



**INFORME DE ENSAYOS DE VERIFICACIÓN
DE SERVICIOS COMPLEMENTARIOS DE
PARTIDA AUTONOMA
Central de Térmica Huasco**

Informe Técnico

Preparado para:



Mayo - 2024

A 0616 | R 1297-20

TABLA DE CONTENIDOS

TABLA DE CONTENIDOS	2
LISTADO DE GRÁFICOS Y TABLAS	3
REGISTRO DE COMUNICACIONES	4
SECCIÓN PRINCIPAL	5
1. INTRODUCCIÓN	5
1.1. Descripción de la central	5
1.1. Marco normativo	7
2. EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE PARTIDA AUTÓNOMA	8
2.1. Información de las instalaciones y equipos	8
2.2. Tiempo de establecimiento en vacío con la unidad aislada	10
2.3. Tiempo de estabilización de carga con la unidad operando en isla.....	11
2.4. Información técnica histórica de operación en isla	11
2.5. Medición del gradiente de toma de carga.....	13
2.6. Tiempo de partida en frío	14
2.7. Verificación de tiempos de detención.	15
2.8. Independencia operativa de las unidades generadores	16
2.9. Tiempo de Autonomía	20
2.10. Resumen de resultados	20
3. CONCLUSIONES	22
ANEXO	23
1. INFORMACIÓN TÉCNICA	23
1.1. Parámetros del generador	23
1.2. Controladores	24
1.3. Esquema del control de carga/velocidad.....	25
1.4. Guía de maniobras	26

LISTADO DE GRÁFICOS Y TABLAS

Gráfico 1. Esquema unilineal del punto de interconexión de la central con el sistema. ...	6
Gráfico 2. Respuesta en vacío de la unidad U3.	10
Gráfico 3. Respuesta en vacío de la unidad U4.	11
Gráfico 4. Respuesta en vacío de la unidad U5.	11
Gráfico 5. Reguladores manuales de carga y tensión.	13
Gráfico 6. Respuesta U3 ante variaciones consignadas de potencia.	14
Gráfico 7. Respuesta U4 ante variaciones consignadas de potencia.	14
Gráfico 8. Respuesta U5 ante variaciones consignadas de potencia.	14
Gráfico 9. Esquema unilineal Central Huasco p1.	17
Gráfico 10. Esquema unilineal Central Huasco p2.	18
Gráfico 11. Placa característica del generador	23
Gráfico 12. Parámetros estáticos y dinámicos del generador	23
Gráfico 13. Curva PQ del generador, otorgada por el fabricante.....	24
Gráfico 14. Diagrama de bloques del regulador de tensión (AVR).....	24
Gráfico 15. Esquema del control de carga/velocidad.....	25

REGISTRO DE COMUNICACIONES

Registro de las actividades, comunicaciones y aprobación de informes.

Número	Fecha dd/mm/año	Preparó	Revisó	Aprobó	Observaciones
0	21/05/24	PB	NP	NP	Versión inicial
1	01/07/24	PB	NP	NP	Observaciones Cliente
2	28/08/25	PB	NP	NP	Observaciones CEN

SECCIÓN PRINCIPAL

1. INTRODUCCIÓN

En el siguiente informe se describen los resultados obtenidos en los ensayos de verificación del servicio complementario de Partida Autónoma realizados en la unidad U3, U4, y U5 de la Central Térmica Huasco, durante los días lunes 22/04/2024 a jueves 25/04/2024 con el objetivo de dar cumplimiento a las exigencias establecidas en la norma técnica de servicios complementarios vigente.

Las verificaciones anteriormente señaladas se realizan siguiendo los lineamientos estipulados en la "Guía-de-Verificación-Partida-Autónoma-y-Aislamiento-Rápido" expedida por el Coordinador Eléctrico Nacional.

1.1. Descripción de la central

La Central Térmica Huasco se encuentra en la comuna de Huasco, en la IV región de Chile. La central cuenta con tres turbinas gas oil de 21.41 MW cada una.

La central está conformada por tres generadores Hitachi, cuya potencia nominal es de 27.941 MVA cada uno, factor de potencia de 0.85 y tensión nominal en bornes de 11.5 kV.

El sistema de excitación es del tipo estático conectado a los anillos colectores del generador, y presenta una tensión nominal de 300 V y corriente nominal de 276 A. El regulador de tensión (AVR) es analógico marca Hitachi. El mismo no posee limitadores de excitación ni PSS.

La turbina a gas es de marca Hitachi de 21.41 MW de potencia nominal y es alimentada con Diésel. La turbina es de tres cuerpos (AP, MP y BP). El regulador de velocidad es un Mark I de General Electric, analógico, que opera en modo droop, que varía su despacho en función de la frecuencia del sistema.

La conexión del generador a la red es por medio de un transformador elevador de 28 MVA, 110/11.5 kV, que se conecta a la barra de 110 kV de SE Huasco.

En el Gráfico 1 se muestra el esquema unilineal de la central y su conexión a la red.

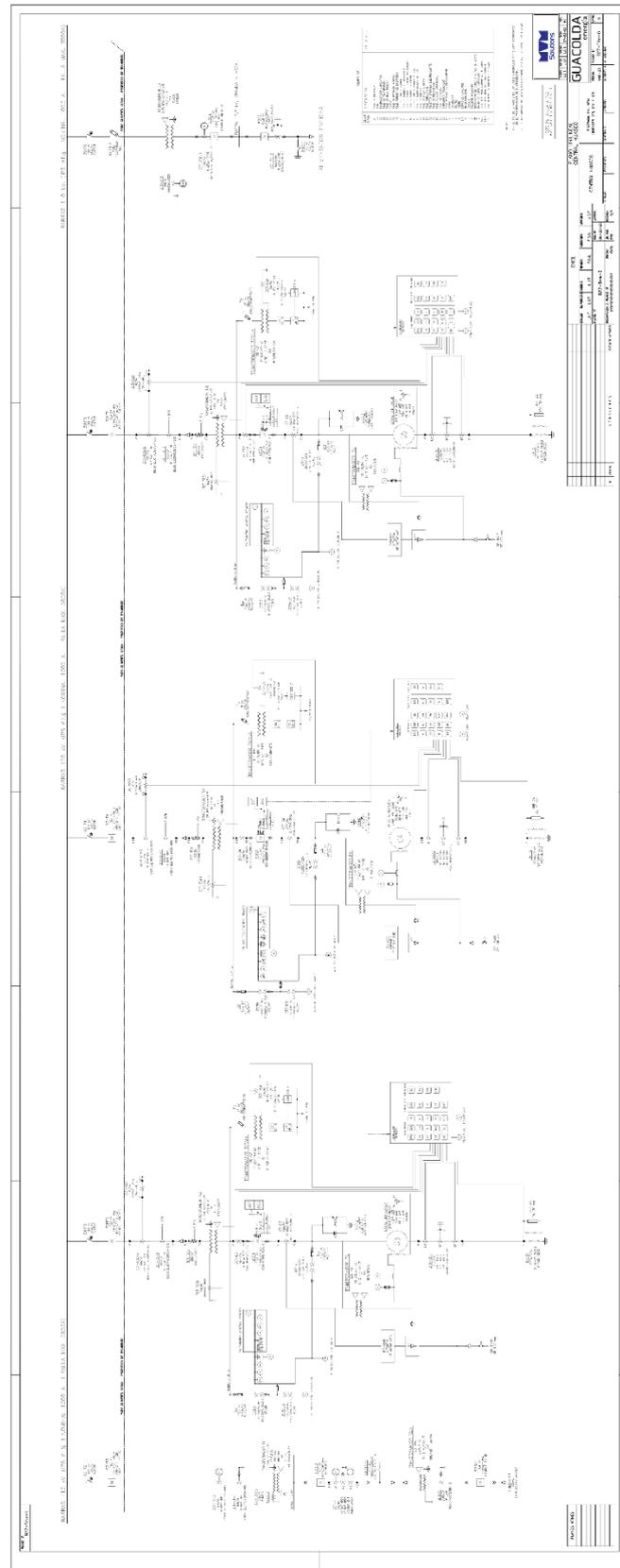


Gráfico 1. Esquema unilínea del punto de interconexión de la central con el sistema.

1.1. Marco normativo

La presente sección tiene por objetivo citar los requerimientos mínimos que debe cumplir las instalaciones conectadas al Sistema Eléctrico Nacional para verificar las capacidades de prestar el servicio de partida autónoma de acuerdo con la Norma Técnica de Servicios Complementarios (NTSSCC) vigente, y en la Guía de Verificación de Partida Autónoma y Aislamiento rápido.

1.1.1 Plan de Recuperación de Servicio

El plan de recuperación de servicio corresponde a los servicios que, una vez ocurrido un apagón total o parcial del sistema eléctrico, permiten reestablecer el suministro en el menor tiempo posible. Dentro de este servicio se enmarcan 3 subcategorías:

- Partida Autónoma
- Aislamiento rápido
- Equipamiento de vinculación

1.1.2 Partida Autónoma

a) *Definición de la prestación*

Partida Autónoma corresponde a la capacidad de una unidad generadora o sistema de almacenamiento que, encontrándose fuera de servicio, puede iniciar el proceso de partida de sus instalaciones, energizar líneas y tomar carga, sin contar con suministro de electricidad externo.

b) *Objetivos de los ensayos*

La prueba tiene por objetivo verificar la capacidad de la unidad generadora o sistema de almacenamiento de energía de disponer de las condiciones técnicas que permitan frente a una situación de apagón del Sistema Eléctrico Nacional (SEN), la partida de la unidad generadora sin contar con alimentación eléctrica desde el SEN y encender la unidad, sincronizar y tomar carga hasta la potencia máxima disponible, conforme a las exigencias establecidas en el TITULO 3-9 de la NT de SSCC y al Estudio para Plan de Recuperación de Servicio.

c) *Requerimientos de la prestación*

Las unides que prestan servicio complementario de PA se dividen en dos categorías:

- Las que requieren equipamiento adicional para su partida como grupos electrógenos o bancos de baterías
- Unidades de combustión interna que son capaces de realizar su proceso sin equipamiento adicional de partida

Las instalaciones deberán ser al menos capaces de:

- Disponer de capacidad de operación independiente del resto del sistema eléctrico
- Disponer de todo el equipamiento necesario para una adecuada implementación del requerimiento que defina el Coordinador.
- Operar de forma estable con el controlador de velocidad/potencia en el modo de control de carga.

2. EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD DE PARTIDA AUTÓNOMA

En esta sección se presenta la información de las instalaciones y los ensayos realizados con el objetivo de verificar la respuesta dinámica del control de velocidad/potencia de la unidad, así como el proceso de partida autónoma propiamente tal.

2.1. Información de las instalaciones y equipos

En la siguiente tabla se muestra la información más relevante de las unidades U3, U4 y U5 de la CT Huasco.

Tabla 1. Datos técnicos de la unidad U3, U4 y U5.

	Identificación	U3	U4	U5
Generador	Potencia Nominal [MVA]	27.941	27.941	27.941
	Tensión Nominal [kV]	11.5	11.5	11.5
	Factor de potencia nominal	0.85	0.85	0.85
Turbina	Identificación	Hitachi	Hitachi	Hitachi
	Potencia nominal base [MW]	25.6	25.6	25.6
	Potencia máxima neta declarada [MW]	19.33	19.33	19.33
	Caudal [m ³ /s] / Altura [m]	-	-	-
	Consumo Específico Neto (kcal/kWh)	3.7	3.7	3.7
	Identificación	Hitachi	Hitachi	Hitachi
	Potencia Aparente [MVA]	28	28	28
Transformador de potencia	Tensión (HT/LT) [kV]	110/11.5	110/11.5	110/11.5
	Grupo de conexión	DY1	DY1	DY1
	Tensión de cortocircuito [%]	11.23	11.23	11.23
Servicios	Tensión [kV]		11.5	

Auxiliares MT	Transformador de Servicios Auxiliares (kV/KV; kVA)	11,5 /0,4; 120
Servicios Auxiliares BT	Tensión Alterna (Vac)	400
	Tensión Continua (Vdc)	125
	Horas Autonomía (hs)	20

Tabla 2. Verificación de la documentación de la central.

Elemento	Estado
Planos conforme a Obra	Verificado
Manual de Mantenimiento	Verificado
Controles Periódicos	Verificado
Manual de Operación	Verificado
Procedimiento de partida Autónoma	Verificado

Tabla 3. Verificación de la independencia operativa de la unidad generadora.

Elemento	Estado
Consola de mando	Verificado
Medición	Verificado
Señalización y Alarmas	Verificado
Control de Tensión	Verificado
Control de Frecuencia	Verificado
Comunicaciones Operativas	Verificado
Circuito de alimentación de Agua	Verificado
Circuito Eléctrico de Potencia	Verificado
SSAA	Verificado

Tabla 4. Verificación de las variables supervisadas en tiempo real por el CDC.

Elemento	Estado
Potencia activa neta inyectada por cada unidad al SI	Verificado
Potencia reactiva absorbida/inyectada por cada unidad	Verificado
Posición de los taps de los transformadores	Verificado
Posición de interruptores y seccionadores de unidades generadoras y SSAA.	Verificado
Tensión lado alta transformador de cada unidad	Verificado
Tensión y frecuencia en terminales del generador	Verificado
Nivel de los embalses	No corresponde

2.2. Tiempo de establecimiento en vacío con la unidad aislada

El objetivo del ensayo es evaluar la calidad del control de frecuencia que tiene la unidad durante la operación en red aislada.

Con la unidad operando de forma aislada del sistema eléctrico, en vacío y a una frecuencia de 50 Hz, se aplicó un escalón de 2% en la consigna de velocidad y se registró la evolución de la frecuencia. Con la respuesta obtenida se determinaron los parámetros de desempeño que se muestran a continuación:

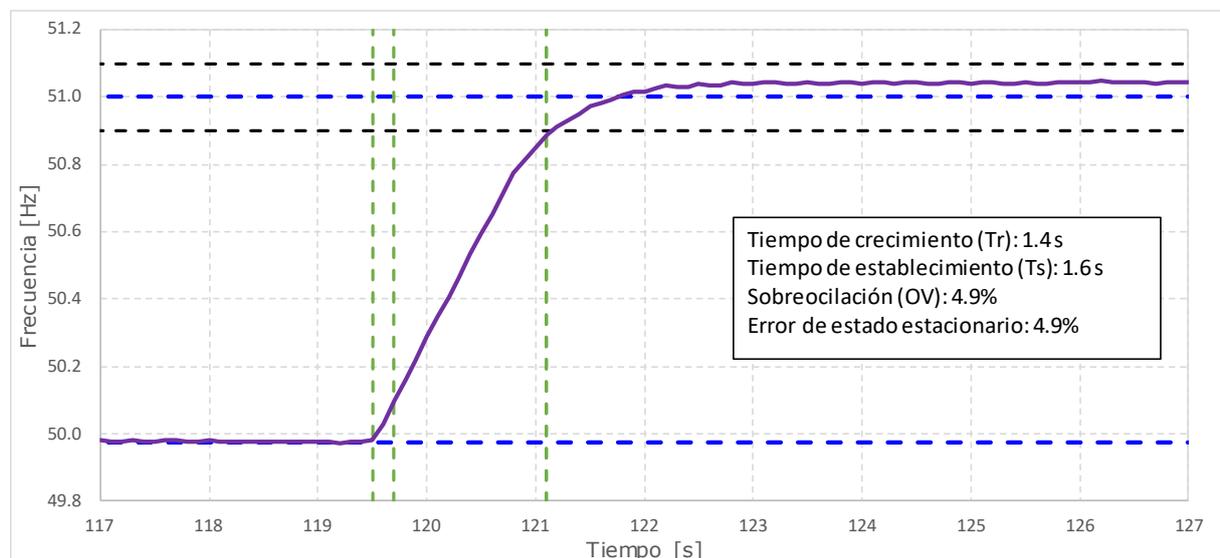


Gráfico 2. Respuesta en vacío de la unidad U3.

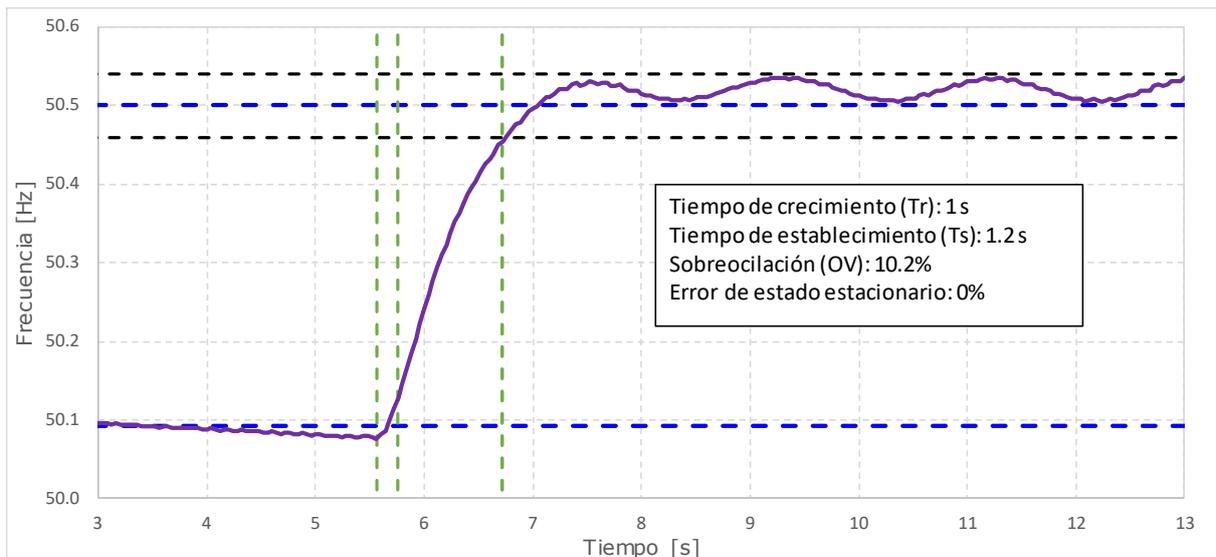


Gráfico 3. Respuesta en vacío de la unidad U4.

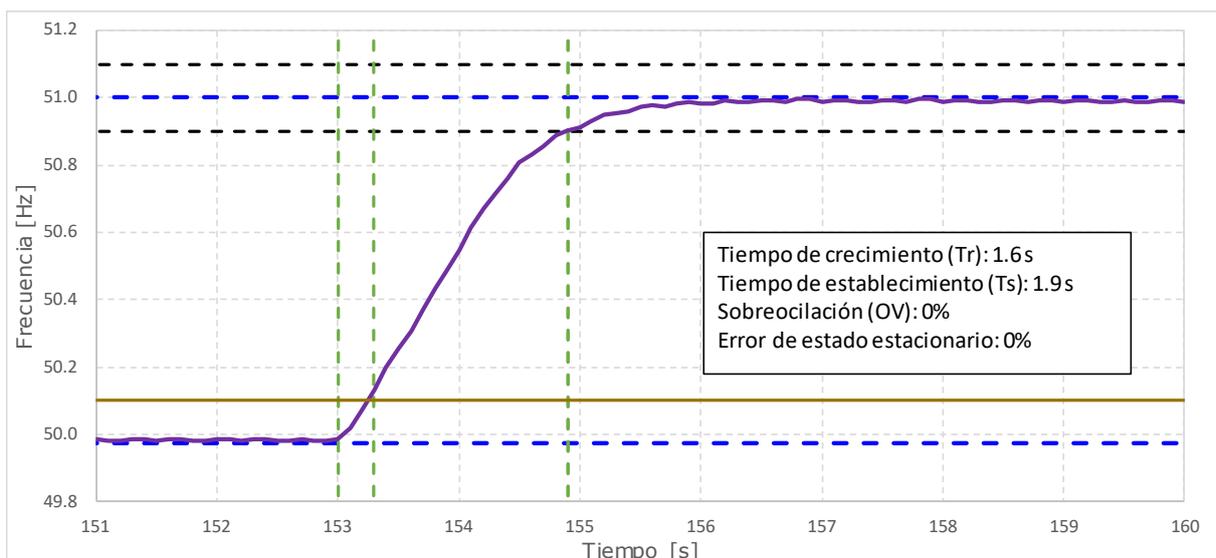


Gráfico 4. Respuesta en vacío de la unidad U5.

