AUXINI

INVESTIGACION APLICADA

PROCEDIMIENTO PARA EL BENEFICIO INTEGRAL DE MINERALES PIRITICOS	
Título: Lixiviación clorhídrica de pirrotita.	
Paquete núm.: 2.2 **Actividad:** 2	
Fecha: 7 enero 1985	**Documento núm.:** 11

Autor	L. Alonso y F. Toribio
Supervisor	
Jefe Proyecto	F.Fernández

Distribuido a:

5 ejemplares ENADIMSA (PNAMPM), Sr. Riaño
1 " Dirección Departamento
1 " Jefe Proyecto
1 " Documento de trabajo

50087

LIXIVIACION CLORHIDRICA DE PIRROTITA

0. INTRODUCCION

El beneficio de sulfuros complejos, según el esquema previsto, consiste, básicamente, en la destilación del azufre lábil de la pirita y posterior lixiviación de la pirrotita obtenida en medio ácido. Como consecuencia de los resultados obtenidos en la experimentación realizada previamente, los ensayos se limitarán al empleo de la vía clorhídrica.

En el presente documento se recoge la experimentación realizada con diversos tipos de pirrotita, obtenidos a partir de mineral de Sotiel. La experimentación aquí recogida tiene como objetivos determinar las condiciones operativas que permitan:

- Obtener los máximos rendimientos en el proceso de lixiviación
- Acondicionar la lejía de lixiviación para su empleo en los siguientes procesos.
- Separación del cinc lixiviado
- Separación del plomo lixiviado

I N D I C E

	Págs.
0. Introducción	1
1. Lixiviación de pirrotita	
1.1. Lixiviación de varios tipos de pirrotita	2
1.2. Influencia de la cantidad de ácido	4
1.3. Influencia del tiempo de contacto	6
1.4. Influencia del grado de molienda	6
1.5. Lixiviación bajo presión de sulfhídrico	9
1.6. Lavado de los resíduos de lixiviación ..	12
1.7. Conclusiones	15.
2. Precipitación de cinc	
2.1. Influencia de la presión de SH_2, acidez libre y cloruros	16
3. Neutralización	18
4. Cementación de plomo	
4.1. Cinética de la reacción de cementación	22
4.2. Rendimiento de cementación y consumo de cinc	22
APENDICE A-1	
APENDICE A-2	

1. LIXIVIACION DE PIRROTITA

1.1. Lixiviación de varios tipos de pirrotita

Dado que, en el esquema global propuesto, existe la posibilidad de utilizar, como fuente energética de la destilación del azufre, la combustión de una fracción de la pirita, se plantea la necesidad de establecer la influencia en el proceso de lixiviación de un posible grado variable de oxidación den la pirrotita obtenida. Un elevado grado de oxidación daría lugar a la aparición de Fe^{3+} en el material a tratar, con el consiguiente incremento en la producción de azufre elemental y disminución en la producción de SH_2 durante la lixiviación.

Para esttudiar este efecto se ha producido una serie de pirrotitas con un grado variable de oxidación, que abarcan desde la pirita incompletamente tratada hasta una pirrotita sometida a tostación ulterior en atmósfera de oxígeno.

En la fig. 1.1 se recogen los resultados analíticos más relevantes de los ensayos de lixiviación realizados con dichas pirrotitas, a la vista de los cuales cabe realizar las siguientes consideraciones:

- Como cabía esperar, la destilación incompleta de la pirita dá lugar al descenso en el rendimiento de lixiviación del hierro.

- El tratamiento de la pirrotita en atmósfera reductora (hidrógeno) no favorece la mejora de los rendimientos de lixiviación.

LIXIVIACION DE VARIOS TIPOS DE PIRROTITA

Pirrotita: 100 gr ClH: 18 % : 470 cm^3 (40 % exceso) T: 66 °C t: 2 h

MUESTRA	TIPO DE PIRROTITA	% EXTRACCION				RESIDUO FINAL (g)	Gr. AZUFRE	
		Fe	Zn	Pb	Cu		Obtenido	Máximo calcul.do
P-10	Restos de pirita	56	77	93	—	51	2,0	1,98
P-40	Pirrotita $N_2 + H_2$	85	88	74	—	26,1	3,4	1,71
P-1	Pirrotita N_2	90	39	95	0,2	21,2	2,5	2,83
P-30	Pirr. N_2 (calentamiento lento)	87	84	90	—	24,9	2,7	2,55
P-70	Pirr. N_2 (calentamiento lento)	90	74	97	0,15	19,6	2,5	3,04
P-50	Pirrotita $N_2 + O_2$	92	48	97	0,16	21,5	4,1	5,4
P-60	Pirr. $N_2 + O_2$ (doble O_2)	76	39	98	0,10	33,5	5,5	5,3
P-1	100 gr P-1 + 14 gr Fe_2O_3	91	33	96	—	27	4,0	5,6
P-50	100 gr P-50 + 14 gr Fe_2O_3	43	25	98	—	72,2	4,4	8,2

Fig. 1.1

- El tratamiento de la pirrotita en atmósfera oxidante (oxígeno) afecta a los rendimiento de lixiviación en tanto mayor grado cuanto mayor es el grado de oxidación.
Esta influencia se traduce en un descenso en las extracciones de hierro y cinc y un aumento en la producción de azufre elemental.

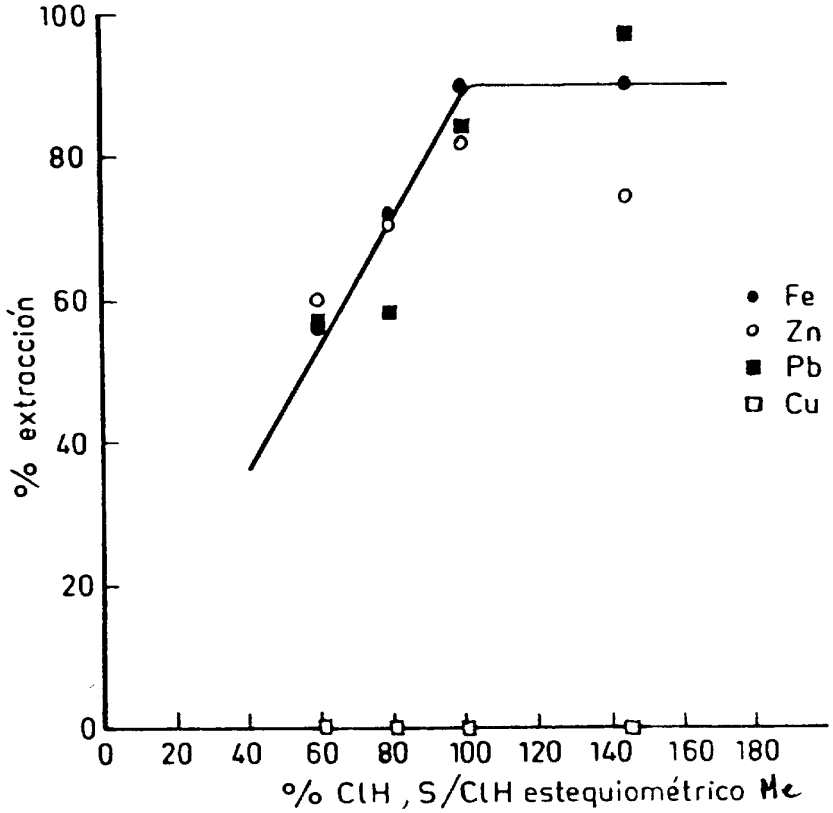
La aparición de azufre elemental parece ser el elemento bloqueante de la lixiviación. La generación de azufre elemental durante la lixiviación, está de acuerdo con la distribución estimada,en las pirrotitas obtenidas, de pirrotita, troilita, hierro férrico y resto de sulfuros de cinc, plomo y cobre.

1.2. Influencia de la cantidad del ácido

Dado que el problema fundamental planteado a la lixiviación consiste en la aparición de los distintos elementos contenidos en la pirrotita,se ha realizado una serie de ensayos encaminados a explorar una posible lixiviación diferencial de los distintos metales,en función del empleo de una cantidad de ácido diferente de la estequiométrica,referida como la cantidad de ácido teórica que reaccionaría con los metales de la pirrotita.

Los resultados obtenidos se encuentran reflejados en la figura 1.2, reflejándose en los mismos una relación prácticamente lineal entre el grado de extracción (para todos los metales) y la cantidad de ácido. Además, el grado de extracción no aumenta apreciablemente al aumentar la cantidad de ácido por encima de la estequiométrica, aún cuando, en esta situación, no se logra la lixiviación de la totalidad del contenido metálico de la pirrotita.

LIXIVIACION DE PIRROTITA A PRESION ATMOSFERICA



EFECTO DE LA CANTIDAD DE ACIDO

Pirrotita = 100 gr ClH = 18 % T = 66 °C t = 2 h

Vol. ClH c.c.	mol ClH / 2 x mol Me	% EXTRACCION				PESO RESIDUO	
		Fe	Zn	Pb	Cu	INERTE	S
470	1,4	90	74	97	0,13	19,6	2,5
325	1,0	90	82	84	0,04	21,7	2,6
260	0,8	72	71	58	0,05	36,7	0,9
200	0,6	56	60	57	0,03	50,6	0,6

Fig. 1.2. Efecto de la cantidad de ácido

1.3. Influencia del tiempo de contacto

De acuerdo con el mismo planteamiento de lixiviación diferencial de los metales, expresado en el apartado anterior, se ha realizado un seguimiento de la evolución de la lixiviación de los metales contenidos en la pirrotita en función del tiempo de contacto.

Los resultados obtenidos se encuentran reflejados en las figuras 1.3a y 1.3b en los que se representan los resultados analíticos obtenidos a partir de tomas de muestra del licor de lixiviación en caliente y, al margen los resultados analíticos a partir del resíduo final lavado y seco.

De los resultados obtenidos, cabe concluir la imposibilidad práctica de lograr una lixiviación diferencial, pues en los primeros minutos de la reacción ésta alcanza una extensión muy próxima a los valores finales de equilibrio.

1.4. Influencia del grado de molienda

Pese a que la experimentación previamente realizada, había indicado una falta de influencia del tamaño de grano en los rendimientos de lixiviación, la obtención de resultados erráticos, en los valores de extracción de cinc, ha llevado a reconsiderar nuevamente esta influencia.

Para ello se han realizado lixiviaciones de una muestra de pirrotita en grano grueso (Ø aprox. 1-3 mm) tal como sale del horno de destilación, una segunda molida y tamizada a un tamaño de grano inferior a 200 mallas y una tercera granulometría obtenida a partir de la anterior, sometida durante mayor tiempo al proceso de molienda en un molino de anillos.

