



Universidad Nacional del Altiplano - Puno

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA E INGENIERIA METALURGICA

Ciudad Universitaria
Apartado N° : 291
Avda. Ejercito 329
Puno.
Telefax. (054) 366188

"Punto de la Verdad y la Reconciliación Nacional"

Puno, 2002 diciembre 17

OFICIO N° 639-2002-D-FIGIM-UNA-P

Señor ing.
ROMULO MUCHO MAMANI
Presidente Consejo Directivo de INGEMMET

LIMA .

ASUNTO : Hago alcance de INFORME FINAL

Es grato dirigirme a su digna Presidencia, para remitir adjunto al presente el INFORME FINAL de Pruebas de Cianuración por Agitación y Percolación de Minerales Auríferos de la Zona de Rinconada y Ananea del Distrito de Ananea del Departamento de Puno, en cumplimiento al Contrato de Locación de Servicios Contrato N°187-2002.

Esperando haber cumplido con las expectativas de vuestra digna representada, es propicia la ocasión para testimoniarle mi consideración más distinguida.

Atentamente,



Eraimo G. Carnero
Ing° M.Sc. ERAIMO G. CARNERO CARNERO
DECANO
Facultad de Ingeniería Geológica
e Ingeniería Metalúrgica

cc Archivo 2002
ECC/rz

Eraimo G. Carnero
20/12/02
1176



Universidad Nacional del Altiplano - Puno

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA E INGENIERIA METALURGICA

Ciudad Universitaria
Apartado N° : 291
Avda. Ejercito 329
Puno.
Telefax. (054) 366188

"Año de la Verdad y la Reconciliación Nacional"

Puno, 2002 diciembre 17

OFICIO N° 639-2002-D-FIGIM-UNA-P

Señor ing.
ROMULO MUCHO MAMANI
Presidente Consejo Directivo de INGEMMET

LIMA .

ASUNTO : Hago alcance de INFORME FINAL

Es grato dirigirme a su digna Presidencia, para remitir adjunto al presente el INFORME FINAL de Pruebas de Cianuración por Agitación y Percolación de Minerales Auríferos de la Zona de Rinconada y Ananea del Distrito de Ananea del Departamento de Puno, en cumplimiento al Contrato de Locación de Servicios Contrato N° 187-2002.

Esperando haber cumplido con las expectativas de vuestra digna representada, es propia la ocasión para testimoniarle mi consideración más distinguida.

Atentamente,



E. G. Carnero
Ing° M.Sc. ERAZMO G. CARNERO CARNERO
DECANO
Facultad de Ingeniería Geológica
e Ingeniería Metalúrgica

cc Archivo 2002
ECC/rv

E. G. Carnero
20/12/02
1176



INFORME FINAL

Ciudad Universitaria
Apartado N° : 291
Avda. Ejercito 329
Puno.
Telefax. (054) 366188

PRUEBAS DE CIANURACION POR AGITACIÓN Y PERCOLACIÓN DE MINERALES AURIFEROS DE LA ZONA DE RINCONADA Y ANANEA DEL DISTRITO DE ANANEA - DEL DEPARTAMENTO DE PUNO

RESUMEN

La cianuración por agitación y percolación es aplicado a menas con valores metálicos como el oro, plata y otros, que actualmente logra resultados satisfactorios en la recuperación de metales preciosos.

En este trabajo, se hace un análisis de los diferentes parámetros de operación del proceso de lixiviación respecto de su importancia y posibilidad de estudio a nivel de laboratorio. Se estudia con mayor énfasis el efecto del grado de trituración, concentración de cianuro y la extracción del oro.

1. ANTECEDENTES

La muestra objeto de estudio nos fue entregada por el Ing. Metalurgista Alguin Tito Zapana Guillen, en una cantidad aproximada de 125 Kg en su totalidad, dicha muestra ha sido en mineral fresco de Ananea, Rinconada, San Antonio de Poto y la Cordillera Sur Oriental - Puno. Las muestras entregadas han sido de acuerdo a la siguiente tabla:

ANANEA	RINCONADA	SAN ANTONIO DE POTO	ORIENTAL
AN-01 A	RC-01	SP-01	OR-01 A
AN-01B	RC-02	SP-02	OR-01B
AN-01C	RC-03		OR-01C
25 Kilos	63 Kilos	19 Kilos	18 Kilos

2. PREPARACIÓN MECANICA

Con el total de estas muestras se han preparado dos muestras compósito de la siguiente forma:

Mezcla de muestras	RC-01; RC-02; RC-03	AN-01(A,B,C) + grupo SP-01; SP-02 + grupo OR-01(A,B,C)
Muestra N°	1-A / RINCONADA	2-B / ANANEA
Descripción	Compósito manto aurífero primario La Rinconada	Compósito morrena glaciar aurífera La Ananea
Peso	50 Kilos	50 Kilos



