

Obtención de hidrocarburos líquidos a partir del gas natural

Conversión G a L

Por Ricardo José Altube y Florencio Pedro Cuervo, Tecna

Una nueva e importante alternativa de más reciente desarrollo es la **Conversión G a L**, es decir, de gas natural a hidrocarburos líquidos, que parece tener una buena probabilidad de aplicación generalizada en plantas comerciales en la primera década del próximo siglo. Los procesos de conversión de G a L producen una mezcla de hidrocarburos del rango de los destilados livianos y medianos que tienen una serie de ventajas en contraposición a la desventaja que significa el bajo rendimiento energético de la materia prima empleada. Los diversos procesos que integran la familia de conversión G a L tienen su raíz común en la vieja síntesis de Fischer y Tropsch (F-T) aplicada al gas de síntesis obtenido por reformación del metano con oxígeno.



Ricardo José Altube es Ingeniero Químico de la Universidad de Buenos Aires. Trabajó como ingeniero de procesos en empresas de

Argentina y de USA. A su regreso al país, ejerció la docencia en la UBA y fundó TECNA, empresa que actualmente preside. TECNA es una compañía líder en la Argentina en la tecnología del procesamiento del gas natural.



Florencio Pedro Cuervo es Doctor en Química de la Universidad de Buenos Aires. Estudió Administración de Empresas en la UBA y en San

Pablo, Brasil. Cumplió funciones en empresas petroleras de Argentina y en la Secretaría de Energía de la Nación. Actualmente se desempeña en TECNA.

Es sabido que la explotación económica de yacimientos de gas, sólo o asociado, depende en alto grado de la cercanía de gasoductos existentes, tanto más cuanto menor sea el volumen potencial de producción y más todavía cuando el gas está contaminado con nitrógeno, azufre o dióxido de carbono. Por otro lado, las regulaciones ambientales prohíben quemar el gas por encima de cierta relación gas/petróleo, de tal manera que el gas asociado resulta a veces un obstáculo para la explotación del petróleo.

Las reservas de gas han crecido en la última década un 30% habiendo superado los 150 billones (trillones en el sistema de USA) de m³. Pero buena parte de estas reservas no pueden utilizarse por tener contaminantes y/o por estar en depósitos de escasa magnitud o por tratarse de gas remoto (alejado de los grandes mercados). Además, el mercado no pudo seguir aquel ritmo de crecimiento y no parece capaz de absorber los enormes volúmenes producto de los nuevos descubrimientos.

Las alternativas disponibles para movilizar los recursos gasíferos son varias: Reinyección, construcción de nuevos gasoductos, licuación (GNL), generación eléctrica o conversión en amoníaco o metanol. Cada una de ellas tiene sus limitaciones técnicas, económicas o de mercado, que impiden una aplicación generalizada. Una nueva e importante alternativa de más reciente desarrollo es la conversión G a L (gas a líquido).

Reinyección

En algunos casos es una solución para el gas asociado, pero en muchos otros resulta antieconómica por el alto costo operativo.

Construcción de gasoductos

Esta opción es válida cuando el mercado está relativamente cerca del yacimiento. El gas podría considerarse como "commodity regional" a diferencia del petróleo, verdadero "commodity", que puede transportarse a cualquier punto del orbe.

*La conversión G a L
puede hacerse
a cualquier escala
sin que los volúmenes
de combustibles líquidos
adicionales
afecten en absoluto
al enorme mercado mundial
del petróleo y sus derivados.*

Licuación

La licuación y transporte como GNL requiere muy altas inversiones y una larga cadena de compromisos contractuales de largo plazo, difíciles de armonizar entre productores, licuadores, armadores, compradores y consumidores. El largo período de construcción del sistema (mínimo 3 años) aumenta el costo de capital, ya de por sí elevado. Para movilizar por esta vía 10 millones de m³/día se requiere una inversión del orden de 2.000 millones de dólares, que incluye las plantas de licuación y de gasificación y la flota de costosos BB/TT necesaria para el transporte. Para muy largas distancias el alto costo de transporte reduce la competitividad, que queda limitada a los casos de grandes reservorios ubicados relativamente cerca de grandes mercados.

Generación eléctrica

Es una opción posible bajo condiciones favorables de los valores de oferta/demanda y costo de transmisión del gas por un lado y de la electricidad por el otro.

Conversión en metanol y amoníaco

La conversión en metanol o amoníaco implica también un alto costo de capital y no puede aplicarse en gran escala pues los mercados de ambos productos son relativamente chicos y sensibles y cada producción adicional significativamente afecta los precios; por ello son mercados tradicionalmente fluctuantes. Estas fluctuaciones crean alguna incertidumbre en la estimación de los precios futuros, lo que agrega riesgo a las inversiones en nuevas plantas. Un ejemplo: el mercado mundial de metanol es del orden de 23 millones de ton/año y crece a una tasa del 3% anual. Este crecimiento es satisfecho por una planta de 2000 ton/día que consume tres millones de m³/día. Una producción mayor produciría una tendencia a la baja de los precios en el mercado de metanol. Y por el lado del gas, el consumo es insignificante como contribución a la movilización de las reservas. El caso del amoníaco es similar.

