

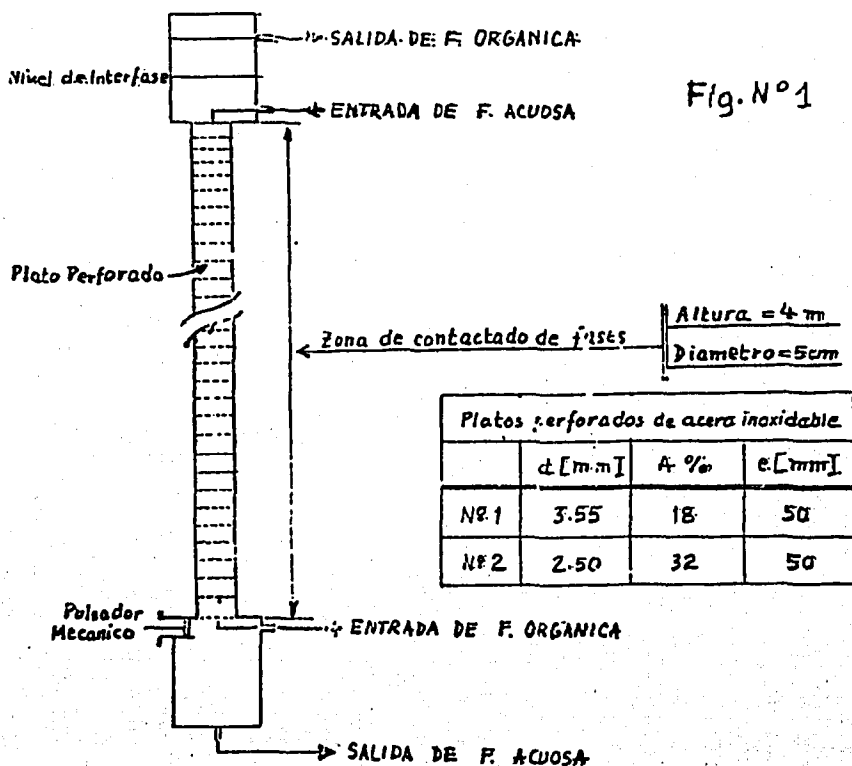
LIMITE DE CAPACIDAD EN COLUMNAS PULSADAS CON PLATOS PERFORADOS DE ACERO INOXIDABLE

E. Maset; E. Acosta; M. Di Piano; J. Maymó

Departamento Ingeniería de Plantas Químicas - Gerencia de Procesos Químicos - Comisión Nacional de Energía Atómica

Las columnas pulsadas son equipos de extracción líquido-líquido muy usadas en la industria nuclear debido a las ventajas que ofrecen frente a otros; especialmente en los procesos de reprocesamiento de elementos combustibles irradiados donde es importante minimizar el tiempo de residencia de la fase orgánica en el equipo para disminuir la radiólisis del solvente producida fundamentalmente por los productos de fisión.

Una columna pulsada consiste básicamente en una zona de contacto continuo de las fases, donde están dispuestos los platos perforados, y dos decantadores ubicados en los extremos del equipo para separar las fases antes de que éstas abandonen el mismo (Fig. N°1). Si la fase continua es la acuosa la interfase se fija en el decantador superior, si es la orgánica ésta es fijada en el decantador inferior. En el presente trabajo se contó con dos juegos de platos perforados de acero inoxidable y dada la importancia que tiene en el mojado de los mismos, la afinidad entre el material y la fase continua, se operó en todas las corridas experimentales con fase acuosa continua.



El objetivo del presente trabajo consiste en estudiar el comportamiento fluidodinámico (sin transferencia de masa) de una columna pulsada con el fin de establecer curvas de inundación bajo distintas condiciones operativas y estudiar la influencia de las principales variables del sistema. Estos datos son fundamentales para el diseño de columnas de distinta capacidad dado que la capacidad de inundación se expresa como la suma de flujos de ambas fases (suma de caudales/sección transversal de la columna en la zona de contacto de las fases).

Son muchas las variables que influyen en el comportamiento fluidodinámico de las columnas pulsadas, entre ellas se estudiaron las que se consideran de mayor importancia y son las siguientes:

- a) de Proceso : - Relación de caudales
- Acidez de la fase acuosa
- b) de Pulsación : - amplitud onda sinusoidal
- frecuencia
- c) de Geometría de plato: - Diámetro de performance
- Fracción de área libre

El sistema químico con que se llevaron a cabo las experiencias es: ácido nítrico-agua como fase acuosa continua y fosfato de tri n butilo (TBP)-Kerosene como fase orgánica dispersa. Las fases fueron equilibradas antes de realizar las corridas para evitar la transferencia de ácido nítrico.

