

EXPERIENCIAS EN ESCANEO DE COLUMNAS DE DESTILACIÓN

Autor: Facundo Mariano Gil

Empresa: Shell CAPSA

Sinopsis

En Shell CAPSA se comenzó a utilizar la técnica de gamma-scanning en forma frecuente para el diagnóstico de problemas en columnas de destilación en el año 2002. La técnica consiste en medir la absorción de un haz de rayos gamma entre la fuente emisora y el detector que se ubican diametralmente opuestos en la columna. La absorción de la radiación colimada es inversamente proporcional a la densidad del medio, por lo tanto si se desplazan detector y emisor verticalmente por la columna se puede trazar un perfil de densidad de la misma. En los últimos años se han realizado entre dos y tres ensayos por año. Si bien la técnica no es innovadora, la aplicación más frecuente se dio debido a su disponibilidad local. Esto permite concretar el ensayo en menos de una semana de detectado el requerimiento. Los resultados han sido satisfactorios en general, permitiendo acotar el problema a un sector de la columna en algunos casos y hasta identificando los platos dañados en otros. Un análisis preliminar de los datos puede hacerse de forma inmediata, lo que nos ha permitido estudiar el impacto de distintas condiciones de operación en los problemas de fraccionamiento minimizando la ineficiencia hasta poder intervenir mecánicamente en la columna. En aquellas columnas que más frecuentemente presentan problemas se han realizado ensayos blanco bajo condiciones normales de desempeño, a fin de poder analizar mejor los resultados de los ensayos bajo condiciones problemáticas.

Introducción

La destilación es una operación que se aplica de forma intensiva en la industria de la refinación del petróleo. A menudo nos encontramos ante situaciones en las que quisiéramos ver qué ocurre dentro de una columna, y ciertamente, salvo en experimentos de laboratorio o en demostraciones comerciales, ello no será realizable en el ámbito industrial.

La técnica de gamma-scanning para columnas de destilación permite, en algún sentido, hacer las columnas transparentes o, al menos, semitransparentes. Es un ensayo no destructivo que permite obtener resultados rápidamente y durante la operación, que brinda información sobre las propiedades del fluido en el interior de la columna.

En el presente trabajo se describe la técnica y se demuestra su utilidad con casos reales de nuestra refinería.

Desarrollo

La técnica

Consiste en medir la atenuación que sufre una emisión de rayos gamma al pasar por la columna de destilación y relacionarla, de forma relativa, con la densidad del medio.

La radiación gamma es un tipo de radiación electromagnética producida por elementos radiactivos. Los rayos gamma poseen alta energía, lo que les otorga un gran poder de penetración. La absorción

de esta radiación por un material depende de su densidad y de su número atómico. Existe una relación logarítmica entre la absorción y la densidad del medio dada por la siguiente ecuación:

$$r/r_0 = e^{-\frac{x}{\lambda}}$$

dónde r es la radiación detectada al pasar por el material, r_0 es la radiación detectada cuando no se interpone material entre la fuente y el detector, x es la distancia entre la fuente y el detector, y λ es el camino libre medio del material entre fuente y detector. El camino libre medio de un material es menor cuando su densidad mayor es y también cuando su número atómico es mayor.

En la aplicación a mediciones de campo, en columnas de destilación, se emplean una fuente emisora y un detector que se colocan a la misma altura y diametralmente opuestos en la columna según se indica en la figura 1.

