

TRACTEBEL ENGINEERING S.A.

Cerro Colorado 5240, Of. 1601, Ed. Torre del Parque II,
Las Condes, Zip Code 7560995 - Santiago – CHILE
tel. +56 2 2715 8000 - fax +56 2 2715 8001
engineering-cl@tractebel.engie.com
tractebel-engie.com

PROCEDIMIENTO

Código de Documento: P013591-2-GE-PRG-00002

RESTRINGIDO

Cliente: Coordinador Eléctrico Nacional
Proyecto: Prueba de Consumo Específico en Central EMELDA Unidad TG1
Asunto: Protocolo de Prueba
Comentarios: Versión preliminar. Curvas de corrección y condiciones de referencia de turbina similar PG6541B en carga máxima.

B	15/02/2019	Comentarios Cliente	Ismael Rodríguez	Eduardo Andrzejewski	Christian López	Eduardo Andrzejewski
A	14/02/2019	Revisión Interna	Ismael Rodríguez	Eduardo Andrzejewski	Christian López	Eduardo Andrzejewski
REV.	DD/MM/AA	ESTATUS	ESCRITO	VERIFICADO	APROBADO	VALIDADO

Protocolo de Prueba

TABLA DE CONTENIDO

1. OBJETIVO Y ALCANCE DE LA PRUEBA.....	4
1.1. Objetivo de la Prueba de Consumo Específico.....	4
1.2. Alcance.....	4
2. DOCUMENTOS DE REFERENCIA Y NORMATIVA APLICABLE	4
3. DEFINICIONES Y ABREVIACIONES.....	5
4. PERSONAL PARTICIPANTE DURANTE LA PRUEBA Y RESPONSABILIDAD	6
5. DESCRIPCIÓN DE LA CENTRAL.....	7
6. CONSIDERACIONES PARA LA PRUEBA.....	8
7. MEDICIONES DE LA PRUEBA DE CONSUMO ESPECÍFICO	8
7.1. Mediciones Eléctricas	9
7.2. Medición de Consumo de Combustible	9
7.3. Mediciones Ambientales	10
7.4. Mediciones de Presión	10
8. DESARROLLO DE LA PRUEBA	10
8.1. Preparación de la unidad.....	11
8.2. Análisis de combustible	11
8.3. Condiciones operacionales y criterios de estabilidad para inicio de pruebas..	12
8.4. Periodo de ejecución de las pruebas	12
8.5. Estados de Carga	13
8.6. Fin de la prueba	13

9. CONDICIONES DE SUSPENSIÓN Y REANUDACIÓN DE PRUEBAS.....	13
10. RESULTADO Y CÁLCULOS DE LA PRUEBA	14
10.1. Correcciones al Consumo Específico.....	15
11. ANEXOS	16
ANEXO A – LISTADO DE INSTRUMENTOS Y VARIABLES A MEDIR DURANTE LA PRUEBA	16
ANEXO B – FORMATO PARA EL ACTA DE LA PRUEBA.....	16
ANEXO C – DIAGRAMAS ELÉCTRICOS UNILINEALES	16
ANEXO D – LAYOUT DE LA UNIDAD	16
ANEXO E – DATOS DE REFERENCIA.....	16
ANEXO F – P&ID SISTEMA DE COMBUSTIBLE	16
ANEXO G – CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN	16
ANEXO H – CURVAS DE CORRECCION.....	16

1. OBJETIVO Y ALCANCE DE LA PRUEBA

1.1. Objetivo de la Prueba de Consumo Específico

El presente documento tiene como objetivo definir el Protocolo de Prueba para las Pruebas de Consumo Específico la Unidad TG1 de la Central EMELDA, ubicada en la comuna de Diego de Almagro, Región de Atacama.

Se describe la preparación, ejecución y evaluación de las pruebas para verificar el cumplimiento según el “Anexo Técnico” de las “Determinación de Consumos Específicos de Unidades Generadoras”.

El parámetro de interés primario es el Consumo Específico Neto de la unidad generadora.

1.2. Alcance

El alcance del presente documento consiste en establecer el Protocolo de Prueba que permita una coordinación previa entre las partes involucradas y la preparación de la(s) unidad(es) para la Prueba.

2. DOCUMENTOS DE REFERENCIA Y NORMATIVA APLICABLE

Los documentos que son aplicables para la realización de las pruebas son los siguientes:

- Anexo Técnico: “Determinación De Consumos Específicos De Unidades Generadoras”
- Norma ISO 2314
- ASME PTC 22
- El presente Protocolo de Prueba.

3. DEFINICIONES Y ABREVIACIONES

Definiciones

Variables Primarias: Son datos utilizados para los cálculos y correcciones de consumo específico.

Variables Secundarias: Son datos utilizados para verificar, diagnosticar o demostrar que la planta está funcionando según las condiciones contractuales

Unidad: Unidad Generadora (turbina de gas acoplada a su respectivo generador eléctrico).

Abreviaciones

CEN	:	Consumo Específico Neto
DCS	:	Sistema de Control Distribuido
FP	:	Factor de Potencia
HR	:	Humedad Relativa [%]
SCADA	:	Supervisory Control And Data Acquisition
SI	:	Sistema Interconectado

4. PERSONAL PARTICIPANTE DURANTE LA PRUEBA Y RESPONSABILIDAD

El personal participante y sus responsabilidades se indican en la Tabla 1:

Participante	Responsabilidad
Experto Técnico Tractebel	<ul style="list-style-type: none"> Revisar y supervisar la ejecución de todas las actividades descritas en el protocolo. Realizar informe técnico de las pruebas. Cumplir con las normativas de la planta.
Coordinador Eléctrico Nacional	<ul style="list-style-type: none"> Coordinar la prueba de Consumo Específico según lo indicado en el protocolo. Suspender o interrumpir la prueba de ser necesario (la empresa generadora no es responsable de la interrupción de las pruebas). Revisar y realizar observaciones al informe técnico.
Empresa Generadora Prime Energía	<ul style="list-style-type: none"> Coordinar al personal a cargo de la operación de las pruebas. Corroborar que el personal esté calificado para la realización de las pruebas. Proporcionar planos e información técnica de las instalaciones de cada una de las plantas o sitios de interés. Entregar la instrumentación requerida y certificados de calibración correspondientes. Apoyar permanentemente al personal técnico de cada una de las plantas, estos facilitarán el ingreso a salas eléctricas u otro tipo de instalación. Coordinar trabajos y permisos de ingreso a instalaciones propias y ajenas. Facilitar la tramitación de la solicitud de faena segura en el interior de la planta. Colectar los datos y parámetros de operación durante las pruebas; y cumplir con el plazo de entrega estipulado. Proveer el personal de seguridad calificado necesario durante la ejecución de las pruebas.

Tabla 1: Personal participante de las pruebas.

5. DESCRIPCIÓN DE LA CENTRAL

La Central EMELDA, propiedad de Prime Energía, es una central térmica compuesta por dos turbinas de combustión en modo ciclo abierto. La Unidad TG1 entró en operación el 25 de junio de 2010. A continuación, en la Tabla 2 se presentan parámetros de interés informados al Coordinador Eléctrico Nacional:

EMELDA Unidad TG1	Información	Referencia
Turbina de Combustión	NANJING PG6531B	Ver Anexo E
Modo Operación	Ciclo Abierto	Ver Anexo E
Potencia Máxima Bruta ¹	36,526 MW	Ver Anexo E
Mínimo Técnico Termodinámico ²	2 MW	Ver Anexo E
Consumo Propio (% Pot.Max Bruta)	0,77 %	Ver Anexo E
Combustible	Diesel grado B	Ver Anexo E
Consumo Específico Referencial	0,288 ton/MWh	Ver Anexo E
Generador Eléctrico	NANJING GE QFR-36-2	Ver Anexo E
Velocidad Nominal	3.000 rpm	Ver Anexo E
Sistema de Control	MK-VI-SPEED TRONIC	Ver Anexo E

Tabla 2. Parámetros Unidad TG1 Central EMELDA

Las condiciones de referencia consideradas para la Unidad TG1 se encuentran en la Tabla 3:

Parámetro	Valor	Observación
Temperatura Ambiente [°C]	17,3	Condición de Sitio - Promedio Anual ³
Humedad Relativa [%]	60	Condición Referencia ISO
Presión Barométrica [mbar]	1.013	Condición Referencia ISO
Altitud [msnm]	170	Condición de Sitio
Depresión Admisión [mbar]	10,0	Condición Referencia Curvas PG6541B
Contrapresión Escape [mbar]	6,2	Condición Referencia Curvas PG6541B
Factor de Potencia Generador	0,95	Condición Anexo Técnico

Tabla 3: Condiciones de referencia para la Unidad TG1 Central EMELDA

¹ Valor indicado por el Coordinador Eléctrico Nacional en la carta de aprobación del informe técnico de la prueba de potencia máxima de la Unidad TG1 de Central EMELDA, código documento DE 05363-17

² Valor indicado por el Coordinador Eléctrico Nacional en la carta de aceptación del mínimo técnico de las Unidades TG1 y TG2 de Central EMELDA, código documento DE 02928-18

³ Temperatura promedio anual del sitio. Fuente: <http://www.minenergia.cl/exploradorsolar/>

6. CONSIDERACIONES PARA LA PRUEBA

Las siguientes condiciones deben ser verificadas antes del inicio del periodo de pruebas, aplica para cada una de las unidades generadoras sujetas a prueba de Consumo Específico:

- Certificar que los parámetros de ajuste de la unidad estén conforme a los de diseño, recomendados por el fabricante de los equipos y los parámetros de ajuste declarados al Coordinador Eléctrico Nacional.
- La unidad generadora no debe tener alarmas relevantes.
- Protecciones de seguridad habilitadas.
- La unidad estará habilitada para funcionamiento de la potencia máxima declarada.
- Factor de potencia ajustado a 0,95 (si el sistema eléctrico o de control no lo permite, se efectuarán las correcciones del valor obtenido durante la prueba al valor de 0,95 según curvas de corrección).
- Equipos de medición instalados y calibrados.
- Las condiciones ambientales deben estar dentro de los límites definidos en las curvas de corrección.
- Revisar el certificado de las características de los combustibles a utilizar en la prueba.