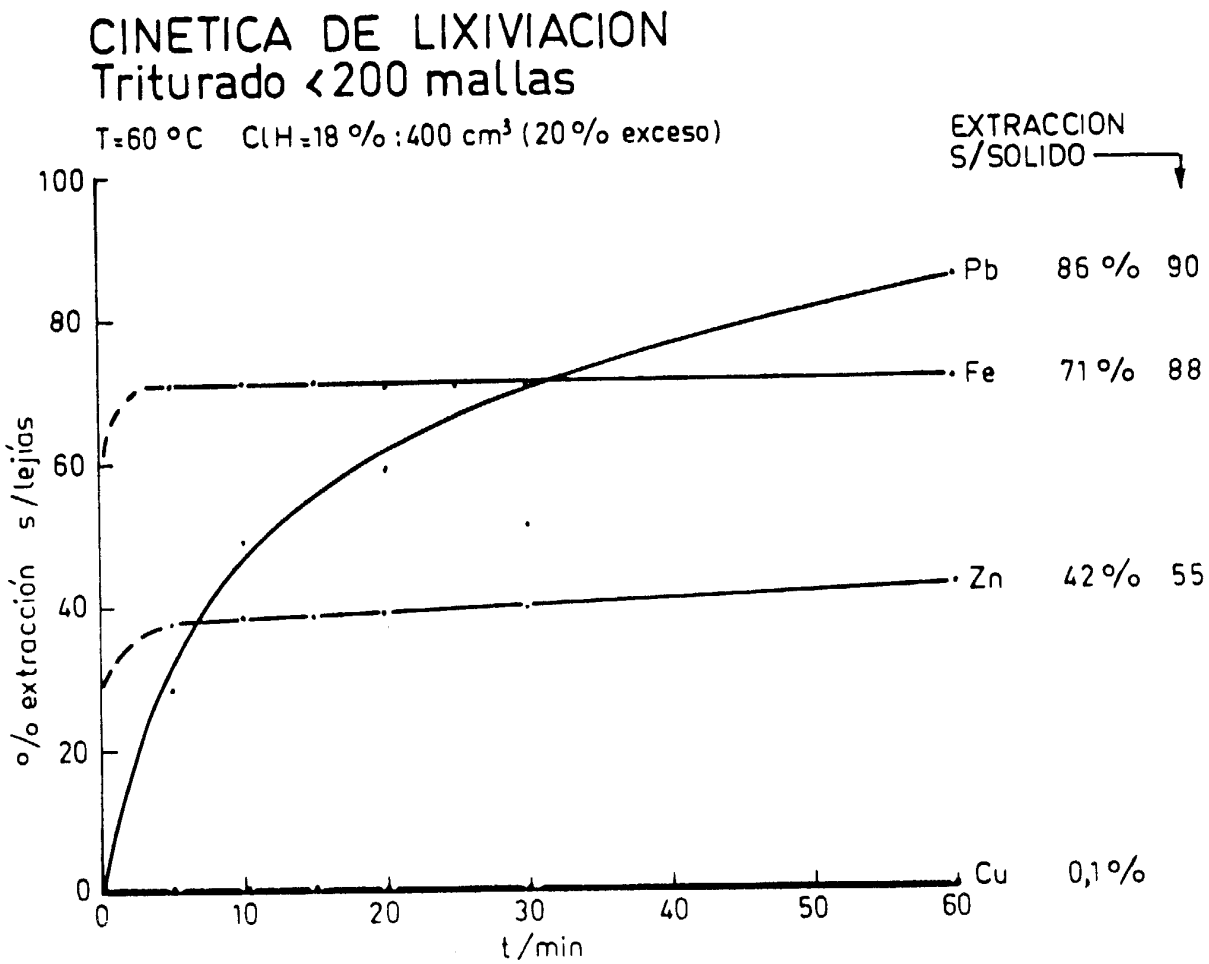


Fig. 1.3a. Influencia del tiempo de contacto

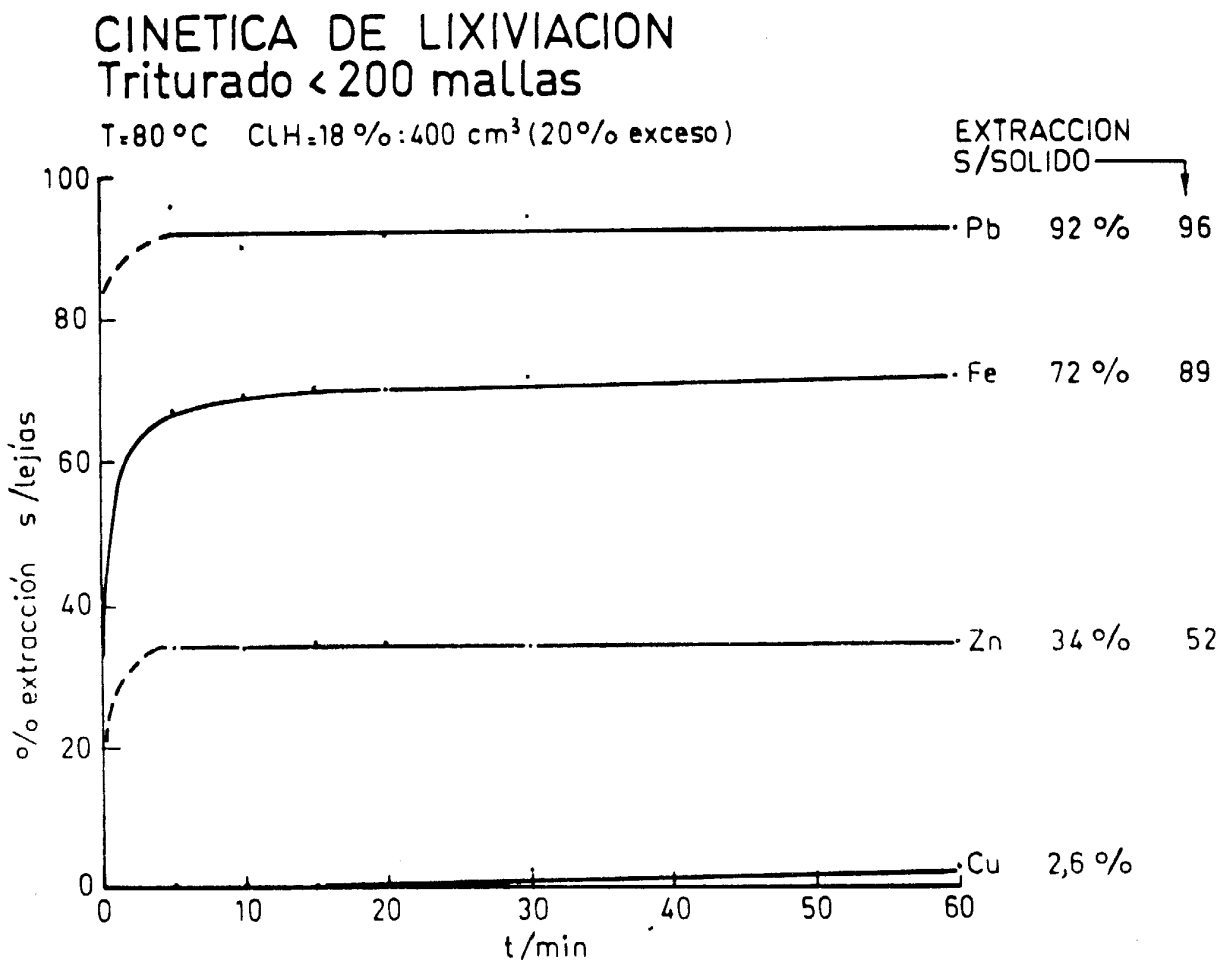


Fig. 1.3b. Influencia del tiempo de contacto

Los resultados obtenidos se reflejan en las figuras 1.4 a y b, en las que se observa que el único elemento que sufre modificaciones apreciables en el rendimiento de extracción, en función del grado de molienda, es el cinc. Esta variación explicaría los resultados variables anteriormente encontrados (la extracción de cinc sería función de la distribución de finos de las distintas muestras ensayadas). Por otra parte, se aprecia que pueden obtenerse lixiviaciones muy elevadas del cinc sin más que aumentar el grado de molienda. Queda por determinar la distribución granulométrica de las muestras ensayadas y los porcentajes de lixiviación en muestras de pirrotita de tamaño de grano uniforme, en los rangos que resulten de interés en base a dichas distribuciones.

1.5. Lixiviación bajo presión de sulfhídrico

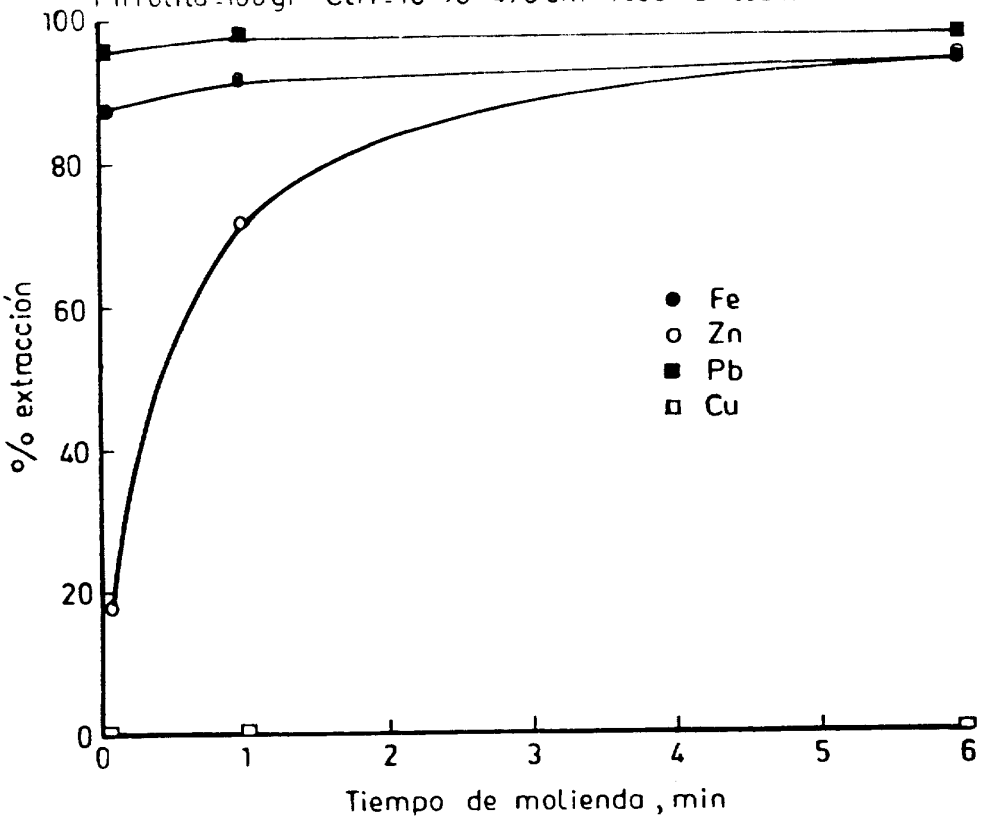
Continuando con la serie de ensayos encaminados a lograr unas condiciones de lixiviación selectivos para un número reducido de los metales considerados, se han realizado ensayos de lixiviación clorhídrica bajo distintas presiones de sulfhídrico. Estos ensayos se han realizado con y sin exclusión del aire del reactor de lixiviación, no teniendo este factor influencia apreciable en las condiciones ensayadas. Los ensayos se han realizado con y sin exceso de ácido, encontrándose reflejados los resultados obtenidos en la figura 1.5.

El efecto esperado de lograr una depresión en la extracción del cinc, al aumentar la presión de sulfhídrico, ha sido negativo, pues la tendencia observada es, incluso, contraría esta previsión. El resto de los metales no sufren apenas variaciones en el rango de presiones ensayado (1-15 kg/cm^2).

INFLUENCIA DE LA MOLIENDA EN LA LIXIVIACION

Pirrotita = 100 gr ClH = 18 % : 470 cm³ T = 66 °C t = 2 h

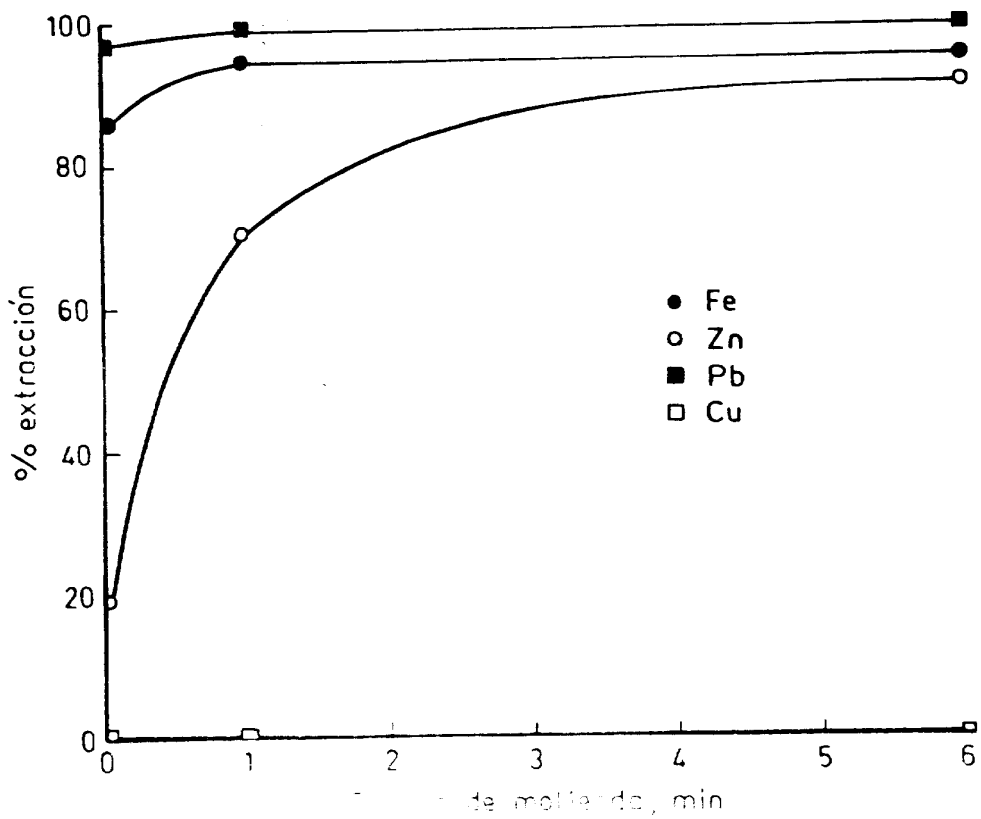
a)



Pirrotita = 100 gr ClH = 18 % : 470 cm³ T = 86 °C t = 2 h

3 mm < 200 mallas

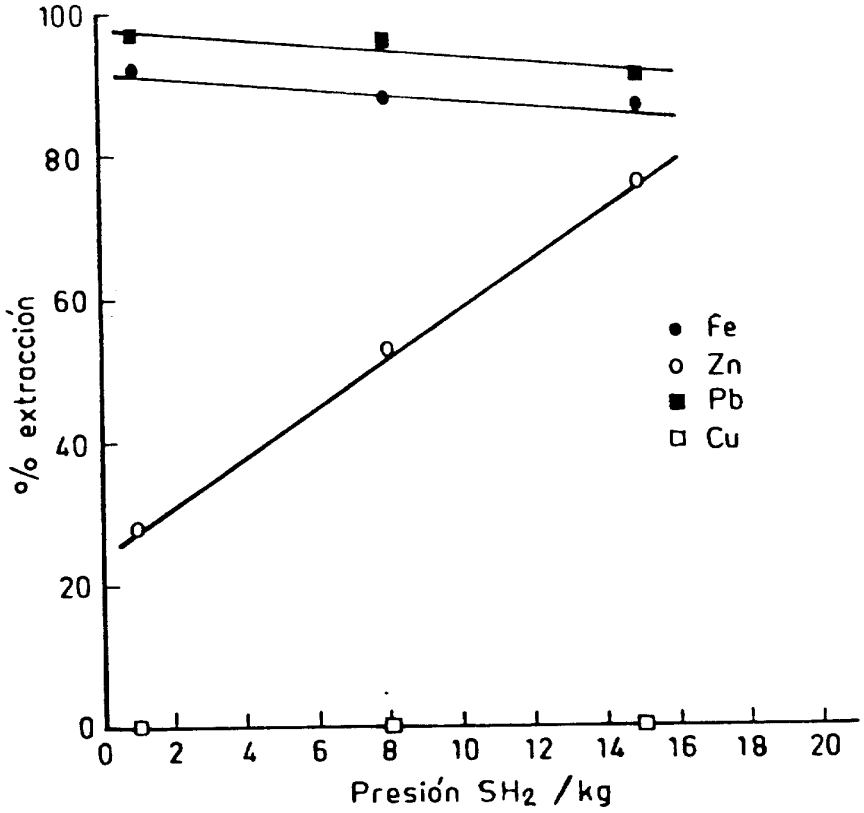
b)



[illegible] de molienda, min

[illegible] molienda [illegible]

LIXIVIACION DE [illegible]
A PRESION



A) EFECTO DE LA PRESION DE SH_2 (Acido en exceso)

Pirrotita = 100 gr ClH = 18 % = 470 cm^3 T = 66 °C t = 2 h

PRESION SH_2	% EXTRACCION				PESO TOT. RESIDUO
	Fe	Zn	Pb	Cu	
1	92	28	97	0,23	22,3
8	88	53	96	0,16	25,8
15	87	76	91	0,12	24,6

$\frac{\text{mol ClH}}{2 \times \text{mol Me}} = 1,4$

B) EFECTO DE LA PRESION DE SH_2 (Acido estequiométrico)