2.3. Tiempo de estabilización de carga con la unidad operando en isla

Dadas las características de la Central Husco, no se ha podido llevar a cabo la prueba de estabilización de carga con las unidades operando en isla, debido a que en el sistema eléctrico no se dispone de una carga que pueda ser utilizada durante las pruebas. De todas formas, como se puede observar en la sección 4.2, durante el escalón de vacío, las unidades respondieron de forma estable, obteniéndose una respuesta de tipo amortiguada.

2.4. Información técnica histórica de operación en isla

2.4.1 Condiciones particulares de control para partida autónoma

Previo al arranque, verificar ausencia de tensión en barra 11,5 KV de cada TG, verificar

operación de alarmas:

303: Panel Motor Bajo Voltaje

336: Barras de Bajo Voltaje

Esto debido a la activación de los relés 27L-1 y 27L-2 (lámina Relé 27L1-27L2). A su vez, el relé 27L-1 habilita el cierre de interruptor en condición de arranque en negro (lámina Cierre 52G). No existen maniobras que deben efectuarse de forma manual en las unidades TG PG5301.

Según punto 6.1.2 del procedimiento CGU-TG-P-01 (adjunto), previo al arranque de las unidades, es necesario abrir interruptores 52H1 (Circuito Huasco – Maitencillo 1) y 52H2 (Circuito Huasco – Maitencillo 2). Esta condición forma la primera Isla (Central Huasco, CMP y Huasco-Freirina).

Verificar en S/E Huasco que los siguientes interruptores se encuentren cerrados:

- 52H3 (CAP 2)
- 52H4 (CAP 1)
- 52HT2 (SS/AA Central Huasco)
- 52HT3 (TG3)
- 52HT4 (TG4)
- 52HT5 (TG5)

En Barra 13,8 kV, verificar que se encuentren cerrados los interruptores:

- 52CT6 (Alimentador Barra 13.8KV)
- 52C2 (Alimentador Huasco-Freirina)

Estas verificaciones son para asegurar carga una vez sincronizada la unidad contra barra muerta (primera isla Central Huasco, CMP y Huasco-Freirina).

2.4.2 Esquema de control de frecuencia (CF) y tensión (CT) en modo Isla

No existe un control de frecuencia específico para trabajar en modo isla o modo isócrono, para las unidades TG PG5301. Se adjunta esquema del control de carga/velocidad en el Anexo del documento. La toma de carga/frecuencia se realiza de forma manual, desde el "regulador de carga". Del mismo modo, la regulación de tensión/reactivos se realiza desde "ajuste tensión", correspondientes a las imágenes presentadas a continuación:



Gráfico 5. Reguladores manuales de carga y tensión.

2.4.3 Proceso de conmutación los ajustes de CF y CT en modo red a modo isla

No existe un modo de conmutación entre modo red y modo isla, para el control de las unidades TG PG5301. Se adjunta esquema del control de carga/velocidad.

2.4.4 Proceso y tiempos requeridos para volver a iniciar la PA de la unidad ante la ocurrencia de la salida intempestiva de esta.

El tiempo de detención desde velocidad nominal, o unidad con carga (una vez producido un TRIP) hasta velocidad 0 es de 18 minutos. Una vez estando la unidad en velocidad 0, es posible iniciar un nuevo proceso de arranque (6 minutos desde orden de arranque a sincronización).

2.5. Medición del gradiente de toma de carga

Este ensayo tiene la finalidad de verificar que la unidad puede aumentar su generación de forma controlada. Desde el panel de control de la central se varió la consigna de potencia activa mediante un único "escalón", realizado de forma manual, para evaluar tanto la rampa de bajada como la rampa de subida de potencia de la central, desde potencia máxima (19.3 MW) hasta el mínimo técnico (4 MW). En este caso solo se realizaron las pruebas con la pendiente de toma y reducción de carga configurada de cada unidad, ya que la central térmica Huasco no tiene la posibilidad de cambiar esta configuración.

En los siguientes gráficos se muestran los resultados obtenidos:

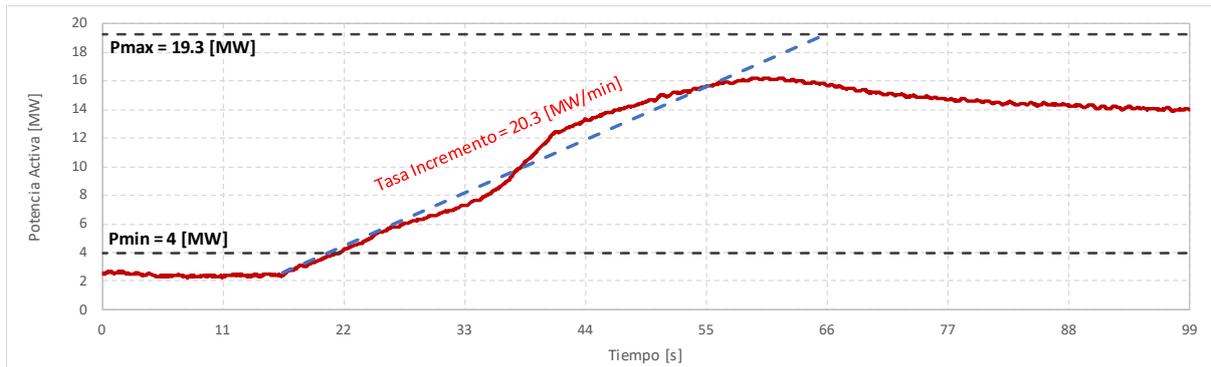


Gráfico 6. Respuesta U3 ante variaciones consignadas de potencia.

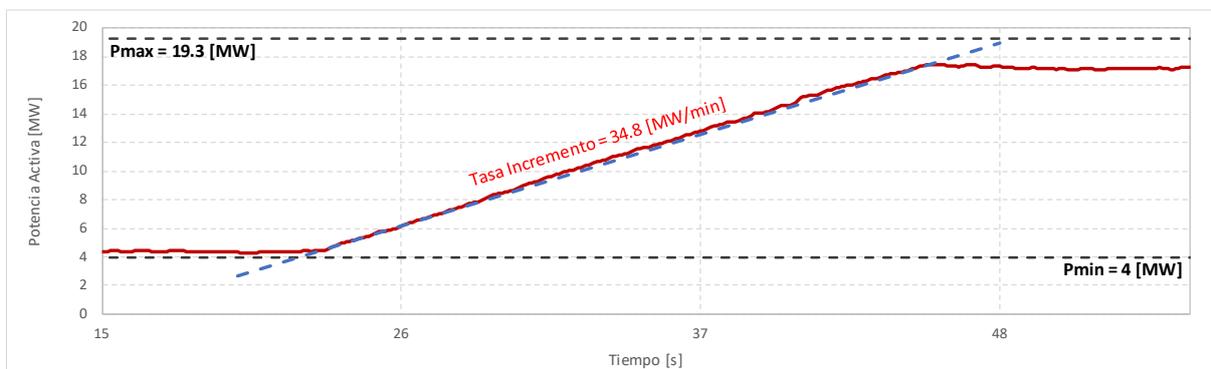


Gráfico 7. Respuesta U4 ante variaciones consignadas de potencia.

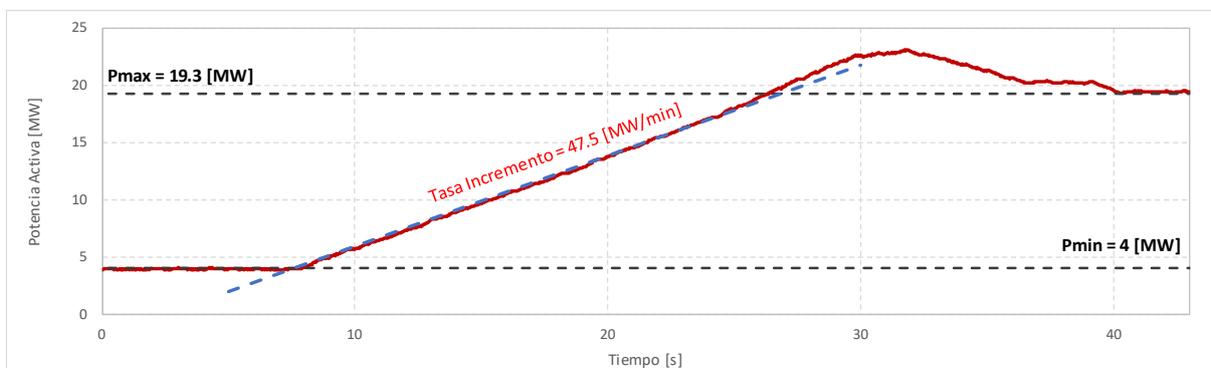


Gráfico 8. Respuesta U5 ante variaciones consignadas de potencia.

2.6. Tiempo de partida en frío

El ensayo tiene el objetivo de evaluar la capacidad de las unidades de sincronizar, partiendo desde un estado de apagado y alcanzar el mínimo técnico en un tiempo máximo de 15 minutos y mantenerse en esta condición durante 60 minutos.

Se registró el arranque de las U3, U4, y U5 desde el estado de apagado y hasta alcanzar el mínimo técnico, luego de lo cual, se mantuvo esta condición por un tiempo aproximado de 60 minutos como indica la guía de verificación de dicho servicio complementario. En los siguientes gráficos se muestran los resultados obtenidos:

A) Periodo I: Desde el inicio del proceso de partida hasta la sincronización.

- B) Periodo II: Desde la sincronización hasta la operación a mínimo técnico.
- C) Periodo III: Desde la operación mínimo técnico a una hora de operación a mínimo técnico.

Tabla 5. Tiempos del proceso de partida en frío.

Unidad	Periodo I [min]	Periodo II [min]	Periodo II [min]
U3	5.9	0.18	60
U4	4.9	0.11	60
U5	4.08	0.23	60

El tiempo mínimo de detención y el tiempo mínimo de operación son iguales a 0.

2.7. Verificación de tiempos de detención.

A partir de los informes de determinación de Parámetros de Partida y Detención de las unidades de la Central térmica Huasco, que fueron emitidos por el coordinado ENEL en el año 2019, "Parámetros Técnicos para el proceso de Partida y Detención de la Unidades 3, 4 y 5 de Central Huasco", se obtienen los tiempos de detención de las unidades U3, U4 y U5 (operando en ciclo abierto).

