

Metodología de actualización mensual de los Informes de Limitación por tiempos mínimos de operación para el cumplimiento anual del DS13/2011

El Decreto Supremo N° 13 publicado en 2011 por el Ministerio del Medioambiente (“DS13”) establece las exigencias normativas aplicables a centrales termoeléctricas, definiendo para ello límites máximos de concentración para Material Particulado (“MP”), óxidos de azufre (“SOx”) y óxidos de nitrógeno (“NOx”). Los valores límites se evaluarán sobre la base de promedios horarios que se deberán cumplir durante el 95% de las horas de funcionamiento. El 5% de las horas restantes comprende horas de encendido, apagado o probables fallas. Con esto es posible definir la siguiente expresión.

$$HS \leq 5\%HF$$

Ecuación 1: Principal ecuación que define el cumplimiento a las exigencias establecidas en DS13.

Donde:

1. **HS:** Horas de Superación, que corresponde a las horas en las cuales se sobrepasan los límites máximos de concentración, y que comprenden horas de encendido, apagado o probables fallas.
2. **HF:** Horas de Funcionamiento, que corresponden a las horas entre el inicio y termino de uso de combustible, por lo que incluye las horas de encendido, apagado y operación.

Cabe mencionar que, para el caso de unidades existentes, la expresión anterior es aplicable a los contaminante MP y SOx, mientras que para el NOx se deberá cumplir durante el 70% de las horas de funcionamiento (medida menos restrictiva). Para las unidades catalogadas como nuevas, como lo es la unidad 5, esta expresión es válida para todos los contaminantes.

Al respecto, Guacolda Energía SpA (“Guacolda”), y producto del cumplimiento normativo antes indicado, ha informado al Coordinador la necesidad de considerar limitaciones de operación en las unidades 1 a 5 de Guacolda en vista del riesgo inminente de incumplimiento del DS13 debido al régimen de operación con encendidos y apagados persistentes, con limitadas horas de funcionamiento, todo esto para efectos de la aplicación en los proceso del Coordinador del artículo 45 del DS N°125/2019 del Ministerio de Energía.

Las limitaciones operacionales antes indicadas fueron informadas al Coordinador y se encuentran en vigencia a partir del 1 de enero de 2023. Estas consideran la aplicación de la Ecuación 1 para efectos de determinar las horas mínimas de funcionamiento de las unidades de Guacolda. Al respecto, y debido a que el cumplimiento normativo se mide de manera anual, es necesario actualizar las limitaciones operacionales informadas en función de las Horas de Funcionamiento y Horas de Superación acumuladas durante el periodo 2023 en la medida de que el periodo avanza. En vista de lo anterior, se define la siguiente expresión para efectos de determinar las nuevas horas de funcionamiento mínimas.

$$HS_{acumuladas} + HS_{esperadas} \times NP_{esperadas} + HS_{falla_{esperadas}} \leq 5\%(HF_{acumuladas} + HF_{esperadas} \times NP_{esperadas})$$

Ecuación 2: Expresión que relaciona horas de funcionamiento y superación acumuladas con horas de funcionamiento esperados.

Donde:

1. **HS_{acumuladas}**: corresponden a las Horas de Superación acumuladas a la fecha. Esta debe definirse en función del contaminante que acumule la mayor Horas de Superación. Para el caso de la unidad 5 deben considerarse los contaminantes MP, SOx y NOx, mientras que para las unidades 1 a la 4 se debe considerar MP y SOx, siempre que las relaciones SOx /NOx o MP/NOx no sean superior a 6.
2. **HS_{esperadas}**: corresponden a las Horas de Superación esperadas por cada ciclo de partida-detención durante el mes siguiente. Este corresponde a un dato en base a la estadística que esté disponible a la fecha de HS por ciclo partida-detención para cada tipo de partida. Dentro de la estadística se considera la información del año 2022 contenida en el Informe de la Ref. [1].
3. **NP_{esperadas}**: corresponden al Número de Partidas esperadas durante el mes siguiente.
4. **HS_{falla_{esperadas}}**: corresponden a las Horas de Superación en falla esperadas durante el periodo siguiente. Se utiliza la estadística de Horas de Superación en estado de falla disponible a la fecha. Dentro de la estadística se considera la información del año 2022 contenida en el Informe de la Ref. [1].
5. **HF_{acumuladas}**: corresponden a las Horas de Funcionamiento acumuladas a la fecha.
6. **HF_{esperadas}**: corresponden a las Horas de Funcionamiento esperadas, que permita cumplir con la normativa, por cada ciclo de partida-detención durante el mes siguiente.

