

SIMULACION DE PROCESOS DE LIXIVIACION

CESAR GONZALEZ SABOGAL
Profesor Titular
Departamento Ing. Química
Universidad Industrial de Santander

EDUARDO PABON SANCHEZ
Estudiante último semestre de Ing. Química
Universidad Industrial de Santander

INTRODUCCION

Con la disponibilidad de los computadores veloces y a un bajo costo, ha hecho posible la creación de programas que permiten soluciones rápidas a casos complejos que se presentan en el campo de las Operaciones Unitarias.

El presente trabajo muestra un paquete de programas de computador para la solución de diversos tipos de situaciones en el área de la Lixiviación o Extracción Sólido-Líquido.

El programa maneja aquellos métodos de cálculo que tradicionalmente se vienen ejecutando en los cursos regulares a saber:

- Operaciones en Corriente Directa.
- Operaciones en Contracorriente.
- Métodos gráficos y de etapa por etapa.
- Operaciones con retención constante o variable.

Para emprender el manejo de sistemas computarizados es necesario saber efectuar las soluciones con recursos manuales, a continuación se indicarán algunas de estas soluciones y posteriormente se hará la presentación del programa sistematizado para algunos casos.

CONTACTO MULTIPLE EN CONTRACORRIENTE

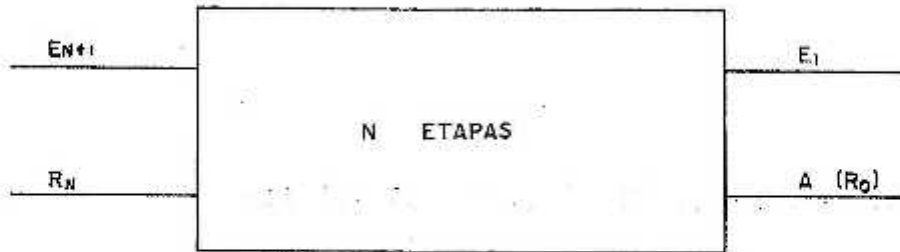


FIGURA 1

Balance alrededor de toda la instalación
Balance global:

$$A + E_{N+1} = M = E_1 + R_N \quad (1)$$

Balance parcial:

$$A \cdot X_A + E_{N+1} \cdot Y_{N+1} = M \cdot X_M = E_1 \cdot Y_1 + R_N \cdot X_N \quad (2)$$

Para trabajar en un diagrama triangular como el que se muestra en la figura 2, es necesario conseguir la coordenada de la mezcla M, la cual se obtiene resolviendo las dos ecuaciones anteriores para dar la expresión

$$X_M = \frac{A \cdot X_A + E_{N+1} \cdot Y_{N+1}}{A + E_{N+1}} \quad (3)$$

La mezcla M se encuentra en la recta AE_{N+1} , y ésta a su vez se dividirá en dos soluciones a saber: el Extracto E_1 y el Refinado R_N , los cuales se encuentran en línea recta.

Cada una de las corrientes que entran y salen de la batería de extracción deben caracterizarse para ser luego ubicadas en su totalidad sobre el diagrama.

En caso de no disponer de la información suficiente para conocer en detalle cada una de estas corrientes se debe recurrir a un procedimiento de prueba y error el cual permite completar los datos faltantes y de esa forma definir completamente el sistema.

Para la solución del sistema se requiere disponer de un punto auxiliar (POLO P), que se basa en el empleo de un mezclador ficticio a cada lado del sistema como se muestra en la Figura 3.

