

ANEXO

PROPUESTA DE MODIFICACIÓN DE NORMA OPERATIVA N° 7

“INDISPONIBILIDAD DE UNIDADES GENERADORAS”

1. OBJETIVO

Establecer el procedimiento de cálculo de los factores de indisponibilidad de unidades generadoras termoeléctricas y de centrales hidroeléctricas, para determinar los descuentos en la remuneración mensual por potencia y la tasa de indisponibilidad forzada de las unidades de generación térmica para el cálculo de la Potencia Firme (INDO).

2. BASE LEGAL

Artículos 1 y 3, y Capítulo VIII “Transacciones en el Mercado SPOT” del Reglamento de Operación del Mercado Eléctrico (ROME), aprobado mediante Decreto Supremo N° 26093 de 2 de marzo de 2001, Decreto Supremo N° 29549 de 8 mayo de 2008, Reglamento de Organización y Funciones del CNDC aprobado mediante Decreto Supremo N° 29624 de 2 de julio de 2008 y Decreto Supremo N° 0071 de 9 de abril de 2009.

3. DEFINICIONES

Disponible. Es el estado en el que una unidad generadora se encuentra en condiciones de operar e inyectar energía en el nodo del Sistema Troncal de Interconexión (STI) al cual se conecta.

Indisponible. Es el estado o condición en el que una unidad generadora no se encuentra disponible o presenta restricciones operativas, considerándose como “Indisponibilidad forzada” (total o parcial) o “Indisponibilidad Programada” (total o parcial). Éstas pueden ser ocasionadas por una falla de la propia unidad, por trabajos de mantenimiento, deficiencias en el suministro de combustible, por daños físicos en las tomas de captación de agua o por cualquier otra causa o condición externa que forma parte de los elementos de producción de dicha unidad y de los elementos de conexión al nodo del STI donde inyecta su producción.

Indisponibilidad Forzada Total. Es el estado o condición que se presenta cuando una unidad en operación entra en falla y debe ser desconectada o cuando la misma no pueda sincronizarse a requerimiento del Centro de Despacho de Carga (CDC). De acuerdo con el artículo 14 del Decreto Supremo N° 29624, se considera también Indisponibilidad Forzada Total, al mantenimiento no autorizado por el CNDC.

Indisponibilidad Forzada Parcial. Es el estado o condición que se presenta cuando una unidad en operación no puede entregar el 100% de su potencia efectiva o la potencia que le sea requerida por el Centro de Despacho de Carga.

En los casos en que una unidad generadora con indisponibilidad forzada es reemplazada por una unidad o unidades de generación, cuya potencia total no alcanza la potencia efectiva de la unidad reemplazada, se considera que la unidad de generación que está siendo reemplazada se encuentra en la condición de Indisponibilidad Forzada Parcial por Reemplazo.

Indisponibilidad Programada. Es el estado que se presenta cuando la unidad generadora no se encuentra disponible por razones de mantenimiento. La Indisponibilidad Programada es aplicable solamente cuando ésta forma parte de la programación mensual o semanal aprobada para el mes o semana correspondiente de acuerdo con la Norma Operativa N° 5 "Programación y Coordinación de Mantenimientos".

Indisponibilidad Programada Parcial. Es el estado que se presenta cuando una unidad generadora con indisponibilidad programada es reemplazada por una unidad o unidades de generación, cuya potencia total no alcanza la potencia efectiva de la unidad reemplazada.

Operación en Base. Es el régimen de operación de una unidad generadora con alto factor de utilización durante un periodo diario, mensual o anual. Para un año, corresponde a unidades que operan más de 5,500 horas al año; es decir al menos un 63% del periodo anual.

Operación en Punta. Es el régimen de operación de una unidad generadora con bajo factor de utilización durante un periodo diario, mensual o anual. Para un año corresponden a unidades que operan menos de 1,500 horas al año; es decir menos del 17% del periodo anual.

