

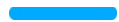


TIPO : Declaración al CDEC
AUTOR : Carlos Lastra
ÁREA : Unidad de Negocio CTH

**Información de parámetros de la Unidad CTH según el Anexo Técnico
“Determinación de parámetros para los procesos de partida y detención
de unidades generadoras”**

DISTRIBUCIÓN:

Hernan Romero
Raf Anne
Pablo Jorquera



ENGIE ENERGÍA CHILE S.A.
Av. Apoquindo 3721, pisos 6, Las Condes.
Santiago de Chile
www.engie-energia.cl





INDICE

- 1.- Introducción.
- 2.- Entrega de información.
 - 2.0.- Tiempos mínimos de detención para obtener los distintos tipos de postura.
 - 2.1.- Cantidad y tipo de combustible utilizado en el proceso de partida.
 - 2.1.1.- Partidas en Caliente.
 - 2.1.2.- Partidas en Tibio.
 - 2.1.3.- Partidas en Frío.
 - 2.2.- Energía eléctrica consumida en el proceso de partida.
 - 2.2.1.- Partidas en Caliente.
 - 2.2.2.- Partidas en Tibio.
 - 2.2.3.- Partidas en Frío.
 - 2.3.- Tiempo requerido para el proceso de partida.
 - 2.3.1.- Partidas en Caliente.
 - 2.3.2.- Partidas en Tibio.
 - 2.3.3.- Partidas en Frío.
 - 2.4.- Cantidad y tipo de combustible utilizado en el proceso de detención.
 - 2.5.- Energía eléctrica consumida durante el proceso de detención.
 - 2.6.- Tiempo requerido para el proceso de detención.
 - 2.7.- Tiempo mínimo de operación antes de poder detenerse, una vez concluido el proceso de partida.
 - 2.8.- Tiempo mínimo necesario para una nueva partida.



1.- Introducción

El objetivo del presente informe es determinar, informar y actualizar los parámetros asociados a los procesos de partida y detención de la Unidad CTH según lo solicitado en la carta “CDEC-SING N° 0682/2016” del 26 de abril de 2016, siguiendo lo establecido en el Anexo Técnico “Determinación de Parámetros para los Procesos de Partida y Detención de Unidades Generadoras”, en adelante, “el Anexo Técnico”.

Las unidades CTA y CTH son técnica y operacionalmente idénticas, pertenecen a razones sociales distintas, pero ambas son operadas por una misma unidad de negocio de Engie Energía Chile, razón por la cual el informe de una de las unidades incluye la información estadística de la otra, así como también cualquier dato suministrado por los fabricantes a través de manuales y otros.

Esta nueva versión del presente informe se presenta debido a la reducción del mínimo técnico de **100 a 70 MW** y la posterior formalización del nuevo mínimo técnico, lo cual modifica los parámetros informados en el informe original.

2.- Entrega de información

A continuación, se expone la forma en la cual se obtiene la información solicitada en el Artículo 6° del Anexo Técnico.

Se presentarán los antecedentes asociados a las partidas en frío, en tibio y en caliente.

La mayor parte del tiempo, la unidad CTH está sincronizada al sistema, debido a ello los arranques son muy escasos como para realizar una estadística por unidad, es por ello que en este informe se presentan los datos de las posturas y detenciones más representativas (sin anomalías operacionales) de CTA y CTH de los años 2015 y 2016 promediándose los tiempos y los consumos de combustible y servicios auxiliares, incluyéndose como referencia en el Anexo 3.2 las curvas de arranque del fabricante para la caldera y la turbina.

Los datos obtenidos del DCS fueron agrupados en intervalos de tiempo que incluyen todos los procesos asociados a una apostura o a una detención, información que fue corroborada con las bitácoras de la unidad (Adjuntas).

La información se entregará en carpetas adjuntas al presente informe incluyéndose para cada partida y detención, las bitácoras respectivas, un archivo Excel con los datos del DCS sin ordenar y otro con los datos ordenados y procesados para las distintas posturas. Se entregará también una carpeta llamada “DOCUMENTACION” donde se encontrará toda la información de documentos y manuales que avalen la información entregada en el presente informe.

El Mínimo Técnico considerado en el presente informe corresponde al actualmente vigente para esta unidad (70 MW), el que por definición no considera la Regulación Primaria de Frecuencia.



2.0.- Tiempos mínimos de detención para obtener los distintos tipos de postura.

Los tiempos de detención y sus condiciones mínimas se obtienen de la página 07 del manual del fabricante "CTA-11-YQ-MNO-COB-103_Rev_00 PROCEDIMIENTOS DE PRUEBAS PARA ARRANQUES" y/o pag. 128 del manual "CTA-10-YT-YMO-001_Rev2 MANUAL DE OPERACIONES PLANTA". Ambos en la carpeta "Documentos".

Arranque Frío

Las condiciones de la Unidad serán:

- Temperatura media del rotor de MP: $T_{R_IP} < 220$ °C.
- Temperatura del lecho entre 65°C y 345 °C y no hay presión en la Caldera.

Normalmente esta condición se alcanza tras más de 2 días transcurridos desde la parada

Arranque Templado

Las condiciones de la Unidad serán:

- Temperatura media del rotor de MP: 220 °C $\leq T_{R_IP} < 440$ °C.
- Temperatura del lecho entre 345° C y 490 °C y caldera embotellada.

Esta condición se alcanza aproximadamente tras parada de duración aproximada entre 8 y 36 horas.

Arranque Caliente

Las condiciones de la Unidad serán:

- Temperatura integral media del rotor de MP: $T_{R_IP} \geq 440$ °C.
- Caldera embotellada y temperatura del lecho por encima de los 490 °C.

Esta condición se alcanza en menos de 8 horas transcurridas desde la parada.

Donde T_{R_IP} = Temperatura media del rotor de la turbina de media presión.

Por lo tanto, esta información se resume en:

Para obtener una **condición fría**, la unidad debe estar detenida **más de 48hrs**.

Para obtener una **condición tibia**, la unidad debe estar detenida **entre 8 y 48 hrs**.

Para obtener una **condición caliente**, la unidad debe estar detenida **menos de 8hrs**.

Nota: El tiempo de arranque en tibio dice 36hr, pero se ajusta a 48 para que coincida a los 2 días de arranque en frío.



2.1.- Cantidad y tipo de combustible utilizado en el proceso de partida.

Se entiende que el proceso de partida se inicia en el momento en que el Despacho de Carga solicita que la unidad generadora entre en operación desde el estado “apagado” y finaliza cuando alcanza su mínimo técnico y es entregada al despacho de carga.

Los datos de consumo de combustible de carbón y diésel fueron obtenidos desde el DCS desde las señales de flujo acumulado 12HJF20CF231 y 12HHECS101 respectivamente. Para mayor información ver el anexo 3.1.

A continuación, se presentan los datos obtenidos para cada tipo de partida (Caliente, tibia o fría) en cada una de sus etapas:

2.1.1.- Partidas en caliente

Para este tipo de partidas se tomaron datos reales de tres posturas (01-02-2016, 03-06-2016 y 16-08-2016) que cumplieran con las condiciones de temperatura del rotor de media presión y que se dieron sin anomalías operacionales.

Los detalles de esta información se encuentran en el archivo Excel “*Tendencias Posturas Calientes CTA-CTH*” dentro de la carpeta “*POSTURA CALIENTE*”.

2.1.1.1.- Desde el inicio del proceso de partida hasta la sincronización

Combustible	Valor Real	Valor Corregido
Carbón (ton)	43,92	35,83
Diésel (m3)	10,10	10,02

2.1.1.2.-Desde la sincronización hasta el mínimo técnico

Combustible	Valor Real	Valor Corregido
Carbón (ton)	35,85	29,25
Diésel (m3)	0,0	0

2.1.1.3.- Desde el mínimo técnico hasta la potencia nominal

Combustible	Valor Real	Valor Corregido
Carbón (ton)	159,59	130,19
Diésel (m3)	0	0

Nota: No se consume diésel desde el mínimo técnico hasta la potencia nominal.

Nota 2: Valores de carbón y diésel fueron corregidos en base 6350 kcal/kg; Diésel: 11.000 kcal/kg (detalle del cálculo en archivo Excel mencionado en el párrafo anterior)



2.1.2.- Partidas en Tibio

Para este tipo de partidas se tomaron datos reales de tres posturas (17-10-2015, 03-10-2016 y 04-04-2016) que cumplieran con las condiciones de temperatura del rotor de media presión y que se dieron sin anomalías operacionales.

Los detalles de esta información se encuentran en el archivo Excel "Tendencias Posturas Tibias CTA-CTH" dentro de la carpeta "POSTURAS TIBIAS"

2.1.2.1- Desde el inicio del proceso de partida hasta la sincronización

Combustible	Valor Real	Valor Corregido
Carbón (ton)	13,77	10,50
Diésel (m3)	46,02	45,69

2.1.2.2.-Desde la sincronización hasta el mínimo técnico

Combustible	Valor Real	Valor Corregido
Carbón (ton)	24,35	18,58
Diésel (m3)	14,35	14,24

2.1.2.3.- Desde el mínimo técnico hasta la potencia nominal

Combustible	Valor Real	Valor Corregido
Carbón (ton)	146,07	111,43
Diésel (m3)	0	0

Nota: No se consume diésel desde el mínimo técnico hasta la potencia nominal.

Nota 2: Valores de carbón y diésel fueron corregidos en base 6350 kcal/kg; Diésel: 11.000 kcal/kg (detalle del cálculo en archivo Excel mencionado en el párrafo anterior)

2.1.3.- Partidas en frío

Para este tipo de partidas se tomaron datos reales de tres posturas (29-06-2015, 13-03-2016 y 19-05-2015) que cumplieran con las condiciones de temperatura del rotor de media presión y que se dieron sin anomalías operacionales.

Los detalles de esta información se encuentran en el archivo Excel "Tendencias Posturas Frías CTA-CTH" dentro de la carpeta "POSTURAS FRIAS"

2.1.3.1- Desde el inicio del proceso de partida hasta la sincronización

Combustible	Valor Real	Valor Corregido
Carbón (ton)	2,94	2,33
Diésel (m3)	112,82	112,02



2.1.3.2.-Desde la sincronización hasta el mínimo técnico

Combustible	Valor Real	Valor Corregido
Carbón (ton)	44,53	35,29
Diésel (m3)	36,98	36,71

2.1.3.3.- Desde el mínimo técnico hasta la potencia nominal

Combustible	Valor Real	Valor Corregido
Carbón (ton)	201,36	159,59
Diésel (m3)	0	0

Nota: No se consume diésel desde el mínimo técnico hasta la potencia nominal.

Nota 2: Valores de carbón y diésel fueron corregidos en base 6350 kcal/kg; Diésel: 11.000 kcal/kg (detalle del cálculo en archivo Excel mencionado en el párrafo anterior)

2.2.- Energía eléctrica consumida en el proceso de partida

Los datos de consumo de energía eléctrica para alimentar los servicios auxiliares durante el proceso de partida se obtuvieron desde el DCS específicamente del instrumento 12AQA10CE002A, mayor información de estos equipos en anexo 3.1.

