

SALES Y SÓLIDOS EN CRUDO, IMPACTO EN LA OPERACIÓN DE REFINERÍA

Por: Fabian G. Lombardi, fabian.g.lombardi@exxonmobil.com y C. Javier Varelas carlos.javier.varela@exxonmobil.com, ESSO Petrolera Argentina SRL

Sinopsis

Desde 2006 a la fecha el promedio de sólidos en el crudo creció de 450 a 800 ppm, generando numerosas salidas de servicio de los desaladores y baja eficiencia de desalado. Solo en el año 2008, el crudo aportó 3500 Tn de sólidos, 400 Tn más que durante el período 1999-2003.

Esto tuvo un impacto directo en la operación: mayor consumo de soda cáustica y elevada tasa de ensuciamiento de los intercambiadores de calor. También obligó en algunas circunstancias a reducir el procesamiento de crudo como consecuencia del retiro de servicio de intercambiadores de calor para limpieza. En la actualidad la fraccionadora principal se encuentra limitada por ensuciamiento en la zona media-inferior.

Los problemas se mitigan procesando un porcentaje de la alimentación a través de los desaladores, y el slop generado se mantiene en balance mediante su reproceso en la unidad de Coqueo Retardado.

Introducción

El cambio en la calidad del crudo sigue provocando un impacto económico negativo en la actividad de la Refinería. La formación de una emulsión trifásica de crudo, agua y sólidos extremadamente estable, no separable por métodos químicos, provocó la interrupción del tratamiento de desalado del crudo durante casi 45 meses.

Las razones fueron:

- Inestabilidad de la operación, limitante de carga a la unidad, debido a los elevados valores de sólidos en el crudo y la emulsión generada por el mismo.
- El alto costo de tratamiento de la emulsión generado.

Como consecuencia, el impacto fue alto en los siguientes campos:

- Limpieza de intercambios.
- Consumo de fuel gas/químicos.
- Reducciones de carga a las unidades por limitaciones en la remoción de calor en los intercambios.

El impacto económico en la operación de la refinería ha sido considerable, pero principalmente se incrementaron los riesgos de seguridad por corrosión acelerada de equipos.

Desarrollo

Luego de varios test con distintos químicos y proveedores, en el año 2004 se trató la emulsión generada a través de una centrífuga trifásica de Alfa Laval, provista y operada por Skanka, con un elevado costo (mas de 700 Ku\$s por año).

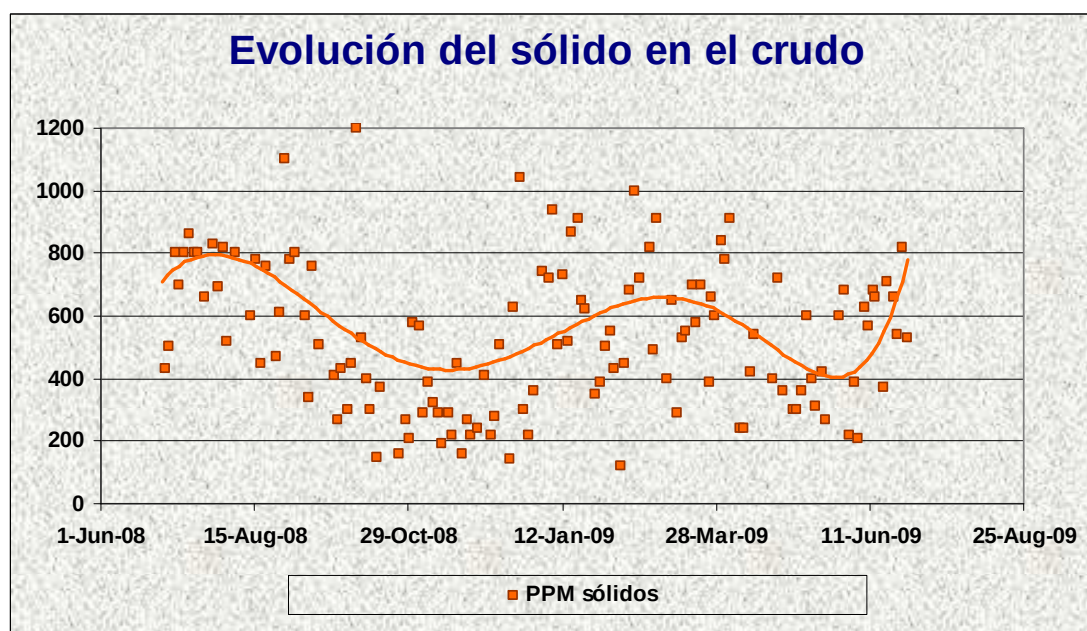
Por esto, los desaladores permanecieron fuera de servicio hasta Mayo de 2007, mientras se desarrollo un proyecto para mejorar la operatividad de los mismos y minimizar el impacto que generaba esta emulsión en el sistema de slop de la Refinería.