Operación en Semibase. Es el régimen de operación de una unidad generadora que no se encuentra en ninguno de los dos casos anteriores, es decir que opera entre el 17% y 63% del periodo anual.

Horas del período (HP). Es el número de horas del período de análisis.

Horas de Servicio (HS). Es el número total de horas del período de análisis en que una unidad opera sincronizada con el Sistema (con su interruptor cerrado), con capacidad parcial o total.

Horas de Reserva Parada (HRP). Es el número de horas del período de análisis en que una unidad se encuentra disponible y no se encuentra sincronizada al Sistema, debido a que no fue convocada por el despacho de carga.

Horas de Indisponibilidad Total (HIT). Es el tiempo total, en horas, del periodo de análisis en que una unidad no está disponible por cualquier causa.

Horas de Indisponibilidad Forzada Total (HIFT). Es el intervalo de tiempo en que la unidad permanece en condición de Indisponibilidad Forzada Total. La duración de una Desconexión Forzada Total es el período de tiempo que

comienza cuando una unidad es desconectada del sistema por causas forzadas, o cuando, a requerimiento de ingreso de la unidad al sistema, el Generador manifiesta su imposibilidad de hacerlo, y termina cuando haya sido declarada disponible por el Generador o por autorización del CNDC en caso de tratarse de indisponibilidades forzadas totales prolongadas establecidas en el numeral 6 de esta Norma Operativa.

Horas Equivalentes de Indisponibilidad Forzada Parcial (HEIFP). Es el periodo en que la unidad térmica o hidroeléctrica no puede entregar el 100% de su potencia efectiva y por lo tanto, se encuentra en la condición de indisponibilidad forzada parcial, operando con potencia limitada.

Horas Equivalentes de Indisponibilidad Forzada por Reemplazo (HEIFR). Es el período cuando una unidad térmica o hidroeléctrica con indisponibilidad forzada es reemplazada por una o más unidades generadoras en condición de PPG, cuya potencia total no alcanza la potencia efectiva de la unidad reemplazada y por lo tanto se encuentra en la condición de indisponibilidad forzada parcial por reemplazo, operando con potencia limitada.

Horas de Indisponibilidad Programada Total (HIPT). Es el intervalo de tiempo en el que la unidad térmica o hidroeléctrica permanece en condición de Indisponibilidad Programada.

Horas Equivalentes de Indisponibilidad Programada por Reemplazo (HEIPR). Es el período cuando una unidad térmica o hidroeléctrica con indisponibilidad programada, es reemplazada por una o más unidades generadoras en condición de PPG, cuya potencia total no alcanza la potencia efectiva de la unidad reemplazada. Se considera que la unidad opera con potencia limitada.

Fuerza Mayor. Acontecimiento originado y/o derivado por fuerza de la naturaleza, acto o hechos de un tercero o de autoridad pública, que no ha podido ser previsto, conocido o impedido.

4. INFORMACIÓN EN CONDICIONES DE RESTRICCIÓN DE SUMINISTRO DE COMBUSTIBLE

El Agente Generador termoeléctrico es responsable de comunicar al CNDC, con carácter informativo, las restricciones de combustible a sus centrales, en tiempo y en volumen ó según corresponda, otro tipo de parámetro de medida. Esta información debe ser entregada al CNDC junto con su oferta de capacidad horaria para el predespacho o redespacho. El CNDC no considerará información de otras empresas que no sean agentes del mercado.

Cuando existan restricciones en el suministro de combustible, los generadores afectados deberán informar, para el predespacho o redespacho de carga diario la oferta de capacidad horaria de cada una de sus unidades generadoras, tomando en cuenta el volumen ó según corresponda, otro tipo de parámetro de medida de combustible disponible. Adicionalmente, deberán informar del racionamiento con

el respaldo de cartas de la empresa que les provee el combustible, quién justificará el porqué de los racionamientos.