Tabla 6. Tiempos del proceso de detención de las unidades.

Proceso de Detención TG N°3							
Estado	Hora	Tiempo Transcurrido	Potencia MW	Flujómetro	Consumo Combust. lt.	Medidor SS/AA kWh	Consumo SS/AA kWh
Carga Base	20:44:00	0	17	9103010		108,25	
Mínimo Técnico	20:45:27	0:01:27	2	9103160	150	110,45	2,2
Orden Detención	20:46:50	0:02:50	2	9103270	260	110,84	2,59
Apertura 52G	20:47:07	0:03:07	0	9103320	310	111,69	3,44
Velocidad 0	21:00:28	0:16:28	0	9103377	367	115,52	7,27
Proceso de Detención TG N°4							
Estado	Hora	Tiempo Transcurrido	Potencia MW	Flujómetro	Consumo Combustible lt.	Medidor SS/AA kWh	Consumo SS/AA kWh
Carga Base	19:17:35	0	17	9178198		82	
Mínimo Técnico	19:18:41	0:01:06	2	9178316	118	84	2
Orden Detención	19:19:06	0:01:31	2	9178408	210	85	3
Apertura 52G	19:19:22	0:01:47	0	9178446	248	86	4
Velocidad 0	19:36:06	0:18:31	0	9178510	312	90	8

Proceso de Detención TG N°5							
Estado	Hora	Tiempo Transcurrido	Potencia MW	Flujómetro	Consumo Combust. lt.	Medidor SS/AA kWh	Consumo SS/AA kWh
Carga Base	18:02:01	0	17	10018580	338	58,21	0
Mínimo Técnico	18:03:56	0:01:55	2	10018700	120	58,45	0,24
Orden Detención	18:04:07	0:02:06	2	10018730	150	58,63	0,42
Apertura 52G	18:04:25	0:02:24	0	10018800	220	58,78	0,57
Velocidad 0	18:19:06	0:17:05	0	10018851	271	62,55	4,34

2.8. Independencia operativa de las unidades generadores

2.8.1 Descripción de las instalaciones

Como se observa en el Gráfico 10 las unidades (U3, U4 y U5) de la CT Huasco se conectan directamente a la SE Huasco en 110 kV. Durante los ensayos se comprobó la independencia al realizarse las pruebas de partida de la unidad. Para ello, durante las pruebas a las unidades TG3, TG4 y TG5 se comprobó que los interruptores 52HT3 y 52SA-3 se encontraran abiertos, asegurando así que los transformadores de potencia y servicios auxiliares se encontraran aislados de la red.

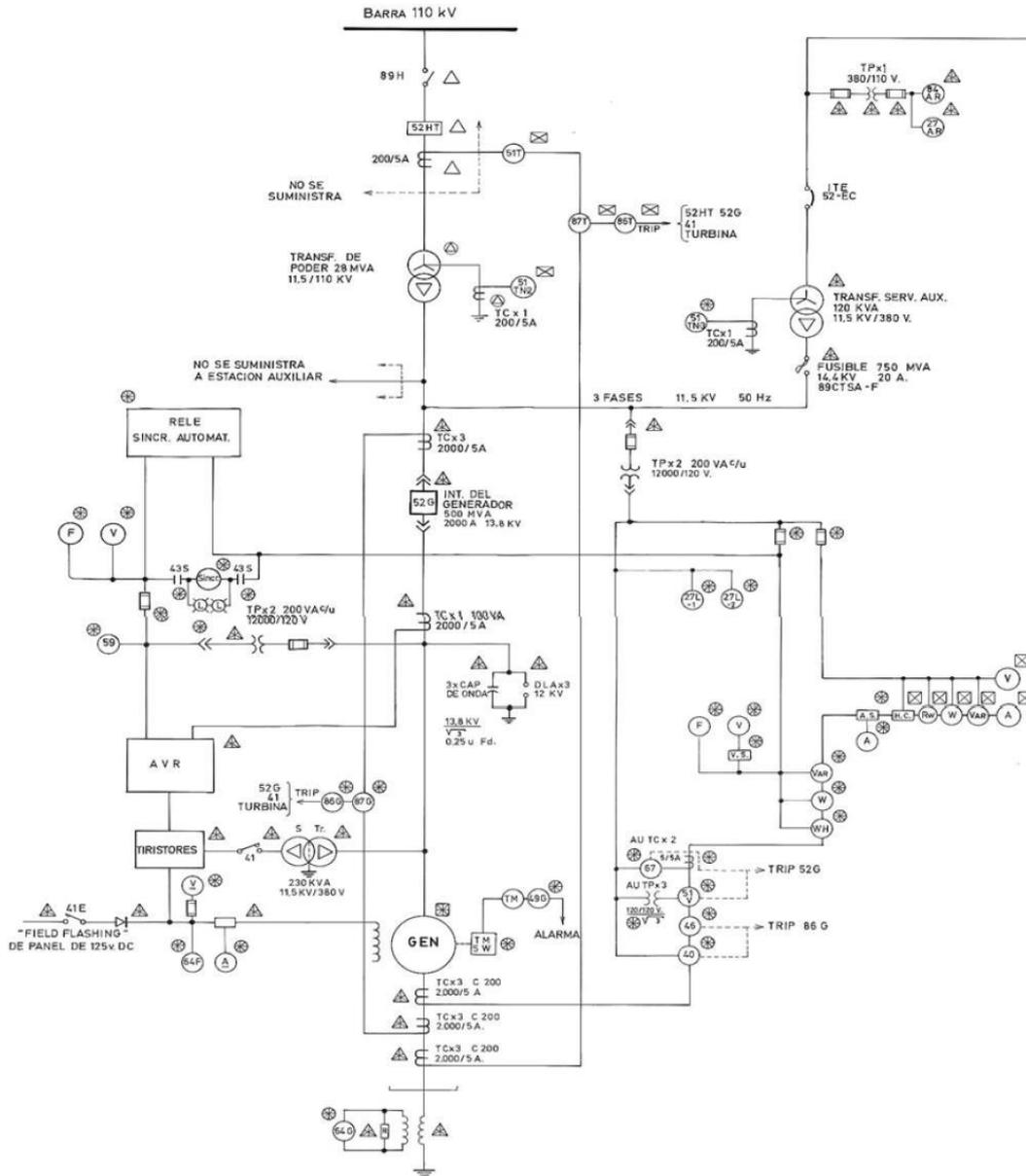


Gráfico 9. Esquema unilinear Central Huasco p1.

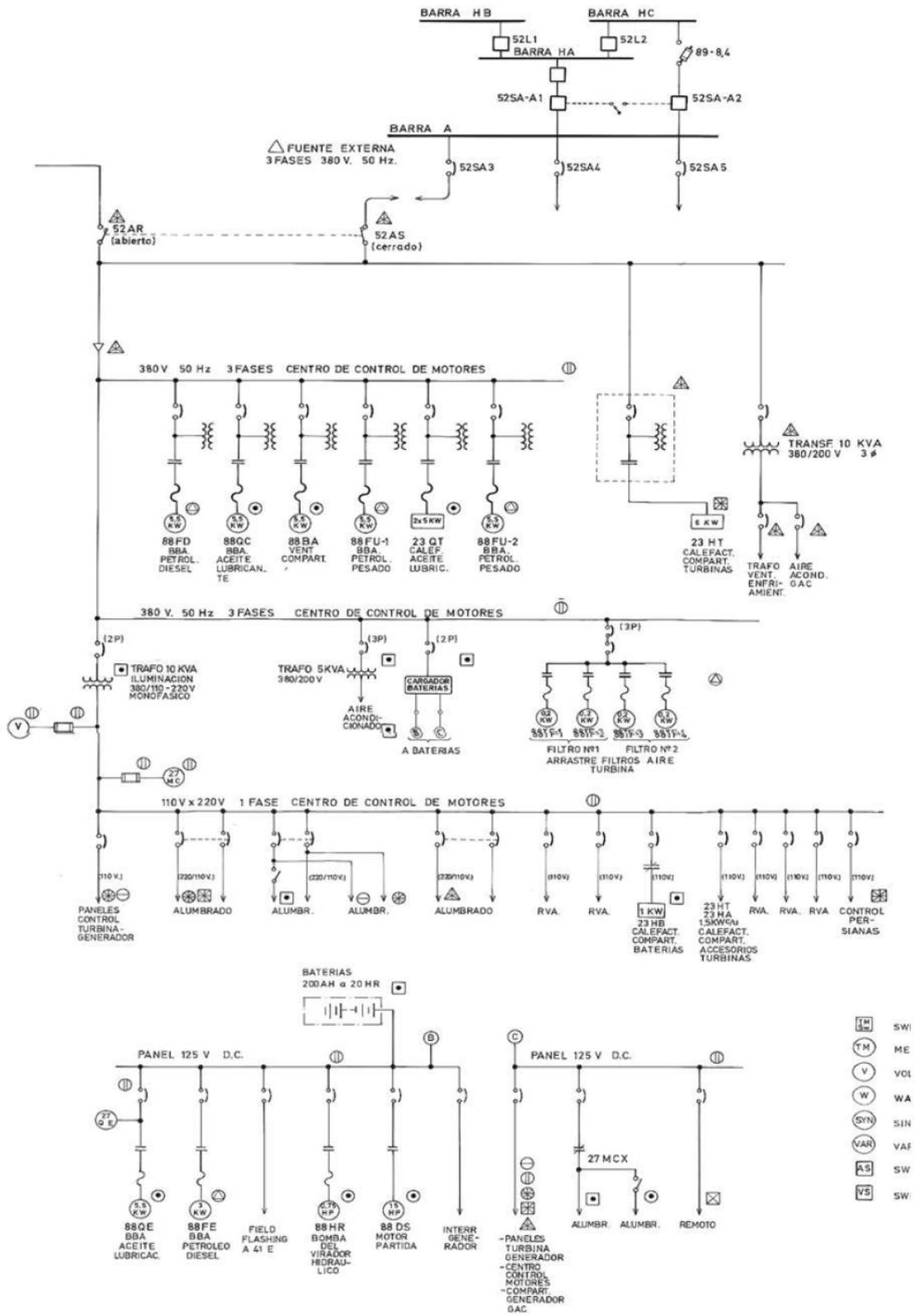


Gráfico 10. Esquema unilinear Central Huasco p2.

