

## TAREA N° 2

(Fecha de Entrega: 10 de Septiembre en secretaría docente)

### DISEÑO DE UN PROCESO DE LIXIVIACIÓN EN PILAS

#### LIXIVIACIÓN EN PILAS

##### Pruebas de cinética en columnas

###### - DESCRIPCIÓN DEL EXPERIMENTO

Se efectúa una lixiviación en columna de un mineral que contiene crisocola ( $\text{CuSiO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) y atacamita ( $\text{Cu}_2(\text{OH})_3\text{Cl}$ ), cuya ley total de cobre es de 1.2% y su densidad total aparente igual a  $1.7 \text{ t/m}^3$  (densidad de mineral apilado).

Las dimensiones de la columna son: 2 m de alto y 10 cm de diámetro. La tasa de riego del mineral con solución ácida (por la parte superior de la columna) es constante e igual a  $15.89 \text{ l/h-m}^2$ , siendo el contenido de ácido ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) de ésta igual a 16 gpl. Por la parte inferior se obtiene una solución a la cual se le analiza por cobre y ácido en distintos instantes de tiempo.

###### - RESULTADOS DEL EXPERIMENTO

En la tabla N° 1 se presentan los resultados de recuperación de cobre y el consumo de ácido en el tiempo. El valor presentado como '*Rec. Cobre*' corresponde al valor de la recuperación acumulada de cobre y el valor que se presenta como '*Consumo de ácido*' corresponde al consumo de ácido en el intervalo de tiempo correspondiente.

#### Cálculos a desarrollar

##### • Cálculos Generales

1. A partir de la recuperación acumulada de cobre calcular la concentración de cobre en cada intervalo de tiempo y la concentración de cobre acumulada en la solución de salida.
2. Calcular el consumo de ácido acumulado en gramos.
3. Calcular el consumo de ácido *marginal* por *libra* adicional de cobre producida (es decir, el consumo por intervalo de tiempo).
4. Si se tiene que el precio del ácido es de  $40 \text{ US\$}/\text{t}$  de ácido y el costo de tratar una libra de cobre adicional en SX y EW es de  $0.15 \text{ US\$}/\text{lb}$ , considerando un precio del cobre de  $0.80 \text{ US\$}/\text{lb}$  en 1996 y de  $2.90 \text{ US\$}/\text{lb}$  en 2008, determinar el tiempo de lixiviación que maximiza las utilidades y la recuperación de cobre asociada en ambos períodos. Comente la incidencia del aumento del precio del cobre en los ingresos relacionados con su producción, considerando los cambios que han sufrido los procesos con el fin de obtener estas rentabilidades (tiempos de operación, recuperación, etc.).

- **Dimensionamiento de pilas de lixiviación**

Con los valores de recuperación de cobre, tiempo de lixiviación, tasa de riego, altura de columna, densidad aparente del mineral y ley de cobre de la etapa anterior (para el precio actual del cobre), determine para una producción de 36 500 toneladas por año de cobre:

5. La producción diaria de mineral.
6. Las dimensiones de una pila dinámica capaz de solventar la producción señalada (asuma largo igual a dos veces el ancho).
7. El flujo de solución requerido para llevar a cabo el proceso con esta pila (en  $l/día$ ).
8. ¿Cuál es la concentración de cobre que se envía a SX?
9. ¿Cómo cambian sus resultados si la pila dinámica dimensionada en la parte 6 es dividida en dos pilas de la mitad del área de ésta de manera que la solución riega a la primera de ellas y luego riego la segunda (proceso visto en El Soldado)? ¿Cómo modifica esto a la concentración de cobre que se envía a SX? (Aumenta o disminuye)

**Tabla N° 1. Resultados de la prueba en columna**

Tiempo [días]	Rec Cobre [%/100]	Consumo de ácido [g]
0.044	0.001	4.13
0.1	0.003	4.80
0.6	0.016	16.87
1.6	0.218	53.59
2.232	0.286	84.38
3.6	0.451	102.87
4	0.503	108.47
5	0.568	106.22
6	0.613	95.90
9	0.752	70.37
11	0.802	62.60
12	0.826	58.51
14	0.846	54.16
16	0.873	48.52
18	0.883	49.19
20	0.891	46.92
22	0.893	42.68
24	0.894	40.92
26	0.895	38.39
28	0.896	38.12
30	0.898	39.45
32	0.899	35.79
35	0.900	34.20

\*La tarea debe ser entregada en formato Word, con las fórmulas y cálculos realizados, además enviar un archivo excel con los cálculos a [dsinuella@ing.uchile.cl](mailto:dsinuella@ing.uchile.cl))