Esto incluyó bypasses a los desaladores y la adecuación de instalaciones para reprocesar el slop generado a través de la unidad de Coqueo Retardado. Con la puesta en servicio de los mismos en Mayo de 2007, se consiguió flexibilidad en la operación con la consiguiente mejora del factor de servicio de los desaladores. Pero quizás el logro mas importante fue la posibilidad de poder disponer de la cantidad de emulsión que generan a un costo que representa menos del 10% de la alternativa de tratarla mediante centrífuga trifásica.

Aún con estas mejoras, en los últimos dos años fue necesario limpiar más del 80% de los intercambiadores del tren de precalentamiento de crudo para mantener los altos niveles de corridas; en algunos casos se llegó a limpiar el mismo equipo tres veces en 20 meses. Se estima que es necesario limpiar aproximadamente el 70% de los intercambiadores por año para mantener la eficiencia de dicho tren.

La imposibilidad de desalar el total de crudo procesado todo el tiempo, sigue impactando también en la optimización del consumo de fuel gas y químicos entre otros.

La tendencia de los sólidos en el crudo continúa en ascenso desde 2001, pero es de destacar que evoluciona en *oleadas*, seguramente afectada por alguna operación particular que realizan los productores.



La baja eficiencia de desalado y el ensuciamiento de los intercambiadores de precalentamiento de crudo son los efectos más inmediatos y evidentes de este cambio de calidad, pero también afecta en otros sectores de la Refinería.

Otros fenómenos manifestados como consecuencia del cambio de calidad en el crudo

Como puede verse en la siguiente tabla, el incremento de los sólidos es significativo, solo basta remarcar el hecho que en el período transcurrido desde la última parada general de la unidad de destilación, ya se han incorporado al sistema mas sólidos que todo el período anterior. Como se podrá ver mas adelante, esto comienza a afectar la capacidad de la refinería.

Año	Corrida crudo	Meses	Corrida promedio diaria	% solido en alim	Tn/año
Parada 2001					
1999	2048 Km3	6	11.19	0.0257	467
2000	4187 Km3	12	11.47	0.0257	955
2001	4261 Km3	12	11.68	0.0257	972
2002	3307 Km3	12	9.06	0.0257	754
2003	4006 Km3	12	10.98	0.0523	1881
2004	4381 Km3	12	12.00	0.0666	2602
2005	1039 Km3	3	11.54	0.0591	551
Total	23227 Km3	69	11.072	0.0401	8181
Parada 2005					
2005	2641 Km3	7	12.40	0.0591	1400
2006	4745 Km3	12	13.00	0.0440	1867
2007	4986 Km3	12	13.66	0.0616	2748
2008	3787 Km3	9	13.77	0.0795	2700
Total	16159 Km3	40	13.266	0.0610	8715

Periodo (tiempo)	58%
Alimentado	70%
Solido	107%

Desde 1999 a 2003 (42 meses)	3148	Tn/año
Solo 2008 (proyección anual, 12 meses)	3583	Tn/año

- Ensuciamiento en el circuito de JP

El residuo detectado en el circuito de JP, ha ensuciado filtros, bombas, intercambios y hasta la línea de extracción de la fraccionadora. Composición del mismo: Melanina



