min	%	min	[Ω]		[V]	[mA]
Serial No.: 97/0203 39															
1S1-1S2	10000/1 A	30	0.8					0.01	0.4			36		1450	12
2S1-2S2	10000/1 A	30	0.8					0.00	-0.2			36		1450	8
3S1-3S2	10000/1 A	30	0.8	0.05	0.1	0.05	-0.4	0.05	-0.3	0.05	-0.3	32			
		7.5	0.8					0.05	-0.3						
Serial No.: 97/0203 40															
1S1-1S2	10000/1 A	30	0.8					0.00	0.2			36		1450	7
2S1-2S2	10000/1 A	30	0.8					0.01	0.1			36		1450	8
3S1-3S2	10000/1 A	30	0.8	0.05	0.0	0.05	-0.5	0.06	-0.3	0.06	-0.3	31			
		7.5	0.8					0.06	-0.2						
Serial No.: 97/0203 41															
1S1-1S2	10000/1 A	30	0.8					0.00	0.0					1450	5
2S1-2S2	10000/1 A	30	0.8					0.00	0.1					1450	9
3S1-3S2	10000/1 A	30	0.8	0.09	0.2	0.08	-0.3	0.08	-0.2	0.08	-0.2	31			
		7.5	0.8					0.09	-0.1						
Remarks:															
										Hamburg, den 5.7. 1997 Testing Laboratory					

Figura 9.19 – Datos de placa y hoja de datos TTCC – Unidad TV



9.2.2 Potencia neta

En el siguiente unilineal se pueden identificar los puntos de medición de la potencia neta de ambas unidades.

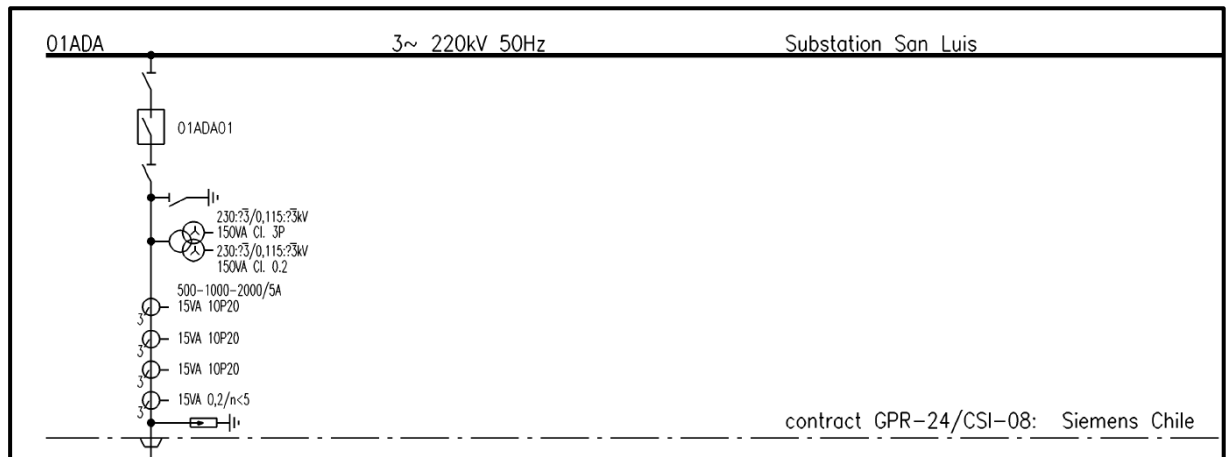


Figura 9.20 – Unilineal de mediciones de Potencia neta – Paño J3 S/E San Luis 220kV – Unidad TG

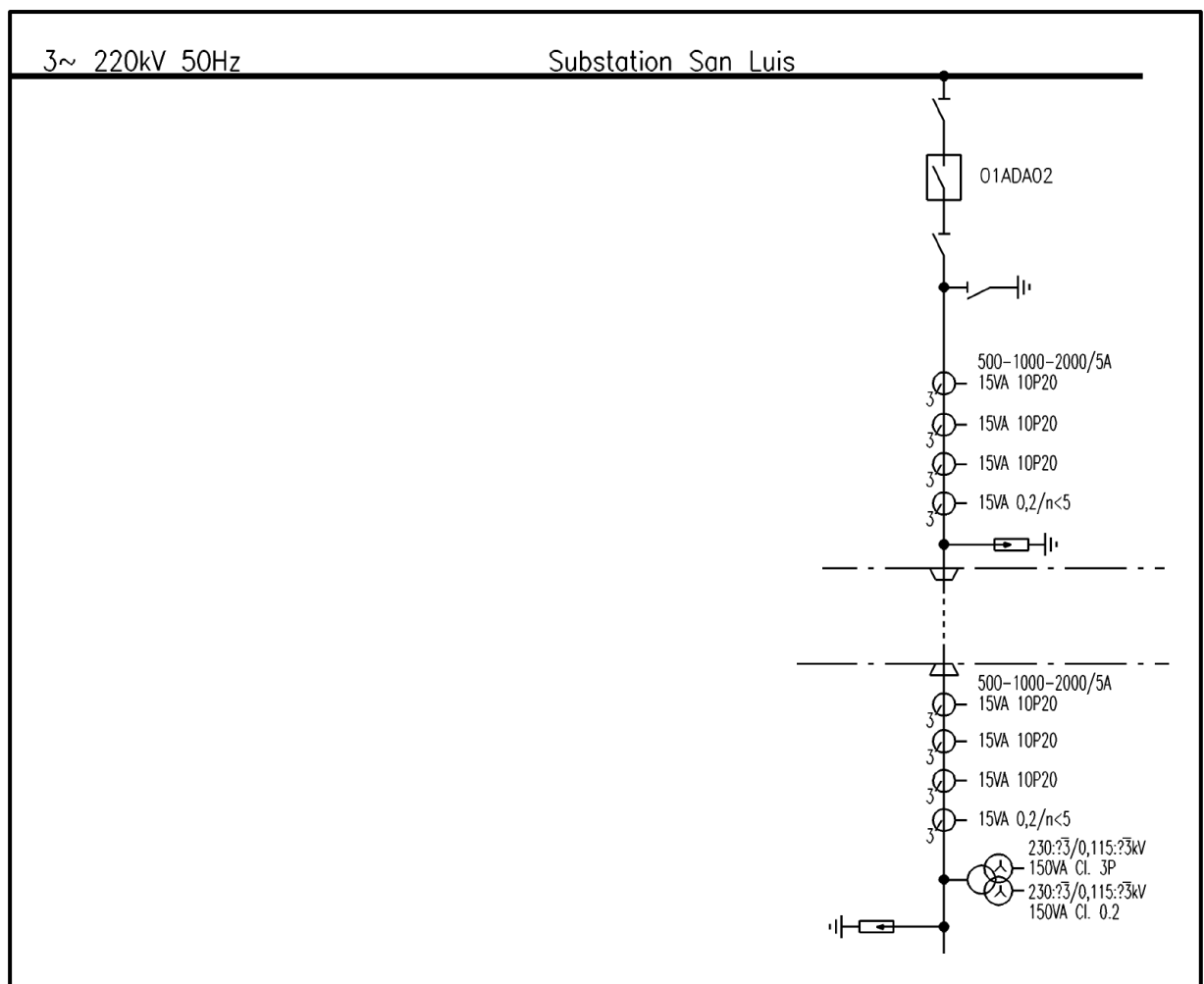


Figura 9.21 – Unilineal de mediciones de Potencia neta – Paño J4 S/E San Luis 220kV – Unidad TV



A continuación, se muestran los diagramas trifilares correspondientes a la medición de potencia neta de las unidades TG y TV.

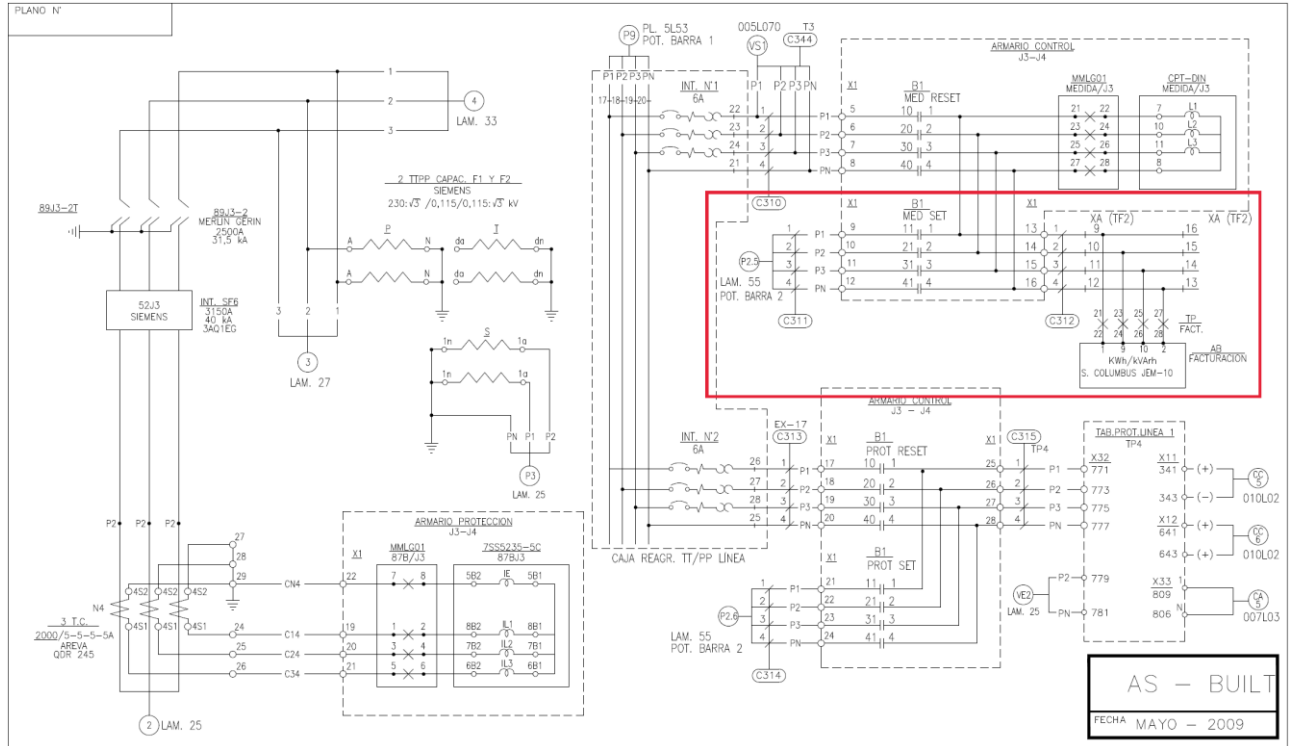


Figura 9.22 – Puntos de medición para medidor de Potencia Neta (Paño J3)

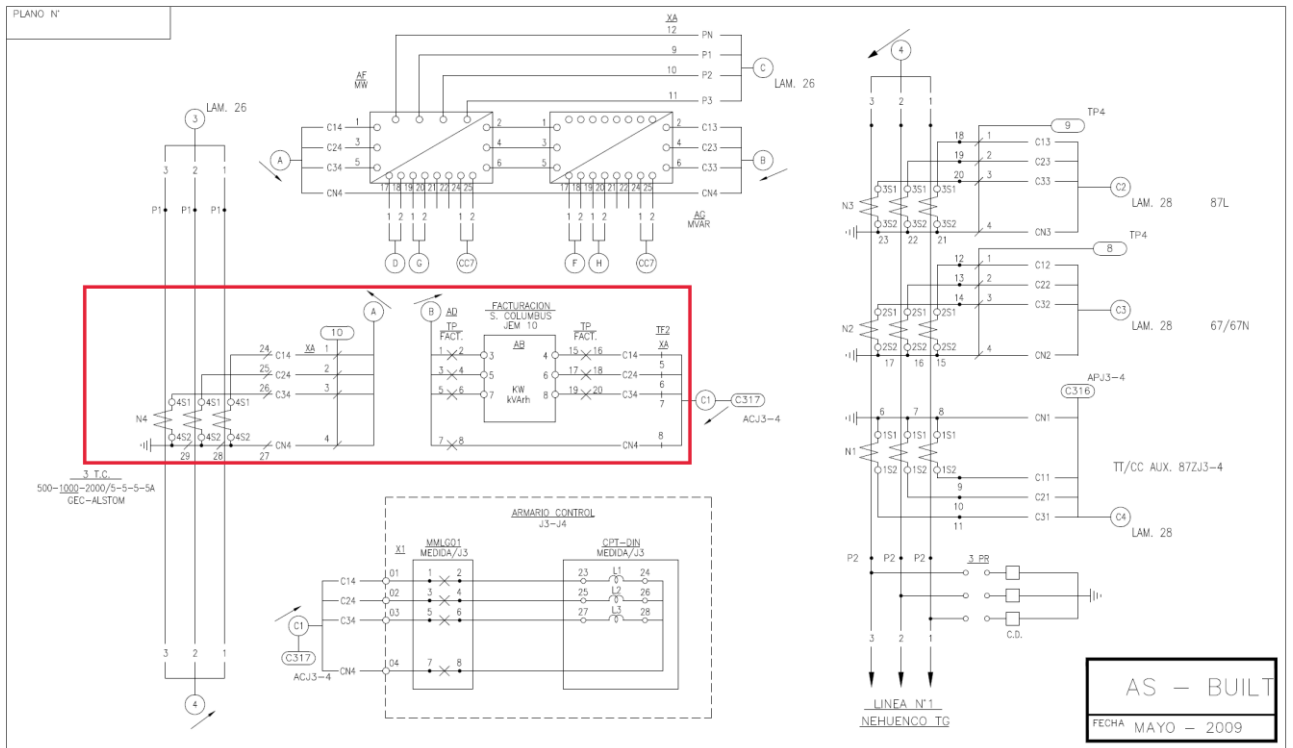


Figura 9.23 – Puntos de medición para medidor de Potencia Neta (Paño J3)