A continuación se presentan el resumen de los datos obtenidos para cada tipo de partida (Caliente, tibia o fría) en cada una de sus etapas:

2.2.1.- Partidas en caliente

Los detalles de esta información se encuentran en el archivo Excel “*Tendencias Posturas Calientes CTA-CTH*” dentro de la carpeta “*POSTURA CALIENTE*”

2.2.1.1- Desde el inicio del proceso de partida hasta la sincronización

Energía eléctrica consumida (MWh)	27,08
-----------------------------------	-------

2.2.1.2.-Desde la sincronización hasta el mínimo técnico

Energía eléctrica consumida (MWh)	11,83
-----------------------------------	-------

2.2.1.3.- Desde el mínimo técnico hasta la potencia nominal

Energía eléctrica consumida (MWh)	50,60
-----------------------------------	-------



2.2.2.- Partidas en Tibio

Los detalles de esta información se encuentran en el archivo Excel "*Tendencias Posturas Tibias CTA-CTH*" dentro de la carpeta "*POSTURAS TIBIAS*"

2.2.2.1.- Desde el inicio del proceso de partida hasta la sincronización

Energía eléctrica consumida (MWh)	64,32
-----------------------------------	-------

2.2.2.2.- Desde la sincronización hasta el mínimo técnico

Energía eléctrica consumida (MWh)	17,21
-----------------------------------	-------

2.2.2.3.- Desde el mínimo técnico hasta la potencia nominal

Energía eléctrica consumida (MWh)	41,11
-----------------------------------	-------

2.2.3.- Partidas en frío

Los detalles de esta información se encuentran en el archivo Excel "*Tendencias Posturas Frías CTA-CTH*" dentro de la carpeta "*POSTURAS FRIAS*"

2.2.3.1.- Desde el inicio del proceso de partida hasta la sincronización

Energía eléctrica consumida (MWh)	146,67
-----------------------------------	--------

2.2.3.2.- Desde la sincronización hasta el mínimo técnico

Energía eléctrica consumida (MWh)	49,71
-----------------------------------	-------

2.2.3.3.- Desde el mínimo técnico hasta la potencia nominal

Energía eléctrica consumida (MWh)	57,25
-----------------------------------	-------

2.3.- Tiempo requerido para el proceso de partida

2.3.1.- Partidas en caliente

Los detalles de esta información se encuentran en el archivo Excel "*Tendencias Posturas Calientes CTA-CTH*" dentro de la carpeta "*POSTURA CALIENTE*".

Nota: Los tiempos se redondearon a la media hora más cercana.

2.3.1.1.- Desde el inicio del proceso de partida hasta la sincronización

Tiempo (hh:min)	2:00
-----------------	------



2.3.1.2.-Desde la sincronización hasta el mínimo técnico

Tiempo (hh:min)	1:00
-----------------	------

2.3.1.3.- Desde el mínimo técnico hasta la potencia nominal

Tiempo (hh:min)	3:00
-----------------	------

2.3.2.- Partidas en Tibio

Los detalles de esta información se encuentran en el archivo Excel "*Tendencias Posturas Tibias CTA-CTH*" dentro de la carpeta "*POSTURAS TIBIAS*"

Nota: Los tiempos se redondearon a la media hora más cercana.

2.3.2.1.- Desde el inicio del proceso de partida hasta la sincronización

Tiempo (hh:min)	5:30
-----------------	------

2.3.2.2.- Desde la sincronización hasta el mínimo técnico

Tiempo (hh:min)	1:30
-----------------	------

2.3.2.3.- Desde el mínimo técnico hasta la potencia nominal

Tiempo (hh:min)	3:00
-----------------	------

2.3.3.- Partidas en frío

Los detalles de esta información se encuentran en el archivo Excel "*Tendencias Posturas Frías CTA-CTH*" dentro de la carpeta "*POSTURAS FRIAS*"

Nota: Los tiempos se redondearon a la media hora más cercana.

2.3.3.1.- Desde el inicio del proceso de partida hasta la sincronización

Tiempo (hh:min)	15:00
-----------------	-------

2.3.3.2.- Desde la sincronización hasta el mínimo técnico

Tiempo (hh:min)	4:00
-----------------	------

2.3.3.3.- Desde el mínimo técnico hasta la potencia nominal

Tiempo (hh:min)	4:00
-----------------	------



Diferencias entre los tiempos de partida declarados en este informe y los indicados por el fabricante

El Anexo Técnico indica que el proceso de partida es aquel que permite llevar la unidad desde su estado apagado (ningún proceso termodinámico en ejecución, virador turbina detenido y bombas circuladoras detenidas) hasta su operación a Mínimo Técnico y carga base.

Por otro lado, el fabricante confeccionó las curvas de arranque con sus respectivos tiempos considerando ciertas condiciones operacionales (Caldera llena, vapor auxiliar con presión y vacío en el condensador) y ciertos equipos auxiliares en operación (Sistema de agua de mar, sistema de condensado), lo que se indica en el extracto del manual incluido en la primera imagen del inciso 3.2.

Por lo tanto, los tiempos reales reportados en este informe son siempre mayores a los informados por el fabricante. Estos tiempos adicionales se desglosan a continuación:

Equipos y sistemas	Horas
Sistemas de agua de mar	5
Sistema de condensado	
Sistema agua de alimentación caldera	
Acondicionamiento químico del agua	
Sistema de vapor auxiliar	
Vacio Condensador	
Encendido caldera - Sincronización	10
Sincronización- Mínimo Técnico	5
Mínimo Técnico- Carga Base	3

2.4.- Cantidad y tipo de combustible utilizado en el proceso de detención

Se entiende que el proceso de detención inicia cuando la unidad comienza a disminuir su potencia desde Mínimo Técnico hasta que se encuentre en estado apagado, es decir, cuando no se tiene ningún proceso térmico en operación (virador turbina detenido), este último proceso para el caso de la unidad CTH, se dividió en 2 etapas, primera etapa es desde que se abre interruptor de generación (desconexión de la red) y la velocidad de la turbina comienza a disminuir hasta llegar a cero rpm y la segunda etapa es cuando entra el virador en automático para dejar virando el eje en unos 59rpm y finalmente este se detiene (temperatura del eje turbina <100°C), lo cual permite la detención de la última bomba de agua de circulación, en este punto se confirma que las transferencias de calor cesaron en el ciclo ranking de las unidades.

Los datos de consumo de combustible de carbón y diésel fueron obtenidos desde el DCS específicamente de la señal 12HJF20CF231 y 12HHECS101 respectivamente. Para mayor información de estos equipos que entregan estas señales, ver el anexo 3.1.

Para este proceso se tomaron datos reales de dos retiros de la unidad (19-04-2015 y 01-06-2016) para una mantención mayor, que corresponden al caso más completo en una detención.

Los detalles de esta información se encuentran en el archivo Excel "Tendencias Retiro Unidad CTA-CTH" dentro de la carpeta "RETIROS UNIDAD"



A continuación, se presentan el resumen de los datos obtenidos para una detención de unidad en cada una de sus etapas:

2.4.1.- Desde la operación a potencia nominal hasta mínimo técnico

Combustible	Valor Real	Valor Corregido
Carbón (ton)	166,27	138,93
Diésel (m3)	0	0

2.4.2.- Mínimo Técnico hasta Apertura Interruptor de generación (unidad desconectada del SING).

Combustible	Valor Real	Valor Corregido
Carbón (ton)	66,32	55,41
Diésel (m3)	7,42	7,37

2.4.3.- Desde la desconexión hasta el estado “Apagado”

Etapas 1

Combustible	Valor Real	Valor Corregido
Carbón (ton)	0,44	0,37
Diésel (m3)	0,06	0,05

Etapas 2

Combustible	Valor Real	Valor Corregido
Carbón (ton)	47,50	39,70
Diésel (m3)	6,00	5,97

Nota: No se consume diésel desde la carga base hasta mínimo técnico.

Nota 2: Valores de carbón y diésel fueron corregidos en base 6350 kcal/kg; Diésel: 11.000 kcal/kg (detalle del cálculo en archivo Excel mencionado en el párrafo anterior)

Nota 3: El virador se demora como promedio 60min en entrar en servicio una vez abierto el interruptor (detalles en anexo 3.4), el arranque del virador marca el fin de la etapa 1 y el comienzo de la etapa 2 dentro del proceso de apagado.

2.5- Energía eléctrica consumida durante el proceso de detención

Los datos de energía eléctrica consumida para alimentar los servicios auxiliares durante el proceso de partida se obtuvieron desde el DCS específicamente del instrumento 12AQA10CE002A, mayor información de estos equipos en anexo 3.1.

Para el proceso de retiro unidad se tomaron datos reales de dos retiros unidad para una mantención mayor, caso más completo en una detención. Los detalles de esta información se encuentran en el archivo Excel “*Tendencias Retiro Unidad CTA-CTH*” dentro de la carpeta “*RETIROS UNIDAD*”

A continuación, se presentan el resumen de los datos obtenidos para una detención de unidad en cada una de sus etapas:



2.5.1.- Desde la operación a potencia nominal hasta mínimo técnico.

Energía eléctrica consumida (MWh)	47,65
-----------------------------------	-------

2.5.2.- Mínimo Técnico hasta Apertura Interruptor de generación (unidad desconectada del SING).

Energía eléctrica consumida (MWh)	22,66
-----------------------------------	-------

2.5.3.- Desde la desconexión hasta el estado "Apagado"

Etapa 1

Energía eléctrica consumida (MWh)	1,88
-----------------------------------	------

Etapa 2

Energía eléctrica consumida (MWh)	200,59
-----------------------------------	--------

Nota : El virador se demora como promedio 60min en entrar en servicio una vez abierto el interruptor (detalles en anexo 3.4), el arranque del virador marca el fin de la etapa 1 y el comienzo de la etapa 2 dentro del proceso de apagado.

2.6.- Tiempo requerido para el proceso de detención

Para el proceso de retiro unidad se tomaron datos reales de dos retiros unidad para una mantención mayor, caso más completo en una detención. Los detalles de esta información se encuentran en el archivo Excel "*Tendencias Retiro Unidad CTA-CTH*" dentro de la carpeta "*RETIROS UNIDAD*"

Los tiempos reportados en este informe fueron aproximados a su media hora más cercana.

A continuación, se presentan el resumen de los datos obtenidos para una detención de unidad en cada una de sus etapas:

2.6.1.- Desde la operación a potencia nominal hasta mínimo técnico.

Tiempo (hh:min)	4:00
-----------------	------

2.6.2.- Mínimo Técnico hasta Apertura Interruptor de generación (unidad desconectada del SING).

Tiempo (hh:min)	2:00
-----------------	------

2.6.3.- Desde la desconexión hasta el estado "Apagado"

Etapa 1

Tiempo (hh:min)	1:00
-----------------	------

Etapa 2

Tiempo (hh:min)	107:00
-----------------	--------

Nota : El virador se demora como promedio 60min en entrar en servicio una vez abierto el interruptor (detalles en anexo 3.4), el arranque del virador marca el fin de la etapa 1 y el comienzo de la etapa 2 dentro del proceso de apagado.



Estos tiempos de detención reportados en el punto 2.6 son distintos a los reportados por el fabricante, debido a que en el cálculo real se entiende que el proceso de detención se inicia en el momento que el Despacho de Carga da orden de retiro de la unidad estando está en carga base o Mínimo Técnico y finaliza cuando la unidad alcanza su estado “apagado” (ningún proceso termodinámico en ejecución, virador turbina detenido y bombas circuladoras detenidas).

