



FÁBRICA CARIOCA
DE CATALISADORES

Momento **Técnico**

ARTÍCULO

Calidad de la carga: Un factor silencioso que impacta la UFCC



Adilson Gutierrez
Consultor de Servicios Técnicos
FCC S.A.

ABRIL
2026



Introducción

Cuando el equipo de operación de la UFCC menos espera, los rendimientos comienzan a cambiar. La conversión cae algunos puntos, la producción de gasolina disminuye, el RON de la nafta baja ligeramente y el coque empieza a aumentar. Las temperaturas parecen correctas, el balance térmico no muestra desviaciones claras y las variables operacionales se mantienen dentro de lo esperado. Sin embargo, algo en la unidad ya no se comporta de la misma manera. **En ese momento comienzan las preguntas de la gerencia: ¿qué cambió? ¿qué está pasando en la UFCC?**

En la operación diaria, el control de variables como la temperatura del riser, el precalentamiento de la carga, los caudales de vapor y la reposición de catalizador suele recibir la mayor atención. Sin embargo, la experiencia demuestra que variaciones en la composición de la carga pueden modificar significativamente el desempeño de la unidad, incluso cuando las condiciones operacionales permanecen estables.

Las unidades de Craqueo Catalítico Fluido pueden procesar una amplia variedad de corrientes provenientes de diferentes unidades de la refinería. En la práctica, la composición de la carga de la UFCC no depende únicamente del tipo de corriente enviada a la unidad, sino también de las condiciones de operación de las unidades aguas arriba, las cuales pueden modificar la calidad de la alimentación. Debido a esta variabilidad, la calidad de la carga se convierte en un factor determinante para el comportamiento del proceso, influyendo directamente en la conversión, los rendimientos de productos, la formación de coque, la calidad de la nafta y la estabilidad del catalizador.

Por esta razón, la realización sistemática y el monitoreo continuo de los análisis de calidad de carga constituyen una herramienta fundamental para interpretar correctamente el comportamiento de la unidad, actuar de forma proactiva en la operación diaria e identificar oportunidades de optimización del proceso.

1. Principales análisis de caracterización de la carga

Comprender qué está realmente entrando en la unidad es el primer paso para interpretar el comportamiento del FCC. En la práctica de la refinación, el seguimiento de la calidad de la carga se basa principalmente en un conjunto de análisis de laboratorio relativamente sencillos y ampliamente disponibles que forman parte de las determinaciones rutinarias de las refinerías.

Es importante destacar que ningún análisis por sí solo es capaz de explicar completamente el comportamiento de una carga en la unidad de FCC. Cada parámetro aporta una parte de la información, y es la combinación de estos resultados la que permite construir una visión más completa sobre la naturaleza de la alimentación y sobre su posible impacto en la operación de la unidad.

Entre los análisis más utilizados en el seguimiento operacional de la calidad de la carga de FCC se encuentran:

- **Densidad o gravedad API**
 - Indica la naturaleza de la carga
 - Impacto en la conversión y en los rendimientos de productos
- **Residuo de carbono (CCR o MCR)**
 - Tendencia a la formación de coque
 - Impacto en la carga térmica del regenerador
- **Contenido de metales (principalmente Ni y V, además de Na y Fe)**
 - Reacciones de deshidrogenación
 - Desactivación del catalizador
 - Bloqueo de los poros del catalizador
- **Contenido de nitrógeno**
 - Neutralización de los sitios ácidos del catalizador
 - Reducción de la actividad catalítica
- **Contenido de azufre**
 - Impacto en la calidad de los productos
 - Influencia en las emisiones del proceso
- **Caracterización por destilación**
 - Indica la presencia de fracciones más pesadas en la carga
 - Impacto en la conversión y en la formación de coque
- **Viscosidad**
 - Indica la naturaleza de la carga
 - Influye en la atomización de la carga en las boquillas

Cada uno de estos parámetros aporta señales sobre cómo puede comportarse la carga dentro del riser y cuál podría ser su impacto en la conversión, en los rendimientos de productos y en la formación de coque.

Cuando estos indicadores se monitorean de forma sistemática, el equipo de operación puede anticipar oportunidades de optimización y tomar acciones antes de que los impactos se vuelvan significativos y los rendimientos y la calidad de los productos comiencen a verse afectados.