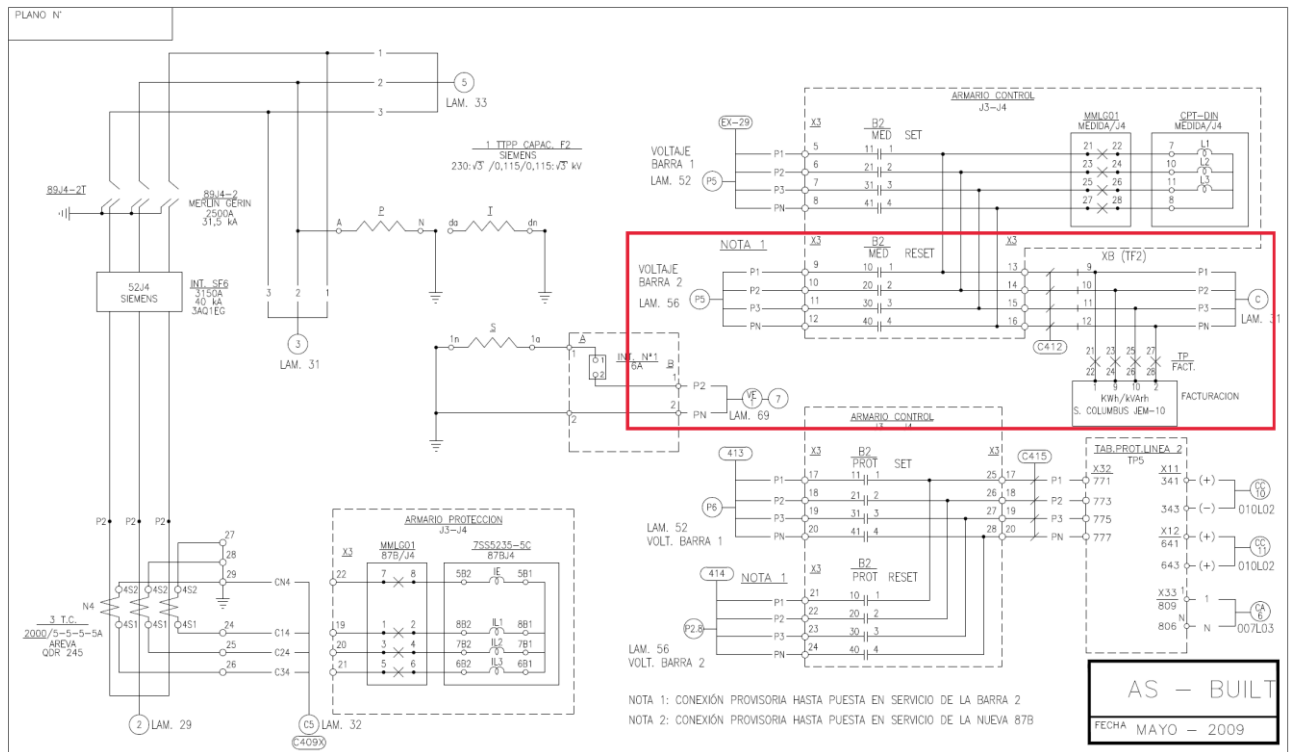


Figura 9.24 – Puntos de medición para medidor de Potencia Neta (Paño J4)

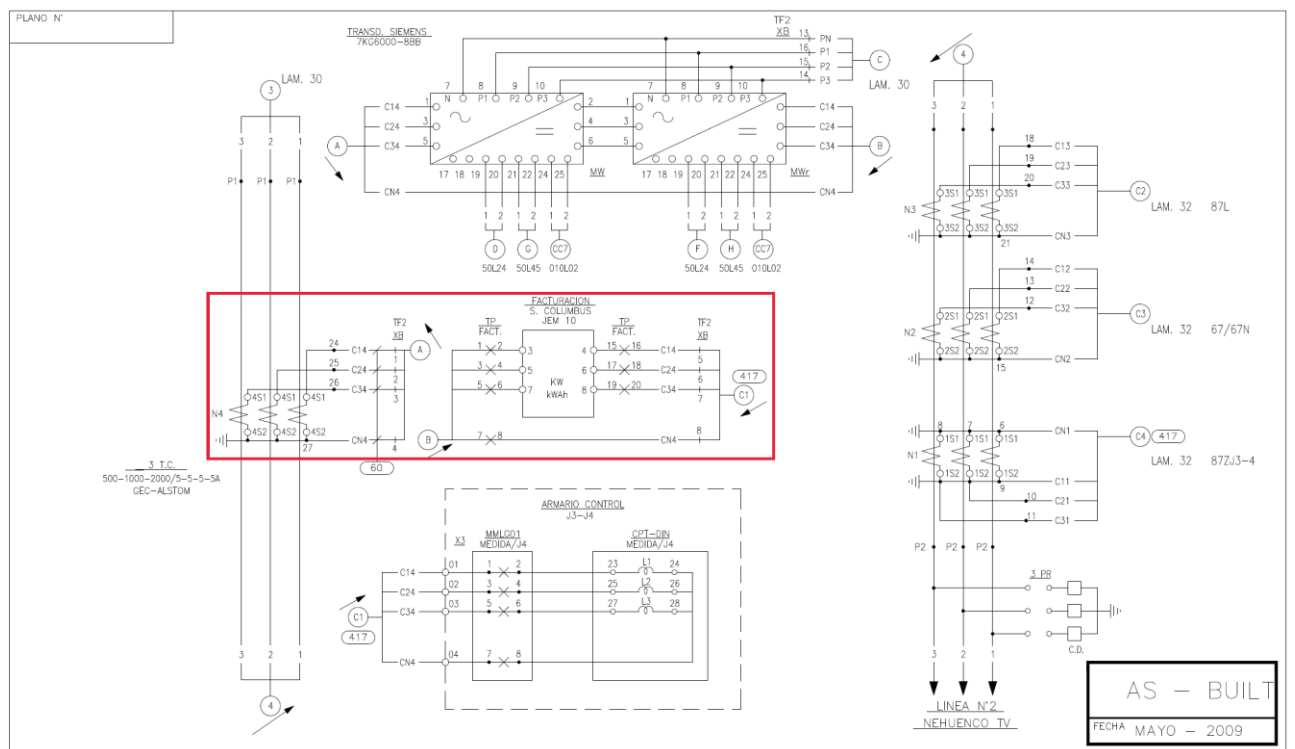


Figura 9.25 – Puntos de medición para medidor de Potencia Neta (Paño J4)



Finalmente se presentan los datos de placa de los transformadores de corriente y tensión respectivos. Cabe mencionar que dichos equipos son iguales en ambas unidades.

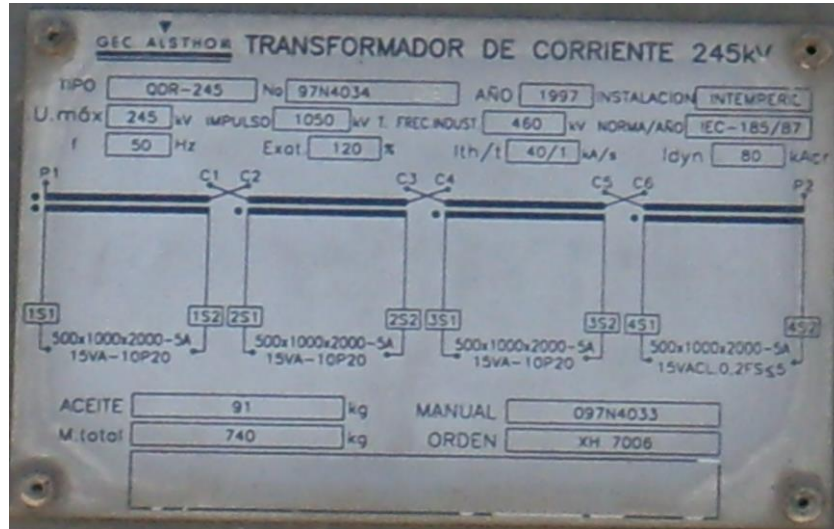


Figura 9.26 – Datos de placa del transformador de corriente para medición de Potencia neta

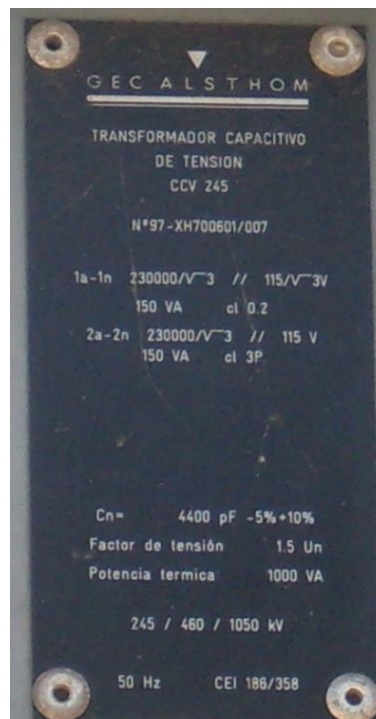


Figura 9.27 – Datos de placa del transformador de tensión para medición de Potencia neta



9.2.3 Temperatura ambiente y Humedad relativa

Para medición de las variables meteorológicas el Coordinado cuenta en su instalación permanente con un equipo marca VAISALA PTU303 (N° Serie: R4230157) el cual reporta sus medidas al sistema DCS de planta.



Figura 9.28 – Disposición del medidor de variables atmosféricas



9.3 Instrumentos de medición

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

9.3.1 Potencia bruta/FP

El Coordinado ha contratado a un proveedor externo el servicio de medición de potencia bruta y factor de potencia, en concordancia a lo estipulado en el Artículo 31 del anexo técnico.

Se adjuntan los certificados de calibración de los equipos externos instalados por Tecnored S.A.

FT-LAB-7.8c

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

FOLIO: 504886

ANTECEDENTES DEL CLIENTE						RESULTADOS DE LA COMPONENTE ACTIVA							
Nº / Fecha de Solicitud : Correo						ACTIVA							
Fecha Calibración : 30-10-2020						Componente Activa Directa			Componente Activa Reversa				
Medidor : ION 8600						N	Fase	Cte. %	Factor	Error (%)	Límite Norma (%)	Error (%)	Límite Norma (%)
Cliente : Tecnored S.A.						1	123	100	1	-0.078	± 0.2	-0.072	± 0.2
Instalación :						2	123	100	0.5	-0.087	± 0.3	-0.063	± 0.3
Subestación :						3	123	10	1	-0.079	± 0.2	-0.071	± 0.2
						4	123	10	0.5	-0.075	± 0.3	-0.076	± 0.3
						5	1	100	1	-0.021	± 0.3	-0.099	± 0.3
						6	2	100	1	-0.068	± 0.3	-0.090	± 0.3
						7	3	100	1	-0.039	± 0.3	-0.015	± 0.3
						8	1	100	0.5	-0.076	± 0.4	-0.158	± 0.4
						9	2	100	0.5	-0.081	± 0.4	-0.002	± 0.4
						10	3	100	0.5	-0.048	± 0.4	-0.046	± 0.4

ANTECEDENTES DEL MEDIDOR						RESULTADOS DE LA COMPONENTE REACTIVA							
Marca : Schneider Electric						REACTIVA							
Modelo : 8650						Componente Reactiva Directa			Componente Reactiva Reversa				
Nº de Serie : PT-1012A395-01						N	Fase	Cte. %	Factor	Error (%)	Límite Norma (%)	Error (%)	Límite Norma (%)
Estado : N/A						1	123	100	1	-0.060	± 2.0	-0.033	± 2.0
Año Fabricación : 2008						2	123	100	0.5	-0.043	± 2.0	-0.014	± 2.0
Clase Exactitud (%) : 0.2						3	123	10	1	-0.077	± 2.0	-0.043	± 2.0
Constante Med. : 1						4	123	10	0.5	-0.068	± 2.0	0.010	± 2.0
						5	1	100	1	-0.049	± 3.0	-0.016	± 3.0
						6	2	100	1	-0.073	± 3.0	-0.053	± 3.0
						7	3	100	1	-0.032	± 3.0	-0.030	± 3.0
						8	1	100	0.5	-0.069	± 3.0	-0.057	± 3.0
						9	2	100	0.5	-0.095	± 3.0	-0.055	± 3.0
						10	3	100	0.5	-0.084	± 3.0	0.012	± 3.0

PATRÓN DE CALIBRACIÓN					
Marca : Clou					
Modelo : CB115					
Nº Serie : 20171801					
Clase de Exactitud : 0,05					
Trazabilidad : Laboratorio Tecnored					

CONDICIONES DE MEDIDA					
Lugar de Calibración : Laboratorio Tecnored					
Tipo de Medida : W, ESTRELLA/ACTIVO					
Tensión Aplicada : 63,5 (V)					
Corriente Nominal : 5 (A)					
Nº de Elementos : 3					
Método Calibración : Comparación Directa					
Frecuencia (Hz) : 50 (HZ)					
Temperatura (C°) : 22.5					
Humedad (%) : 45.2					
Calibrador : B. Santibañez					

OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES

Los errores encontrados cumplen con la Normativa Vigente IEC 62053-22 (ITEM 8.1). Tecnored S.A., declina toda responsabilidad por el uso indebido que se hicieran de este certificado. Este documento no puede ser reproducido en forma parcial.