Por lo tanto los tiempos reales reportados en este informe son siempre mayores a los teóricos, ya que consideran la detención de todos los equipos auxiliares hasta la detención del circuito de agua de mar, paso posterior a la detención del virador de turbina, lo cual ocurre aproximadamente al 4to día de apagada la caldera.

Equipos y sistemas	Horas
Carga Base - Mínimo Técnico	2
Mínimo Técnico - Apertura interruptor	4
Apertura interruptor – Caldera apagada	8
Caldera apagada	100
Sistema agua de alimentación detenido	
Sistema de condensado detenido	
Virador detenido	
Circuladoras detenidas	

2.7.- Tiempo mínimo de operación antes de poder detenerse, una vez concluido el proceso de partida

Para una detención programada o no programada en la cual la unidad permanecerá detenida menos de 96 horas, el tiempo de mínimo de operación será de 0 hrs, en otras palabras, la unidad está disponible para la detención y el arranque en cualquier momento.

Para detenciones programadas o no programadas en la cual la unidad estará más de 96 horas detenida, el tiempo mínimo de operación antes de la detención es de 70hrs en carga base o 102 hrs en mínimo técnico (ver tabla 2.7.1), esto con el objetivo de salir con los silos de carbón vacíos y evitar incrementos de temperatura en el interior de los silos que puedan elevar el riesgo de autocombustión, situación que sucede a partir del 4° día según nuestra experiencia en el manejo de este tipo de unidades y que aparece normado en la NFPA 850, Artículo 7.4.2.

Sin embargo la unidad está disponible para el arranque de forma inmediata, ya que en los tiempos de arranque reportados para condición fría está incluidos el llenado de ducto de agua de mar y el relleno de los silos de carbón.

Algunos datos adicionales asociados al manejo de carbón en los silos:

La unidad CTH tiene 3 silos de carbón, cada uno con 2 alimentadores por silo. Los tiempos de vaciado de los silos varían dependiendo de la carga de la unidad y el silo:

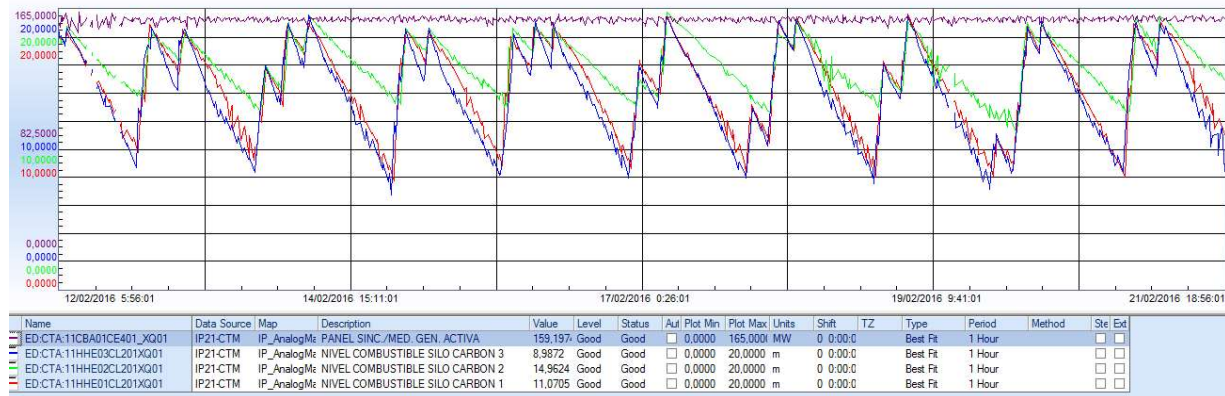
	Carga Base (hrs)	Mínimo Técnico (hrs)
Silo Carbón 1	35	51
Silo Carbón 2	70	102
Silo Carbón 3	35	51

Tabla 2.7.1 Tiempos de vaciado silos.



Este dato fue obtenido con el flujo de carbón dado por polinomio de las pruebas CEN 2016 y el volumen de cada silo el cual es de 974 m³ con una densidad de carbón promedio de 0,9 ton/m³ con la cual se calculó el diseño del silo. Debido al tipo de caldera y para mantener las temperaturas del lecho estables y homogéneas el flujo de carbón no es igual entre los alimentadores, los alimentadores de los costados de la caldera tienen mayor flujo que los del centro, esto explica la diferencia de tiempo entre los silos 1 y 3 respecto al silo 2.

La política de llenado de los silos de carbón establece que el llenado se realiza de noche, para en el día dejar las cintas y equipos de carguío para mantención y aseo. Como se puede apreciar en la siguiente grafica de una semana de carguío.



Se buscó una semana en la cual la carga de la unidad estuvo estable en carga base (Línea morada parte superior), con esto se ve claramente el ciclo de carguío de los silos (día-noche) y como se aprecia como el silo 2 (verde) se vacía más lento que los otros dos silos.

El flujo de carbón en el carguío de las unidades varía en promedio entre 400 a 450 Ton/h, lo cual da un tiempo de llenado de 3:00 a 3:30 hrs. Y el tiempo de vaciado lo da el consumo de carbón por silo, el relleno comienza aproximadamente cuando los silos alcanzan el 50% de su capacidad, esto es unas 15 a 16 horas de consumo encarga base.

Por lo tanto para detecciones mayores a 96hrs, el coordinador del CDEC deberá dar el orden de detención de la Unidad CTH, con 70hrs de anticipación si la unidad esta despachada en carga base o 102 hrs si estuviera despachada a mínimo técnico, con esto se asegura la coordinación interna de operaciones Engie para proceder con el retiro de la unidad con sus silos vacíos.

La gerencia de la UNG CTA-CTH no cuenta con un protocolo de emergencia para actuar en caso que la unidad este indisponible por más de 4 días con sus silos llenos, ya que esto es un caso excepcional en la operación segura de la central.

Para poder vaciar los silos en este caso se deben modificar el giro de los alimentadores de carbón y diseñar un sistema de vaciado de los alimentadores hacia camiones, esto al no ser una maniobra habitual pone en riesgo a los equipos y las personas.

Los sistemas de control de incendio en cada uno de los silos son sensores de índices de explosividad, datos que son tomados diariamente por el personal de operaciones (4 veces al día) y un sensor on-line de temperatura, señales que son monitoreadas constantemente por el operador de sala de control. En caso de contingencia cuenta con un sistema de extinción de vapor al interior del silo y el sistema contra incendio de agua por fuera de los silos.

Este informe "Informe Final - Parámetros de P&D - CTA y CTH" reemplaza en su totalidad al informe "Declaración de Mínimos Técnicos y Tiempos de operación para las unidades CTM1, CTM2, CTM3, CTA y CTH del complejo térmico mejillones" entregado al CDEC en Marzo del 2015. Por lo tanto los puntos b, c y d. Quedan respondidos.



2.8.- Tiempo mínimo necesario para una nueva partida

Según lo establecido en este informe, las etapas de una detención son:

- Mínimo técnico – Apertura interruptor generador (Desenganche a 3000 rpm)
- Apertura interruptor generador – Velocidad de inicio de virado (59 rpm)
- Inicio de virado – Término de virado (lo que demora 100 horas).

Se establece que una nueva partida puede darse sin necesidad de haber concluido el proceso de detención, cuyo hito es el término de virado.

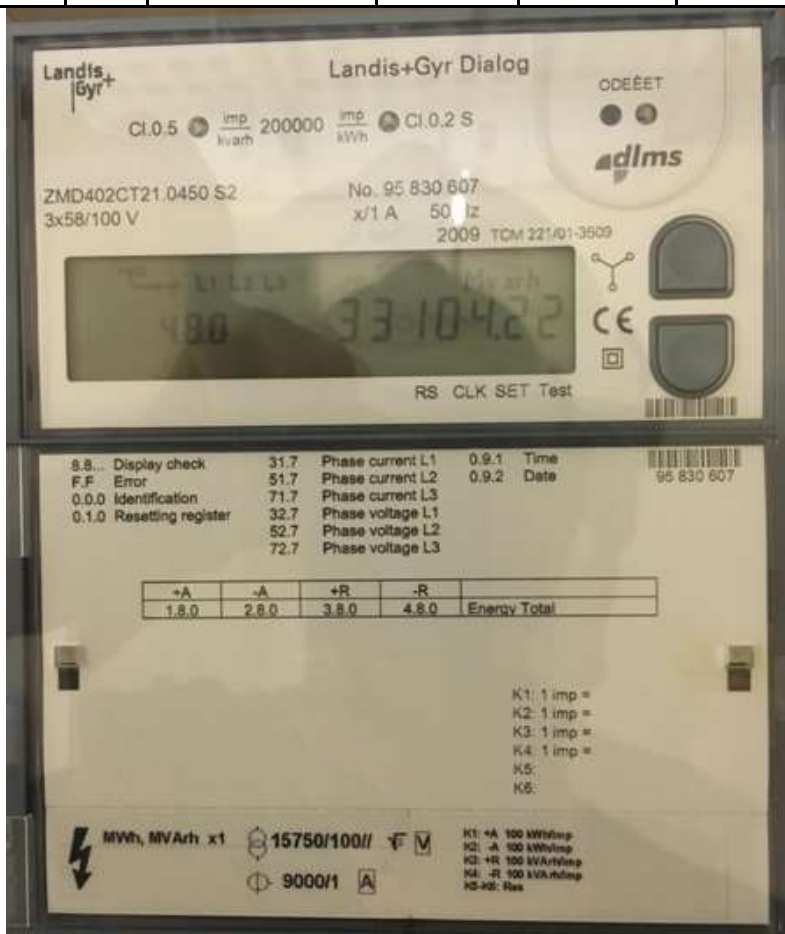
Por lo tanto, una nueva partida se puede dar en cualquier etapa del proceso de detención no existiendo necesidad de que éste haya finalizado, llegándose a esta conclusión en base a la experiencia operativa de la unidad.

3.- Anexos

3.1 Instrumentos de medida.

3.1.1 Medidores de Generación Bruta CTA y CTH:

Marca Medidor LANDIS	Modelo LGYRDIALOG	Clase 02	N° Serie 9583060606(CTA) 9583060607(CTH)	Puerto Ethernet (SI/NO) No	Puerto Serie (SI/NO) SI	Medio de lectura actual (local, ethernet, serie) NO
-------------------------	----------------------	-------------	--	----------------------------------	-------------------------------	---



3.1.2 Medidores de SS/AA CTA y CTH:

Tensión kV Consumo Propios 4,16 KV	Marca Medidor JEMSTAR	Modelo JS-09R5010-11	Clase 02	N° Serie 112916494(CTA) 112916495(CTH)	Puerto Ethernet (SI/NO) NO	Puerto Serie (SI/NO) NO	Medio de lectura actual (local, ethernet, serie) NO
--	-----------------------------	-------------------------	-------------	--	-------------------------------------	----------------------------------	---



3.1.3 Integrador y flujometro de diésel

Micro Motion Modelo F100S129COFASZZZZ.