Por simplicidad, se considera esta ecuación aplicable por cada tipo de partida de manera individual.

De la [Ecuación 2](#), se tienen dos variables que es necesario determinar. Estas corresponden a **NP_{esperadas}** y **HF_{esperadas}**. Sin embargo, es posible establecer un criterio con el objetivo de determinar una relación entre ellas.

Un criterio conservador es establecer una operación que se basa en ciclos de partida-detención de manera consecutivas (ver Figura 1). Esto determina una cantidad máxima de ciclos para un periodo en función de las **HF_{esperadas}** y las horas del periodo siguiente **HM** (Horas del Mes). Cabe mencionar que para determinar esta relación se debe considerar los tiempos de detención mínimos que definen el tipo de partida (caliente, tibio y frío).

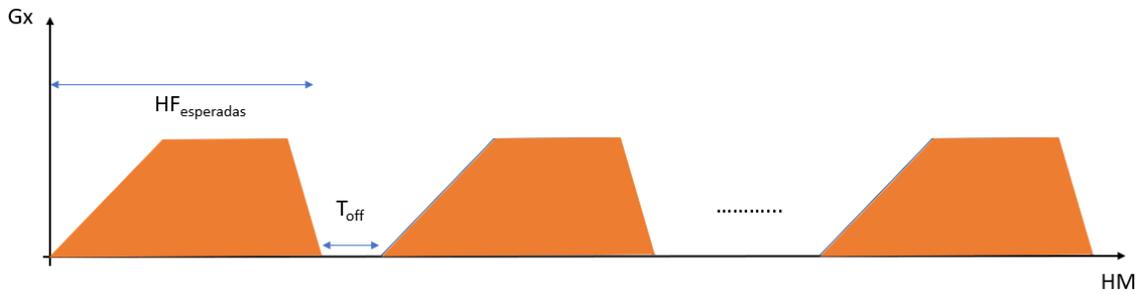


Figura 1: Ciclos de partida-detención

Es así que, en función de lo anterior, se define la siguiente relación:

$$NP_{esperadas} = \frac{HM}{HF_{esperadas} + T_{off}}$$

Ecuación 3: Relación entre Número de partidas y Horas de Funcionamiento esperadas

Donde:

HM: corresponde a las horas del mes siguiente.

T_{off}: corresponde al tiempo de apagado para clasificar tipo de partida. Como criterio conservador se considera **T_{off}** igual a 0, 8 y 48 horas para partidas caliente, tibia y fría respectivamente.

Con esto y considerando las Ecuación 2 y Ecuación 3, se obtiene la siguiente expresión para determinar las **HF_{esperadas}** por tipo de partida:

$$HF_{esperadas} \geq \frac{HM \times HS_{esperadas} + T_{off} \times (HS_{acumuladas} + HS_{falla_{esperadas}} - 5\%HF_{acumuladas})}{5\% \times (HF_{acumuladas} + HM) - HS_{acumuladas} - HS_{falla_{esperadas}}}$$

Ecuación 4: Expresión que define las Horas de Funcionamiento Esperadas por tipo de partida.

Considerando la información estadística disponible desde el año 2022, según el informe de la Ref. [1], y la información disponible del periodo 2024 presentadas en el Anexo adjunto, los valores de **HF_{esperadas}** corresponden a los siguientes:

		Horas				
		U1	U2	U3	U4	U5
Tipo de Partida (contabilización en horas desde el apagado)	Tipo Fría: Mayor a 48 horas	11	10	78	33	38
	Tipo Tibia: Entre 8 y 48 horas	11	10	78	33	38
	Tipo Caliente: Menor a 8 horas	5	6	40	16	34

Restricción de tiempos mínimos de operación en ciclaje persistente (horas)

Anexo

Resumen Horas de Superación y Falla para el periodo acumulado 2022-2024.

	U1	U2	U3	U4	U5
	Periodo 2022 – 2024				
HS _{Frio}	3.5	3.2	7.8	5.7	6.5
HS _{Tibio}	2.9	1.9	6.4	5.2	4.7
HS _{Caliente}	0.8	0.5	2.8	1.9	3.7
HS _{parada}	0.2	0.3	0.6	0.4	0.4
FS _{falla}	0.4	0.3	1.3	1.1	0.7

Referencias

[1] Informe “Análisis de emisiones en partidas y paradas de Central Guacolda” elaborado por la consultora INODU y acompañada a la carta DE 01186-2023 emitida por Guacolda Energía SpA.