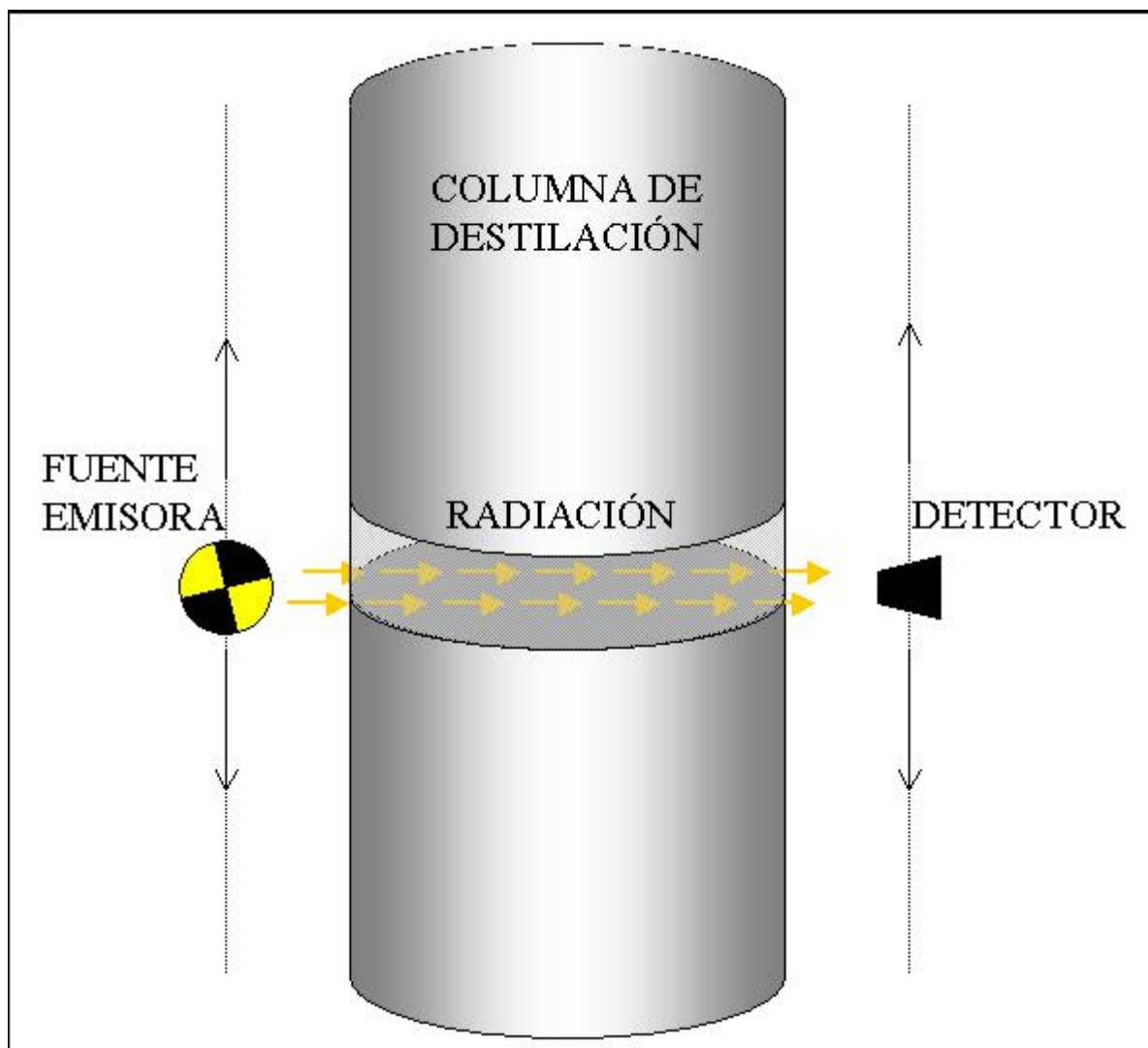


Figura 1

Como la separación entre la fuente y el detector se mantiene constante, al desplazar el equipo verticalmente por la columna, y al aplicar las propiedades de radiación colimada, el logaritmo de la radiación transmitida es inversamente proporcional a la densidad del medio. La radiación colimada permite que la transmisión por el medio sea mínima.

El modo típico de aplicar esta técnica es analizando el área activa de los platos. El área activa es aquella en la que el contacto entre líquido y vapor tiene lugar. Escaneos sucesivos a distintas alturas de la columna permiten obtener un perfil vertical de densidad del que se pueden interpretar distintos aspectos de la operación de la columna como niveles de líquido o de espuma sobre los platos, o como la efectividad de la separación entre líquido y vapor. Una interpretación aún más simple y

básica de la información obtenida es que en los lugares donde se detecta nivel de líquido se puede presumir que la integridad del plato correspondiente a esa altura no es mala. El paso de este tipo de ensayos es normalmente de 50 milímetros. Un segundo tipo de escaneos, menos comunes y menos aplicados a la detección de problemas con platos, son aquellos en los que se analizan exclusivamente los vertederos, midiendo la altura de líquido dentro de los mismos. En la figura 2 se ejemplifica la posición de la fuente emisora y el detector en un plato de una columna de destilación en función de la ubicación del área activa del mismo.