Además, se recomienda realizar una inspección de los filtros de aire, de acuerdo al Manual del Fabricante.

7. MEDICIONES DE LA PRUEBA DE CONSUMO ESPECÍFICO

La instrumentación para las mediciones de variables primarias deberá estar calibrada y con su respectivo certificado de calibración vigente. La antigüedad del certificado no debe superar los 2 años a la fecha de prueba.

Las variables de proceso se registrarán en el Sistema de Control Electrónico, DCS o PLC de cada unidad y/o de la planta disponible.

Durante el período de medición de la prueba serán registradas las siguientes **Variables Primarias**:

- Potencia neta lado alta tensión.
- Potencia bruta y factor de potencia en bornes del generador.
- Temperatura Ambiente y Humedad Relativa.
- Depresión en la aspiración.
- Contrapresión en escape.
- Flujo de combustible.
- Muestras de Combustible: Poder Calorífico Superior y Densidad.

De forma complementaria, se registrarán **Variables Secundarias** que permitirán verificar el funcionamiento normal de la unidad. En el anexo A se encuentra el listado de mediciones e instrumentos a ser utilizados. En los siguientes capítulos se especifican las mediciones primarias.

7.1. Mediciones Eléctricas

Medición de la Potencia Neta de la Central

La medición de potencia neta se realizará utilizando el medidor de tarificación existente clase 0.2. **El Consumo Específico Neto será calculado a partir de este registro de energía.**

Medición de la Potencia Bruta y Factor de Potencia

La medición de potencia bruta y factor de potencia se realizará en los bornes del generador, con un medidor externo clase 0.2 que deberá disponer la central generadora (tipo ION 8650).

Medición de Consumos Auxiliares

Se medirán los consumos auxiliares de la unidad con el medidor existente de la central (CDC-01 1A). No serán considerados los consumos que no sean propios del funcionamiento de la unidad generadora.

7.2. Medición de Consumo de Combustible

Sistema de medición de combustible pendiente de informar por el Coordinado.

La medición de combustible debe cumplir la precisión requerida de $\pm 1\%$ o superior, y poseer certificado de calibración con antigüedad inferior a 2 años al día de la prueba.

7.3. Mediciones Ambientales

Medición de Temperatura de Aspiración y Humedad Ambiente

Para la medición de temperatura ambiente y humedad relativa ambiente se utilizarán 3 medidores portátiles calibrados distribuidos en la entrada de la casa de filtros (instrumento a ser proporcionado por el Coordinado). Alternativamente podrá ser un único instrumento con 3 sensores.

7.4. Mediciones de Presión

Depresión en Admisión

Dado que la unidad no cuenta con instrumentación, la medición de depresión en la admisión se realizará con instrumentación externa que deberá preparar el coordinado. Precisión mínima requerida de $\pm 10\%$ y certificado de calibración vigente.

Contrapresión En Escape

Dado que la unidad no cuenta con instrumentación, la medición de contrapresión en el escape se realizará con instrumentación externa que deberá preparar el coordinado. Precisión mínima requerida de $\pm 10\%$ y certificado de calibración vigente.

8. DESARROLLO DE LA PRUEBA

La prueba se desarrollará en 7 estados de carga, incluyendo Mínimo Técnico y Potencia Máxima. La duración de la prueba de cada estado de carga será de 30 minutos, sin considerar el tiempo requerido para estabilización.

La prueba podrá realizarse en rampa descendente o ascendente según la preferencia del operador de la Central y de las condiciones del SI. A continuación, se detallan las etapas necesarias para el correcto desarrollo de la prueba.

8.1. Preparación de la unidad

Antes de iniciarse la Prueba, se verificarán los siguientes puntos:

- La unidad operando en condiciones normales.
- Condiciones meteorológicas aceptables (dentro de los límites de las curvas de corrección de potencia).
- El sistema de adquisición de datos deberá estar funcionando.
- Certificar que la lista de comprobación del aislamiento de válvulas está chequeada.
- Sincronización horaria de los equipos de medición.
- Todo el personal participante de la prueba debe estar en el lugar y listos para obtener muestras y registrar datos.

8.2. Análisis de combustible

Con el objeto de determinar el poder calorífico del combustible utilizado durante los ensayos, se deberán tomar muestras durante los mismos para ser enviadas al laboratorio que se encargará del análisis correspondiente.

El informe del laboratorio deberá contener la siguiente información:

- Gravedad específica.
- Poder calorífico superior e inferior.

El laboratorio deberá estar homologado por las autoridades competentes.

Muestreo de Combustible

Se extraerá 1 muestra durante cada estado de carga, 7 muestras en total. El combustible deberá provenir de un solo tanque o ser de una sola partida. Se tomará una muestra para analizar y otra de respaldo.

El análisis de combustible es de responsabilidad del Coordinado, quien deberá encargarse de contratar el servicio con el laboratorio.

8.3. Condiciones operacionales y criterios de estabilidad para inicio de pruebas

La unidad deberá operar en modo control de carga.

La unidad debe alcanzar la estabilidad la que se verificará observando la constancia en el tiempo de las variables indicadas en la Tabla 4. Las variaciones de cada parámetro deben estar dentro los límites de la siguiente tabla.

Parámetro de Operación	Desviación Estándar	Referencia
Potencia Eléctrica	±1 %	ISO 2314, Tabla 9
Velocidad de Giro	±1%	ISO 2314, Tabla 9
Temperatura Gases de Escape	±2 °C	ISO 2314, Tabla 9

Tabla 4: Criterios de Estabilidad

Notar que durante el periodo de estabilización estos valores se deberán examinar en tiempo real y, por lo tanto, de manera visual en los monitores del sistema de control de las unidades.

8.4. Periodo de ejecución de las pruebas

El periodo de medición de la prueba comenzará siempre y cuando la unidad se encuentre en operación estable (ver criterios de estabilidad, Tabla 4).

La hora de inicio de la prueba será consignada en el acta de prueba.

Cualquier anomalía u evento que puede impactar en los resultados debe ser registrado (disparos, alarmas significativas, solicitud de interrupción de la prueba, etc.).

El periodo de medición de cada estado de carga será de mínimo 30 minutos, durante los cuales la unidad deberá mantenerse al estado de carga definido, de manera continua y estable.

La frecuencia mínima de registro de datos debe ser:

- **5 segundos para energía eléctrica.**
- 1 minuto para flujo de combustible, temperaturas y presiones.
- 5 minutos para las demás variables de interés.

Estos datos se utilizarán para el informe técnico de prueba.

Para efectos de emisión del acta de prueba, las variables primarias serán registradas regularmente para información y registro del acta.

8.5. Estados de Carga

Las mediciones se realizarán en 7 estados de carga distintos, incluyendo Mínimo Técnico y Potencia Máxima, ver Tabla 5.

La unidad deberá permanecer estable en cada estado durante al menos 30 minutos, según los criterios señalados en la Tabla 4.

Estado de Carga	Potencia [kW]	Referencia
E1	2.000	Mínimo Técnico Termodinámico
E2	7.750	--
E3	13.500	--
E4	19.250	--
E5	25.000	--
E6	30.750	--
E7	36.526	*Potencia Máxima

Tabla 5: Estados de carga para cálculo de consumo específico

Los estados de carga de la Tabla 5 fueron indicados por el Coordinador Eléctrico Nacional.

8.6. Fin de la prueba

Al finalizar la prueba, el Experto Técnico levantará un Acta de Prueba en la cual se consignarán los resultados obtenidos y los aspectos relevantes de la misma. Para efecto de documentar dicha acta, se utilizará el formato del Anexo B que debe ser firmado por los participantes de la prueba, dejando constancia de sus observaciones si las hubiese.

Los datos registrados en terreno y por los sistemas de adquisición deberán ser enviados en formato electrónico al Coordinador Eléctrico Nacional y Experto Técnico en un plazo no superior a 3 días hábiles posteriores a la prueba.

9. CONDICIONES DE SUSPENSIÓN Y REANUDACIÓN DE PRUEBAS

La prueba de Consumo Específico puede **suspenderse** al presentarse cualquiera de las siguientes situaciones:

- a) Que se produzca una falla de la unidad o de alguno de sus componentes.
- b) Que existan perturbaciones en el SI que lo lleven a situaciones de emergencia.
- c) Que el Coordinador Eléctrico Nacional lo considere necesario.

- d) Que los instrumentos de **medición primaria**⁴ no cumplan con los requerimientos o no tengan su certificado de calibración.
- e) Que se evidencie una situación que pueda afectar la seguridad del personal.

En caso de que se produzca una falla de la unidad o componente respectiva, o de existir perturbaciones en el SI que lo lleven al Estado de Emergencia, el Coordinador suspenderá la prueba.

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

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

La prueba de consumo específico puede reanudarse siempre y cuando no exista ninguna condición para su suspensión. De ser así, se deberá comenzar nuevamente desde el estado de carga donde fue interrumpida.

10. RESULTADO Y CÁLCULOS DE LA PRUEBA

El Experto Técnico emitirá un informe técnico que contendrá la memoria de cálculo, análisis, registros de las mediciones consignadas en el acta de la prueba y las conclusiones obtenidas conforme el Artículo 22 del respectivo Anexo Técnico.