Pirrotita = 100 gr ClH = 18 % = 330 cm^3 T = 66 °C t = 2 h

PRESION SH_2	% EXTRACCION				PESO TOT. RESIDUO
	Fe	Zn	Pb	Cu	
1	86	87	88	0,04	22,8
15	88	82	83	0,06	22,4

$\frac{\text{mol ClH}}{2 \times \text{mol Me}} = 1,0$

Fig. 1.3. [illegible] lixiviación de [illegible] a presión de SH_2

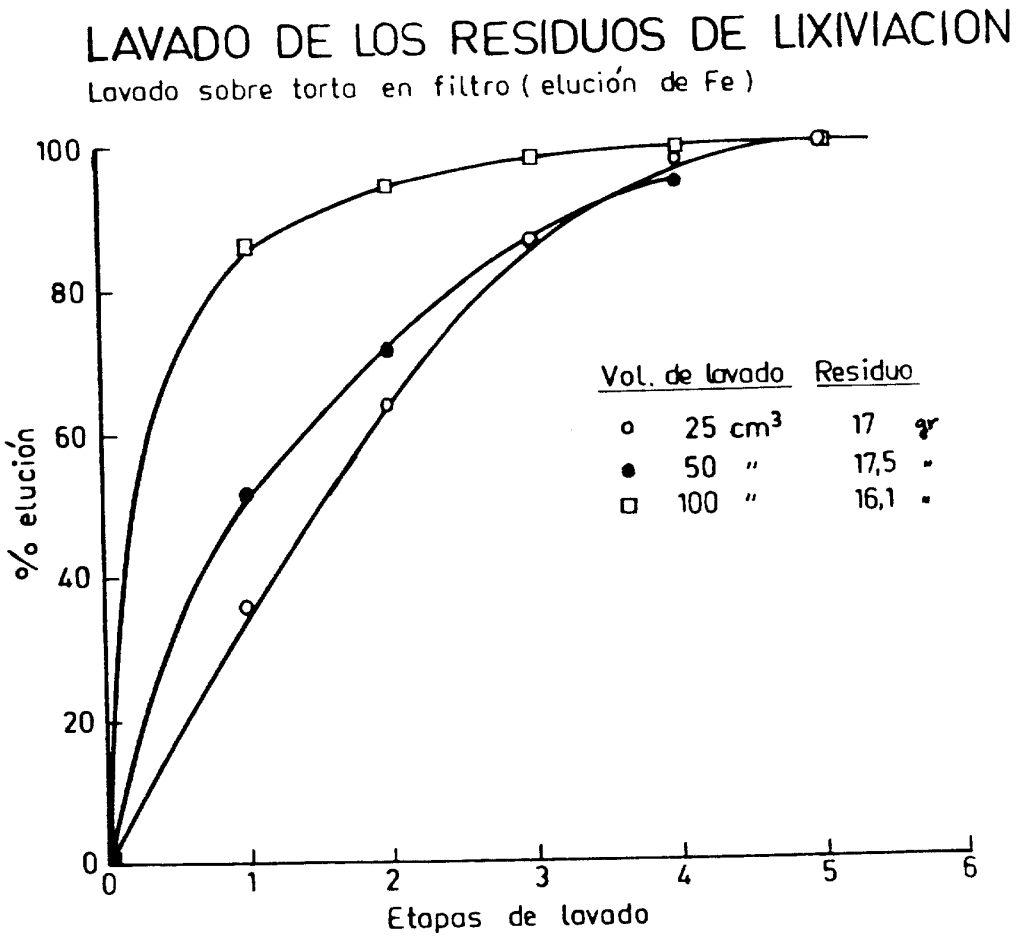
La ausencia de precipitación de sulfuro de cinc, se atribuye a la formación de complejos muy estables con los cloruros presentes en la lejía a concentraciones elevadas (mayores de 5 M).

1.6. Lavado de los resíduos de lixiviación

Se ha realizado una serie de ensayos encaminados a determinar los volúmenes de aguas de lavado necesarios para eliminar las lejías retenidas en los resíduos de lixiviación.

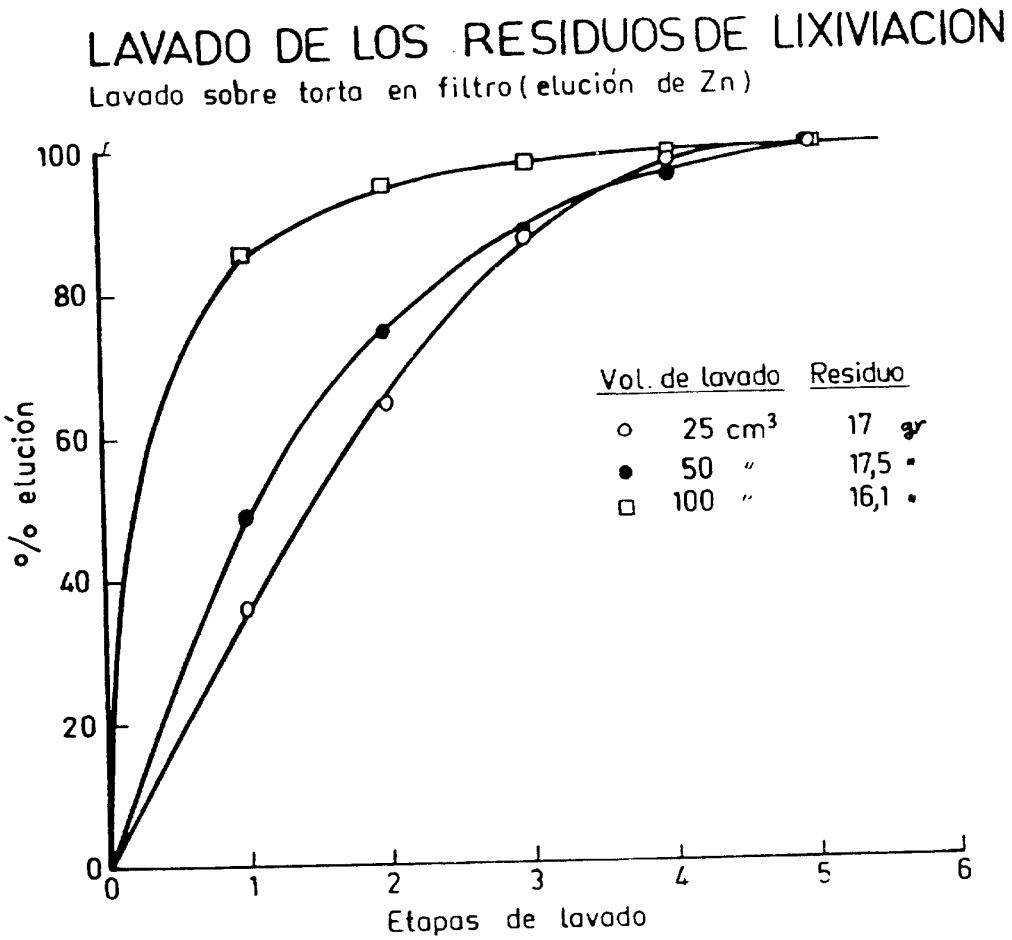
Los resultados de estos ensayos se encuentran reflejados en las figuras 1.6 a y b referidos, respectivamente, a las eluciones de hierro y cinc. A partir de los mismos puede determinarse que la eliminación del 80-90 % de la lejía retenida en el resíduo precisa una cantidad de aguas de lavado del orden de unos 6 litros por kilogramo de resíduo a lavar.

Sin embargo, este valor debe de considerarse como un límite superior, pues los lavados se realizaban por adiciones sucesivas, sobre torta filtrada en embudo, tras la desaparición de la carga de líquido anterior y, dado que la torta se cuarteaba, aparecen caminos de filtración preferentes que disminuyen el rendimiento de las sucesivas etapas de lavado. Estos ensayos deben de completarse con los equivalentes en que el lavado se realice por repulpado del resíduo, con lo cual obtendríamos el límite inferior del volumen de agua de lavado necesario.



ETAPA	% ELUCION					
	25 cm³		50 cm³		100 cm³	
	Etapa	Total	Etapa	Total	Etapa	Total
1	35,4	35,4	51,5	51,5	86,3	86,3
2	28,0	63,4	19,6	11,1	8,3	94,6
3	23,1	86,5	15,1	86,2	3,6	98,2
4	10,9	97,4	8,2	94,4	1,0	99,2
5	2,7	100,0 (>98)	5,6	100,0	0,8	100,0

Fig. 1.6 a. Lavado de resíduo, elución de hierro.



ETAPA	% ELUCION					
	25 cm³		50 cm³		100 cm³	
	Etapa	Total	Etapa	Total	Etapa	Total
1	36,1	36,1	49,0	49,0	86,2	86,2
2	28,3	64,4	25,4	74,4	8,7	94,9
3	23,1	87,5	13,7	88,1	3,2	98,1
4	10,2	97,7	7,3	95,4	1,2	99,3
5	2,4	100,0 (>98)	4,6	100,0	0,7	100,0

Fig. 1.6 b. Lavado de residuo, elución de cinc.

1.7. Conclusiones

De los ensayos realizados,cabe concluir que la lixiviación admite un cierto grado de flexibilidad frente al exceso de oxidación de la pirrotita. Para subpirrotitas muy oxidadas la reacción se detiene,debido con gran probabilidad a la aparición de azufre elemental que bloquea la lixiviación. Este bloqueo aparece cuando se generan 4-5 gr de azufre por 100 gr de pirrotita atacada.

Los ensayos encaminados a lograr una lixiviación selectiva del menor número posible de metales,no han dado resultados satisfactorios, pareciendo más factible el tratar de obtener el mayor grado de extracción en hierro, cinc y plomo. Estos rendimientos elevados pueden lograrse tanto por lixiviación en contracorriente, con grados de molienda moderados en la pirrotita, como se demostró en ensayos anteriores, o bien trabajando en corrientes paralelas pero sometiendo la pirrotita a un elevado grado de molturación.

Los rendimientos alcanzado se sitúan en 88 % para hierro, 92 % para cinc y 90 % para plomo,operando con el ácido estequiométrico a los metales contenidos en la pirrotita a una concentración del ácido del 18 % y a 66ºC, y con una relación sólido/líquido del 3/10.

La operación bajo presión de sulfhídrico no reporta ninguna ventaja adicional,por lo que debería descartarse en el esquema operativo actualmente considerado.

2. PRECIPITACION DE CINC

2.1. Influencia de la presión de SH_2, acidez libre y cloruros

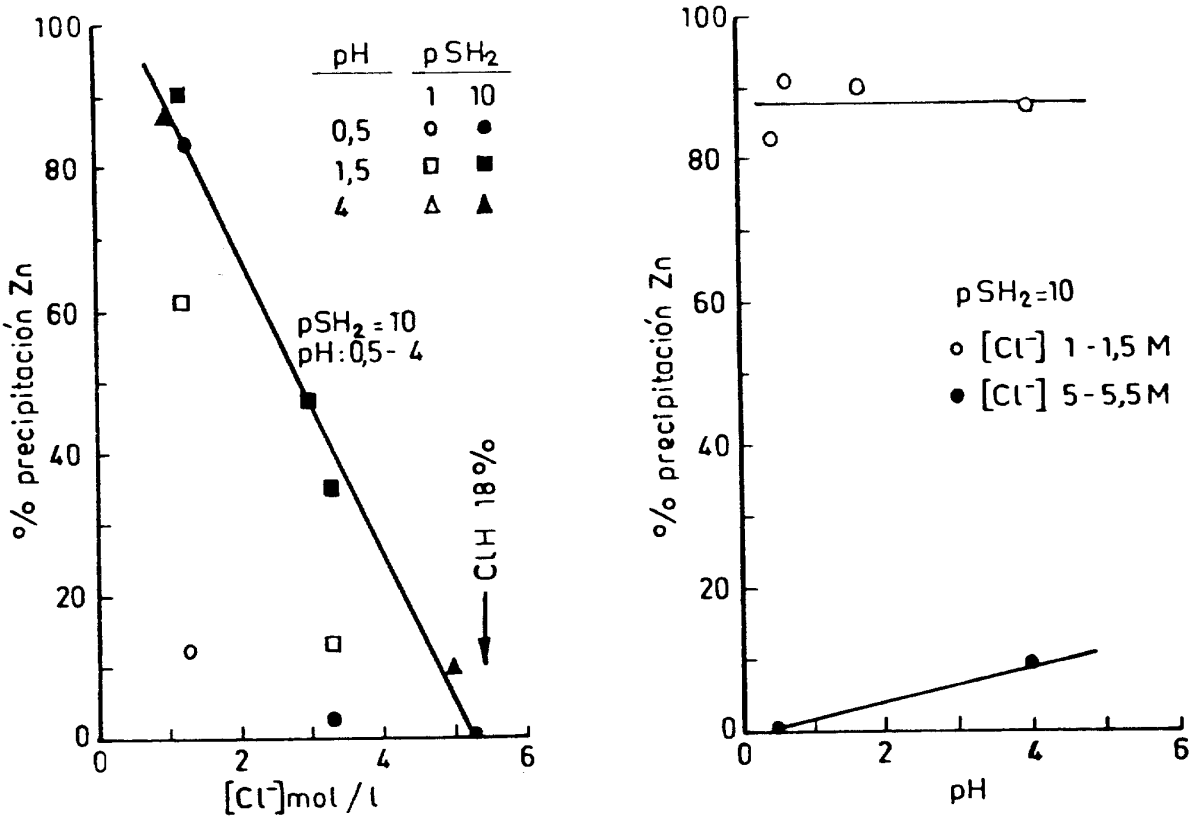
Dentro del esquema de actuaciones previsto, se han realizado ensayos encaminados a separar el cinc de la lejía efluente del proceso de lixiviación. Como reactivo se ha empleado sulfhídrico a presión.

Los ensayos se han realizado a 1 y 10 kg/cm^2 de presión, por considerar este un límite superior de la operación prevista en planta. Se han estudiado los efectos sobre la precipitación de la concentración de cloruros y de la acidez libre.

Los ensayos se realizaron sobre lejías sintéticas obtenidas por mezclas de cloruro de cinc, cloruro sódico y ácido clorhídrico, con una concentraciòn de cinc de 10 gr/l, valor tipo de las lejías de lixiviación, concentraciones de cloruros de 1 a 5,3 M y valores de pH entre 0,5 y 4.