E-2, primer enfriador del circuito de JP



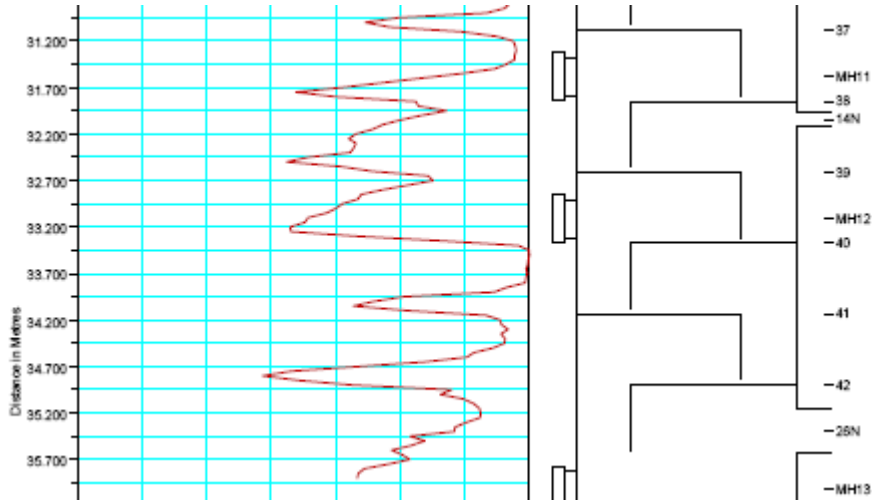
Detalle de lo encontrado en el enfriador E-2 en Octubre de 2007



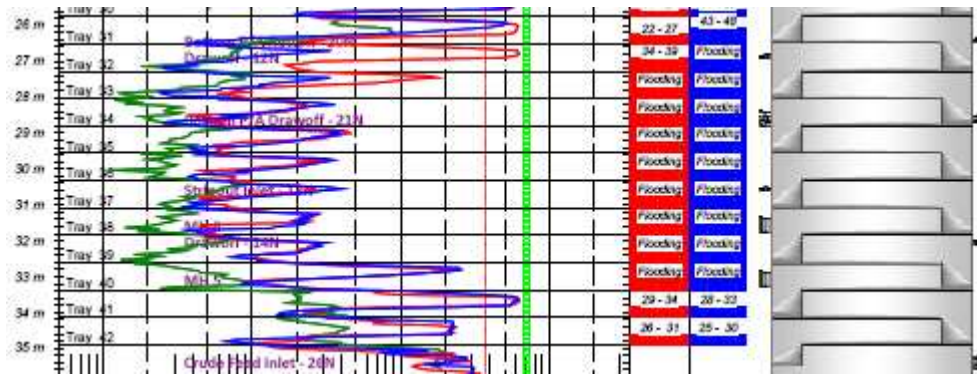
Detalle de lo encontrado en otro enfriador de JP

- Ensuciamiento en el fondo de la T-1

El taponamiento detectado en sendos gamma-scanning realizados durante 2008 en la torre fraccionadora de la unidad de crudo en los platos por encima de la zona flash genera un fenómeno de inundación en dicha zona de la torre que alcanza el 20% de los platos totales.



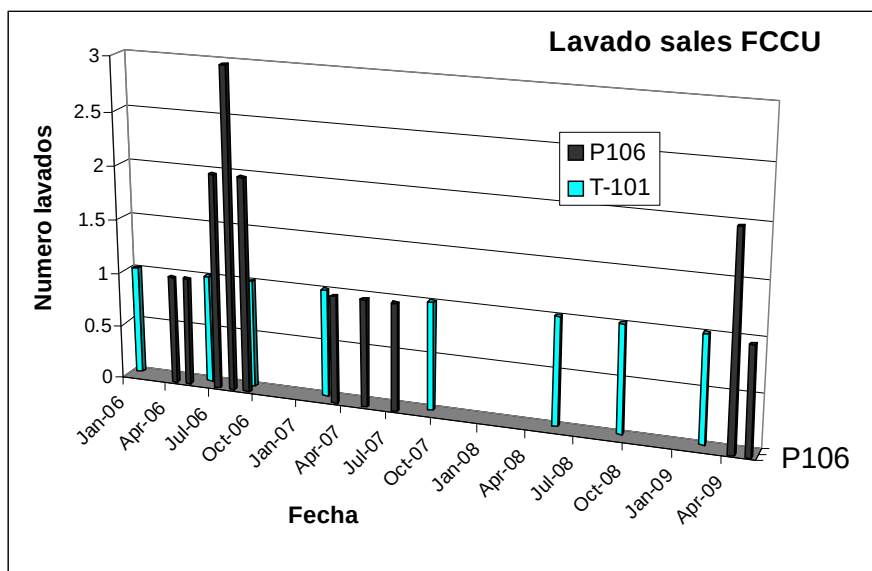
Este fue el primer gamma-scanning realizado en marzo de 2008, como se puede ver el fenómeno de inundación comienza a manifestarse algunos platos por encima de la zona de alimentación.



