

Bogotá D.C., Noviembre 24 de 2023

Doctores

Secretaría General

Cámara de Representantes de la República

Ciudad

Asunto: Respuesta a preguntas de cuestionario de H.R. Dorina Hernández, trasladadas desde el Ministerio de Minas y Energía

Respetados Señores:

En primer lugar, queremos expresar que ANDEG como Asociación que representa a empresas del sector de generación de energía eléctrica, como entidad sin ánimo de lucro de carácter privado, presenta ante Ustedes las respuestas al cuestionario para debate de control político, no sin antes manifestar que la autoridad de política energética está en cabeza del Ministerio de Minas y Energía como órgano ejecutivo y es la encargada de establecer los lineamientos en materia de política energética para los sectores de energía e hidrocarburos.

En el contexto anterior, los planteamientos abordados por esta Asociación están orientados a dar al Legislador un contexto general de la estructura del sector de gas natural, y en particular, el rol de la generación térmica en el contexto de la prestación del servicio público de energía eléctrica, para posteriormente, dar respuesta a las preguntas específicas trasladadas a la Asociación.

Cadena de Gas Natural en Colombia

A partir de la promulgación de las Leyes 142 y 143 de 1994, se definieron los roles de los diferentes actores del sector de energía eléctrica y gas natural en el país, desde el diseño de la política, la planeación sectorial, la regulación, y las funciones de vigilancia y control, lo que sin duda ha permitido la expansión en el sector con criterios de eficiencia y sostenibilidad, favorecido la participación de diferentes agentes públicos, privados y mixtos, tanto nacionales y extranjeros, bajo una institucionalidad estructurada.

El sector de energía eléctrica y gas natural en Colombia es un referente regional en América Latina y el Caribe, en el marco de los objetivos de universalización del servicio en condiciones de calidad y confiabilidad a la mayoría de usuarios del país. En la actualidad, se ha alcanzado un nivel de cobertura de energía eléctrica del 95% con más de 15 millones de viviendas conectadas al Sistema Interconectado Nacional¹. Por su parte, desde la expedición del Plan de Masificación de Gas, este sector ha logrado la expansión de este energético

¹ https://www1.upme.gov.co/siel/PIEC/2019-23/PIEC_2019-2023_VF.pdf

económico y amigable con el medio ambiente a más de 11.3 millones de usuarios a lo largo del territorio nacional².

En general, la cadena de abastecimiento de gas natural desde la producción hasta la comercialización a usuario final se compone de 6 eslabones:

- **Exploración**, en donde se hace el reconocimiento y estudio de las estructuras rocosas para determinar si se cuenta con gas y cuánto se podría llegar a extraer.
- **Producción**, en donde se realiza la extracción del gas natural en los campos que pueden ser on-shore y off-shore (costa afuera en zonas marítimas), o a través de infraestructura de importación.
- **Procesamiento**, donde se realizan procesos químicos de deshidratación y separación de componentes para obtener moléculas de gas natural que puedan ser utilizada por la demanda.
- **Transporte**, desde los campos de producción con niveles de calidad definidos en la regulación se hace el traslado del gas natural producido en los campos hasta puntos del sistema a una presión alta.
- **Distribución**, es el transporte que se hace a mediana o baja presión para el uso de la demanda residencial, comercial, industrial, térmica.
- **Comercialización**, es la actividad relacionada con la interacción entre oferta y demanda para la compra y venta de este combustible.

Los campos de producción y la red de transporte nacional de gas natural se presentan en la Figura 1.



