

Determinación de interfases en columnas de relleno utilizando fuentes radiactivas

Gerardo Maghella*, Enoc Mamani, José Maguiña, Jorge Condori

Dirección de Aplicaciones, Instituto Peruano de Energía Nuclear; Av. Canadá 1470, Lima, Perú

Resumen

El presente estudio realizado en laboratorio consistió en la determinación de interfases dentro de una columna de PVC ($\phi_{\text{int.}} = 11,5$ cm y espesor de pared = 7 mm), rellena con material de diferente densidad a diferentes alturas, la cual se colocó dentro de un tubo soporte de PVC de 2 metros de largo y diámetro ($\phi_{\text{int.}} = 16,5$ cm), a la que se le realizó un perfilaje gamma mediante un sistema fuente-detector (utilizando una fuente sellada de Cs-137 con una actividad de 10 μCi y un detector de centelleo de NaI) movidos por un motor a pasos (velocidad = 6,6 cm/s). El relleno consistió de arena y grava, grava fina, arcilla, grava gruesa, arena fina, aire y agua. Esta experiencia se realizó en dos (02) condiciones: 2 mediciones por segundo y 5 mediciones por segundo, demostrándose que la técnica para estimar alturas de relleno e interfases en columnas utilizando fuentes radiactivas es muy eficaz, aumentando la eficacia mientras más mediciones por segundo se realicen.

Abstract

This study consisted in the determination of interfaces in a PVC column ($\phi_{\text{inner.}} = 11,5$ cm and wall thickness = 7 mm), refilled with material of different densities at different heights. It was placed inside a support PVC pipe of 2 meters length and 16,5 cm of diameter to which a gamma scanning with a source-detector system (Cs-137 of 10 μC as sealed source and a NaI scintillation detector) moved by a step motor (velocity = 6,6 cm/s) was performed. The refill consisted of sand and gravel, fine gravel, clay, gross gravel, fine sand, air and water. This experience was performed under two conditions: 2 measurements per second and 5 measures per second. It is concluded that the technique applied to estimate bed heights and interfaces in columns by using radioactive sources is very effective and that effectiveness increases as more measures are performed.

1. Introducción

En las refinerías de petróleo y en la industria petroquímica la medición y el control de nivel y de interfases en estanques, torres de fraccionamiento y en equipos de procesos en general, son de vital importancia para el manejo y conocimiento de los distintos fluidos que son procesados en sus unidades, así como también el tipo de relleno, por lo que la necesidad de disponer de un sistema no intrusivo, externo al equipo a inspeccionar y no destructivo que pueda medir niveles e interfases en forma rápida y que pueda verificar el funcionamiento de instrumentación en línea y en aquellos lugares en los cuales no exista, es alta e imperiosa.

Este trabajo presenta una metodología basada en la transmisión de rayos gamma que ha sido montada en laboratorio, para identificar niveles e interfases en distintas secciones de

una columna de PVC de 2 metros y 11,5 cm. de diámetro interno rellena con material de diferente densidad (relleno efectivo 1,87 m, de arena y grava mediana, arcilla, grava gruesa, arena fina, aire y agua). Este relleno estuvo dentro de un tubo soporte de 16,5 cm a fin de verificar el funcionamiento de un medidor de nivel gamma en columnas de lecho de altura variable y de observar en tiempo real las variaciones de niveles e interfases de manera precisa.

El instrumental utilizado consistió en una fuente de Cs-137 de 10 μCi como parte del sistema de perfilaje fuente-detector (en este caso, detector de Centelleo de NaI), tal como se muestra en las Fig. 1 y 2, movido con un motor a pasos ($v = 6,6$ cm/s) y conectado a un sistema de adquisición de datos.

* Correspondencia autor: gmaghella@ipen.gob.pe

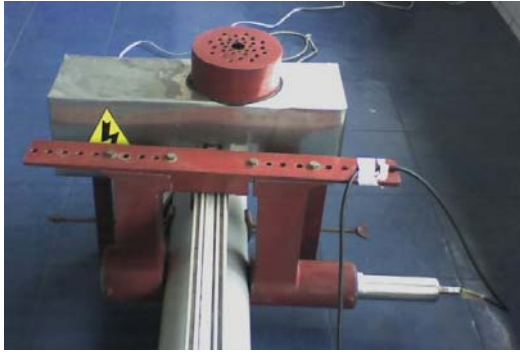


Figura 1. Disposición fuente detector.

El sistema estuvo dispuesto en una geometría tal que permitió realizar las mediciones de nivel en forma precisa.