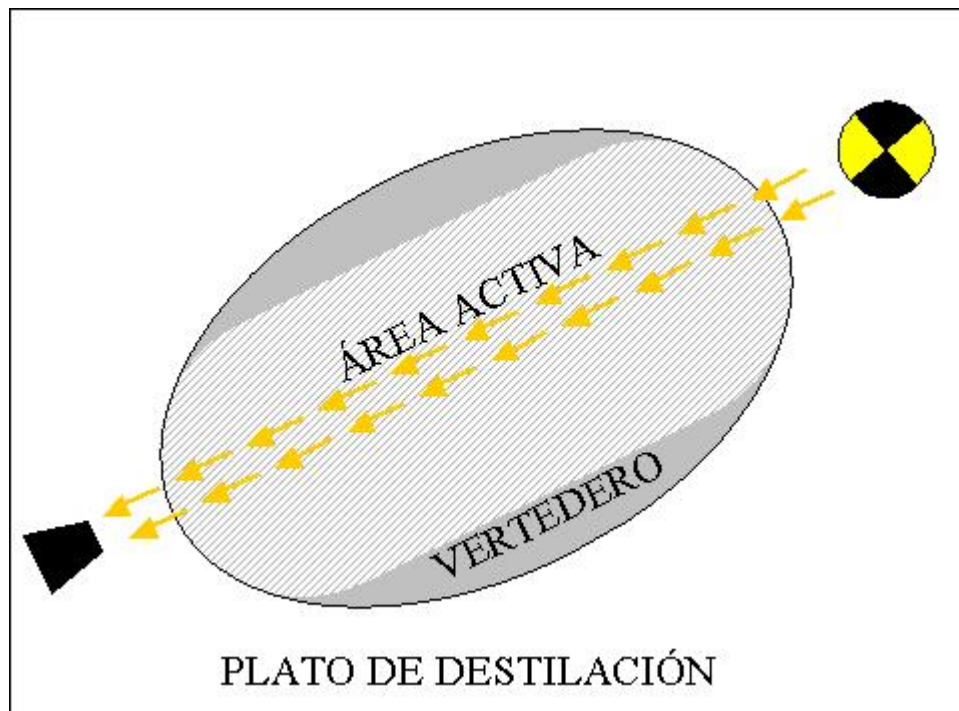


Figura 2

Con el fin de una mejor interpretación de la emisión detectada al realizar un ensayo y de obtener una referencia, se realizan mediciones en sectores donde se conoce el estado del fluido en el interior. Por ejemplo en el fondo de las columnas de destilación se tiene una clara separación entre líquido y vapor. Si bien la densidad promedio del líquido, o mejor dicho espuma, sobre los platos es menor que la del fondo en la que no hay burbujas de vapor, se obtiene una buena referencia de la misma. La fase vapor del fondo de la columna también da una buena referencia de la densidad de zonas de vapor entre los platos. Asimismo se puede tomar como referencia la zona superior al plato más alto de la columna donde no es de esperar espuma por lo tanto se puede tener una clara idea de la densidad de zonas de gas. En la figura 3 se ejemplifica lo descrito en este párrafo.

Para que un ensayo sea exitoso se deben considerar varios aspectos. La trayectoria del escaneo debe ser analizada con anterioridad. Para ello debe contarse con los diagramas de detalle de la columna, a fin de identificar y, en la medida de lo posible, evitar características especiales que puedan interferir en la medición, como por ejemplo cambios en el espesor de la chapa, presencia de anillos de refuerzo, pasa-hombres, etc. La accesibilidad a la columna es muy importante ya que fuente y emisor se encuentran en lados opuestos; en algunos casos modificaciones menores de las plataformas son requeridas. La operación de la columna debe ser estable durante el ensayo. Para una mejor interpretación de un escaneo de una columna cuando su comportamiento es anormal es de vital utilidad contar con un ensayo realizado en condiciones normales de operación, por ejemplo luego de una parada de planta por inspección y mantenimiento.