Jaime Eduardo García Cólao
Jefe Área Certificación y Medidas

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

Figura 9.29 – Certificado de calibración medidor de Potencia bruta – Unidad TG



FT-LAB-7.8c



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

FOLIO: 504887

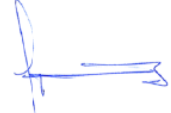
ANTECEDENTES DEL CLIENTE						RESULTADOS DE LA COMPONENTE ACTIVA							
Nº / Fecha de Solicitud	: Correo					N	Fase	Cte. %	Factor	Componente Activa Directa		Componente Activa Reversa	
Fecha Calibración	: 30-10-2020									Error (%)	Límite Norma (%)	Error (%)	Límite Norma (%)
Medidor	: ION 8600					1	123	100	1	-0.044	± 0.2	-0.027	± 0.2
Cliente	: Tecnored S.A.					2	123	100	0.5	-0.060	± 0.3	-0.037	± 0.3
Instalación	:					3	123	10	1	-0.052	± 0.2	-0.045	± 0.2
Subestación	:					4	123	10	0.5	-0.058	± 0.3	-0.067	± 0.3
ANTECEDENTES DEL MEDIDOR Marca : Schneider Electric Modelo : 8650 Nº de Serie : PT-1106B209-11 Estado : N/A Año Fabricación : 2008 Clase Exactitud (%) : 0.2 Constante Med. : 1						5	1	100	1	0.013	± 0.3	-0.049	± 0.3
						6	2	100	1	-0.018	± 0.3	-0.031	± 0.3
PATRON DE CALIBRACIÓN Marca : Clou Modelo : C13115 Nº Serie : 20171801 Clase de Exactitud : 0.05 Trazabilidad : Laboratorio Tecnored						7	3	100	1	-0.022	± 0.3	-0.007	± 0.3
						8	1	100	0.5	-0.047	± 0.4	-0.089	± 0.4
CONDICIONES DE MEDIDA Lugar de Calibración : Laboratorio Tecnored Tipo de Medida : W, ESTRELLA/ACTIVO Tensión Aplicada : 63,5 (V) Corriente Nominal : 5 (A) Nº de Elementos : 3 Método Calibración : Comparación Directa Frecuencia (Hz) : 50 (HZ) Temperatura (C°) : 22.5 Humedad (%) : 45.2 Calibrador : B. Santibañez						9	2	100	0.5	-0.042	± 0.4	0.037	± 0.4
						10	3	100	0.5	-0.029	± 0.4	-0.065	± 0.4
RESULTADOS DE LA COMPONENTE REACTIVA Componente Reactiva Directa Componente Reactiva Reversa						1	123	100	1	-0.068	± 2.0	-0.007	± 2.0
						2	123	100	0.5	-0.025	± 2.0	0.020	± 2.0
OBSERVACIONES Y CONCLUSIONES Los errores encontrados cumplen con la Normativa Vigente IEC 62053-22 (ITEM 8.1). Tecnored S.A., declara toda responsabilidad por el uso indebido que se hicieran de este certificado. Este documento no puede ser reproducido en forma parcial.						3	123	10	1	-0.059	± 2.0	-0.016	± 2.0
						4	123	10	0.5	-0.041	± 2.0	0.032	± 2.0
 Jaime Eduardo García Colina Jefe Área Certificación y Medidas						5	1	100	1	-0.015	± 3.0	0.018	± 3.0
						6	2	100	1	-0.014	± 3.0	-0.003	± 3.0
TECNORED S.A. Cerro El Plomo 3819 Barrio Industrial Curauma, Valparaíso Fono: 56-32-2452580 fax: 56-32-2452571 www.tecnored.cl ventas@tecnored.cl						7	3	100	1	-0.040	± 3.0	-0.013	± 3.0
						8	1	100	0.5	-0.020	± 3.0	-0.017	± 3.0
						9	2	100	0.5	-0.034	± 3.0	-0.005	± 3.0
						10	3	100	0.5	-0.065	± 3.0	0.032	± 3.0

Figura 9.30 – Certificado de calibración medidor de Potencia bruta – Unidad TV



9.3.2 Potencia neta

Se utilizará el medidor de facturación respectivo a cada unidad, los cuales cumplen con los requerimientos establecidos en el anexo técnico.

Los equipos han sido calibrados los días 30 de noviembre y 1 de diciembre y se incluyen a continuación los respectivos certificados.



CB202012000001

CERTIFICADO DE EXACTITUD DEL MEDIDOR

FECHA SERVICIO		30/11/2020		IDENTIFICACIÓN DEL MEDIDOR	
IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE					
Nombre		Colbún			
S/E o Central		S/E San Luis			
PATRÓN DE REFERENCIA					
Consola		MTE PTS 3.3C	N° Serie	37974	
Clase de Exactitud		+/- 0,05			
CONDICIONES DE LA MEDIDA					
Tipo de Medida		Estrella			
Tensión Aplicada		3 x 66,4 (115) [V] 50 [Hz]			
Corriente Nominal		3 x 5 (10) [A]			
RESULTADOS DE LA VERIFICACIÓN					
Componente Activa					
N°	Fase	Cte. [%]	Factor	Error [%]	Límite Norma [%]
1	123	100	1,0	-0,112	+/- 0,2
2	123	100	0,5	-0,122	+/- 0,3
3	123	10	1,0	-0,114	+/- 0,2
4	1	100	1,0	-0,119	+/- 0,3
5	2	100	1,0	-0,134	+/- 0,3
6	3	100	1,0	-0,115	+/- 0,3
7	1	100	0,5	-0,084	+/- 0,4
8	2	100	0,5	-0,14	+/- 0,4
9	3	100	0,5	-0,1	+/- 0,4
10	123	10	0,5	-0,103	+/- 0,3
Componente Reactiva					
N°	Fase	Cte. [%]	Factor	Error [%]	Límite Norma [%]
1	123	100	1,0	-0,120	+/- 2,0
2	123	100	0,5	-0,131	+/- 2,0
3	123	10	1,0	-0,125	+/- 2,0
4	1	100	1,0	-0,114	+/- 3,0
5	2	100	1,0	-0,103	+/- 3,0
6	3	100	1,0	-0,131	+/- 3,0
7	1	100	0,5	-0,122	+/- 3,0
8	2	100	0,5	-0,128	+/- 3,0
9	3	100	0,5	-0,112	+/- 3,0
10	123	10	0,5	-0,115	+/- 3,0
Cumple Clausula 8.1 Norma IEC 62053-22 Clase 0,2					
Cumple Clausula 8.1 Norma IEC 62053-23 Clase 2					
Energía en Display		Tipo de Display		Electronico	
CONCLUSIONES					
El medidor cumple con la cláusula 8.1 de la Norma IEC 62053-22 referente a los límites de error para su clase de exactitud, en la componente Activa.					
El medidor cumple con la cláusula 8.1 de la Norma IEC 62053-23 referente a los límites de error para su clase de exactitud, en la componente Reactiva.					

Página 1 de 2

Los resultados consignados se refieren exclusivamente a la muestra ensayada y CAM Chile S.p.a. declina toda responsabilidad por el uso indebido que se hiciere del presente Certificado.

Figura 9.31 – Antecedentes técnicos de medidor de Potencia Neta – Unidad TG



CB202012000002

CERTIFICADO DE EXACTITUD DEL MEDIDOR

FECHA SERVICIO		01/12/2020		IDENTIFICACIÓN DEL MEDIDOR	
IDENTIFICACIÓN DEL CLIENTE				Marca	
Nombre		Colbún		Tipo	
S/E o Central		S/E San Luis		Número de Serie	
PATRÓN DE REFERENCIA				Ubicación	
Consola		MTE PTS 3.3C		Clase de Exactitud	
N° Serie		37974		Estado	
Clase de Exactitud		+/- 0,05		Activo	
CONDICIONES DE LA MEDIDA					
Tipo de Medida		Estrella		Constante Medidor	
Tensión Aplicada		3 x 66,4 (115) [V] 50 [Hz]		Temperatura	
Corriente Nominal		3 x 5 (10) [A]		N° de Elementos	
RESULTADOS DE LA VERIFICACIÓN				Conexión	
Componente Activa				Componente Reactiva	
N°	Fase	Cte. [%]	Factor	Error [%]	Límite Norma [%]
1	123	100	1,0	-0,084	+/- 0,2
2	123	100	0,5	-0,074	+/- 0,3
3	123	10	1,0	-0,085	+/- 0,2
4	1	100	1,0	-0,074	+/- 0,3
5	2	100	1,0	-0,085	+/- 0,3
6	3	100	1,0	-0,095	+/- 0,3
7	1	100	0,5	-0,05	+/- 0,4
8	2	100	0,5	-0,08	+/- 0,4
9	3	100	0,5	-0,055	+/- 0,4
10	123	10	0,5	-0,06	+/- 0,3
1	123	100	1,0	-0,07	+/- 2,0
2	123	100	0,5	-0,083	+/- 2,0
3	123	10	1,0	-0,09	+/- 2,0
4	1	100	1,0	-0,104	+/- 3,0
5	2	100	1,0	-0,05	+/- 3,0
6	3	100	1,0	-0,115	+/- 3,0
7	1	100	0,5	-0,08	+/- 3,0
8	2	100	0,5	-0,075	+/- 3,0
9	3	100	0,5	-0,1	+/- 3,0
10	123	10	0,5	-0,09	+/- 3,0
Cumple Clausula 8.1 Norma IEC 62053-22 Clase 0,2				Cumple Clausula 8.1 Norma IEC 62053-23 Clase 2	
Energía en Display		Tipo de Display		Electronico	
CONCLUSIONES					
El medidor cumple con la cláusula 8.1 de la Norma IEC 62053-22 referente a los límites de error para su clase de exactitud, en la componente Activa.					
El medidor cumple con la cláusula 8.1 de la Norma IEC 62053-23 referente a los límites de error para su clase de exactitud, en la componente Reactiva.					

Página 1 de 2

Los resultados consignados se refieren exclusivamente a la muestra ensayada y CAM Chile S.p.a. declina toda responsabilidad por el uso indebido que se hiciere del presente Certificado.

Figura 9.32 – Antecedentes técnicos de medidor de Potencia Neta – Unidad TV



9.3.3 Temperatura ambiente y Humedad relativa

Para medición de temperatura ambiente y humedad relativa del aire el Coordinado cuenta en su instalación permanente con un equipo marca VAISALA PTU303 (N° Serie: R4230157) el cual reporta sus medidas al sistema DCS de planta.

Se incluyen a continuación los certificados de calibración.



VAISALA

Vaisala is ISO 9001, ISO 14001 and
AQAP 2110 certified company.

CALIBRATION CERTIFICATE

This certificate may only be reproduced in full, except with
the prior written permission by the issuing laboratory

Certificate Number:

HEL194240032



Instrument: Pressure, Humidity and Temperature Transmitter PTU303
Order code: PTU300 31B01B1BCPF1A0B1BCD0B0A
Serial Number: R4230157
Manufacturer: Vaisala Oyj, Finland
Calibration date: 2019-10-16

Approved by:

Digitally signed by EVL
Date: 2019.10.17 06:44:16 +03:00
Reason: Calibration responsible
Location: Vaisala Oyj, Finland

The analog outputs of the instrument were calibrated by using working standards of the manufacturer. The outputs were forced by digital input to three output values. The observed values were determined by measuring the voltage over a calibrated precision resistor.

The reported expanded uncertainty of measurement is stated as the standard uncertainty of measurement multiplied by the coverage factor $k = 2$, which for a normal distribution corresponds to a coverage probability of approximately 95 %. The measurement results are traceable to the international system of units (SI) through national metrology institutes (NIST USA, MIKES Finland, or equivalent) or via ISO/IEC 17025 accredited calibration laboratories.

Analog output channel 1 calibration results

Channel 1 scaling: RH 0...100 %RH

Output forced to mA	Observed output mA	Difference mA	Acceptance limit mA	Pass/Fail
+5.600	+5.600	0.000	± 0.010	Pass
+12.000	+12.001	+0.001	± 0.010	Pass
+18.400	+18.401	+0.001	± 0.010	Pass

Analog output channel 2 calibration results

Channel 2 scaling: T -20...60 °C

Output forced to mA	Observed output mA	Difference mA	Acceptance limit mA	Pass/Fail
+5.600	+5.600	0.000	± 0.010	Pass
+12.000	+12.001	+0.001	± 0.010	Pass
+18.400	+18.402	+0.002	± 0.010	Pass

Analog output channel 3 calibration results

Channel 3 scaling: P 500...1100 hPa

Output forced to mA	Observed output mA	Difference mA	Acceptance limit mA	Pass/Fail
+5.600	+5.599	-0.001	± 0.010	Pass
+12.000	+11.999	-0.001	± 0.010	Pass
+18.400	+18.400	0.000	± 0.010	Pass

Reference equipment used in calibration

Type	Identity Number	Certificate Number	Calibration Date
HP34970A	16707	1250-307098795	2018-12-03
Shunt Cable	ES 12668	C01366	2019-04-26

Calibration uncertainties (k=2, ~95% confidence level):

Current ± 0.00175 mA

Ambient conditions:

Humidity [%RH] Temperature [°C] Pressure [hPa]
32 $\pm$ 4 23 $\pm$ 2 1011 $\pm$ 20

Vaisala Oyj | PO Box 26, FI-00421 Helsinki, Finland
Phone +358 9 894 91 | Fax +358 9 8949 2227
Email helpdesk@vaisala.com | www.vaisala.com
Domicile Vantaa, Finland | VAT FI01244162 | Business ID 0124416-2

Page 1 of 1

Figura 9.33 – Certificado de calibración



VAISALA

Vaisala is ISO 9001, ISO 14001 and
AQAP 2110 certified company.