En este segundo gamma-scanning realizado seis meses después muestra cómo la inundación aumento un 400%, alcanzando 9 platos en total, un 20 % del total de las bandejas de la torre.

- Aumento de frecuencia de lavados en el Cracking Catalítico.

Hasta 2006, se realizaban uno o dos lavados por año, pero últimamente, se han visto períodos en que la ventana entre lavado no alcanza los dos meses. Esto paso durante la segunda mitad de 2006, a mediados de 2007 y se esta dando un fenómeno similar durante este año.

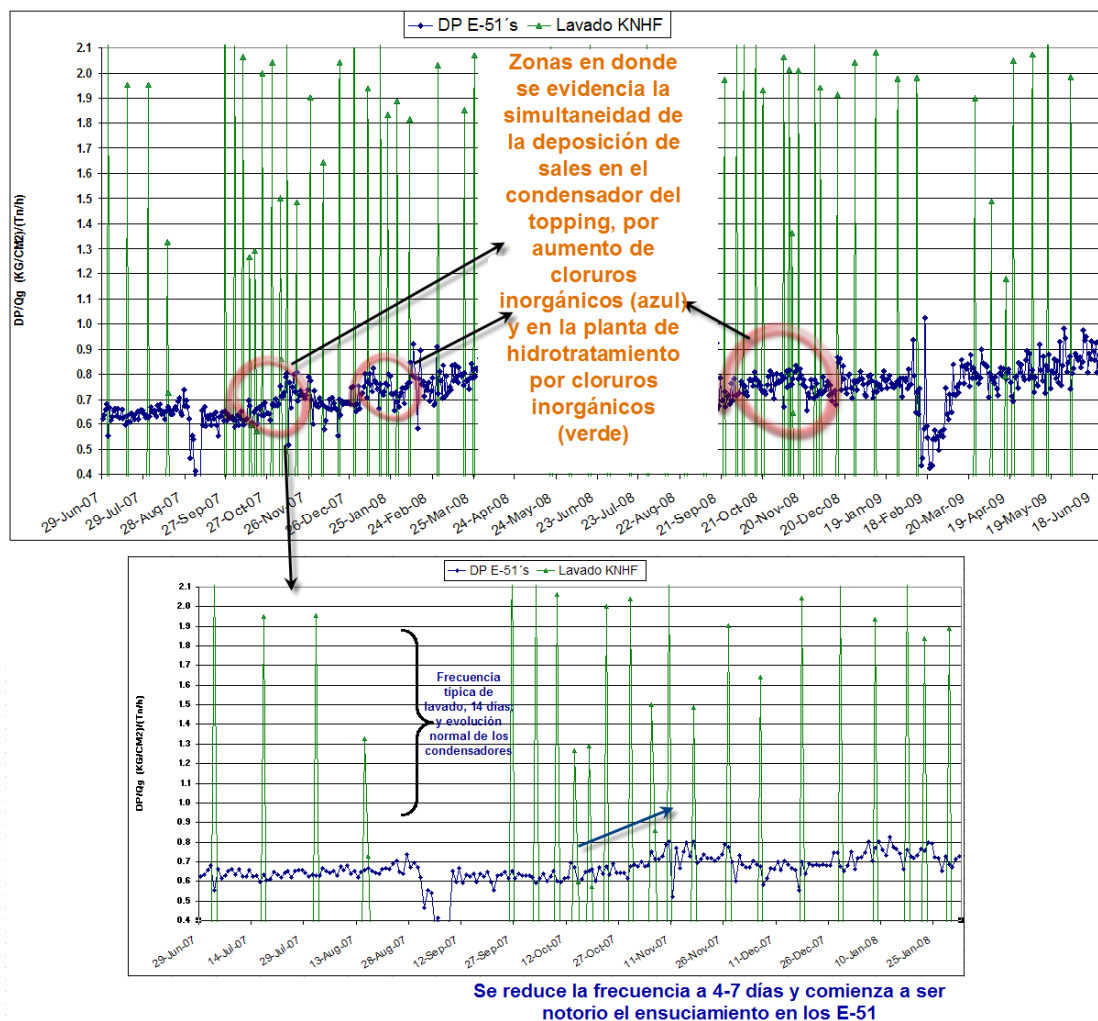


- Aumento de frecuencia de lavados en las plantas hidrofinadoras (cloruros orgánicos).
- Aumento de la velocidad de ensuciamiento en el condensador de cabeza del topping (cloruros inorgánicos).