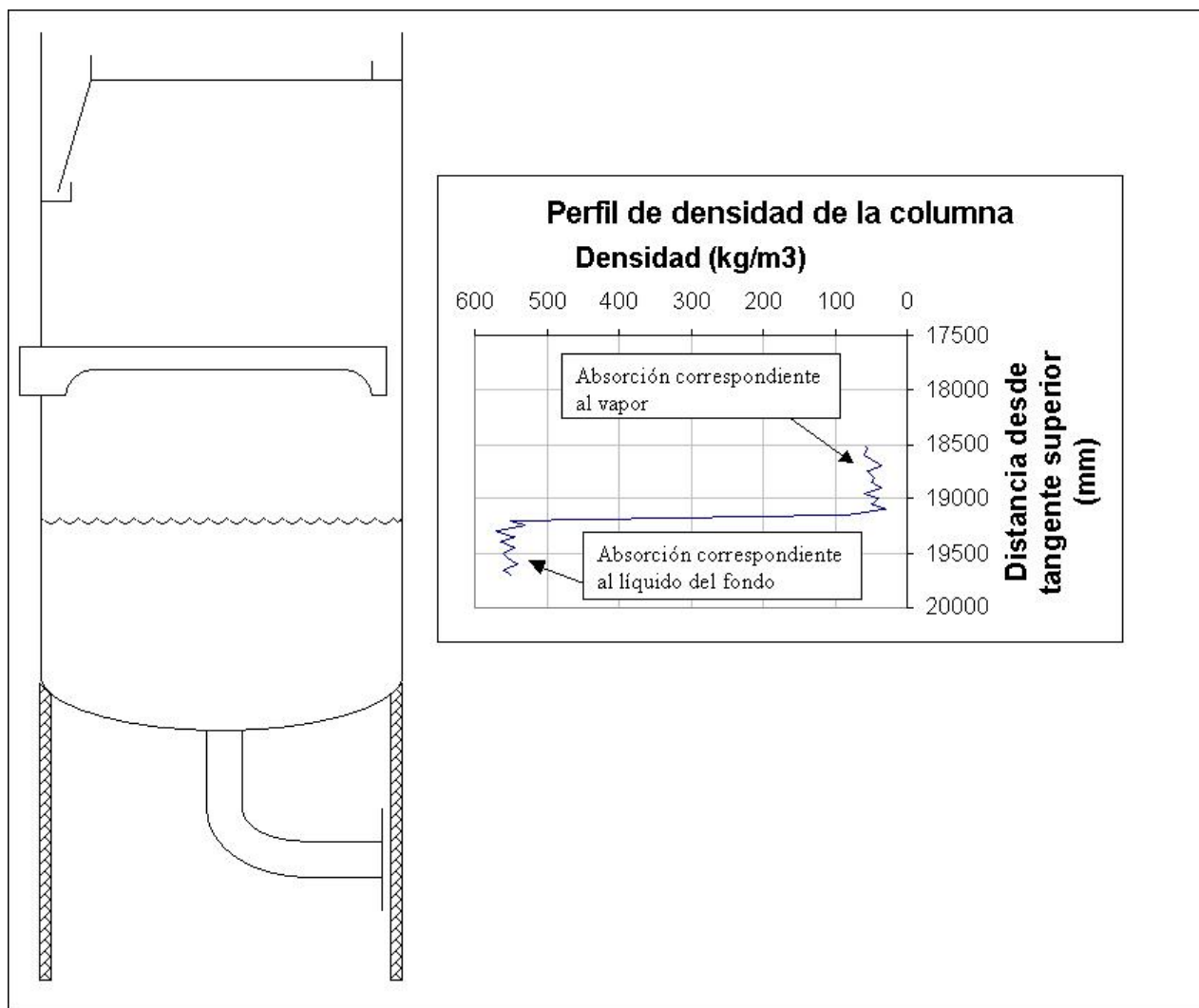


Figura 3

A continuación se describen los resultados obtenidos en distintos ensayos realizados en Shell C.A.P.S.A.

Columna fraccionadora principal de la unidad COKER

Por la naturaleza del proceso la columna de la unidad de referencia sufre cambios en las cargas de vapores y líquidos con una frecuencia diaria. Incrementos en la carga de vapores pueden dañar los platos de la columna. En varias oportunidades la operación de esta columna se ha vuelto inestable y anormal, afectando la eficiencia de separación y producción de la unidad de proceso, al punto que ha sido necesario parar la unidad para inspeccionar y reparar los internos de la columna. Con fines de acotar las tareas de mantenimiento y reducir el tiempo de parada de la unidad se ha recurrido a la técnica descripta previamente. Con fines de facilitar la interpretación de ensayos futuros, luego de una de las paradas para mantenimiento, en la que se reparó completamente la columna se realizó un escaneo de la misma con la columna operando en condiciones normales.

En las figuras siguientes se analiza el resultado de uno de los ensayos en condiciones anormales (línea fucsia) comparado con el de referencia con la columna en condiciones normales (línea azul).

En la figura 4 se muestra el ensayo para el fondo de la columna y los platos del 1 al 4.

