

Depósitos en torre fraccionadora de Coque

Índice

Autores	1
Sinopsis	1
Introducción.....	2
Desarrollo	3
Conclusiones.....	5
Breve Cv de los autores	6

Autores

Bonvillani Pablo Omar, Pan American Energy, pablo.bonvillani@axionenergy.com

Bollati Federico, Pan American Energy, FBollati@pan-energy.com

Benetti Camila Irina, Pan American Energy, CBenetti@pan-energy.com

Pérez Felipe Mateo, Pan American Energy, fperez@pan-energy.com

Sinopsis

En la nueva unidad de coquización retardada se detectó un incremento significativo en la caída de presión entre el tope de la torre fraccionadora principal y la descarga de los condensadores de cabeza, atribuido a la formación de depósitos orgánicos conocidos como gomas. Estos depósitos, originados por la polimerización de hidrocarburos livianos, impactaron negativamente en la eficiencia del proceso de fraccionamiento y la confiabilidad del sistema de compresión de gases.

Inicialmente, se consideró como posible causa la deposición de sales de cloruro de amonio en los platos superiores de la torre fraccionadora. Sin embargo, esta hipótesis fue descartada tras la ejecución de un lavado on-stream, el cual no evidenció concentraciones significativas de sales ni mejora en la caída de presión.

Ante la ausencia de sales, se planteó una segunda hipótesis basada en la formación de depósitos orgánicos. La intervención mecánica en los aero-enfriadores del sistema de tope permitió identificar un grado de ensuciamiento severo en los tubos y la posterior caracterización de los sólidos depositados determinó que un 60% de su composición correspondía a compuestos insolubles, principalmente material orgánico compatible con gomas, lo que respaldó la hipótesis planteada.

Estos hallazgos permitieron esclarecer la causa raíz del aumento del diferencial de presión, la disminución en la eficiencia de los aero-enfriadores y el eventual paro del compresor principal de gases. Este último, se produjo a raíz de una falla eléctrica que generó el desplazamiento de las gomas acumuladas hacia la succión del equipo.

En respuesta a estos resultados, se diseñaron e implementaron tanto medidas preventivas para evitar la formación de estos depósitos como mitigativas para eliminarlos en caso de formación. Estos depósitos se originan por la interacción de hidrocarburos livianos con oxígeno y temperatura. Se estableció un plan de monitoreo que permitió identificar deficiencias en el desplazamiento con vapor de las cámaras de coke, causado por el ensuciamiento del relleno de los silenciadores. Como resultado de las acciones implementadas, se logró superar el estándar de barrido de la industria, triplicando los valores previamente alcanzados.

Las estrategias de optimización continúan en evaluación en paralelo con la limpieza mecánica de los aero-enfriadores. Adicionalmente, se está considerando la viabilidad de inyección de agua on-stream para evitar deposición, así como la implementación de un lavado off-stream con gasoil liviano para una disolución más eficiente de los depósitos acumulados.

Introducción

En el año 2021 se pone en servicio la nueva unidad de coqueo retardado en refinería Campana (por sus siglas en inglés “*Delayed coker unit - DKU*”). El diseño de esta nueva unidad consta de una etapa de condensación de tope de su fraccionadora principal (F-101) realizada mediante 8 aerorefrigeradores en paralelo (EA-103 A-H). Luego de la etapa de enfriamiento, la mezcla gas-líquido se dirige al separador trifásico de tope (V-109) en el cual se separan los gases de la fase acuosa y la fase hidrocarburo (véase *Figura 1*).