Señales 11HJF20CF201 y 12HJF20CF201 para el anillo #1 de CTA y CTH respectivamente y señales 11HJF20CF231 y 12HJF20CF231 para el anillo #2 de CTA y CTH respectivamente.

Ver plano "CTA-11-HJF-MDD-FW-001_Rev_0G Gas Oil quemadores" adjuntado en la carpeta "DOCUMENTOS"





Mayor información en pdf llamado “Flujometro Diesel F-Series-PDS-PS-00603” ubicado en carpeta “DOCUMENTOS”

3.1.4 Alimentadores de carbón

Marca STOCK.

Modelo STOCK 196NT.

Rango 0.6Kg/s 5.2Kg/s.

Tag CTA 11HHE30AF001, 11HHE31AF001, 11HHE32AF001, 11HHE33AF001, 11HHE34AF001 y 11HHE35AF001.

Tag CTH 12HHE30AF001, 12HHE31AF001, 12HHE32AF001, 12HHE33AF001, 12HHE34AF001 y 12HHE35AF001.

En carpeta “DOCUMENTOS” se encuentra el manual completo del alimentador de carbón, llamado “CTA-11-HHE-MMP-FW-001 Manual Alimentadores español”, a continuación se deja un extracto que explica la medición de la tasa de alimentación.

3.1.5 Circuito de control y medición de la tasa de alimentación

La señal de peso del alimentador se genera mediante dos celdas de carga que soportan un rodillo de peso. De cada lado del rodillo de peso, hay un rodillo de extensión de peso y, entre los dos, definen con precisión un tramo de cinta determinado sobre el que se pesa el material. Cada celda de carga soporta el 25% del peso del material en la extensión de peso. La salida de las celdas de peso se convierte en una señal que representa las libras de material existentes por pulgada de cinta. La información del peso contribuye a la fórmula de la tasa de alimentación en función de la cual funciona el alimentador:

$$\text{peso (lb/pulg.)} \times \text{velocidad de la cinta (pulg./seg.)} = \text{tasa de alimentación (lb/seg.)}$$

Los controles del alimentador pueden aceptar un valor de consigna interno de la tasa de alimentación o una señal de demanda de la tasa de alimentación establecida por el cliente. La señal se compara con una tasa de alimentación computada, que se obtiene a partir del peso medido en la cinta, la velocidad de la cinta y otros parámetros, para generar la señal de error del sistema que hace funcionar el control de velocidad del motor. La compensación para la estabilidad del sistema se proporciona en el software. Asimismo, dado que el microprocesador ha almacenado todos los parámetros y límites del sistema, la señal de error incluye todas estas configuraciones, de modo que no se requieren ajustes en los controles de velocidad.



El microprocesador (software) computa la tasa de entrega del alimentador según se explica a continuación. Se toma una muestra de la medición a partir de la salida de una de las celdas de carga. Esta señal se convierte en una señal digital (número binario) por medio de un conversor analógico a digital en el microprocesador que tiene una resolución de una parte en 65.000 (16 bits) o 0,00153%. Este número se compara con los parámetros almacenados en la memoria permanente (ROM). Si la señal está dentro de los límites aceptables, se la almacena en la memoria temporaria (RAM). Luego, se ejecuta la misma operación en la otra celda de carga. A continuación, las señales se comparan entre sí para corroborar su validez. Si se determina que las señales son inválidas, el funcionamiento del alimentador cambia al modo volumétrico y los controles utilizan una salida simulada de las celdas de carga que se genera a partir de un valor promedio histórico almacenado en la memoria. Por el contrario, si se determina que las señales son válidas, las señales de las dos celdas de carga se suman y se resta la tara. El resultado se multiplica por un factor de calibración (determinado durante la calibración del alimentador) para obtener el peso del material por unidad de longitud de la cinta. El resultado obtenido se almacena en la memoria RAM. La velocidad de la cinta se determina midiendo el período de la frecuencia de salida de un tacómetro de CA acoplado al eje del motor. La precisión de esta medición, utilizando el microprocesador y un cristal que funciona como oscilador de referencia, es del 0,025%. El valor obtenido a partir de la medición del período de la señal de frecuencia se multiplica por otro factor de calibración (determinado durante la calibración del alimentador) para obtener un número que represente la velocidad de la cinta; es decir, el desplazamiento de la cinta por segundo. Por último, se multiplican la velocidad de la cinta y los pesos para obtener la tasa de alimentación. Este resultado se compara con la tasa de alimentación demandada para determinar el error y operar el control de velocidad.

La tasa de alimentación aparece expresada en las unidades de peso seleccionadas por hora. Ésta se integra para obtener la entrega total en las unidades de peso seleccionadas. La entrada del alimentador está diseñada para mantener un volumen de material uniforme en la extensión de peso. Por consiguiente, la densidad se obtiene a partir de la salida de las celdas de carga y el parámetro de configuración ingresado para el volumen que soporta la extensión de peso.



3.2 Tiempos y las curvas de arranque

Los tiempos y las curvas de arranque son obtenidas del manual planta "CTA-10-YT-YMO-001_Rev2 MANUAL DE OPERACIONES PLANTA" el cual se encuentra de forma íntegra en la carpeta "DOCUMENTOS"

A continuación se dejan un extracto de este.

6.2.2 Tiempos de arranque y definición del origen de tiempos

El proceso de arranque se considera finalizado cuando la Unidad alcanza la operación con la Turbina funcionando en modo base y las válvulas de "bypass" de alta y baja cerradas.

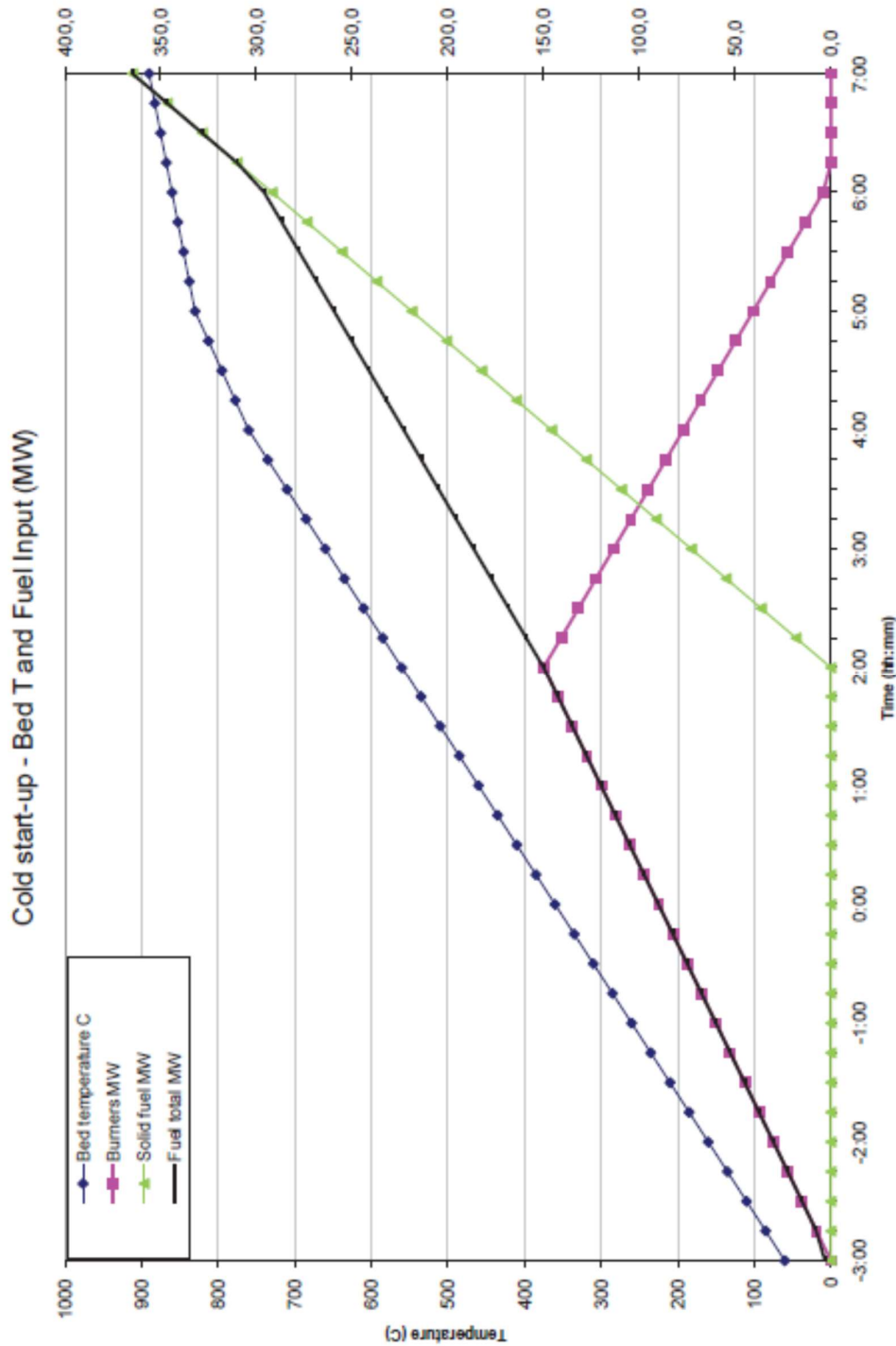
Los tiempos garantizados para los distintos tipos de arranque son los siguientes:

Tabla 6.2.2 Tipos y tiempos de arranque

Tipo de arranque	Tiempos de arranque
ARRANQUE FRIO	620 minutos
ARRANQUE TEMPLADO	420 minutos
ARRANQUE CALIENTE	240 minutos