Si bien el mecanismo de ensuciamiento en el condensador de cabeza del topping es distinto al de las plantas de hidrotratamiento, han demostrado estar relacionados.

Cuando se achica la ventana entre lavado de sales en las plantas de hidrotratamiento, comienza a evidenciarse un cambio en la pendiente de ensuciamiento de los condensadores mencionados.

Esto puede verse en el siguiente gráfico, donde los puntos azules representan la caída de presión en los condensadores E-51 de la cabeza del topping (forma en que monitorizamos el progreso de la deposición de sales de amonio); y las líneas verdes indican los lavados realizados en la unidad de hidrotratamiento de nafta del coker.

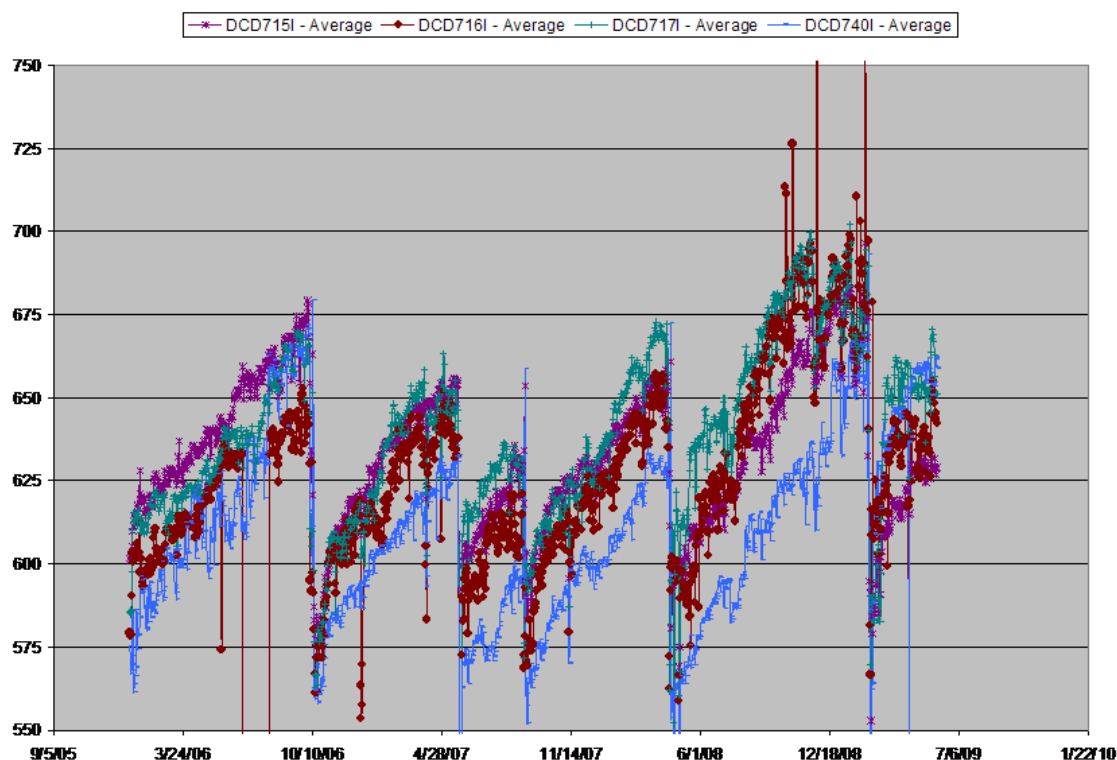


- Aumento de la tasas de encocamiento en el horno de Coqueo Retardado.

