

ANEXO A

RESOLUCIÓN AN No. 6981 -Elec de 3 de enero 2014

**METODOLOGÍA TRANSITORIA PARA LA DEFINICIÓN DE  
COSTOS VARIABLES Y COSTOS DE ARRANQUE Y PARADA DE  
LAS UNIDADES DE GENERACIÓN TERMOELÉCTRICA**

## **METODOLOGÍA PARA LA DEFINICIÓN DE COSTOS VARIABLES Y COSTOS DE ARRANQUE Y PARADA**

### **(MCV.1) Objeto y Generalidades**

- (MCV.1.1) Definir métodos y reglas simples, de conocimiento y aplicación general, que permitan definir el costo marginal de generación del sistema en cada período básico de operación (una hora).
- (MCV.1.2) Los costos variables deben ser, por definición, costos marginales, o incrementales. Dado que el Mercado Ocasional de Energía es un mercado de costos, y no de ofertas, el valor declarado debe estar basado en gastos incurridos o costos esperados, de fácil comprobación o demostración.
- (MCV.1.3) En este documento se hace referencia a algunas de las cuentas contables establecidas en el Sistema de Clasificación Uniforme de Cuentas para Empresas Eléctricas de la Comisión Nacional de Energía Eléctrica, Gas y Teléfonos - 1971, basado en el "Uniform System of Accounts de la Federal Energy Regulatory Commission", a fin de definir los rubros que se deberán utilizar para la determinación de cada costo variable y los cuales se adjuntan a éste documento.
- (MCV.1.4) El CND realizará auditorías a los valores declarados por cada Generador por lo menos una vez al año, a fin de verificar la correcta aplicación de la metodología aquí descrita, o cuando se observen inconsistencias en los valores declarados que requieran el ejercicio de tales auditorías.

### **(MCV.2) Consumo Específico de Unidades**

- (MCV.2.1) Todos los Generadores Térmicos deberán desarrollar curvas de consumo específico donde se grafique el consumo total de combustible vs. la potencia neta entregada (MW) por cada unidad, medida lo más cerca posible al punto de entrega de la energía y/o potencia que permita diferenciar una unidad de otra.
- (MCV.2.2) Estas curvas de consumo específico estarán basadas en la información de diseño de la unidad, o en data de una unidad comparable, modificada por resultados de pruebas que se hayan hecho a la unidad.

2

- (MCV.2.3) Estas curvas se usarán como base para definir el consumo incremental y el factor de desempeño. Curvas de consumos incrementales, definidas como la primera derivada de la curva de consumo específico, se determinarán mediante métodos matemáticos o gráficos establecidos, aprobados previamente por el CND.
- (MCV.2.4) Para las unidades de vapor, la data para las curvas de consumo específico deberán incluir puntos de carga cero, carga mínima y máxima, y por lo menos dos puntos de carga intermedios adicionales.
- (MCV.2.5) Para las unidades de combustión interna, turbinas de gas y ciclo combinado, la data deberá incluir puntos de carga cero, carga mínima, carga base y generación máxima de emergencia. Puntos adicionales serán aceptados según la posibilidad del Agente.
- (MCV.3.) **Factores de Desempeño**
- (MCV.3.1) El factor de desempeño es un multiplicador utilizado para actualizar los consumos específicos. El factor de desempeño representa la relación estimada en un período particular de tiempo entre el consumo de combustible actual o real con respecto al teórico o estándar. El consumo actual del combustible puede variar al teórico debido a factores como el envejecimiento o modificación de la unidad, cambios en las propiedades del combustible, variaciones en el medio ambiente, etc.
- (MCV.3.2) El factor de desempeño será calculado en base al consumo total de combustible o a pruebas en puntos específicos de carga. El factor de desempeño de las unidades de vapor deberá ser actualizado por lo menos cada doce meses. Los factores correspondientes para las turbinas de gas, combustión interna o ciclo combinado deberán ser actualizados cada doce meses, o en el año en que lleguen a 1,000 horas acumuladas de operación desde la última actualización, cualquiera de las dos que represente el período más largo de tiempo, pero sin exceder 5 años. Para tal fin, de manera semanal, junto con la disponibilidad, el Agente indicará las horas acumuladas de operación diferenciando del total aquellas equivalente por arranque.