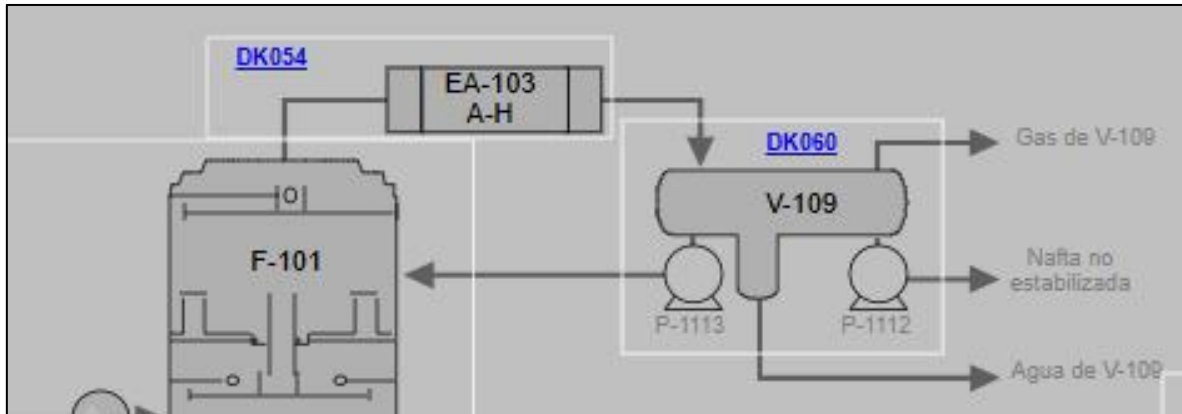


Figura 1: Sistema de tope de fraccionadora principal de DKU.

Por otro lado, con respecto a las cámaras de coque (R-101 y R-102), estas cuentan con un silenciador de tope, cuya función es disminuir los ruidos generados durante la etapa de vaporizado (véase *Figura 2*).

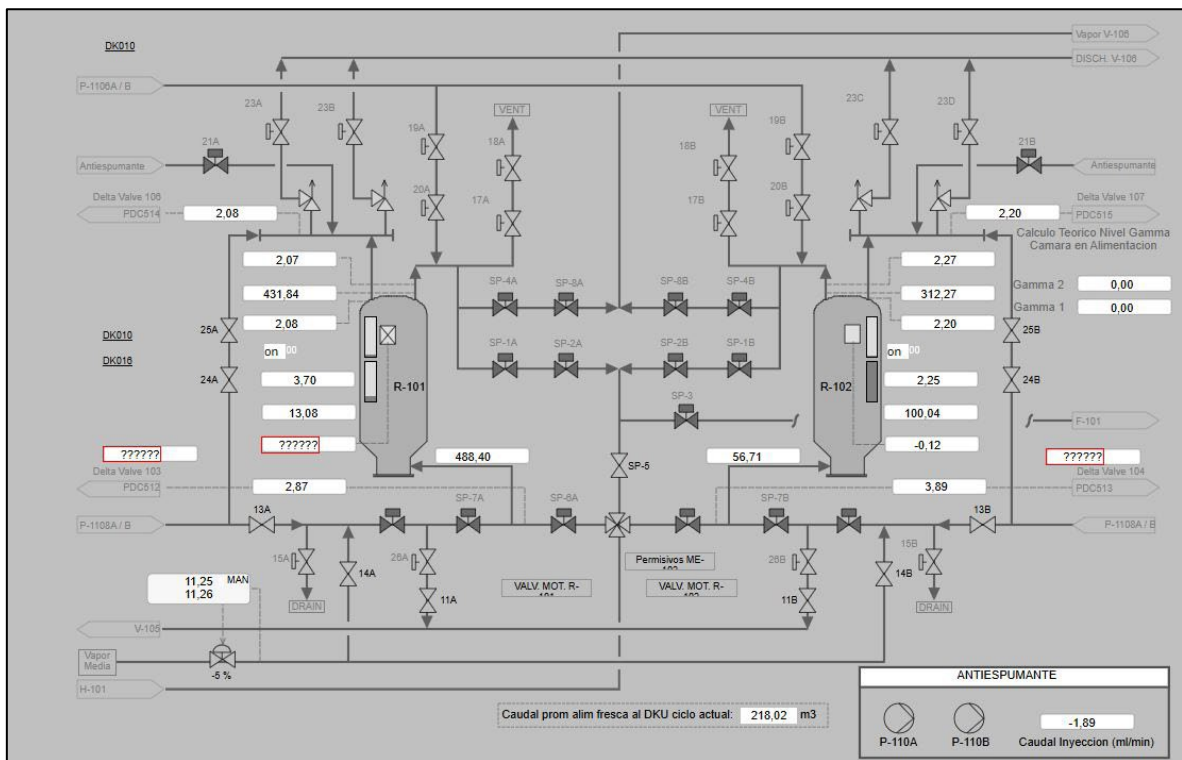


Figura 2: Sistema de cámaras de coque.