El equipo con que se trabajó es una columna de 5 cm. de diámetro y 4 m. de altura en la zona de contacto de fases, totalmente de vidrio, salvo uniones, equipada íntegramente con pulsador mecánico, bombas dosificadoras y sistema de control de nivel. de interfase automático

En la Fig. N°2 se representa una curva de inundación característica dividida en las distintas zonas que representan cambios en el comportamiento fluidodinámico.

La zona de operación estable más conveniente para llevar a cabo ensayos de transferencia de masas es la de cuasiemulsión por presentar un tamaño de gota tal que aumenta considerablemente el área interfacial sin llegar a producir una acumulación excesiva de fase dispersa dentro del equipo. Si se aumenta el producto amplitud x frecuencia la aglutinación de fase dispersa produce inversión de fases y operación no confiable. A mayor energía de pulsación se produce la inundación del equipo formándose una segunda interfase impidiendo que cada fase pueda salir por el extremo opuesto al que ingresa.

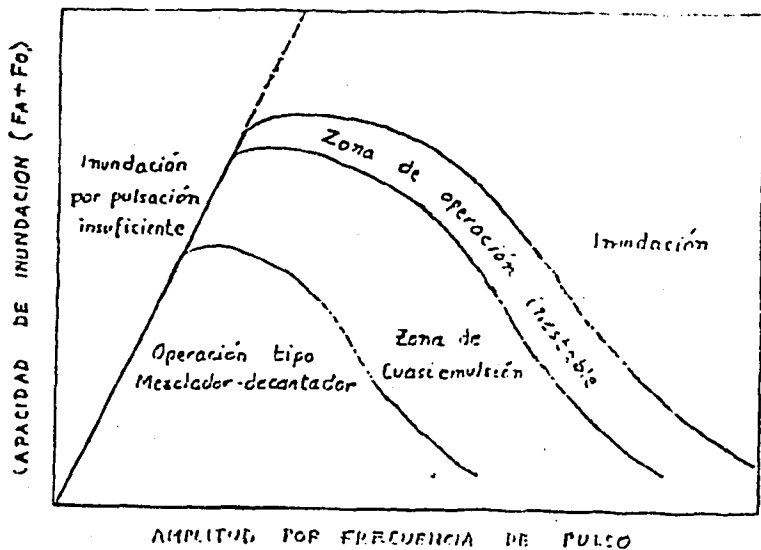
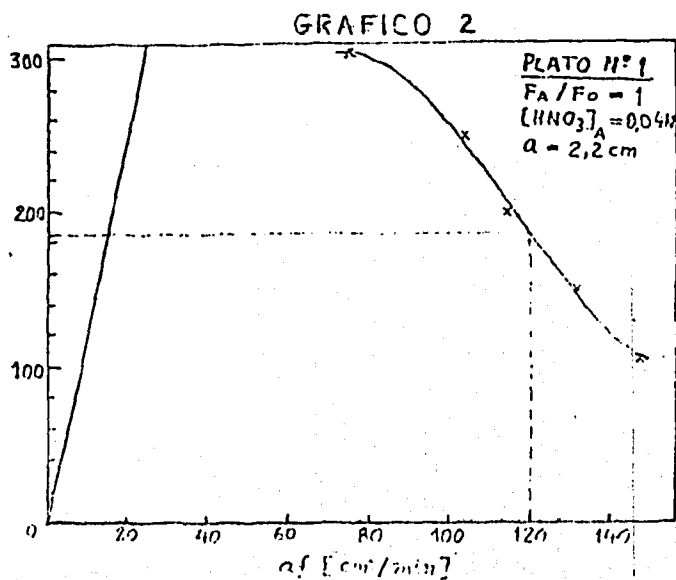
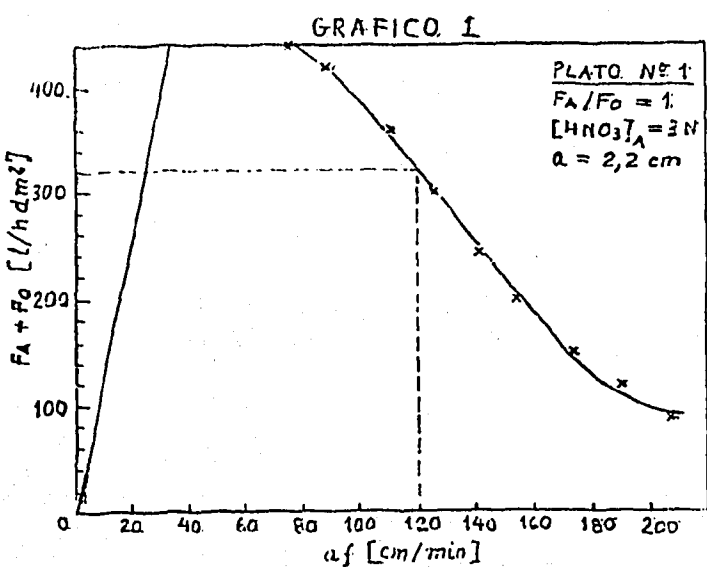


