

# EQUILIBRIO TRIFÁSICO Y ESTABILIDAD DE PETRÓLEOS RESIDUALES



Todo lo que no se puede destilar en una refinería termina formando parte de un producto negro, sucio, viscoso y contaminado si consideramos sus componentes, pero ellos no se encuentran dispersos sino emulsificados en una compleja estructura trifásica que puede comprobarse al notar el esponjamiento que se aprecia al estrujarlo entre los dedos. Para asegurar el adecuado aprovechamiento de su importante poder calorífico, resulta imprescindible mantener tal suspensión hasta la punta del quemador.

El Petróleo Residual O Fuel Oil, también llamado *combustóleo en México* y *Crudo de Castilla en Colombia*, no es un producto de destilación sino lo que sobra de ella, después de extraerle al crudo de origen todo lo que resulta posible destilar, separar o fraccionar.

Lo que queda es sucio, denso, viscoso e impuro, pero en un elevado porcentaje combustible; por ello, es el combustible industrial apropiado para quemarse sin otra función más que producir calor.

En su composición coexisten tres componentes de naturaleza, composición química, propiedades físicas y características fisicoquímicas distintas:

- La fracción más pesada, constituida por hidrocarburos de relación C/H muy elevada, de cadena abierta (parafinas) y cerrada (asfaltenos), unidos por puentes y uniones de oxígeno y azufre.
- Una fracción intermedia mayoritaria de relación C/H típica con valor de 8.
- Una fracción liviana que actúa como fluidificante y que no fue destilada o fue adicionada como material de corte para reducción de su viscosidad.

Estas 3 fracciones en la práctica no constituyen 3 fases separadas, sino que conforman un equilibrio trifásico que le proporcionan al petróleo residual su textura característica.

La capacidad para mantener este equilibrio durante las operaciones de precombustión, es lo que se denomina “estabilidad” de los residuales.

Para mantener y preservar la estabilidad de los residuales, resultará importante explicar el fenómeno que da lugar al equilibrio y para ello resulta útil la hipótesis que se muestra gráficamente en la Figura 2 y se explica en los siguientes términos:

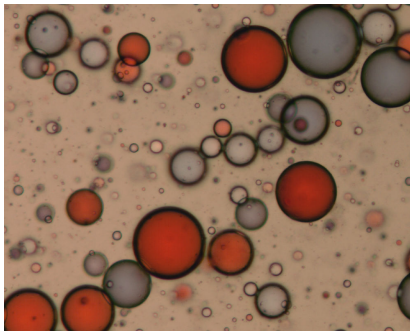
Las moléculas de hidrocarburos cíclicos de alto peso molecular con combinaciones de oxígeno y azufre constituyen los asfaltenos, que forman la fase más pesada de los residuales.

Estas moléculas adsorben en su superficie otras moléculas de menor peso molecular y relación carbono/hidrógeno que constituyen la fase intermedia mayoritaria. Las partículas complejas formadas se hallan dispersas en una tercera fase aún mas liviana, constituida por hidrocarburos de relación  $C/H < 8$ .

La capacidad de adsorción de las moléculas intermedias por parte de los asfaltenos permite la formación de una suspensión molecular que le proporciona a los residuales las características de textura y estabilidad que se aprecia al tocarlos.

La proporción en que se encuentra la fase liviana resulta determinante de su fluidez, constituyendo el material de corte que permite regular la viscosidad de los petróleos residuales.

Este equilibrio trifásico es la principal característica física de los residuales y mantenerlo durante las operaciones de precombustión, resulta un objetivo obligatorio para una combustión eficiente.



*Figura 2 : Equilibrio trifásico del Fuel Oil*

El equilibrio trifásico puede afectarse o romperse por factores químicos y térmicos:

**a) Químicos :**

- Por la acción de un diluyente de elevado peso molecular y relación  $C/H$  de naturaleza aromática, se provoca un asentamiento de los glóbulos que constituyen las partículas complejas formadas por absorción, pero no se produce una precipitación de los asfaltenos.
- Por la acción de un diluyente de baja relación  $C/H$  de naturaleza alifática, se puede afectar la capacidad de absorción de la fase intermedia en las moléculas de asfaltenos, rompiéndose la suspensión y precipitando las moléculas pesadas, formando borra y sedimentos.

**b) Por la acción del calor :**

- Las partículas de asfaltenos no forman soluciones verdaderas, sino que se encuentran en un estado de dispersión coloidal de la cual pueden ser floculados provocando su precipitación. El calentamiento del residual en forma lenta hasta niveles moderados puede determinar una floculación reversible, volviendo a calentar el residual a niveles entre 80 y 130°C, volviendo a redispersarse los asfaltenos.
- El calentamiento violento rompe el equilibrio trifásico y provoca una floculación irreversible, con formación de borra y lodos de naturaleza mayormente asfáltica.

En la práctica, todos los petróleos residuales formarán algo de sedimentos en los tanques, pero tal comportamiento no debería ser determinado únicamente por los resultados.

Debe procurar caracterizarse a los residuales en cuanto a su estabilidad, o mejor expresado, su inestabilidad, definiendo ésta como la tendencia de un petróleo residual a formar depósitos de materia asfáltica o carbonácea, en condiciones de almacenamiento o sometido a calentamiento.

Así, resultará importante predecir y controlar la inestabilidad de los residuales, evitando factores agresivos y/o usando aditivos dispersantes.

También resulta importante en la práctica, considerar en forma complementaria a la inestabilidad, la emulsividad y la inestabilidad de los residuales. La emulsividad es la tendencia de un residual a formar emulsiones estables con agua fresca o salada. La incompatibilidad se relaciona con la tendencia a formar depósitos por dilución o mezcla con otros hidrocarburos destilados o residuales de otro origen.

La factibilidad de mantener el equilibrio trifásico de los petróleos residuales podemos apreciarlo, conociendo la ORIMULSIÓN que constituye una emulsión de bitúmenes venezolanos en un 30% de agua. Solicitaremos a quien corresponda las autorizaciones que nos permitan publicar en un próximo número de la Revista del ILC un artículo sobre nuestras experiencias con este producto.



## **COMENTARIO FINAL**

**Los petróleos residuales están llamados a desaparecer en la medida que se desarrolle la tecnología para aprovechar sus componentes en la producción de destilados y petroquímica. Su disponibilidad en el mercado de combustibles ya puede considerarse un lujo que todavía podemos aprovechar y deberíamos hacerlo utilizando la tecnología apropiada para mantener sus instalaciones de precombustión totalmente limpias y asegurando su combustión completa en los reactores de procesos industriales. Manteniendo su Equilibrio Trifásico hasta el momento de su atomización, podremos asegurar tales objetivos.**