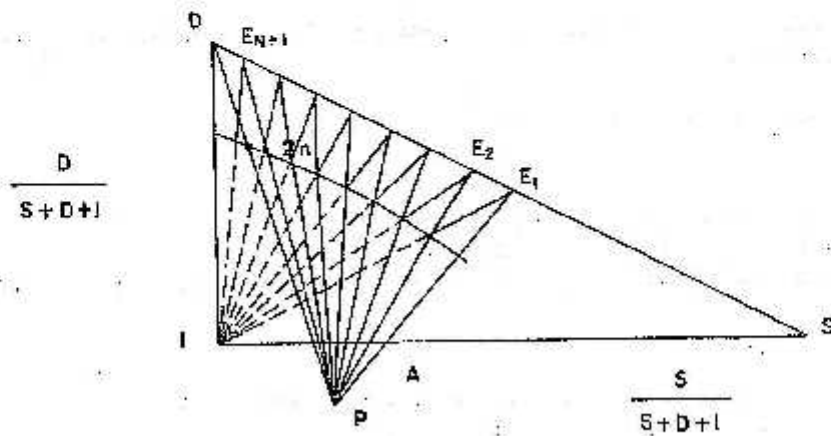


FIGURA 2

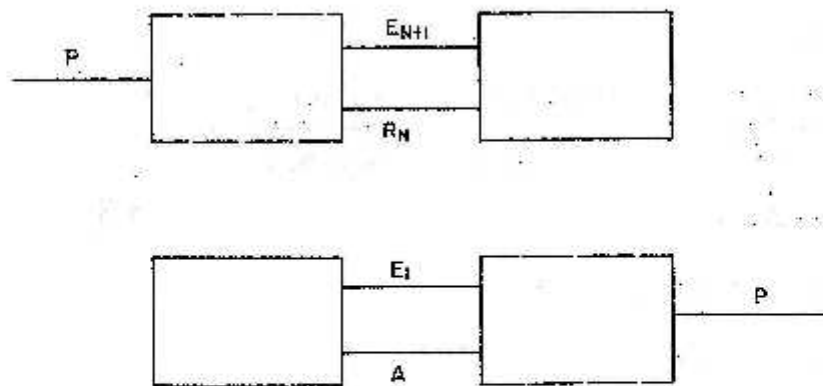


FIGURA 3

Mediante el empleo de balances de materia alrededor del mezclador se consigue que:

$$P = A - E_1 \quad (4)$$

$$P = R_N - E_{N+1} \quad (5)$$

Las ecuaciones 4 y 5 tienen un punto común P el cual es el punto de corte de las rectas AE_1 y $R_N E_{N+1}$. Todas las rectas que vayan al polo P son líneas de operación.

La solución gráfica será ya fácil pues solo basta mediante una línea de reparto conseguir el refinado R_1 que está en equilibrio con el extracto E_1 .

Las líneas se siguen trazando intercaladamente así:

- Con R_1 se va el polo y en la prolongación estará E_2 (Línea de operación).
- Con E_2 se obtiene el refinado R_2 en equilibrio con E_2 (Línea de reparto).
- El proceso se continúa intercalando líneas de operación y de reparto hasta alcanzar las condiciones del refinado agotado.

Finalmente se efectúan los balances que hubiesen faltado para conseguir las composiciones y valores máxicos de las diversas corrientes involucradas en la operación.

CARACTERISTICAS DEL PROGRAMA

El programa ha sido elaborado en TURBO PASCAL versión 5.0, en microcomputador con tarjeta graficadora HERCULES.

OPERACIONES QUE MANEJA. - El programa ha sido confeccionado para manejar las siguientes situaciones, las cuales son alternativas que se seleccionan en el menú correspondiente:

- RETENCION.-

- Constante expresada como masa de solución/ masa de inerte.
- Constante expresada como masa de disolvente/ masa de inerte.
- Variable expresada como masa de solución/ masa de inerte.