(MCV.3.3) En el caso de que el Generador declare al CND un cambio en el rendimiento de una o todas sus unidades, el mismo deberá ser sustentado, por lo menos con el correspondiente cálculo del factor de desempeño.

(MCV.4) **Costo de Combustible y Asociados**

(MCV4.1) El Costo de Combustible y Asociados se define como el costo de adquisición del Combustible más los Costos Asociados de transporte, manejo y tratamiento del mismo, expresado en valores unitarios, excluyendo el combustible utilizado en el arranque de la(s) unidad(es).

(MCV.4.2) Cada Generador será responsable de establecer su propio método de calcular el precio del combustible consumido, limitado al costo inventariado, o al costo de reemplazo, o a una combinación de ambos métodos, de tal forma que refleje cómo el combustible es realmente comprado o programado para comprar.

(MCV.4.3) Cada empresa documentará su método de calcular el precio del combustible consumido para generación eléctrica y lo someterá a aprobación al CND. Esta documentación contendrá ejemplos de los cálculos, así como las fuentes de la información que sustentan sus cálculos. Una vez aprobado este método, el mismo podrá cambiarse mediante solicitud escrita con un año de anticipación.

(MCV.4.4) Los Costos Asociados al combustible contendrán los precios de transporte, fletes, seguros, aditivos, etc. La definición de estos Costos Asociados es la siguiente:

(MCV.4.4.1) Para Plantas de Vapor: El monto en la Cuenta 501 (Combustibles) menos los gastos de combustible de la Cuenta 151 (Inventario de Aceite Combustible) que fueron cargados a la Cuenta 501 (Combustibles), todo dividido por la cantidad el combustible que fue transferido de la Cuenta 151 (Inventario de Aceite Combustible) a la 501 (Combustibles).

(MCV.4.4.2) Para Turbinas de Gas y Unidades Diesel: El monto en la Cuenta 547 (Combustibles) menos los gastos de combustible de la Cuenta 151 (Inventario de Aceite Combustible) que fueron cargados a la Cuenta 547 (Combustibles), todo dividido por la cantidad del combustible que fue transferido de la Cuenta 151 (Inventario de Aceite Combustible) a 547 (Combustibles).

- (MCV.4.5) Cada Generador deberá someter al CND el Costo de Combustible de acuerdo al método aprobado y ajustándose a los tiempos indicados en la Metodología MPS.
- (MCV.4.6) Cuando se requiera y ante pedido del CND, cada Generador documentará el Costo de Combustible declarado para el periodo que le sea solicitado. Como mínimo, se presentará dentro del informe de auditorio anual de costos variables, contrastado contra la información suministrada de forma mensual, el auditorio de la fórmula de combustible utilizada en la declaración de costo variable semanal.
- (MCV.5.) **Factor de Costo Variable de Mantenimiento**
- (MCV.5.1) Corresponde al costo marginal, o incremental, de mantenimiento que conlleva una mayor producción de la unidad generadora, y está representado como el costo de mantenimiento por unidad de combustible o kWh generado, a criterio del Generador y que no podrá ser modificado en un periodo de seis (6) meses.
- (MCV.5.2) La definición de estos Factores de Costos Variables de Mantenimiento es la siguiente:
- (MCV.5.2.1) Para Plantas de Vapor: El monto en la Cuenta 512 (Mantenimiento de Calderas y Accesorios) y 513 (Mantenimiento de Equipo Eléctrico), menos los costos incluidos en estas cuentas que la Generadora considere están relacionados a costos de arranque, todo dividido por el combustible consumido o kWh generado, según sea el caso.
- (MCV.5.2.2) Para Turbinas y Unidades Diesel: El monto en la Cuenta 553 (Mantenimiento de Equipo Eléctrico), menos los costos incluidos en esta cuenta que la Generadora considere están relacionados a costos de arranque, dividido por el combustible consumido o Kwh generado, según sea el caso.
- (MCV.6) **Costo de Arranque**
- (MCV.6.1) Los Generadores deberán aplicar criterios de ingeniería a la data del fabricante, data operacional, sustentados con pruebas de arranque, a fin de derivar o separar los costos del arranque exitoso de cada unidad. Un registro de estas derivaciones y los costos de arranque resultantes deberán ser mantenidos en los archivos del correspondiente Generador, los cuales

se utilizarán como un único y consistente costo para el pre-despacho, despacho y liquidación de precios. De no existir pruebas que sustenten los valores utilizados, el CND le aplicará el menor costo declarado por los Generadores Térmicos de igual Tecnología o en su defecto los costos eficientes de arranque para Generadores Térmicos de igual tipo de Tecnología. Los Agentes que no realicen las pruebas correspondientes, deberán aceptar dicho valor.