Este capítulo se debe considerar para cada uno de los 7 estados de carga indicados en la Tabla 5.

Según el Artículo 22 del Anexo Técnico, deberán consignarse por separado los siguientes valores:

- Consumo Específico Neto
- Consumo Específico Neto Corregido

⁴ Ver Listado Anexo A. Los certificados deberán estar disponibles al momento de la prueba

Para cada estado de carga, se determinará el Consumo Específico Neto correspondiente aplicando la siguiente fórmula:

$$CEN = \frac{\text{Consumo de Combustible} * \text{Poder Calorífico Sup.}}{\text{Potencia Neta}}$$

10.1. Correcciones al Consumo Específico

El valor de Consumo Específico Neto calculado deberá ser corregido a fin de ser homologado a las condiciones de referencia de la Central. Se aplicarán las siguientes correcciones, conforme al Artículo 36-b del Anexo Técnico.

- a) Corrección por temperatura de aire de aspiración.
- b) Corrección por humedad relativa.
- c) Corrección por depresión en la aspiración.
- d) Corrección por contrapresión de escape.
- e) Corrección por factor de potencia.

Los factores de corrección se obtienen de las curvas de corrección entregadas por el fabricante, las cuales deberán estar disponibles, a más tardar, el día de la prueba.

De no existir las curvas de corrección del fabricante, se utilizarán curvas de unidades similares o curvas tipo disponibles en las normas de aplicación.

Finalmente, el Consumo Específico Neto Corregido de la Unidad Generadora se calcula para cada estado de carga, según la siguiente fórmula:

$$CEN_{\text{Corregido}} = CEN_{\text{medido}} * \frac{FPF_R}{FPF_M} * \frac{FAT_R}{FAT_M} * \frac{FRH_R}{FRH_M} * \frac{FDP_R}{FDP_M} * \frac{FCP_R}{FCP_M}$$

Donde FPF , FAT , FRH , FDP , FCP corresponden a factores de corrección por factor de potencia, temperatura ambiente, humedad relativa, depresión en aspiración y contrapresión de escape respectivamente. En tanto los subíndices de los factores anteriores tales como R y M señalan condiciones de referencia y condición medida respectivamente.

11. ANEXOS

ANEXO A – LISTADO DE INSTRUMENTOS Y VARIABLES A MEDIR DURANTE LA PRUEBA

ANEXO B – FORMATO PARA EL ACTA DE LA PRUEBA

ANEXO C – DIAGRAMAS ELÉCTRICOS UNILINEALES

ANEXO D – LAYOUT DE LA UNIDAD

ANEXO E – DATOS DE REFERENCIA

ANEXO F – P&ID SISTEMA DE COMBUSTIBLE

ANEXO G – CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN

ANEXO H – CURVAS DE CORRECCION

ANEXO A – LISTADO DE INSTRUMENTOS Y VARIABLES A MEDIR DURANTE LA PRUEBA

Anexo A: Listado de Instrumentos y Variables a Tomar Durante las Pruebas de Consumo Específico

Descripción	Identificación del instrumento (Tag)	Tipo de Variable	Precisión del instrumento	N° de Instrumentos	Intervalo de Medición	Observaciones
Potencia Neta lado Alta Tensión	Medidor de Tarificación	PRIMARIA	Class 0.2 IEC	1	5 segundos	
Potencia Activa Bruta del Generador	ION clase 0.2 Externo	PRIMARIA	Class 0.2 IEC	1	5 segundos	
Consumos Auxiliares de la Unidad	CDC-01	SECUNDARIA	--	1	--	
Factor potencia	ION clase 0.2 Externo	PRIMARIA	Class 0.2 IEC	1	5 segundos	
Potencia Reactiva Bruta del Generador	ION clase 0.2 Externo	SECUNDARIA	No Aplica	1	5 segundos	
Frecuencia del Generador	ION clase 0.2 Externo	SECUNDARIA	No Aplica	1	5 segundos	
Tensión del Generador	ION clase 0.2 Externo	SECUNDARIA	No Aplica	1	5 segundos	
Consumo Neto de Combustible	pendiente	PRIMARIA	± 1% o superior	1	1 minuto	
Velocidad de rotación	Indicador propio de la unidad	SECUNDARIA	No Aplica	1	5 minutos	
Temperatura del combustible	N/D	SECUNDARIA	No Aplica	1	5 minutos	
Presión del combustible	Manómetro existente	SECUNDARIA	No Aplica	1	5 minutos	
Temperatura Aspiración	pendiente	PRIMARIA	± 0,5°C	3	1 minuto	
Humedad Relativa Ambiente	pendiente	PRIMARIA	± 2%	1	1 minuto	
Depresión en Aspiración	pendiente	PRIMARIA	± 10%	1	1 minuto	
Contrapresión de Escape	pendiente	PRIMARIA	± 10%	1	1 minuto	
Presión de descarga del compresor	Indicador propio de la unidad	SECUNDARIA	No Aplica	1	5 minutos	
Temperatura Aceite de Lubricación	Indicador propio de la unidad	SECUNDARIA	No Aplica	1	5 minutos	
Temperatura Agua de Refrigeración	Indicador propio de la unidad	SECUNDARIA	No Aplica	1	5 minutos	
Temperatura de los gases de escape	TTXM	SECUNDARIA	No Aplica	1	5 minutos	

NOTA: Las Variables PRIMARIAS son datos utilizados para calcular el Consumo Específico. Las Variables SECUNDARIAS, son datos utilizados para verificar que la unidad está operando en condición normal y estable.

ANEXO B – FORMATO PARA EL ACTA DE LA PRUEBA

TRACTEBEL ENGINEERING S.A.

Cerro Colorado 5240, Of. 1601, Ed. Torre del Parque II,
Las Condes, Zip Code 7560995 - Santiago – CHILE
tel. +56 2 2715 8000 - fax +56 2 2715 8001
engineering-cl@tractebel.engie.com
tractebel-engie.com

ACTA DE PRUEBA

Código **P013591**

RESTRINGIDO

Asunto: **Determinación de Consumo Específico en unidad(es) generadora(s)**
Proyecto: **Prueba de Consumo Específico en Central EMELDA**
Lugar: **Comuna de Diego de Almagro**
Fecha:

Central	
Unidad	
Generador eléctrico	
Evento	Hora [HH:MM]
Inicio de las actividades	
Inicio de la estabilización	
Inicio de la prueba	
Finalización de la prueba	
Lista de asistentes	Anexo 01

PRINCIPALES EVENTOS OCURRIDOS

1. Cambio de filtros de succión: Sí / No Fecha:
2. Cambio de filtros de combustible: Sí / No Fecha:

OBSERVACIONES

Estado de Carga [kW]	Hora [HH:MM]	Flujo de combustible Alimentación	Flujo de combustible Retorno	Tamb [°C]	HR [%]

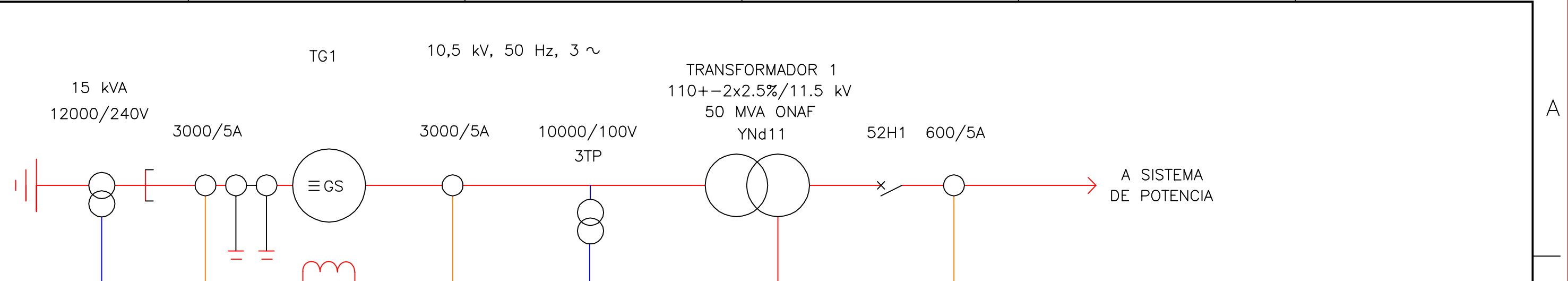
La totalidad de las mediciones registradas durante la prueba serán tabuladas y enviadas en formato digital a más tardar el día: __ / __ / __

ANEXO 01: LISTA DE ASISTENTES

Nombre	Empresa	Cargo	Firma



ANEXO C – DIAGRAMAS ELÉCTRICOS UNILINEALES



REG 670

FUNCIONES PROTECCIÓN

$I_d >$	$3I_d/I$	$Z <$	$\Phi <$	$df/dt \geq$
$I_d >$	$Z <$	$3I >>$	$IN >>$	$U/f >$
$I >$	$3I >BF$	$f <$	$f >$	$3I > 3U <$
$P >$	$3U <$	$3U >$	$3U0$	$3I >> 3U <$