2. Indicadores complementarios para la interpretación de la calidad de la carga

Además de los análisis básicos utilizados en el seguimiento rutinario de la carga, existen otras determinaciones que, aunque no siempre se realizan con la misma frecuencia, pueden aportar información adicional muy valiosa sobre la naturaleza de la alimentación que entra a la unidad de FCC.

Entre estos análisis complementarios se encuentran, por ejemplo:

- punto de anilina
- índice de refracción
- peso molecular promedio
- contenido de hidrógeno
- relación hidrógeno/carbono (H/C)
- caracterizaciones más detalladas como el análisis **SARA**

Estas determinaciones permiten profundizar en la estructura química de los hidrocarburos presentes en la carga y estimar con mayor precisión su grado de aromaticidad, su carácter parafínico o nafténico y, en consecuencia, su posible comportamiento durante el proceso de craqueo catalítico.

Además de estas determinaciones directas, también es posible obtener información adicional mediante indicadores calculados a partir de resultados de análisis básicos. Uno de los indicadores más conocidos es el factor de caracterización Watson o K de UOP (KUOP), ampliamente utilizado en la industria de refinación para estimar el carácter parafínico o aromático de una corriente.

Este indicador se calcula utilizando resultados de análisis básicos de la carga, como la densidad y la temperatura media de ebullición.

La relación entre estas propiedades se expresa según la siguiente expresión:

$$K_{UOP} = \frac{T_b^{1/3}}{SG}$$

donde:

Tb: temperatura media de ebullición en grados Rankine.

SG: gravedad específica de la carga.

El valor de este indicador permite obtener una primera aproximación sobre la naturaleza de la corriente:

KUOP	Interpretación
> 12,5	Carga predominantemente parafínica
11 - 12	Carga mixta (parafínica / nafténica)
< 11	Carga más aromática

En términos generales, corrientes con valores más altos de KUOP tienden a presentar mayor potencial de conversión en el FCC y mayor producción de productos ligeros, mientras que corrientes más aromáticas suelen mostrar menor reactividad y mayor tendencia a la formación de coque.

Además del factor KUOP, la literatura técnica también describe otros indicadores y parámetros derivados de la caracterización de la carga que permiten profundizar en la interpretación de su comportamiento

en el proceso. Entre ellos se encuentran, por ejemplo, la relación hidrógeno-carbono (H/C), el contenido de hidrógeno de la corriente, el Aromatic Ring Index (ARI) y el método estructural n-d-M. En la práctica, estos indicadores permiten traducir los resultados de laboratorio en información útil para la operación de la unidad.

3. Interpretación operacional de la calidad de la carga en el FCC

La caracterización de la carga mediante los análisis e indicadores presentados en las secciones anteriores permite comprender mejor la naturaleza de la alimentación que entra al FCC. Sin embargo, el verdadero valor de esta información aparece cuando estos resultados se interpretan en conjunto y se traducen en acciones operacionales que permitan optimizar el desempeño y la rentabilidad de la unidad.

A continuación, se presenta una guía general que relaciona algunas variaciones típicas en la calidad de la carga con sus efectos esperados en la unidad y con posibles acciones de optimización operacional que pueden ser consideradas.

En esta guía se considera que los vapores del despojador se encuentran siempre ajustados para su máxima eficiencia, así como los vapores de las boquillas y del lift optimizados. Por lo tanto, la guía se enfoca en las principales variables operacionales independientes que permiten una acción inmediata por parte del equipo de la unidad.

Variación en la calidad de la carga	Interpretación	Efecto esperado en la unidad	Acciones operacionales recomendadas
↑ Densidad (0,005) ↓ °API (-0,8)	Carga más pesada	→ Pérdida de conversión (-1,3 %wt)	→ Aumentar la TRX → Aumentar la reposición específica de catalizador
↑ CCR (0,5 %wt)	Mayor tendencia a formación de coque	→ Aumento del rendimiento de coque (0,08 %wt) → Aumento de la TFD (24 °C) → Pérdida de conversión (-1,7 %wt)	→ Aumentar la TRX → Aumentar la reposición específica de catalizador
↓ KUOP (-0,1)	Carga más aromática	→ Pérdida de conversión (-1,3 %wt)	→ Aumentar la reposición específica de catalizador → Aumentar la TRX
↑ N básico (100 ppm)	Neutralización de los sitios ácidos	→ Pérdida de conversión (-1 %wt)	→ Aumentar la reposición de catalizador fresco
↑ Na (1000 ppm)	Desactivación de la zeolita	→ Pérdida de conversión (-3 %wt)	→ Revisar la desaladora de la unidad atmosférica → Aumentar la reposición de catalizador fresco