Los resultados obtenidos se encuentran tabulados y representados en la fig. 2.1. A la vista de los mismos, resulta evidente que el factor que presenta una mayor incidencia es el de concentración de cloruros. El aumento de la misma origina una caida rápida en los rendimientos de precipitación, siendo prácticamente nulos a concentraciones de cloruros superiores a 5 M, aún a la presión más alta ensayada de 10 kg/cm^2 de SH_2. Este resultado explica que, en los ensayos de lixiviación bajo presión de sulfhídrico, no se lograse la precipitación del cinc, pues la concentración de ácido clorhídrico empleada (18 %) equivale a una concentración de cloruro superior a 5 M.

Fig.2.1. PRECIPITACION DE Zn EN LEJIAS SINTETICAS



EFECTO DE LA PRESION DE SH_2 ACIDEZ Y CLORUROS

T=70°C t=1h Zn=10 gr/l (mezclas Cl_2Zn, ClNa, ClH)

PRESION SH_2 (kg)	CLORUROS (mol/l)	pH	%PRECIP. Zn
10	1,0	~4	87
10	1,3	0,5	83
10	3,0	1,5	47
10	3,3	0,5	2,4
10	5	~4	9,5
10	5,3	0,5	0,3
1	1,2	1,7	61
10	1,2	1,7	90
1	3,3	1,7	13
10	3,3	1,7	35
1	1,3	0,7	12
10	1,3	0,7	31

El aumento de la presión de sulfhídrico aumenta los rendimientos de precipitación, pero este aumento es inferior a los efectos negativos causados por la presencia de cloruros.

La influencia de la acidez libre es también poco importante en el rango estudiado, pues en el mismo los resultados de precipitación se mantienen prácticamente constantes, siendo el responsable del valor de precipitación la concentración de cloruros.

De los resultados anteriormente expuestos, cabe concluir que la precipitación con sulfhídrico del cinc presente en las lejías de lixiviación, resulta inviable en las condiciones propuestas, al estar bloqueado el cinc en disolución por formación de complejos muy estables con los cloruros presentes en la lejía, debiendo abordarse otra técnica separativa para la recuperación del cinc de las lejías de lixiviación.

3. NEUTRALIZACION

La concentración del plomo contenido en una lejía de cloruros debe realizarse a pH superior a 1. Una lejía más ácida que la correspondiente a este pH consume más cinc del necesario para la cementación estequiométrica del plomo. La cementación de lejías con pH superior a 2,5 produce precipitación de oxicloruro de cinc y/o hidrólisis de algunos cationes contenidos en las mismas lo que no es deseable.

La lejía de li xiviación debe tener por todo lo dicho, un pH comprendido entre 1 y 2,5. En una operación industrial puede suceder que por circunstancias anormales el pH baje

sensiblemente de 1, en cuyo caso debe corregirse con un agente neutralizante. Para poder corregir estos casos se realizaron los ensayos que a continuación se describen:

Lejías ácidas procedentes de la lixiviación de pirrotita, referenciadas como L-0 y L-1, cuya composición se refleja en la Tabla 3-I, se neutralizaron con chatarra de hierro o pirrotita. Los ensayos se realizaron para los dos agentes neutralizantes citados en las mismas condiciones. La neutralización con chatarra de hierro no presenta problemas y el consumo de chatarra hasta alcanzar pH = 1 se corresponde con la cantidad estequiométrica de ácido neutralizado.

La neutralización de pirrotita se realizó en caliente, 80-90ºC y agitación. El consumo de pirrotita para neutralizar la lejía varió entre 130 y 200 gr por mol de ácido, dependiendo de las características de la pirrotita empleada, de la temperatura y del tiempo de neutralización. El tiempo de neutralización fue de una hora, pero se observó que después de media hora de la adición de pirrotita el pH no varió. Las lejías en las que el pH final no subió de 2,5 filtraron con relativa facilidad y el filtrado fue una disoluciòn transparente de color verde intenso. Las lejías en las que el pH final subió de 2,5 la filtración del sólido residual fue difícil y los líquidos filtrados turbios.

En la tabla 3-II se reflejan los resultados de la neutralización de las lejías L-0 y L-1 con diferentes cantidades de pirrotita. Del análisis de los resultados que aparecen en esta lejía se observa que cuando el pH final es bajo (0,1, ensayos A-19 y A-21) el plomo de la pirrotita de neutralización se lixivia. Cuando el pH es 1,5 (ensayo A-21) el plomo de la pirrotita no se lixivia y el plomo de la lejía se separa, en parte, con el resíduo. Esto parece confir-

mar lo dicho en la bibliografía sobre la influencia del pH en la solubilización del plomo y cinc en la lixiviación ácida de pirrotitas.

TABLA 3-1

COMPOSICION DE LEJIAS PROCEDENTES DE LA LIXIVIACION CLORHIDRICA DE PIRROTITAS

Referencia de lejía	Fe (g/l)	Zn (g/l)	Pb (g/l)	Cu (g/l)	HCl (g/l)	pH
L-0	64,52	3,44	2,23	0,056	55	-0,18
L-N (L-0 neutralizada)	100	5,94	2,40	0,0011	0,59	1,70
L-1 (Neutralizada)	122,76	8,17	4,0	0,0007	0,15	2,36

TABLA 3-II

NEUTRALIZACION CON PIRROTITA DE LEJIAS ACIDAS DE LIXIVIACION

Ref.del ensayo	Etapa	Lejía	Vol. c.c.	Temp. º C	Tiempo hr	Pirrotita, ref.	Peso sólido, g	Composición sólidos, %				pH
								Fe	Zn	Pb	Cu	
A-19	Inicial Final	L-0	500 -	70	1	P-1	20 17	49 46	4,11 4,23	3,14 0,20	0,49 0,71	0 0,1
A-20	Inicial Final	L-0	500 460	70	2	P-1	20 16,6	49 17	4,11 9,11	3,14 0,64	0,49 1,37	0
A-21	Inicial Final	L-0	3000 -	70	1	P-1	500	49 49	4,11 4,27	3,14 0,19	0,49 0,69	0 0,1
A-25	Inicial Final	L-0	500 300	60	-	P-1	220 -					0 2,2
A-30	Inicial Final	L-0	500 -	80	1	P-70	110 -					0,4 0,2
A-31	Inicial Final	L-0	500 -	80	-	P-70	120 102	48,38 40,86	3,87 3,51	2,35 2,78	0,48 0,55	0 1,5
A-32	Inicial Final	L-0	3000 -	80	-	P-P	690 -					0 1,1
A-33	Inicial Final	L-0	3000 2830	80	-	P-P	600 -					0 2,5
A-34	Inicial Final	L-0	1930 1815	80	-	P-P	400 -					0 2,5
A-35	Inicial Final	L-1	3000 1880	80	-	P-P	850 -					0 2,36
B-57-B	Inicial Final	B-57	310	66	1,60	P-80	30					0,01 1,4

4. CEMENTACION DE PLOMO

4.1. Cinética de la reacción de cementación

Para determinar la velocidad de reacción de la cementación de plomo con cinc, un volumen de 500 ml de lejía procedente de la lixiviación de pirrotitas con ácido clorhídrico, neutralizadas a pH 1,6, se cementó con 0.5 g de cinc metálico. Se tomaron muestras de la lejía cementada a los 5, 10, 15, 30 y 50 minutos de comenzar la operación. La composición de la lejía inicial y las condiciones de operación son las que se indican en la figura 4-1. Del análisis de dicha figura se deduce que la cementación con cinc, en las condiciones señaladas, pasa por un máximo, comenzando a continuación la redisolución de plomo. Este máximo se alcanza a los 15-20 minutos de comenzar la cementación.

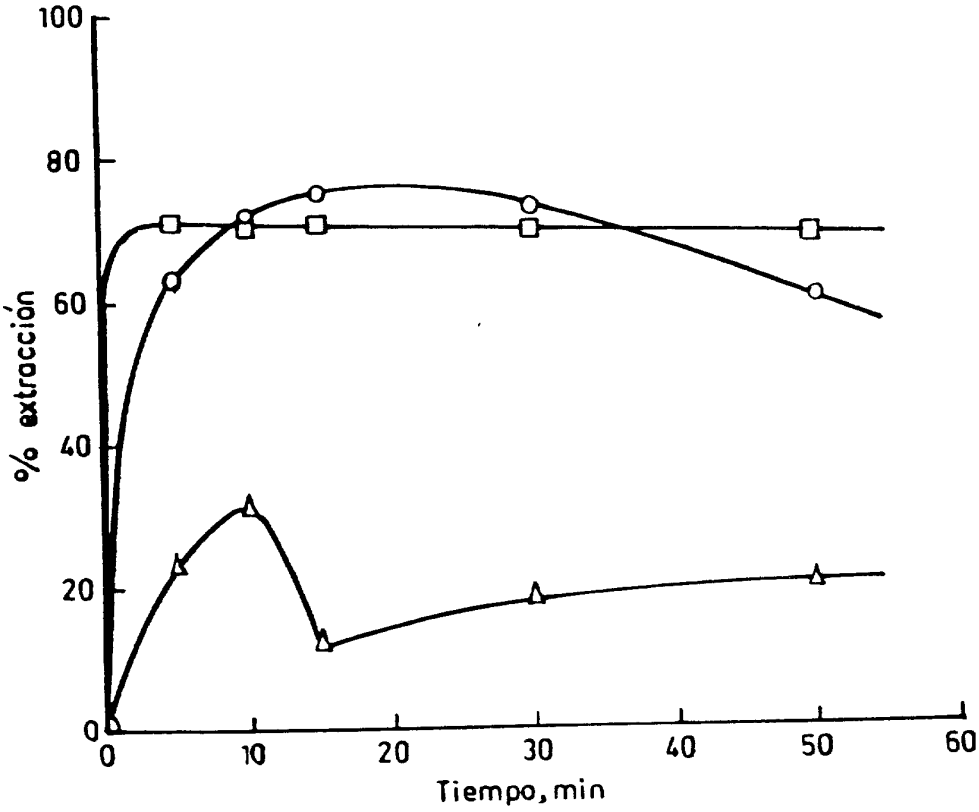
4.2. Rendimiento de cementación y consumo de cinc

Se trataron con polvo de cinc cantidades diferentes de lejía procedente de la lixiviación clorhídrica de pirrotitas, con el fín de determinar la influencia del pH inicial sobre los rendimientos de cementación y consumo de cinc. Las condiciones de operación fueron 55º de temperatura, agitación 950 rpm y 15 minutos de residencia por cada adición de cinc. Los resultados obtenidos son los que se reflejan en la Tabla 4.2.I.

En los ensayos A-21 y A-30 se observa que los rendimientos de cementación son muy bajos cuando el pH es menor de 0,2. En casos como estos, para obtener rendimientos de cementación superiores al 30 % es necesario adicionar cantidades de cinc notablemente superiores a la cantidad estequiométrica necesaria para cementar el plomo contenido en la lejía.

EFECTO DEL TIEMPO DE CEMENTACION EN LA EXTRACCION DE PLOMO

500 mL solución pH=1,6 t=55°C agitación=800 r.p.m.



CINC AÑADIDO (g)	COMPOSICION INICIAL (g/l)			
	Pb	Fe	Zn	Cu
Δ 0,25	1,40	32,20	1,72	0,02
o 0,50	2,24	64,52	3,44	0,05
□ 1,50	7,69	64,52	3,44	0,05

Esto puede observarse claramente en el ensayo A-26 de dicha Tabla.

Los ensayos A-22 y A-23 se realizaron con lejías sintéticas preparadas con un contenido en los metales más importantes análogo al de las lejías de lixiviación ácida de la pirrotita. Se añadió ácido clorhídrico hasta que el pH fue 1. El cinc añadido fue sensiblemente mayor que el correspondiente a la cantidad estequiométrica necesaria para cementar el plomo contenido en la lejía. No se indicó el contenido de cinc en el plomo cementado.

TABLA 4.2.1

Ensayo	Etapa	Vol. c.c.	pH	Temp. º C	Plomo en lejía (g/l)	Plomo en lejía (g)	Cinc estequiom. (g)	nº de cementac.	Plomo cementado, %	Consumo Zn respecto esteq., %	Observaciones
A-21	Inicial Final	500 470	0,1 1,7	55	5,88 5,66	2,94 5,66	0,92	2	9,5	217	Lejía L-0 neutralizada con pirrotita y sosa hasta pH=0,25
A-22	Inicial Final	500 330	1,0 1,35	55	3,0 0,09	1,5 0,029	0,47	6	98	317	Lejía sintética (3 g/l Pb; 4 g/l Zn; 3,6 g/l HCl)
A-23	Inicial Final	500 460	1,0 0,9	55	3,0 0,87	1,5 0,4	0,4	2	73	375	Lejía sintética (3 g/l Pb; 4 g/l Zn;3,6 g/l HCl; 66 g/l Fe)
A-24	Inicial Final	500 400	1,5 2,5	55	5,20 0,22	2,6 0,09	0,81	3	96,5	370	Lejía L-0 ajustado el pH con NaOH a 1,5
A-25	Inicial Final	300 275 245 210	1,3 2,0 2,6 3,0	55	6,14 2,93 0,20 0,03	1,84 0,80 0,05 0,006	0,58	3	- 56,5 87,3 99,77	- 86 258 431	Se ajusta con HCl el pH inicial
A-26	Inicial Final	500 485	0,4 2,8	35	3,83 0,14	2,97 0,07	0,92	11	97,62	2228	Lejía L-0
A-28	Inicial Final	385 375 365 355	2,6 - - -	55	3,08 3,11 0,94 0,13	1,18 1,16 0,37 0,04	0,37	3	- 1,7 71,18 96,6	- 27 189 351	Lejía L-0 neutralizada con 110 g pirrotita P.4
A-29	Incial Final	430 420 410	1,6 2,6 2,8	55	2,24 0,84 0,41	0,96 0,37 0,17	0,30	2	- 61,5 82,3	- 166 250	Lejía L-0 neutralizada con 115 g de pirrotita P-70
A-30	Inicial Final	435 425 415	0,4 0,4 0,4	55	2,06 1,54 1,27	0,90 0,65 0,33	0,28	2	- 28 41	- 142 285	Lejía L-0