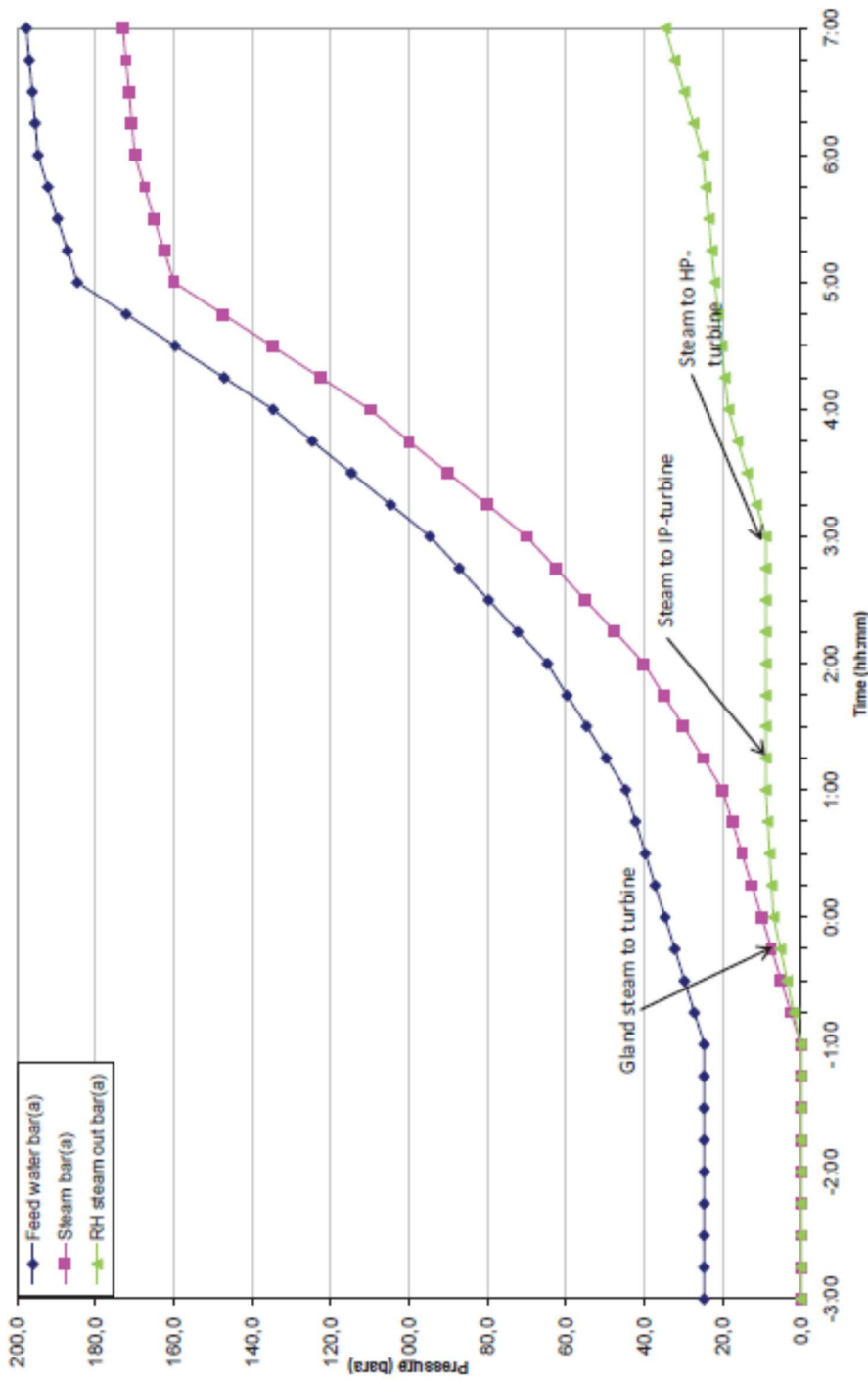
Para la contabilización de dichos tiempos se considera que el punto de partida es

- Nivel adecuado en el Calderín y en el tanque de almacenamiento de condensado
- Sistemas de condensado y agua de alimentación en funcionamiento
- Vapor auxiliar disponible
- Vacío en el condensador suficiente para el inicio del arranque

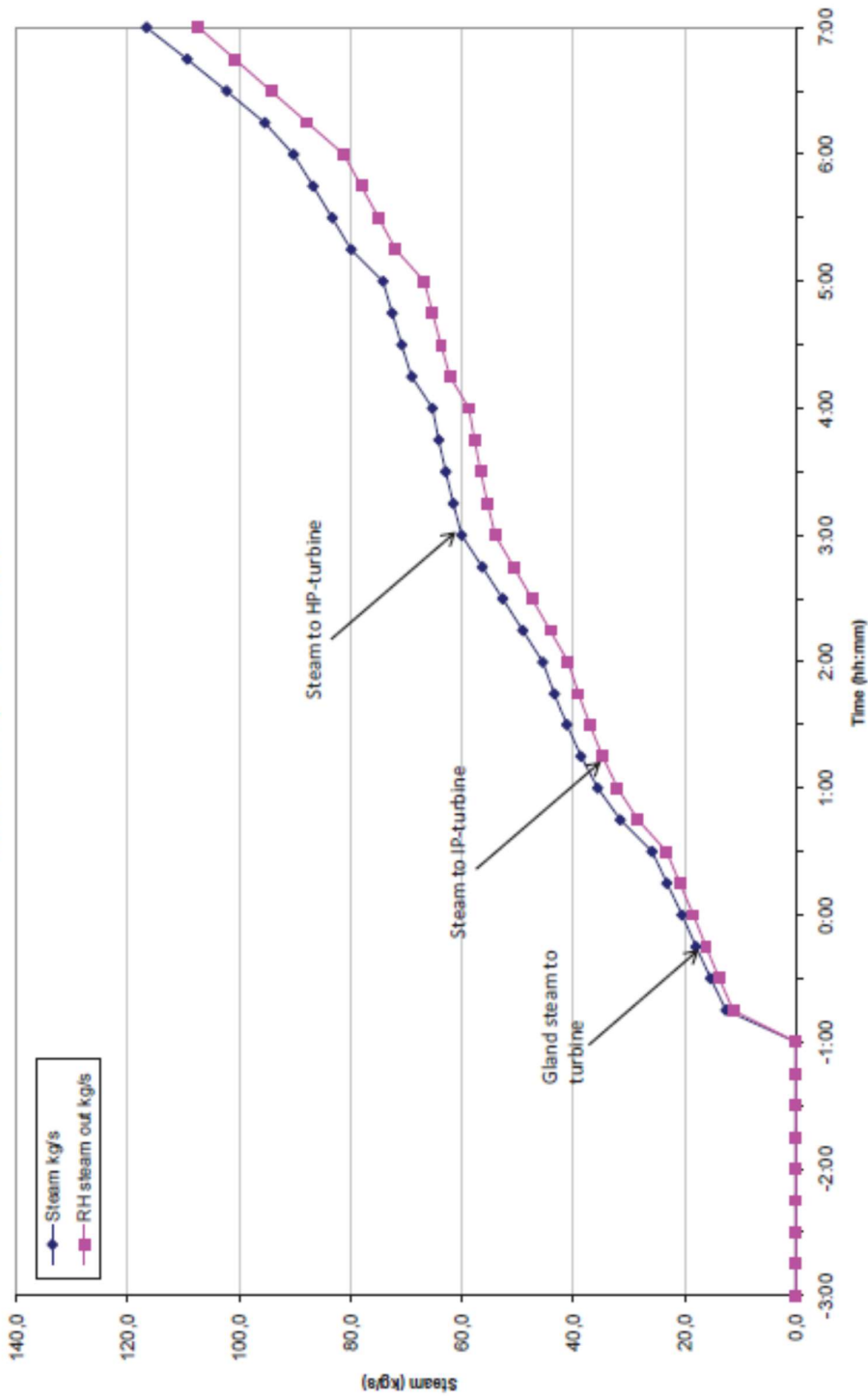


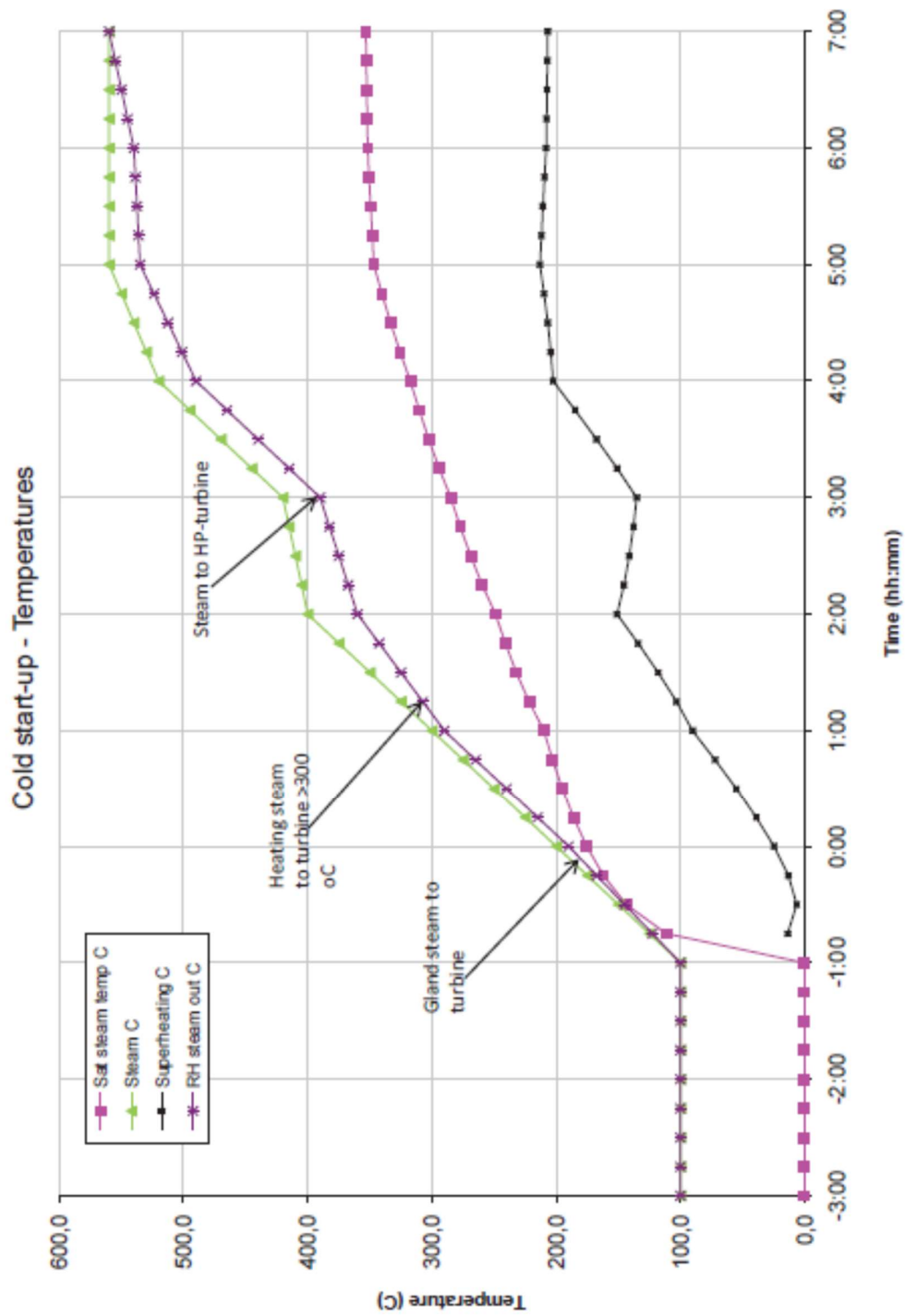
Nota: MW= Mega Watt Termicos, aproximadamente 1MW termico (MWt)= 2.5 MW eléctricos (MWe)

