

03.68.17

1 1968

SEPARATA DE
"INDUSTRIA Y QUIMICA" - Vol. 26 N° 1 - 1968

ENSAYOS EN ESCALA PLANTA PILOTO SOBRE
PROCESAMIENTO HIDROMETALURGICO DE
LOS MINERALES CUPRO-URANIFEROS DEL
DISTRITO "MALARGÜE"

Dr. J. M. García Bourg, Ing. R. Costarelli e Ing. R. A. Obermann

SEPARATA DE
"INDUSTRIA Y QUIMICA" - Vol. 26 N° 1 - 1968

ENSAYOS EN ESCALA PLANTA PILOTO SOBRE
PROCESAMIENTO HIDROMETALURGICO DE
LOS MINERALES CUPRO-URANIFEROS DEL
DISTRITO "MALARGÜE"

Dr. J. M. García Bourg, Ing. R. Costarelli e Ing. R. A. Obermann

ENSAYOS EN ESCALA PILOTO SOBRE EL PROCESAMIENTO HIDROMETALURGICO DE MINERALES DEL DISTRITO CUPRO-URANIFERO "MALARGUE".

J. M. GARCIA BOURG (*), R. COSTARELLI (*)
y R. A. OBERMANN (*)

* Comisión Nacional de Energía Atómica.

Once the final flow-sheet for the processing of the Malargüe copper-uranium ore (based on laboratory scale tests) was adopted it was considered necessary in order to confirm the data quoted above, to perform pilot plant scale experiments.

In this paper the advantages and disadvantages in the performance of all or part of the flow sheet steps in pilot plant scale are discussed. Based on considerations both of technical and methodological nature, it was decided to test on pilot plant scale solely the steps of milling, flotation, roasting and acid leaching. Special attention to reagent consumption at this last step was given, because of its strong incidence in the economics of the global process.

A description of the pilot plant scale experiences on the acid leaching of uranium from the Malargüe ore is presented.

An operations diagram of the different steps required for the performance of this study is also presented.

From this study—of the "prognostic type", according to F. WHITNEY—it was possible to predict the behaviour of this ore, which later facilitated the design of the Malargüe Plant.

The conclusions reached in this paper are the following:

- 1) The performance of the test and the results obtained allowed to confirm the feasibility of the project.
- 2) The experience gained in the pilot plant scale test helped in the design of the full scale mill.
- 3) After the full scale plant (know as the Malargüe mill) was built and put into operation with a treatment capacity of more 100 tons of more per day, the results shown in this paper were confirmed in actual production scale.

I. INTRODUCCION

De acuerdo con las directivas impartidas por las autoridades de la Comisión Nacional de Energía Atómica, se iniciaron los estudios en escala de laboratorio tendientes a determinar las condiciones óptimas de procesamiento de los minerales del distrito cuprouranífero de Malargüe, Prov. de Mendoza¹.

En tal sentido se ensayaron cuatro esquemas distintos de procesamiento de estos minerales (ver cuadro I), de acuerdo con las sugerencias hechas oportunamente por los expertos, ingenieros Pierre Sugier y Angelo Sialino, del Commissariat à l'Energie Atomique (Francia).

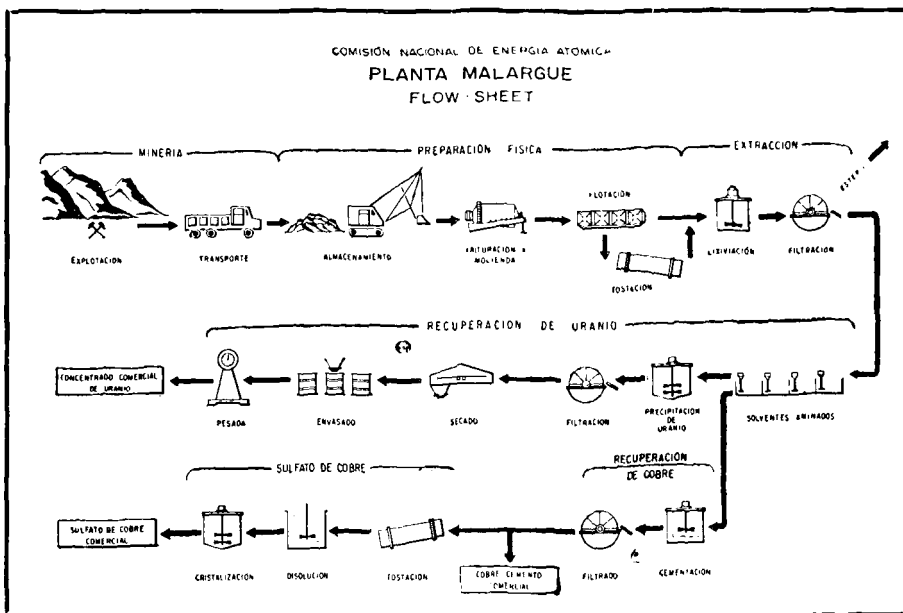
Una vez determinado el flow-sheet definitivo de procesamiento de los minerales citados mediante estos estudios, realizados en escala de laboratorio, se presentó la disyuntiva de la realización, o no, de ensayos en escala de planta piloto tendientes a dar un mayor grado de certeza a los resultados obtenidos hasta ese momento.