CALIBRATION CERTIFICATE

This certificate may only be reproduced in full, except with
the prior written permission by the issuing laboratory

Certificate Number:

HEL194240033



Instrument: Pressure, Humidity and Temperature Transmitter PTU303
Order Code: PTU300 31B01B1BCPF1A0B1BCD0BCA
Serial Number: R4230157
Manufacturer: Vaisala Oyj, Finland
Calibration Date: 2019-10-16

Approved by:

Digitally signed by EVL
Date: 2019.10.17 06:44:33 +03:00
Reason: Calibration responsible
Location: Vaisala Oyj, Finland

The humidity sensor of the instrument was calibrated by comparing the instrument's humidity reading to a generated reference humidity reading. The reference humidity reading was calculated based on two-pressure humidity generation principle, using the measurement results of saturator pressure and temperature and calibration chamber pressure and temperature.

The temperature sensor(s) of the instrument was calibrated by comparing the instrument's temperature readings to a reference thermometer.

The reported expanded uncertainty of measurement is stated as the standard uncertainty of measurement multiplied by the coverage factor $k = 2$, which for a normal distribution corresponds to a coverage probability of approximately 95 %. The measurement results are traceable to the international system of units (SI) through national metrology institutes (NIST USA, MIKES Finland, or equivalent) or via ISO/IEC 17025 accredited calibration laboratories.

Humidity calibration results

Reference Humidity [%RH]	Reference Temperature [°C]	Observed Humidity [%RH]	Observed Temperature [°C]	Humidity Error [%RH]	Acceptance Limit [%RH]	Pass/Fail
15.0	22.72	14.8	22.72	-0.2	±1.0	Pass
33.0	22.72	32.7	22.72	-0.3	±1.0	Pass
54.0	22.72	53.9	22.72	-0.1	±1.0	Pass
75.1	22.72	75.1	22.72	0.0	±1.0	Pass
94.7	22.72	94.8	22.73	0.1	±1.7	Pass

Temperature calibration results

Reference Temperature [°C]	Observed Temperature [°C]	Error [°C]	Acceptance Limit [°C]	Pass/Fail
22.72	22.72	0.00	±0.10	Pass

Additional temperature probe calibration results

Reference Temperature [°C]	Observed Temperature [°C]	Error [°C]	Acceptance Limit [°C]	Pass/Fail
-	-	-	-	-

Reference equipment used in calibration

Type	Identity Number	Certificate Number	Calibration Date	Calibration Due Date
PTU307	18173	K008-C00455	2019-02-07	2020-02-29
HMP307	17593	K008-B03180	2018-11-07	2019-11-30
GE Druck DPS 823B	16735	K008-C01498	2019-05-07	2019-11-30
AM1612	17592	K008-B03182	2018-11-07	2019-11-30
PXI-4070	17589	B03179	2018-11-07	2019-11-30

Calibration uncertainty ($k=2$, ~95% confidence level):

Humidity ± 0.6 %RH @ 0...40 %RH, ± 1.0 %RH @ 40...95 %RH
Temperature ± 0.10 °C

Ambient conditions:

Humidity [%RH] 31 $\pm$ 4 Temperature [°C] 24 $\pm$ 2 Pressure [hPa] 1010 $\pm$ 20

Figura 9.34 – Certificado de calibración



VAISALA

Vaisala is ISO 9001, ISO 14001 and
AQAP 2110 certified company.

CALIBRATION CERTIFICATE

This certificate may only be reproduced in full, except with
the prior written permission by the issuing laboratory

Certificate Number:

HEL194240036



Instrument: Pressure, Humidity and Temperature Transmitter PTU303
Pressure Range: 500-1120 hPa
Order Code: PTU303 31B01B1BCPF 1A0B1BCD0B0A
Serial Number: R4230157
Manufacturer: Vaisala Oyj, Finland
Calibration Date: 16th October 2019

Approved by:

Digitally signed by EVL
Date: 2019.10.17 06:59:38 +03:00
Reason: Calibration responsible
Location: Vaisala Oyj, Finland

The pressure reading of the instrument was calibrated by comparing the instrument's pressure reading to a reference pressure reading.

The reported expanded uncertainty of measurement is stated as the standard uncertainty of measurement multiplied by the coverage factor $k = 2$, which for a normal distribution corresponds to a coverage probability of approximately 95 %. The measurement results are traceable to the international system of units (SI) through national metrology institutes (NIST USA, MIKES Finland, or equivalent) or via ISO/IEC 17025 accredited calibration laboratories.

Pressure calibration results

Reference hPa	Observed hPa	Correction* hPa	Acceptance Limit hPa	Pass/Fail
500.02	500.01	0.01	± 0.05	Pass
550.01	550.01	0.00	± 0.05	Pass
650.03	650.03	0.00	± 0.05	Pass
750.00	750.00	0.00	± 0.05	Pass
849.98	849.98	0.00	± 0.05	Pass
949.96	949.96	0.00	± 0.05	Pass
1000.00	1000.00	0.00	± 0.05	Pass
1049.96	1049.96	0.00	± 0.05	Pass
1099.97	1099.97	0.00	± 0.05	Pass

*To obtain the true pressure, add the correction to the barometer reading.
Interpolated corrections may be used at intermediate readings of the scale of the barometer.

Reference equipment used in calibration

Type	Identity Number	Certificate Number	Calibration Date	Calibration Due Date
DHI PPC3	PA 12823	K008-C02743	2019-08-16	2020-08-31

Calibration uncertainty ($k=2$, ~95% confidence level):

Pressure ± 0.07 hPa

Ambient conditions:

Humidity [%RH] Temperature [°C] Pressure [hPa]
32 $\pm$ 5 22 $\pm$ 1 1007 $\pm$ 1

Figura 9.35 – Certificado de calibración



9.4 Curvas de corrección

La corrección por factor de potencia se realizará en ambas unidades utilizando la curva respectiva de pérdidas en el núcleo y cortocircuito. Cabe mencionar que la curva asociada a cada unidad es propia del generador y válida para todas las configuraciones consideradas en las pruebas de potencia máxima.

Job name	Nehuenco GTG	$S_N = 273,0$	MVA	P.F. = 0,85
Job No.	12-7831	$U_N = 15,75$	kV	$f_N = 50$ Hz
Generator type	TLRI 115/47	$I_N = 10,007$	kA	$n_N = 50$ s ⁻¹

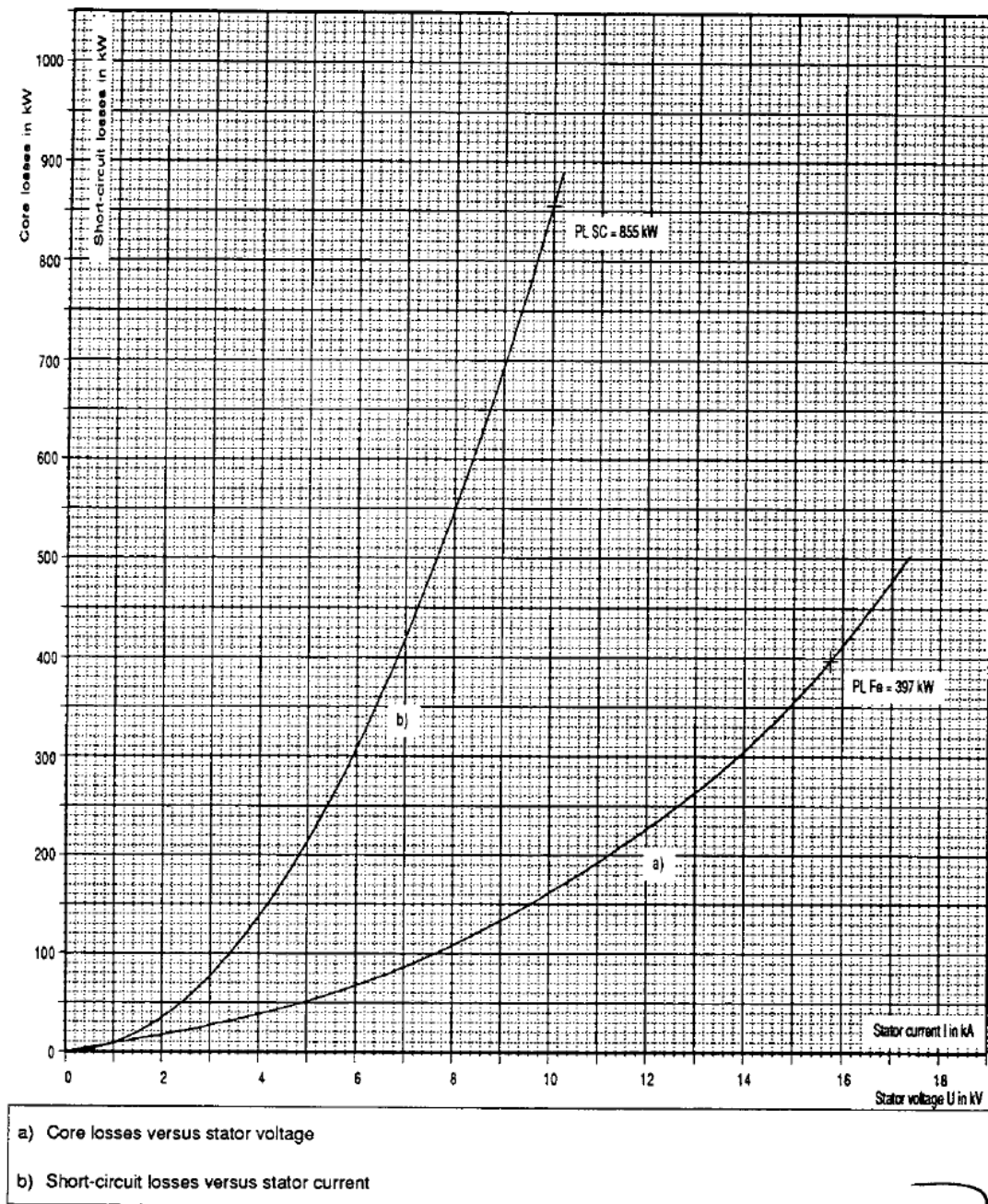
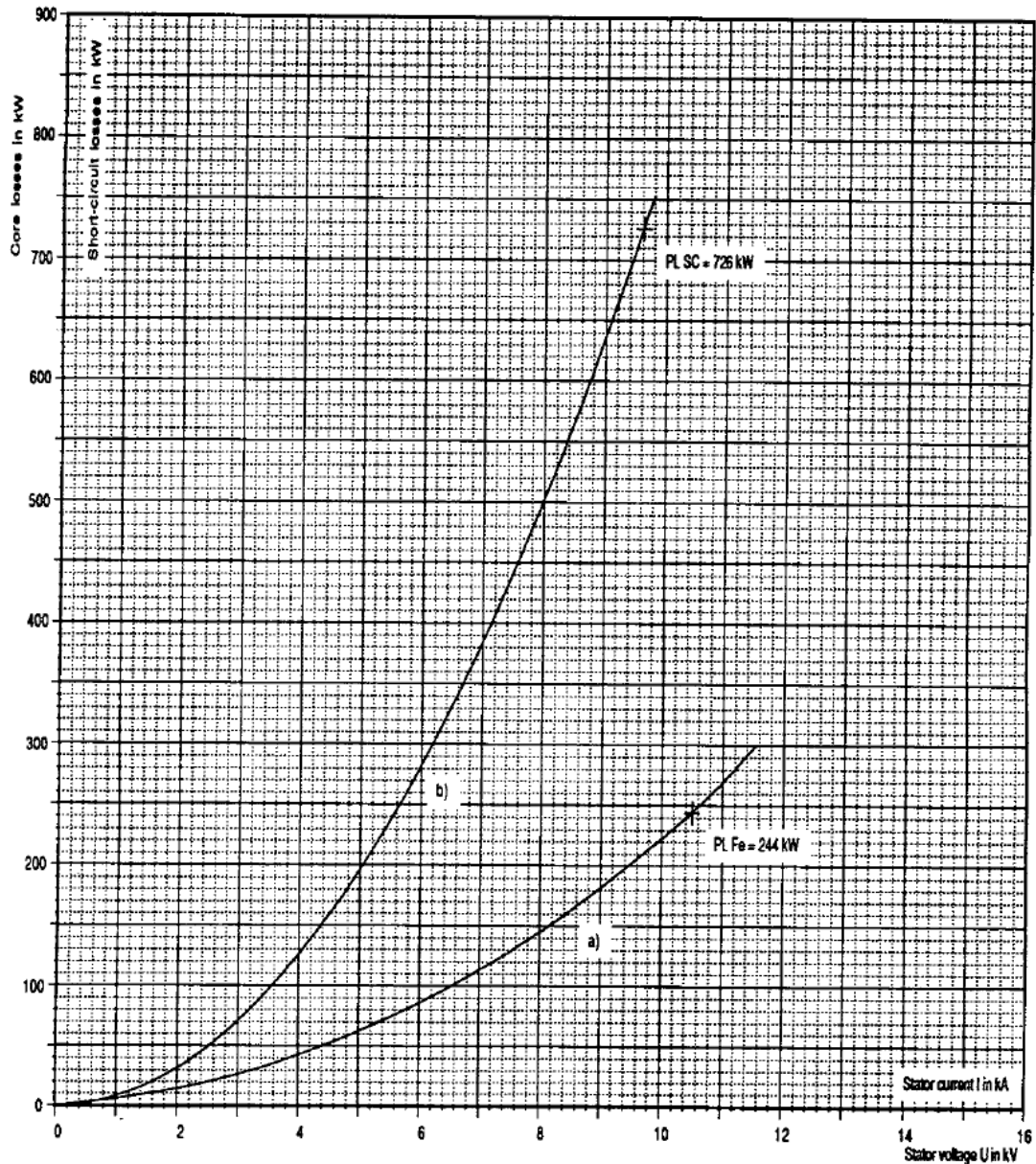