VARIABLES ELÉCTRICAS

A V Var W Hz VA cos φ

MEDIDAS DE ENERGÍA

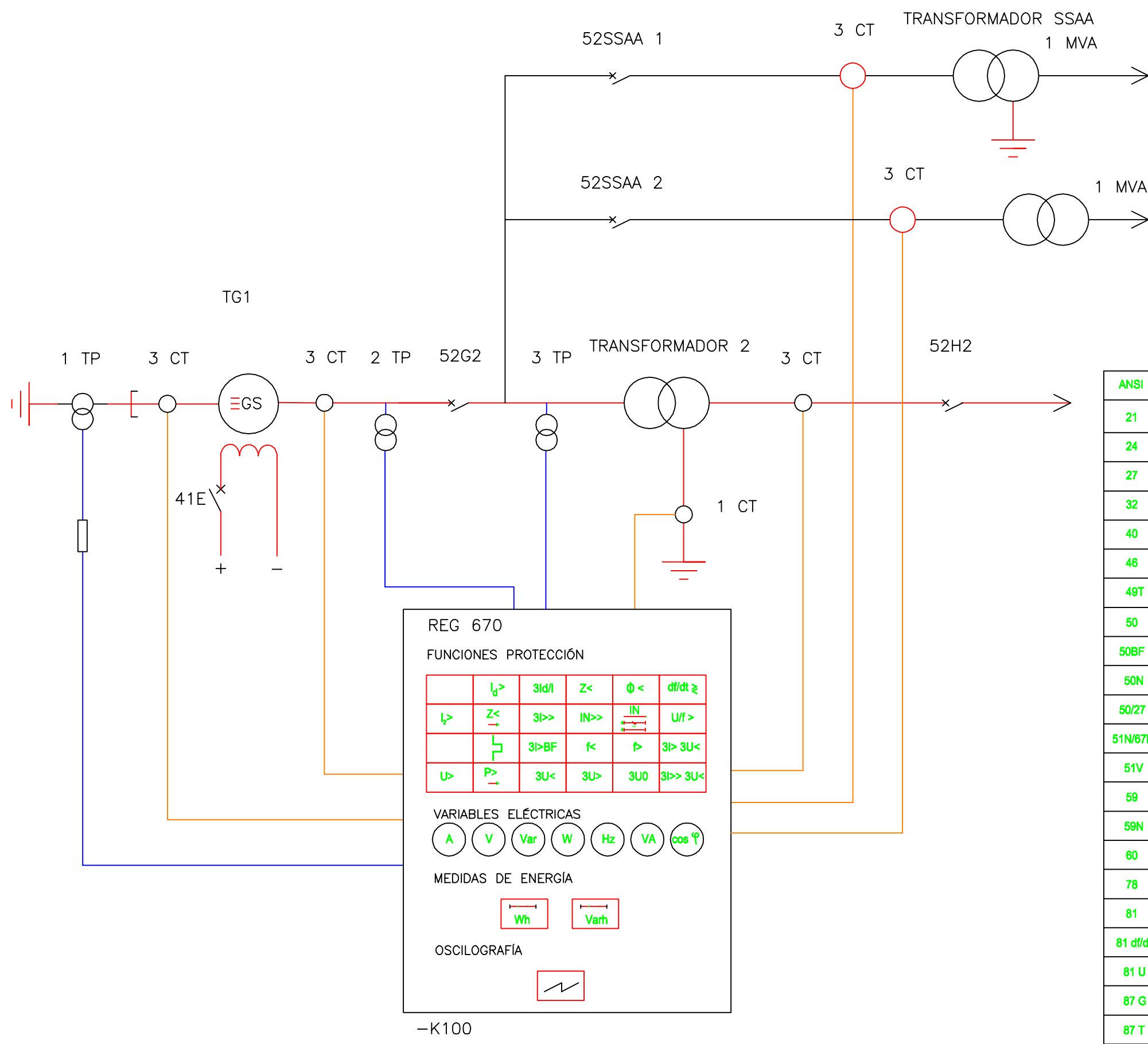
Wh Varh

OSCILOGRAFÍA

ANSI	IEC	DESCRIPCIÓN
21	Z<	BAJA IMPEDANCIA
24	U/f>	SOBRE EXCITACIÓN GENERADOR
27	3U<	BAJOVOLTAJE
27	3U<	BAJO VOLTAJE GENERADOR
27	3U>	SOBREVOLTAJE GENERADOR
32	P>	POTENCIA INVERSA
40	Z<	PÉRDIDA DE EXCITACIÓN
46	I_d >	SOBRECORRIENTE SECUENCIA NEGATIVA
49T	I	SOBRE TEMPERATURA
50	IN >>	SOBRECORRIENTE INSTANTÁNEA RESIDUAL
50BF	3I >BF	FALLA INTERRUPTOR
50N	IN >>	SOBRECORRIENTE INSTANTÁNEA RESIDUAL
50/27	3I >> 3U <	ENERGIZACIÓN INADVERTIDA
51N/67N	IN	SOBRECORRIENTE RESIDUAL DIRECCIONAL
51V	3I > 3U <	SOBRECORRIENTE CON RESTRICCIÓN DE VOLTAJE
59	3U >	SOBREVOLTAJE
59N	3U0	SOBREVOLTAJE RESIDUAL LADO TRANSFORMADOR
60		FALLA FUSIBLE
78	Φ <	DESLIZAMIENTO DE POLOS
81	f <	SOBREFRECUENCIA
81 df/dt	df/dt ≥	VARIACIÓN DE FRECUENCIA
81 U	f >	BAJA FRECUENCIA
87 G	I_d >	DIFERENCIAL GENERADOR
87 T	3I_d/I	DIFERENCIAL TRANSFORMADOR

-K100

Documento Referencia		Preparo C. PRIETO	Verifico G. FUENTES	Título +GCP1 GABINETE PROTECCIÓN CENTRAL TÉRMICA EMELDA REEMPLAZO PROTECCIONES UNIDAD 1 - CHINA	N° de Orden de Compra	Des. Doc.	Des. Item. DIAGRAMA UNILINEAL
B	EMITIDO PARA COMENTARIOS	27.10.09					
A	EMITIDO PARA COORDINACIÓN	04.09.09					
Rev.	Descripción	Fecha	Ejec	N° de Proyecto 062-9621	Sello	Dpto. Resp. Documento CL-MCVEEN-067-6751-0100	Rev. B Idioma ES Hoja 010 Cont. 012



ANSI	IEC	DESCRIPCIÓN
21	Z<	BAJA IMPEDANCIA
24	U/f >	SOBRE EXCITACIÓN GENERADOR
27	3U<	BAJOVOLTAJE
32	P>	POTENCIA INVERSA
40	Z<	PÉRDIDA DE EXCITACIÓN
46	I<>	SOBRECORRIENTE SECUENCIA NEGATIVA
49T	T	SOBRE TEMPERATURA
50	IN>>	SOBRECORRIENTE INSTANTÁNEA RESIDUAL
50BF	3I>BF	FALLA INTERRUPTOR
50N	IN>>	SOBRECORRIENTE INSTANTÁNEA RESIDUAL
50/27	3I>> 3U<	ENERGIZACIÓN INADVERTIDA
51N/67N	IN	SOBRECORRIENTE RESIDUAL DIRECCIONAL
51V	3I>> 3U<	SOBRECORRIENTE CON RESTRICCIÓN DE VOLTAJE
59	3U>	SOBREVOLTAJE
59N	3U0	SOBREVOLTAJE RESIDUAL LADO TRANSFORMADOR
60		FALLA FUSIBLE
78	Φ <	DESPLIZAMIENTO DE POLOS
81	f<	SOBREFRECUENCIA
81 df/dt	df/dt ≥	VARIACIÓN DE FRECUENCIA
81 U	f>	BAJA FRECUENCIA
87 G	I<>	DIFERENCIAL GENERADOR
87 T	3Id/I	DIFERENCIAL TRANSFORMADOR

REG 670
 FUNCIONES PROTECCIÓN

	I<>	3Id/I	Z<	Φ <	df/dt ≥
I<>	Z<	3I>>	IN>>	IN	U/f >
	T	3I>BF	f<	f>	3I> 3U<
U>	P>	3U<	3U>	3U0	3I>> 3U<