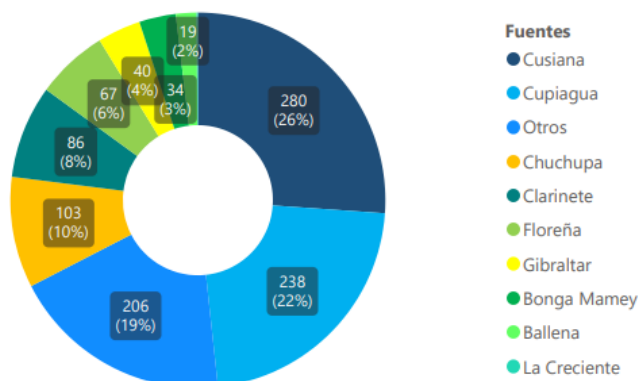
Figura 1. Campos de producción y Sistema Nacional de Transporte-SNT de gas natural³

² <https://www.minenergia.gov.co/es/misional/hidrocarburos/funcionamiento-del-sector/estad%C3%ADsticas-gas-combustible/>

³ Tomado de: <https://rutgas.bmcbec.com.co/#/agm-maps>

En cuanto a la oferta de gas natural, esta se da por los campos de donde se extrae el gas y también se puede importar gas natural desde el exterior. En Colombia se cuenta con 1 planta de importación de gas natural, donde se regasifica el gas para atender la demanda térmica, llamada la Sociedad Portuaria El Cayao-SPEC en Cartagena, en donde se recibe el gas internacional de forma líquida (Gas Natural Licuado –GNL o LNG por sus siglas en inglés) y en esa planta se regasifica para poder ser transportado en estado gaseoso por la infraestructura de transporte.

Se presenta en la Figura 2 lo relacionado con los campos de producción de gas natural por los campos que se encuentran en operación a 2022.



Fuente: SEGAS

Figura 2. Producción promedio diario de gas natural en Colombia 2022 (GBTUD)⁴

Con respecto a la demanda de gas natural, existen varios tipos de usuarios, por ejemplo, los Industriales, Térmicos (plantas de generación de energía eléctrica), Estaciones de Gas Natural Vehicular-GNV, usuarios Residenciales, entre otros. En la Figura 3, se muestra la demanda de gas natural a Octubre de 2023 por sector de consumo. Para este último mes del año, se destaca la generación térmica como el mayor consumidor de gas natural, representando cerca de un 34% en la demanda de gas natural a nivel nacional.

⁴ Tomado de: <https://www.bmcbec.com.co/sites/default/files/2023-03/Informe%20anual%202022.pdf>









| | ATLÁNTICO | BOLÍVAR | BOGOTÁ, D.C. | VALLE DEL CAUCA | SANTANDER | CUNDINAMARCA | ANTIOQUIA | BOYACÁ | META | MAGDALENA | LA GUAJIRA | TOLIMA | CASANARE | CAJAS | RISARALDA | CÓRDOBA | CAUCA | HUILA | CESAR | NORTE DE SANTANDER | QUINDÍO | SUCRE | |
|---|-----------|---------|--------------|-----------------|-----------|--------------|-----------|--------|------|-----------|------------|--------|----------|-------|-----------|---------|-------|-------|-------|--------------------|---------|-------|-------|
|  Residencial | 14.2 | 7.0 | 40.3 | 14.3 | 7.7 | 22.4 | 18.9 | 6.4 | 3.0 | 3.1 | 2.0 | 4.9 | 2.8 | 3.5 | 4.7 | 2.9 | 2.1 | 3.4 | 1.8 | 5.2 | 2.5 | 1.8 | 175 |
|  Comercial | 3.1 | 4.9 | 13.9 | 6.0 | 2.3 | 3.9 | 11.8 | 2.0 | 1.3 | 0.7 | 0.0 | 0.9 | 0.5 | 1.0 | 1.5 | 1.4 | 0.3 | 0.3 | 0.4 | 0.0 | 0.8 | 1.1 | 58 |
|  Industrial | 31.5 | 24.3 | 27.5 | 35.1 | 8.4 | 41.7 | 25.2 | 35.3 | 4.1 | 4.8 | 0.0 | 4.2 | 8.3 | 5.6 | 1.6 | 2.0 | 3.4 | 1.4 | 3.0 | 0.0 | 0.3 | 0.2 | 268 |
|  GNVC | 5.5 | 1.3 | 18.2 | 7.3 | 2.2 | 4.6 | 4.1 | 0.8 | 1.0 | 1.3 | 0.0 | 0.9 | 0.5 | 0.8 | 1.2 | 0.7 | 0.3 | 0.8 | 0.5 | 0.0 | 0.7 | 0.6 | 53 |
|  Generación Térmica | a | 75.1 | 0.0 | 34.6 | 0.0 | 0.0 | 0.9 | 0.0 | 21.1 | 16.1 | 13.6 | 0.9 | 0.0 | 1.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 373 |
|  Refinería | 0.0 | 70.9 | 0.0 | 0.0 | 72.1 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 143 |
|  Petroquímica | 0.0 | 22.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 22 |
|  Compresoras | 0.0 | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 2.3 | 0.2 | 0.3 | 3.9 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 1.3 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 0.2 | 9 |
| TOTAL | 264 | 206 | 100 | 97 | 95 | 73 | 61 | 48 | 31 | 26 | 16 | 13 | 12 | 12 | 9 | 7 | 6 | 6 | 6 | 5 | 4 | 4 | 1,101 |