↑ V (1000 ppm)	Desactivación de la zeolita	→ Pérdida de conversión (-1 %wt)	→ Aumentar la reposición de catalizador fresco
↑ Ni (1000 ppm)	Aumento de reacciones de deshidrogenación	→ Aumento de H ₂ (40-60 scf/bbl) → Aumento del rendimiento de coque (0,20 %wt)	→ Aumentar la dosificación de inhibidor (cuando se utiliza) → Aumentar la reposición de catalizador fresco
↑ S (1000 ppm)	Carga menos dulce	→ Aumento de emisiones de SO _x (1000 ppm) → Aumento del azufre en la gasolina (100 ppm)	→ Aumentar la inyección de aditivo reductor de SO _x → Optimizar la separación en la fraccionadora → Reducir el punto final de la gasolina
↓ H en la carga (-0,5 %wt)	Carga más aromática	→ Pérdida de conversión (-5 %wt)	→ Si la carga está en su límite de craqueabilidad, no existen acciones operacionales que puedan ser realizadas
↑ Viscosidad	Carga más pesada	→ Empeoramiento de la dispersión y atomización de la carga	→ Aumentar la temperatura de precalentamiento de la carga

Como se puede observar en la tabla presentada, diferentes variaciones en la calidad de la carga pueden generar impactos específicos en el desempeño de la unidad de FCC. La interpretación adecuada de estos cambios permite identificar posibles acciones operacionales que

pueden ser aplicadas por el equipo de la unidad para mitigar estos efectos. De esta manera, la tabla puede ser utilizada como una guía rápida de referencia que facilite la interpretación de los análisis de carga y apoye la toma de decisiones en la operación diaria de la unidad.

4. Conclusões

La calidad de la carga constituye uno de los factores más determinantes en el desempeño de una unidad de Craqueo Catalítico Fluido. Como se ha discutido a lo largo de este Momento Técnico, variaciones en la calidad de la alimentación pueden influir directamente en la conversión, en los rendimientos de productos y, en consecuencia, en la rentabilidad de la unidad.

El seguimiento sistemático de los análisis de carga, junto con el uso de indicadores derivados de estos resultados, permite comprender mejor la naturaleza de la alimentación que entra al FCC y anticipar posibles cambios en el comportamiento del proceso. Cuando esta información se interpreta de forma integrada, se convierte en una herramienta valiosa para apoyar la toma de decisiones operacionales e identificar oportunidades de optimización en la unidad.

El equipo técnico de FCC S.A. está a disposición de sus clientes para apoyar en la interpretación de los análisis de calidad de carga, en la evaluación de posibles acciones operacionales y en la identificación de oportunidades de optimización. Asimismo, mediante el uso de herramientas de simulación termodinámica, como FCC_SIM, y el análisis integrado de los datos operacionales, es posible profundizar la comprensión del comportamiento de la unidad y aportar mayor respaldo técnico a la toma de decisiones en la operación diaria, contribuyendo así a mantener el máximo desempeño y rentabilidad de la unidad de FCC.

REFERENCIAS

1. Sadeghbeigi, R. (2012). **Fluid Catalytic Cracking Handbook: An Expert Guide to the Practical Operation, Design, and Optimization of FCC Units**. 4th ed., Elsevier.
2. Nelson, W. L. (1985). **Petroleum Refinery Engineering**. 4th ed., McGraw-Hill.

Conozca nuestro Momento Técnico

Dentro del Portal FCC Connect, **Momento Técnico** es la línea editorial que reúne sugerencias operacionales de nuestros especialistas, estudios, resultados de test en unidades de FCC, soluciones catalíticas innovadoras, y mucho más.

HAGA CLICK

Sobre la Empresa

Fábrica Carioca de Catalisadores S.A. es una empresa de tecnología de punta, con su oficina central en Río de Janeiro, formada por la unión de las empresas Petrobras S.A. y Ketjen. Única fabricante de catalizadores de craqueo catalítico y aditivos para el refinado de petróleo en el mercado sudamericano tiene como clientes consumidores las refinerías del Sistema Petrobras, así como refinerías de petróleo de países de la América del Sur.

Para más informaciones, entre en contacto con el equipo de Servicios Técnicos de FCC S.A.

Rua Nelson da Silva, 663 - Distrito Industrial de Santa Cruz
CEP: 23565-160 - Rio de Janeiro - RJ - Brasil
www.fccsa.com.br