Fig. N° 2

En el presente trabajo se determinaron curvas de "límite de inestabilidad".

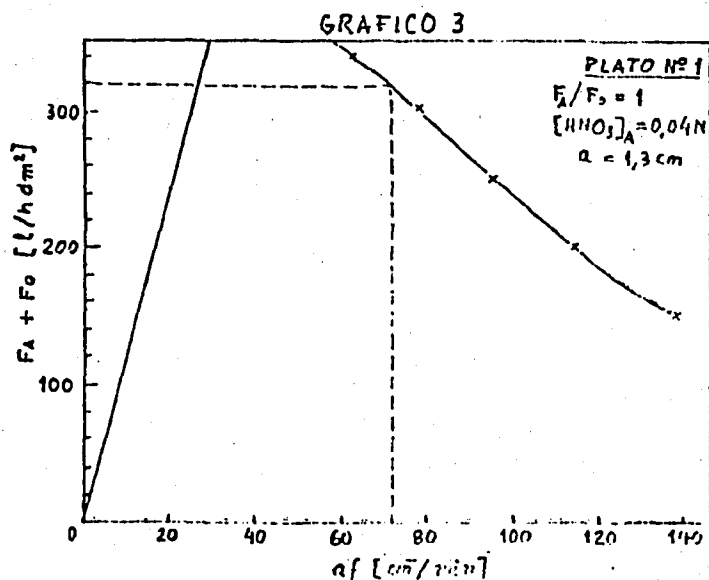
Las curvas experimentales se presentan de a pares para efectuar la comparación visual e interpretar la influencia de cada variable en estudio.

En los dos primeros gráficos se compara la capacidad de inundación que se obtiene con el mismo plato (N°1) variando únicamente la acidez de la fase acuosa.

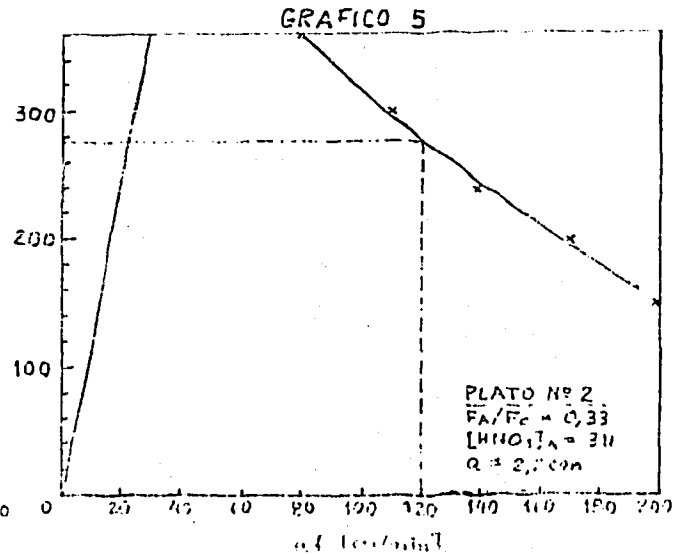
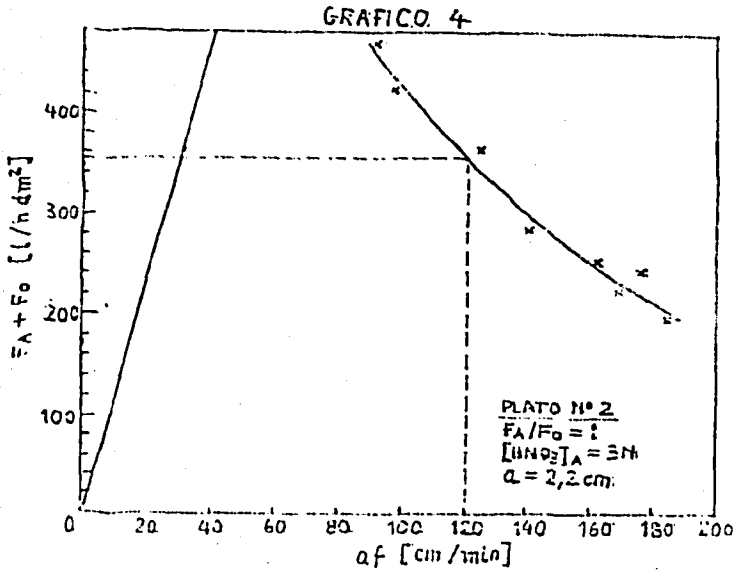