Durante el año 2023 se evidenció un aumento progresivo y significativo en la pérdida de carga entre el tope de la fraccionadora y el V-109 asociado al ensuciamiento del circuito de enfriamiento, comprometiendo no solo la eficiencia del fraccionamiento sino que también la confiabilidad del sistema de compresión de gases de tope (véase *Figura 3*).

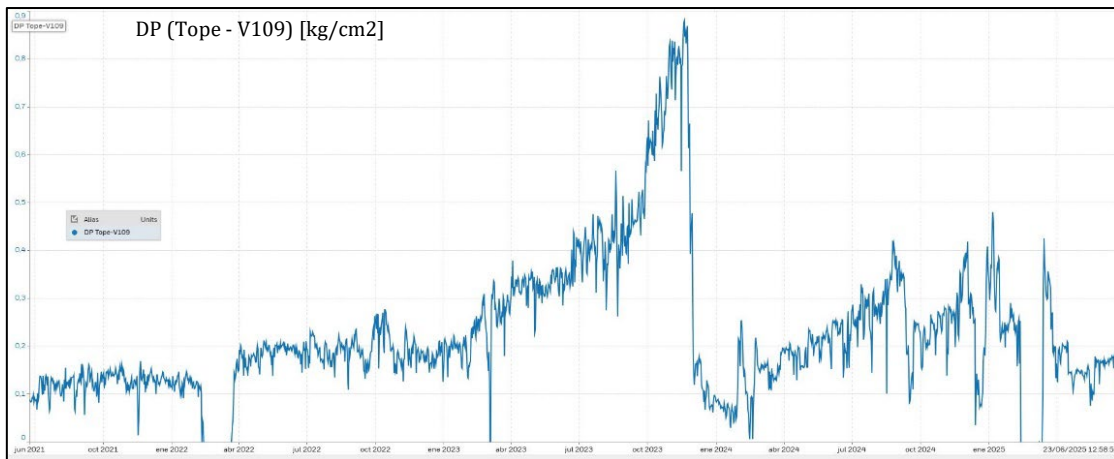


Figura 3: Diferencia de presión entre tope de F-101 y V-109.

Desarrollo

Para resolver este problema se ejecutaron dos estrategias de diferente alcance e impacto.

- 1- Estudio de causa raíz: Esto permite tomar acciones preventivas para mitigar de antemano o incluso erradicar el problema. Su análisis consume más recursos pero busca eliminar efectos adversos.
- 2- Maniobras operativas: Consistió en ejecutar limpieza de los equipos de diferentes formas para volver al punto operativo previo al ensuciamiento. El efecto es inmediato pero no evita futuros eventos.

Para llevar a cabo el estudio de causa raíz del problema, se plantearon dos causas de ensuciamiento en el tope de la torre: La deposición de sales y la formación de gomas. La primera de ellas se descartó tras realizar el lavado con agua on-stream del sistema de tope ya que no se observaron resultados que explicaran los efectos del ensuciamiento. La segunda hipótesis planteada se termina corroborando tras el análisis de los depósitos de los aerorefractores cuya composición mostró más de un 60% de componentes orgánicos (las muestras fueron obtenidas posterior a la intervención mecánica de los equipos que mostraron un alto grado de ensuciamiento del lado interior de los tubos y mayor grado de ensuciamiento sobre tramos con menor cantidad de líquido, este mismo fenómeno de ensuciamiento se observó en los platos de la parte superior de la torre fraccionadora con la oportunidad de apertura en paro de planta 2025, (véase *Figura 4*).