5. OPERACIÓN CON POTENCIA LIMITADA

La operación con Potencia Limitada se presenta cuando una unidad generadora, térmica o hidroeléctrica, se encuentra operando en condición de Indisponibilidad Forzada Parcial y no puede entregar toda su Potencia Efectiva o la requerida por el Centro de Despacho de Carga (CDC).

Los valores de potencia disponible y el período estimado de duración, resultado de la Indisponibilidad Forzada Parcial, deben ser informados por los Agentes Generadores inmediatamente después de ocurrido el evento.

En todos los períodos en los que una unidad generadora opera con potencia limitada, se calcularán las horas equivalentes de Indisponibilidad Forzada Parcial, las que serán incluidas en el cálculo del descuento por indisponibilidad de la unidad.

Se considera también operación con potencia limitada de una unidad generadora, cuando a requerimiento del CDC, esta no puede entregar la potencia equivalente al total de la Reserva Rotante comprometida.

En los casos que una unidad generadora se encuentre con Indisponibilidad Forzada y esté siendo reemplazada por unidades que no alcancen a cubrir la potencia efectiva de la unidad reemplazada se considera que esta unidad se encuentra operando con potencia limitada y se calcularán las Horas Equivalentes de Indisponibilidad Forzada Parcial por Reemplazos. Cuando la unidad reemplazada se encuentra con Indisponibilidad Programada se calcularán las Horas Equivalentes de Indisponibilidad Programada por Reemplazos.

5.1. Verificación de la Potencia disponible

El CNDC podrá verificar, en cualquier momento, la potencia disponible de una unidad generadora. Para este efecto, instruirá generación con potencia máxima por un periodo de hasta una hora. Si el valor medido en ese período, en bornes del generador, es inferior a la capacidad efectiva declarada por el Agente, se considerará a la unidad con Potencia Limitada a partir de esa hora hasta que, a solicitud del Agente, se realice una nueva prueba.

5.2. Horas Equivalentes de Indisponibilidad Forzada Parcial (HEIFP)

Para todos los períodos de operación en los que una unidad generadora térmica o hidroeléctrica opera con potencia limitada, se calcularán las Horas Equivalentes de Indisponibilidad Forzada mediante la siguiente expresión:

$$\text{HEIFP} = \sum_{i=1}^n \left[(\text{HLF})_i * \left(\frac{P_{ef} - P_{disp}}{P_{ef}} \right)_i \right]$$

Donde:

- HEIFP = Horas equivalentes de indisponibilidad forzada parcial.
- HLF = Horas de operación con potencia limitada forzada
- Pef = Potencia Efectiva de la unidad generadora térmica o hidroeléctrica.
- Pdisp = Potencia disponible de la unidad generadora térmica o hidroeléctrica
- i = Período de operación con un mismo valor de potencia limitada
- n = Número de períodos de operación con potencia limitada

5.3. Horas Equivalentes de Indisponibilidad Forzada Parcial por Reemplazo (HEIFPR)

Para todos los períodos de operación en los que una unidad generadora térmica o hidroeléctrica con indisponibilidad forzada es reemplazada por una o más unidades generadoras en condición de PPG, cuya potencia total no alcanza la potencia efectiva de la unidad reemplazada se calculan las Horas Equivalentes de Indisponibilidad Forzada por Reemplazo mediante la siguiente expresión:

$$\text{HEIFPR} = \sum_{i=1}^n \left[(\text{HLR})_i * \left(\frac{P_{ef} - P_{dispr}}{P_{ef}} \right)_i \right]$$

Donde:

- HEIFPR = Horas equivalentes de indisponibilidad forzada parcial por reemplazo
- HLR = Horas de operación del reemplazo con potencia limitada
- Pef = Potencia Efectiva de la unidad generadora reemplazada
- Pdispr = Potencia disponible de la unidad o unidades generadoras térmicas o hidroeléctricas reemplazantes
- i = Período de operación con un mismo valor de potencia limitada
- n = Número de períodos de reemplazos