Figura 3. Energía entregada promedio en Octubre por departamento y sector de consumo (GBTUD)⁵

Regulación del Mercado de Gas Natural

La política pública relacionada con el mercado de gas natural, está dada por el Ministerio de Minas y Energía, a través del Decreto 1073 de 2015, con la reglamentación del sector de gas natural.

En cuanto a la regulación económica sectorial, esta es expedida por la Comisión de Regulación de Energía y Gas-CREG y se tienen disposiciones en específico dependiendo de la actividad, de la siguiente manera:

- **Producción:** Se da con la oferta de gas natural para la venta y uso de la demanda, a través de 2 mercados: primario donde productores y comercializadores compran y venden gas y el mercado secundario donde los comercializadores o grandes consumidores pueden comprar y vender el gas. La Resolución que rige la comercialización de gas natural en el mercado mayorista es la CREG 114 de 2017 con sus modificaciones.
- **Transporte:** La remuneración de esta actividad se encuentra regulada mediante la Res. CREG 175 de 2021. En aspectos técnicos, la Resolución CREG 071 de 1999 contiene los aspectos técnicos para el transporte de gas natural en el país.
- **Distribución:** Esta actividad se encuentra regulada mediante la Res. CREG 202 de 2013 y sus modificaciones, con los cargos de distribución definidos por cada mercado de comercialización.
- **Comercialización:** Esta actividad se encuentra regulada mediante la Res. CREG 102 003 de 2022 para los usuarios regulados.
- Se cuenta con la fórmula tarifaria general para la prestación del servicio de gas combustible por redes, mediante la Res. CEG 137 de 2013 que aplica para usuarios regulados, que en su mayoría son usuarios residenciales. Para este caso, la tarifa se define en términos de pesos por metro cúbico de gas natural (\$/m³), para el consumo directo que se hace de este combustible en los hogares.

⁵ Tomado de: <https://www.bmcbec.com.co/sites/default/files/2023-03/Informe%20anual%202022.pdf>

- Para la comercialización de gas natural para las plantas térmicas, por ejemplo, se debe tener en cuenta la Res. CREG 114 de 2017 y modificaciones, por ejemplo, la Res. CREG 186 de 2020 y Res. CREG 102 004 de 2023 que modifica transitoriamente las reglas de comercialización en el mercado mayorista de gas natural por la coyuntura de Fenómeno de El Niño. En el mercado mayorista de gas natural, el gas se comercializa en términos de unidades de energía MBTU (1,000,000 veces 1 BTU – British Thermal Unit utilizando prefijos del Sistema Internacional de medidas) y las tarifas son pactadas en dólares (USD/MBTU). Finalmente, 1GBTU =1000 MBTU.