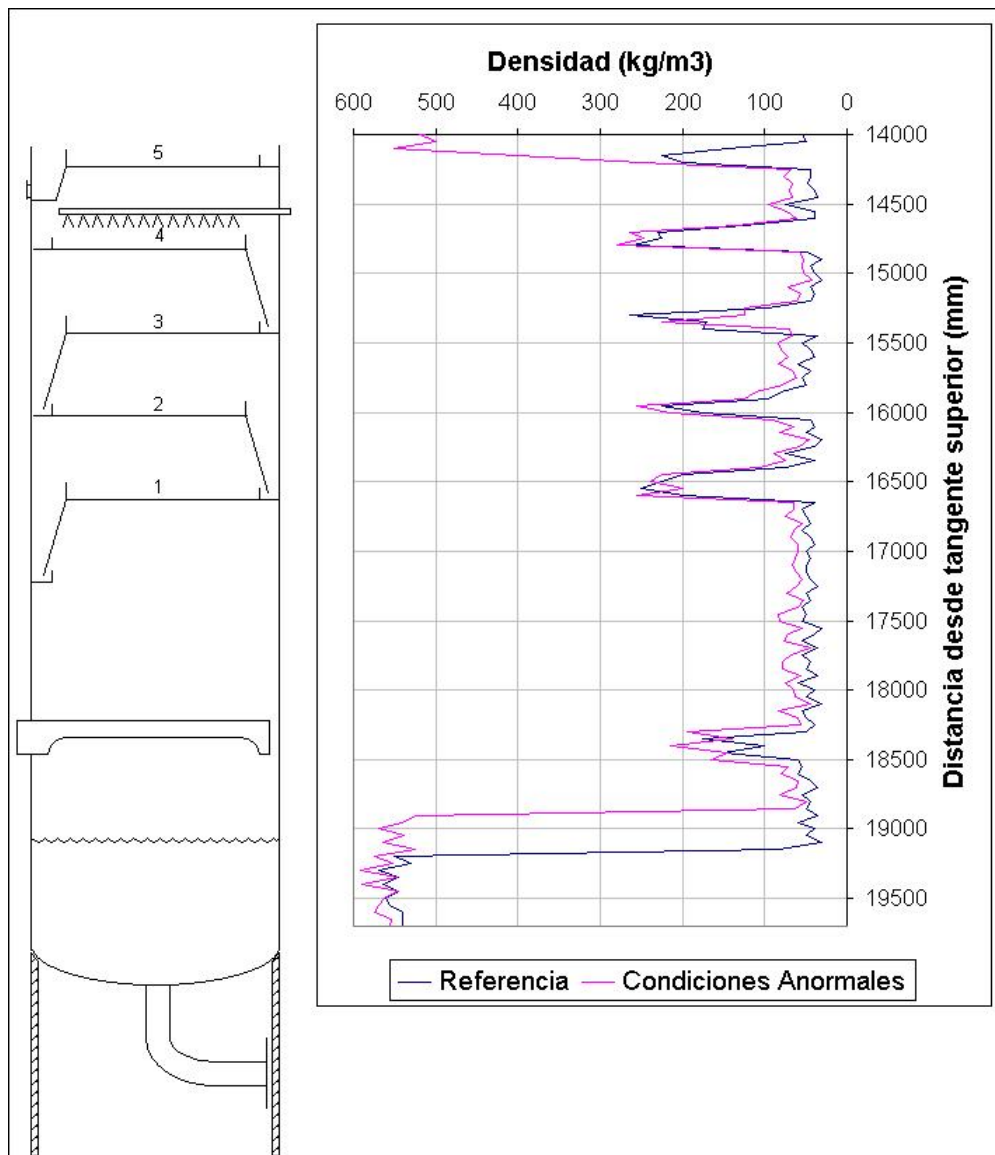


Figura 4

Lo primero que se observa es que en el caso de condiciones anormales el nivel operativo de la columna era levemente mayor, lo que no es ninguna anomalía sino simplemente una diferencia. A la altura 18500 mm aproximadamente se observa la interferencia generada por el distribuidor de alimentación de vapores. Más arriba se encuentra la absorción correspondiente al plato número 1. Lo mismo sucede para los platos 2 a 4. Con esta información podría decirse que los platos se encuentran en buenas condiciones. Es necesario mencionar que la diferencia de densidad de las zonas de vapores y de las de líquidos es propia del método y no se corresponden a razones del proceso. En la siguiente figura se observan los platos superiores.