Dada la complejidad del tema, se estima pertinente presentar algunas de las principales facetas del problema.

Las opiniones ortodoxas de la metodología científica indican la necesidad del estudio en sucesivas escalas intermedias. Así, con carácter general, Pérez Amuchástegui² afirma: "El método de investigación consiste, en todo saber, en formularse teorías hasta que, por sucesivos retoques y adecuaciones, la coherencia lógica coincida con la coherencia empírica". Y en terreno ya francamente tecnológico, Vilbrandt y Dryden³ dicen: "El deseo fundamental consiste en operar la planta piloto con la seguridad de que todos los riesgos, tanto técnicos como económicos, han sido llevados a un mínimo en la planta comercial y, de preferencia, que han sido eliminados".

Parece innecesario destacar que esta posición es la ideal y la más cómoda para el grupo responsable de un proyecto industrial de este tipo. Pero claro está, esto será válido sólo en el caso de que dicho proyecto soporte el elevado costo de un estudio completo como el que se discute. Precisamente por ello es que Vilbrandt y Dryden, también afirman: "Se tiene el concepto de que una fuerza de ingenieros bien entrenados, con experiencia y datos de ingeniería química de planta piloto disponibles de otros procesos, es capaz de traducir los datos de laboratorio en información para la práctica de la planta y evitar así el retraso que supone esperar a la terminación del estudio en planta piloto. Este es un procedimiento razonable cuando un proceso nuevo es similar en muchos aspectos a un proceso de fabricación ya establecido y en el cual los datos de operación son ya suficientes".

Ante la situación expuesta, se resolvió en su momento optar por la solución que se estima la más recomendable, es decir, ensayar en mayor escala las etapas de molienda, flotación, tostación y lixiviación ácida, prestando especial atención al consumo de reactivos en esta última fase, dada la fuerte incidencia de dicho rubro en el balance económico del proceso total. Supletoriamente, se buscó



comprobar el comportamiento del mineral en distintas escalas, a fin de obtener así una información adicional que permitiera una más segura extrapolación a la escala industrial de la nueva planta.

II. ANTECEDENTES

Como se señaló en el punto anterior, se inició el estudio con ensayos comparativos sobre cuatro posibles flow-sheet, de entre los cuales se adoptó el II (ver cuadro 1) por aplicación de balances económicos a partir de los resultados obtenidos en escala de laboratorio.

A. 'Flow-Sheet'

Ante la necesidad de recuperar el cobre contenido en estos minerales para reducir los costos de explotación del uranio, se incluyeron en el circuito de tratamiento las etapas de flotación y tostación de los concentrados de cobre, con el objeto de aumentar los rendimientos y, además, bajar los costos de su extracción. Por este arbitrio se tuesta aproximadamente el 80 % del cobre total, con el tratamiento térmico de sólo un 14 % del mineral entrado en planta. El beneficio de este proceder proviene de que el cobre se encuentra como sulfuro en el mineral, y en tal estado resultaría refractario al ataque ácido a que debe ser sometido para su normal procesamiento, lográndose paralelamente la eliminación

de la mayor parte de la materia bituminosa.

Finalmente, conviene señalar que, con el sistema propuesto de ataque y preataque, se obtiene el siguiente beneficio: al neutralizarse el material ingresante aprovechando la acidez remanente (pH:0,4) de los líquidos de 'ataque', se produce una considerable economía en el consumo de ácido sulfúrico y, a la vez, quedan acondicionados los líquidos portantes para entrar en el circuito de solventes aminados⁴.