Papel de las plantas térmicas en el mercado de gas natural

La matriz eléctrica colombiana actual representa 19.9 GW de capacidad de generación instalada, la cual se compone en un 66% por energía hidráulica, 30% de tecnologías térmicas (Gas Natural [51%], Carbón [28%] y Combustibles líquidos [21%]) y el restante a partir de fuentes renovables y biocombustibles para atender una demanda promedio diaria durante el 2023 de 215 GWh/d. Una configuración de este tipo es considerada como hidrotérmica, la cual, en concordancia con la posición geográfica y la condición tropical del país, la exposición a fenómenos climáticos cíclicos de sequía o de condiciones húmedas, los cuales cada vez son más extremos, y que inevitablemente, a través de la reducción en la disponibilidad del recurso hídrico para la generación eléctrica, afectan la confiabilidad del suministro eléctrico para todos los colombianos.

Así, valiéndose de un suministro confiable de combustibles fósiles utilizados bajo los más altos estándares ambientales, la generación térmica, se reafirma como el pilar que requiere el sistema eléctrico para mantener la calidad, estabilidad y continuidad del servicio eléctrico para todos los Colombianos, supliendo los requerimientos de red que no pueden ser suplidos por otros recursos por su ubicación o perfil de producción, al tiempo que brindan el respaldo necesario para soportar la intermitencia y baja predictibilidad de las fuentes renovables.

De la necesidad de asegurar la firmeza del suministro en condiciones críticas, bloques de mercado como el cargo por confiabilidad aseguran los recursos necesarios para que las plantas que le dan seguridad al sistema, estén disponibles y listas cuando el sistema las requiera. Este mecanismo de expansión y balance frente a las tendencias de la demanda se ha consolidado como el principal incentivo al desarrollo de proyectos en el sector de generación eléctrica.

Capacidad Neta Instalada en Generación Térmica a Gas Natural en Colombia⁶

Se presentan los recursos de generación térmicos a gas natural con el Heat Rate o indicador de cuánta energía térmica (MBTU) requieren para producir 1 Megavatio hora de energía eléctrica (MWh)

| Recurso-Unidad de generación | Ubicación (Departamento) | Capacidad Efectiva Neta (MW) | Heat Rate (MBTU/MWh) | Consumo máximo de gas (aprox) – GBTU Diario |
|------------------------------|--------------------------|------------------------------|----------------------|---|
| BARRANQUILLA 3 | Atlántico | 60 | 10.5 | 15 |
| BARRANQUILLA 4 | Atlántico | 60 | 11.7 | 17 |
| CARTAGENA 1 | Bolívar | 52 | 13.7 | 17 |
| CARTAGENA 2 | Bolívar | 60 | 11.8 | 17 |
| CARTAGENA 3 | Bolívar | 66 | 11.5 | 18 |
| FLORES 4 CC | Atlántico | 445 | 7.0 | 75 |
| FLORES I CC | Atlántico | 160 | 7.3 | 28 |
| GUAJIRA 1 | Guajira | 151 | 9.8 | 36 |
| GUAJIRA 2 | Guajira | 145 | 9.7 | 34 |
| MERILECTRICA 1 | Santander | 164 | 9.0 | 35 |
| PROELECTRICA 1 | Bolívar | 45 | 8.3 | 9 |
| PROELECTRICA 2 | Bolívar | 45 | 8.1 | 9 |
| TEBSAB CC | Atlántico | 791 | 7.2 | 136 |
| TERMOCANDELARIA CC | Bolívar | 555 | 6.5 | 86 |

⁶ Información obtenida de Paratec:

<https://paratec.xm.com.co/paratec/SitePages/generacion.aspx?q=InformacionTipocombustible>

El consumo máximo fue calculado asumiendo disponibilidad del 100% de la capacidad del recurso en 24 horas.