Si bien hay otros factores que afectan parcialmente a la rapidez de encocamiento como lo es la maximización de alimentación a la unidad y reducción del exceso de oxígeno, las simulaciones y análisis no han demostrado ser cambios significativos.

El ciclo del horno de la unidad de Coqueo Retardado se redujo de 14 meses a uno de 10-12 meses, duplicando la tasa de crecimiento de las temperatura de los tubos del horno, teniendo que operar contra los límites metalúrgicos de los mismos.

Como se puede ver en el gráfico, este se comenzó a manifestar desde el año 2007



Consecuencias en el corto plazo

- Mayor consumo de químicos (soda caustica, aminas, anti TAN)
- Eventuales limitaciones de procesamiento como consecuencia de la limpieza de intercambios
- Inestabilidad en la operación de los desaladores

Consecuencias en el mediano

Producto de la formación de sales de amonio en Unidades de Hidrotratamiento

Taponamientos de equipos: las sales de amonio se depositan en los equipos, reduciendo el flujo y causando problemas como:

- Pérdida de transferencia de calor en intercambiadores.
- Fraccionadoras: taponamiento y restricción de flujo en platos, hasta la inundación de la torre.
- Compresores: las sales de amonio pueden provocar taponamientos en el impulsor de compresores centrífugos (reducción de capacidad y vibraciones) y en válvulas en compresores reciprocantes (altas temperaturas)
- Instrumentos: deposición de sólidos en instrumentos y tramos muertos pueden causar lecturas erróneas.
- Válvulas de seguridad: taponamientos del lado proceso
- Sistemas de cabeza de despojadores / separadores de baja presión: restricción de flujo, inundación en líneas de cabeza e intercambios.
- Válvulas de control de Fuel Gas.

Corrosión: existen dos tipos de mecanismos, corrosión bajo depósito y agua ácida.

- Corrosión bajo depósito: Este tipo de corrosión puede ocurrir cuando existe humedad que entra en contacto con depósitos de sales de amonio, debido a que se produce la formación de un medio extremadamente ácido que provoca corrosión muy agresiva y en muy poco tiempo (principalmente cuando se tratan de sales de NH_4Cl). No es necesaria presencia de agua líquida para que se produzca este tipo de corrosión ya que estas sales son altamente higroscópicas pudiendo tomar agua de la fase vapor. El valor recomendado para evitar problemas de corrosión bajo depósito es de mantener la fase vapor con menos del 10% de humedad relativa.

Un diseño de lavado incorrecto puede provocar corrosión bajo depósito.

- Corrosión por aguas agrias: este tipo de corrosión se puede dar cuando las concentraciones de sales de amonio exceden 2wt% en el agua. La concentración máxima aceptable es de 8wt% para acero al carbono. En áreas de alta velocidad o turbulencia, la corrosión por agua ácida puede ser muy agresiva.

En general los taponamientos y corrosión bajo depósito son un problema relacionado con sales de cloruro de amonio, mientras que la corrosión por aguas agrias es más común en sistemas con presencia de bisulfito de amonio.