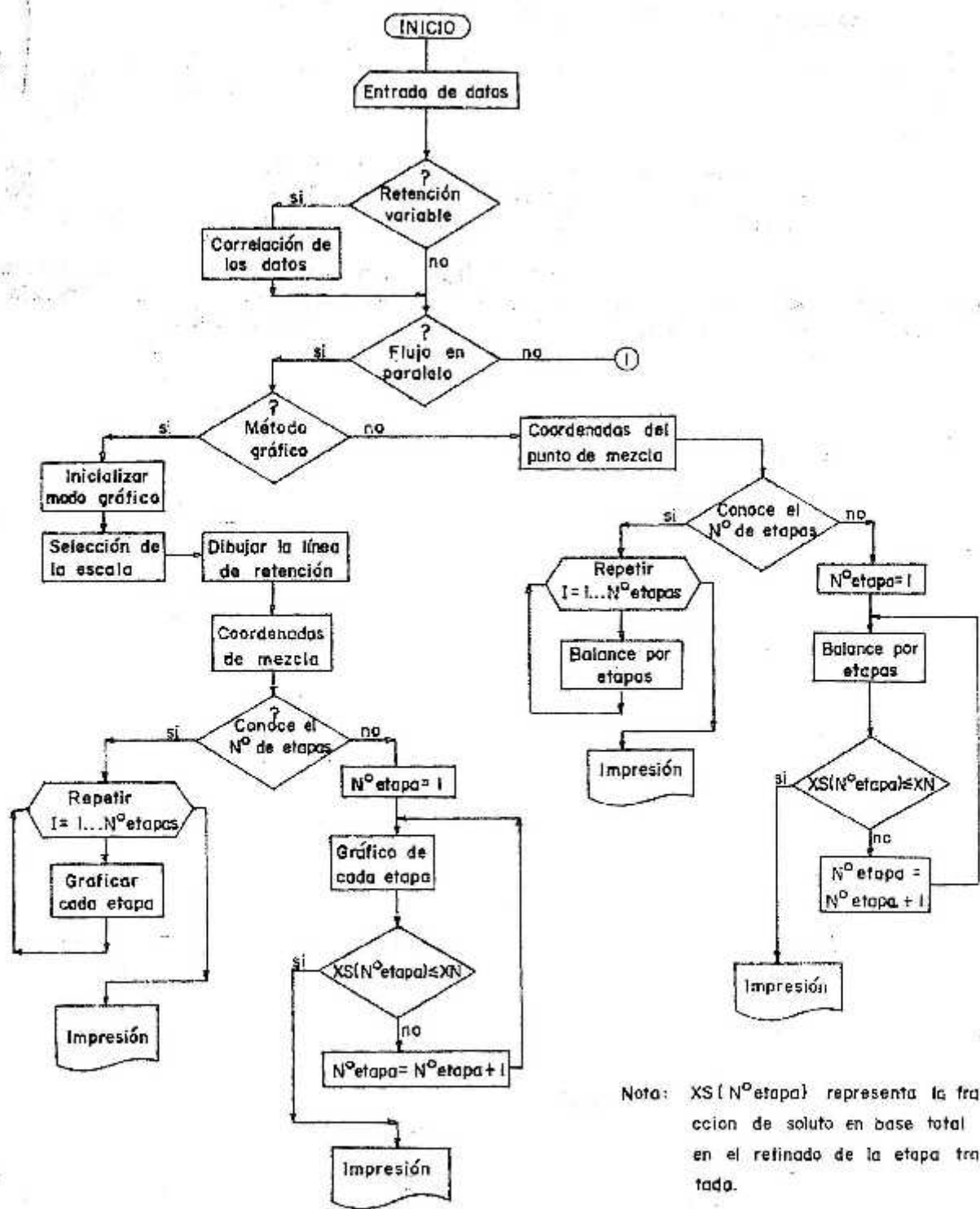
- FORMA DE OPERAR.-

- Flujo en corriente directa.
- Flujo en contracorriente.

- METODO DE CALCULO.-

- Método gráfico en triángulo rectángulo.
- Cálculo riguroso etapa por etapa.
- Método simplificado de McCabe-Smith.

ENTRADA DE DATOS. - La información sobre la composición de las corrientes conocidas se hace a través del



Nota: $XS(N^{\circ}etapa)$ representa la fracción de soluto en base total en el refinado de la etapa tratada.

FIGURA 4. Diagrama de flujo para un programa de lixiviación.

teclado, teniendo en cuenta que las fracciones son en base a la masa total de la corriente.

Los datos sobre la retención también se ingresa por pantalla lo mismo que la masa de disolvente que vaya a utilizar el cual puede, si es el caso, expresarse como una razón de la cantidad mínima necesaria para poder ejecutar la operación en estudio.

Debido a lo extenso del programa, les presentamos el diagrama de flujo y quien esté interesado en mayor información puede dirigirse a los autores en el Departamento de Ingeniería Química de la Facultad de Ciencias Físico-Químicas de la Universidad Industrial de Santander, que con agrado les suministrare que con agrado les suministra.

EJEMPLO. - El aceite de bacalao se extraerá a partir de hígado granulado de bacalao en un extractor con agitador, que opera en flujo continuo en contracorriente, utilizando éter puro como disolvente. El análisis de los hígados indica que tienen 0,32 kg de aceite / kg de hígado libre de aceite (24,24% de aceite). Se desea recuperar en el extracto el 95% del aceite presente en los hígados empleando 0,331 kg de éter.