| Recurso-Unidad de generación | Ubicación (Departamento) | Capacidad Efectiva Neta (MW) | Heat Rate (MBTU/MWh) | Consumo máximo de gas (aprox) – GBTU Diario |
|------------------------------|--------------------------|------------------------------|----------------------|---|
| TERMOCENTRO CC | Santander | 272 | 7.4 | 48 |
| TERMODORADA 1 | Caldas | 50 | 9.7 | 12 |
| TERMOEMCALI CC | Valle del Cauca | 229 | 6.9 | 38 |
| TERMONORTE | Magdalena | 88 | 8.1 | 17 |
| TERMOSIERRA CC | Antioquia | 433 | 6.3 | 65 |
| TERMOVALLE CC | Valle del Cauca | 239 | 6.7 | 38 |
| TERMOYOPAL 1 | Casanare | 8 | 13.6 | 3 |
| TERMOYOPAL 2 | Casanare | 28 | 12.0 | 8 |
| TERMOYOPAL G3 | Casanare | 50 | 8.5 | 10 |
| TERMOYOPAL G4 | Casanare | 50 | 8.4 | 10 |
| TERMOYOPAL G5 | Casanare | 50 | 8.4 | 10 |
| TESORITO | Córdoba | 200 | 7.5 | 36 |

Luego del breve repaso por aspectos relevantes del mercado de gas natural, a continuación, presentamos la respuesta a las preguntas trasladadas por el Ministerio de Minas y Energía:

4. ¿Cuáles son los costos del gas natural y su conversión a kilovatio?

De acuerdo con información del Gestor del Mercado de Gas Natural, entidad encargada de centralizar la información y de tener el registro de los contratos de gas natural que se desarrollan tanto en el mercado primario como secundario, los precios del gas natural de producción nacional tienen una variación entre 5 USD/MBTU y 22 USD/MBTU, como se muestra en la Figura 4, para los días entre el mes de septiembre y noviembre de 2023.

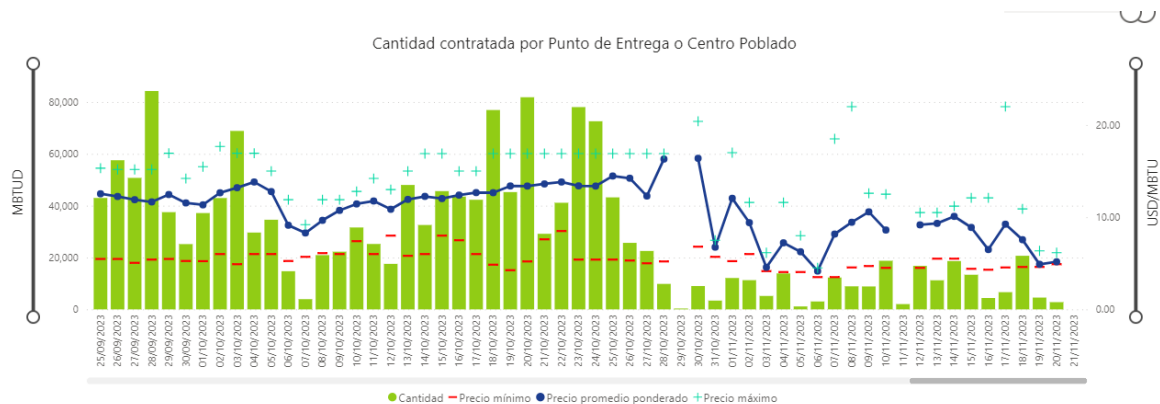


Figura 4. Cantidad contratada por Punto de Entrega o Centro Poblado para el Mercado Secundario⁷