B. Equipos empleados

Para la experiencia de lixiviación ácida de la mezcla de minerales en estudio, en escala Planta Piloto, se dispusieron los equipos de manera tal que el ensayo fuese una repetición, en mayor escala, de lo ya realizado en laboratorio.

Si bien las condiciones ideales de esta prueba hubieran sido las de reproducir el circuito que luego se emplearía en planta industrial, por lo discutido en el punto I se vio la conveniencia de no llegar a tal extremo y, por tanto, se adecuaron en lo posible las características del ensayo a las facilidades con que se contaba en ese momento.

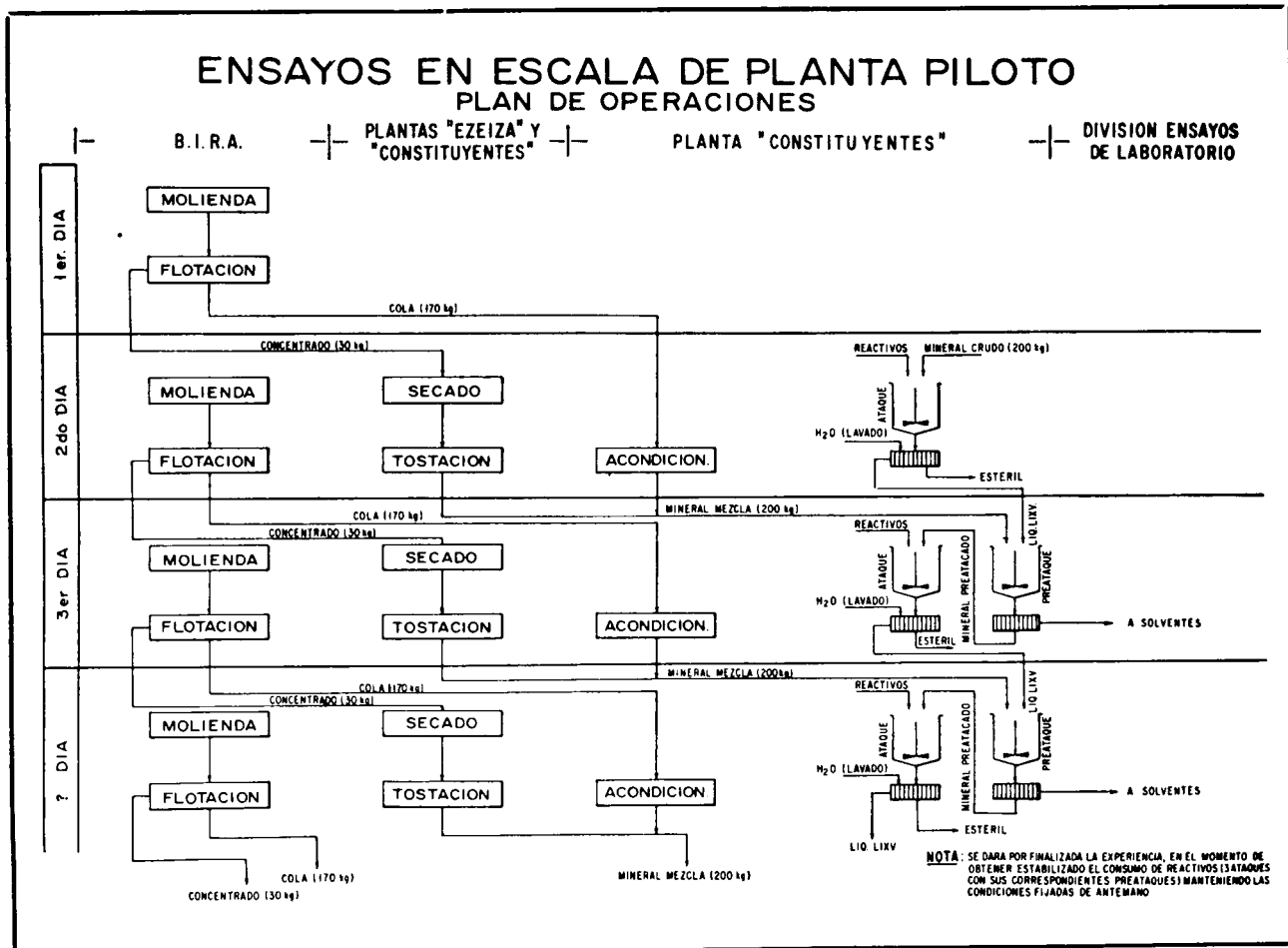
El equipo empleado en los ensayos constó de: un reactor químico con su correspondiente dispositivo para la agitación mecánica, para mantener en suspensión, durante el ataque y preataque, el mineral en proceso (las capacidades