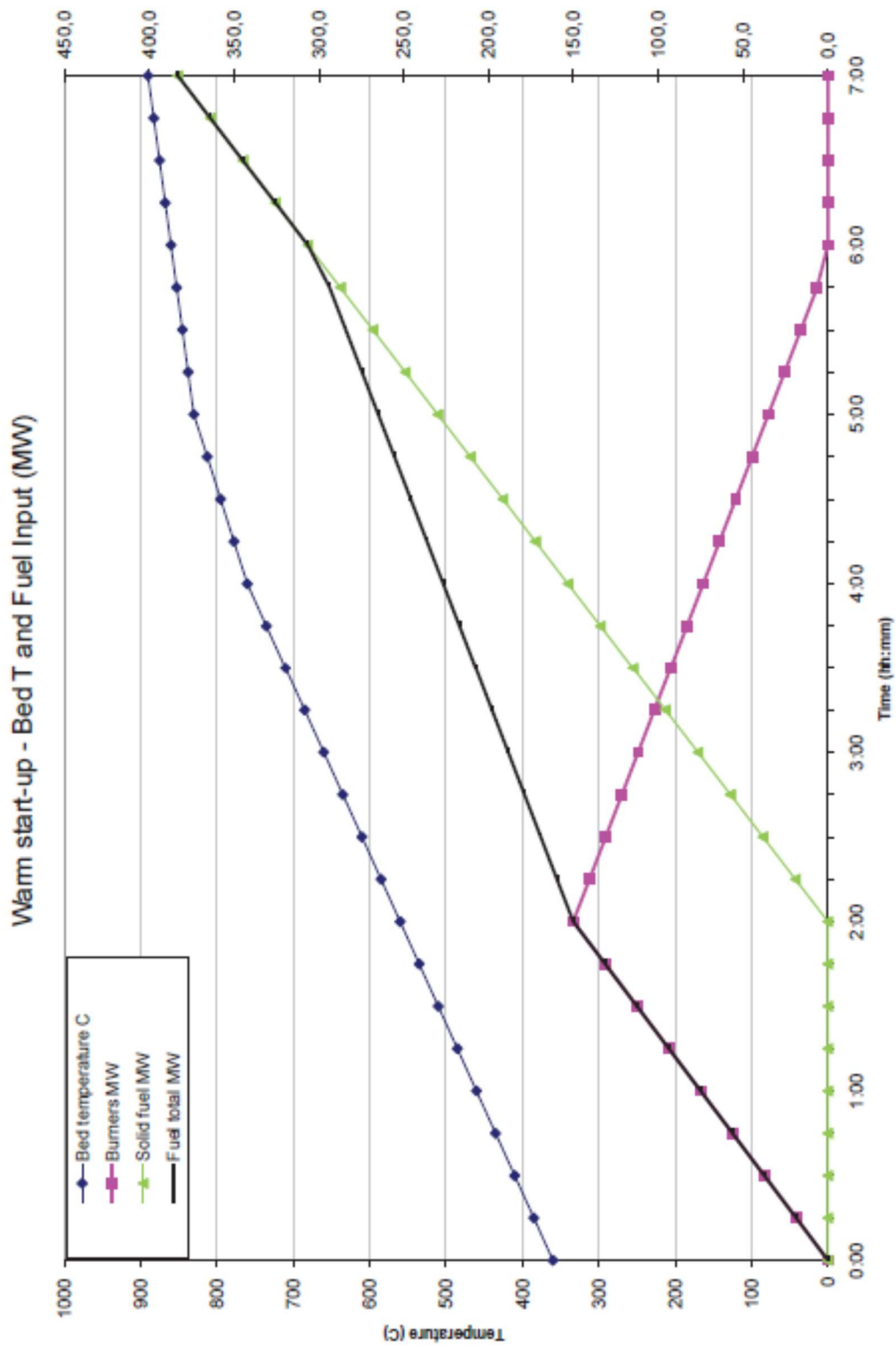
Cold start-up - Steam pressures



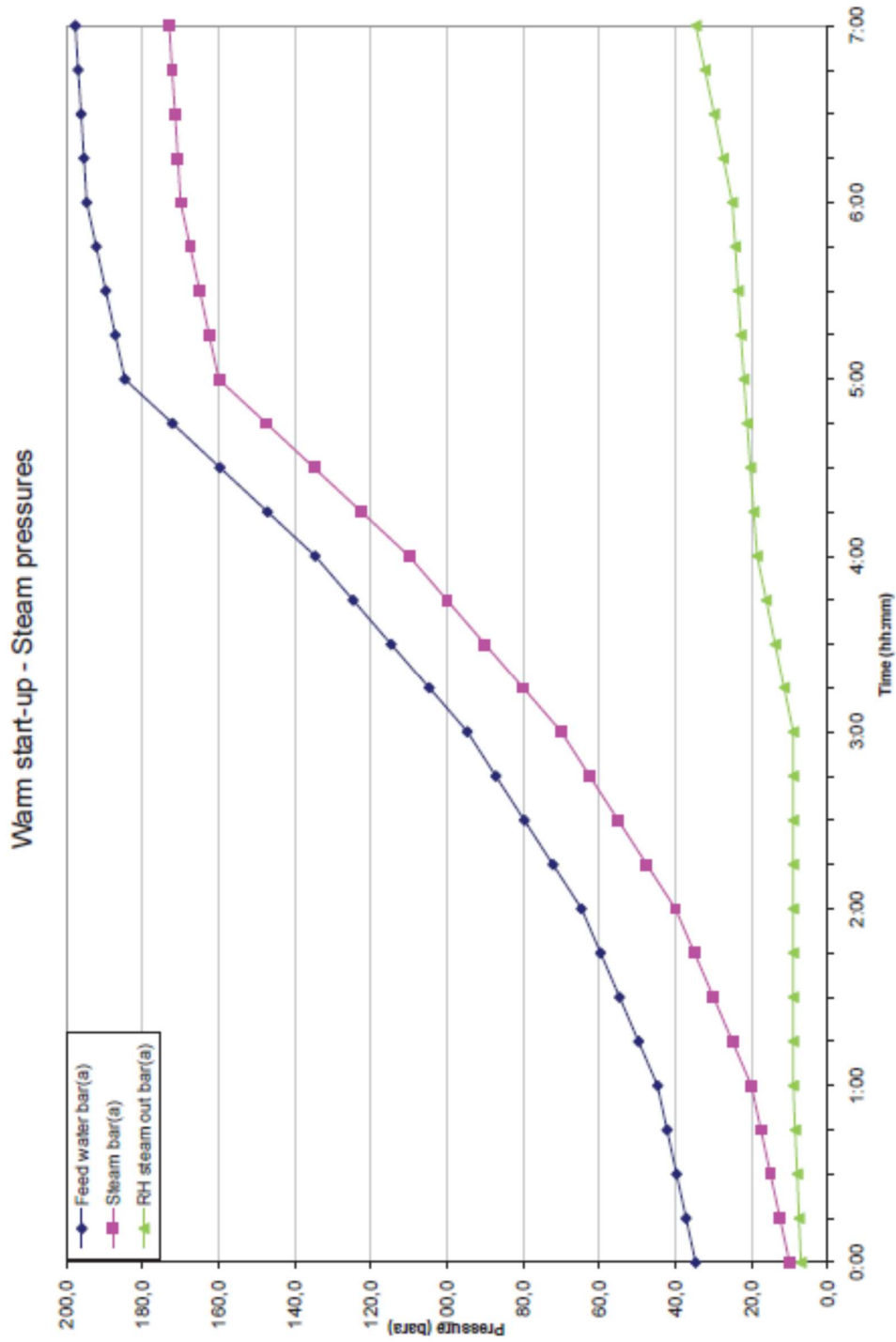
Cold start-up - Steam flows

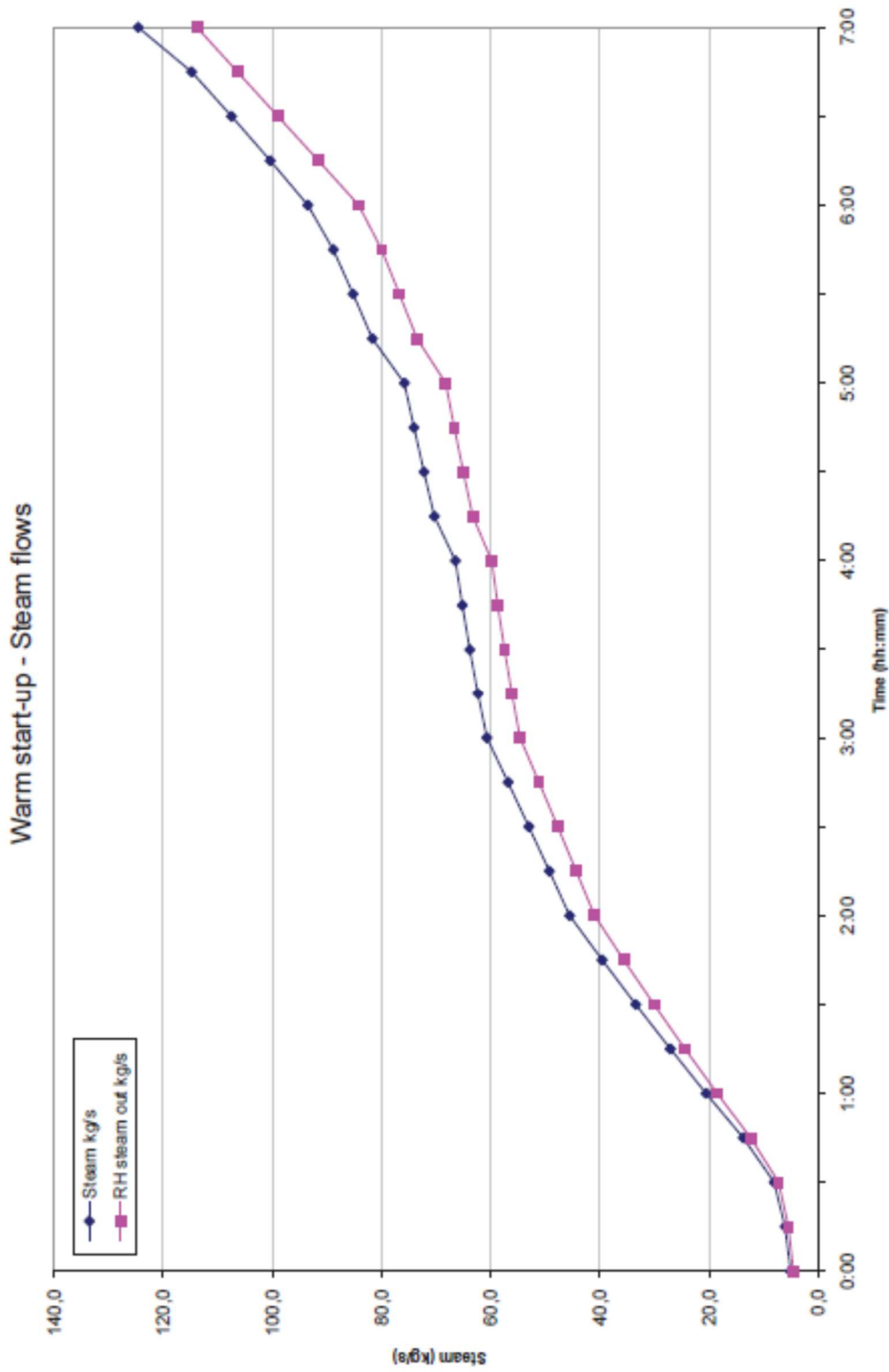