Figura 9.36 – Curva de pérdidas de núcleo y de cortocircuito – Unidad TG



Job name	Nehuenco STG	$S_N = 175,0$	MVA	P.F. = 0,85
Job No.	12-7693	$U_N = 10,50$	kV	$f_N = 50$ Hz
Generator type	TLRI 108/36	$I_N = 9,623$	kA	$n_N = 50$ s ⁻¹



- a) Core losses versus stator voltage
b) Short-circuit losses versus stator current

Figura 9.37 – Curva de pérdidas de núcleo y cortocircuito – Unidad TV



9.4.1 Configuraciones CA y CC con gas y diésel

- Corrección por temperatura ambiente:

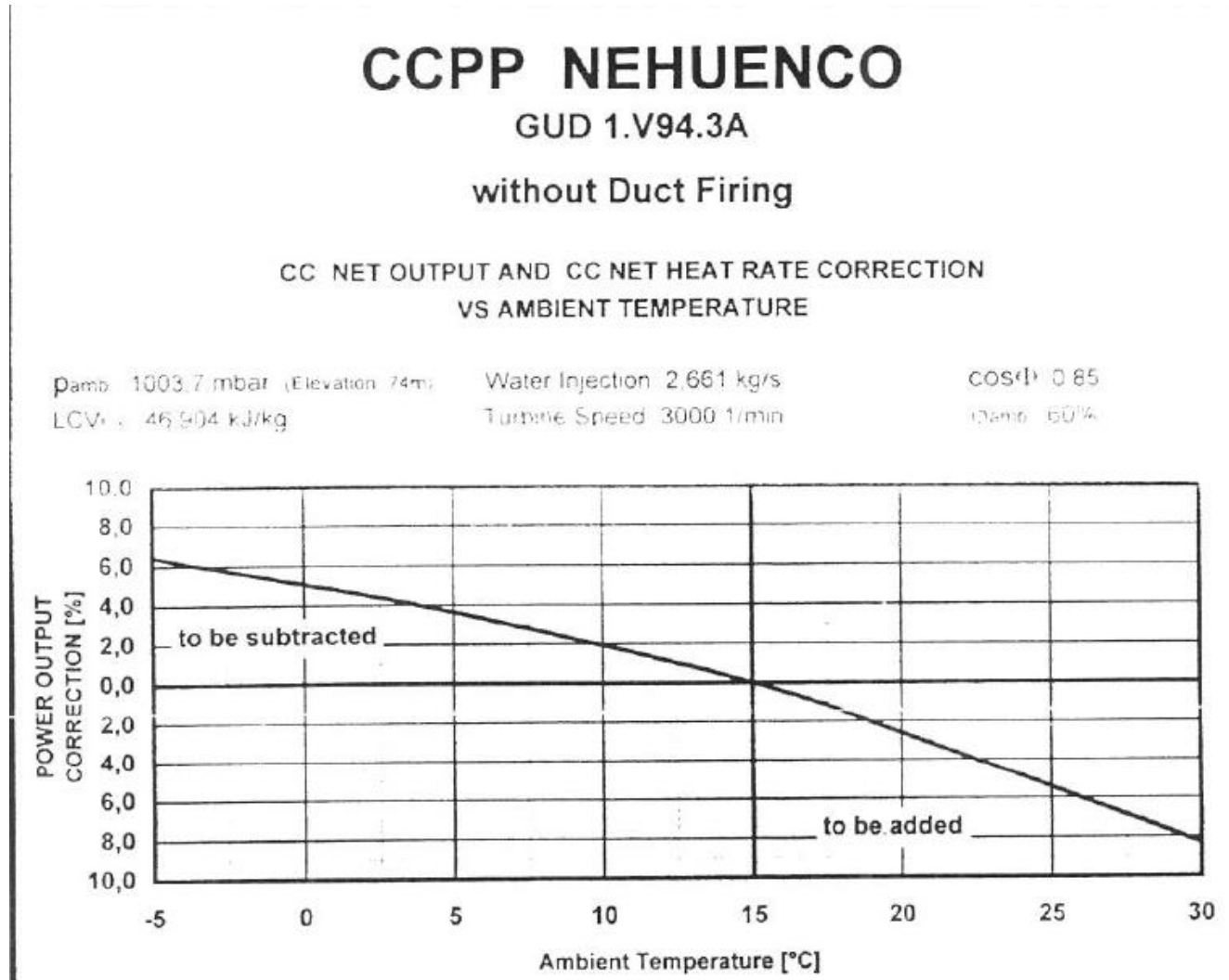


Figura 9.38 – Curva de corrección por temperatura ambiente para operación con gas y diésel – Configuraciones CA y CC



- Corrección por humedad relativa del aire:

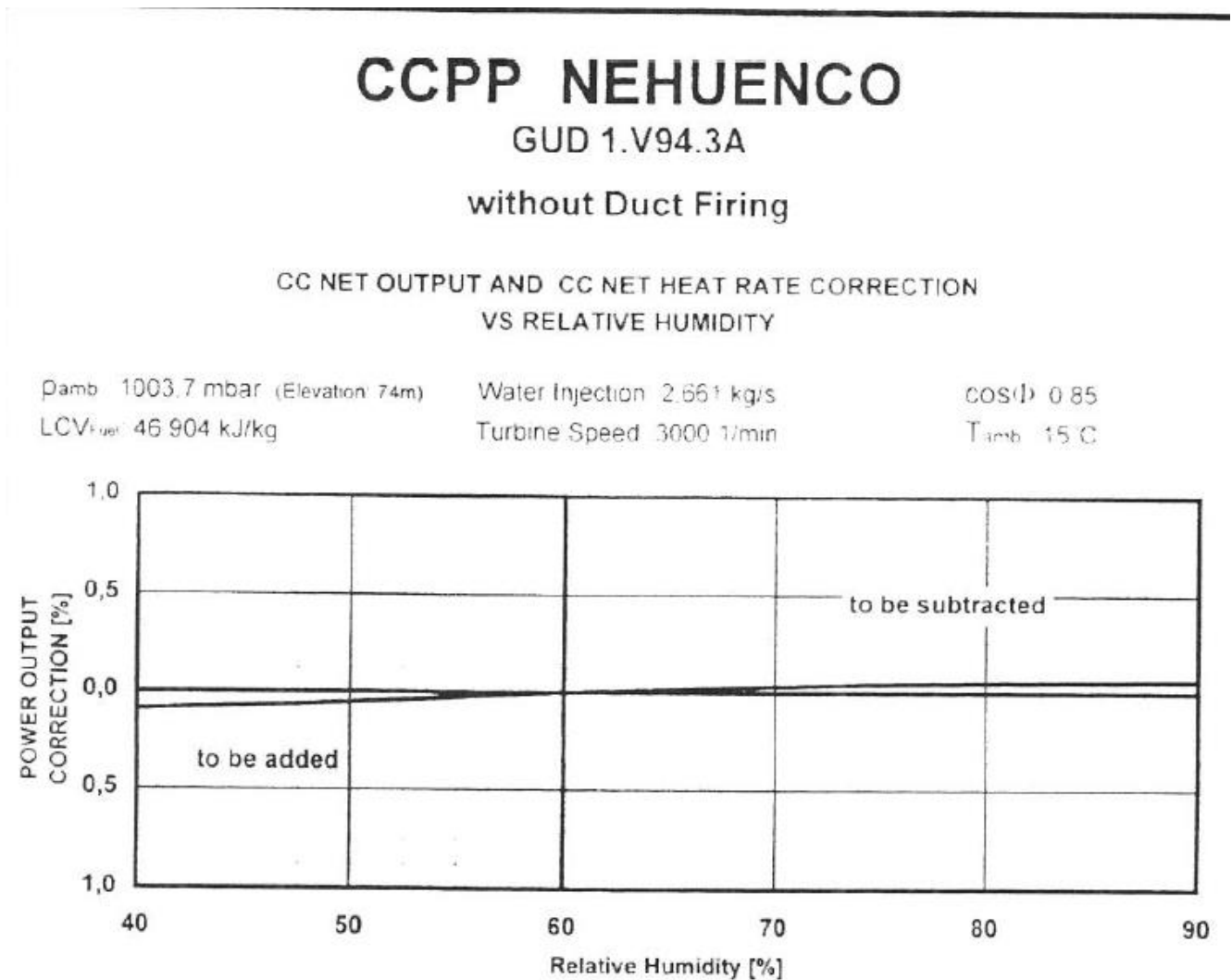


Figura 9.39 – Curva de corrección por humedad relativa del aire para operación con gas y diésel – Configuraciones CA y CC



9.4.2 Configuración CC + FA con gas

- Corrección por temperatura ambiente:

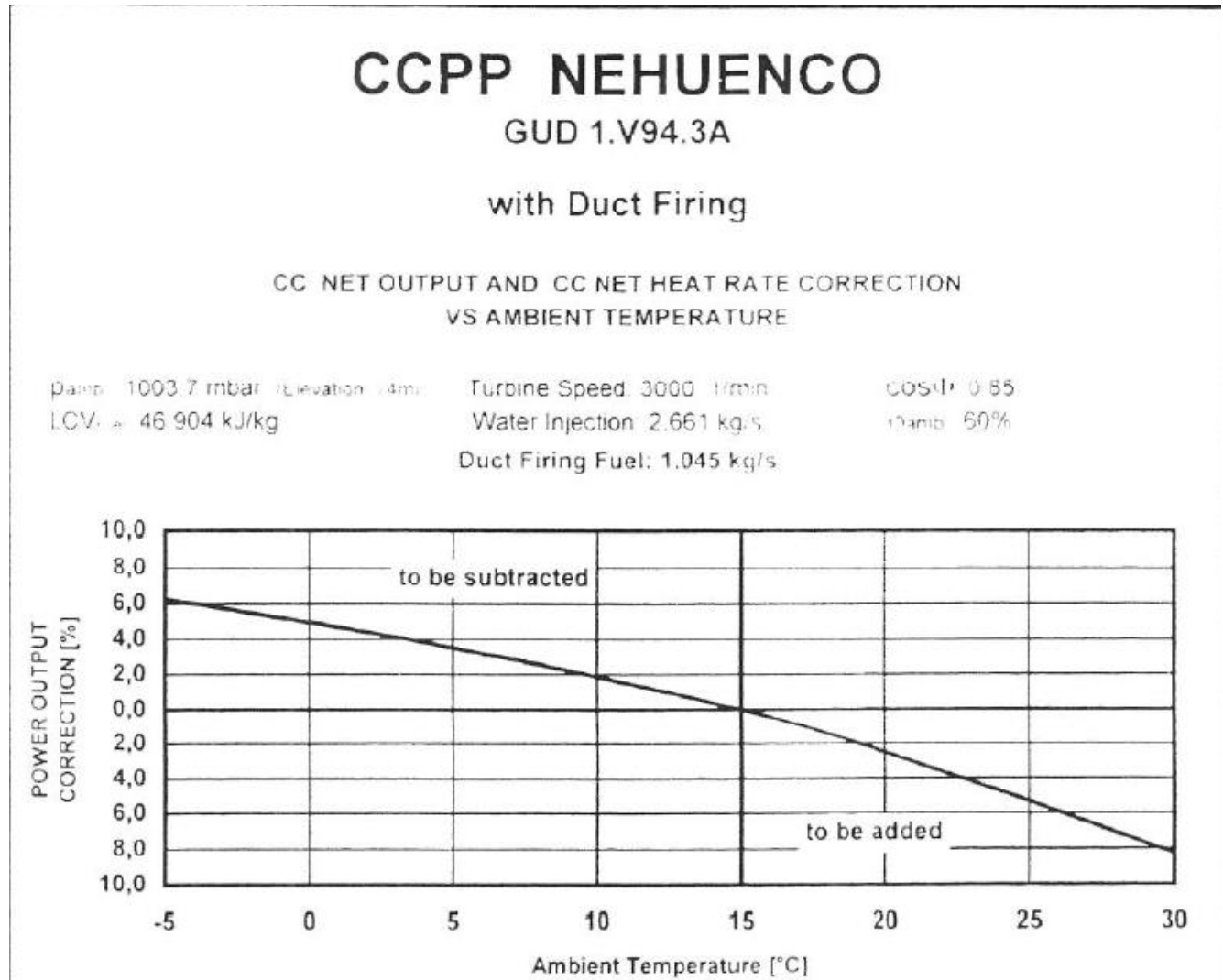


Figura 9.40 – Curva de corrección por temperatura ambiente para operación con gas – Configuración CC+FA



- Corrección por humedad relativa del aire:

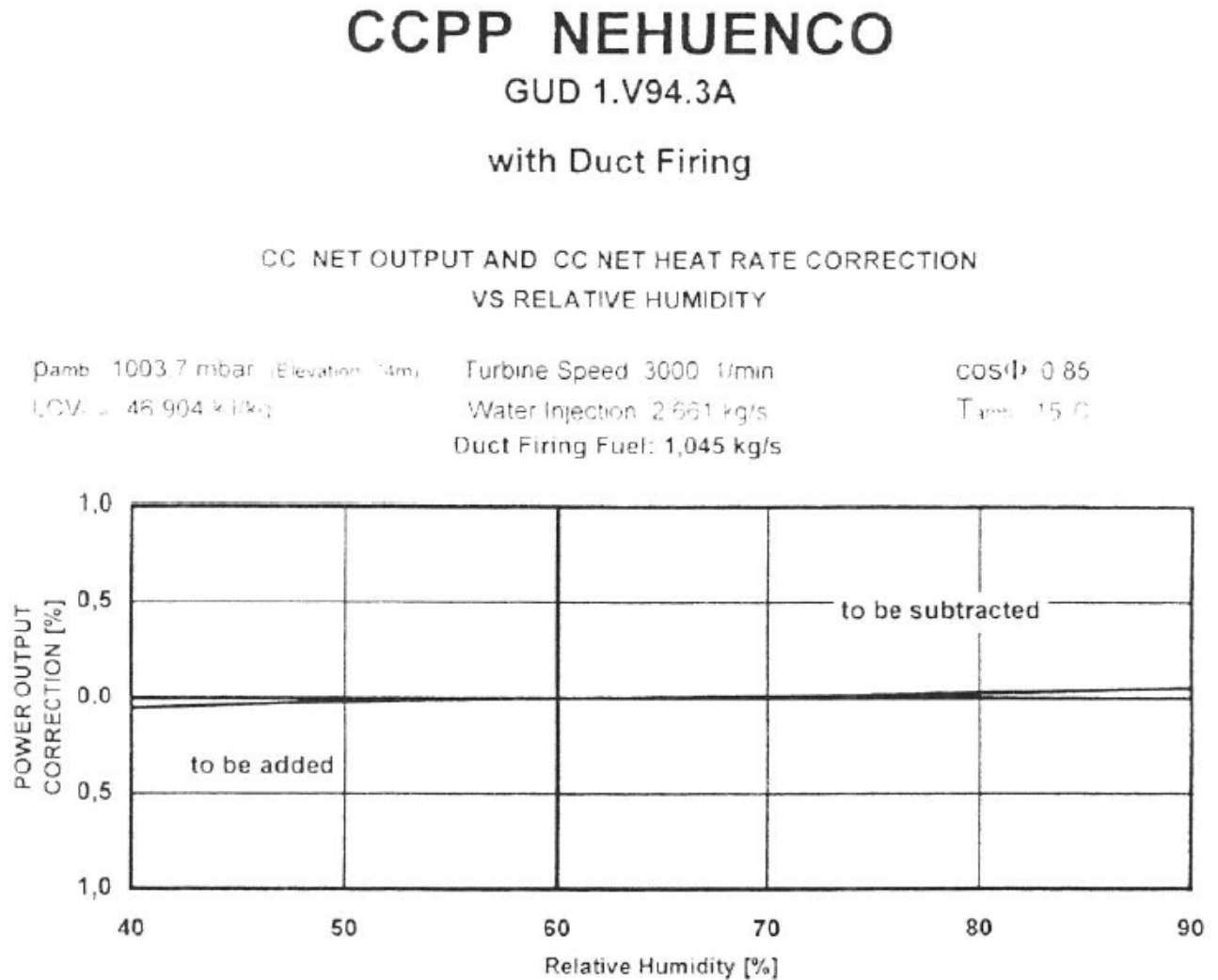


Figura 9.41 – Curva de corrección por humedad relativa del aire para operación con gas – Configuración CC+FA



9.5 Actas de ensayos

Se incluyen a continuación las actas de pruebas elaboradas al finalizar los ensayos en planta.

9.5.1 Configuración ciclo abierto con gas

ESTUDIOS ELECTRICOS  ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA	
---	--

ACTA DE ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

Fecha	6/ene/2021	Empresa	Colbún – CT Nehuenco 1
ID Proyecto	EE-2020-113	Ubicación	Quillota, Chile
Denominación Unidad	CA (TG)		

Datos unidad

Potencia aparente nominal [MVA]	273	Factor de potencia nominal	0.85
Tensión de estator nominal [kV]	15.75	Corriente de campo nominal [A]	1003
Potencia activa máxima [MW]	232 TG Gas	Tensión de campo nominal [V]	466
Corriente de estator nominal [kA]	10	Tipo de excitación	Estática

Responsables durante la prueba

Coordinado	Mitchel Zuñiga – Colbún SA Julian Larrea – Ingeniero Especialista – Colbún SA
Coordinador	Jorge Da Costa – Coordinador Eléctrico Nacional Eduardo Gonzalez – Coordinador Eléctrico Nacional
Experto técnico	Andrés Capalbo – Estudios Eléctricos Federico García – Estudios Eléctricos
Otros	-

Datos de la prueba

Configuración	Gas en Ciclo Abierto sin Fuegos Suplementarios (GNL CA)		
Estado previo de la unidad	En servicio	Sincronización unidades	N/A
Inicio del período de estabilización	08:10 hs	Fin del período de estabilización	08:30 Hs
Inicio del período de prueba	08:30 Hs	Fin del período de prueba	13:30 Hs
Protocolo aplicable	EE-EN-2020-1811 Rev D	Desvíos del protocolo	Sin desvíos.

Firmas Aclaración/Empresa	Mitchel Zuñiga	Andrés Capalbo	
-------------------------------------	----------------	----------------	--

www.estudios-electricos.com



ESTUDIOS ELECTRICOS
ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

Instrumental TG

Magnitud	Descripción de equipos y punto de conexión
Potencia Neta	ION 7650 – N° Serie: PJ-0911A504-02. Equipo de medición (facturación) de planta utilizando TC y TP clase 0.2
Potencia Bruta y FP	ION 8650 – N° Serie: PT-1106B209-11. Equipo de instalación temporal propiedad de Tecnored S.A. utilizando TP y TC clase 0.2
Potencia SSAA	No se mide.
Temperatura aire de entrada al compresor	VAISALA PTU303 – N° Serie: R4230157. Estación meteorológica de instalación permanente en planta.
Humedad	VAISALA PTU303 – N° Serie: R4230157. Estación meteorológica de instalación permanente en planta.

Valores preliminares

La potencia bruta tuvo los siguientes valores promedio sin corrección durante el desarrollo de las pruebas.

Período	1	2	3	4	5
P.Bruta TG [MW]	217	216	214	210	208

Firmas Aclaración/Empresa			
	Mitchel Zuñiga	Andrés Capalbo	

www.estudios-electricos.com



ESTUDIOS ELECTRICOS
ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

Observaciones

Desvíos del protocolo: No se registraron desvíos.

Desarrollo de la prueba: Esta prueba se realiza a continuación de la prueba de potencia máxima en CC con fuegos complementarios. Finalizada la prueba en CC con fuegos complementarios, se comienzan a realizar las maniobras operativas para preparar la configuración de la unidad TG a Ciclo Abierto. A partir de las 06:00hs se procede a apagar los fuegos. A las 08:00hs se realiza la maniobra de sacar a la unidad TV sin modificar el despacho de la unidad TG, la cual se encuentra en Carga Base limitada por el control por temperatura.

A las 08:10hs se realiza el cierre del diverter damper e inicia el período de estabilización para iniciar la medición a la 08:30hs.

Valen los comentarios de la prueba anterior respecto de que personal de Colbún aumenta el valor de la banda muerta según indicaciones de Siemens para insensibilizar la unidad frente a eventuales fluctuaciones de frecuencia del sistema. Por otra parte, se realiza el intento de conmutar a modo FP en control local a pie de AVR, sin éxito. En consecuencia, la prueba se realiza en modo control de tensión habiendo ajustado el FP de ambas unidades de 0.95. Se recomienda a los operadores especial atención a mantener este valor estable.

La unidad logra controlar en forma estable su potencia en bornes desde el inicio hasta el fin de la prueba. En total se registraron 5 Hs en condiciones de potencia máxima.

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

Comentarios:

Valen los mismos comentarios de la prueba anterior:

Previo al inicio de las pruebas se verificó la instalación de los medidores externos (Tecnoled) y se observó que los equipos están intercambiados respecto a lo escrito en el procedimiento. Es decir, el número de serie del equipo instalado en la TG corresponde al previsto para la TV y viceversa. Siendo equipos similares se entiende que este cambio no afecta a los objetivos de la prueba.

Se verificó correcta tasa de muestreo de todos los medidores. La sincronización horaria se realizó utilizando como referencia el movimiento de reactivo realizado para llevar el FP a 0.95 y la sincronización con la red de las unidades. Resultó que todos los medidores están en el rango de 1 min uno del otro.

Colbún entregó la totalidad de los registros digitales de esta prueba. La entrega se compone de tres fuentes de archivos distintas: medición de Pneta, medición de Pbruta, y sistema de planta. Adicionalmente, entregó el análisis cromatográfico del combustible utilizado para ser anexado al informe final.

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.

Firmas Aclaración/Empresa	Mitchel Zuñiga	Andrés Capalbo	
---	-----------------------	-----------------------	--

www.estudios-electricos.com



9.5.2 Configuración ciclo cerrado con gas



ACTA DE ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

Fecha	5/ene/2021	Empresa	Colbún - CT Nehuenco 1
ID Proyecto	EE-2020-113	Ubicación	Quillota, Chile
Denominación Unidad	CC (TG+TV)		

Datos unidad

Potencia aparente nominal [MVA]	273 - 175	Factor de potencia nominal	0.85
Tensión de estator nominal [kV]	15.75 - 10.5	Corriente de campo nominal [A]	1003 - 950
Potencia activa máxima [MW]	351.2 Ciclo Gas	Tensión de campo nominal [V]	466 - 418
Corriente de estator nominal [kA]	10 - 9.6	Tipo de excitación	Estática

Responsables durante la prueba

Coordinado	Mitchel Zuñiga - Colbún SA Julian Larrea - Ingeniero Especialista - Colbún SA
Coordinador	Jorge Da Costa - Coordinador Eléctrico Nacional Eduardo Gonzalez - Coordinador Eléctrico Nacional
Experto técnico	Andrés Capalbo - Estudios Eléctricos Federico García - Estudios Eléctricos
Otros	-

Datos de la prueba

Configuración	Gas en Ciclo Combinado sin Fuegos Suplementarios (GNL CC)		
Estado previo de la unidad	Detenida	Sincronización unidades	11:50 hs (TG) 16:11 hs (TV)
Inicio del período de estabilización	16:53 hs	Fin del período de estabilización	18:45 Hs
Inicio del período de prueba	19:00 Hs	Fin del período de prueba	00:00 Hs
Protocolo aplicable	EE-EN-2020-1811 Rev D	Desvíos del protocolo	Sin desvíos.

Firmas Aclaración/Empresa	Mitchel Zuñiga	Andrés Capalbo	
-------------------------------------	----------------	----------------	--

www.estudios-electricos.com



ESTUDIOS ELÉCTRICOS
ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

Instrumental TG

Magnitud	Descripción de equipos y punto de conexión
Potencia Neta	ION 7650 – N° Serie: PJ-0911A504-02. Equipo de medición (facturación) de planta utilizando TC y TP clase 0.2
Potencia Bruta y FP	ION 8650 – N° Serie: PT-1106B209-11. Equipo de instalación temporal propiedad de Tecnoled S.A. utilizando TP y TC clase 0.2
Potencia SSAA	No se mide.
Temperatura aire de entrada al compresor	VAISALA PTU303 – N° Serie: R4230157. Estación meteorológica de instalación permanente en planta.
Humedad	VAISALA PTU303 – N° Serie: R4230157. Estación meteorológica de instalación permanente en planta.

Instrumental TV

Magnitud	Descripción de equipos y punto de conexión
Potencia Neta	ION 7650 – N° Serie: PJ-0911A481-02. Equipo de medición (facturación) de planta utilizando TC y TP clase 0.2
Potencia Bruta y FP	ION 8650 – N° Serie: PT-1012A395-01. Equipo de instalación temporal propiedad de Tecnoled S.A. utilizando TP y TC clase 0.2
Potencia SSAA	No se mide.
Temperatura aire de entrada al compresor	Ídem TG
Humedad	Ídem TG

Valores preliminares

La potencia bruta tuvo los siguientes valores promedio sin corrección durante el desarrollo de las pruebas.

Período	1	2	3	4	5
P.Bruta TG [MW]	209	211	213	213	213
P.Bruta TV [MW]	112	113	113	113	113

Firmas Aclaración/Empresa			
	Mitchel Zuñiga	Andrés Capalbo	

www.estudios-electricos.com



ESTUDIOS ELECTRICOS
ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

Observaciones

Desvíos del protocolo: No se registraron desvíos.

Desarrollo de la prueba: Las unidades se encontraban detenidas previo al inicio de las pruebas, se programa la partida en frío de la planta iniciando con la unidad TG a las 11hs. Parten ambas unidades alcanzando la estabilización del ciclo aproximadamente a las 18:45hs.

Personal de Colbún aumenta el valor de la banda muerta según indicaciones de Siemens para insensibilizar la unidad frente a eventuales fluctuaciones de frecuencia del sistema. Por otra parte, se realiza el intento de conmutar a modo FP en control local a pie de AVR, sin éxito. En consecuencia, la prueba se realiza en modo control de tensión habiendo ajustado el FP de ambas unidades de 0.95. Se recomienda a los operadores especial atención a mantener este valor estable.