Ahora bien, se aclara que los valores corresponden a un estimado del costo de suministro del gas natural. Para obtener el valor en pesos por kilovatio-hora, y considerando una TRM de \$4000 pesos, se realiza la siguiente operación:

$$1 \text{ er caso} = (22 \text{ USD/MBTU}) * (9.5 \text{ MBTU/1MWh}) * (1 \text{ MWh/1000kWh}) \\ * (\$4000 \text{ COP/USD}) = \$800 \text{ COP/kWh}$$

$$2do \text{ caso} = (5 \text{ USD/MBTU}) * (9.5 \text{ MBTU/1MWh}) * (1 \text{ MWh/1000kWh}) \\ * (\$4000 \text{ COP/USD}) = \$182 \text{ COP/kWh}$$

Entre \$182/kWh y \$800/kWh sería el valor estimado promedio del costo de suministro tomando como referencia el valor de los contratos en el mercado secundario, asumiendo un Heat Rate promedio de 9.5 MBTU/MWh para plantas de generación térmica a gas natural, sin embargo, es preciso señalar a este costo de suministro se le debe agregar los costos de transporte del gas y otros que harían parte del valor total que dependerían de cada planta de generación. Por su parte, la referencia de costo del mercado primario es 8.39 USD/MBTU como se muestra en la Figura 5:

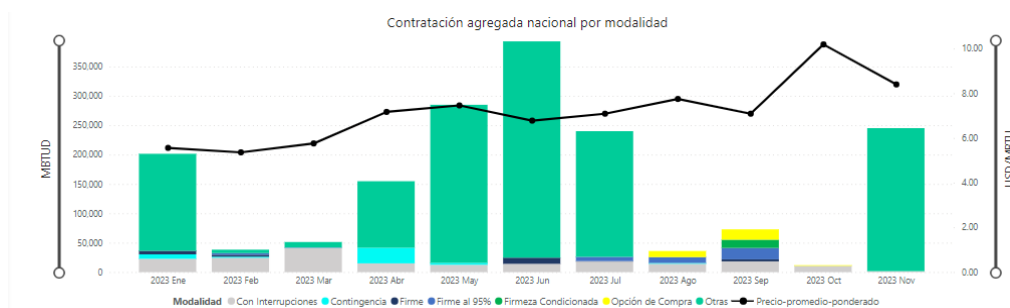


Figura 5. Contratación agregada para el mercado primario de gas natural⁸

⁷ Tomado de: <https://www.bmcbec.com.co/informaci%C3%B3n-transaccional/mercado-secundario/informaci%C3%B3n-suministro>

⁸ Tomado de: <https://www.bmcbec.com.co/informaci%C3%B3n-transaccional/mercado-primario/informaci%C3%B3n-suministro>

Utilizando la conversión a energía, tenemos:

$$3er\ caso = (8.39 \text{ USD/MBTU}) * (9.5 \text{ MBTU/1MWh}) * (1 \text{ MWh/1000kWh}) \\ * (\$4000 \text{ COP/USD}) = \$319 \text{ COP/kWh}$$

De otro lado, las condiciones de contratación de suministro de gas son acordes a los procedimientos comerciales definidos por la regulación económica. De otro lado, vale la pena resaltar que cuando se utiliza gas natural importado para la generación, los costos fluctúan debido al precio internacional de este combustible.

Finalmente, queremos presentar el precio de oferta por tecnología, para mostrar que el precio de oferta de los agentes de generación térmicos, son estables en el tiempo, como se muestra en la Figura 6. Se aprecia que los valores de precios de oferta de gas natural oscilan entre 600 a 1500 \$/kWh para el periodo de referencia.