Se observa que en el gráfico N°2 la capacidad que se obtiene con menor acidez, para un mismo producto de amplitud por frecuencia (ej. 120 cm/min) es notablemente menor. Esto se debe a que como la acidez facilita la coalescencia, a menor acidez la velocidad de coalescencia disminuye, aumentando la acumulación de fase dispersa al punto tal de disminuir la capacidad de la columna.

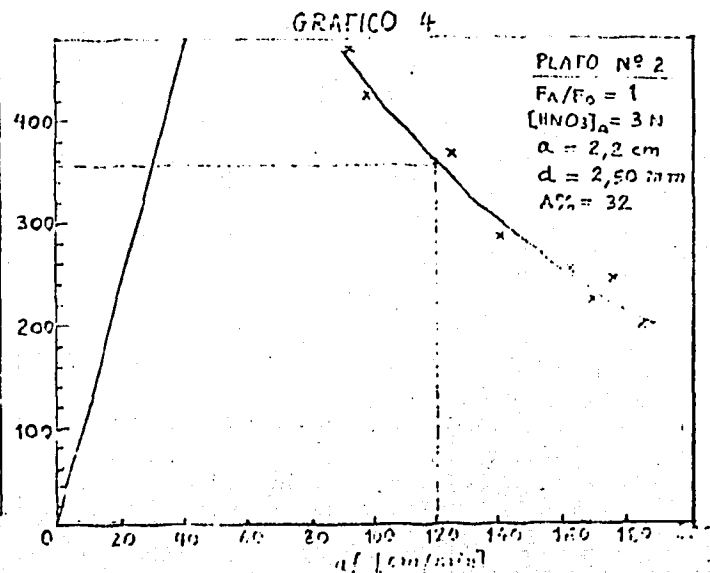
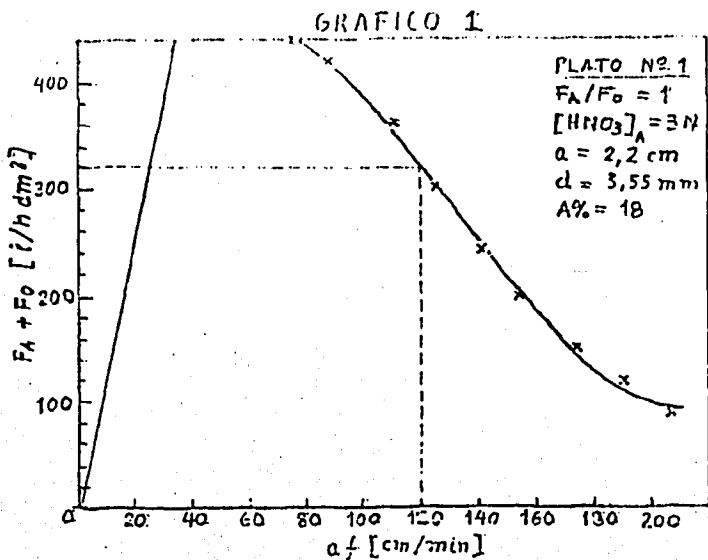
Por lo expuesto anteriormente se pensó que no era conveniente entregar tanta energía de agitación para un sistema de baja acidez, por lo tanto se llevó a cabo una serie de corridas en las mismas condiciones del gráfico N°2, con el mismo tipo de plato, pero con una amplitud de pulsación menor, esta vez de 1,3 cm. Para comparar en base al mismo ejemplo de 120 cm/min de producto, se despeja de éste la frecuencia, que tiene un valor de 54,5 ciclos/min., y se le multiplica por la amplitud de 1,3 cm. del gráfico N°3, resultando en un producto de pulsación equivalente de 70,9 cm/min. Con este valor se comprueba en el gráfico N°3, que para una misma frecuencia, se obtiene mayor capacidad de inundación con menor amplitud de pulsación.