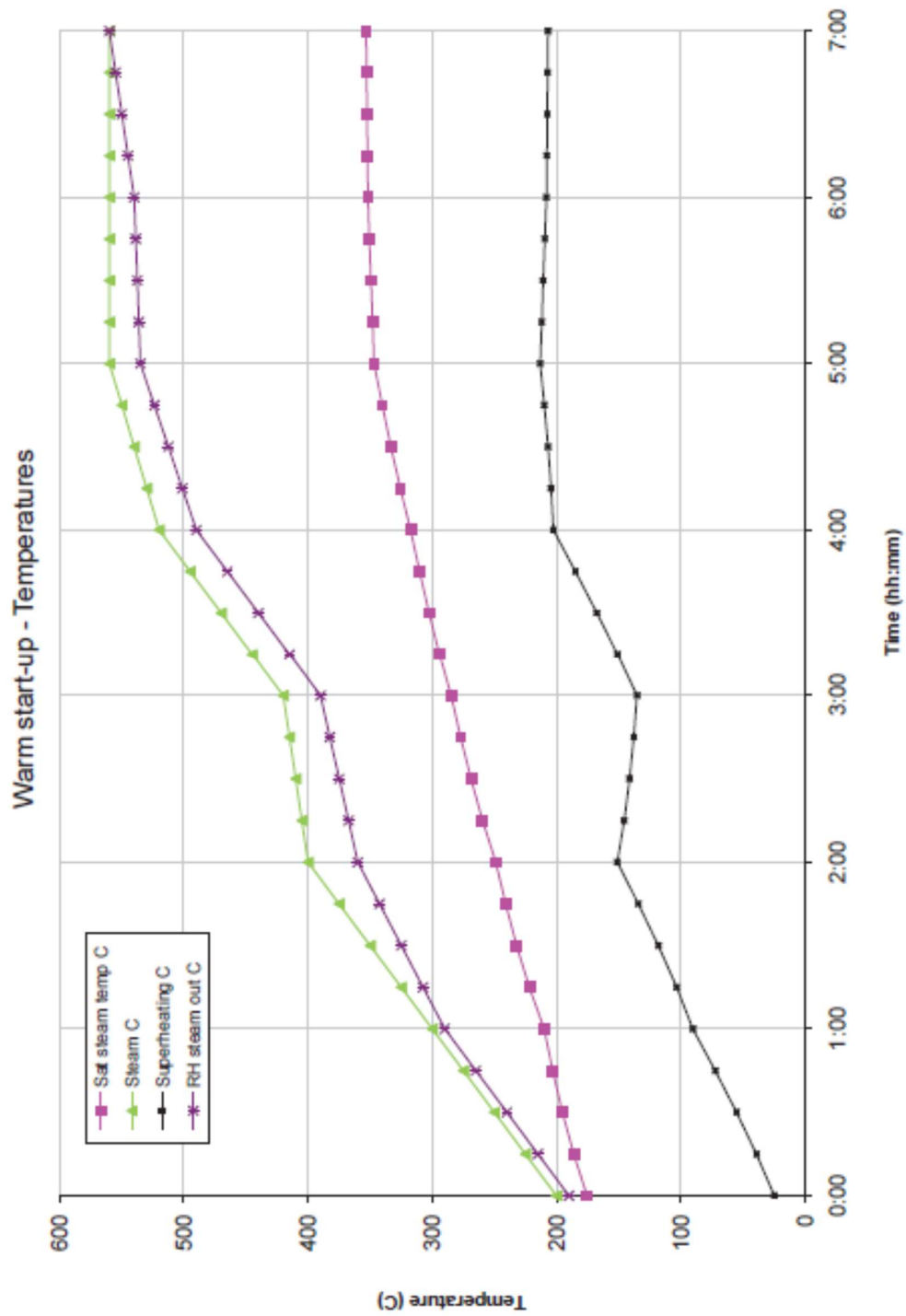


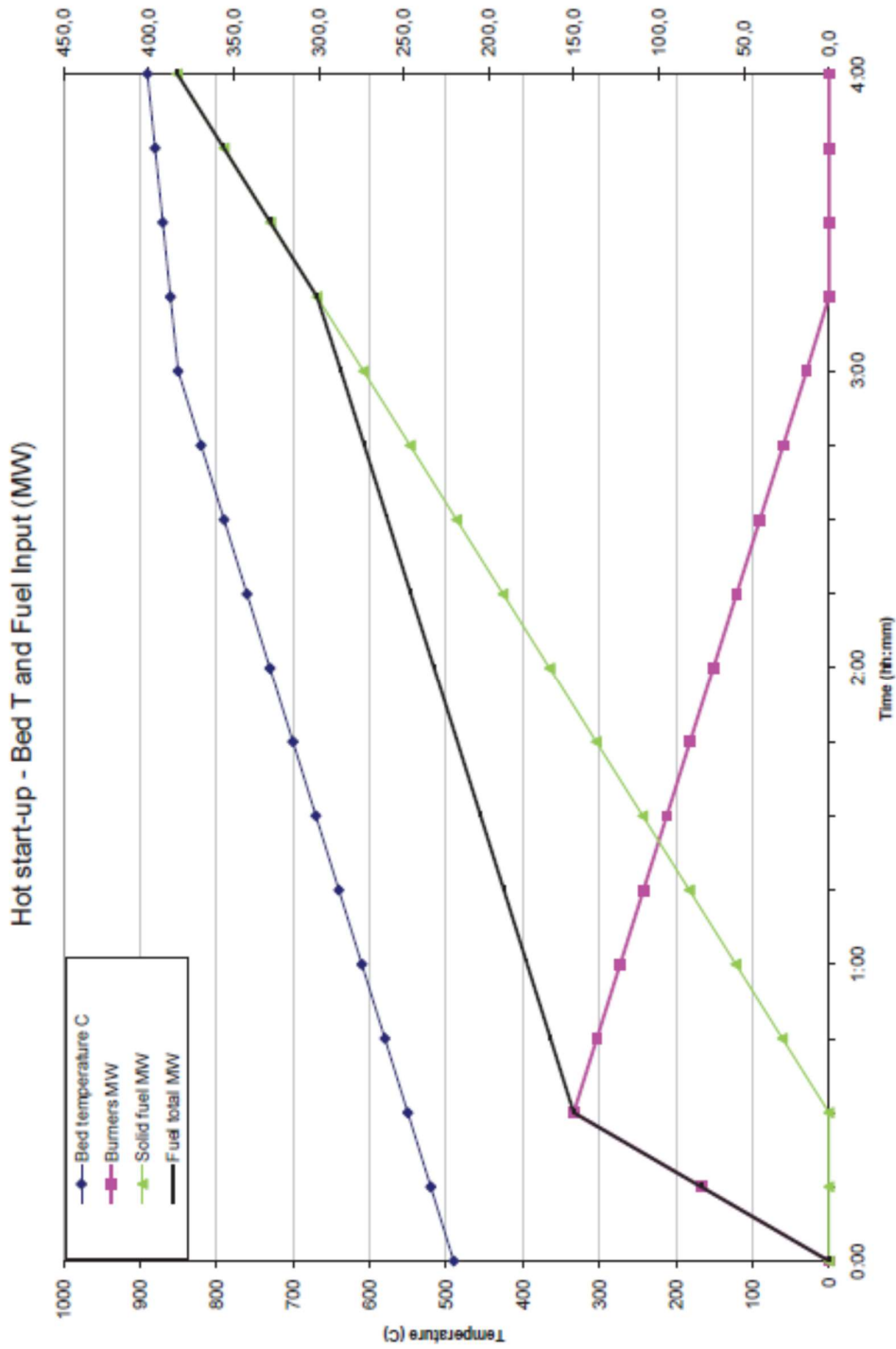


Nota: MW= Mega Watt Termicos, aproximadamente 1MW termico (MWt)= 2.5 MW eléctricos (MWe)