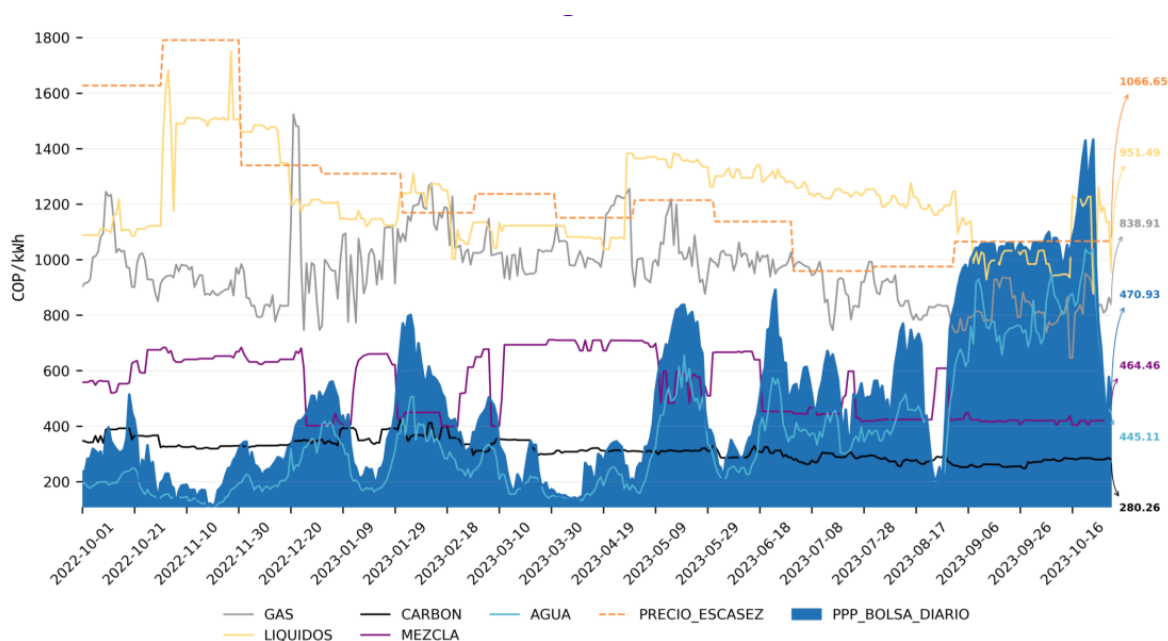


Figura 6. Precios de oferta por categoría de combustible⁹

5. ¿Cuál es la operación matemática de la conversión del metro cúbico de gas en el Pozo o plataforma de Chuchupa, en la guajira a kilovatio de energía que producen las térmicas, como Gecelca, antigua Termo Guajira (Corelca) y Termo Barranquilla, ¿antigua CORELCA?

⁹ Tomado de: <https://sinergox.xm.com.co/infms/Paginas/Informe-mensuales-de-analisis-del-mercado.aspx?RootFolder=%2Finfms%2Finformes%20Mensuales%2F2023%2F10%5FOctubre&FolderCTID=0x012000C6B40FAEE443284C93541A299035CDAF&View=%7B2F6EFE74%2D3DEB%2D4A58%2D96C8%2D157223B1A373%7D>

Para responder a esta pregunta, se realiza la aclaración que la planta TermoGuajira, por ejemplo, tiene la posibilidad de operar con gas y con carbón (XM, 2023), y mayoritariamente, tiene la posibilidad de operar con carbón, como se muestra en la Figura 7. Así mismo, los precios del gas por metro cúbico, se establecen, como se mencionó anteriormente, en la fórmula tarifaria general para usuarios regulados, caso de los usuarios residenciales, y el m³ de gas natural no sería una unidad a utilizar en el caso del consumo de gas a nivel mayorista, para lo cual se utiliza la unidad de energía MBTU, en el caso de consumo de combustible por parte de plantas térmicas.

