

Propuesta para implementar un costo variable dependiente de los contratos de suministro de gas natural

Esteban Hincapié (*)

El cálculo de los costos variables de las unidades de generación se realiza según el Procedimiento 31 del COES. Para esto, es necesario que los Generadores Integrantes declaren un Precio Único del combustible para cada año.

El CVT, que resulta de la suma del CVC y el CVNC, presenta dos problemas. El primero es que el precio para el combustible que declaran los generadores es cero o cercano a cero, lo cual distorsiona los precios en el mercado. El segundo problema es que el método actual no hace una adecuada asignación del recurso del gas natural y su transporte. Por lo que se propone considerar un CVT dependiente de las cantidades de TOP.

I. Introducción

Actualmente el cálculo de los costos variables de las unidades de generación se realiza según el Procedimiento 31 del Comité de Operación Económica del SEIN (COES)¹. Este procedimiento requiere que los Generadores Integrantes declaren al COES un Precio Único del combustible para cada año. El Precio Único está compuesto de un costo de suministro y un costo asociado al transporte y a su distribución. El Costo Variable Combustible (CVC) resulta de la multiplicación entre el Precio Único y el *Heat Rate* de la unidad. El Costo Variable Total (CVT) es la suma del CVC y el Costo Variable No Combustible (CVNC).

(*) Esteban Hincapié es Ingeniero Mecánico egresado de la Universidad Nacional de Colombia, Master en Ingeniería Mecánica de la Universidad de Ohio (Athens, USA) y Doctor en Ingeniería Mecánica con énfasis en Energías Renovables de la Universidad Estatal de Colorado (Fort Collins, USA). Esteban ha trabajado en proyectos energéticos en Perú, Panamá y Colombia, y actualmente es un consultor internacional especializado en centrales térmicas y renovables para América Latina.

1 PR-31. CÁLCULO DE LOS COSTOS VARIABLES DE LAS UNIDADES DE GENERACIÓN. PROCEDIMIENTO TÉCNICO DEL COMITÉ DE OPERACIÓN ECONÓMICA DEL SEIN

Esta metodología actual de formación del CVT o precio marginal tiene dos problemas. Primero, la metodología actual ha llevado a que los generadores declaren un precio de cero o cercano a cero para el combustible lo que ha resultado en una distorsión de precios en el mercado. El método asume una simplificación del costo de generación al establecer un Precio Único del combustible como si el costo marginal de la unidad fuera constante, o plano, para diferentes niveles de carga. En realidad, el mercado está compuesto de centrales que tienen contratos *Take or Pay* (TOP) de suministro de gas natural con una cantidad TOP que varía entre el 26% y el 90% (Tabla 1).

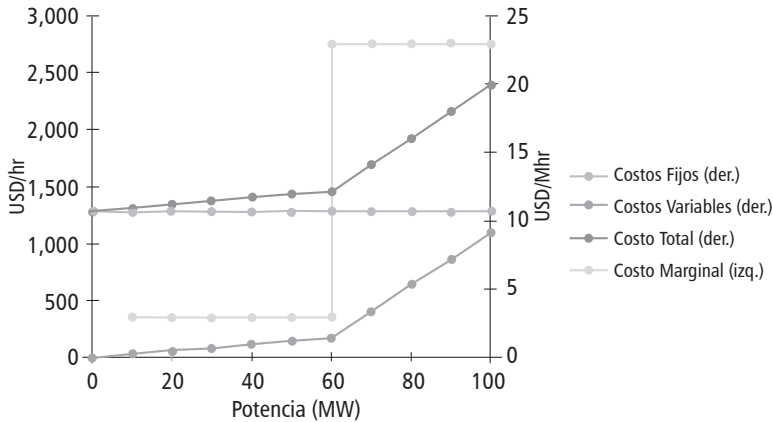
Tabla 1. Cantidades de TOP

Empresa	Capacidad Térmica (MW)	% TOP
EDEGEL	855	26
ENGIE	805	49
KALLPA GENERACION	865	52
TERMOCHILCA	201	70
FENIX POWER PERÚ	569	90