de estos reactores son de aproximadamente 350 litros); un filtro a vacío tipo 'Nutchá' (con un diámetro de 1,48 m), y un horno tipo 'Herreshoff', construido a tal efecto, destinado a la tostación de los concentrados de flotación.

C. Programación de los ensayos

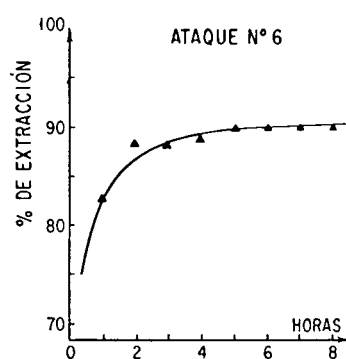
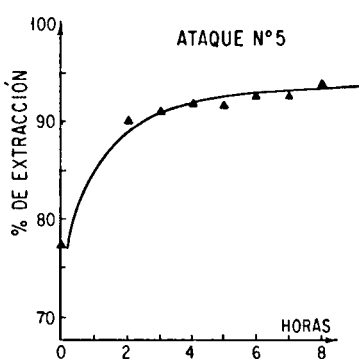
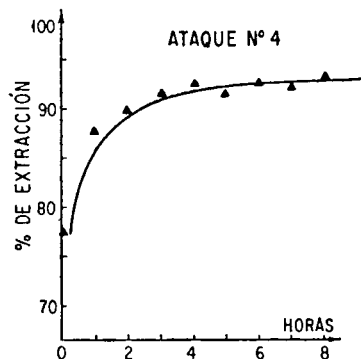
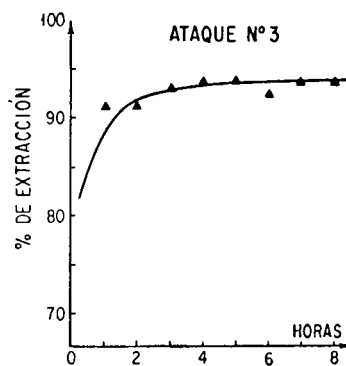
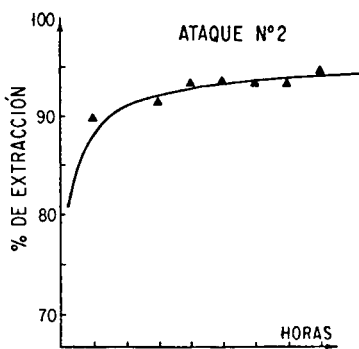
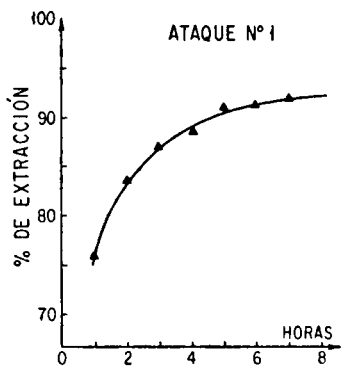
Para no construir una instalación Piloto completa, por las razones anteriormente apuntadas, se apeló al recurso de elaborar un 'plan de operaciones' escalonadas (ver Cuadro N° 2) que permitiese desarrollar las distintas etapas del proceso en forma coherente, a pesar de encontrarse los equipos distribuidos en distintas dependencias. Los resultados de este tipo de organización de ensayos fueron altamente satisfactorios, y es oportuno destacar que, a partir de este estudio, se pudo diseñar, en su momento, la instalación industrial denominada Planta Malargüe (Malargüe, Provincia de Mendoza) con una capacidad de tratamiento superior a las 100 toneladas de mineral por día.

Se estima que los datos presentados en el Cuadro del 'Plan de operaciones', son suficientemente explícitos como para extenderse en comentarios separadamente. Sólo se desea aclarar que el objetivo de este 'plan' consistió en llegar a estado de régimen estacionario, para tomar de allí los principales datos requeridos en esta investigación 'tipo pronóstico'⁵.