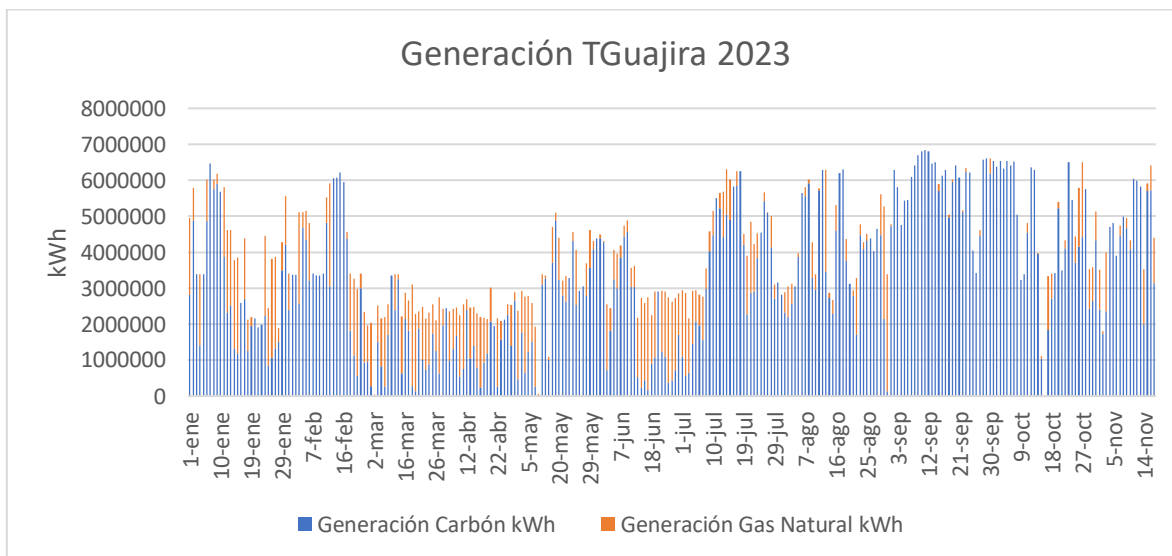


Figura 7. Generación TermoGuajira a Carbón y Gas Natural¹⁰

Ahora bien, asumiendo una operación en gas natural para los recursos de TermoGuajira y TermoBarranquilla con el Heat Rate presentado en la tabla de Capacidad neta instalada en generación térmica en Colombia, el poder calorífico de Chuchupa de 996.23 BTU/pc¹¹ en el contexto de lo planteado en el cuestionario, e incorporando un Heat Rate-HR promedio de plantas térmicas de 9.5 MBTU/MWh, la operación matemática para convertir de MBTU a kWh, sería la siguiente:

$$(x)kWh = \left(\frac{1}{HR} \right) * \left(\frac{1000 kWh}{1MWh} \right) * (Cantidad\ de\ GN\ para\ generación\ en\ MBTU)$$

$$(x)kWh = \left(\frac{1MWh}{9.5\ MBTU} \right) * \left(\frac{1000 kWh}{1MWh} \right) * (Cantidad\ de\ GN\ para\ generación\ en\ MBTU)$$

¹⁰ Elaboración propia a partir de datos de Sinergox de XM:

https://sinergox.xm.com.co/oferta/Paginas/Historicos/Historicos.aspx#InplviewHash946210c0-4071-4173-964c-ed5bcce4e66c=Paged%3DTRUE-p_SortBehavior%3D0-p_FileLeafRef%3DDisponibilidad%25fOfertada%25fAGC%25f%2528kW%2529%25f2023%252exlsx-p_ID%3D511-PageFirstRow%3D31

¹¹ Tomado del Soporte Magnético de la Declaración de Producción de Gas Natural al 5 de septiembre de 2023 que se presenta en la siguiente página web:

<https://www.minenergia.gov.co/es/misional/hidrocarburos/funcionamiento-del-sector/gas-natural/>

Por lo anterior, el consumo de gas para la generación es fundamental para determinar la cantidad de energía eléctrica generada en el sistema.

Finalmente, solicitamos una reunión con la Representante Dorina Hernández Palomino para profundizar aspectos relacionados con la respuesta dada en esta comunicación.

Cordialmente,


Alejandro Castañeda Cuervo
Director Ejecutivo

Copia:

Dra. Erika Salamanca -Grupo de asuntos legislativos – Ministerio de Minas y Energía