Igualmente, las centrales tienen contratos de transporte *Ship or Pay* (SOP) con cantidades que en promedio son del 90%. Por tanto, el CVC de una unidad debería presentar cambios significativos en su precio marginal una vez se superen las cantidades TOP y SOP de sus contratos. En la Figura 2, se presenta un ejemplo de cómo debería ser este cambio. Se muestran los costos fijos y variables para un ciclo combinado de 100 MW de potencia y con un TOP del 60%. La central tiene un costo fijo de USD 1284/hr que se divide en USD 1170 de TOP y USD 114 de mantenimiento y operación. El costo del TOP es el siguiente:

$$60 \frac{\text{MW}}{\text{h}} * 6.5 \frac{\text{MMBTU}}{\text{MW}} * 3 \frac{\text{USD}}{\text{MMBTU}} = 1170 \frac{\text{USD}}{\text{h}}$$

El costo variable de O&M es igual para los diferentes niveles de carga de la central y se asume en USD 3/MWh. El costo variable asociado al combustible es cero si la potencia es inferior a 60 MW debido al TOP. Sin embargo, cuando la central opera con una potencia superior a 60 MW, se debe comprar un combustible adicional con un costo de USD 19.5/MWh, lo que genera un cambio en la pendiente de los costos variables. Este cambio produce un incremento del costo marginal como muestra la figura.

Figura 1. Ejemplo de una central con TOP del 60%

Segundo, el método actual no hace una adecuada asignación del recurso del gas natural y su transporte. Las centrales están siendo despachadas en carga base a partir de solo un CVT plano que declara el generador. La central despachada en carga base termina comprando un combustible y transporte adicional por fuera de su límite de TOP, desplazando en el despacho otras centrales que ya tenían el combustible o su transporte pagado en un contrato de TOP o SOP. De esta forma, el sistema paga una cantidad de combustible y transporte superior a lo contratado sin que se hubieran excedido todos los TOP y SOP del mercado.

Una propuesta para mejorar los costos variables es la de implementar un Costo Variable Total dependiente de los contratos de suministro de Gas Natural como se presenta a continuación.

II. Propuesta

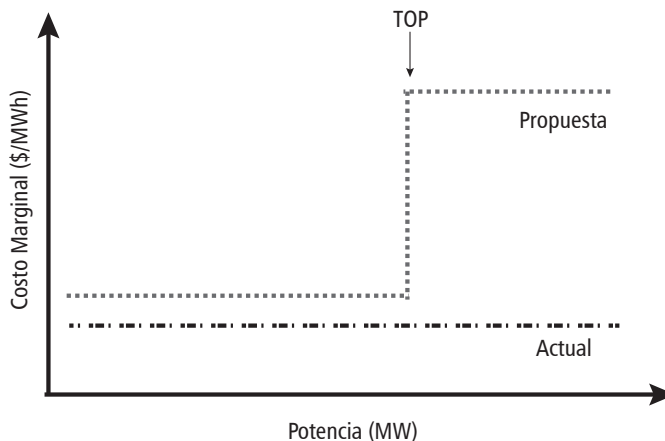
La metodología aquí propuesta sugiere que se considere un *CVT dependiente* de las cantidades de TOP y SOP (en adelante *CVdp*). Los Generadores declaran un *CVdp* para una potencia inferior a la cantidad de TOP y un *CVdp* cuando se excede el TOP. La propuesta funciona de la siguiente forma:

- Todas las máquinas prenden hasta el límite de su TOP, ya que su costo marginal es solo igual a su CVNC. El mérito o ranking se determina por la eficiencia y el CVNC.

- Suben carga primero aquellas que tienen mayor SOP.
- Fijan el precio *Spot* aquellas que tienen mayor costo marginal (mayor componente variable).
- Las cantidades de TOP y SOP son auditadas por el regulador, mediante los contratos públicos de suministro y transporte de gas natural.

En la Figura 2, se muestra el Costo Variable actual y propuesto de una central con un contrato de Gas Natural con TOP. La central tiene actualmente un costo variable igual al CVNC para toda su potencia puesto que ha declarado un costo de cero en el combustible o CVC. En este caso, el CVT es solamente el CVNC inclusive cuando se opera en carga base. Aquí se produce una distorsión puesto que, por ejemplo, la central se despacha con un costo marginal de \$US 3/MWh cuando este debería ser de \$US 30/MWh ya que se ha excedido el TOP. La metodología propuesta tiene un CVT dependiente de la cantidad de TOP. Es decir, la central declara un CVT igual a su CVNC hasta el límite de su TOP y declara un CVT igual a la suma de su CVC y CVNC después del TOP. Es necesario resaltar que en esta metodología los CVNC pueden diferir ya que los CVNC podrían ser mayores para menores niveles de carga, dado que los mantenimientos podrían estar vinculados a las horas trabajadas y no a los MWh producidos.