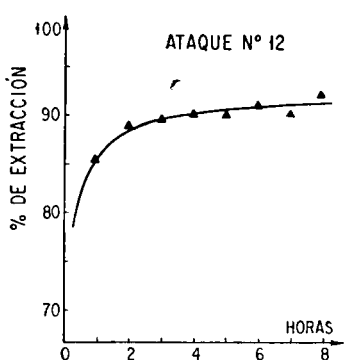
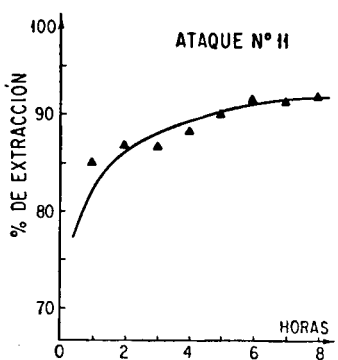
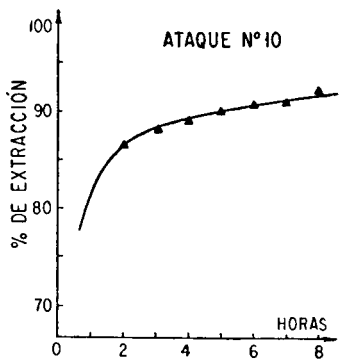
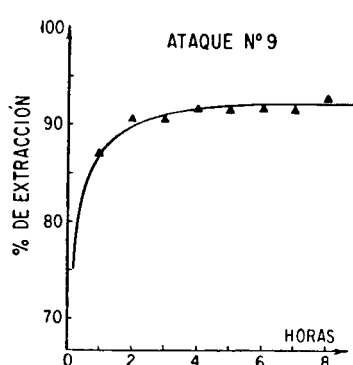
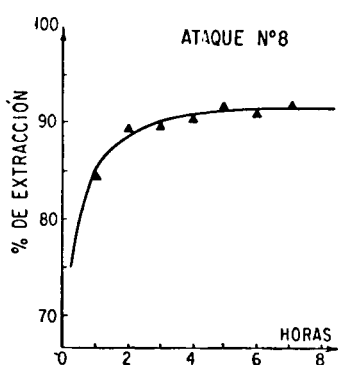
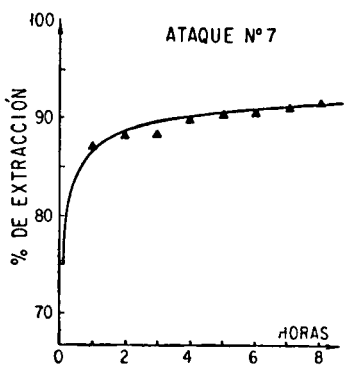


Cuadro 2

EXTRACCIÓN DE URANIO EN FUNCIÓN DEL TIEMPO DE ATAQUE



Cuadro N° 3 b



III. BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS EXPERIENCIAS

A. Condiciones de Operación

Para la realización de este estudio se adoptaron las siguientes condiciones de operación en la etapa de lixiviación:

Tiempo de ataque 8 horas
 Temperatura de lixiviación 35-40°C
 Relación de pulpa S/L: 1/1
 Granulometría ... —35 mallas: 95 % y
 —150 mallas: 50 %
 pH final ~ 0,4
 f.e.m. —700 mV
 Peso mineral atacado ... 150 kg/operación
 Agua lavado 125 l/operación
 Tiempo de preataque ... 1 a 2 hs (según pH final)
 Tipo de agitación Mecánica

B. Muestra empleada

La muestra empleada para estos ensayos fue obtenida por medio de un cuarteo realizado sobre mineral proveniente de los Yacimientos "Cerro Huemul" y "Agua Botada" (20 toneladas de cada yacimiento), mezclado en relación 25 % y 75 % respectivamente.

C. Volumen de la Operación

En los 13 días de operación se utilizaron 2.630 kg de mineral 'mezcla' para satisfacer las necesidades previstas para estos ensayos. En la lixiviación ácida se emplearon 1.800 kg, obteniéndose 2.650 litros de líquidos de lixiviación.

El volumen de las pulpas procesadas por ensayo fue de unos 210 y 320 litros en los ataques y preataques, respectivamente.