Conversión G a L

Los procesos de conversión de G a L, que producen una mezcla de hidrocarburos del rango de los destilados livianos y medianos, tienen una serie de ventajas en contraposición a la desventaja que significa el bajo rendimiento energético de la materia prima empleada:

- La conversión puede hacerse a cualquier escala sin que los volúmenes de combustibles líquidos adicionales afecten en absoluto al enorme mercado mundial del petróleo y sus derivados, del orden de los 3000 millones de ton/año. Podría decirse que "no mueven las agujas" de los precios.
- El transporte, que se realiza en los BB/TT petroleros y vehículos terrestres convencionales, es de bajo costo.
- Se hace posible la utilización de la energía de los reservorios de gas remoto, haciéndola llegar hasta los grandes mercados, aun los muy lejanos.
- Cuando el gas que se moviliza es asociado, se destraba la explotación del petróleo.
- Los costos de capital son menores que los de metanol y amoníaco y mucho más bajos que los del GNL. Las enormes inversiones que insuñirían nuevos proyectos de GNL podrían dedicarse a intensificar la exploración gasífera.
- En los líquidos predominan los hidrocarburos saturados de cadena lineal abierta, prácticamente libres de aromáticos, azufre, metales pesados y otros contaminantes habituales del petróleo natural, lo que implica un valor económico adicional que irá incrementándose en la medida en que las regulaciones ambientales se vayan haciendo más estrictas.

- Las empresas propietarias de los procesos aseguran que son competitivos con el petróleo a 15 o más U\$/bbl.

Los diversos procesos que integran la familia de conversión G a L tienen su raíz común en la vieja síntesis de Fischer y Tropsch (F-T) aplicada al gas de síntesis ($\text{CO} + \text{H}_2$) obtenido por reformación del metano con oxígeno. Los altos costos de capital y el costo operativo del proceso original han sido reducidos sustancialmente mediante múltiples innovaciones en:

- los metales y soportes de los catalizadores
- el diseño de los reactores
- el método de obtención del oxígeno
- el reciclado de gases
- el aprovechamiento de la energía liberada en el proceso

Sasol

El proceso aplicado en Sud Africa para convertir carbón mineral en petróleo sintético ha sido adaptado por Sasol para usar gas natural como materia prima. En Johannesburgo opera desde 1993 una planta que produce 350 ton/día de destilados, entre ellos un gasoil de más de 70 cetanos, con menos del 1% de aromáticos y 1 ppm de azufre. El proceso tiene 3 etapas: la reformación, la síntesis F-T en fase líquida, que produce destilados parafínicos, y el "upgrading" de éstos mediante hidrocrackeo e hidroisomerización. Un consorcio integrado por Qatar General Petroleum Co., Sasol y Phillips Petroleum ha anunciado que en 2002 pondrá en marcha en Qatar una planta que producirá 2.500 ton/día de destilados.

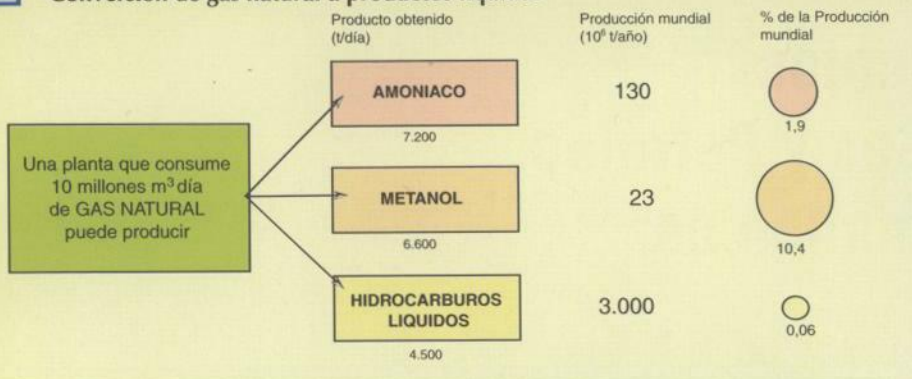
Shell

El grupo Royal Dutch/Shell ha operado, desde 1993, una planta de 1.300 ton/día con un reactor de múltiple lecho fijo en Malasia.

Exxon

Exxon no está inactiva en este campo. Desde hace más de 10 años viene desarrollando un proceso que denomina Conversión Avanzada de Gas, con vistas a diseñar plantas de más de 1.000 ton/día de destilados.