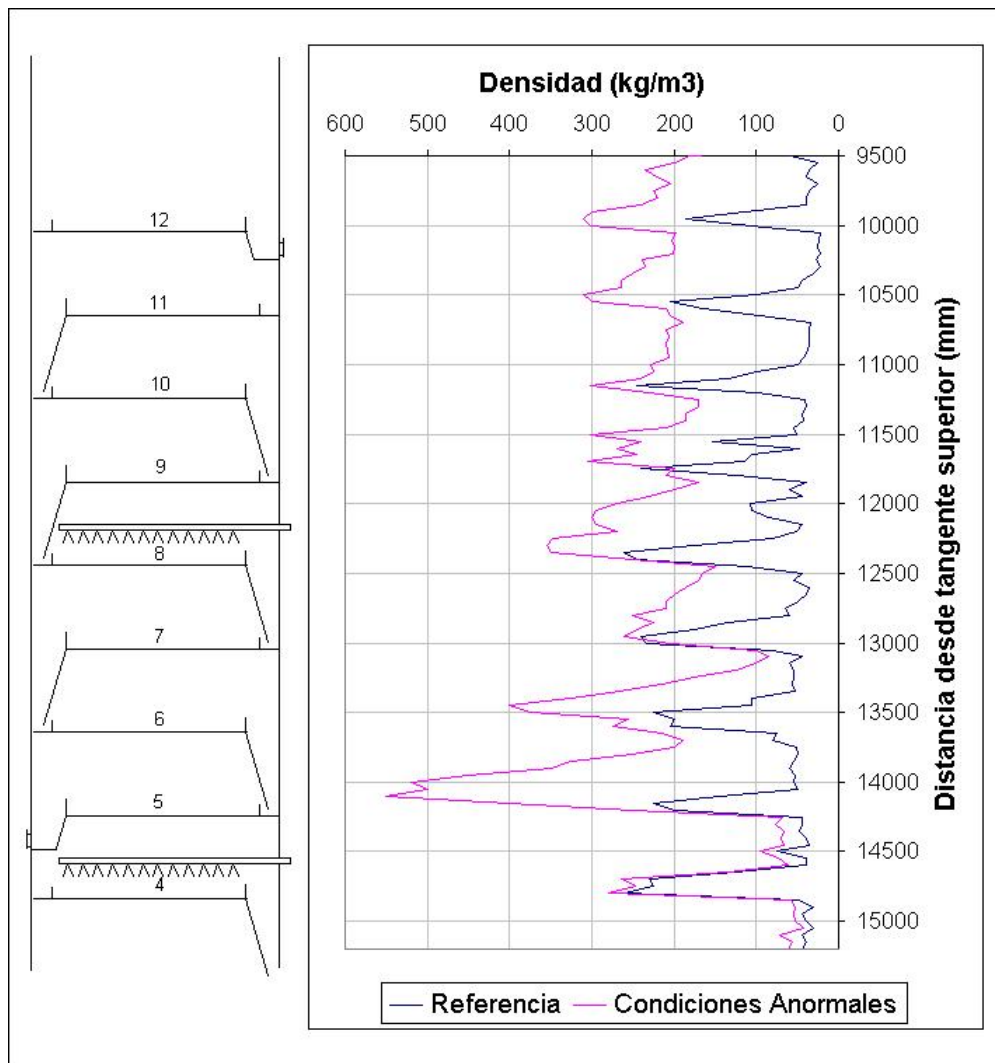


Figura 5

En la figura 5 se observa que el nivel de líquido sobre los platos 5 a 12 es mayor que el normal. La densidad de la zona correspondiente a vapores también es mayor que la habitual, lo que indica inundación de los platos por espuma. En principio podría decirse que todos los platos se encuentran en su lugar pues hay picos de densidad en los lugares esperados. En el plato 5 se observa un pico de mayor densidad lo que indica que la presencia de líquido sobre el plato es mayor y que el burbujeo es menor. En el plato 5 se encuentra la salida lateral de producción de gas oil pesado, cuya producción estaba limitada y esto fue lo que desencadenó el estudio con gamma scanning de la columna. Por lo tanto mediante el ensayo se confirmó que había alguna obstrucción que limitaba el caudal de salida, lo que originaba inundación de la columna.

Luego de la realización del ensayo y de su interpretación se decidió realizar maniobras operativas que permitieron eliminar la obstrucción en la salida del plato y la columna comenzó a operar normalmente.

En la figura siguiente se puede ver el resultado del ensayo para los platos superiores.