2. Desarrollo experimental

2.1 Materiales y Equipos

- Sistema de adquisición de datos.
- Columna con diversos rellenos.
- Sistema de movimiento continuo horizontal Fuente-Detector (velocidad constante).
- Fuente de Cesio-137 de 10 uCi.
- Detector de centelleo.

2.2 Metodología

- Se preparó una columna de PVC con diversos rellenos de densidad diferente, llenándolos en compartimientos de volumen conocido de acuerdo con la Figura 2.
- Se centró la columna preparada y se instaló en el equipo de medición de Perfilaje de Laboratorio (Figura 3).
- Se realizaron dos perfilajes con diferentes tiempos de adquisición (2 mediciones/s y 5 mediciones/s).
- Se midió el background del sistema para cada medición.
- Se procedió a medir.
- Se procesaron los resultados.

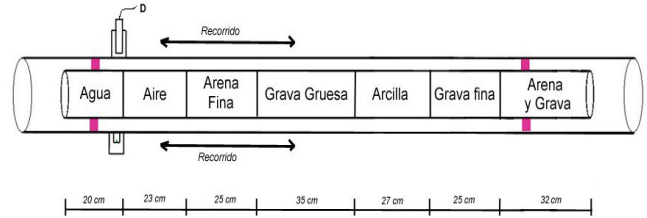


Figura 2. Distribución de los diferentes materiales dentro de la columna de PVC.



Figura 3. Columna evaluada con perfilaje gamma.

2.3 Tabla de datos y Resultados

Tabla 1. Resultados obtenidos del perfilaje de la columna con tiempo de adquisición de 2 mediciones/s (cada 0.5 segundos).

Fase	Material	Altura de la fase teórica (cm)	Cuentas /s	Altura de la fase práctica (cm)	Error %
1	Arena y grava mediana	32	134	27	15,63
2	Grava fina	25	130	26	4,00
3	Arcilla	27	162	31	14,81
4	Grava Gruesa	35	129	31	11,43
5	Arena fina	25	140	21	16,00
6	Aire	23	229	30	30,43
7	Agua	20	166	26	30,00
Total		187			17,47

Tabla 2. Resultados obtenidos del perfilaje de la columna con tiempo de adquisición de 5 mediciones/s (cada 0.2 segundos).

Fase	Material	Altura de la fase Teórica, cm	Cuentas /s	Altura de la fase exp. cm	Error %
1	Arena y grava mediana	32	134	29	9,38
2	Grava fina	25	130	24	4,00
3	Arcilla	27	162	24	11,11
4	Grava Gruesa	35	129	31	11,43
5	Arena fina	25	140	27	8,00
6	Aire	23	229	29	26,09
7	Agua	20	166	21	5,00
Total		187			10,71

En las Figuras 4 y 5 se muestran los perfilajes realizados a la columna en dos condiciones: a 2 mediciones/segundo y a 5 mediciones /segundo.

3. Resultados y Discusión

Del perfilaje realizado a la columna en las 02 condiciones dadas, se observa lo siguiente:

- Se obtienen altos conteos en las zonas del lecho que contiene material con densidades menores. Por ejemplo, en la Tabla 1, en la zona del aire, se obtienen valores de conteo de 229 c/s, mientras que en la zona de grava gruesa (mayor densidad) se obtienen valores de conteo de 129 c/s. La definición de la interfase en la primera condición (c/0.5 segundos) conlleva a un error del 17,47%; esto debido a que no se obtiene mucha información al no ser más precisa la lectura por segundo, considerando la velocidad del motor (6,6 cm/s).