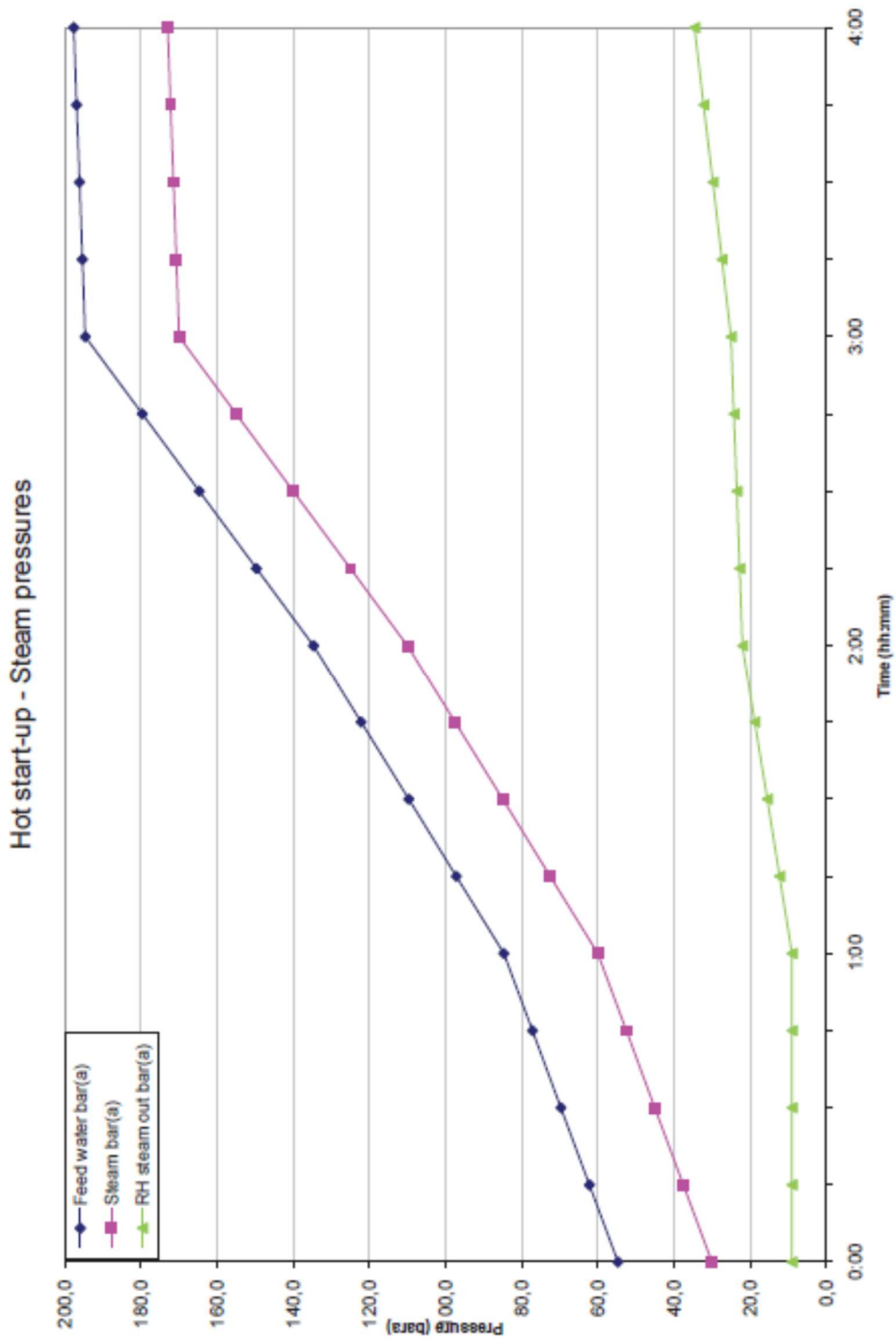


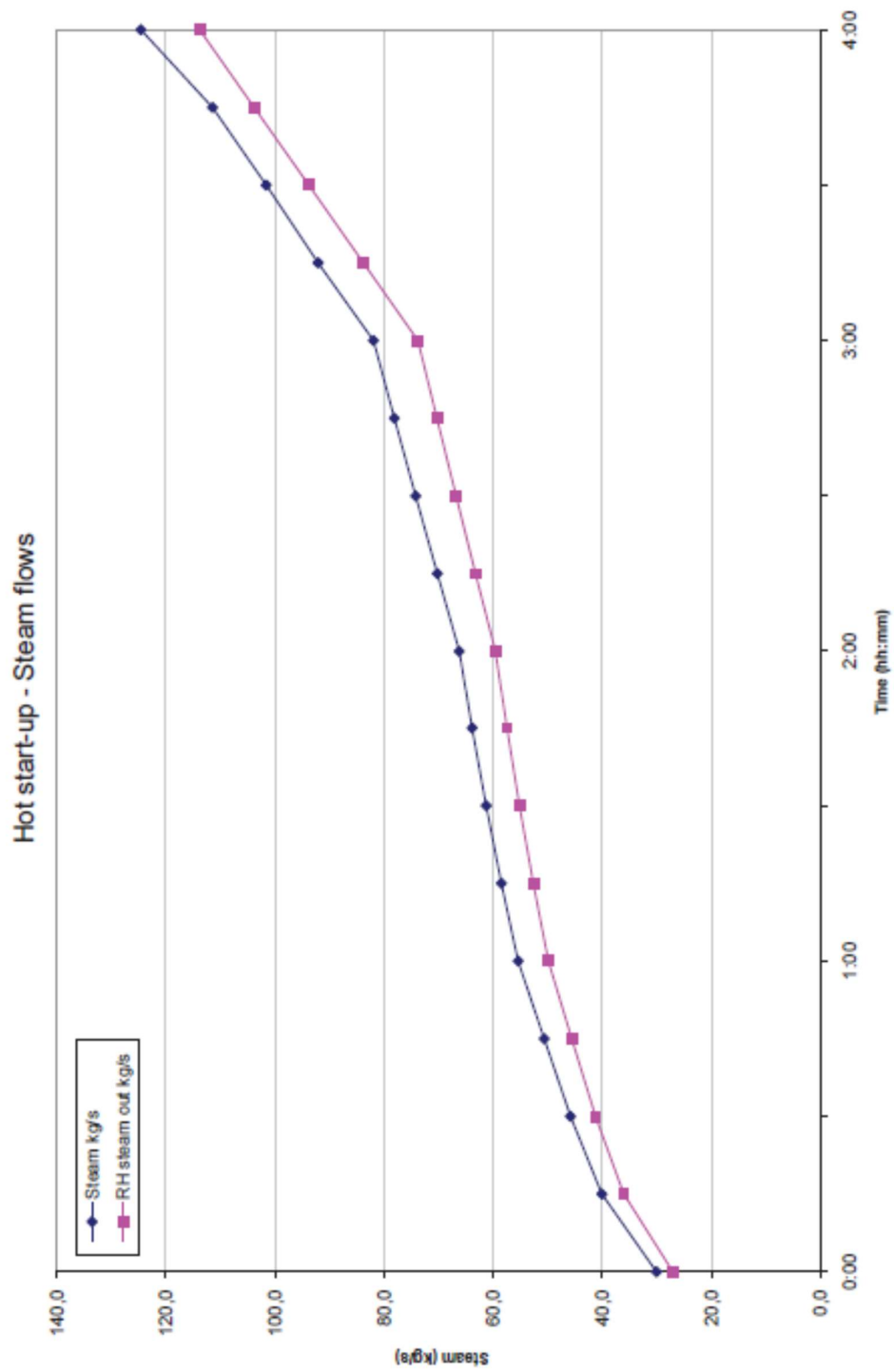




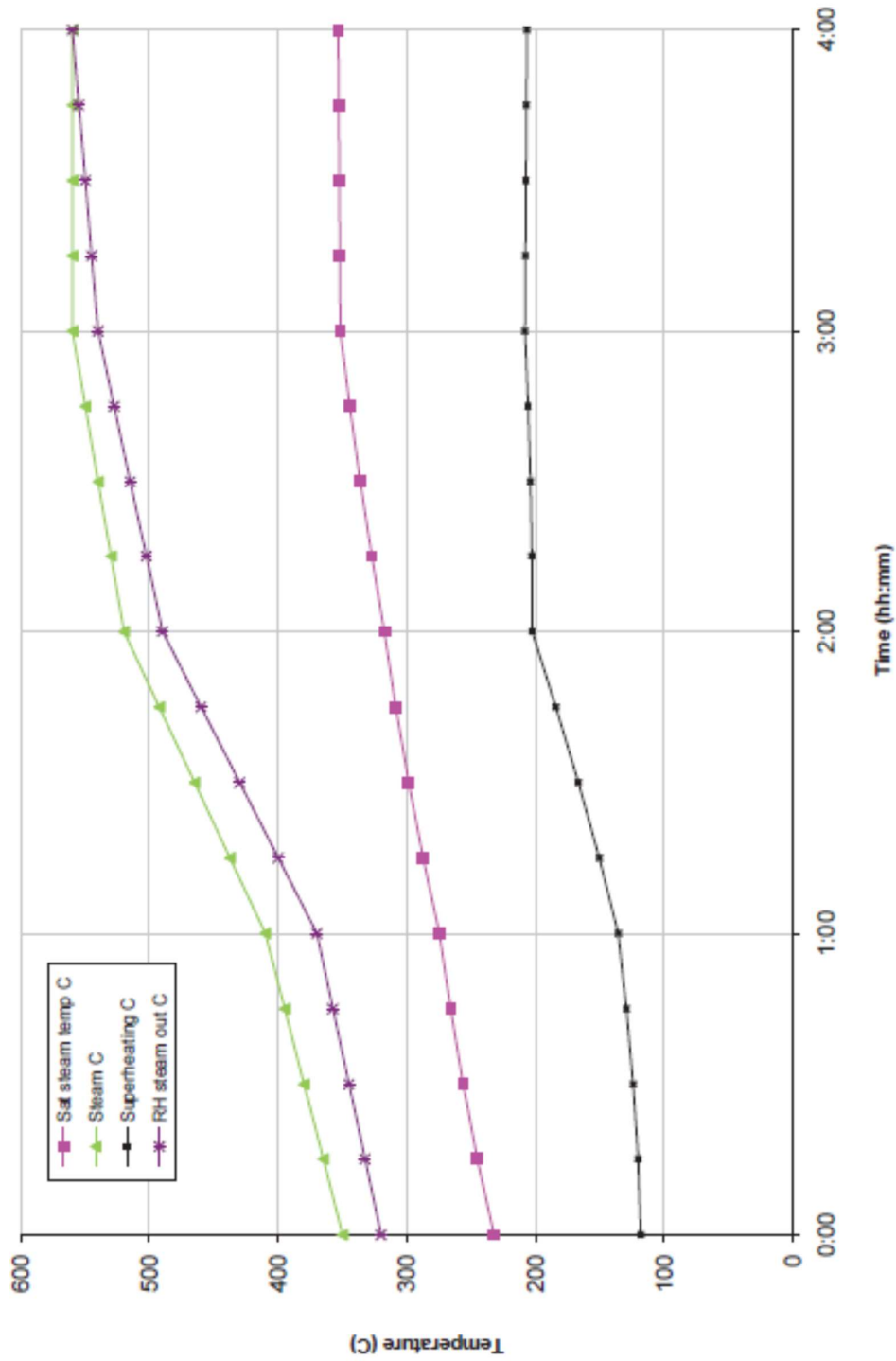


Nota: MW= Mega Watt Termicos, aproximadamente 1MW termico (MWt)= 2.5 MW eléctricos (MWe)





Hot start-up - Temperatures





3.3 Características carbones y diesel

A continuación se dejan los análisis de carbón y diésel para los distintos tipos de carbón utilizados los días que se tomaron los arranques de unidad.

Cerrajon:



2016 10 19 MV KN
Future COA.pdf

Signal Pick:



Certificado Análisis
MN RB Jake.PDF

Descanso:



Certificado Análisis
MN Sunny Royal.pdf

Mina Invierno:



Certificado Análisis
MN Elena v52.pdf

Diesel:



INF
OTICH18-20168.pdf

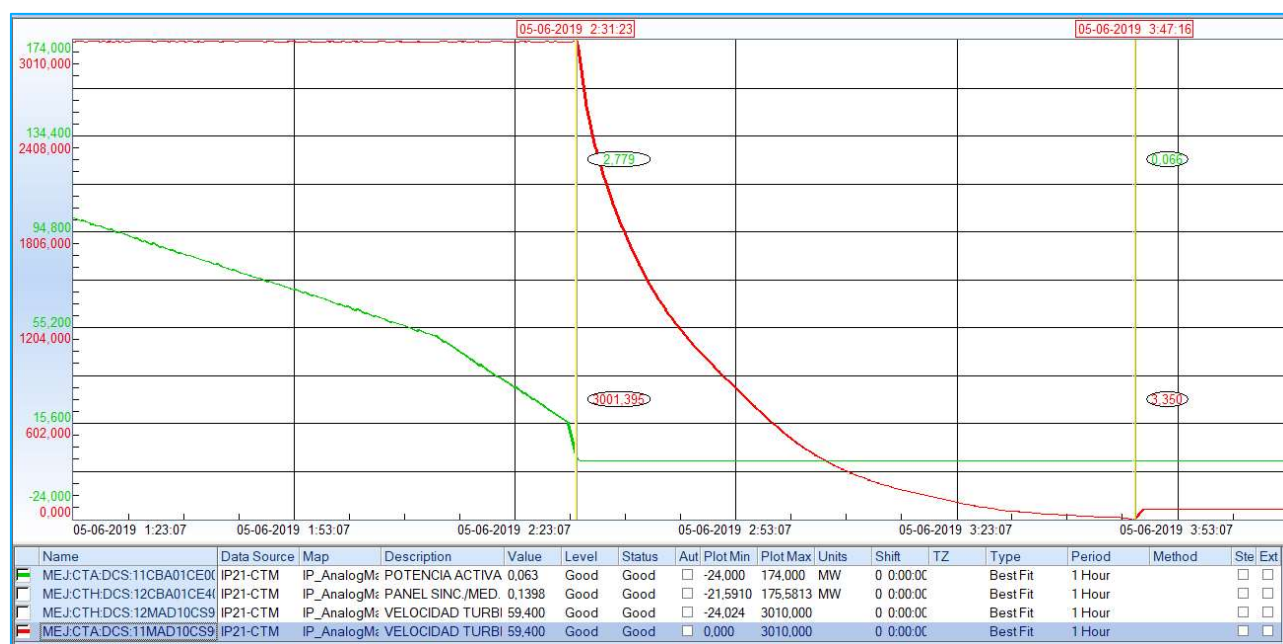
3.4 Obtención tiempo de arranque de virado CTA-CTH

A continuación se muestran dos detenciones de unidad, de la cual se obtendrá el tiempo real que toma en entrar en servicio el virador una vez que se desconecta de la red el generador. El virador entra en forma automática cuando las RPM de la turbina llegan a cero.

Detención CTA 05-06-2019, virador demora en entrar 75min en entrar

Verde: MW

Rojo rpm turbina





Detención CTH 22-02-2018, virador demora 39min en entrar

Verde: MW

Rojo rpm turbina



Promediando ambos tiempos nos da 57min, lo cual se aproximara a **60 min** para facilitar los cálculos.