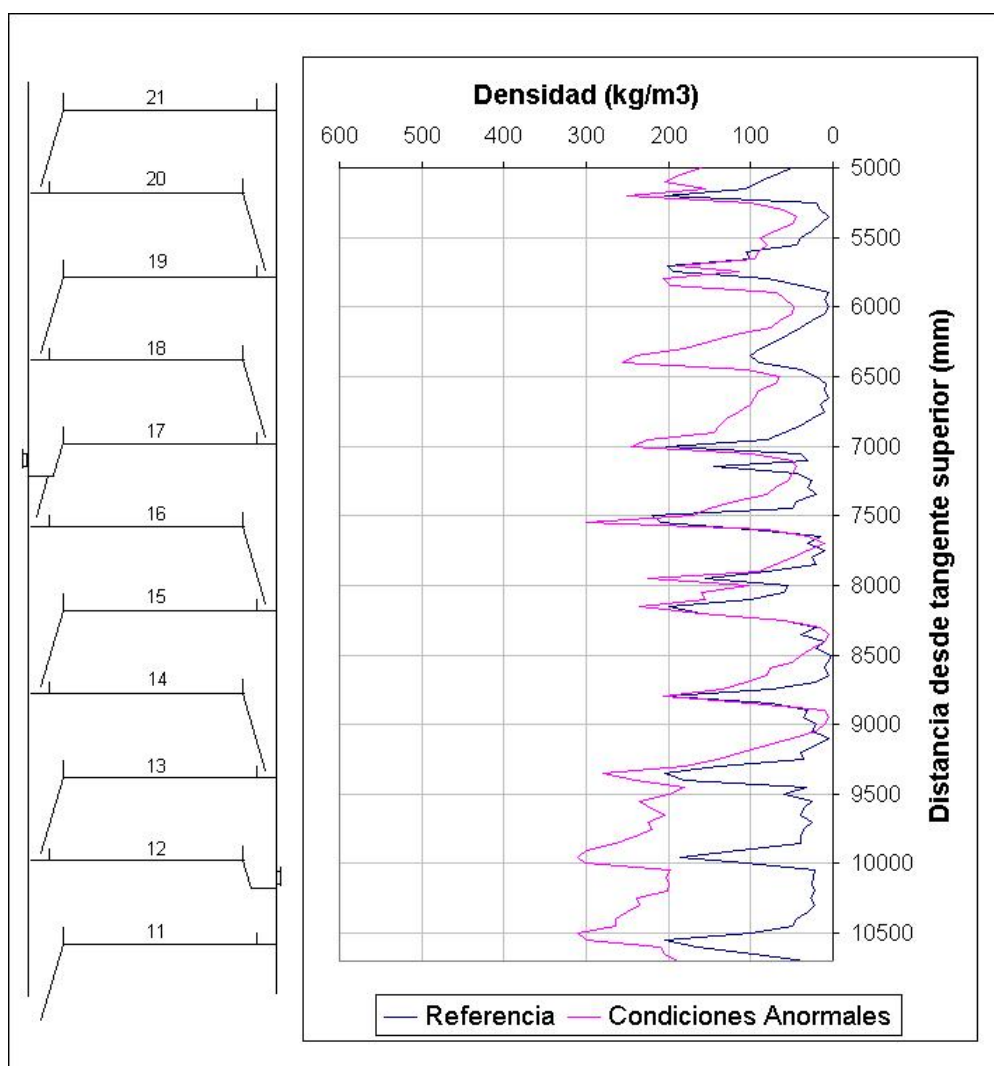


Figura 6

El plato 12 también tiene una salida lateral de producto, por lo tanto es el último plato que se encuentra inundado. Notar que sobre el plato 15 aparece un doble pico, esto se manifiesta tanto en el ensayo de referencia como en el de emergencia. Esto se corresponde a la presencia de un paso de hombre en la columna. El plato 17 es un plato colector parcial, y se observa que en el ensayo de referencia se detectó un pico correspondiente al vertedero, sin embargo este ruido de la medición no fue detectado en el ensayo de emergencia, probablemente porque la trayectoria de ambos ensayos no fue exactamente la misma.

Columna fraccionadora de la unidad de Redestilación

En la unidad de Redestilación se alimenta un corte del crudo cuyo rango de destilación va de 150 °C a 250 °C, y se producen distintos grados de aguarrás. La alimentación a la unidad es constante y el servicio es limpio y no es severo. La columna es de un diseño antiguo y sus platos son de campanas de burbujeo. En marzo del corriente año se observaron problemas de control de nivel de la misma, junto con problemas para producir los cortes en especificación. Mientras se intentaba corregir el problema con cambios en las condiciones operativas se analizaba la factibilidad de realizar un gamma scanning. Finalmente se decidió recurrir al ensayo.

En la siguiente figura se muestra el resultado del ensayo para los platos en los que se detectaron problemas.