VARIABLES ELÉCTRICAS
 A V Var W Hz VA cos φ

MEDIDAS DE ENERGÍA
 Wh Varh

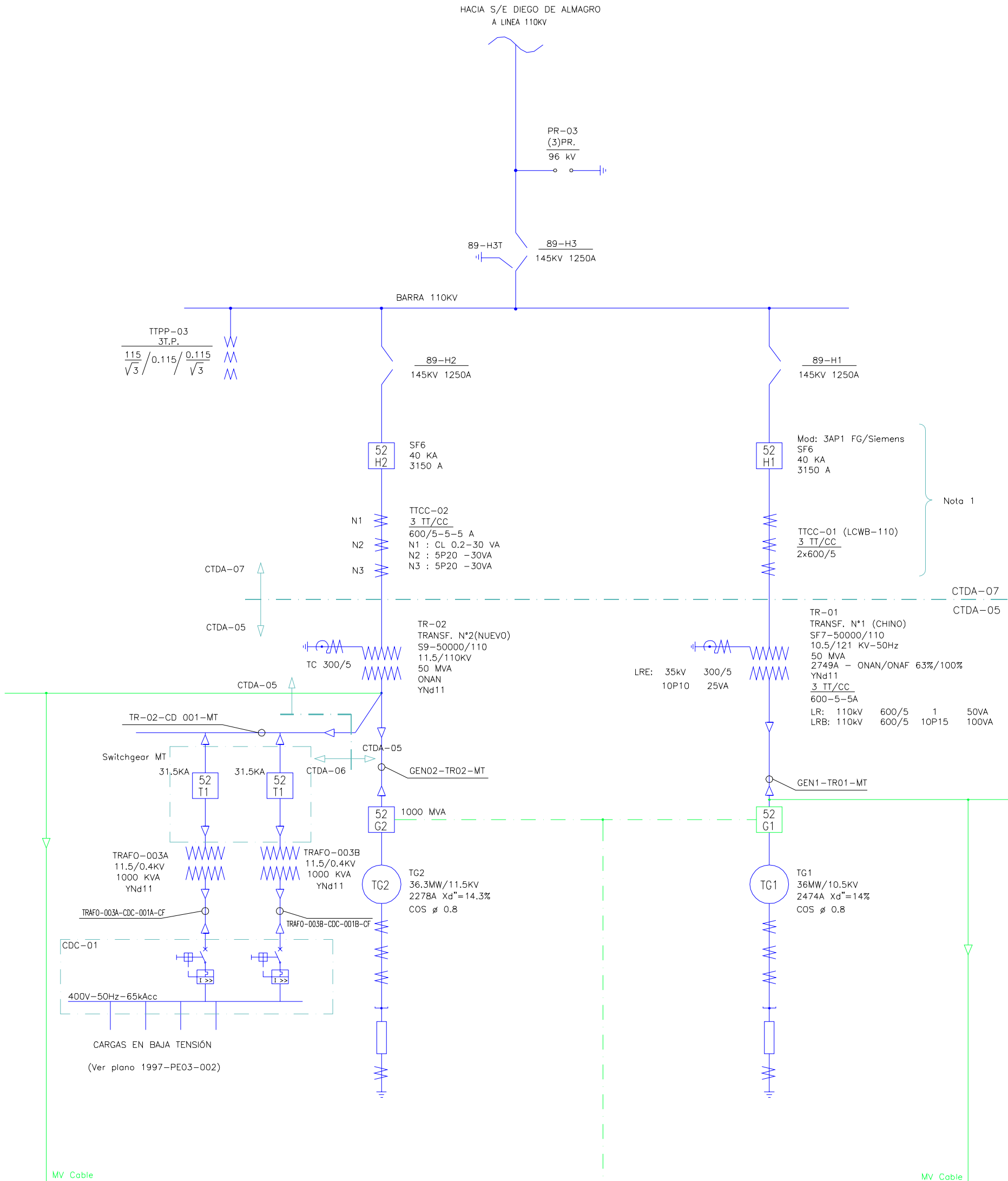
OSCILOGRAFÍA

-K100

Documento Referencia		Preparo C. PRIETO	Verifico G. FUENTES	Título +GCP2 GABINETE PROTECCIÓN CENTRAL TÉRMICA EMELDA REEMPLAZO PROTECCIONES UNIDAD 2 - GE	N° de Orden de Compra	Des. Doc.	Des. Item. DIAGRAMA UNILINEAL	
B	EMITIDO PARA COMENTARIOS	27.10.09		N° de Proyecto 062-9621	Sello	Dpto. Resp.	Rev. B	Idioma ES
A	EMITIDO PARA COORDINACIÓN	04.09.09				Documento	CL-MVEEN-067-6751-0200	Hoja 010
Rev.	Descripción	Fecha	Ejec	ABB				

DIAGRAMA UNILINEAL CENTRAL EMELDA

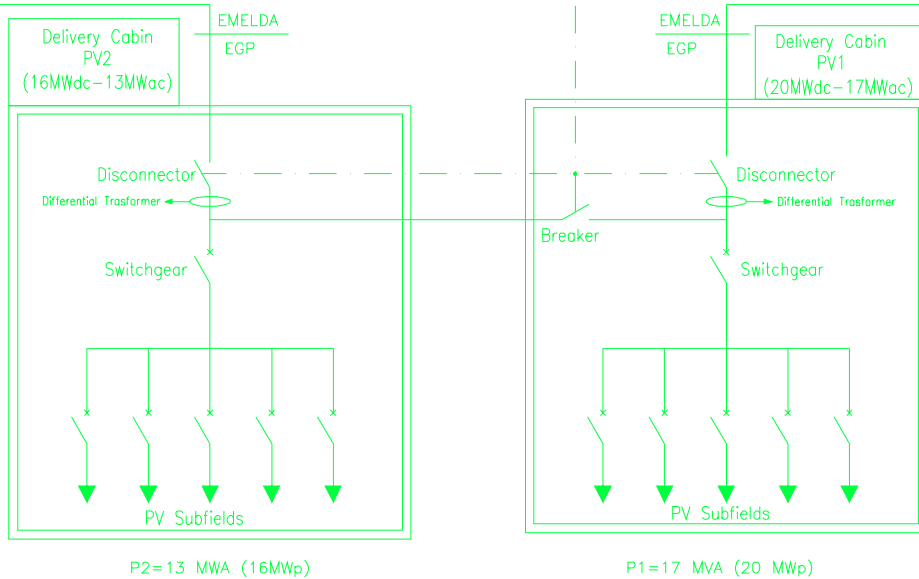
ESC: S/E



Nota 1

*The Delivery Cabins will be installed close to Emelda Border where is the Emelda Substation.

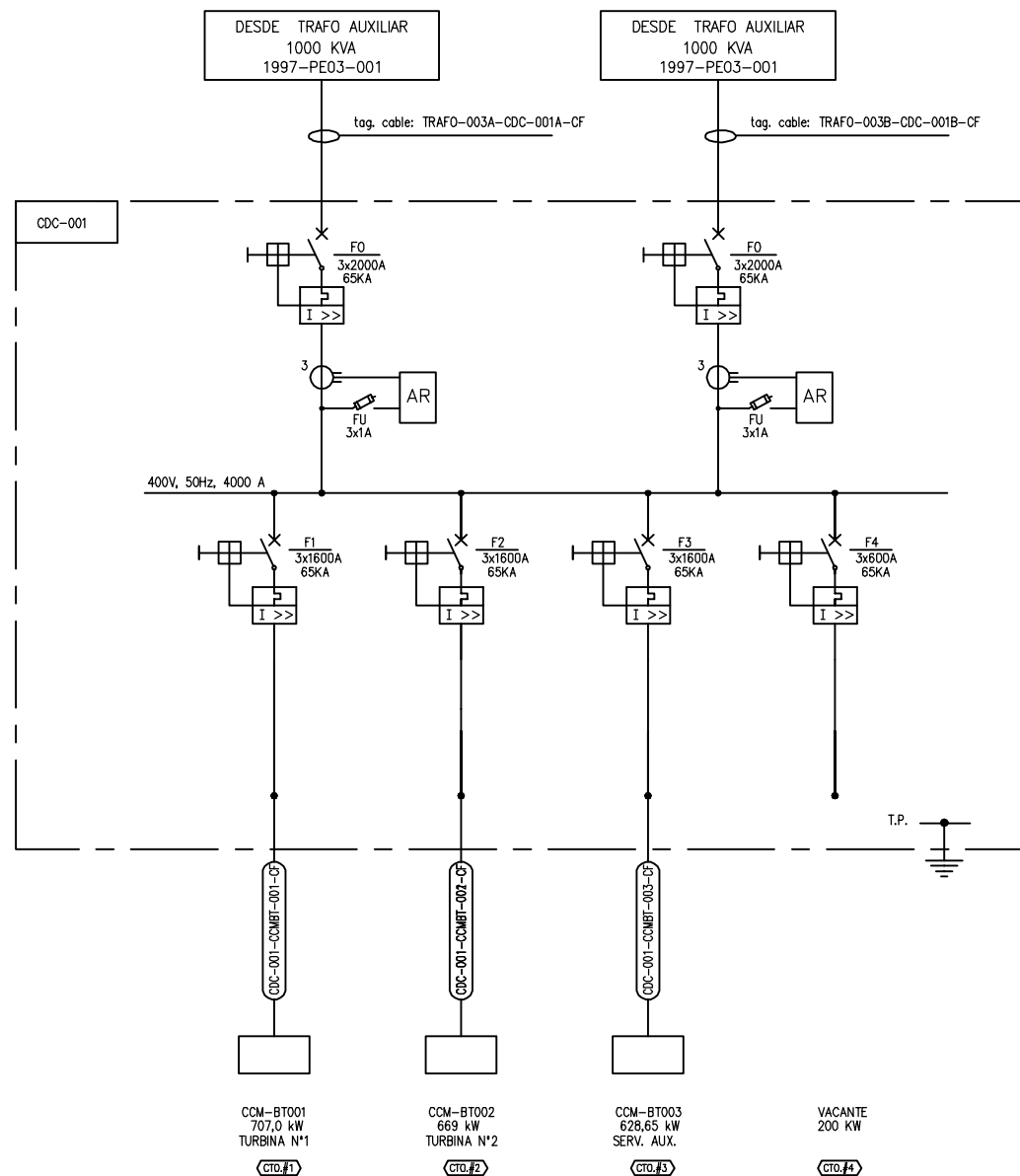
— New cocponents to be installed
 - - - Mechanical/Electrical Interblocks



P2=13 MVA (16MWp)

P1=17 MVA (20 MWp)

EMITIDO PARA CONSTRUCCION
28 NOVIEMBRE 2008



CENTRO DISTRIBUCION DE CARGA BAJA TENSION
Esc.S/E

- SIMBOLOGIA:
- INTERRUPTOR MAGNETOTERMICO
 - TRANSFORMADOR DE CORRIENTE
 - ANALIZADOR DE RED
 - FUSIBLE
 - TIERRA SERVICIO
 - TIERRA PROTECCION
 - UNION
 - TABLERO

TABLERO	CTO. N°	POT. KVAR	POT. KVA	MOTOR KW	TOTAL CARGAS	POT. TOTAL KW	CORRIENTES TOTALES POR FASE			PROTECCION CIRCUITOS		CANALIZACION			UBICACION	
							R	S	T	AUT.	DIF.	CONDUCTOR	TIPO	DUGTO		DIMENS.
CDC-001	1			707,0	16	707,0	1363	1363	1363	3x1600A		1000	SUPERFLEX	E.P.C.	600x100	ALIMENTADOR A CCMBT001
	2			669,0	15	669,0	1292,0	1292,0	1292,0	3x1600A		1000	SUPERFLEX	E.P.C.	600x100	ALIMENTADOR A CCMBT002
	3			730,25	24	730,25	1427,1	1427,1	1427,1	3x1600A		1000	SUPERFLEX	E.P.C.	600x100	ALIMENTADOR A CCMBT003
	4			200		200				3x600A						VACANTE
TOTAL				2204,25	3	2204,25										