Calcular:

- El número de unidades teóricas de extracción.
- La composición y masa del Extracto y Refinados

Los datos de la retención son los que se muestran en la tabla 1

TABLA 1

kg aceite										
kg solución										
kg solución	0,0	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,72	
kg híg. pur	0,19	0,23	0,26	0,31	0,37	0,45	0,56	0,67	0,74	

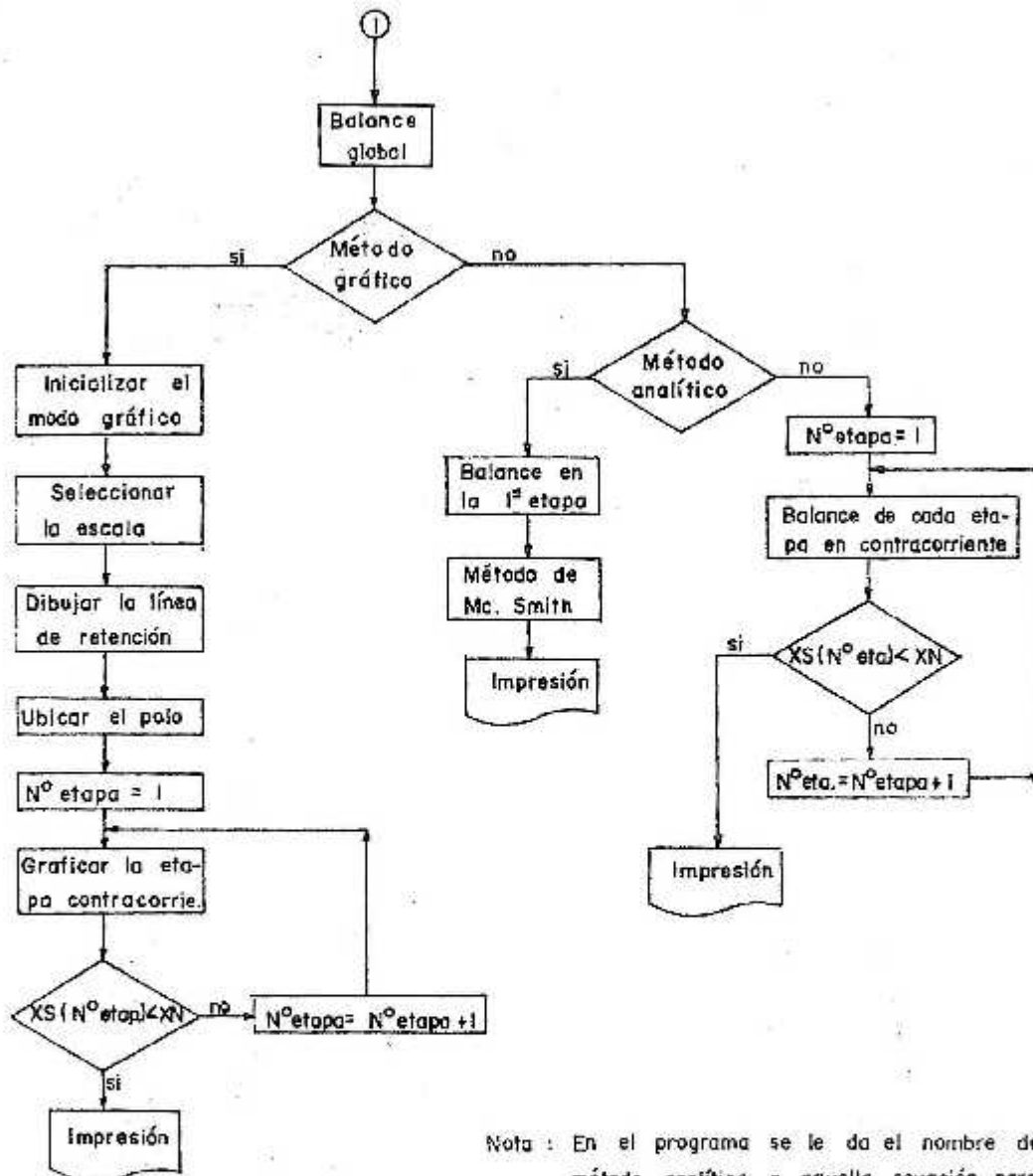
SOLUCION

- **GRAFICA.** - Como resultado al correr el programa se consiguen los resultados mostrados en la figura 5, es decir, son necesarias 7 etapas teóricas.