APENDICE A-1

Hojas de operación de los ensayos de lixiviación

BENEFICIO INTEGRAL DE SULFUROS COMPLEJOS	PROCESO: LIXIVIACION Ref.ensayo A-9 Fecha

Lixiviación vidrio, agitación 75%, T=66ºC, t=2 hrs

SOLIDOS — Pirrotita P1 < 200 malla

Referencia:		Peso gr	Fe %	Fe gr	Zn %	Zn gr	Pb %	Pb gr	Cu %	Cu gr	AZUFRE	(g)
A-9	Inicial	100	43.07	43.07	4.11	4.11	3.14	3.14	0.49	0.49		
	Final	21.1	22.19	4.68	11.91	2.51	0.71	0.15	2.36	0.50		2.5
	Rendimiento			90.46		38.86		95.23		-1.62		

LEJIAS

Referencia:		Vol cm³	Fe gr/l	Fe gr	Zn gr/l	Zn gr	Pb gr/l	Pb gr	Cu gr/l	Cu gr	ClH %	ClH gr
	Inicial	470	–		–		–		–		18	
	Final	430	96.3	41.41	3.32	1.43	6.67	2.87	–			
	Rendimiento			89.39		34.73		91.34				

BENEFICIO INTEGRAL DE SULFUROS COMPLEJOS

PROCESO: LIXIVIACION

Ref.ensayo B·1 Fecha 25·X

Lixiviación vidrio agitación 75% , T=66°C, t=2h

SOLIDOS		Pirrotita planta piloto PP < 200 mallas													
Referencia:		Peso	Fe		Zn		Pb		Cu					S extraído	
		gr	%	gr	%	gr	%	gr	%	gr					gr
Lix ClH	Inicial	100	44,36		3,99		2,67		0,44						
B·1·A	Final	54													
	Rendimiento														
extr CS_2	Inicial	54													
B·1·B	Final	49	25,52	12,50	7,09	3,47	0,17	0,08	0,92	0,45					4
				71,81		12,93		96,88		~~+2,45~~					
Lix ClH	Inicial	44													
B·1·C	Final	35	27,76		7,41		0,06		0,81						
extr CS_2	Inicial	30													
B·1·D	Final	29													1,1

LEJIAS															
Referencia:		Vol	Fe		Zn		Pb		Cu		ClH				
		cm^3	gr/l	gr	gr/l	gr	gr/l	gr	gr/l	gr	%	gr			
B·1·A	Inicial	470	–		–		–		–		18				
2h	Final	425	41,62	17,69	1.06	0,45	5,65	2,40	0,0018	0,00075					
	Rendimiento			39,87		11,29		89,93		0,17					
B·1·C	Inicial	415	–		–		–		–		18				
1h	Final	390	12,29		1,32		0,14		0,28						

BENEFICIO INTEGRAL DE SULFUROS COMPLEJOS

PROCESO: LIXIVIACION

Ref.ensayo B-3 Fecha 26.X

Lixiviación vidrio, agitación 75%, T=66°C, t=2h

SOLIDOS — Pirrotita oxidada P-50 < 200 mallas

Referencia:		Peso gr	Fe %	Fe gr	Zn %	Zn gr	Pb %	Pb gr	Cu %	Cu gr			S extraído gr
lix ClH	Inicial	100	49.96		3,77		2,75		0.51				
B-3-A	Final	24	22,26	5,34	6,10	1,46	0,48	0,12	2,00	0,48			
	Rendimiento			89.31		61,17		95,81		5,88			
extr S_2C	Inicial	20											
B-3-B	Final	16											4,2

LEJIAS

Referencia:		Vol cm³	Fe gr/l	Fe gr	Zn gr/l	Zn gr	Pb gr/l	Pb gr	Cu gr/l	Cu gr	ClH %	ClH gr		
	Inicial	470	–		–		–		–		18			
	Final	450	95,55	43,00	5,0	2,25	5,47	2,46	0,0018	0,0008				
	Rendimiento			86,06		59,68		89,51		0,16				

BENEFICIO INTEGRAL DE SULFUROS COMPLEJOS

PROCESO: LIXIVIACION

Ref.ensayo B-4 Fecha 29-X

lixiviación vidrio, agitación 75%, T=66°C, t=2h

SOLIDOS — Pirrotita planta PP extraído azufre con S_2C <200mlb

Referencia:		Peso gr	Fe %	Fe gr	Zn %	Zn gr	Pb %	Pb gr	Cu %	Cu gr			S extraído	gr
Lix ClH	Inicial	99	100/44,36		100/3,99		100/2,67		100/0,44					
B-4-A	Final	49	27,41	13,43	7,00	3,43	0,14	0,07	0,93	0,46				
	Rendimiento			69,72		14,04		87,43	—	~~+257~~				
extr S_2C	Inicial													
B-4-B	Final													

LEJIAS

Referencia:		Vol cm³	Fe gr/l	Fe gr	Zn gr/l	Zn gr	Pb gr/l	Pb gr	Cu gr/l	Cu gr	ClH %	ClH gr		
	Inicial	470	—		—		—		—		18			
	Final	460	60	27,60	1,26	0,58	5,20	2,39	0,01	0,0046				
	Rendimiento			62,22		14,53		89,59		1,05				

BENEFICIO INTEGRAL DE SULFUROS COMPLEJOS

PROCESO: LIXIVIACION

Ref.ensayo B-5 Fecha 29-X

Lixiviación en autoclave Ti, agitación 20%, t = 4h

R S/L = 1/4,7, mol ClH/mol Fe = Sin presión SH_2 (lat)

SOLIDOS — Pirrotita P-1 < 200 mallas

Referencia:		Peso gr	Fe %	Fe gr	Zn %	Zn gr	Pb %	Pb gr	Cu %	Cu gr				
	Inicial	100	49.07	49.07	4.11	4.11	3.14	3.14	0.49	0.49				
	Final	22,6	14,41	3,26	13,15	2,97	0,10	0,02	1,86	0,42				
	Rendimiento	77,4%		93,36		27,63		99,28		14,21				

LEJIAS

Referencia:		Vol cm³	Fe gr/l	Fe gr	Zn gr/l	Zn gr	Pb gr/l	Pb gr	Cu gr/l	Cu gr	ClH %	ClH gr		
	Inicial	470	–		–		–		–		18			
	Final	430	132,17	56,83	2,0	0,86	6,68	2,87	0,16	0,07				
	Rendimiento			115,82		20,92		91,48		14,04				

BENEFICIO INTEGRAL DE SULFUROS COMPLEJOS

PROCESO: LIXIVIACION

Ref.ensayo B-6 Fecha 30·X

Lixiviacion en autoclave Ti, agitación 20%, t: 2h
R S/L = 1/4,7 , :B = Sin presion SH_2 (1at)
T = 70±10 °C

SOLIDOS — Pirrotita P1 <: 200 mallas

Referencia:		Peso gr	Fe %	Fe gr	Zn %	Zn gr	Pb %	Pb gr	Cu %	Cu gr			S	
B·6 A	Inicial	100	49,07	49,07	4.11	4,11	3.14	3.14	0.49	0,49				
	Final	22,3	17,08	3,81	13.29	2,96	0,36	0,08	2,25	0,50				
	Rendimiento			92,24		27,89		97,44	–	+2,4				
B-6-A análisis vía húmeda			18,65										66,72	

LEJIAS

Referencia:		Vol cm³	Fe gr/l	Fe gr	Zn gr/l	Zn gr	Pb gr/l	Pb gr	Cu gr/l	Cu gr	ClH %	ClH gr		
	Inicial	470	–		–		–		–		18			
	Final	425	100,00	42,5	2,26	0,96	6,75	2,87	0,0027	0,0011				
	Rendimiento			86,61		23,37		91,36		9,23				

BENEFICIO INTEGRAL DE SULFUROS COMPLEJOS

PROCESO: LIXIVIACION

Ref.ensayo B·7 Fecha 30·X

Agitación 20% 315 rpm

Lixiviación en autoclave Ti, agitación 20%, t = 2 h

T = 70 ± 10°C

Presión SH_2 = 8 Kg (11 Kg 4 horas)

SOLIDOS — Pirrotita P1 < 200 mallas

Referencia:		Peso gr	Fe %	Fe gr	Zn %	Zn gr	Pb %	Pb gr	Cu %	Cu gr				
B·7·A	Inicial	100		49.07		4,11		3,14		0.49				
	Final	25,8	23.00	5,93	7.47	1,93	0,54	0,14	1,89	0,49				
	Rendimiento			87,91		53,11		95,56		0,49				

LEJIAS

Referencia:		Vol cm³	Fe gr/l	Fe gr	Zn gr/l	Zn gr	Pb gr/l	Pb gr	Cu gr/l	Cu gr	ClH %	ClH gr		
	Inicial	470									18			
	Final	425	90.62	38,51	4.56	1,94	6.62	2,81	0,0018	0,0008				
	Rendimiento			78,49		47,15		89,60		0,16				

BENEFICIO INTEGRAL DE SULFUROS COMPLEJOS

PROCESO: LIXIVIACION

Ref.ensayo B·8 Fecha 31·X

lixiviación en autoclave Ti, agitación 20%, t = 2h

T = 70 ± 10 °C

Presión SH_2 = 15 Kg (16-13 Kg aprox)

SOLIDOS — Pirrotita PS < 200 mallas

Referencia:		Peso gr	Fe %	Fe gr	Zn %	Zn gr	Pb %	Pb gr	Cu %	Cu gr				
B·8·A	Inicial	100		49,07		4,11		3,14		0,49				
	Final	24,6	25,89	6,37	3,97	0,98	4,17	0,29	1,96	0,48				
	Rendimiento			87,02		76,24		90,83		1,60				

LEJIAS

Referencia:		Vol cm³	Fe gr/l	Fe gr	Zn gr/l	Zn gr	Pb gr/l	Pb gr	Cu gr/l	Cu gr	ClH %	ClH gr		
	Inicial	470									18			
	Final	440	88,12	38,77	6,48	2,85	6,14	2,70	0,0013	0,0006				
	Rendimiento			79,02		69,37		86,04		0,12				

BENEFICIO INTEGRAL DE SULFUROS COMPLEJOS

PROCESO: LIXIVIACION

Ref.ensayo B-9 Fecha 31-X

Lixiviación vidrio, agitación 75 %, T=66°C, t=2h

SOLIDOS			Pirrotita PS < 200 malla											
Referencia:		Peso gr	Fe		Zn		Pb		Cu					
			%	gr	%	gr	%	gr	%	gr				
B-9-A	Inicial	100	49.07	19.07	4.11	4.11	3.14	3.14	0.49	0.49				
	Final	23.2	19.41	4.50	12.41	2.88	0.20	0.05	2.01	0.47				
	Rendimiento			90.82		29.95		98.52		4.83				
B-9-B														
			49.37		4.28		3.0		0.50					

LEJIAS			33 gr de ClNa en 470 cm³ de ClH 18%											
Referencia:		Vol cm³	Fe		Zn		Pb		Cu		ClH			
			gr/l	gr	gr/l	gr	gr/l	gr	gr/l	gr	%	gr		
	Inicial	470	–		–		–		–		18			
	Final	480	89.37	42.90	1.57	0.75	6.18	2.97	0.0045	0.0022				
	Rendimiento			87.43		18.25		94.59		0.45				

BENEFICIO INTEGRAL DE SULFUROS COMPLEJOS

PROCESO: LIXIVIACION

Ref.ensayo B·10 Fecha 31-X

Lixiviación en autoclave TI, agitación 20%, t = 2h

T = 70 ± 10°C

Presión SO_2: 8,5 Kg (12 Kg aparato)

SOLIDOS		Pirrotita P1 < 200 malla													
Referencia:		Peso gr	Fe		Zn		Pb		Cu						
			%	gr	%	gr	%	gr	%	gr					
B·10·A	Inicial	100		49.07		4,11		3,14		0,49					
	Final	25	19,26	4,82	10,36	2,59	0,48	0,12	1,85	0,46					
	Rendimiento			90,19		39,95		96,18		5,61					

LEJIAS		33 gr de ClNa en 470 cm³ de Cl H 18%													
Referencia:		Vol cm³	Fe		Zn		Pb		Cu		ClH				
			gr/l	gr	gr/l	gr	gr/l	gr	gr/l	gr	%	gr			
B·10·A filtrado	Inicial	470									18				
	Final	490	80.0	39,20	2.66	1,30	6,00	2,94	0,0018	0,0009					
	Rendimiento			79,89		31,71		93,63		9,18					

BENEFICIO INTEGRAL DE SULFUROS COMPLEJOS	PROCESO: LIXIVIACION Ref.ensayo B-11 Fecha 5-XI

Lixiviación vidrio, agitación 75%, T=66°C, t=2h

SOLIDOS — Pirrotita P1 < 200 mallas

Referencia:		Peso gr	Fe %	Fe gr	Zn %	Zn gr	Pb %	Pb gr	Cu %	Cu gr
B-11-A	Inicial	400	49,07		4,11		3.14		0,49	
	Final	25	20,83	5,21	9,62	2,41	1,80	0,45	2,01	0,50
	Rendimiento			89,39		41,48		85,67		2,55

LEJIAS

Referencia:		Vol cm³	Fe gr/l	Fe gr	Zn gr/l	Zn gr	Pb gr/l	Pb gr	Cu gr/l	Cu gr	ClH %	ClH gr
B-11 lejía	Inicial	330									18	
	Final	290	137,93	40,00	5,23	1,52	7,33	2,13	0,0007	0,00002		
	Rendimiento			81,52		36,90		67,70		0,04		
B-11 lavado												
	Lavados	295	13,48		0,50		0,73		0,0003			
B-11 lejía+lavados												

BENEFICIO INTEGRAL DE SULFUROS COMPLEJOS	PROCESO: LIXIVIACION Ref.ensayo B-12 Fecha 5-XI

Lixiviación en autoclave TL, agitación 20%, t=2h
T= 70±10°C Presion SH_2 1atm

SOLIDOS			Pirrotita P1 < 200 mallas											
Referencia:		Peso gr	Fe		Zn		Pb		Cu					
			%	gr	%	gr	%	gr	%	gr				
B-12-A	Inicial	500	49,07		4,11		3,14		0,49					
	Final	22,88	29,09	6,63	2,36	0,54	1,67	0,38	1,99	0,45				
	Rendimiento			86,48		86,91		87,87		7,4				