5.4. Horas Equivalentes de Indisponibilidad Programada por Reemplazo (HEIPR)

Para los períodos en los que una unidad generadora térmica o hidroeléctrica con indisponibilidad programada es reemplazada por unidades en condición de PPG, que no alcanzan a cubrir su capacidad efectiva, se calculan las Horas Equivalentes de Indisponibilidad Programada por Reemplazo aplicando la siguiente fórmula

$$HEIPR = \sum_{i=1}^n \left[(HLR)_i * \left(\frac{P_{ef} - P_{dispr}}{P_{ef}} \right)_i \right]$$

Donde:

HEIPR = Horas Equivalentes de Indisponibilidad Programada por Reemplazo
HLR = Horas de operación de reemplazo con Potencia limitada
P_{ef}, P_{dispr}, n = Están definidos en el numeral 5.3 de esta Norma

6. TRATAMIENTO DE INDISPONIBILIDADES FORZADAS TOTALES PROLONGADAS

Cuando se estime una indisponibilidad forzada total mayor a 15 días calendario, ocasionada por una falla fortuita, el Agente en un plazo no mayor a 20 días calendario, en día hábil debe presentar un Informe Técnico, comunicando la causa de la falla, los daños y el periodo de indisponibilidad estimado, para que sea evaluado por el CNDC. En función al resultado de la evaluación, el CNDC autorizará el cambio del estado de Indisponibilidad Forzada por Indisponibilidad Programada y la incluirá en la siguiente programación semanal de mantenimientos considerada a partir de la fecha de recepción del citado Informe

7. CÁLCULO DE LOS FACTORES DE INDISPONIBILIDAD DE UNIDADES GENERADORAS TERMOELÉCTRICAS

7.1. Asignación del Régimen De Operación

Para determinar el régimen de operación al que corresponda cada unidad termoeléctrica, se calcula el Factor de Régimen (F_r) con la siguiente expresión:

$$F_r = \frac{HS}{(HP - HIT)}$$

Donde:

- HP = Es el número total de horas de un periodo (día, mes, año, etc.)
HS y HIT = Están definidos en el numeral 3 de esta Norma.

Si el factor F_r es igual o menor a 0.17, la unidad generadora será considerada en Régimen de Punta; si dicho factor es igual o mayor a 0.63, la unidad generadora será considerada en Régimen de Base. Las unidades que tengan el factor F_r mayores que 0.17 y menores que 0.63 serán consideradas en Régimen de Semibase.

Las unidades generadoras termoeléctricas serán definidas como unidades de base, semibase y punta en la programación de mediano plazo que se inicia en mayo y noviembre de cada año, esta condición la mantendrán durante todo el período para efecto de calcular la Tasa de Indisponibilidad Forzada (TIF).

7.2. Cálculo del Factor de Reserva Parada (FRP)

El Factor de Reserva Parada, se determina a partir de la siguiente expresión:

$$FRP = \frac{HRP}{HP}$$

$$HRP = HP - HIFT - HIP - HS$$

Donde:

- HRP = Horas de Reserva Parada
HIFT = Horas de indisponibilidad forzada total
HIP = Horas de indisponibilidad programada total
HS = Horas de Servicio en el periodo de análisis
HP = Horas del Periodo de análisis

7.3. Cálculo de la Tasa de Indisponibilidad Forzada (TIF)

La Tasa de Indisponibilidad Forzada correspondiente, es la medida real para el caso ex-post, o la probabilidad para el caso ex-ante, de tener la unidad en condición de desconexión forzada y/o en operación con potencia limitada. Esta tasa se calcula mediante la siguiente expresión:

$$TIF = \frac{HIFT + HEIFP}{HIFT + HS}$$

Donde:

- HIFT = Horas de indisponibilidad forzada total
- HEIFP = Horas Equivalentes de indisponibilidad forzada parcial
- HS = Horas de Servicio en el periodo correspondiente

Para el cálculo de la TIF en los casos de reemplazos de la indisponibilidad de unidades se debe tomar en cuenta lo siguiente:

$$HIFT = (HIFTr - HR) - (HLR - HEIFPR)$$

Donde:

- HIFTr = Horas de indisponibilidad Forzada de la unidad reemplazada sin considerar el reemplazo
- HEIFPR = Horas Equivalentes de Indisponibilidad Forzada parcial por reemplazo de la unidad reemplazada con potencia limitada
- HR = Horas de operación de la unidad reemplazante sin potencia limitada de la unidad reemplazada
- HLR = Horas de operación de la unidad reemplazante con potencia limitada de la unidad reemplazada

7.4. Cálculo de la Tasa de Indisponibilidad Forzada Media (INDMES)

El cálculo de la Tasa de Indisponibilidad Forzada Media se obtiene considerando la Tasa de Indisponibilidad Forzada (TIF) y el Factor de Reserva Parada (FRP), conforme a lo siguiente:

$$INDMES = TIF * (1 - FRP)$$

Donde:

- TIF = Tasa de Indisponibilidad Forzada
- FRP = Factor de Reserva Parada

Para el cálculo de la Tasa de Indisponibilidad Forzada Media, se deben considerar los periodos de indisponibilidad por restricciones de suministro de combustible, fallas de componentes de transmisión que vinculan a la unidad

generadora con un nodo del STI y por causas de fuerza mayor. Así mismo, se consideran los reemplazos de unidades indisponibles con unidades en condición de PPG y su consiguiente reducción en los períodos de indisponibilidad.

7.5. Cálculo del Factor de Indisponibilidad Programada (FIP)

El factor de Indisponibilidad Programada de una unidad generadora, se calcula mediante la siguiente expresión:

$$FIP = \frac{HIPT}{HP}$$

Donde:

HIPT = Horas de Indisponibilidad Programada Total
HP = Horas del Período considerado

Para el cálculo de la FIP en los casos de reemplazos de la indisponibilidad programada de unidades se debe tomar en cuenta lo siguiente:

$$HIPT = (HIPT_r - HR) - (HLR - HEIPR)$$

Donde:

HIPT_r = Horas de Indisponibilidad Programada de la unidad reemplazada sin considerar el reemplazo
HEIPR = Horas Equivalentes de Indisponibilidad Programada por reemplazo de la unidad reemplazada con potencia limitada
HR = Horas de operación de la unidad reemplazante sin potencia limitada de la unidad reemplazada
HLR = Horas de operación de la unidad reemplazante con potencia limitada de la unidad reemplazada

El cálculo del Factor de Indisponibilidad Programada se realiza considerando las Horas de Indisponibilidad programada, incluyendo los períodos de indisponibilidad por extensiones de mantenimiento.

7.6. Porcentaje de Descuento por Indisponibilidad Forzada (%PEN) de unidades asignadas con Potencia Firme

El Porcentaje de Descuento por Indisponibilidad Forzada (%PEN) de unidades asignadas con Potencia Firme se determina, de acuerdo con el Artículo 69 del ROME, utilizando para cada unidad generadora termoeléctrica la siguiente expresión:

$$\%PEN = \text{Máximo de } (INDMES - INDO, 0)$$

Donde:

- % PEN = Porcentaje de descuento por indisponibilidad forzada.
- INDMES = Indisponibilidad Forzada media de cada unidad generadora.
- INDO = Tasa de Indisponibilidad Forzada establecida para el cálculo de la Potencia Firme térmica. Se actualiza anualmente según el procedimiento indicado en el numeral 9 de esta Norma.

7.7. Factor de Indisponibilidad Total (FITRF) de unidades asignadas con Reserva Fría

El factor de Indisponibilidad Total (Forzada más programada) para unidades asignadas con Reserva Fría se determina mediante la siguiente expresión:

$$FITRF = \frac{HIFT + HEIFP + HIPT}{HP}$$

Donde:

- FITRF = Factor de Indisponibilidad Total
- HIFT = Horas de Indisponibilidad Forzada Total
- HIPT = Horas de Indisponibilidad Programada Total
- HEIFP = Horas Equivalentes de Indisponibilidad Forzada Parcial
- HP = Horas del Período considerado

Para el cálculo del FITRF considerando los reemplazos de indisponibilidades, se toman en cuenta las mismas expresiones para HIFT y HIPT indicadas en los numerales 7.3 y 7.5 respectivamente.