2.8.2 Descripción general del proceso de partida autónoma

El proceso comienza con la recepción de la orden de arranque en Partida Autónoma emitida por el CDC al Operador de la Central. Esta orden involucra tanto a la Partida Autónoma como el cierre contra barra muerta de la salida de la Central de la unidad generadora.

Debido a que las unidades generadoras de la Central Huasco poseen un banco de baterías propio con la capacidad suficiente para alimentar los SS.AA. necesarios para completar el proceso de arranque de estas, pueden independizarse completamente de la fuente de alimentación de estos servicios. De esta forma y, al no tener que esperar la unidad generadora el tiempo de restitución de los SS.AA., en el mismo momento en que se genera un apagón la máquina estaría en condiciones de comenzar su proceso de Partida Autónoma.

En un primer momento este banco de baterías proporciona la energía necesaria para poner en marcha un motor de combustión interna, el que a su vez pone en movimiento a la turbina. Además, dichas baterías entregan la energía para el funcionamiento de las bombas de combustible/lubricante y la tensión para el sistema de control de la unidad.

El generador de la unidad es del tipo auto-excitado, por lo que no podrá generar ningún tipo de tensión mientras no se establezca una corriente de campo. Para generar esta corriente de campo y energizar al generador es necesaria otra fuente de potencia durante unos pocos segundos, proceso conocido como "field-flashing" o "cebado de campo". Se utiliza como fuente de energía para dicho proceso al mismo banco de baterías citado anteriormente.

Una vez que la unidad está excitada y con tensión nominal en sus bornes, queda alimentado un transformador de SS.AA. montado sobre el mismo bloque de la unidad generadora, el cual restituye la alimentación a los SS.AA. propios. Se procede entonces a efectuar el cierre del interruptor 52G contra barra muerta en forma automática. Esta acción energiza el transformador de poder asociado a la unidad generadora, y a través de éste, y de la barra de 110 kV se puede proporcionar alimentación de SS.AA. a las demás unidades y al resto de la Central.

Una vez concluidas estas maniobras se comunica al CDC correspondiente la novedad y se queda a la espera de órdenes de este Centro para continuar con la restitución del servicio hacia el Sistema exterior.

Por todo lo anteriormente expuesto, la Central no necesita ni posee un grupo electrógeno de emergencia para brindar alimentación a los SS. AA. durante un apagón.

2.8.3 Condiciones de los ensayos

Para la ejecución de estos ensayos se tuvieron en cuenta las siguientes condiciones de partida:

- Unidad originalmente detenida y disponible para comenzar el proceso de arranque.
- Disponibilidad plena del Operador en la Sala de Control de la Central Huasco.

2.8.4 Prueba de partida autónoma en las unidades TG3, TG4 y TG5

Estos ensayos se realizaron los días 22 al 25 de abril de 2024. El responsable de ejecutar

las maniobras indicadas en el procedimiento de Partida Autónoma es el operador de la central, en conjunto con el personal de operación y mantenimiento quienes estaban debidamente capacitados para efectuar las maniobras e intervenciones necesarias.

Se contaba con el instructivo necesario para la prueba consistente en el siguiente documento: "Procedimiento Prueba de Partida Autónoma y Cierre 52G3 contra barra Muerta".

Bajo las condiciones citadas en 2.8.3 se procede a solicitar a simular el blackout, perdiéndose de esta forma los SSAA de la central.

2.9. Tiempo de Autonomía

El tiempo de autonomía se define como el tiempo máximo que la unidad puede operar a potencia máxima conforme a sus características técnicas, así como al combustible declarado disponible para autoabastecerse. En el caso particular de las unidades de la CT Huasco, si el combustible es gas oil este proviene de oleoducto por lo cual el tiempo de autonomía en caso de corte de suministro de gas oil es de 0 hs.

2.10. Resumen de resultados

A continuación, en la Tabla 7, se presenta un resumen de los resultados obtenidos durante los ensayos y verificaciones realizadas en las unidades U3, U4 y U5 de la CT Huasco.

Tabla 7. Resumen de resultados obtenidos en la unidad U3, U4 y U5 de la CT Huasco.

Verificación	U3	U4	U5
Verificación de la independencia operativa	Verificada	Verificada	Verificada
Tipo de respuesta del GOV al escalón en vacío	Amortiguada	Amortiguada	Amortiguada
Tiempo de establecimiento (Ts) [s]	1.4	1	1.6
Tiempo de crecimiento (Tr) [s]	1.6	1.2	1.9
Sobreoscilación (OV) [%]	4.9	10.2	0
Error de estado estacionario [%]	4.9	0	0
Gradiente de toma de carga observado [MW/min]	20.3	34.8	47.5
Tiempo determinado por el ensayo	Tiempo [hh:mm:ss]	Tiempo [hh:mm:ss]	Tiempo [hh:mm:ss]

Verificación	U3	U4	U5
Tiempo requerido para disponer de alimentación eléctrica a los servicios auxiliares mínimos necesarios para hacer partir la unidad generadora (bombas, compresores, ventilación, sistemas de control y protecciones, entre otros).	00:00:00	00:00:00	00:00:00
Estabilización de tensión y frecuencia hasta cierre de alimentación interna de la central	No Aplica	No Aplica	No Aplica
Tiempo requerido para la disponibilidad de los servicios auxiliares mínimos para el arranque de la unidad medidos desde cero tensiones.	00:00:00	00:00:00	00:00:00
Tiempo total de energización de la barra de media tensión	No Aplica	No Aplica	No Aplica
Tiempo de verificación y alimentación eléctrica a los auxiliares de la unidad generadora principal	00:00:30	00:00:25	00:00:40
Tiempo hasta la orden de partida de la unidad generadora principal (desde la detección de falta de tensión en barras de media tensión)	00:01:10	00:01:05	00:01:20
Tiempo de partida de la unidad generadora principal, desde la orden de partida hasta alcanzar velocidad de sincronismo a barra muerta (FSNL: full speed no load)	00:05:20	00:05:30	00:05:10
Tiempo de cierre del interruptor en condición de barra muerta y energización de la red de alta tensión.	00:00:01	00:00:02	00:00:01

A partir de los ensayos realizados en las secciones 2.2 a 2.8 se puede afirmar que las unidades U3, U4 y U5 de la CT Huasco están en condiciones de cumplir con los requisitos solicitados de partida autónoma, siguiendo el procedimiento detallado en la guía de maniobras mostrada en el Anexo.

3. CONCLUSIONES

En relación con los ensayos realizados en campo descritos en el siguiente informe, se concluye que el resultado de las pruebas realizadas fue satisfactorio. Los ensayos llevados a cabo fueron ejecutados de acuerdo con el protocolo confeccionado y a los requerimientos de la Norma Técnica.

- Las unidades U3, U4 y U5 de la CT Huasco lograron cumplir con el proceso de partida autónoma desde cero tensiones hasta el cierre contra barra muerta.
- El proceso de partida autónoma de la unidad se realiza a partir de la Guía de maniobras "Instructivo de recuperación de servicios por Black Out Central Huasco con combustible gas", la cual fue aplicada por el operador de planta quien se encontraba debidamente capacitado para iniciar el arranque de la central.
- Se verificó la independencia operativa de las unidades de la CT Huasco.
- La respuesta dinámica del regulador de velocidad de la unidad ante un escalón en vacío presenta una característica estable, siendo del tipo amortiguada.
- El gradiente de toma de carga de la unidad es estable y responde a lo consignado en planta.
- Los tiempos de partida en frío se obtiene a partir del Informe de Determinación de Parámetros de Partida y Detención.
- El escalón con carga aislada no fue posible debido a la imposibilidad sistémica de tener una carga aislada disponible para dicha tarea.

ANEXO

1. INFORMACIÓN TÉCNICA

1.1. Parámetros del generador



Gráfico 11. Placa característica del generador

Parámetros eléctricos máquinas generadoras	G3	G4	G5
Tensión nominal [kV]	11,5	11,5	11,5
Potencia nominal [MVA]	28	28	28
Factor de potencia (cosφ)	0,85	0,85	0,85
Método de conexión del neutro a tierra	Yn	Yn	Yn
Reactancia sincrónica eje directo Xd [p.u.]	1,899	1,899	1,899
Reactancia sincrónica eje en cuadratura Xq [p.u.]	1,899	1,899	1,899
Reactancia subtransitoria saturada X''d sat [p.u.]	0,2	0,2	0,2
Resistencia de estator rstr [p.u.]	0	0	0
Reactancia de secuencia cero X0 [p.u.]	0,0538	0,0538	0,0538
Resistencia de secuencia cero R0 [p.u.]	0	0	0
Reactancia de secuencia negativa X2 [p.u.]	0,2156	0,2156	0,2156
Resistencia de secuencia negativa R2 [p.u.]	0	0	0
Reactancia transitoria eje directo X'd [p.u.]	0,255	0,255	0,255
Reactancia transitoria eje en cuadratura X'q [p.u.]	0,3	0,3	0,3
Reactancia subtransitoria eje directo X''d [p.u.]	0,23	0,23	0,23
Reactancia subtransitoria eje en cuadratura X''q [p.u.]	0,23	0,23	0,23
Constante de tiempo transitoria eje directo T'd [s]	5,3023	5,3023	5,3023
Constante de tiempo subtransitoria eje directo T''d [s]	0,0016	0,0016	0,0016
Constante de tiempo subtransitoria eje en cuadratura T''q [s]	0,0196	0,0196	0,0196