LEJIAS														
Referencia:		Vol cm³	Fe		Zn		Pb		Cu		ClH			
			gr/l	gr	gr/l	gr	gr/l	gr	gr/l	gr	%	gr		
B-12 Copia	Inicial	330									18			
	Final	285	125,52	35,77	11,33	3,23	8,65	2,47	0,0007	0,0002				
	Rendimiento			72,90		78,57		78,51		0,04				
B-12 lavado														
		260	13,55		1,21		0,91		0,00016					
B-12 Copia+lavado														

BENEFICIO INTEGRAL DE SULFUROS COMPLEJOS	PROCESO: LIXIVIACION Ref.ensayo B-13 Fecha 5-XI

Lixiviación en autoclave Ti, agitación 20%, t=2h
T=70±10°C
Presión SO_2: 15 Kg
Aparato 17 Kg

SOLIDOS — Pirrotita P1 < 200 malla

Referencia:		Peso gr	Fe %	Fe gr	Zn %	Zn gr	Pb %	Pb gr	Cu %	Cu gr
B-13-A	Inicial	100	49,07		4,11		3,14		0,49	
	Final	22,4	26,51	5,94	3,23	0,72	2,44	0,55	2,26	0,51
	Rendimiento			87,90		82,40		82,59		~~+3,51~~

LEJIAS

Referencia:		Vol cm³	Fe gr/l	Fe gr	Zn gr/l	Zn gr	Pb gr/l	Pb gr	Cu gr/l	Cu gr	ClH %	ClH gr
B-13 lejía	Inicial	330									18	
	Final	380	133,79	50,84	11,09	4,21	7,70	2,93	0,0008	0,0003		
	Rendimiento			103,61		102,54		93,18		0,06		
B-13 lavado		375	12,22		1,04		0,73		0,0001			

BENEFICIO INTEGRAL DE SULFUROS COMPLEJOS

PROCESO: LIXIVIACION

Ref.ensayo B-14 Fecha 5-XI

Lixiviación vidrio, agitación 75%, T=66°C, t=2h

SOLIDOS			Pirrotita P1 < 200 malla											
Referencia:		Peso gr	Fe		Zn		Pb		Cu					
			%	gr	%	gr	%	gr	%	gr				
B-14-A	Inicial	100	49,07		4,11		3,14		0,49					
	Final	25,88	25,00	6,45	8,10	2,09	1,07	0,28	1,85	0,48				
	Rendimiento			86,86		49,15		91,21		2,59				

LEJIAS			23 gr de ClNa en 330 cm³ de ClH 18%											
Referencia:		Vol cm³	Fe		Zn		Pb		Cu		ClH			
			gr/l	gr	gr/l	gr	gr/l	gr	gr/l	gr	%	gr		
B-14 Lejía	Inicial	330									18			
	Final	320	124,83	39,35	6,36	2,04	8,65	2,77	0,0008	0,00025				
	Rendimiento			81,41		49,52		88,15		0,05				
B-14 Lavado		300	8,13		0,45		0,63		0,0003					

BENEFICIO INTEGRAL DE SULFUROS COMPLEJOS	PROCESO: LIXIVIACION Ref.ensayo B-15 Fecha 6-XI

Lixiviación vidrio, agitación 75%, T= 66°C, t= 2 horas

SOLIDOS			Pirrotita oxidada PEO (SP2)											
Referencia:		Peso	Fe		Zn		Pb		Cu				Sextraido	
		gr	%	gr	%	gr	%	gr	%	gr				gr
LixClH	Inicial	100	44,45		4,23		2,69		0,48					
B-15-A	Final	39												
(*)	Rendimiento													
atr CS_2	Inicial	39												
B-15-B	Final	33,7	31,04	10,46	7,62	2,57	0,16	0,05	1,32	0,44				5,5
100+20 cm³				76,47		39,29		98,00		7,33				
B-15-B			33,79										27,70	
análisis														
húmeda														

LEJIAS														
Referencia:		Vol	Fe		Zn		Pb		Cu		ClH			
		cm³	gr/l	gr	gr/l	gr	gr/l	gr	gr/l	gr	%	gr		
B-15	Inicial	470									18			
lejía	Final	460	75,55	34,75	2,92	1,34	5,50	2,53	0,001	0,00046				
	Rendimiento			78,18		31,75		99,05		0,10				
B-15														
lavado	Final	338												

BENEFICIO INTEGRAL DE SULFUROS COMPLEJOS	PROCESO: LIXIVIACION Ref.ensayo B-16 Fecha 6-XI

Lixiviación en autoclave Ti, agitación 20%, t=2h
T=70±10°C Purga del aire del reactor PSH2 = 15 Kg
Aparato 17-18 Kg

SOLIDOS — Pirrotita PS < 200 mallas

Referencia:		Peso gr	Fe %	Fe gr	Zn %	Zn gr	Pb %	Pb gr	Cu %	Cu gr				
B-16-A	Inicial	100	49.07		4.11		3.14		0.49					
	Final	19,5	16,72	3,26	4,70	0,92	0,50	0,10	2,53	0,49				
	Rendimiento			93,36		77,70		96,89		0,68				

LEJIAS

Referencia:		Vol cm³	Fe gr/l	Fe gr	Zn gr/l	Zn gr	Pb gr/l	Pb gr	Cu gr/l	Cu gr	CaH %	CaH gr		
B-16 lejía	Inicial	470									18			
	Final	430	96.11		7.12		6.50		0.0008					
	Rendimiento													
B-16 lavado														
	Final	210												

BENEFICIO INTEGRAL DE SULFUROS COMPLEJOS	PROCESO: LIXIVIACION Ref.ensayo B.17 Fecha 8-XI

Lixiviación autoclave Ti, agitación 20%, t: 2h, T= 70±10°C
Purga de aire del reactor PSH_2: 15 atm

SOLIDOS			Rozadita P1 < 200 mallas											
Referencia:		Peso gr	Fe		Zn		Pb		Cu					
			%	gr	%	gr	%	gr	%	gr				
B.17 A	Inicial	100	49,07		4,11		3,14		0,49					
	Final	24	28,60		1,87		2,27		2,00					
	Rendimiento													

LEJIAS														
Referencia:		Vol cm³	Fe		Zn		Pb		Cu		CN			
			gr/l	gr	gr/l	gr	gr/l	gr	gr/l	gr	%	gr		
B.17 lejía	Inicial	330									18			
	Final	295												
	Rendimiento													
B.17 lavado														
	Final	265												

BENEFICIO INTEGRAL DE SULFUROS COMPLEJOS	PROCESO: LIXIVIACION Ref.ensayo B-22 Fecha 14-XI

Lixiviación vidrio, agitación 75%, T=66°C, t=2h

SOLIDOS			Pirrotita P1 < 200 malla											
Referencia:		Peso	Fe		Zn		Pb		Cu					
		gr	%	gr	%	gr	%	gr	%	gr				
B-22	Inicial	120	49.07		4.11		3.14		0.49					
	Final	47,3	32,27		6,25		2,47		1,28					
	Rendimiento													
								pH final < 0,4						

LEJIAS														
Referencia:		Vol	Fe		Zn		Pb		Cu		ClH			
		cm³	gr/l	gr	gr/l	gr	gr/l	gr	gr/l	gr	%	gr		
B-22	Inicial	330									18			
Lejía	Final	290	133,64		6,80		8,0		0,002					
	Rendimiento													
B-22														
lavado		230	13,18		0,70		1,47		0,001					
(c/ ClNa) 270 g/l														

BENEFICIO INTEGRAL DE SULFUROS COMPLEJOS	PROCESO: LIXIVIACION Ref.ensayo B-31 Fecha 20-XI

Vaso abierto, T= 80°C, t= 1h, agitación magnética 70%.
Varias tomas de muestra de suspensión homogénea

SOLIDOS — Pirrotita P70 < 200 malla

Referencia:		Peso gr	Fe %	Fe gr	Zn %	Zn gr	Pb %	Pb gr	Cu %	Cu gr				
	Inicial	100	48,38		3,87		2,35		0,48					
	Final	26,3	20,29	5,34	7,04	1,85	2,35	0,09	1,45	0,38				
	Rendimiento			88,97		52,16		96,08		20,55				

LEJIAS

Referencia:		Vol cm³	Fe gr/l	Fe gr	Zn gr/l	Zn gr	Pb gr/l	Pb gr	Cu gr/l	Cu gr	OH %			
	Inicial	400									18			
	Final	260												
	Rendimiento													
B-31	A	393	82,87	32,57	3,37	1,32	5,75	2,26	0,0013	0,0005				
	B	376	89,14	33,52	3,52	1,32	5,62	2,11	0,0010	0,0004				
	C	359	94,28	33,85	3,75	1,35	2,00	0,72	0,0016	0,0006				
	D	[illegible]	98,36	35,81	3,96	1,35	6,31	[illegible]	[illegible]	[illegible]				

BENEFICIO INTEGRAL DE SULFUROS COMPLEJOS	PROCESO: LIXIVIACION Ref.ensayo B-32 Fecha 21-XI

Vaso abierto, T= 60°C, t= 1h, agitación magnética 70%
Varias formas de muestra de suspensión homogénea

SOLIDOS — Pirrotita P70 < 200 malla

Referencia:		Peso gr	Fe %	Fe gr	Zn %	Zn gr	Pb %	Pb gr	Cu %	Cu gr
	Inicial	100	48,38		3,87		2,35		0,48	
	Final	24,3	24,48	5,95	7,17	1,74	0,93	0,23	1,67	0,41
	Rendimiento			87,70		54,98		90,38		15,46

LEJIAS

Referencia:		Vol cm³	Fe gr/l	Fe gr	Zn gr/l	Zn gr	Pb gr/l	Pb gr	Cu gr/l	Cu gr	ClH %
	Inicial	400									18
	Final	335									
	Rendimiento										
B-32	A	399	85,14	33,97	3,60	1,44	1,65	0,66	0,0013	0,0005	
	B	389	88,00	34,23	3,80	1,48	2,93	1,14	0,0020	0,0008	
	C	378	90,28	34,13	3,85	1,47	7,69	2,91	0,0016	0,0006	
	D	368	92,50	34,04	4,05	1,49	8,33	3,07	0,0016	0,0006	
	E	[illegible]									

BENEFICIO INTEGRAL DE SULFUROS COMPLEJOS	PROCESO: LIXIVIACION Ref ensayo B-34 Fecha

Lixiviación vidrio, agitación 75%, T=66°C, t=2h

SOLIDOS			Pirrotita P.70 < 200 malla											
Referencia:		Peso	Fe		Zn		Pb		Cu				S	
		gr	%	gr	%	gr	%	gr	%	gr				gr
B-34-A	Inicial	100	18,38		3,87		2,35		0,48					
	Final	19,3*												
	Rendimiento													
B-34-B extracc S_2C	Inicial													
	Final	18,8	22,24	4,18	4,47	0,84	0,34	0,06	2,52	0,47				0,9
				91,36		78,29		97,28		1,30				
	* residuo arcilla en estufa, estaba muy desmenazado.													

LEJIAS														
Referencia:		Vol	Fe		Zn		Pb		Cu		ClH			
		cm³	gr/l	gr	gr/l	gr	gr/l	gr	gr/l	gr	%			
B-34 Lixa	Inicial	470									18			
	Final	440	97,93	43,09	5,50	2,42	6,00	2,64	0,0021	0,00092				
	Rendimiento			89,06		62,53		112,3		0,19				
B-34 lavado														
		250												

BENEFICIO INTEGRAL DE SULFUROS COMPLEJOS	PROCESO: LIXIVIACION Ref.ensayo B-35 Fecha

Lixiviación vidrio, agitación 75%, T=66 °C, t=2h

SOLIDOS			Pirrotita PSO <200 mallas (100g) + Fe_2O_3 (14g) (10,73 gr Fe)											
Referencia:		Peso gr	Fe		Zn		Pb		Cu				S	
			%	gr	%	gr	%	gr	%	gr				gr
B-35-A	Inicial	100	49,96		3,77		2,75		0,51					
	Final	76,6												
	Rendimiento													
B-35-B extrac S_2C	Inicial	76,6												
	Final	71,5	40,00	28,6	3,94	2,82	0,07	0,05	0,63	0,45				4,4
	Rendimiento			42,75		25,28		98,18		11,68				

LEJIAS														
Referencia:		Vol cm^3	Fe		Zn		Pb		Cu		ClH			
			gr/l	gr	gr/l	gr	gr/l	gr	gr/l	gr	%			
B-35 Lejía	Inicial	470									18			
	Final	450	47,22	21,25 / 11,40	3,48	1,57	5,57	2,51	0,10	0,045				
	Rendimiento			22,94		41,54		91,15		8,82				
B-35 lavado														
		250												

BENEFICIO INTEGRAL DE SULFUROS COMPLEJOS	PROCESO: LIXIVIACION Ref.ensayo B-36 Fecha 22-XI

Lixiviación ácida, agitación 75%, T=66°C, t=2h

SOLIDOS			Pirrotita P50 < 200 malla											
Referencia:		Peso gr	Fe		Zn		Pb		Cu				S	
			%	gr	%	gr	%	gr	%	gr				gr
B-36-A	Inicial	100	49,96		3,77		2,75		0,51					
	Final	27												
	Rendimiento													
B-36-B	Inicial	27												
extrac S_2C	Final	23	11,39	2,62	10,79	2,48	0,28	0,06	2,10	0,48				3,9
				94,76		34,17		97,66		5,29				

LEJIAS														
Referencia:		Vol cm³	Fe		Zn		Pb		Cu		ClH			
			gr/l	gr	gr/l	gr	gr/l	gr	gr/l	gr	%			
B-36 Lejía	Inicial	470									18			
	Final	440	93,10	40,96	3,88	1,71	5,71	2,51	0,0017	0,0007				
	Rendimiento			81,99		45,28		91,36		0,15				
B-36 lavado														
		250												

BENEFICIO INTEGRAL DE SULFUROS COMPLEJOS	PROCESO: LIXIVIACION Ref.ensayo B-37 Fecha 23-XI

Vaso abierto, T=60°C, t=1h, agitación magnética 70%
Varios tomas de muestra de suspensión homogénea

SOLIDOS			Pirrotita P60 < 200 mallas (94 SPZ + 6 SPI)											
Referencia:		Peso gr	Fe		Zn		Pb		Cu					
			%	gr	%	gr	%	gr	%	gr				
	Inicial	100												
	Final													
	Rendimiento													