(MCV.6.2) Para todos los casos que se describen a continuación basados en pruebas de arranque iniciales, los Generadores podrán proponer, y en este caso sustentar, un factor de corrección que tome en consideración el sobremantenimiento, o la sobre-depreciación, que puedan ocasionar los múltiples arranques.

**(MCV.6.3) Costos de arranque para Unidades de Vapor**

(MCV.6.3.1) Arranque en Caliente: El costo de arranque en caliente es el costo esperado para arrancar una unidad de vapor la cual ha sido apagada por un período menor de 12 horas. Debe incluir los costos de combustible desde el inicio del fuego en la caldera hasta la sincronización, más el consumo de energía para los equipos auxiliares durante el proceso de arranque, valorada al costo variable promedio de la unidad evaluada.

(MCV.6.3.2) Arranque en Frío: Se entiende como condición "fría" que la caldera ha sido apagada en un período mayor de 12 horas. El costo de arranque en frío es el costo esperado en arrancar en esta condición, y debe incluir el consumo de combustible desde el inicio de fuego en la caldera hasta la sincronización, más el consumo de energía de los auxiliares, valorada al costo variable promedio de la unidad evaluada.

(MCV.6.3.3) Embotellamiento de la Caldera. El costo de embotellamiento es el costo de mantener el fuego en la caldera en forma intermitente para mantener una presión positiva pero menor de la presión de línea en preparación para arrancar la unidad en un momento de tiempo posterior. Los componentes de este costo corresponden al consumo de combustible por mantener el fuego intermitentemente en la caldera más el consumo de energía de los auxiliares, valorada al costo variable promedio de la unidad evaluada, más la cuantificación o valorización de la pérdida de calor de la turbina. Nota: Al computar los costos de arranque en el pos-despacho, se aplicará el costo de embotellamiento o el costo de arranque en caliente, pero no ambos.

**(MCV.6.4) Costo de arranque para turbinas de gas o unidades diesel**

Deberán incluir el costo del combustible requerido para arrancar, desde el inicio de la flama hasta la sincronización más el costo incremental de mantenimiento debido al arranque.

**(MCV.6.5) Costos de arranque del Ciclo Combinado**

Deberán incluir el costo de combustible desde el inicio de la flama en la primera turbina de gas hasta la sincronización de la unidad de vapor, tal y como se mide durante una secuencia de arranque normal, menos la integración de la generación neta desde la sincronización de la turbina de gas a la sincronización de la turbina de vapor, valorada al costo variable promedio del ciclo combinado.

**(MCV.7) Costo de Parada**

**(MCV.7.1)** Los Generadores Térmicos deberán aplicar criterios de ingeniería a la data del fabricante, data operacional, sustentados con pruebas de paro, a fin de derivar o separar los costos de parada de cada unidad. Un registro de estas derivaciones y los costos de paro resultantes deberán ser mantenidos en los archivos del correspondiente Agente Productor, los cuales se utilizarán como un único y consistente costo para el pre-despacho, despacho y liquidación de precios. De no existir pruebas que sustenten los valores utilizados, el CND le aplicará el menor costo declarado por los Generadores Térmicos de igual Tecnología o en su defecto los costos eficientes de parada para Generadores Térmicos de igual tipo de Tecnología. Los Agentes que no realicen las pruebas correspondientes, deberán aceptar dicho valor.

**(MCV.7.2)** Para todos los casos que se describen a continuación, los Generadores Térmicos declararán y sustentarán su costo unitario de paro que tome en consideración: el costo de combustible y el consumo de auxiliares requeridos durante el paro de acuerdo al método establecido.