Gráfico 12. Parámetros estáticos y dinámicos del generador

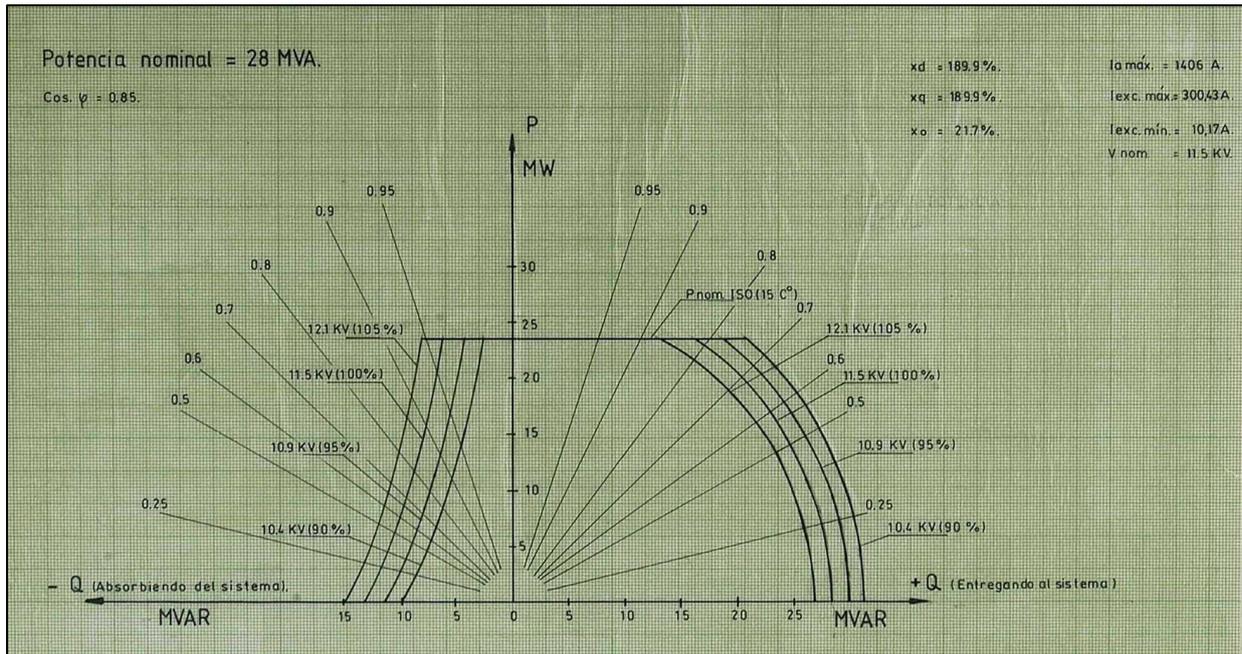


Gráfico 13. Curva PQ del generador, otorgada por el fabricante

1.2. Controladores

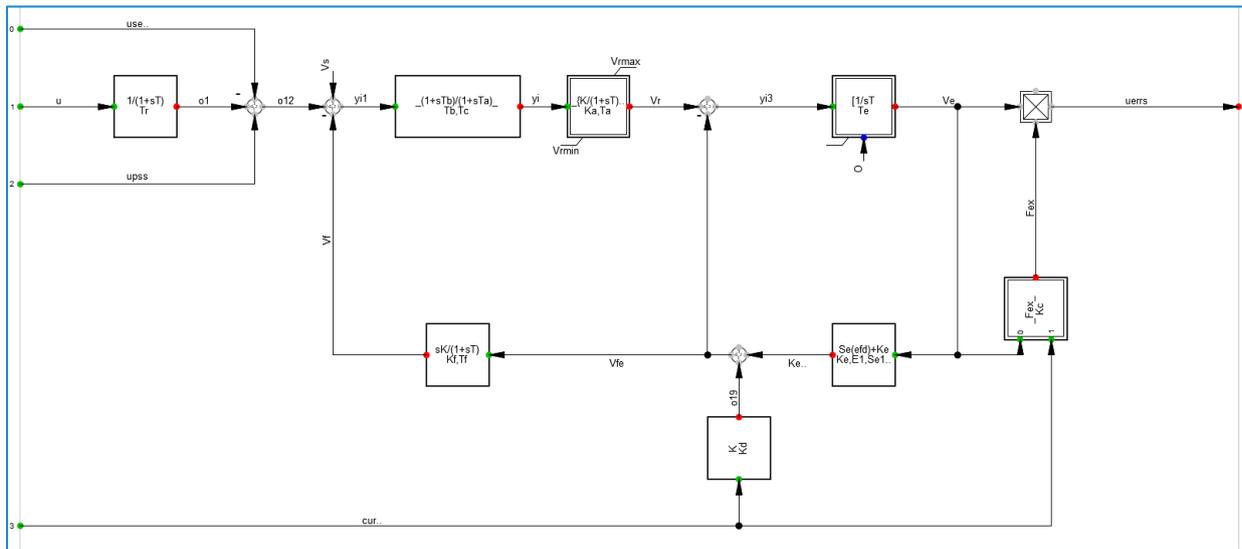


Gráfico 14. Diagrama de bloques del regulador de tensión (AVR).

1.3. Esquema del control de carga/velocidad

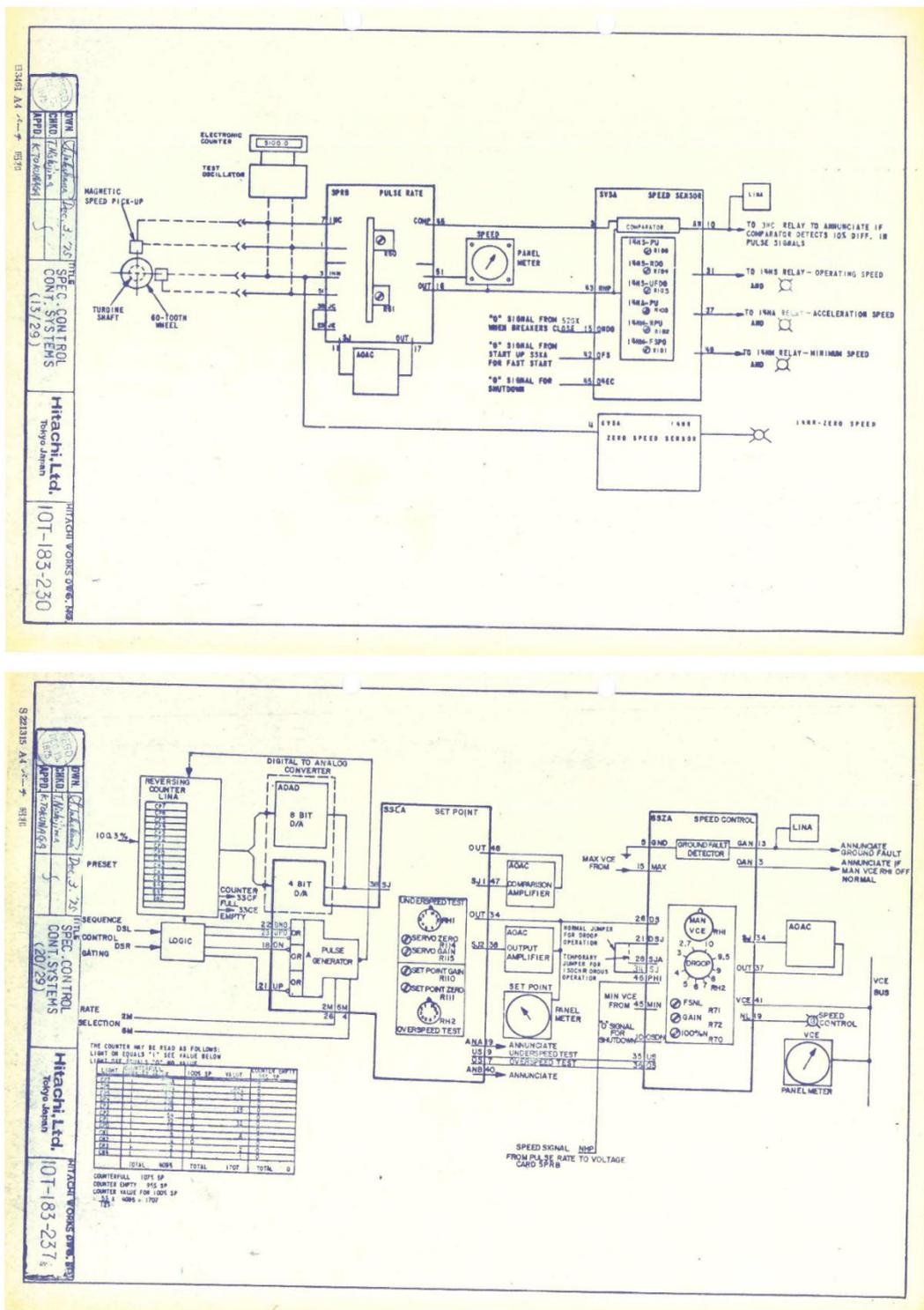


Gráfico 15. Esquema del control de carga/velocidad.

1.4. Guía de maniobras

	Prueba de Partida en Negro y Cierre de Interruptor 52G Contra Barra Muerta, TG3
	CODIGO: CGU (codificación interna del Depto.)
	VERSION 0

Contenido	
1. OBJETIVO	2
2. ALCANCE	2
3. DEFINICIONES	2
4. RESPONSABILIDADES	2
5. RECURSOS	2
6. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	3
7. IDENTIFICACION DE PELIGROS / ASPECTOS Y MEDIDAD DE CONTROL	6
8. PLAN DE EMERGENCIA	6
9. CONTROL DE REGISTROS	11
10. DOCUMENTOS DE REFERENCIA	12
11. ANEXOS	13
12. CONTROL DE MODIFICACIONES	13

FORMALIZACION DE PROCEDIMIENTO			
ELABORO	REVISO	APROBO	FECHA
Nombre: Felipe Contreras Quijanes Cargo: Jefe Operaciones y Mantenimiento Huasco TG Firma:	 Depto. Seguridad y Salud Ocupacional: Firma: Sub-Gerencia de Medio Ambiente: Firma:	Nombre: Cargo: Firma:	 (Fecha de aprobación)

Este documento al ser impreso o estar fuera de Intranet se considera una "COPIA NO CONTROLADA", a menos que tenga el timbre de control

Página 1 de 13
Fecha de Impresión 18/06/2014

	Prueba de Partida en Negro y Cierre de Interruptor 52G Contra Barra Muerta, TG3
	CODIGO: CGU (codificación interna del Depto.)
	VERSION 0

1. OBJETIVO

Describir uniformemente las acciones y condiciones que se deben realizar para efectuar las pruebas de partida en negro y cierre del interruptor 52G3, de la unidad TG3.

2. ALCANCE

Este procedimiento aplica directamente a la subgerencia de operaciones, la cual es la responsable de la operación confiable, segura y eficiente de dichos equipos, además de informar, mediante los mecanismos pertinentes a la división de mantenimiento, sobre anomalías o fallas que se produzcan a causa de eventos fortuitos o durante la operación normal.