LEJIAS														
Referencia:		Vol cm³	Fe		Zn		Pb		Cu		ClH			
			gr/l	gr	gr/l	gr	gr/l	gr	gr/l	gr	%			
	Inicial	400									18			
	Final													
	Rendimiento													
B-37														

BENEFICIO INTEGRAL DE SULFUROS COMPLEJOS	PROCESO: LIXIVIACION Ref.ensayo B-38 Fecha 26-XI

Lixiviación cúprica, agitación 75%, T= 66°C, t=2h

SOLIDOS			Pirrotita P70 < 200 malla.											
Referencia:		Peso gr	Fe		Zn		Pb		Cu				S	
			%	gr	%	gr	%	gr	%	gr				gr
B-38A	Inicial	100	18,38		3,82		2,35		0,48					
	Final	22												
	Rendimiento													
B-38-B extracc S_2C	Inicial	22												
	Final	19,6	23,96	4,70	5,07	0,99	0,34	0,07	2,44	0,48				2,5
				90,29		74,32		97,16		0,37				

LEJIAS														
Referencia:		Vol cm³	Fe		Zn		Pb		Cu		ClH			
			gr/l	gr	gr/l	gr	gr/l	gr	gr/l	gr	%			
B-34 Lija	Inicial	470									18			
	Final	440	92,41	40,66	6,83	3,01	5,86	2,58	0,0014	0,0006				
	Rendimiento			84,04		77,65		109,72		9,13				
B-34 lavado		250												

BENEFICIO INTEGRAL DE SULFUROS COMPLEJOS	PROCESO: LIXIVIACION Ref.ensayo B-39 Fecha 26-XI

Lixiviación vidrio, T = 86°C, t = 2h, agitación 75%

SOLIDOS — Pirrotita P70 < 200 malla

Referencia:		Peso gr	Fe %	Fe gr	Zn %	Zn gr	Pb %	Pb gr	Cu %	Cu gr			S	S gr
B-39-A	Inicial	100	49,38		3.87		2.35		0,48					
	Final	24,3												
	Rendimiento													
B-39-B extracc S_2C	Inicial	24,3												
	Final	21,7	23,27	5,05	3,22	0,70	1,63	0,37	2,20	0,48				2,6
				89.56		81,94		84,39		0,54				

LEJIAS

Referencia:		Vol cm³	Fe gr/l	Fe gr	Zn gr/l	Zn gr	Pb gr/l	Pb gr	Cu gr/l	Cu gr	CaH %		pH	
B-39 lejía	Inicial	325									18			
	Final	295	135,65	40,02	11,05	3,26	7,54	2,22	0,0007	0,0002			<0,4	
	Rendimiento			82,71		84,23		94,65		0,04				
B-39 lavado		250												

BENEFICIO INTEGRAL DE SULFUROS COMPLEJOS	PROCESO: LIXIVIACION Ref.ensayo B-40 Fecha 27-XI

Lixiviación nicho, T=66°C, t=2h, agitación 85%

SOLIDOS			Pirrotita P70 < 200 malla											
Referencia:		Peso gr	Fe		Zn		Pb		Cu				S	
			%	gr	%	gr	%	gr	%	gr				gr
B-40-A	Inicial	100	49,38		3,87		2,35		0,48					
	Final	37,6												
	Rendimiento													
B-40-B														
Extr S_2C	Final	36,7	36,61	13.44	3,03	1,11	2,71	0,99	1,33	0,49				
				72,23		71,27		57,68		1,63				0,9

LEJIAS														
Referencia:		Vol cm³	Fe		Zn		Pb		Cu		CLH		pH	
			gr/l	gr	gr/l	gr	gr/l	gr	gr/l	gr	%			
B-40 lejía	Inicial	260									18			
	Final	240	139,13	33,39	11,85	2,87	6.61	1,59	0,0010	0,0002			<0,4 (previsto)	
	Rendimiento			69.02		73,49		67,51		0,05				
B-40 lavado														
	Final	250												

BENEFICIO INTEGRAL DE SULFUROS COMPLEJOS	PROCESO: LIXIVIACION Ref.ensayo B-41 Fecha 28-XI

Lixiviación ácida, T=66°C, t=2h, agitación 75%

SOLIDOS			Dzrofita P70 < 200 mallas											
Referencia:		Peso gr	Fe		Zn		Pb		Cu				S	
			%	gr	%	gr	%	gr	%	gr				gr
B-41-A	Inicial	100	48,38		3,87		2,35		0,48					
	Final	51,1												
	Rendimiento													
B-41B Lixiv S_2C	Inicial	51,1												
	Final	50,6	42,25	21,38	3,07	1,55	2,00	1,01	1,00	0,51				9,6
				55,81		59,86		56,94		+5,42				

LEJIAS														
Referencia:		Vol cm³	Fe		Zn		Pb		Cu		ácH		pH	
			gr/l	gr	gr/l	gr	gr/l	gr	gr/l	gr	%			
	Inicial	200									18			
	Final	182	132,17	24,05	12,42	2,26	7,38	1,34	0,0007	0,0001			<0,4	mínimo
	Rendimiento			49,72		58,41		57,16		0,03				

BENEFICIO DE ESCORIAS

SULFUROS COMPLEJOS

Ref ensayo [illegible] Fecha 28-XI

Lixiviación ácida. T: 66°C. t: 2h, agitación 100%

SOLIDOS			Pirrotita P70 < 200 mallas											
Referencia:		Peso gr	Fe		Zn		Pb		Cu				S	
			%	gr	%	gr	%	gr	%	gr				gr
B-42-A	Inicial	100	48,38		3,87		2,35		0,48					
	Final	17,8												
	Rendimiento													
B-42-B Extrac S_2C														
	Final.	17,7	21,90	3,88	7,25	1,28	0,23	0,04	2,43	0,43				2
				91,99		66,84		98,27		10,39			Pérdida	0,5-1

LEJIAS			470 cm³ ClH 18% + 100 cm³ benceno											
Referencia:		Vol cm³	Fe		Zn		Pb		Cu		ClH			
			gr/l	gr	gr/l	gr	gr/l	gr	gr/l	gr	%			
	Inicial	470									18			
	Final	445	96,55	42,96	5,75	2,56	6,15	2,74	0,0014	0,0006				
	Rendimiento			88,81		66,12		116,46		0,13				

BENEFICIO INTEGRAL DE SULFUROS COMPLEJOS	PROCESO: LIXIVIACIÓN
	Ref.ensayo B-43 Fecha 29-XI

lixiviación vidrio, T=66°C, t=2h, agitación 75%

SOLIDOS			Producto P70 < 200 malla											
Referencia:		Peso	Fe		Zn		Pb		Cu				S	
		gr	%	gr	%	gr	%	gr	%	gr				gr
B-42-A	Inicial	600	48,38		3,87		2,35		0,48					
	Final													
	Rendimiento													
B-42-B														
	Final	13.4	23,79	4.62	7,35	1,43	0,11	0,02	2.44	0.47				2,6
				90,46		63,16		99.09		1,38				

LEJIAS			470 cm³ ClH 18% + 250 cm³ de benceno											
Referencia:		Vol	Fe		Zn		Pb		Cu		ClH			
		cm³	gr/l	gr	gr/l	gr	gr/l	gr	gr/l	gr	%			
	Inicial	470									18			
	Final	460	88,96	40,92	5,17	2,38	5,71	2,63	0,0024	0,001				
	Rendimiento			84,58		61,45		111,77		0,23				

BENEFICIO INTEGRAL DE SULFUROS COMPLEJOS	PROCESO: LIXIVIACIÓN
	Ref.ensayo B-46 Fecha 4-XI

Lixiviación cubic, T=86°C, t=2h, agitación 75%

SOLIDOS			P-80 < 200 mallas											
Referencia:		Peso	Fe		Zn		Pb		Cu				S	
		gr	%	gr	%	gr	%	gr	%	gr				gr
B-46-A	Inicial	400	49,13		4,24		2,93		0,51					
	Final	170												
	Rendimiento													
B-46-B														
Extracc S_2C	Final	14,2	19,32	2.74	8,75	1,24	0,16	0,02	3,35	0,48				2,6
				94,42		70,70		99,22		673				

LEJIAS														
Referencia:		Vol	Fe		Zn		Pb		Cu		CN			
		cm³	gr/l	gr	gr/l	gr	gr/l	gr	gr/l	gr	%			
	Inicial	470									18			
	Final	450	94,54	42,54	6,67	3,00	6,00	2,70	0,0015	0,0007				
	Rendimiento			86,59		70,73		92,15		0,13	lavado Zn		lavado Fe	
B-46-A	Lavado 1	25	17,23	0,4443	1,17	0,0293	1,075		0,0054		36,06	36,1	35,4	35,4
B-46-B	Lavado 2	25	14,06	0,3515	0,92	0,0230	0,835		0,0062		28,31	64,4	28,0	63,4
B-46-C	Lavado 3	25	11,60	0,2900	0,75	0,0188	0,672		0,0082		23,14	87,51	23,1	86,5
B-46-D	Lavado 4	25	5,47	0,1368	0,33	0,0083	0,42		0,0062		10,22	97,7	10,9	97,4
B-46 E	Lavado 5	25	1,35	0,0338	0,08	0,0020	0,13		0,0074		2,46	100,2	2,7	100
			Σ	1,2553		0,0813								

BENEFICIO INTEGRAL DE SULFUROS COMPLEJOS	PROCESO: LIXIVIACIONES
	Ref.ensayo B-44 Fecha 3-XII

Lixiviación medio, agitación 75%, T=66°C, t=2h

SOLIDOS			Pirrotita P80 < 200 mallas (60" molienda)											
Referencia:		Peso	Fe		Zn		Pb		Cu				S	
		gr	%	gr	%	gr	%	gr	%	gr				gr
B-44-A	Inicial	100	49,13		4,24		2,93		0,51					
	Final	19,3												
	Rendimiento													
B-44-B	Inicial	19,3												
Extracc	Final	17	24,58	4,18	7,07	1,20	0,30	0,05	2,95	0,50				2,3
S°C				91,49		71,65		98,26		1,67				

LEJIAS														
Referencia:		Vol	Fe		Zn		Pb		Cu		CN			
		cm³	gr/l	gr	gr/l	gr	gr/l	gr	gr/l	gr	%			
	Inicial	470									18			
	Final	450	99,44	44,75	5,50	2,48	5,0	2,25	0,0015	0,0007				
	Rendimiento			91,08		58,37		76,79		0,13				
lavado	Final	250												

BENEFICIO INTEGRAL DE SULFUROS COMPLEJOS	PROCESO: LIXIVIACION Ref.ensayo B-45 Fecha 3-XI

Lixiviación cidro, T=66°C, t=2h, agitación 75%

SOLIDOS — P-80 sin triturar (1-4 mm)

Referencia:		Peso gr	Fe %	Fe gr	Zn %	Zn gr	Pb %	Pb gr	Cu %	Cu gr			S	S gr
B-45-A	Inicial	100	49,13		4,24		2,93		0,51					
	Final	28,7												
	Rendimiento													
B-45-B		28,7												
Extracc S2C	Final	26,8	22,92	6,14	12,99	3,48	0,47	0,13	1,80	0,48				26
				87,50		17,89		95,70		5,41				

LEJIAS

Referencia:		Vol cm³	Fe gr/l	Fe gr	Zn gr/l	Zn gr	Pb gr/l	Pb gr	Cu gr/l	Cu gr	CN %			
B-45	Inicial	470									18			
	Final	400	85,79		1,50		6,13		0,0030					
	Rendimiento			(80)		(16)		(100)		(0,1)				
	Lavado	250												
			g/l	%Ext	g/l	%Ext.	g/l	%Ext	g/l	%Ext				
1h	B-45-A	463	84,74	81,10	1,33	16,63	6,00	118,2	0,0011	0,11			80 %	Fe
2h	B-45-B	446	87,34	80,52	1,43	16,48	6,14	116,5	0,0015	0,14			16 %	Zn
3h	B-45-C	428	86,31	76,36	1,45	16,04	6,00	[illegible]	0,0011	0,10			100 %	Pb
4h	B-45-D	410	87,89	[illegible]	1,44	[illegible]	6,4	[illegible]	0,0007	[illegible]			[illegible]	Cu

BENEFICIO INTEGRAL DE SULFUROS COMPLEJOS	PROCESO: LIXIVIACION
	Ref.ensayo B-47 Fecha 5-VII

Lixiviación vidrio, T=86°C, t=2h, agitación 75%

SOLIDOS			P-80 < 200 mallas (+5 minutos molienda)											
Referencia:		Peso	Fe		Zn		Pb		Cu				S	
		gr	%	gr	%	gr	%	gr	%	gr				gr
B-47-A	Inicial	100	49,13		4,24		2,93		0,51					
	Final	16,1												
	Rendimiento													
B-47-B Extracc Sx														
	Final	13,1	19,25	2,52	5,00	0,66	0,15	0,02	3,93	0,51				3,0
				94,87		84,55		99,33		0,95				

LEJIAS														
Referencia:		Vol	Fe		Zn		Pb		Cu		ClH			
		cm³	gr/l	gr	gr/l	gr	gr/l	gr	gr/l	gr	%			
B-47	Inicial	470									18			
	Final	435	104,57	45,49	8,66	3,77	6,46	2,81	0,002	0,0009				
	Rendimiento			92,59		88,85		95,91		0,17	lavado Zn		lavado Fe	
B-47-A	Lavado 1	100	11,37	1,1370	0,98	0,0980	0,77		0,0003		86,23	86,2	86,27	86,3
B-47-B	Lavado 2	100	1,09	0,1090	0,099	0,0099	0,10		0,0006		8,71	94,9	8,27	94,6
B-47-C	Lavado 3	100	0,48	0,048	0,036	0,0036	0,042		0,0004		3,17	98,1	3,64	98,2
B-47-D	Lavado 4	100	0,14	0,014	0,014	0,0014	0,018		–		1,23	99,3	1,06	99,2
B-47-E	Lavado 5	100	0,10	0,010	0,0075	0,00075	0,016		–		0,66	100,0	0,76	100,0
			Σ	1,3180	Σ	1,1576								

BENEFICIO INTEGRAL DE SULFUROS COMPLEJOS	PROCESO: [illegible]
	Ref.ensayo B-48 Fecha 5-[illegible]