**(MCV.7.2.1) Costos de parada para Unidades de Vapor (incluyen unidades de carbón)**

Deberán incluir el consumo de energía para los equipos auxiliares durante el proceso de paro, de acuerdo a la medición del wathorímetro de servicios propios, a partir de que la unidad queda desconectada del sistema eléctrico hasta que inicia la operación de la turbina en tornaflecha, valorada de la siguiente manera:

$$\text{Costo de parada} = \text{CECA} + \text{Costo de combustible}$$

Donde:

$$\begin{aligned} \text{CECA} &= \text{Costo de la Energía Consumida por los Equipos Auxiliares} \\ &= \text{MWh} * \frac{\$}{\text{MWh}} \end{aligned}$$

Energía Consumida = Cantidad de energía medida a través del wathorímetro de servicios propios

**(MCV.7.2.2) Costo de parada para turbinas de gas o unidades de combustión interna**

Deberán incluir el costo del combustible desde que la unidad queda desconectada del sistema eléctrico hasta el disparo de la turbina de gas o unidad de combustión interna.

**(MCV.7.2.3) Costos de parada del Ciclo Combinado**

Deberán incluir el consumo de energía para los equipos auxiliares durante el proceso de paro a partir de que la unidad de vapor queda desconectada del sistema eléctrico hasta que inicia la operación de la turbina en tornaflecha, más el costo del combustible desde que cada unidad turbogas queda desconectada del sistema eléctrico hasta el disparo de dicha turbina de gas, determinados de la siguiente manera:

$$\text{Costo de parada} = \text{CECA} + \text{Costo de combustible}$$

Donde

CECA = Costo de la Energía

Consumo Energ. Eléc.Eq.Aux = A partir de la desconexión de la TV hasta que inicia la operación de la TV en tornaflecha.

Consumo Comb. = Consumo Comb. Desde la desconexión de cada TG hasta el disparo de dicha TG.

**(MCV.8) Verificación de la Información y Auditoría:**

- (MCV.8.1)** A más tardar el 30 de enero del año siguiente, los Generadores Térmicos y Autogeneradores presentarán un informe al CND de los Costos Variables de Operación y Mantenimiento y de los mantenimientos ejecutados durante el año anterior, denominado Informe Anual de Costos Variables.

El CND podrá efectuar verificaciones sobre el Informe Anual de Costos Variables, en base a auditorías que tomarán en cuenta resultados de pruebas operacionales, información de fabricantes o del equipo o estándares internacionales. Los costos de la auditoría serán cubiertos por el Generador Térmico.

Cuando los resultados del informe de las auditorías no difieran de los valores del Informe de Costos Variables en más del 5% se aceptará el Informe Anual de Costos Variables presentado por el Generador Térmico. En caso contrario, el CND requerirá al Agente la información adicional que aclare y/o sustente las discrepancias encontradas en ambas auditorías. Si no es posible consensuar una posición con el Agente, el CND informará a la ASEP y le aplicará al Generador Térmico, previa No Objeción de la ASEP, el menor costo declarado por los Generadores Térmicos de igual Tecnología o en su defecto los costos eficientes de operación y mantenimiento. Para tal fin, el CND deberá desarrollar un procedimiento para contar con los costos eficientes de operación y mantenimiento por tecnología, de acuerdo a las mejores prácticas y referencias internacionales. Dicho procedimiento deberá estar definido por parte del CND e informado a los Agentes del Mercado para el próximo periodo de entrega de auditorías una vez entre en vigencia los cambios en la presente metodología.

(MCV.8.2) El CND elaborará los formularios de aplicación para la declaración de costos por parte de los Generadores Térmicos y Autogeneradores, de manera que la información sea uniforme.

(MCV.9) **Declaración de Costos Variables aplicables al Despacho**

(MCV.9.1) Los Generadores Térmicos deberán declarar al CND los Costos Variables de combustible, operación y mantenimiento, así como los costos de arranque y parada de las unidades generadoras que se utilizarán en la programación semanal para el Despacho Económico, de acuerdo a lo establecido en el artículo MDP. 2.2 del Reglamento de Operación.