PLANO N°	TITULO	REV.	FECHA	DESCRIPCION	DIB.	REV.	APR.
1997-LE03-001	LISTADO DE CABLES						
1997-PE03-003	DIAGRAMA UNILINEAL CCMBT002 TURBINA GE						
1997-PE03-004	DIAGRAMA UNILINEAL CCMBT001 TURBINA CHINA						
1997-PE03-005	DIAGRAMA UNILINEAL CCMBT003 LAMINA 1 DE 2						
1997-PE03-006	DIAGRAMA UNILINEAL CCMBT003 LAMINA 2 DE 2	0	28/11/08	EMITIDO PARA CONSTRUCCION	R.V.E.	L.Ch.C.	M.V.M.
PLANOS REFERENCIAS				REVISIONES			

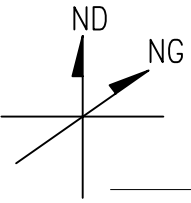
ESTE DOCUMENTO ES PROPIEDAD INTELLECTUAL DE PARES Y ALVAREZ INGENIEROS ASOCIADOS LTDA. NO PODRA SER COPIADO, EMITIDO O UTILIZADO CON OTRO PROPOSITO QUE NO SEA EL ESTIPULADO EN EL CONTRATO CON EL CUENTE.

PARES & ALVAREZ
INGENIEROS ASOCIADOS

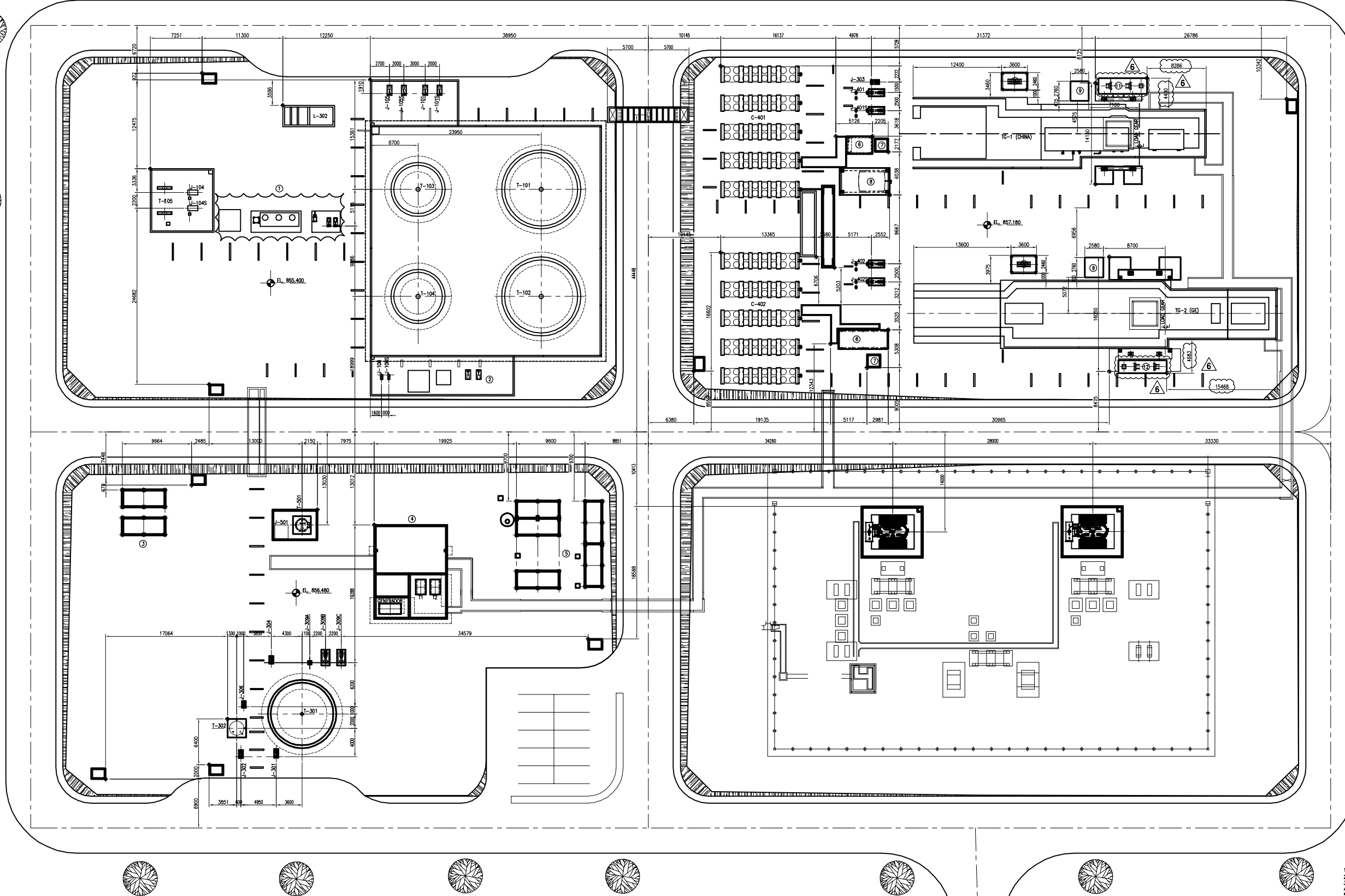
PROYECTO: INGENIERIA DE DETALLE Y GESTION DE COMPRAS CENTRAL DIEGO DE ALMAGRO	N° PROYECTO P&A: SW-1997	N° TRABAJO: 1997-PE03-002	DIBUJO: S.R.C.
TITULO: DIAGRAMA UNILINEAL CDC-001	N° PLANO P&A: 1997-PE03-002	C. GESTOR: 0	PROYECTO: R.V.E.
	N° PLANO CUENTE: 0	REV.: 0	APROBO: M.V.M.
			FECHA: 02-10-08
			ESCALA: S/E

Diseñado en AutoCAD por PARES Y ALVAREZ Ingenieros Asociados, Servicio de Ingeniería

ANEXO D – LAYOUT DE LA UNIDAD



TAG	NOMBRE
J-101/5	BOMBA DE CARGA DE IFO 180
J-104/5	BOMBA DE ACEITE TERMICO
J-105/5	BOMBA DE CARGA DIESEL
J-106/5	BOMBA DOSIFICADORA DE DIESEL
J-301	BOMBA DE CARGA DE AGUA CRUDA
J-302	BOMBA DE CARGA DE AGUA POTABLE
J-303	BOMBA DE CARGA DE AGUA DESMINERALIZADA
J-304	BOMBA DE AGUA CRUDA
J-305	BOMBA DE AGUA DESMINERALIZADA
J-306	BOMBA DE AGUA POTABLE
J-307	BOMBA DE AGUA SERVIDA
J-308	BOMBA DE AGUAS TRATADAS
J-309A/B	BOMBA DE LA RED DE INCENDIO
J-309C	BOMBA DE AGUA DE REFRIGERACION Jockey
J-401/5	BOMBA DE AGUA DE REFRIGERACION TURBINA CHINA
J-402/5	BOMBA DE AGUA DE REFRIGERACION TURBINA GE
T-101/102	ESTANQUE DE IFO-180
T-103/104	ESTANQUE DWRD DE IFO-180 / DIESEL
T-301	ESTANQUE DE AGUA CRUDA
T-302	ESTANQUE DE AGUA POTABLE
T-303	ESTANQUE DE AGUA DESMINERALIZADA
T-105	ACUMULADOR DE ACEITE TERMICO
T-501	ACUMULADOR DE AIRE
C-101	CALENTADOR DE ACEITE TERMICO
C-401	AERODFRADOR T0-1 (CHINA)
C-402	AERODFRADOR T0-2 (GE)
L-301	SEPARADOR TRATAMIENTO AGUAS SERVIDAS
L-302	SEPARADOR DE AGUAS ACEITOSAS
L-601	SECADOR DE AIRE
T0-1	TURBINA CHINA
T0-2	TURBINA GE
1	SISTEMA DE TRATAMIENTO FUEL OIL (FO)
2	SISTEMA DE BOMBAS ALIMENTACION PETROLEO DIESEL E IFO 180
3	BODEGA ALMACENAMIENTO DE ACEITES
4	SALA ELECTRICA BOP
5	SALA DE CONTROL
6	SISTEMA DE INHIBICION DE VANADIO
7	POZO DE BORRAS TURBINAS
8	SISTEMA DE LIMPIEZA TURBINAS
9	CEMS
10	BANCO DE BATERIAS 1000 AH
11	BLOWERS TURBINA CHINA
12	BLOWERS TURBINA GE



LAYOUT GENERAL
Esc. 1:200

EMITIDO PARA CONSTRUCCION
JUNIO / 2009

- NOTAS:**
- 1.- TODAS LAS DIMENSIONES EN MILIMETROS (S.I.C.)
 - 2.- ELEVACION Y COORDENADAS EN METROS (S.I.C.)
 - 3.- ELEVACIONES REFERIDAS A COTA: 100.000
 - 4.- SISTEMA DE COORDENADAS, VER PLANO 1947-PJ01-001
 - 5.- PARA VER LA POSICION DE DURMIENTES, CONSULTAR PLANO 1997-PM06-001, EN IDM.