Figura 2. Costo Marginal actual y propuesto de una central con TOP

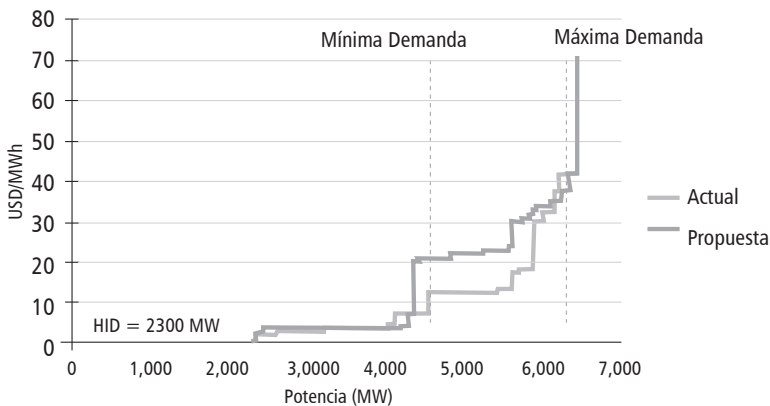


Se ha elaborado un modelo simplificado de las centrales con TOP en el mercado, para analizar el impacto de la metodología propuesta en el despacho actual. El modelo tiene los siguientes supuestos:

- Existe una capacidad hidráulica de 2300 MW, correspondiente a la época de estiaje.
- Primero se despachan en bloque las centrales a gas hasta su límite de TOP, con una potencia 1760 MW aproximadamente y un costo de USD 4/MWh. En este bloque la prioridad de despacho es definida mediante la eficiencia y el CVNC.
- Luego se despachan primero aquellas que tienen mayor SOP.

En la Figura 3, se muestra el costo marginal del despacho con la metodología actual y la propuesta. Las líneas rojas muestran la mínima y máxima demanda del sistema. Como se puede observar, en el escenario de mínima demanda todas las centrales han sido despachadas hasta el límite de su TOP, garantizando un uso eficiente del recurso de gas natural. Algunas centrales con TOP han sido despachadas según su costo marginal, por lo que el precio Spot representa mejor el costo marginal de generación de una central térmica en comparación con la metodología actual.

Figura 3. Comparación del costo marginal del sistema con las dos metodologías



En el escenario de máxima demanda, no existe diferencia entre las dos propuestas puesto que todas las centrales con TOP han sido despachadas en carga base y el precio marginal es definido por otras centrales sin TOP.

La implementación de una metodología como la propuesta requiere desdoblarse las centrales con TOP en 2 unidades virtuales. La primera unidad virtual es

hasta el TOP+SOP y la segunda tiene el costo variable del combustible. Un modelo similar se utiliza actualmente en el despacho de centrales hidráulicas donde el COES hace el análisis de despachar parte de la potencia de una central hídrica con regulación horaria en base y guardar la plena carga para despacho en horas de punta.

III. Conclusiones y Recomendaciones

- El método actual para determinar los Costos Variables de las centrales a gas asume una simplificación del costo de generación al establecer un Precio Único del combustible como si el costo marginal de la unidad fuera constante, o plano, para diferentes niveles de carga, y no considera el impacto del TOP.
- Esta metodología ha llevado a que los generadores declaren un precio de cero o cercano a cero para el combustible lo que ha resultado en una distorsión de precios en el mercado.
- Recomendamos que se considere un CVT dependiente de las cantidades de TOP de manera que: i) todas las máquinas prenden hasta el límite de su TOP, ii) suben carga primero aquellas que tienen mayor SOP, y iii) fijan el precio Spot aquellas que tienen mayor costo marginal.
- La metodología propuesta resuelve la problemática de los precios marginales irreales que se presentan actualmente en el sistema y garantiza el uso eficiente de los TOP.
- La metodología se puede implementar desdoblado las centrales con TOP en 2 unidades virtuales. Un modelo similar se usa en el despacho de centrales hidráulicas con regulación horaria.