Conversión de gas natural a productos líquidos



Proceso GasCat

El proceso GasCat, de Williams International Co., es el resultado de investigaciones iniciadas hace casi 30 años por Gulf, continuadas por grupos de tecnólogos y científicos en Pittsburgh y estimuladas por el primer embargo petrolero de 1973. Las innovaciones se centraron en el proceso F-T, que avanzó desde catalizadores de hierro con lecho fijo hasta una nueva generación de catalizadores de cobalto y reactores diseñados para operar como columna de burbujeo con el catalizador en suspensión en fase líquida. El resultado se traduce en mejores rendimientos y menores costos operativos y de capital que harían rentables a plantas de gran escala. Estiman que una planta de 6,500 ton/día de destilados cuesta 950 millones de dólares y competiría con el petróleo de 16/17 U\$/bbl. Duplicando esa capacidad, el costo de capital por bbl/día se reduciría en un 20%. Por otro lado, la capacidad puede reducirse hasta 4.000 ton/día sin dejar de ser rentable. Williams está diseñando una planta piloto.

Syntroleum

El proceso Syntroleum fue desarrollado con la meta de llegar a ser competitivo con el petróleo en el rango de precios de 15 a 20 U\$/bbl y en tamaños de planta que resulten convenientes y rentables para una parte significativa de los yacimientos de gas remotos. Aplica las dos etapas clásicas del proceso F-T como en todas las demás variantes, pero con algunos cambios que lo simplifican y abaratan.

En la etapa de producción del gas de síntesis, se utiliza directamente el aire como

fuente de oxígeno. Esta reformación con aire y catalizador de níquel es autosuficiente en energía y produce gas de síntesis diluido en nitrógeno, con la relación H₂/CO casi ideal (aprox 2:1) para producir hidrocarburos líquidos.

La reacción de F-T en atmósfera de nitrógeno alcanza los valores normales de conversión gracias al catalizador usado. El gas residual no se recicla y aunque es de bajo poder calorífico (unas 500 kcal/m³) se quema con la ayuda de un combustor catalítico para aprovechar su energía. El nitrógeno remueve el elevado calor de reacción, función que en otros procesos cumple el reciclado de gas.

Las ventajas que se atribuyen a este proceso son:

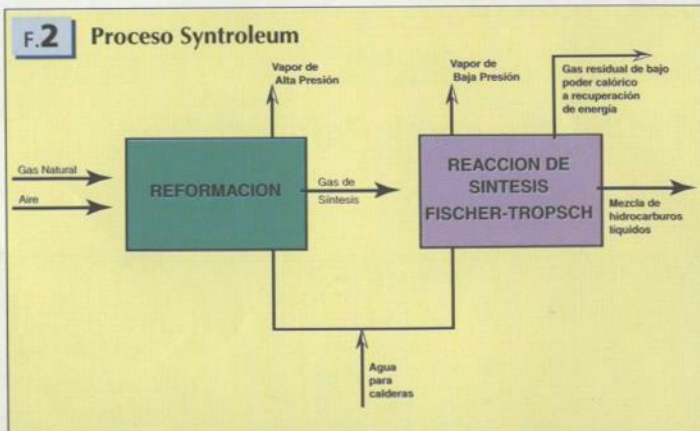
- En la reformación se elimina la planta de licuación de aire para producir oxígeno. Tampoco se requiere el costoso horno de reformación con vapor que utilizan otros procesos. En la reacción de F-T se suprime el reciclado. El proceso total tiene excedente de energía que puede aprovecharse, entre otras posibilidades, con generación de vapor. Todo esto simplifica el proceso y reduce los costos de capital y el costo operativo.
- El tamaño de planta mínimo rentable es menor que en otros procesos.
- El lay-out es compacto, lo que reduce la superficie por bbl/día de capa-

cidad. Por ello y por lo dicho en el punto anterior podrían construirse plantas flotantes del orden de 600 ton/día y también montarlas en plataformas off-shore, lo que haría innecesaria la construcción de gasoductos hasta la costa.

- Flexibilidad en cuanto al tamaño de planta, desde 600 hasta más de 10.000 ton/día.
 - Flexibilidad en cuanto a los productos obtenidos: puede ajustarse para producir más nafta o más destilados medios y también pueden producirse lubricantes sintéticos cambiando el catalizador.
- El proceso Syntroleum se ha verificado en escala de planta piloto y se han realizado numerosos estudios de ingeniería y de costos para proveer la información necesaria para el escalamiento confiable de plantas comerciales y sus evaluaciones económicas. Syntroleum Co. informó haber firmado acuerdos de licencia con empresas internacionales como Texaco, Marathon y ARCO, y en nuestro país con YPF.

Membranas cerámicas para generación de oxígeno

Es interesante mencionar aquí otra innovación tecnológica actualmente en desarrollo, que puede incidir favorablemente en el avance de la conversión G a L. Praxair Inc., Amoco, BP, Statoil y Sasol se han asociado para desarrollar un proceso de reformación del gas natural que puede reducir los costos en un 20-30%. La generación del oxígeno se hace dentro del mismo reactor de reformación. Una fina placa de membrana cerámica iónica, a 1000° C y en contacto con aire, deja pasar solamente al oxígeno que del otro lado de la placa reacciona con el metano en contacto con un catalizador. Otro grupo de empresas encabezadas por Air Products está desarrollando un proceso similar.



Conclusión

La conversión G a L parece tener una buena probabilidad de aplicación generalizada en plantas comerciales en la primera década del siglo venidero.