Con el plato N°2 se realizaron ensayos de inundación con la misma acidez y amplitud, pero distinta relación de caudales. Las curvas obtenidas se pueden apreciar en los gráficos N°4 y 5. Como era de suponer, cuando se reduce el caudal de la fase continua ($F_A/F_o = 0,33$, en el gráfico N°5), la capacidad de inundación disminuye.



Por último se compararon los resultados obtenidos con ambos platos bajo las mismas condiciones (gráficos N° 1 y 4). Se puede observar que, si bien el diámetro de perforación del plato N° 1 es mayor que el del N° 2, la capacidad obtenida en el segundo es más alta, dado que éste tiene un área libre mucho más grande (32%) que evidentemente incluye en mayor medida en el aumento de la capacidad de inundación.

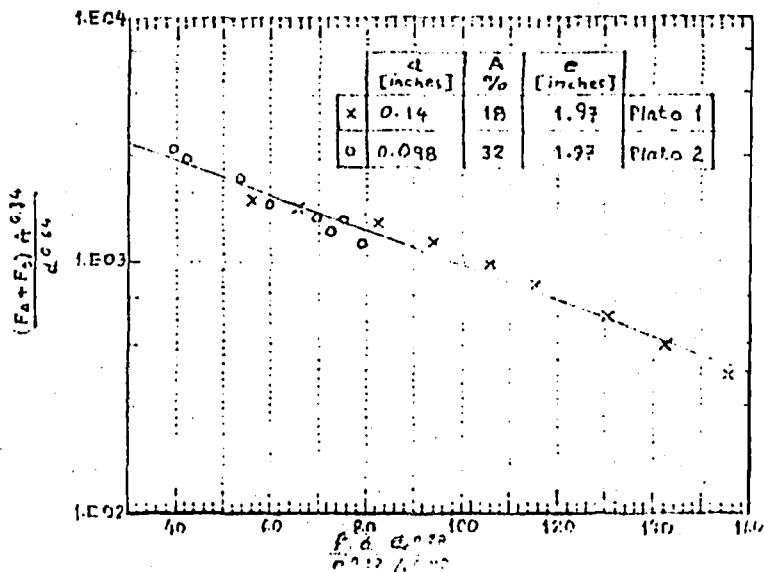


Los resultados representados en los gráficos N° 1 y 4 fueron volcados a la correlación empírica de W.H. Swift

Esta correlación relaciona las variables de geometría de plato y de pulsación y se expresa así:

$$\log \frac{(F_1 + F_0) A^{0,34}}{d^{0,64}} = C_1 - C_2 \frac{f a d^{0,28}}{e^{0,32} A^{0,82}}$$

Esta expresión es válida para valores constantes de F_1/F_0 . Las constantes C_1 y C_2 son función de las propiedades físico-químicas del sistema.



Se puede observar que la desviación respecto del ajuste lineal es mínima. Con la aplicación de esta correlación, para cualquier sistema químico dado, solamente son necesarias dos corridas experimentales para determinar la curva de inundación sobre un amplio rango de condiciones.

NOMENCLATURA

- a: Amplitud de pulso (cm)
f: frecuencia de pulsos (ciclos/min)
d: diámetro de perforación (mm)
A: área libre (%)
e: espaciado entre platos (mm)
F_a: flujo de fase acuosa (l/h dm²)
F_o: flujo de fase orgánica (l/h dm²)

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Limiting flow Capacity in solvent extraction puls columns
W.A. Swift, HW-33953
- Tributyl phosphate solvent extraction column design,
D.R. Olander. Ind. and Eng. Chemistry, Vol. 52 N°1, Jan 1963.
- Solvent extraction equipment evaluation study, R.G. Geier, L.
M. Browne, BNW1 2186.
- Pulse column in nuclear fuel reprocessing, M.G. Baillie,
AAEC/1-50.
- Correlation of pulsed columns flooding data, ORNL 3830.
- Programa de desarrollo de columnas pulsadas de platos per-
forados para extracción líquido-líquido. Primera etapa,
E. Acosta. E. Maset, M.A. di Piano, PQ/IPQ In 169.