La unidad logra controlar en forma estable su potencia en bornes desde el inicio hasta el fin de la prueba. En total se registraron 5 Hs en condiciones de potencia máxima.

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

Comentarios:

Previo al inicio de las pruebas se verificó la instalación de los medidores externos (Tecnoled) y se observó que los equipos están intercambiados respecto a lo escrito en el procedimiento. Es decir, el número de serie del equipo instalado en la TG corresponde al previsto para la TV y viceversa. Siendo equipos similares se entiende que este cambio no afecta a los objetivos de la prueba.

Se verificó correcta tasa de muestreo de todos los medidores. La sincronización horaria se realizó utilizando como referencia el movimiento de reactivo realizado para llevar el FP a 0.95 y la sincronización con la red de las unidades. Resultó que todos los medidores están en el rango de 1 min uno del otro.

Colbún entregó la totalidad de los registros digitales de esta prueba. La entrega se compone de tres fuentes de archivos distintas: medición de Pneta, medición de Pbruta, y sistema de planta. Adicionalmente, entregó el análisis cromatográfico del combustible utilizado para ser anexado al informe final.

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.

Firmas Aclaración/Empresa			
	Mitchel Zuñiga	Andrés Capalbo	

www.estudios-electricos.com



9.5.3 Configuración ciclo cerrado + fuegos adicionales con gas

ESTUDIOS ELÉCTRICOS
ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

ACTA DE ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

Fecha	6/ene/2021	Empresa	Colbún – CT Nehuenco 1
ID Proyecto	EE-2020-113	Ubicación	Quillota, Chile
Denominación Unidad	CC (TG+TV)		

Datos unidad

Potencia aparente nominal [MVA]	273 - 175	Factor de potencia nominal	0.85
Tensión de estator nominal [kV]	15.75 - 10.5	Corriente de campo nominal [A]	1003 - 950
Potencia activa máxima [MW]	372 <i>Ciclo Gas+FS</i>	Tensión de campo nominal [V]	466 - 418
Corriente de estator nominal [kA]	10 - 9.6	Tipo de excitación	Estática

Responsables durante la prueba

Coordinado	Mitchel Zuñiga – Colbún SA Julian Larrea – Ingeniero Especialista – Colbún SA
Coordinador	Jorge Da Costa – Coordinador Eléctrico Nacional Eduardo Gonzalez – Coordinador Eléctrico Nacional
Experto técnico	Andrés Capalbo – Estudios Eléctricos Federico García – Estudios Eléctricos
Otros	-

Datos de la prueba

Configuración	Gas en Ciclo Combinado con Fuegos Suplementarios (GNL CC FS)		
Estado previo de la unidad	En servicio	Sincronización unidades	N/A
Inicio del período de estabilización	00:43 hs	Fin del período de estabilización	01:00 Hs
Inicio del período de prueba	01:00 Hs	Fin del período de prueba	06:00 Hs
Protocolo aplicable	EE-EN-2020-1811 Rev D	Desvíos del protocolo	Sin desvíos.

Firmas Aclaración/Empresa	 Mitchel Zuñiga	 Andrés Capalbo	
-------------------------------------	----------------------------	----------------------------	--

www.estudios-electricos.com



ESTUDIOS ELECTRICOS
ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

Instrumental TG

Magnitud	Descripción de equipos y punto de conexión
Potencia Neta	ION 7650 – N° Serie: PJ-0911A504-02. Equipo de medición (facturación) de planta utilizando TC y TP clase 0.2
Potencia Bruta y FP	ION 8650 – N° Serie: PT-1106B209-11. Equipo de instalación temporal propiedad de Tecnoled S.A. utilizando TP y TC clase 0.2
Potencia SSAA	No se mide.
Temperatura aire de entrada al compresor	VAISALA PTU303 – N° Serie: R4230157. Estación meteorológica de instalación permanente en planta.
Humedad	VAISALA PTU303 – N° Serie: R4230157. Estación meteorológica de instalación permanente en planta.

Instrumental TV

Magnitud	Descripción de equipos y punto de conexión
Potencia Neta	ION 7650 – N° Serie: PJ-0911A481-02. Equipo de medición (facturación) de planta utilizando TC y TP clase 0.2
Potencia Bruta y FP	ION 8650 – N° Serie: PT-1012A395-01. Equipo de instalación temporal propiedad de Tecnoled S.A. utilizando TP y TC clase 0.2
Potencia SSAA	No se mide.
Temperatura aire de entrada al compresor	Ídem TG
Humedad	Ídem TG

Valores preliminares

La potencia bruta tuvo los siguientes valores promedio sin corrección durante el desarrollo de las pruebas.

Período	1	2	3	4	5
P.Bruta TG [MW]	214	214	214	215	215
P.Bruta TV [MW]	121	121	121	121	121

Firmas Aclaración/Empresa			
	Mitchel Zuñiga	Andrés Capalbo	

www.estudios-electricos.com



ESTUDIOS ELECTRICOS
ENSAYOS DE POTENCIA MÁXIMA

Observaciones

Desvíos del protocolo: No se registraron desvíos.

Desarrollo de la prueba: Esta prueba se realiza a continuación de la prueba de potencia máxima en CC sin fuegos complementarios. Se procede a encender los fuegos a las 00:35hs con el consiguiente incremento de temperaturas y presiones en la caldera. A las 00:43hs se confirma la limitación por protección de temperatura de caldera e inicia el período de estabilización para iniciar la medición a la 01:00hs.

Valen los comentarios de la prueba anterior respecto de que personal de Colbún aumenta el valor de la banda muerta según indicaciones de Siemens para insensibilizar la unidad frente a eventuales fluctuaciones de frecuencia del sistema. Por otra parte, se realiza el intento de conmutar a modo FP en control local a pie de AVR, sin éxito. En consecuencia, la prueba se realiza en modo control de tensión habiendo ajustado el FP de ambas unidades de 0.95. Se recomienda a los operadores especial atención a mantener este valor estable.

La unidad logra controlar en forma estable su potencia en bornes desde el inicio hasta el fin de la prueba. En total se registraron 5 Hs en condiciones de potencia máxima.

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

Comentarios:

Valen los mismos comentarios de la prueba anterior:

Previo al inicio de las pruebas se verificó la instalación de los medidores externos (Tecnored) y se observó que los equipos están intercambiados respecto a lo escrito en el procedimiento. Es decir, el número de serie del equipo instalado en la TG corresponde al previsto para la TV y viceversa. Siendo equipos similares se entiende que este cambio no afecta a los objetivos de la prueba.

Se verificó correcta tasa de muestreo de todos los medidores. La sincronización horaria se realizó utilizando como referencia el movimiento de reactivo realizado para llevar el FP a 0.95 y la sincronización con la red de las unidades. Resultó que todos los medidores están en el rango de 1 min uno del otro.

Colbún entregó la totalidad de los registros digitales de esta prueba. La entrega se compone de tres fuentes de archivos distintas: medición de Pneta, medición de Pbruta, y sistema de planta. Adicionalmente, entregó el análisis cromatográfico del combustible utilizado para ser anexado al informe final.

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.

Firmas Aclaración/Empresa	Mitchel Zuñiga	Andrés Capalbo	
---	-----------------------	-----------------------	--



9.6 Análisis de combustible

9.6.1 Configuración ciclo combinado

Composición															
Fecha - Hora	Gravedad específica [-]	Pod. caloríf. superior [kJCal]	Pod. caloríf. inferior [kJCal]	Metano [%]	Etano [%]	Propano [%]	I Butano [%]	N Butano [%]	Neo Pentano [%]	I Pentano [%]	N Pentano [%]	Hexano [%]	N2 [%]	CO2 [%]	Total [%]
05-01-2021 19:00	0.5767	9322.083	8402.900	95.874	3.793	0.217	0.025	0.023	0.000	0.006	0.003	0.007	0.053	0.000	100.0
05-01-2021 19:10	0.5767	9322.315	8403.116	95.872	3.794	0.217	0.025	0.023	0.000	0.006	0.003	0.007	0.053	0.000	100.0
05-01-2021 19:20	0.5767	9322.427	8403.218	95.873	3.795	0.217	0.025	0.023	0.000	0.006	0.003	0.006	0.051	0.000	100.0
05-01-2021 19:30	0.5767	9322.322	8403.117	95.876	3.793	0.217	0.024	0.023	0.000	0.006	0.003	0.006	0.051	0.000	100.0
05-01-2021 19:40	0.5767	9322.142	8402.947	95.880	3.791	0.216	0.024	0.023	0.000	0.006	0.003	0.006	0.050	0.000	100.0
05-01-2021 19:50	0.5766	9321.979	8402.794	95.883	3.788	0.215	0.025	0.023	0.000	0.006	0.003	0.007	0.050	0.000	100.0
05-01-2021 20:00	0.5766	9321.981	8402.793	95.884	3.788	0.216	0.024	0.023	0.000	0.006	0.003	0.006	0.049	0.000	100.0
05-01-2021 20:10	0.5766	9321.618	8402.460	95.884	3.786	0.215	0.025	0.023	0.000	0.006	0.003	0.006	0.051	0.000	100.0
05-01-2021 20:20	0.5767	9321.933	8402.763	95.874	3.792	0.216	0.025	0.023	0.000	0.006	0.003	0.006	0.054	0.000	100.0
05-01-2021 20:30	0.5767	9321.772	8402.613	95.876	3.790	0.216	0.024	0.023	0.000	0.006	0.003	0.006	0.054	0.000	100.0
05-01-2021 20:40	0.5767	9321.901	8402.729	95.876	3.793	0.217	0.024	0.023	0.000	0.006	0.003	0.006	0.052	0.000	100.0
05-01-2021 20:50	0.5767	9322.080	8402.896	95.874	3.795	0.216	0.024	0.023	0.000	0.006	0.003	0.006	0.053	0.000	100.0
05-01-2021 21:00	0.5767	9322.454	8403.244	95.870	3.799	0.215	0.024	0.023	0.000	0.006	0.003	0.006	0.052	0.000	100.0
05-01-2021 21:10	0.5767	9322.792	8403.553	95.869	3.803	0.216	0.024	0.023	0.000	0.006	0.003	0.006	0.050	0.000	100.0
05-01-2021 21:20	0.5767	9323.074	8403.810	95.869	3.804	0.216	0.024	0.023	0.000	0.006	0.003	0.006	0.048	0.000	100.0
05-01-2021 21:30	0.5767	9322.753	8403.507	95.876	3.799	0.216	0.024	0.023	0.000	0.006	0.003	0.006	0.047	0.000	100.0
05-01-2021 21:40	0.5766	9322.733	8403.482	95.878	3.799	0.217	0.024	0.023	0.000	0.006	0.003	0.006	0.045	0.000	100.0
05-01-2021 21:50	0.5766	9322.429	8403.203	95.881	3.794	0.216	0.024	0.023	0.000	0.006	0.003	0.006	0.046	0.000	100.0
05-01-2021 22:00	0.5766	9321.826	8402.649	95.883	3.789	0.216	0.024	0.023	0.000	0.006	0.003	0.006	0.049	0.000	100.0
05-01-2021 22:10	0.5766	9321.263	8402.135	95.884	3.785	0.215	0.025	0.023	0.000	0.006	0.003	0.006	0.053	0.000	100.0
05-01-2021 22:20	0.5766	9321.537	8402.388	95.879	3.791	0.216	0.024	0.023	0.000	0.006	0.003	0.006	0.052	0.000	100.0
05-01-2021 22:30	0.5765	9319.544	8400.539	95.899	3.769	0.214	0.024	0.023	0.000	0.006	0.003	0.006	0.056	0.000	100.0
05-01-2021 22:40	0.5766	9321.062	8401.942	95.888	3.783	0.215	0.024	0.023	0.000	0.006	0.003	0.006	0.051	0.000	100.0
05-01-2021 22:50	0.5766	9322.286	8403.073	95.881	3.793	0.215	0.025	0.023	0.000	0.006	0.003	0.006	0.048	0.000	100.0
05-01-2021 23:00	0.5766	9321.528	8402.364	95.892	3.784	0.215	0.024	0.023	0.000	0.006	0.003	0.006	0.047	0.000	100.0
05-01-2021 23:10	0.5767	9324.022	8404.681	95.867	3.810	0.216	0.025	0.023	0.000	0.006	0.003	0.006	0.043	0.000	100.0
05-01-2021 23:20	0.5767	9324.245	8404.887	95.866	3.812	0.216	0.025	0.023	0.000	0.006	0.003	0.006	0.043	0.000	100.0
05-01-2021 23:30	0.5767	9324.284	8404.927	95.862	3.815	0.217	0.025	0.023	0.000	0.006	0.003	0.006	0.043	0.000	100.0
05-01-2021 23:40	0.5767	9324.251	8404.897	95.862	3.814	0.216	0.025	0.024	0.000	0.006	0.003	0.006	0.044	0.000	100.0
05-01-2021 23:50	0.5767	9324.208	8404.852	95.864	3.814	0.217	0.024	0.023	0.000	0.006	0.003	0.006	0.043	0.000	100.0
06-01-2021 00:00	0.5767	9324.139	8404.787	95.866	3.812	0.217	0.025	0.023	0.000	0.006	0.003	0.006	0.042	0.000	100.0
Promedio	0.5767	9322.419	8403.202	95.876	3.796	0.216	0.024	0.023	0.000	0.006	0.003	0.006	0.049	0.000	
Mínimo	0.5765	9319.544	8400.539	95.862	3.769	0.214	0.024	0.023	0.000	0.006	0.003	0.006	0.042	0.000	
Máximo	0.5767	9324.284	8404.927	95.899	3.815	0.217	0.025	0.024	0.000	0.006	0.003	0.007	0.056	0.000	

