

## ALTERNATIVA PARA EL RETRATAMIENTO DE COLAS DE LA CONCENTRACION GRAVIMETRICA DE MENAS ALUVIALES DE ORO

AGUSTIN CARDENAS R.

Carrera de Ingeniería Metalúrgica, Universidad Técnica de Oruro, Casilla 200, Oruro-Bolivia

**RESUMEN:** El elevado peso específico del oro facilita la separación de los minerales asociados mediante la concentración gravimétrica, con tal que esté apropiadamente liberado y no sea más fino que 30 micrones. Sin embargo, en la mayoría de los yacimientos aluviales las recuperaciones del oro no superan ni siquiera el 40%, principalmente por el hecho de tener una buena cantidad de oro fino, el cual no responde al proceso gravimétrico empleado y es descartado junto con las colas. Este material si bien no es rico, tampoco deja de ser espectable para ser reprocesado, por cuanto la estabilidad en cuanto al precio de este metal y los nuevos procesos desarrollados en los últimos años permiten procesar menas auríferas con muy bajos contenidos.

Existen muchas alternativas para poder recuperar el oro fino que se pierde en las colas de los procesos gravimétricos, entre los más importantes podemos citar: los procesos de flotación y cianuración en sus diferentes modalidades. En el presente trabajo se hace un análisis de la factibilidad técnico-económica del proceso de lixiviación en pilas usando cianuro como agente lixivante como una alternativa para el retratamiento de las colas de procesos gravimétricos, en virtud a que el autor ha realizado muchos trabajos de investigación con diferentes materiales y en casi todos se han conseguido resultados satisfactorios.

**ABSTRACT:** The high specific gravity of gold facilitates separation from the associated minerals by gravity concentration provided it is properly liberated and not finer than about 30 microns.

Nevertheless, the total recovery in this case is not higher than 50% because a large amount of fine particles are lost in the tailings. There are many processes like a flotation and cyanidation which we can use in order to increase the recovery.

After to run some column percolation leach test and based on the good results the author suggest the heap leaching process as an alternative to retreat the gold tailings from alluvial gold placers.

### INTRODUCCION

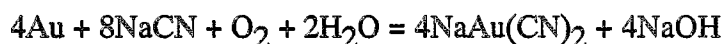
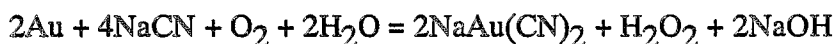
Dentro el procesamiento del oro, la concentración gravimétrica sigue vigente aún con ciertas limitaciones como ser la imposibilidad de recuperar partículas finas, las cuales son depositadas junto con las colas del proceso. Una alternativa para poder reprocesar este

material resulta ser la lixiviación en pilas, la cual tiene bastante aplicación en el mundo (Mc Quiston, 1981), toda vez que los costos de inversión y operación son bajos.

A nivel laboratorio resulta fácil simular un proceso de lixiviación en pilas, empleando para ello columnas de percolación las cuales proporcionan bastante información sobre una mena en particular. Después de haber estudiado todos los parámetros más importantes que intervienen dentro de este proceso, en el presente trabajo se han realizado pruebas de lixiviación por percolación en columnas a objeto de conocer las posibilidades técnicas de extracción del oro a partir de colas aluviales. En función de los resultados a obtenerse y de la experiencia adquirida en este tipo de operaciones, es posible predecir lo que pueda ocurrir a escala industrial.

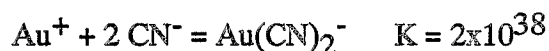
### PRINCIPIOS TERMODINAMICOS Y CINETICOS

Las reacciones principales que se llevan a cabo en el lecho de la pila de lixiviación son las siguientes:



Según muchos investigadores (Adamson, 1972; Mc Quiston, 1981; Van Zil, 1988) la primera ecuación sería la que disuelve la mayor parte del oro y la segunda el resto.

Las soluciones de cianuro son fuertemente acomplejantes del ión metálico Au, formando complejos de gran estabilidad a temperatura ambiente, como se anota a continuación:



Los diagramas de equilibrio Eh-pH (Adamson, 1972) permiten analizar mejor la estabilidad de los complejos de oro, para ver la posibilidad de lixiviar con soluciones de cianuro.