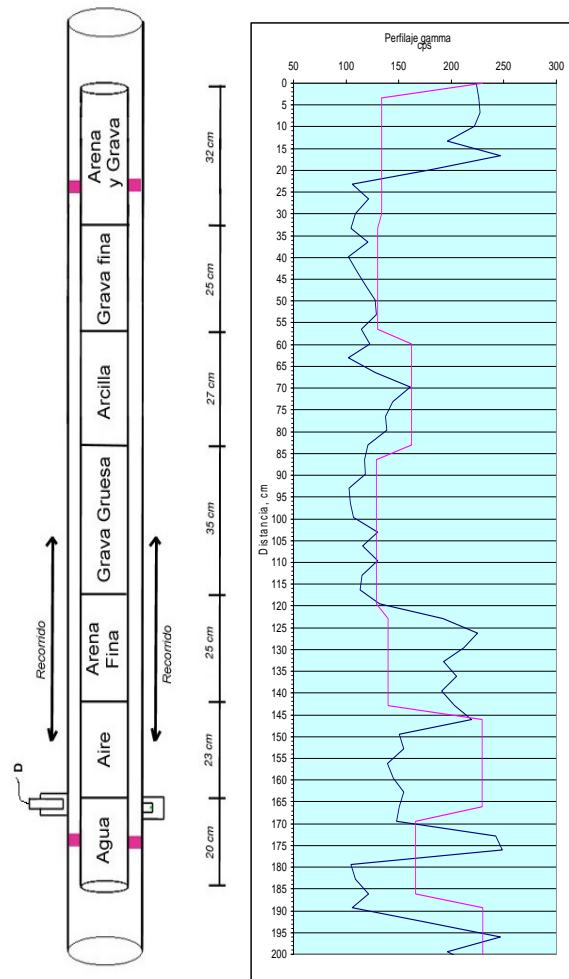


Figura 4. Esquema del perfilaje gamma a la columna (1ra. Condición: 2 mediciones / segundo).

Cabe mencionar que la línea morada en las Figuras 4 y 5, indica el valor promedio del conteo en cada zona del lecho, obtenido con el sistema fuente-detector ubicado en el punto central de cada zona.

- En la segunda condición (c/0,2 segundos) tal como se observa en la Figura 5, se obtiene un perfil mucho más detallado, observándose que la línea morada (valor promedio) podría superponerse fácilmente sobre el perfil obtenido, considerando que se tienen 5 mediciones por segundo, lo que brinda más información del perfilaje en cada zona del lecho en estudio, motivando que la interfase se defina con más claridad, presentándose un error en establecer el punto exacto de la interfase en relación al teórico de 10,71%.

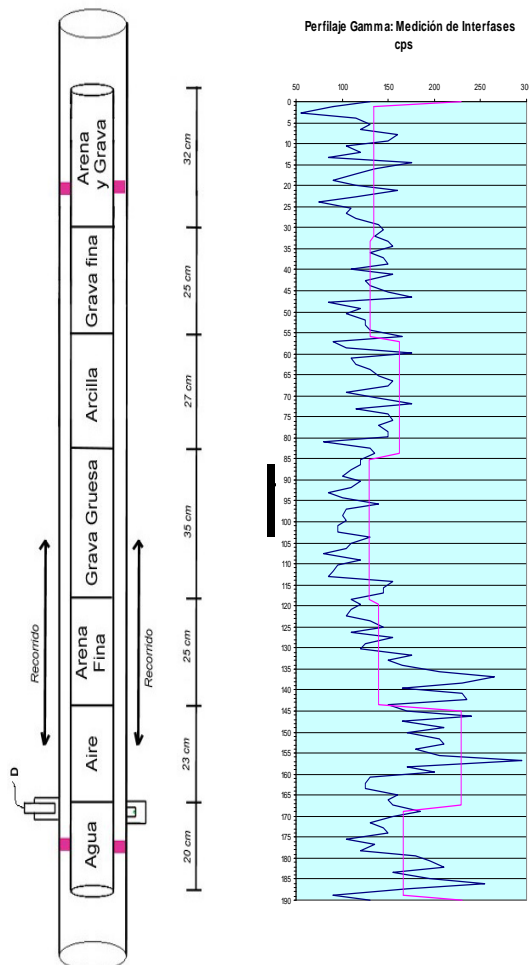


Figura 5. Esquema del perfilaje gamma a la columna (2da. Condición: 5 mediciones/segundo).

4. Conclusiones

- El perfilaje gamma permite identificar gradientes de densidad que se presentan dentro de columnas con diferente tipo de lecho.

- Es posible establecer interfases de diferente tipo de rellenos presentes dentro de columnas con un mínimo porcentaje de error.

- El error obtenido al identificar la interfase en la primera condición (2 mediciones/segundo) fue de 17,47%, mientras que en la segunda condición (5 mediciones/segundo) fue de 10,71%.

- Se debe programar el sistema de medición de manera que se realicen una mayor cantidad de mediciones por segundo durante el perfilaje gamma, a fin de no perder información valiosa del medio estudiado.

- La diferencia entre los valores obtenidos durante el perfilaje con el sistema fuente-detector en movimiento y los valores obtenidos puntualmente en cada zona del lecho se deben principalmente a la no homogeneidad del relleno dentro del tubo, propiciando que existan intersticios que dejen pasar la radiación, sin un grado de compactación definido.

5. Bibliografía

- [1] Scott Vidrine. Radioisotope Technology - benefits & limitations in troubleshooting packed beds in vacuum distillation. Distillation Symposium [serie en Internet]. 2005. Disponible en URL: <http://1.1.1.1/855772480/872021680T090915142948.txt.binXMySM0dapplication/pdfXsysM0dhttp://kolmetz.com/pdf/Radioi-sotope-vacuum.pdf>
- [2] IAEA/AFRA. Radioisotope sealed source technology as applied to industry. December.