Tabla 9.1 – Análisis cromatográfico – Configuración ciclo combinado



9.6.2 Configuración ciclo combinado + fuegos adicionales

Composición															
Fecha - Hora	Gravedad específica [-]	Pod. caloríf. superior [kCal]	Pod. caloríf. inferior [kCal]	Metano [%]	Etano [%]	Propano [%]	I Butano [%]	N Butano [%]	Neo Pentano [%]	I Pentano [%]	N Pentano [%]	Hexano [%]	N2 [%]	CO2 [%]	Total [%]
06-01-2021 01:00	0.5768	9326.377	8406.866	95.844	3.835	0.218	0.025	0.024	0.000	0.006	0.003	0.006	0.039	0.000	100.0
06-01-2021 01:10	0.5768	9326.344	8406.836	95.845	3.835	0.218	0.025	0.023	0.000	0.006	0.003	0.006	0.039	0.000	100.0
06-01-2021 01:20	0.5768	9326.459	8406.942	95.844	3.836	0.218	0.025	0.024	0.000	0.006	0.003	0.006	0.039	0.000	100.0
06-01-2021 01:30	0.5768	9326.309	8406.804	95.844	3.835	0.218	0.025	0.024	0.000	0.006	0.003	0.006	0.040	0.000	100.0
06-01-2021 01:40	0.5768	9326.100	8406.615	95.843	3.834	0.218	0.025	0.024	0.000	0.006	0.003	0.006	0.041	0.000	100.0
06-01-2021 01:50	0.5768	9325.983	8406.509	95.843	3.834	0.218	0.025	0.024	0.000	0.006	0.003	0.006	0.042	0.000	100.0
06-01-2021 02:00	0.5768	9326.008	8406.530	95.843	3.834	0.218	0.025	0.024	0.000	0.006	0.003	0.006	0.042	0.000	100.0
06-01-2021 02:10	0.5768	9326.010	8406.532	95.842	3.834	0.218	0.025	0.024	0.000	0.006	0.003	0.006	0.042	0.000	100.0
06-01-2021 02:20	0.5769	9326.408	8406.902	95.839	3.838	0.219	0.025	0.023	0.000	0.006	0.003	0.006	0.041	0.000	100.0
06-01-2021 02:30	0.5769	9326.594	8407.075	95.837	3.840	0.218	0.025	0.024	0.000	0.006	0.003	0.006	0.041	0.000	100.0
06-01-2021 02:40	0.5769	9326.539	8407.019	95.838	3.841	0.219	0.025	0.023	0.000	0.006	0.003	0.006	0.039	0.000	100.0
06-01-2021 02:50	0.5769	9326.691	8407.163	95.837	3.841	0.218	0.025	0.024	0.000	0.006	0.003	0.006	0.040	0.000	100.0
06-01-2021 03:00	0.5769	9326.691	8407.162	95.838	3.840	0.218	0.025	0.024	0.000	0.006	0.003	0.006	0.040	0.000	100.0
06-01-2021 03:10	0.5769	9326.446	8406.934	95.841	3.838	0.218	0.025	0.024	0.000	0.006	0.003	0.006	0.040	0.000	100.0
06-01-2021 03:20	0.5768	9326.005	8406.525	95.845	3.832	0.217	0.025	0.024	0.000	0.006	0.003	0.006	0.041	0.000	100.0
06-01-2021 03:30	0.5768	9325.758	8406.297	95.846	3.831	0.218	0.025	0.023	0.000	0.006	0.003	0.006	0.042	0.000	100.0
06-01-2021 03:40	0.5768	9325.577	8406.129	95.846	3.830	0.218	0.025	0.023	0.000	0.006	0.003	0.006	0.042	0.000	100.0
06-01-2021 03:50	0.5768	9325.566	8406.119	95.846	3.830	0.218	0.025	0.023	0.000	0.006	0.003	0.006	0.042	0.000	100.0
06-01-2021 04:00	0.5768	9325.731	8406.273	95.846	3.831	0.218	0.025	0.024	0.000	0.006	0.003	0.006	0.042	0.000	100.0
06-01-2021 04:10	0.5768	9325.707	8406.246	95.848	3.830	0.218	0.025	0.023	0.000	0.006	0.003	0.006	0.041	0.000	100.0
06-01-2021 04:20	0.5768	9325.618	8406.164	95.849	3.829	0.218	0.025	0.023	0.000	0.006	0.003	0.006	0.041	0.000	100.0
06-01-2021 04:30	0.5768	9325.566	8406.118	95.849	3.829	0.218	0.025	0.024	0.000	0.006	0.003	0.006	0.042	0.000	100.0
06-01-2021 04:40	0.5768	9325.570	8406.122	95.849	3.828	0.218	0.025	0.024	0.000	0.006	0.003	0.006	0.042	0.000	100.0
06-01-2021 04:50	0.5768	9325.598	8406.146	95.849	3.829	0.218	0.025	0.023	0.000	0.006	0.003	0.006	0.041	0.000	100.0
06-01-2021 05:00	0.5768	9325.681	8406.224	95.847	3.830	0.218	0.025	0.023	0.000	0.006	0.003	0.006	0.042	0.000	100.0
06-01-2021 05:10	0.5768	9325.885	8406.416	95.845	3.833	0.217	0.025	0.024	0.000	0.006	0.003	0.006	0.041	0.000	100.0
06-01-2021 05:20	0.5768	9325.883	8406.413	95.846	3.832	0.218	0.025	0.024	0.000	0.006	0.003	0.006	0.041	0.000	100.0
06-01-2021 05:30	0.5768	9325.990	8406.511	95.845	3.832	0.218	0.025	0.024	0.000	0.006	0.003	0.006	0.041	0.000	100.0
06-01-2021 05:40	0.5768	9325.958	8406.481	95.846	3.831	0.218	0.025	0.024	0.000	0.006	0.003	0.006	0.041	0.000	100.0
06-01-2021 05:50	0.5768	9325.771	8406.308	95.848	3.829	0.218	0.025	0.024	0.000	0.006	0.003	0.006	0.041	0.000	100.0
06-01-2021 06:00	0.5768	9325.459	8406.020	95.850	3.827	0.218	0.025	0.023	0.000	0.006	0.003	0.006	0.042	0.000	100.0
Promedio	0.5768	9326.009	8406.529	95.844	3.833	0.218	0.025	0.024	0.000	0.006	0.003	0.006	0.041	0.000	
Mínimo	0.5768	9325.459	8406.020	95.837	3.827	0.217	0.025	0.023	0.000	0.006	0.003	0.006	0.039	0.000	
Máximo	0.5769	9326.691	8407.163	95.850	3.841	0.219	0.025	0.024	0.000	0.006	0.003	0.006	0.042	0.000	

Tabla 9.2 – Análisis cromatográfico – Configuración ciclo combinado + fuegos adicionales



9.6.3 Configuración ciclo abierto

Composición																		
Fecha - Hora	Gravedad específica [-]	Pod. caloríf. superior [kJCal]	Pod. caloríf. inferior [kJCal]	Metano [%]	Etano [%]	Propano [%]	I Butano [%]	N Butano [%]	Neo Pentano [%]	I Pentano [%]	N Pentano [%]	Hexano [%]	N2 [%]	CO2 [%]	Total [%]			
06-01-2021 08:30	0.5768	9324.671	8405.286	95.859	3.817	0.217	0.025	0.024	0.000	0.006	0.003	0.006	0.043	0.000	100.0			
06-01-2021 08:40	0.5767	9324.668	8405.280	95.861	3.817	0.217	0.025	0.023	0.000	0.006	0.003	0.006	0.042	0.000	100.0			
06-01-2021 08:50	0.5767	9324.485	8405.109	95.863	3.814	0.217	0.025	0.023	0.000	0.006	0.003	0.006	0.042	0.000	100.0			
06-01-2021 09:00	0.5767	9324.057	8404.711	95.869	3.809	0.216	0.025	0.023	0.000	0.006	0.003	0.006	0.042	0.000	100.0			
06-01-2021 09:10	0.5767	9323.845	8404.516	95.870	3.808	0.216	0.025	0.024	0.000	0.006	0.003	0.006	0.043	0.000	100.0			
06-01-2021 09:20	0.5767	9323.903	8404.569	95.870	3.808	0.217	0.025	0.023	0.000	0.006	0.003	0.006	0.043	0.000	100.0			
06-01-2021 09:30	0.5767	9323.638	8404.322	95.873	3.805	0.216	0.025	0.023	0.000	0.006	0.003	0.006	0.043	0.000	100.0			
06-01-2021 09:40	0.5767	9323.588	8404.275	95.874	3.804	0.216	0.025	0.023	0.000	0.006	0.003	0.006	0.043	0.000	100.0			
06-01-2021 09:50	0.5767	9323.526	8404.218	95.875	3.803	0.216	0.025	0.023	0.000	0.006	0.003	0.006	0.043	0.000	100.0			
06-01-2021 10:00	0.5767	9323.362	8404.065	95.877	3.801	0.216	0.025	0.023	0.000	0.006	0.003	0.006	0.043	0.000	100.0			
06-01-2021 10:10	0.5767	9323.488	8404.183	95.874	3.803	0.216	0.025	0.023	0.000	0.006	0.003	0.006	0.043	0.000	100.0			
06-01-2021 10:20	0.5767	9323.424	8404.122	95.874	3.804	0.217	0.024	0.023	0.000	0.006	0.003	0.006	0.043	0.000	100.0			
06-01-2021 10:30	0.5767	9323.387	8404.093	95.872	3.804	0.216	0.025	0.023	0.000	0.006	0.003	0.006	0.045	0.000	100.0			
06-01-2021 10:40	0.5767	9323.525	8404.224	95.870	3.805	0.216	0.025	0.024	0.000	0.006	0.003	0.006	0.046	0.000	100.0			
06-01-2021 10:50	0.5767	9323.744	8404.425	95.868	3.808	0.217	0.024	0.023	0.000	0.006	0.003	0.006	0.044	0.000	100.0			
06-01-2021 11:00	0.5767	9323.898	8404.567	95.867	3.809	0.217	0.025	0.023	0.000	0.006	0.003	0.006	0.044	0.000	100.0			
06-01-2021 11:10	0.5767	9324.018	8404.677	95.867	3.810	0.217	0.024	0.023	0.000	0.006	0.003	0.006	0.043	0.000	100.0			
06-01-2021 11:20	0.5767	9324.560	8405.180	95.862	3.817	0.218	0.024	0.023	0.000	0.006	0.003	0.006	0.042	0.000	100.0			
06-01-2021 11:30	0.5768	9324.955	8405.551	95.855	3.821	0.217	0.025	0.024	0.000	0.006	0.003	0.006	0.043	0.000	100.0			
06-01-2021 11:40	0.5768	9324.689	8405.305	95.857	3.819	0.218	0.024	0.023	0.000	0.006	0.003	0.006	0.044	0.000	100.0			
06-01-2021 11:50	0.5768	9324.470	8405.102	95.858	3.816	0.218	0.024	0.023	0.000	0.006	0.003	0.006	0.044	0.000	100.0			
06-01-2021 12:00	0.5768	9324.632	8405.252	95.857	3.818	0.218	0.024	0.023	0.000	0.006	0.003	0.006	0.044	0.000	100.0			
06-01-2021 12:10	0.5768	9324.840	8405.452	95.853	3.820	0.218	0.025	0.023	0.000	0.006	0.003	0.006	0.045	0.000	100.0			
06-01-2021 12:20	0.5768	9324.869	8405.479	95.853	3.819	0.218	0.025	0.024	0.000	0.006	0.003	0.006	0.046	0.000	100.0			
06-01-2021 12:30	0.5768	9324.955	8405.556	95.852	3.821	0.218	0.025	0.023	0.000	0.006	0.003	0.006	0.045	0.000	100.0			
06-01-2021 12:40	0.5768	9325.021	8405.616	95.853	3.821	0.218	0.025	0.023	0.000	0.006	0.003	0.006	0.044	0.000	100.0			
06-01-2021 12:50	0.5768	9325.031	8405.625	95.854	3.820	0.218	0.025	0.023	0.000	0.006	0.003	0.006	0.044	0.000	100.0			
06-01-2021 13:00	0.5768	9324.970	8405.569	95.855	3.819	0.218	0.025	0.024	0.000	0.006	0.003	0.006	0.044	0.000	100.0			
06-01-2021 13:10	0.5768	9324.875	8405.483	95.855	3.818	0.218	0.025	0.023	0.000	0.006	0.003	0.006	0.045	0.000	100.0			
06-01-2021 13:20	0.5768	9324.755	8405.372	95.854	3.819	0.218	0.025	0.023	0.000	0.006	0.003	0.006	0.045	0.000	100.0			
06-01-2021 13:30	0.5768	9324.824	8405.436	95.854	3.819	0.217	0.025	0.024	0.000	0.006	0.003	0.007	0.045	0.000	100.0			
Promedio	0.5767	9324.280	8404.923	95.863	3.813	0.217	0.025	0.023	0.000	0.006	0.003	0.006	0.044	0.000				
Mínimo	0.5767	9323.362	8404.065	95.852	3.801	0.216	0.024	0.023	0.000	0.006	0.003	0.006	0.042	0.000				
Máximo	0.5768	9325.031	8405.625	95.877	3.821	0.218	0.025	0.024	0.000	0.006	0.003	0.007	0.046	0.000				

Tabla 9.3 – Análisis cromatográfico – Configuración ciclo abierto



Esta página ha sido intencionalmente dejada en blanco