Las masas y composiciones se dan en la tabla 2

TABLA 2.- Balance Global

	REFINADO FINAL	EXTRACTO FINAL
Masa total (kg)	1,217	0,484
fracción de aceite	0,013	0,701
fracción de éter	0,165	0,299



Nota : En el programa se le da el nombre de método analítico a aquella ecuación para estimar el N° etapas en una forma rápida: (Ecuación de Mc.Smith)

FIGURA 4. Continuación

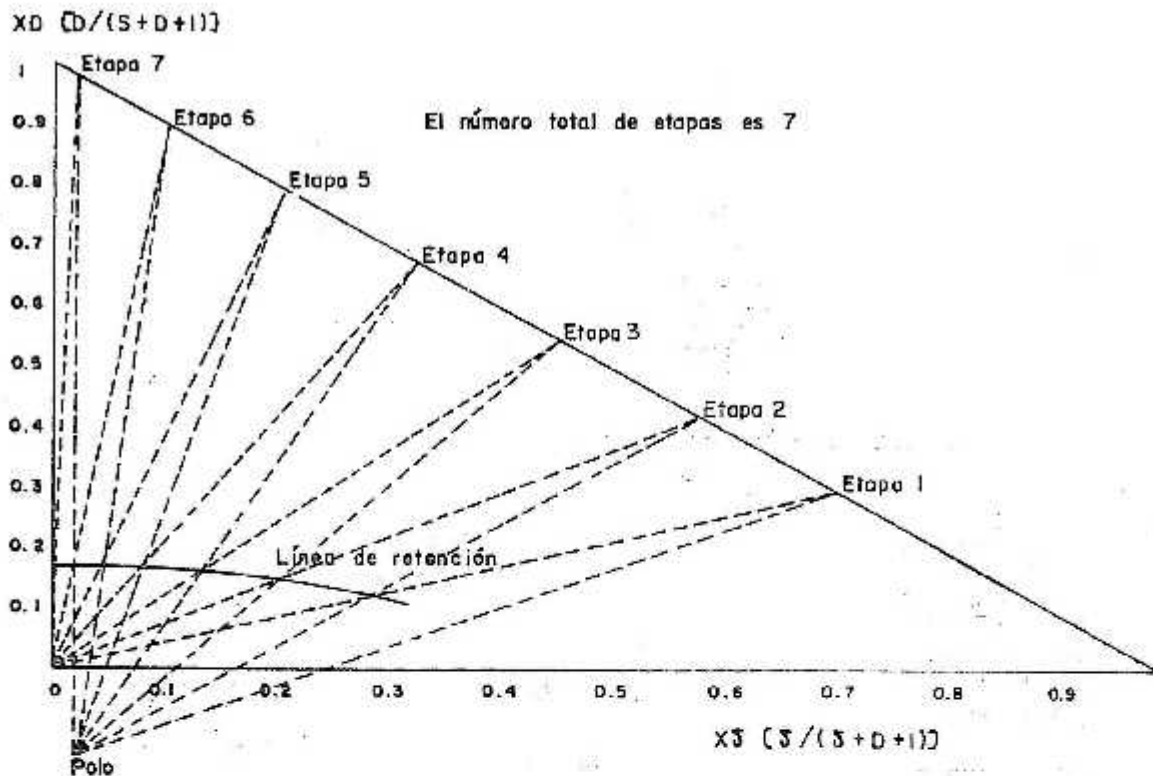


FIGURA 5. Flujo en contracorriente.

- ETAPA POR ETAPA. Los resultados de esta solución se muestran en la tabla 3

TABLA 3.- Resultados finales

Etapa	Refinado	Xs	Xd	Extracto	Ys	Yd
1	1.678	0.283	0.121	0.434	0.701	0.299
2	1.531	0.201	0.146	0.792	0.580	0.420
3	1.412	0.132	0.160	0.645	0.452	0.548
4	1.324	0.079	0.165	0.526	0.324	0.676
5	1.264	0.042	0.166	0.438	0.203	0.797
6	1.225	0.018	0.166	0.378	0.100	0.900
7	1.201	0.003	0.164	0.339	0.019	0.981

LAS ETAPAS QUE REQUIERE LA OPERACION SON 7.

BIBLIOGRAFIA.

GONZALEZ SABOGAL CESAR, Lixiviación, UIS, 1985