Lixiviación vidrio, T=66 °C, t=2h, agitación 75 %

SOLIDOS			P.80 < 200 mallas (+5 minutos molienda)											
Referencia:		Peso gr	Fe		Zn		Pb		Cu				S	
			%	gr	%	gr	%	gr	%	gr				T
B-48-A	Inicial	100	49,13		4,24		2,93		0,51					
	Final	17,5												
	Rendimiento													
B-48-B Extraer SxC														
	Final	14,3	21,25	3,04	1,60	0,23	0,48	0,07	3,50	0,50				3,1
				93,81		94,60		97,66		1,86				

LEJIAS														
Referencia:		Vol cm³	Fe		Zn		Pb		Cu		ClH			
			gr/l	gr	gr/l	gr	gr/l	gr	gr/l	gr	%			
B-48 lejía	Inicial	470									18			
	Final	445	97,22	43,26	9,53	4,24	6,00	2,67	0,0021	0,0009				
	Rendimiento			88,06		100,02		91,13		0,18	lavado Zn		lavado Fe	
B-48-A	lavado 1	50	10,24	0,5120	1,00	0,0500	0,74		0,0013		48,95	49,0	51,51	52
B-48-B	lavado 2	50	3,89	0,1945	0,52	0,0260	0,45		0,0027		25,45	74,4	19,61	71
B-48-C	lavado 3	50	3,00	0,1500	0,28	0,0140	0,27		0,0036		13,71	88,1	15,09	86
B-48 D	lavado 4	50	1,63	0,0815	0,15	0,0075	0,17		0,0036		7,34	95,4	8,20	94
B-48-E	lavado 5	50	1,12	0,0560	0,093	0,0047	0,12		0,0033		4,60	100,0	5,63	100
			[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]								

BENEFICIO INTEGRAL DE SULFUROS COMPLEJOS

PROCESO: LIXIVIACION

Ref.ensayo B-49 Fecha 5-XII

Lixiviación ácida, T=86°C, t=2h, agitación 95%

SOLIDOS			P80 sin moler											
Referencia:		Peso	Fe		Zn		Pb		Cu				S	
		gr	%	gr	%	gr	%	gr	%	gr				gr
B-49-A	Inicial	100	49,13		4,24		2,93		0,57					
	Final	28												
	Rendimiento													
B-49-B Extrac S_2C														
	Final	26	27,18	7,07	13,15	3,42	0,31	0,08	1,94	0,50				2
				85,62		19,36		97,25		1,10				

LEJIAS														
Referencia:		Vol	Fe		Zn		Pb		Cu		ClH			
		cm³	gr/l	gr	gr/l	gr	gr/l	gr	gr/l	gr	%			
	Inicial	470									18			
	Final	445	85,5	38,05	1,65	0,73	5,12	2,28	0,012	0,01				
	Rendimiento			77,44		17,32		77,76		1,05				

APENDICE A-2

Hojas de operación de los ensayos de precipitación de cinc

BENEFICIO INTEGRAL DE PROCESO: [illegible]

SULFUROS COMPLEJOS | Ref.ensayo: B-18 Fecha 12-XI

Autoclave Ti c/vaso vidrio, agitación 2%, t = 1h, T = 70±10°C
PSH_2 = 10 Kg
(Dispositivo: 13)

SOLIDOS

Referencia:		Peso gr	Fe %	Fe gr	Zn %	Zn gr	Pb %	Pb gr	Cu %	Cu gr				
	Inicial	–												
	Final													
	Rendimiento													

LEJIAS

A) 10 g/l Zn, 1 M Cl^-, 0,05 M H^+

Referencia:		Vol cm³	Fe gr/l	Fe gr	Zn gr/l	Zn gr	Pb gr/l	Pb gr	Cu gr/l	Cu gr				
B-18 lejía	Inicial	300			10,42	3,13								
	Final	295			1,33	0,39								
	Rendimiento					87,45								

BENEFICIO INTEGRAL DE SULFUROS COMPLEJOS

PROCESO: PRECIPITACION Zn

Ref.ensayo B-19 Fecha 13-XI

Autoclave Ti c/vaso medio, agitación 20%, t=1h, T=70±10°C
pSH_2 = 10 Kg

SOLIDOS														
Referencia:		Peso gr	Fe		Zn		Pb		Cu					
			%	gr	%	gr	%	gr	%	gr				
	Inicial													
	Final													
	Rendimiento													

LEJIAS			c) 10 g/l Zn, 5M Cl^-, 0,05M H^+											
Referencia:		Vol cm³	Fe		Zn		Pb		Cu					
			gr/l	gr	gr/l	gr	gr/l	gr	gr/l	gr				
B-19 bía caliente	Inicial	300	~~10,58~~		10,58	3,17								
	Final				9,58									
	Rendimiento													
B-19 bía fría														
					9.48									

BENEFICIO INTEGRAL DE PROCESO: PRECIPITACIÓN

SULFUROS COMPLEJOS | Ref.ensayo B-20 Fecha 15-X

Autoclave Ti c/vasoruido, agitación 20%, t= 1h, T= 70±10°C
pSH_2= 10 Kg

SOLIDOS															
Referencia:		Peso gr	Fe		Zn		Pb		Cu						
			%	gr	%	gr	%	gr	%	gr					
	Inicial														
	Final														
	Rendimiento														

LEJIAS			300 cm³ lejía C + 17 cm³ ClH 18% (~0,3M en ClH)												
Referencia:		Vol cm³	Fe		Zn		Pb		Cu						
			gr/l	gr	gr/l	gr	gr/l	gr	gr/l	gr					
B-20 lejía	Inicial	317			10,01	3,17									
	Final	320			9,89										
	Rendimiento														
			No aparece precipitado												

BENEFICIO INTEGRAL DE PROCESO: PRECIPITACIÓN Zn

SULFUROS COMPLEJOS | Ref. ensayo B-21 Fecha 14-XI

Autoclave Ti c/vaso vidrio, agitación 20%, t: 1h, T = 70 ± 10 °C

pSH_2 = 10 atm

SOLIDOS

Referencia:		Peso gr	Fe %	Fe gr	Zn %	Zn gr	Pb %	Pb gr	Cu %	Cu gr				
	Inicial													
	Final													
	Rendimiento													

LEJIAS 300 cm³ lejía B + 17 cm³ ClH 18% (~0,3 M en ClH)

Referencia:		Vol cm³	Fe gr/l	Fe gr	Zn gr/l	Zn gr	Pb gr/l	Pb gr	Cu gr/l	Cu gr				
	Inicial	317			9,94	3,15								
	Final	315			9,76	3,07								
	Rendimiento				2,4									
			No aparece precipitado											

BENEFICIO INTEGRAL DE SULFUROS COMPLEJOS

PROCESO: LIXIVIACION Zn

Ref.ensayo B-23 Fecha 14-XI

Autoclave Ti c/vaso vidrio, agitación 20%, t = 4h, T = 70±10°C
pSH2 = 10 kg

SOLIDOS

Referencia:		Peso gr	Fe %	Fe gr	Zn %	Zn gr	Pb %	Pb gr	Cu %	Cu gr				
	Inicial													
	Final	(1,5)			58,52	(0,88)								
	Rendimiento				(27,87)									

LEJIAS 300 cm³ lejía B + 1,7 cm³ ClH 18% (~0,03M ClH)

Referencia:		Vol cm³	Fe gr/l	Fe gr	Zn gr/l	Zn gr	Pb gr/l	Pb gr	Cu gr/l	Cu gr				
	Inicial	302			10,43	3,15								
	Final	300			5,60	1,68								
	Rendimiento				46,66									

BENEFICIO INTEGRAL DE SULFUROS COMPLEJOS

PROCESO: PRECIPITACION ZnS

Ref.ensayo B-24 Fecha 15-XI

Autoclave Ti c/vaso vidrio, agitación 20%, t=1h, T=70±10°C
pSH_2 = 10 Kg

SOLIDOS															
Referencia:		Peso gr	Fe		Zn		Pb		Cu						
			%	gr	%	gr	%	gr	%	gr					
B-24	Inicial														
	Final	(3,0)			65,28	(1,96)									
	Rendimiento				(62,57)										
	100 cm³ de lejía se tratan con 55 cm³ de NaOH 1N aparece un ppdo blanco (B-24-B)														
B-24-B															
	Final	0,5			52,34										

LEJIAS			300 cm³ lejía A + 17 cm³ ClH 18% (~0,8 M ClH)												
Referencia:		Vol cm³	Fe		Zn		Pb		Cu						
			gr/l	gr	gr/l	gr	gr/l	gr	gr/l	gr					
lejía B-24	Inicial	317			9,86	3,13									
	Final *	330			1,64	0,54									
	Rendimiento				82,74										
	(*) Aparece precipitado blanco y azufre elemental en lejía y sobre los bordes superiores de vaso y reactor														

BENEFICIO INTEGRAL DE PROCESO: PRECIPITACION Zn

SULFUROS COMPLEJOS | Ref.ensayo B-25 Fecha 16-XI

Erlenmeyer vidrio, borboteo de SH_2 a presion atmosferica

SOLIDOS

Referencia:		Peso gr	Fe %	Fe gr	Zn %	Zn gr	Pb %	Pb gr	Cu %	Cu gr				
B-25	Inicial													
	Final	(4,6)			61,33	(2,82)								
	Rendimiento				(51,85)									

LEJIAS 500 cm³ de lejia D

Referencia:		Vol cm³	Fe gr/l	Fe gr	Zn gr/l	Zn gr	Pb gr/l	Pb gr	Cu gr/l	Cu gr				
lejia B-25	Inicial	500			10,89	5,44								
	Final	500			4,25	2,12								
	Rendimiento				61,03									

Aparición rapida de polo al iniciar el borboteo

BENEFICIO INTEGRAL DE SULFUROS COMPLEJOS

PROCESO: PRECIPITACIÓN [illegible]

Ref.ensayo B-26 Fecha 16-XI

Reactor Ti c/vaso vidrio, agitación 20%, t=1h, T= 70±10°C
pSH_2 = 10 Kg

SOLIDOS															
Referencia:		Peso gr	Fe		Zn		Pb		Cu						
			%	gr	%	gr	%	gr	%	gr					
B-26-A	Inicial														
	Final	5,5			65,74	(3,62)									
	Rendimiento				(66,46)										

LEJIAS			500 cm³ lejía D												
Referencia:		Vol cm³	Fe		Zn		Pb		Cu						
			gr/l	gr	gr/l	gr	gr/l	gr	gr/l	gr					
lejía B-26	Inicial	500			10,89	5,44									
	Final	500			1,05	0,52									
	Rendimiento				90,44										
				(*)	Aparece azufre elemental en exterior del vaso de vidrio.										
B-26-B filtrado		500			0,80	0,40									
					92,64										

BENEFICIO INTEGRAL DE SULFUROS COMPLEJOS	PROCESO: PRECIPITACIÓN Zn
	Ref.ensayo B-27 Fecha 16-XI

Erlenmeyer cerrado, barboteo SH_2 a presión atmosférica

SOLIDOS

Referencia:		Peso gr	Fe %	Fe gr	Zn %	Zn gr	Pb %	Pb gr	Cu %	Cu gr				
	Inicial													
	Final													
	Rendimiento													

LEJIAS 500 cm³ lejía D + 68 gr CNNa

Referencia:		Vol cm³	Fe gr/l	Fe gr	Zn gr/l	Zn gr	Pb gr/l	Pb gr	Cu gr/l	Cu gr				
	Inicial	525			10,37	5,44								
	Final	580			8,93 (*)	4,73								
	Rendimiento				13,05									
		(*)	lejía tomada sin filtrar											

BENEFICIO INTEGRAL DE SULFUROS COMPLEJOS	PROCESO: [illegible]
	Ref.ensayo B-28 Fecha 16-XI

Autoclave Te efuso vidrio, agitación 20%, t = 1h, T = 70÷10°C
pSH2 = 10 Kg

SOLIDOS

Referencia:		Peso gr	Fe %	Fe gr	Zn %	Zn gr	Pb %	Pb gr	Cu %	Cu gr				
B-28-A	Inicial													
	Final	(2)			57,81	(1,16)								
	Rendimiento				(21,25)									

LEJIAS 500 cm³ lejía D + 68 gr CNa

Referencia:		Vol cm³	Fe gr/l	Fe gr	Zn gr/l	Zn gr	Pb gr/l	Pb gr	Cu gr/l	Cu gr				
B-28-A	Inicial	525			10,37	5,44								
	Final	530			6,64	3,52								
	Rendimiento				35,29									
B-28-B filtrado														
		530			5,77	3,06								
					43,75									

BENEFICIO INTEGRAL DE SULFUROS COMPLEJOS

PROCESO: [illegible]

Ref ensayo B-29 Fecha 16-[illegible]

Extracción [illegible] SO_2 a presión atmosférica

SOLIDOS

Referencia:		Peso gr	Fe %	Fe gr	Zn %	Zn gr	Pb %	Pb gr	Cu %	Cu gr				
	Inicial													
	Final													
	Rendimiento													

LEJIAS

500 cm³ lejía D + 17,5 cm³ ácido 18%

Referencia:		Vol cm³	Fe gr/l	Fe gr	Zn gr/l	Zn gr	Pb gr/l	Pb gr	Cu gr/l	Cu gr				
	Inicial	517,5			10,51	5,44								
	Final	520			9,20 (*)	4,78								
	Rendimiento				12,13									
		(*)	Lejía tomada, sin filtrar											

BENEFICIO INTEGRAL DE SULFUROS COMPLEJOS	PROCESO: [illegible]
	Ref.ensayo B-30 Fecha [illegible]

autoclave Ti clase media agitación 20%, t = 1h, T = 70 ± 10°C
pSH_2 = 10 Kg

SOLIDOS

Referencia:		Peso gr	Fe %	Fe gr	Zn %	Zn gr	Pb %	Pb gr	Cu %	Cu gr				
B-30-A	Inicial													
	Final	(9,5)			41,81	(3,97)								
	Rendimiento				(73,01)									

LEJIAS 500 cm³ lejía D + 12,5 cm³ OH 18%

Referencia:		Vol cm³	Fe gr/l	Fe gr	Zn gr/l	Zn gr	Pb gr/l	Pb gr	Cu gr/l	Cu gr				
	Inicial	512,5			10,51	5,44								
	Final	520			0,95	0,49								
	Rendimiento				90,99									