PARES & ALVAREZ
INGENIEROS ASOCIADOS

PLANO N°	TITULO	REV.	FECHA	DESCRIPCION	OBJ.	REV.	APR.	TRILAO
8166-AI-CV-GR-01	INGENIERIA DE DETALLES S/E EMELDA 110 W							
PLANOS REFERENCIAS		REVISIONES						

PROYECTO:	INGENIERIA DE DETALLES Y GESTION DE COMPRAS CENTRAL DIEGO DE ALMARGO	N° PROYECTO PAR:	SW-1997	N° TRABAJO:		DISEÑO:	MOS
PLANO N°:	1997-PJ01-001	C. GESTOR:		PROYECTO:	PAA	DIBUJO:	JAO
N° PLANO CLIENTE:		REV.:		FECHA:	AGO/08	ESCALA:	1:200

LAYOUT GENERAL

ANEXO E – DATOS DE REFERENCIA

Información Técnica Coordinador Eléctrico Nacional

INFORMACIÓN TÉCNICA PARA LOS ESTUDIOS DEL COORDINADOR		
Tipo Central (NTSyCS)	Texto	TURBINA GAS
Subestación de Inyección	-----	S/E CENTRAL EMELDA
11.1.2 Puntos de conexión al SI a través de los cuales inyecta energía.	-----	S/E CENTRAL EMELDA 110 KV
11.1.3 Potencia Aparente Máxima	[MVA]	45,4
11.1.4 Potencia máxima bruta, para cada tipo de combustible que pueda operar	[MW]	36,526
11.1.5 Consumos propios como % de la potencia máxima bruta	[%]	0,77
11.1.6 Capacidad máxima, Potencia neta efectiva	[MW]	36,243

Carta de entrega despacho EMELDA Unidad TG1(extracto)

Santiago, 24 de Junio de 2010

Señor
Eduardo Ricke Muñoz
Director de Operación
CDEC-SIC
Presente

Ref: Entrega a Despacho Unidad N°1 Central EMELDA

Por medio de la presente, tengo el agrado de informar a usted que se ha concluido exitosamente con el proceso de construcción y puesta en servicio de la Central Empresa Eléctrica Diego de Almagro Unidad 1 (en adelante "Central EMELDA U1"), situada físicamente en la localidad de Diego de Almagro, III Región, y conectada eléctricamente en la barra 110 kV de la S/E Diego de Almagro a través de un circuito de 110 kV.

Por lo tanto, a partir de las 00:00 horas del día 24 de junio de 2010, la Central EMELDA U1 queda a disposición del CDEC-SIC para ser incluida en la planificación de la operación, cálculo de potencia firme y respectivo despacho económico.

La información técnica de la Central EMELDA U1 es la siguiente:

- > Potencia Bruta: 33.25 (MW)
- > Consumo Propio: 0.7 (%)
- > Tiempo de Partida: 27 (min)
- > Tasa de Toma de Carga: 3 (MW/min)
- > Mínimo Técnico: 7.5 (MW)
- > Consumo Específico: 0.288 (ton/MWh)
- > Consumo Específico Mínimo Técnico: 0.576 (ton/MWh)

Por otro lado, la Central operará con Petróleo Diesel N° 2 y el precio de combustible es el que se indica a continuación:

Precio Combustible líquido Central EMELDA U1, Petróleo Diesel N°2: 717.65 (USD/ton)

Adicionalmente, y en base a la información antes proporcionada, informamos a usted el costo total de la Central EMELDA U1 a plena carga, desglosado en costo combustible y no combustible:

Central	Costo Combustible (USD/ton)	Consumo Específico (ton/MWh)	Costo Variable Combustible (USD/MWh)	Costo Variable No Combustible (USD/MWh)	Costo Variable Total (USD/MWh)
EMELDA U1 (33 MW)	717.65	0.288	206.68	10.00	216.68

ANNEX 1
Introduction of The Transferring S206B unit
1.1 GT Operation and Maintenance
1.1.1 Equipment Specification

	Item	¹ GT	² GT
GT	Manufacturer	Nanjing Turbine Factory	U.S. GE
	Model	PG6531B	PG6541B
	Number	GT6003	T295922
	Control system	MK-VI SPEED TRONIC	MK-V SPEED TRONIC
	GT Performance	33.00 MW(Heavy oil), 12696 kJ/KWh,ISO	36.70 MW(Heavy oil), 11777 kJ/KWh,ISO
GT Generator	Manufacturer	Nanjing Turbine Workshop(GE-CHINA)	U.S. GE
	Model	QFR-36-2	
	Rated capacity	36000KW	36300kW
	Rated voltage	10500V	11500V
	Rated current	2474.4A	2278A
	Rated frequency	50HZ	50Hz
	Rated speed	3000rpm	3000rpm
	Power factor	0.8	0.8
	Cooling method	Closed circulating air-cooling	Closed circulating air-cooling
	Excitation method	AC brushless	Brushless excitation
	Insulation Level	B	
	Connection type	Y	Y
	Exciter	Model	JWL130-3000
Rated output		130 KW	
Rated voltage		157V(DC)	
Rated current		329A(DC)	Brushless excitation
Rated frequency		50HZ	
Excitation current		5.42A	
Excitation voltage		40.32V	
Diesel engine	Model	DETROIT 12V71T	DETROIT 12V71T
	Type	V-type 12-cylinder 2-stroke water-cooled	V-type 12-cylinder 2-stroke water-cooled
	Power	630hp	630hp

ANEXO F – P&ID SISTEMA DE COMBUSTIBLE

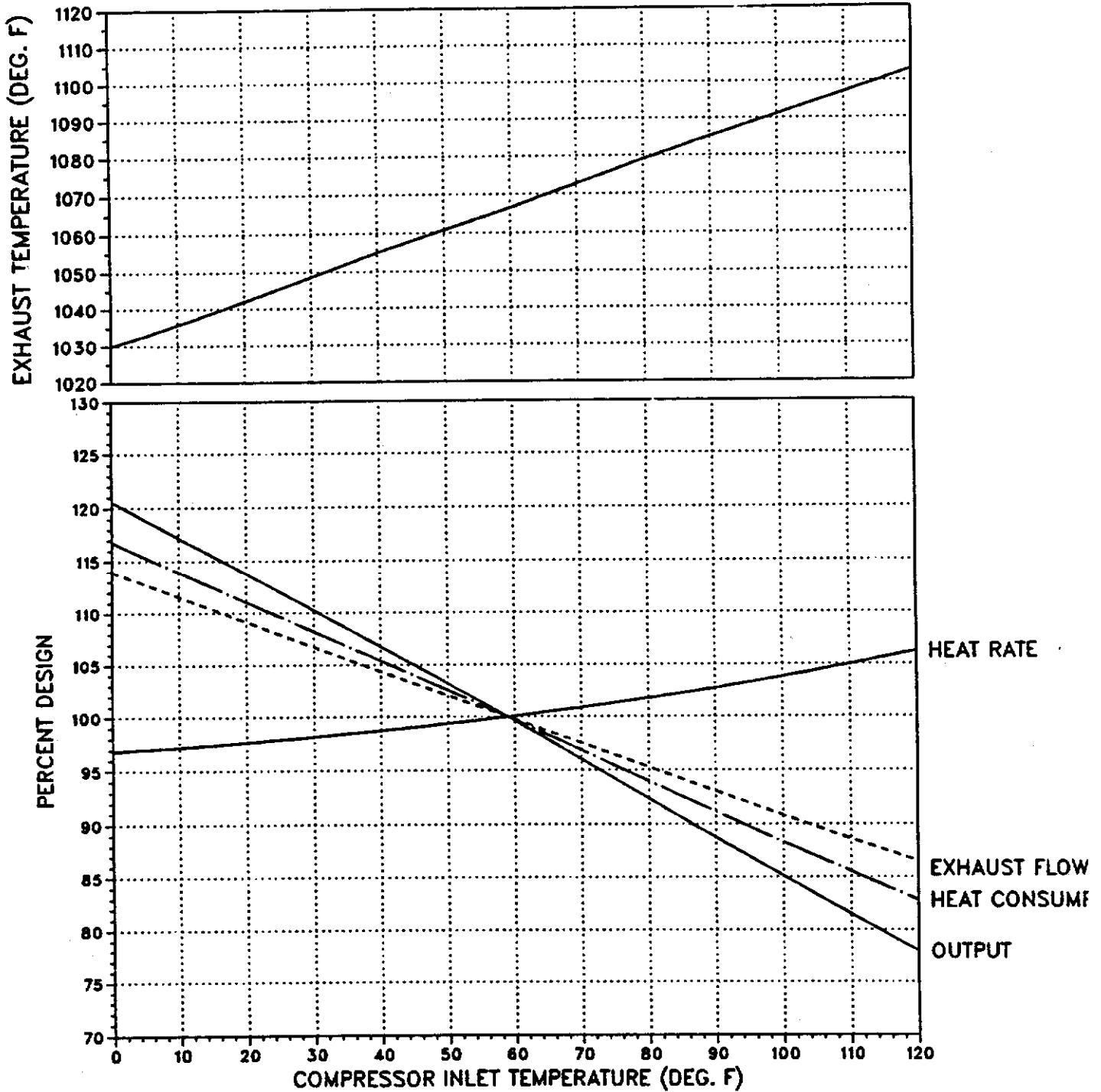
ANEXO G – CERTIFICADOS DE CALIBRACIÓN

ANEXO H – CURVAS DE CORRECCION

GENERAL ELECTRIC MODEL PG6541(B) GAS TURBINE
ESTIMATED PERFORMANCE

EFFECT OF COMPRESSOR INLET TEMPERATURE ON
OUTPUT, HEAT RATE, HEAT CONSUMPTION
EXHAUST FLOW AND EXHAUST TEMPERATURE AT 100% SPEED