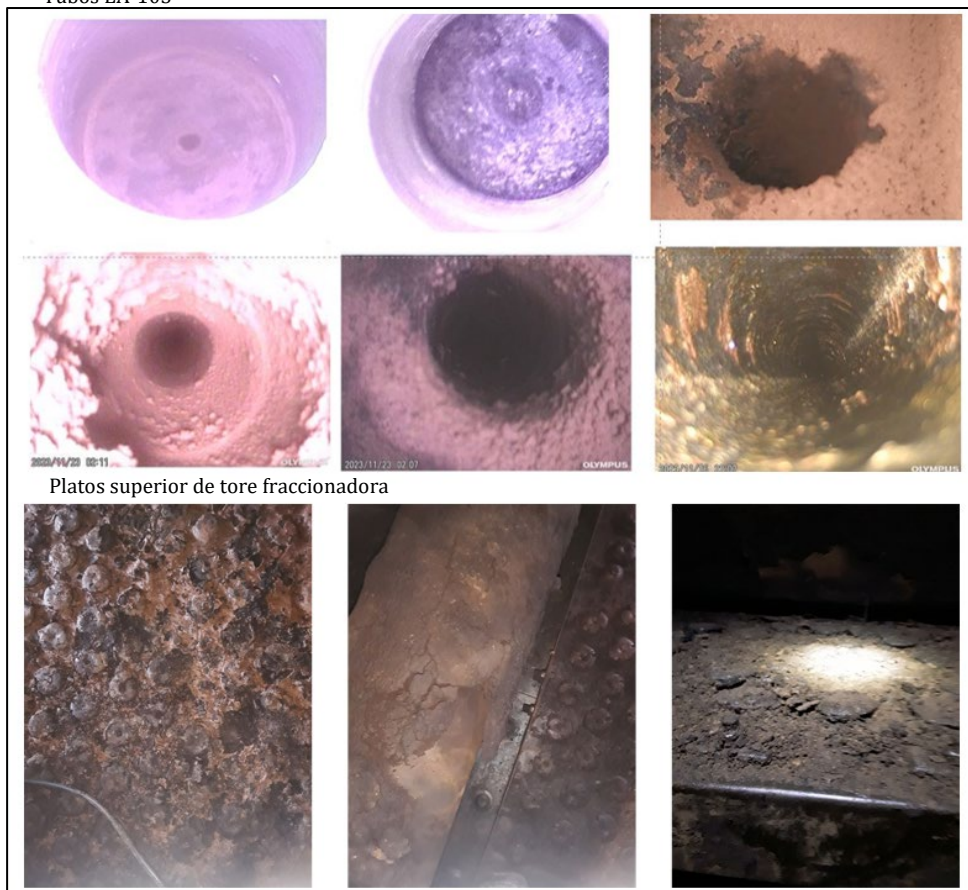


Figura 4: Ensuciamiento *tubos EA-103* y *platos de tope torre fraccionadora*.

En función de lo obtenido se profundiza el análisis de las causas de la formación de gomas. La reacción que da la polimerización para la presión de operación requiere temperatura, componentes insaturados y oxígeno. Considerando que tanto la temperatura como los hidrocarburos insaturados son parte inevitable del proceso, se procede a determinar las fuentes de oxígeno, identificándose los siguientes:

- 1- Apertura de cámaras a atmósfera.
- 2- Corrientes de alimentación provenientes de tanque.
- 3- Ingreso de oxígeno con corrientes de servicio (vapor, agua, entre otros).

De todos ellos, el que podría aportar la mayor cantidad de oxígeno por magnitud física, es el primero ya que se obtiene tras alinear la cámara a la atmósfera durante su etapa de corte. Sin embargo, para mitigar este efecto existe la maniobra de barrido con vapor que no solo se ejecuta para precalentar la cámara, sino también, para desplazar el oxígeno ingresado a la cámara tras el corte. Por esta razón, se dispuso de un plan de monitoreo de la operación del barrido con vapor:

- 1- Seguimiento de volúmenes de cámara desplazados con vapor y variables sensibles a dicho parámetro.
- 2- Comparación de volúmenes de cámara contra lo recomendado por la industria (6 volúmenes).
- 3- Análisis de restricciones en la maniobra de desplazado con vapor.