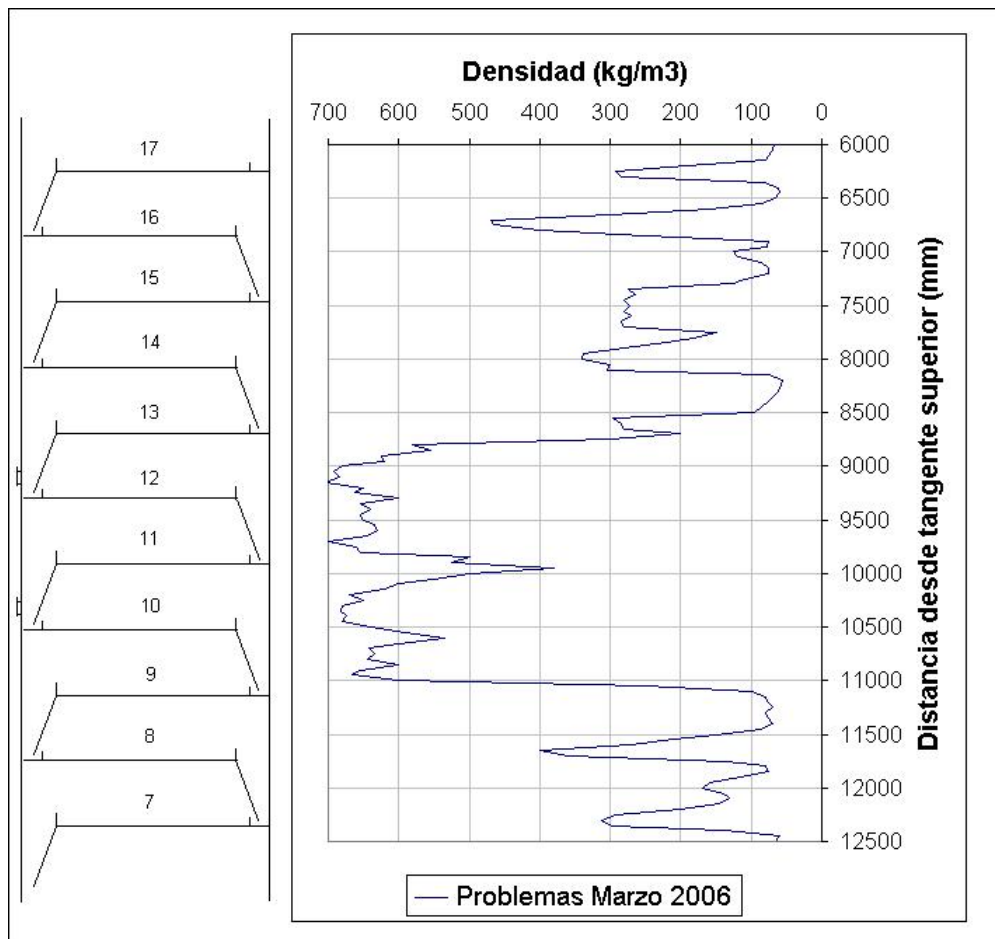


Figura 7

Se observa que los platos 7 y 8 se encuentran en su lugar y con un nivel de líquido normal. Sin embargo desde el plato 9 y hasta el 12 inclusive se encuentran inundados y con líquido debido a la densidad comparada con la correspondiente al resto de los platos. La alimentación a la columna puede ingresar tanto por el plato 10 como por el 12. El hecho de que la inundación comience en el plato 9 da indicios de que su vertedero pueda tener algún problema. El plato 13 se encuentra en su lugar y con nivel de líquido normal. El plato 14 se manifiesta con un nivel mayor que el resto y el 15 pareciera estar dañado pues su absorción comienza más abajo que la altura esperada según planos y además la densidad del líquido correspondiente es menor. Los platos 16 y 17 se encuentran en condiciones normales.

Al observar los resultados del ensayo se decidió parar la unidad y abrir la columna para inspección, enfocando los trabajos en los platos 9 a 15. Al abrirla se encontró que el plato 15 estaba caído sobre el 14 y que en el plato 9 había una gran cantidad de barros que limitaba la circulación de líquido a través del verterero. En las siguientes fotos muestra lo narrado.



Suciedad sobre el plato 9



Plato 15 caído sobre el 14

Conclusiones

La aplicación de la técnica de gamma scanning es de gran utilidad en la industria de la refinación del petróleo. Permite diagnosticar problemas en columnas de una manera rápida y sin alterar las condiciones de operación de la unidad. Con el diagnóstico se pueden tomar decisiones con más certeza y se puede acotar el alcance de las tareas de mantenimiento a determinadas zonas de una columna.

Bibliografía

Material confidencial Shell Global Solutions

Ensayo Gamma-Scanning en la unidad COKER de S.C.A.P.S.A. en Febrero de 2004

Ensayo Gamma-Scanning en la unidad COKER de S.C.A.P.S.A. en Enero de 2005

Ensayo Gamma-Scanning en la unidad de redestilación de S.C.A.P.S.A. en Marzo de 2006

Currículo del autor

Formación:

Marzo 2002, Ingeniero Químico, UBA.

Experiencia laboral:

Junio 2001, Pasantía en Shell CAPSA en el área de Desalación de crudo.

Abril 2002, Ingreso a Shell CAPSA como Ingeniero de Procesos del área de Destilación.

Diciembre 2003, capacitación como consultor en Seguridad de Procesos.

Agosto 2004, Ingeniero de Procesos del área de Cracking Catalítico.