3. DEFINICIONES

La prueba de partida autónoma permite verificar y validar en forma efectiva la activación y operación de los equipos que posibilitan poner en servicio la unidad sin necesidad de contar con alimentación AC externa.

- CC-Enlase: Centro de control de Enlase
- TG N°3: Unidad Turbina a Gas N°3
- 52G3: Interruptor Generador Unidad TG3
- 52HT3: Interruptor Barra 110 KV, paño HT3, Unidad TG3
- GAC Unidad: Compartimiento Auxiliar Generador Unidad TG3
- SS/AA: Servicios Auxiliares, alimentación 380 VAC.

4. RESPONSABILIDADES

Jefe de Operaciones y Mantenimiento Huasco TG: Revisar los procedimientos operacionales y controlar que el personal a su cargo utilice y actualice los procedimientos en caso necesario.

Operador de Sala Huasco TG: Elaborar, actualizar y utilizar los procedimientos operacionales y los registros o formularios asociados.

5. RECURSOS

Antes de intervenir físicamente la unidad TG, se debe contar con los elementos de protección personal, como son:

- Casco de seguridad
- Lentes de seguridad
- Guantes
- Zapato de seguridad
- Protector auditivo

Este documento al ser impreso o estar fuera de Intranet se considera una "COPIA NO CONTROLADA", a menos que tenga el timbre de control

Página 2 de 13
Fecha de Impresión 18/06/2014

	Prueba de Partida en Negro y Cierre de Interruptor 52G Contra Barra Muerta, TG3
	CODIGO: CGU (codificación interna del Depto.)
	VERSION 0

6. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

6.1 Maniobras Previas a la prueba de partida en negro y cierre 52G3 contra barra muerta:

6.1.1	Sala de Control	Coordinar con CC-Enlase el inicio de las pruebas.	[]
6.1.2	Sala de Control	Solicitar vigencia de Solicitud Desconexión por pruebas partida negra y cierre de interruptor 52G3 contra barra muerta. Paño 52HT3 debe encontrarse desenergizado.	[]
6.1.3	Sala de Control	Pasar Selector de Operación de posición Telecontrol a LOCAL.	[]
6.1.4	Comando Local TG N°3	Verificar Selector de Sincronización de la Unidad en posición OFF.	[]
6.1.5	Comando Local TG N° 3	Verificar Selector de Operación en Remoto.	[]
6.1.6	Sala de Bastidores Celdas Rhona	Abrir en Barra "A" celdas "Rhona", el interruptor 52SA-3 T/G N° 3.	[]
6.1.7	GAC Unidad	Pasar selector de "Conmutación de Transferencia" de Auto a MANUAL.	[]
6.1.8	GAC Unidad	Pasar Switch "FUENTE ALIMENTACIÓN" de Posición "Transformador SS/AA" a posición "Alimentación Externa". Con esta maniobra la Unidad quedará sin SS/AA de corriente alterna, quedando tantos los equipos fundamentales para la partida como el alumbrado del comando local con alimentación de corriente continua.	[]
6.1.9	Comando local TG N°3	Verificar la presencia de las siguientes alarmas: 303: Panel Motor Bajo Voltaje (No Cancelable) 336: Barras de Bajo Voltaje (Cancelable)	

Este documento al ser impreso o estar fuera de Intranet se considera una "COPIA NO CONTROLADA", a menos que tenga el timbre de control

Página 3 de 13
Fecha de Impresión 18/06/2014

	Prueba de Partida en Negro y Cierre de Interruptor 52G Contra Barra Muerta, TG3
	CODIGO: CGU (codificación interna del Depto.)
	VERSION 0

6.2 Maniobras de Operación para efectuar la prueba de partida en negro y cierre 52G3 contra barra muerta:

6.2.1	Sala de Control Panel Remoto TG N° 3	Dar orden de arranque a la unidad, se encenderá luz de indicación "Arranque" y "Secuencia en Marcha".	[]
6.2.2	Sala de Control	Esperar que la unidad llegue a secuencia completa y velocidad nominal.	[]
6.2.3	Comando Local TG N°3	Verificar el cierre en forma automática del Interruptor de Campo 41.	[]
6.2.4	Sala de Control	Verificar el cierre en forma automática del Interruptor 52G3, se energizará el Transformador de Poder.	[]
6.2.5	Comando Local TG N°3	Tomar lectura de variables: Voltaje lado Generador Voltaje lado Barras Frecuencia lado Generador Frecuencia lado Barras	
6.2.6	Sala de Control	Término de la Prueba	[]

6.3 Maniobras de Operación para la detención de la unidad y normalización de los SS/AA:

6.3.1	Sala de Bastidores Celdas Rhona	Cerrar en barra "A" celda "Rhona", el interruptor 52SA-3 T/G N° 3	[]
6.3.2	Sala Control TG N°3	Dar orden de detención de la unidad.	[]
6.3.3	Sala Control TG N°3	Esperar que la unidad llegue a velocidad cero y comprobar buen funcionamiento del "Virador"	[]

Este documento al ser impreso o estar fuera de Intranet se considera una "COPIA NO CONTROLADA", a menos que tenga el timbre de control

Página 4 de 13
Fecha de Impresión 18/06/2014

GUACOLDA energía	Prueba de Partida en Negro y Cierre de Interruptor 52G Contra Barra Muerta, TG3
	CODIGO: CGU (codificación interna del Depto.)
	VERSION 0

		Hidráulico" e indicación de "Listo para Arranque" encendida.	
6.3.4	Comando Local TG N°3	Verifica Selector de Sincronización en posición OFF.	[]
6.3.5	GAC TG N° 3	Pasar Switch "FUENTE ALIMENTACION", de posición "Alimentación Externa" a posición "Transformador de SS/AA".	[]
6.3.6	GAC TG N° 3	Pasar selector "Conmutación transferencia" de posición Manual a posición AUTO.	[]
6.3.7	Comando Local TG N° 3	Verificar Selector de Operación en posición REMOTO	
6.3.8	Sala de Control	Pasar Selector de Operación de Local a posición Telecontrol	[]
6.3.9	TG N°3	Drenar en compartimiento accesorios PG-16	[]
6.3.10	Central Huasco	Tomar integrador petróleo diesel (final)	[]
6.3.11	Comando Local	Verificar Ausencias de Alarmas	[]
Informar a CC-Enlasa la normalización de las Maniobras y Solicitar la Cancelación de los Documentos Asociados (energizar paño 52HT3).			

6.4 Acciones Finales:

Verificar

Ubicación	Equipos Asociado	Posición	Confirmación
Sala de Bastidores Celdas Rhona	52SA-3 T/G N° 3	Cerrado	
Comando Local TG N°3	Selector de Sincronización	OFF	

Este documento al ser impreso o estar fuera de Intranet se considera una "COPIA NO CONTROLADA", a menos que tenga el timbre de control

Página 5 de 13
Fecha de Impresión 18/06/2014

	Prueba de Partida en Negro y Cierre de Interruptor 52G Contra Barra Muerta, TG3
	CODIGO: CGU (codificación interna del Depto.)
	VERSION 0

Sala de Control	Switch Selector de operación	Telecontrol	
GAC TG N°3	Switch "Fuente de Alimentación Trafo SS/AA"	Trafo SS/AA	
GAC TG N°3	Selector "Conmutación Transferencia"	AUTO	

7. IDENTIFICACION DE PELIGROS / ASPECTOS Y MEDIDAD DE CONTROL

Actividades	Peligros	Riesgos	Medidas de Control

Actividades	Aspecto Ambiental	Impactos Ambientales	Medidas de Control

8. PLAN DE EMERGENCIA

Situación de emergencia	Acciones Para Seguir
1. Sismos y Terremotos	<ul style="list-style-type: none"> • Ante una situación de Terremoto, el personal deberá mantener la calma y tomar refugio en los lugares más seguros. • Al comenzar un TEMBLOR DE GRAN INTENSIDAD, y en el caso que no se pueda evacuar, el trabajador, debe buscar refugio al costado de un mueble o estructura robusta. Este lugar puede proporcionar un triángulo de vida, triangulo de seguridad, en caso de que el edificio o instalación se derrumbe. • Si no hay otro tipo de protección, debe dirigirse a una esquina interna de la habitación, y alejarse de las ventanas y vidrios.

Este documento al ser impreso o estar fuera de Intranet se considera una "COPIA NO CONTROLADA", a menos que tenga el timbre de control

Página 6 de 13
Fecha de Impresión 18/06/2014

	Prueba de Partida en Negro y Cierre de Interruptor 52G Contra Barra Muerta, TG3
	CODIGO: CGU (codificación interna del Depto.)
	VERSION 0

	<ul style="list-style-type: none"> • Una vez terminada la emergencia, todos los trabajadores deberán evacuar asía los Puntos de Encuentro definidos por Guacolda identificados como PEE, (Estacionamiento ingreso Muelle Guacolda I, Sector FGD, Entrada Norte Taller Mecánico y Estacionamiento U-5) • En el Punto de Encuentro el Supervisor realizará un conteo rápido de su personal a cargo y definirá las acciones de búsqueda/rescate de quien no estén presentes. • El Supervisor de turno dependiendo la gravedad del terremoto evaluara con la línea de supervisión el regreso a las labores o suspensión total de estas. • En caso de volver a las labores, antes los supervisores deberán recorrer las áreas de trabajo y evaluar las condiciones, en caso de advertir anomalías graves, informarán al administrador y Supervisor directo para que se tomen los resguardos necesarios.
<p>2. Accidentes a las personas</p> <p>2.1 Accidente Fatal o Grave:</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Conservar la calma y no actuar precipitadamente, una actitud tranquila permitirá dominar la situación y actuar con eficacia. • Evalúe si el entorno presenta algún peligro que impida el control de la situación. • En lo posible Asegurarse que una tercera persona solicite ayuda e informe a Sala de Control de la emergencia. Quien custodia al accidentado o enfermo, NUNCA DEBE ABANDONARLO. • Al percatarse de la Emergencia, se deberá comunicar de inmediato vía radio (canal 4) o teléfono fijo con la Sala de Control N° 8000 o a través del celular al 51-2564111, informando lo acontecido • El Operador de Sala de Control comunicará al Jefe de Turno, quienes comunicarán la emergencia al Dpto. de Prevención de Riesgos o SISO. • El Operador dará el aviso al Paramédico/Rescatista y/o los Brigadistas de Emergencia, a través de Alto Parlante o por radio de comunicación, mencionando lugar y situación de estas.