Como resultado de dicho monitoreo se descubrieron deficiencias en la maniobra asociadas a la presurización de las cámaras de coque por taponamiento de los silenciadores existente, esto obligaba a finalizar previamente el desplazado con vapor en comparación con la ventana recomendada por la industria (véase *Figura 5*).

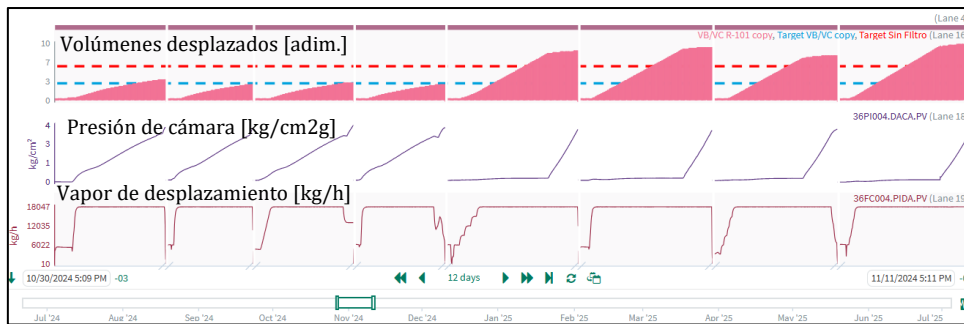


Figura 5: Modificaciones en maniobra de barrido con vapor en cámara R-101.

Respecto a las maniobras operativas, se resolvió la limpieza de los aeros y el re-planteo de la estrategia “titular-spare” dejando equipos limpios bloqueados fuera pudiéndose operar la torre con menor cantidad de equipos (aunque con mayor exigencia) permitiendo extender los ciclos de limpieza sin impacto sobre la carga a la unidad.

Conclusiones

El estudio concluyó en:

- 1- Descubrimiento de ensuciamiento en tope de la torre por formación de gomas bajo las condiciones de proceso habituales (poco común en todas las referencias que se consultaron a lo largo del análisis).
- 2- Eliminación de silenciadores tras implementación del respectivo manejo del cambio.
- 3- Modificación en el procedimiento de vaporizado de las cámaras y re-ingreso a la ventana de volúmenes desplazados recomendados (se triplicó el volumen desplazado por ciclo respecto del habitual).
- 4- Momentáneo cambio en tendencia de caída de presión de tope de fraccionadora y acumulador.
- 5- Minimización de oxígeno parásito en circuito de gasolina y fuel gas.
- 6- Limpieza mecánica de aeroenfriadores.
- 7- Re-planteo de la estrategia de aeroenfriadores titulares y spare.
- 8- Mejora en la confiabilidad del sistema de compresión de gases de tope.
- 9- Análisis en curso de inyección on-stream de agua en aeroenfriadores para barrido de depósitos.
- 10- Análisis en curso de inyección off-stream con gasoil liviano para disolución de depósitos.

Breve Cv de los autores

Pablo Omar Bonvillani

Título y lugar de estudio: Ingeniero químico.

Cargo actual en la empresa: Líder ingeniería de procesos.

Trayectoria: Pan American Energy.

Federico Bollati

Título y lugar de estudio: Ingeniero químico, Universidad Tecnológica Nacional.

Cargo actual en la empresa: Ingeniero de producción de utilidades.

Trayectoria: Pan American Energy.

Camila Irina Benetti

Título y lugar de estudio: Ingeniera química, UBA

Cargo actual en la empresa: Ingeniera de procesos de unidad de craqueo retardado.

Trayectoria: Pan American Energy.

Felipe Mateo Pérez

Título y lugar de estudio: Ingeniero químico, Instituto Tecnológico de Buenos Aires (I.T.B.A.)

Cargo actual en la empresa: Ingeniero de procesos de unidad de destilación de crudo.

Trayectoria: Pan American Energy.