D. Resultados obtenidos

En el momento de la realización del presente estudio se hizo una estimación comparativa de los valores a recuperar en uranio y cobre, con el siguiente resultado:

$$1 \text{ punto de recuperación de U} = 4 \text{ puntos de Cu}$$

Esto evidenció la necesidad de dirigir especialmente la atención al beneficio del primer metal.

En el Gráfico 3 se representan los resultados obtenidos para la extracción de uranio en función del tiempo de ataque, en las condiciones fijadas en el punto III A.

En resumen, se puede decir que con un consumo de unos 115 kg de SO_2H_2 y 4 kg de MnO_2 (puro) por tonelada de mineral tratado, en las condiciones anteriormente descritas, se obtuvo una recuperación del orden de 92 % en uranio.

IV. CONCLUSIONES

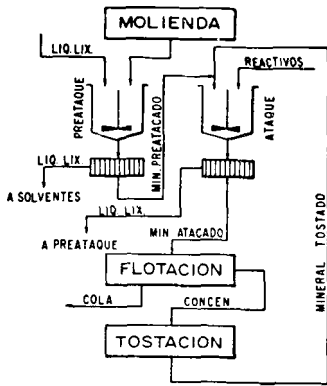
- 1) La marcha de los ensayos y los resultados obtenidos permitieron confirmar la factibilidad del proyecto.
- 2) La experiencia recogida de los ensayos en escala piloto facilitó el diseño de la planta industrial.
- 3) Una vez construida la instalación industrial —denominada Planta Malarгүйe, cuya capacidad de tratamiento supera a las 100 toneladas de mineral por día— fueron confirmados los resultados apuntados en este estudio.

BIBLIOGRAFIA

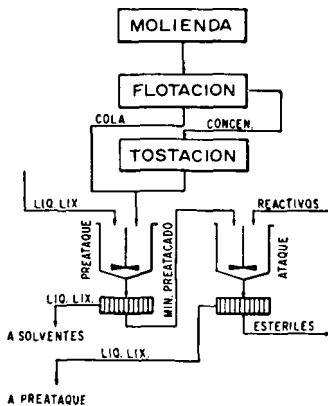
1. Stipančić, P. N. et al.: "Anteproyecto de una Planta para procesar el mineral cupro-uranífero de Huemul-Agua Botada (Prov. de Mendoza). Comisión Nacional Energía Atómica, Geia. Materias Primas, 1962.
2. Pérez Amuchástegui, A. J.: "Humanismo, Filosofía e Historia". Actas de las Segundas Jornadas Universitarias de Humanidades, Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, 1964.
3. Vilbrandt y Drayden: "Ingeniería química del diseño de Plantas Industriales". Editorial Grijalbo S. A., México, 1963.
4. García Bourg, J. M.: "Extracción selectiva de uranio por solventes aminados". Primeras Jornadas Latinoamericanas en Mineralurgia, Universidad de Concepción, Concepción, Chile, 1966.
5. Whitney, F.: "Elementos de investigación". Ediciones Omega, Barcelona, 1963.

ESQUEMAS PROPUESTOS PARA TRATAMIENTO DE LOS MINERALES DE LOS YACIMIENTOS "CERRO HUEMUL" Y "AGUA BOTADA"

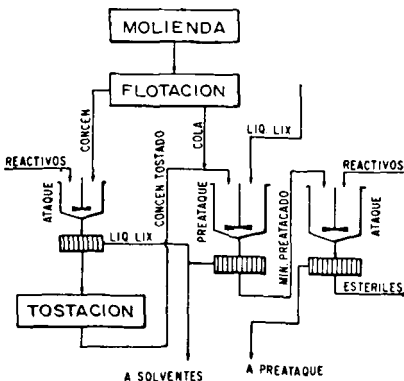
I



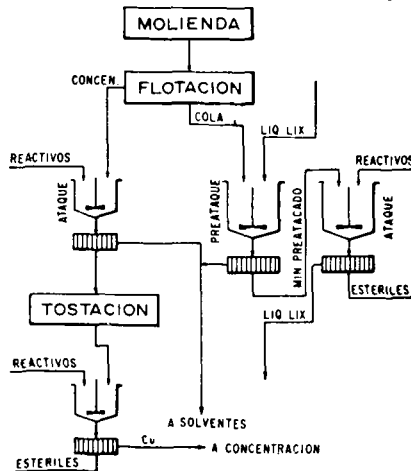
II



III



IV



Cuadro 1