Este documento al ser impreso o estar fuera de Intranet se considera una "COPIA NO CONTROLADA", a menos que tenga el timbre de control

Página 7 de 13
Fecha de Impresión 18/06/2014

	Prueba de Partida en Negro y Cierre de Interruptor 52G Contra Barra Muerta, TG3
	CODIGO: CGU (codificación interna del Depto.)
	VERSION 0

	<ul style="list-style-type: none"> • Al percatarse de la Emergencia, se deberá comunicar de inmediato vía radio (canal 4) o teléfono fijo con la Sala de Control N° 8000 o a través del celular al 51-2564111, informando lo acontecido • En conformidad con lo dispuesto en los incisos cuarto y quinto del artículo 76 de la Ley N°16.744 si en una empresa ocurre un accidente del trabajo fatal o grave, el empleador deberá: • Para los efectos de las obligaciones antes señaladas, se establecen las siguientes definiciones, de acuerdo con el concepto de accidente del trabajo previsto en el inciso primero del artículo 5° de la Ley N°16.744: Suspender en forma inmediata las faenas afectadas y, de ser necesario, permitir a los trabajadores evacuar el lugar de trabajo. • Informar inmediatamente de lo ocurrido a la Inspección del Trabajo (Inspección) y a la Secretaría Regional Ministerial de Salud (SEREMI) que corresponda. Según la definición de accidente Grave o fatal que indica la Ley y artículo del compendio Ley 16.744 antes descrito.
3. Tsunamis	<ul style="list-style-type: none"> • Si se produce un sismo mayor (intensidad > 7 ° escala de Mercalli), cuya magnitud impida mantenerse en pie, con una duración mayor a 30 segundos, existe la posibilidad de que un Tsunami ocurra dentro de los siguientes 15 a 30 minutos, por lo tanto, la única alerta para evacuar en forma oportuna será el mismo sismo y cualquier comunicación que el Operador de Sala de Control reciba de la Capitanía de Puerto, ONEMI u otra entidad para estos casos. Posteriormente se verificarán a través de una comunicación y/o paginas oficiales la magnitud del Sismo en escala Richter. • En caso de Alerta de Tsunami, se activará la alarma por parte de Guacolda Energía S.P.A. • El personal deberá evacuar de manera ordenada al Zona de Seguridad o Punto de encuentro asignado por Guacolda Energía S.A. Sector Unidad N°5 (COTA 32 mts sobre el nivel del mar).

Este documento al ser impreso o estar fuera de Intranet se considera una "COPIA NO CONTROLADA", a menos que tenga el timbre de control

Página 8 de 13
Fecha de Impresión 18/06/2014

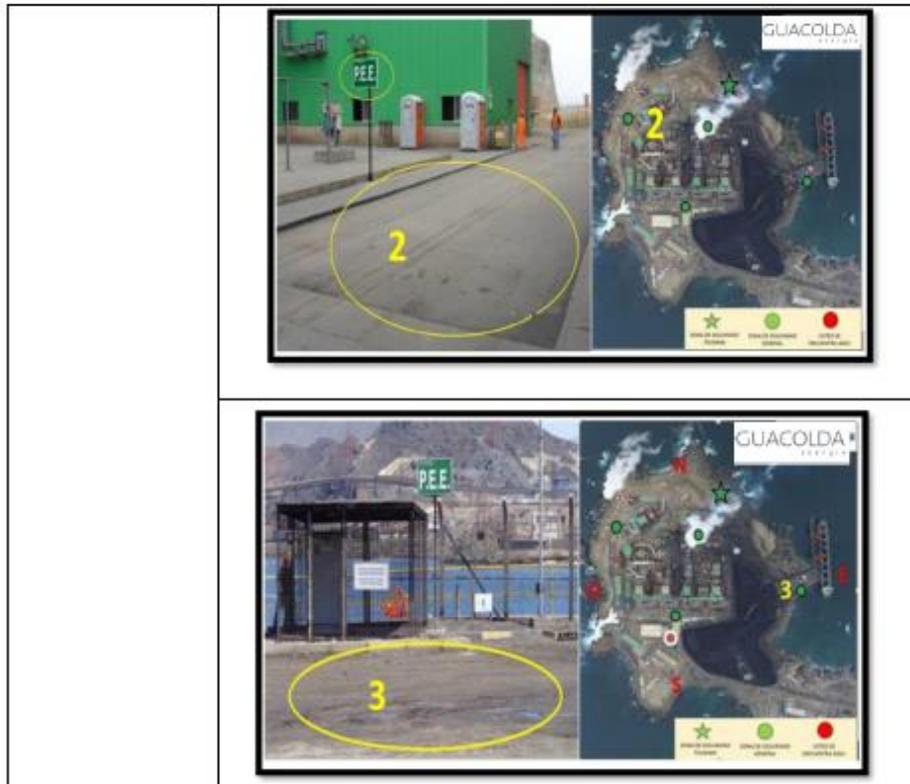
	Prueba de Partida en Negro y Cierre de Interruptor 52G Contra Barra Muerta, TG3
	CODIGO: CGU (codificación interna del Depto.)
	VERSION 0

	<ul style="list-style-type: none"> En el Punto de Encuentro o Zona de Seguridad la supervisión de cada área, realizarán un conteo rápido de todo su personal, En el caso de faltar algún colaborador se deberá informar en forma inmediata a su jefatura directa para que gestione la búsqueda y/o rescate de quien no esté presente a través de la Brigada de emergencia de Guacolda S.P. A
4. Amago de fuego o incendios	<ul style="list-style-type: none"> Comuniqué de inmediato a la supervisión más cercana y dé aviso al número de emergencia 8000 o 3899 desde anexo al interior de la central, 512564111, desde celulares y al canal 4 de radios portátiles. Una vez dada a conocer la situación, se activará el plan de emergencia y la abrigada de emergencia de Guacolda, se hará presente en el lugar. Se avisará de inmediato a portería para que el personal de guardia guíe a los vehículos de emergencias. Ayude a salir del área del incendio a personas heridas o con dificultad para desplazarse por ellos mismos cuando se requiera. De ser posible use extintor de incendio. Si el fuego está fuera de control, retírese del lugar y siga las instrucciones del personal de emergencia.
5.Puntos de Encuentros de Emergencias P.E.E.	

Este documento al ser impreso o estar fuera de Intranet se considera una "COPIA NO CONTROLADA", a menos que tenga el timbre de control

Página 9 de 13
Fecha de Impresión 18/06/2014

	Prueba de Partida en Negro y Cierre de Interruptor 52G Contra Barra Muerta, TG3
	CODIGO: CGU (codificación interna del Depto.)
	VERSION 0



Este documento al ser impreso o estar fuera de Intranet se considera una "COPIA NO CONTROLADA", a menos que tenga el timbre de control

Página 10 de 13
 Fecha de Impresión 18/06/2014

	Prueba de Partida en Negro y Cierre de Interruptor 52G Contra Barra Muerta, TG3
	CODIGO: CGU (codificación interna del Depto.)
	VERSION 0

<p>6. Punto de encuentro emergencia Tsunami.</p>	
	

9. CONTROL DE REGISTROS

Este documento al ser impreso o estar fuera de Intranet se considera una "COPIA NO CONTROLADA", a menos que tenga el timbre de control

Página 11 de 13
 Fecha de Impresión 18/06/2014

	Prueba de Partida en Negro y Cierre de Interruptor 52G Contra Barra Muerta, TG3
	CODIGO: CGU (codificación interna del Depto.)
	VERSION 0

Nombre Registro	Código	Retención			Disposición
		Medio	Tiempo	Responsable Custodia	

10. DOCUMENTOS DE REFERENCIA

Nombre Documento	Código	Tipo de documento (interno/ externo)	Disponible en:
Solicitar a ITO o supervisor Guacolda contacto con centro documental para que soliciten procedimientos Guacolda que tengan alcance con procedimiento de trabajo Indicar todos los que sean aplicables a procedimiento			
Identificación de peligros y evaluación de riesgos	CGU-SISO-P-02	Externo	Archivo
Preparación y respuesta ante emergencias	CGU-SISO-P-09	Externo	Archivo
Trabajos en Caliente	CGU-SISO-P-15	Externo	Archivo
Reglamento SSO y MA empresas Contratistas y Subcontratistas	CGU-SISO-MA-RG-16	Externo	Archivo
Protección contra caídas V0	CGU-SISO-P-17	Externo	Archivo
Bloqueo y Etiquetado	CGU-SISO-P-19	Externo	Archivo
Espacio confinado	CGU-SISO-P-21	Externo	Archivo
Charlas Previas y Análisis Seguro de trabajo (AST)	CGU-SISO-P-24	Externo	Archivo
Orden y Limpieza	CGU-SISO-P-27	Externo	Archivo

Este documento al ser impreso o estar fuera de Intranet se considera una "COPIA NO CONTROLADA", a menos que tenga el timbre de control

Página 12 de 13
Fecha de Impresión 18/06/2014

	Prueba de Partida en Negro y Cierre de Interruptor 52G Contra Barra Muerta, TG3
	CODIGO: CGU (codificación interna del Depto.)
	VERSION 0

Aparejos y Equipos de elevación	CGU-SISO-P-28	Externo	Archivo
Conservación Auditiva y reducción del Ruido	CGU-SISO-P-32	Externo	Archivo
Manejo defensivo	CGU-SISO-P-35	Externo	Archivo
Permiso de Trabajo	CGU-SISO-P-39	Externo	Archivo
Prevención y Contención de derrames	CGU-MA-P-40	Externo	Archivo
Manejo de residuos peligrosos y no peligrosos	CGU-MA-P-41	Externo	Archivo
Manejo de sustancias químicas	CGU-MA-P-42	Externo	Archivo

11. ANEXOS

12. CONTROL DE MODIFICACIONES

Revisión	Fecha	Descripción de las Modificaciones

Este documento al ser impreso o estar fuera de Intranet se considera una "COPIA NO CONTROLADA", a menos que tenga el timbre de control

Página 13 de 13
Fecha de Impresión 18/06/2014