Posterior a dicha declaración, y a más tardar el quinto día hábil de cada mes, los Generadores Térmicos deberán informar los costos incurridos en el mes inmediatamente anterior, considerando lo establecido en los artículos MCV.4 y MCV.5 de la presente metodología.

(MCV.9.2) El CND aplicará los nuevos Costos Variables de Operación y Mantenimiento de acuerdo a lo establecido en el artículo MCV.8.2, a

partir del 1° abril del año en que se presenta la declaración de costos hasta el 31 de marzo del año siguiente.

(MCV.9.3) Cuando por el periodo establecido, el Generador Térmico no declara costos de operación y mantenimiento, el CND le aplicará el menor costo declarado por los Generadores Térmicos de igual Tecnología o en su defecto los costos eficientes de operación y mantenimiento.

(MCV.9.4) Las Declaraciones de Costos variables se realizarán en el formato proporcionado por el CND el cual se anexa como ejemplo para explicación de los conceptos requeridos.

1. Los **MW** es la potencia de la unidad o grupo de unidades en los diferentes puntos de prueba.
2. **Costo Combustible** en \$/Unidad de combustible, se refiere al costo de combustible obtenido de acuerdo a lo establecido en el artículo MCV. 4.
3. **Poder calorífico** en BTU/Unidad de combustible, este valor depende del tipo combustible consumido, el dato lo obtiene el productor de la compañía suministradora de combustible o de un laboratorio certificado para tales efectos. Este dato deberá ser medido por cada lote o pedido evidencia que entregará el productor al CND. Con esta información se obtendrá el Poder Calorífico Ponderado en función del volumen adquirido. El valor declarado debe calcularse como promedio ponderado en función del volumen.
4. **Costos asociados** que incluyen transporte, manejo y tratamiento del combustible en \$/Unidad de combustible.
5. **Costos variables de operación y mantenimiento** en \$/MWh de acuerdo al punto MCV.5 de la Metodología para la definición del costo variable total y costos de arranque y parada de unidades de generación.
6. **Eficiencia neta**, es resultado de las pruebas de rendimiento que realiza el Generador Térmico a sus unidades generadoras, las cuales reporta en BTU/MWh.

7. **Consumo específico** de combustible que es la relación que tiene la eficiencia neta como rendimiento de las unidades generadoras y el poder calorífico del combustible utilizado, expresado en Unidad de combustible/MWh.
8. **Costo variable total**, es el resultado de los costos de combustible más los costos variables de operación y mantenimiento en \$/MWh.
9. **Combustible de arranque**, es el consumo de combustible necesario para realizar el arranque de las unidades de vapor, de carbón, turbina de gas, combustión interna o ciclo combinado, expresado en Unidad de combustible/Arranque.
10. **Consumo energía eléctrica equipos auxiliares arranque**, es la energía eléctrica utilizada a través de los equipos necesarios para el proceso de arranque, en MWh.
11. **Costo de arranque total por Arranque frío**, es el resultado de los costos de combustible más la energía eléctrica consumida por los equipos auxiliares durante el proceso de arranque frío y costo incremental de mantenimiento en las unidades de generación de termoeléctrica, en \$/Arranque.
12. **Costo de arranque total por Arranque caliente**, es el resultado de los costos de combustible más el costo de la energía eléctrica consumida por los equipos auxiliares durante el proceso de arranque caliente y costo incremental de mantenimiento, en las unidades de generación de termoeléctrica, en \$/Arranque.
13. **Costo total por arranque**, es el resultado de los costos de combustible más el costo de la energía eléctrica consumida por los equipos auxiliares durante el proceso de arranque y costo incremental de mantenimiento, en los diferentes tipos de unidades de generación, en \$/Arranque.
14. **Combustible de parada**, es el consumo de combustible utilizado en el proceso de paro de las unidades de vapor, de carbón, turbogas,

combustión interna o ciclo combinado, expresado en Unidad de combustible/Parada.

15. **Consumo energía eléctrica equipos auxiliares parada**, es la energía eléctrica utilizada a través de los equipos necesarios para el proceso de parada, en MWh.
16. **Costos de parada** es el resultado de los costos de combustible más los costos de la energía eléctrica consumida por los equipos auxiliares durante el proceso de parada, en los diferentes tipos de unidades de generación.

R

2