8. CÁLCULO DEL FACTOR DE INDISPONIBILIDAD TOTAL (FIT) PARA CENTRALES HIDROELÉCTRICAS

El cálculo del Factor de Indisponibilidad Total (FIT) para un período dado se realiza de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$FIT = \frac{\sum_{i=1}^n (Pef_i * (HIFT_i + HEIFP_i + HIPT_i))}{\left(\sum_{i=1}^n Pef_i \right) * HP}$$

Donde:

Pef	=	Potencia efectiva de la unidad generadora
HIFT	=	Horas de Indisponibilidad Forzada Total
HIPT	=	Horas de Indisponibilidad Programada Total
HIEFP	=	Horas Equivalentes de Indisponibilidad Forzada Parcial
n	=	Número de unidades del sistema hidroeléctrico
HP	=	Número de horas del periodo considerado

Para el cálculo del FIT tomando en cuenta los reemplazos de indisponibilidades, se consideran las expresiones para HIFT y HIPT indicadas en los numerales 7.3 y 7.5 respectivamente.

9. CÁLCULO DE LA INDISPONIBILIDAD FORZADA ESTABLECIDA PARA LA DETERMINACIÓN DE LA POTENCIA FIRME TÉRMICA (INDO)

El período a considerar para el cálculo de la tasa INDO será de 20 años, que corresponde a la vida útil de una unidad térmica a gas. Este periodo se divide en dos subperiodos, el primero corresponde al período de registros acumulados a partir del año 1997 o a partir de la fecha de ingreso en operación comercial de la unidad de generación y el segundo a la diferencia entre los 20 años y los años acumulados.

Ante cambios tecnológicos, para el caso de conversión de unidades termoeléctricas de ciclo abierto a ciclos combinados, para el primer subperiodo se considerará la fecha de ingreso en operación comercial para el conjunto de unidades que componen el ciclo combinado.

- La tasa INDO correspondiente al primer subperíodo de "n" años, será calculada por el CNDC en base a los registros históricos de cada unidad de acuerdo con la expresión del numeral 7.3 de esta Norma.
- La tasa INDO correspondiente al segundo subperíodo de "20 - n" años será la informada por los Generadores sobre la base de los datos del fabricante de la unidad.
- La tasa INDO final, aplicable a las unidades generadoras se determina con la siguiente expresión:

$$INDO = \frac{INDO_{(subperiodo\ 1)} * n + INDO_{(subperiodo\ 2)} * (20 - n)}{20}$$

Donde:

$INDO_{(subperiodo\ 1)}$ Es la tasa acumulada al año en que se realiza el cálculo.
 $INDO_{(subperiodo\ 2)}$ Es la tasa informada por el Agente Generador

n Es el número de años de registros históricos a partir del año 1997.

El CNDC calculará e informará oportunamente a los Generadores el valor de la Tasa de Indisponibilidad Forzada registrada cada año. En dicho cálculo, no se deberá tomar en cuenta los periodos de indisponibilidad por restricciones de suministro de combustible, por fallas de componentes de transmisión que vinculan a la unidad con un nodo del STI, por mantenimientos no autorizados, causas de fuerza mayor ni los efectos por reemplazos de unidades generadoras.

Las tasas de Indisponibilidad Forzada registradas se calcularán para años calendario, independientemente de la fecha de ingreso en operación comercial de la unidad.

10. VIGENCIA

La presente Norma Operativa entrará en vigencia una vez aprobada por la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Electricidad.

11. MODIFICACIONES

Cualquier modificación a la presente norma será efectuada por el CNDC y aprobada por la Autoridad de Fiscalización y Control Social de Electricidad.