Habashi (1986) desarrolló la ecuación cinética del proceso aplicando el criterio de Nernst, de considerar una capa de solución (capa límite) junto a la superficie del metal a través de la cual las sustancias reaccionantes se difunden, y basándose en la ley de Fick obtuvo la siguiente expresión:

$$d(\text{Au})/dt = \frac{2 A D_{\text{CN}^-} D_{\text{O}_2} (\text{CN}^-)(\text{O}_2)}{d (D_{\text{CN}^-}(\text{CN}^-) + 4D_{\text{O}_2} (\text{O}_2))}$$

donde:  $d(\text{Au})/dt$  = velocidad de disolución del oro (mg/s).  
 $A$  = área de la partícula ( $\text{cm}^2$ ).  
 $D_{\text{CN}^-}$  y  $D_{\text{O}_2}$  = coeficientes de difusión del  $\text{CN}^-$  y  $\text{O}_2$  respectivamente.  
 $(\text{CN}^-)$  y  $(\text{O}_2)$  = concentración de  $\text{CN}^-$  y  $\text{O}_2$  respectivamente (gn mol/l).  
 $\delta$  = espesor de la capa límite (cm).

Esta expresión permite analizar la variación de la velocidad de disolución del oro en función de las concentraciones de cianuro y oxígeno de la solución.

## PARAMETROS DE OPERACION Y PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

Dentro la lixiviación en pilas intervienen muchos parámetros de operación, entre ellos podemos señalar:

- concentración de cianuro.
- concentración de oxígeno.
- grado de trituración de la mena.
- caudal específico de riego.
- alcalinidad de la solución.
- temperatura de la solución.
- altura de la pila de lixiviación.
- tiempo de lixiviación.

Todos ellos fueron simulados a nivel laboratorio y se determinaron las mejores condiciones de trabajo.

Para la ejecución de las pruebas se han usado muestras de colas de canaletas del sector de Tipuani (La Paz), tipo arenisca (cuarzo silicatos) y que corresponden a menas aluviales con tenores promedios de 0.9 g Au/t.

Se realizaron dos tipos de pruebas con el material tal como se recibió (- 14 ), lixiviación por agitación y por percolación en columnas, las primeras para ver la máxima extracción posible con el tipo de mena en particular y las últimas en la expectativa de emplear más adelante la lixiviación en pilas a escala industrial.

## RESULTADOS EXPERIMENTALES

Las pruebas de lixiviación por agitación a temperatura ambiente permiten obtener extracciones de oro entre 80 a 90%, para un tiempo de lixiviación de 48 horas, con un consumo promedio de 0.5 Kg NaCN/t de mena bajo las siguientes condiciones:

Tamaño de partícula	-14 mallas
Concentración de NaCN	0.5 g/l
pH de la solución	10 a 11
Relación de sólidos	25%
Velocidad de agitación	600 rpm

En función a estos resultados se ejecutaron las pruebas de lixiviación en columnas, los valores de extracción de oro en este caso están entre 60 y 65%, bajo las siguientes condiciones de operación:

Tamaño de partícula	-14 mallas
---------------------	------------

Concentración de NaCN	0.5 g/l
pH de la solución	10 a 11
Caudal de riego	0.2 l/min/m
Temperatura ambiente	15°C aprox.
Tiempo de lixiviación	20 días
Consumo de cianuro	0.25 Kg/t

Los resultados conseguidos son muy buenos y permiten predecir éxito en caso de implementar plantas a escala industrial, puesto que, producto de la experiencia se puede considerar un factor de escalamiento de 0.85 para este caso, lo que implica que los índices de extracción todavía pueden considerarse expectables.

### CONCLUSIONES

A partir de los resultados conseguidos y de su correspondiente análisis, se puede decir que es totalmente factible la lixiviación del oro. Para ello se tendría que usar plataformas permanentes, aprovechando la topografía del lugar, sin existir riesgo de contaminación, puesto que en este proceso todas las soluciones siguen un circuito cerrado.

Para la recuperación del oro a partir de las soluciones enriquecidas, el autor propone el empleo de carbón activado (en lugar de sementación) seguido de una electrodeposición, por cuanto este proceso ofrece muchas ventajas, principalmente de tipo económico.

En la actualidad el costo de operación de este proceso es relativamente bajo y eso permite hacer inversiones en Plantas Modulares (móviles) que son fáciles de adquirir y manejar.

### REFERENCIAS

- ADAMSON R. 1973. Gold Metallurgy in South Africa. Cape Town, Chamber of Mines of South Africa.
- HABASHI F. 1986. Some Aspects of Extractive Metallurgy. Precious Metals Symposium at the Technical University of Oruro-Bolivia.
- MCQUISTON F.W. 1981. Gold and Silver Cyanidation Plant Practice. Vol.1 and 2, SME-AIME, N.York.
- VAN ZIL. 1988. Introduction to Evaluation, Design and Operation of Precious Metal Heap Leaching Projects. SME, Co.