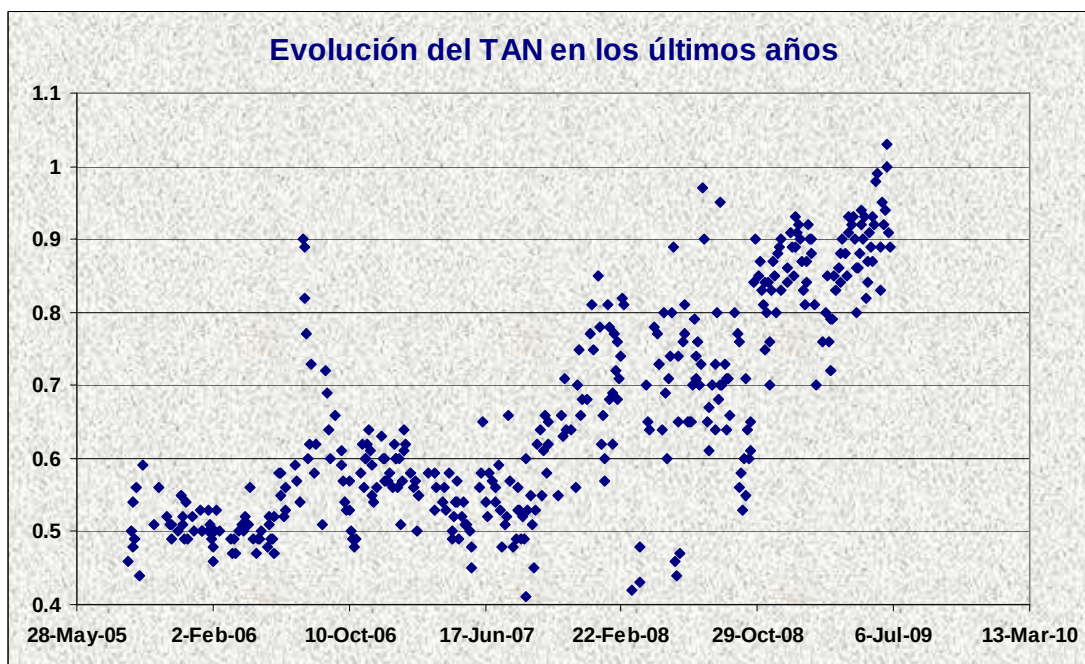
Desde 2004, la cantidad de eventos relacionados con formación de sales de amonio aumentó de manera considerable. No solo se observó incremento de formación de sales en lugares conocidos, sino en otros como el circuito de fuel gas del complejo de hidrogeno. También se comenzaron a observar problemas de corrosión en intercambios y torres despojadoras. Todos estos eventos han impactado eventualmente la capacidad de procesamiento de dichas unidades.

- Pinchadura del E-405B, intercambiador del circuito efluente de los reactores de la unidad de reforming.
- Corrosión en la cabeza de la T-901, torre despojadora de la unidad de hidrofinación de destilados medios.
- Taponamiento del sistema de Fuel Gas

En el caso del E-405B, el intercambio se pinchó en mas de una oportunidad, se lo cambiará por uno de nuevo diseño para reducir la deposición de sal y la corrosión bajo depósito. Para la T-901 se deberá cambiar el casquete superior y por los problemas en el circuito de Fuel gas, se colocó un filtro para retener parte de las sales y su obtuvo un resultado satisfactorio pero parcial.

Consecuencias en el largo plazo

- Confiabilidad de líneas y equipos impactada por el continuo aumento del TAN en el crudo.



Como consecuencia de este aumento, donde los valores de TAN casi se han duplicado, hemos tenido que reiniciar la inyección de químicos para proteger a líneas y equipos, ampliar los controles de espesores en los circuitos críticos y reinstalar probetas para monitorizar la evolución de la corrosión. De mantenerse este comportamiento, seguramente se deberá cambiar la estrategia de reemplazo de varias líneas y equipos, afectando los alcances y costos de las próximas paradas de planta.

- Reducción de la vida útil de los tubos del horno de la unidad de coqueo retardado.

Posibles mitigantes

- Lavado continuo en las plantas de hidrotratamiento.
- Mejora de metalurgia de equipos críticos o con altas posibilidades de corrosión.
- Mejores tecnologías/metodologías de lavado de intercambio.
- Desarrollo de nuevo químicos para desaladores.
- Uso de dispersantes en la fraccionadora del FCC

Conclusiones / Propuesta

Proponemos continuar compartiendo nuestras experiencias dentro del ámbito del IAPG, involucrando a sectores del “upstream” y “downstream” para trabajar conjuntamente en la solución de estos problemas, con el menor impacto económico posible para todos.

Bibliografía

- 1) AUMENTO DE SÓLIDOS Y SALES EN CRUDOS – Publicación En Congreso IAPG - 2007