FUEL: NATURAL GAS AND DISTILLATE
MODE: PEAK LOAD



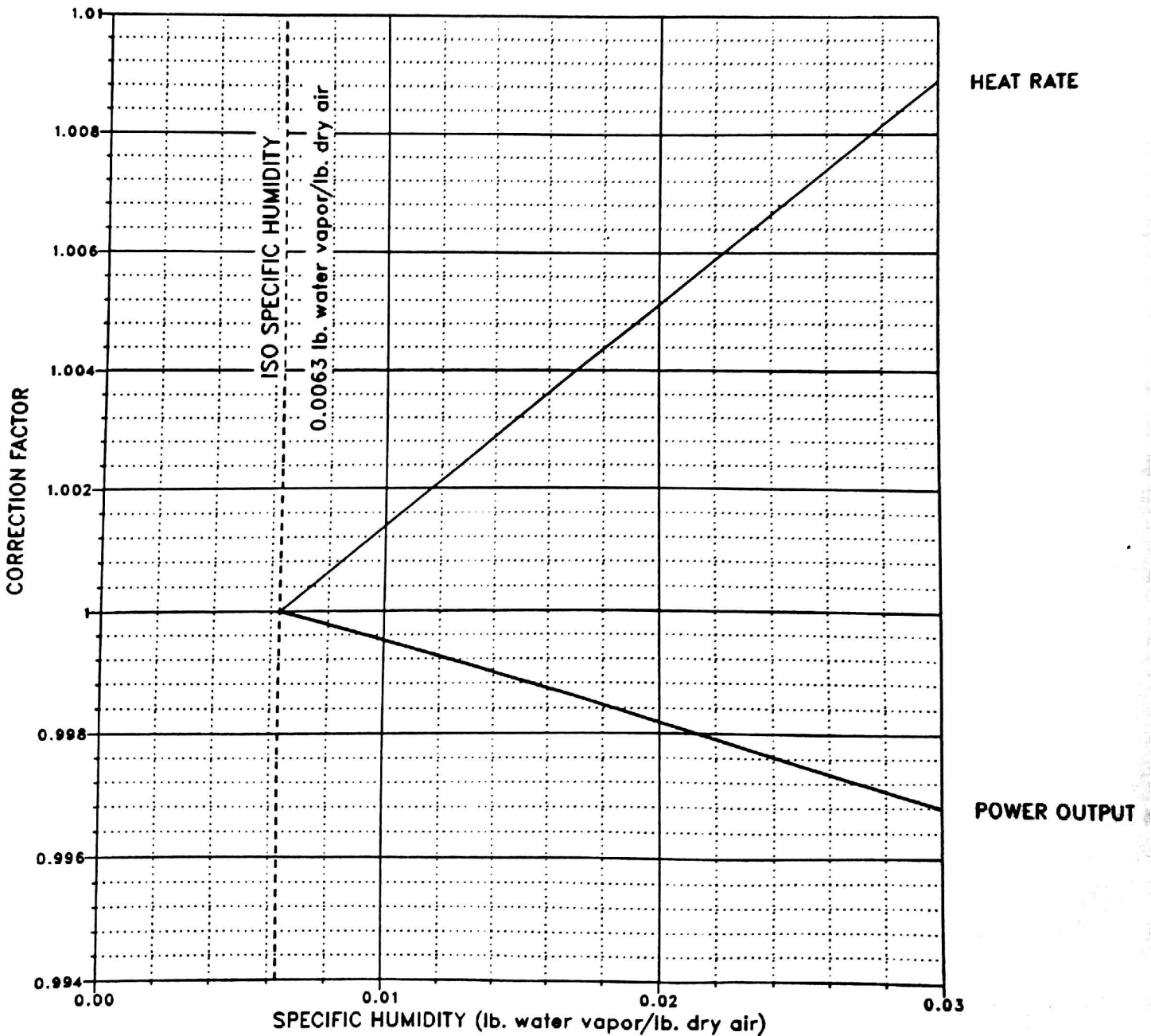
DATE 11/30/87
KH Conway

499HA559

GENERAL ELECTRIC MS6001, MS7001 AND MS9001 GAS TURBINES

CORRECTIONS TO OUTPUT AND HEAT RATE FOR NON-ISO SPECIFIC HUMIDITY CONDITIONS

For operation at base load on exhaust
temperature control curve



DATE: 07/18/88
C.N. MULLER

498HA697
REV A

**GENERAL ELECTRIC MODEL PG6541(B) GAS TURBINE
ESTIMATED PERFORMANCE - CONFIGURATION: NAT. GAS & DIST.
Compressor Inlet Conditions 59 F (15.0 C), 60% Rel. Humidity
Atmospheric Pressure 14.7 psia (1.013 bar)**

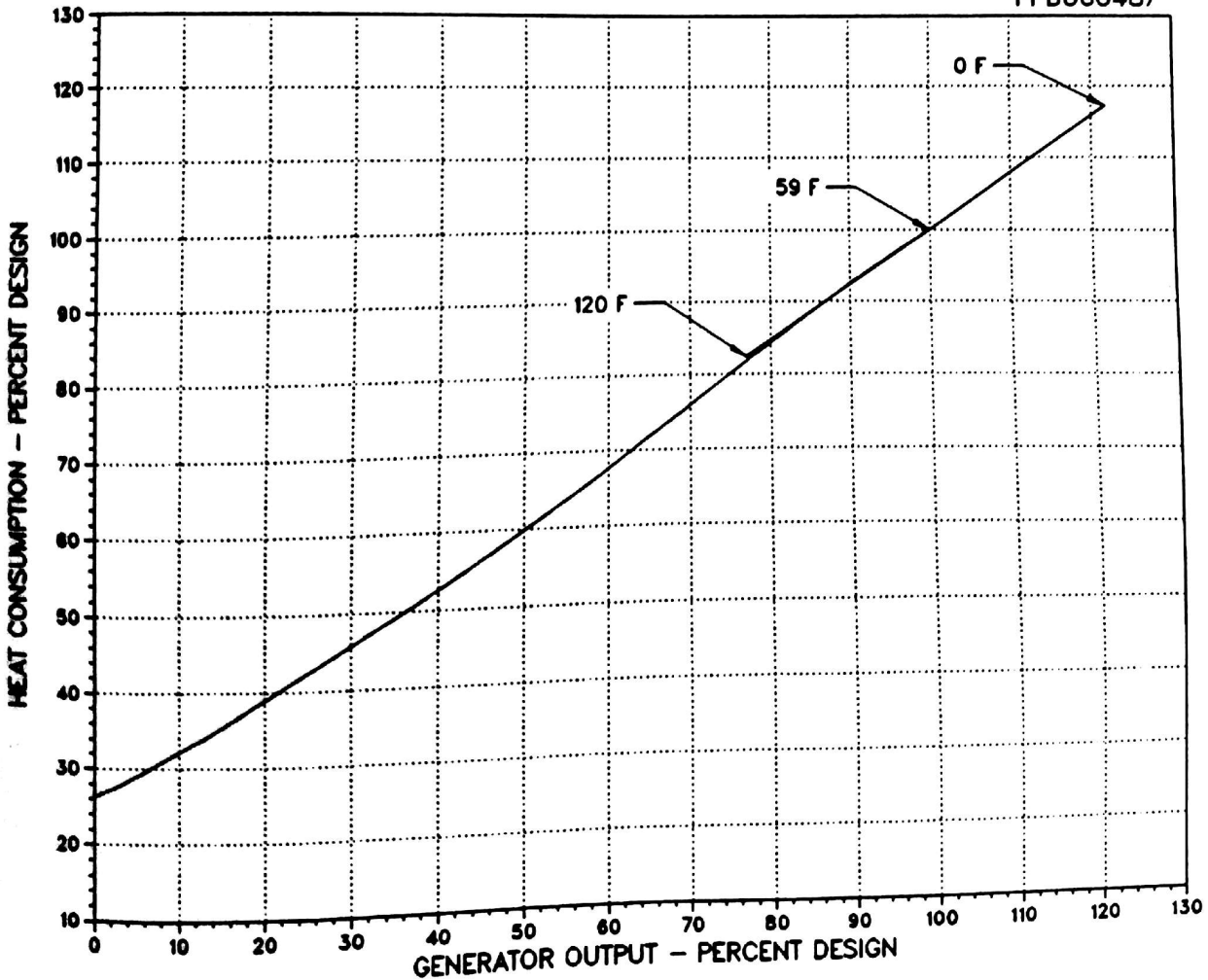
FUEL		NATURAL GAS		DISTILLATE	
DESIGN OUTPUT		38340		37520	
DESIGN HEAT RATE (LHV)		10860	(11460)	10970	(11570)
DESIGN HEAT CONS (LHV) X10 ⁻⁶		416.4	(439.4)	411.6	(434.1)
DESIGN EXHAUST FLOW X10 ⁻³		1103.	(500.5)	1106.	(501.4)
MODE: BASE LOAD					

NOTES:

- Altitude correction on curve 416HA662
- Ambient temperature correction on curve 499HA543
- Effects of modulated inlet guide vanes on curve 499HA555
- Steam injection effects on curve 499HA531 & 499HA532
- Humidity correction on curve 498HA697 - all performance calculated with specific humidity of .0064 or less so as not to exceed 100% relative humidity.
- Plant performance is measured at the generator terminals and includes allowances for excitation power, shaft driven auxiliaries, and 4.0 in. H₂O (10.0 mbar) inlet and 2.5 in. H₂O (6.2 mbar) exhaust pressure drops.
- Additional pressure drop effects:

	%Effect on Output	%Effect on Heat Rate	Effect on Exhaust Temp.
4 in. H ₂ O (10.0 mbar) inlet	-1.50	0.50	2.2 F (1.2 C)
4 in. H ₂ O (10.0 mbar) exhaust	-0.50	0.50	2.2 F (1.2 C)

PPB060487



499HA542B

DATE: 9/9/87
F.J. Brooks