Universidad Nacional del Altiplano - Puno

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA E INGENIERIA METALURGICA

2.1. PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS COMPÓSITO

Ciudad Universitaria
Apartado N° : 291
Avda. Ejercito 329
Puno.
Telefax. (054) 366188

Para la preparación de los compósitos 1-A y 2-B, las muestras se han llevado a un proceso de chancado a malla -1/4" independientemente y los compósitos se prepararon de la siguiente manera:

- a. **La muestra compósito 1-A** : (RC-01; RC-02; RC-03), se tomó como base la muestra del grupo con menor cantidad, en este caso 16.5 kilos de cada muestra RC-01, RC-02, RC-03, haciendo un total de 50 kilos aproximadamente.
- b. **La muestra compósito 2-B** : AN-01(A,B,C) + grupo SP-01, SP-02 + grupo OR-01(A,B,C)), inicialmente se prepararon tres muestras para formar el compósito en cumplimiento estricto a lo que se indica en los términos de referencia, adjunto al contrato; para lo cual se toma como base la menor cantidad de muestra para cada grupo de muestra, de la siguiente manera:
 - b.1. Muestra homogenizada grupo AN-01A: 7 kilos, AN-01B: 7 kilos y AN-01C: 7 kilos
 - b.2. Muestra homogenizada grupo SP-01: 10 kilos y SP-02: 10 kilos
 - b.3. Muestra homogenizada grupo OR-01A: 6 kilos, OR-01B: 6 kilos y OR-01,C: 6 kilos.

De estas muestras, se tomo 16.5 kilos de mineral de cada grupo para formar el compósito o muestra 2-B ANANEA, lográndose así 50 kilos de muestra aproximadamente.

2.2. MOLIENDA Y DISTRIBUCION DE LOS COMPOSITOS 1-A Y 2-B

Para la molienda de estas muestras se utilizó un molino de laboratorio de 5 Kgs de capacidad y en ello se han realizado pruebas de molienda en seco a fin de determinar el tiempo de molienda necesario para lograr 100% a malla -100, siendo el resultado:

- a. Para el mineral compósito 1-A: 80 min. / 5 Kgs .
- b. Para el mineral compósito 2-B: 55 min. / 5 Kgs.

* COMPOSITO 1-A:

La muestra compósito 1-A / RINCONADA con un total de 50 kilos se homogenizó y su distribución ha sido de la siguiente manera:

- a. 2 pruebas de cianuración por agitación : 05 kilos
- b. 2 pruebas de cianuración por percolación : 40 kilos
- c. Análisis químico y testigo : 05 kilos





Universidad Nacional del Altiplano - Puno

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA E INGENIERIA METALURGICA

* COMPOSITO 2-B:

Ciudad Universitaria
Apartado N° : 291
Avda. Ejercito 329
Puno.
Telefax. (054) 366188

La muestra compósito 2-B / ANANEA, con el mismo tratamiento del caso anterior, se distribuye:

- a. 2 pruebas de cianuración por agitación : 05 kilos
- b. 2 pruebas de cianuración por percolación : 40 kilos
- c. Análisis químico y testigo : 05 kilos

3. ANALISIS QUIMICO

Estos análisis fueron efectuados en nuestros laboratorios y paralelamente en los laboratorios de LAB-SUR Arequipa de modo comparativo.

Los análisis químicos realizados a cada muestra litológica, reportan el siguiente resultado:

Muestra: Composito 1-A "Rinconada"

Este mineral es del tipo pizarra cuarcífera con ligera presencia de galena, pirita principalmente.

El oro se encuentra en tamaños macroscópicos a la vista, es decir oro libre.



Cabeza Experimental

. 01 análisis de oro	: 69.58 gr/TM
. 01 análisis de plata	: 96.99 gr/TM
. 01 análisis de azufre	: 2.64%
. 01 análisis de hierro	: 3.26%
. 01 análisis de cobre oxidado	: <0.001%
. 01 análisis de cobre	: 0.007%

Muestra : Composito 1-B "Ananea"

Es un mineral típico del aluvial morrenico arcilloso de color amarillento con muy poca presencia de elementos metálicos.

Cabeza Experimental

. 01 análisis de oro	: 1.09 gr/TM
. 01 análisis de plata	: 24.94 gr/TM
. 01 análisis de azufre	: 0.34%
. 01 análisis de hierro	: 3.02%
. 01 análisis de cobre oxidado	: 0.002%
. 01 análisis de cobre	: 0.003%



4. CIANURACIÓN POR AGITACIÓN

Ciudad Universitaria
Apartado N° : 291
Avda. Ejercito 329
Puno.
Telefax. (054) 366188

Se ha realizado 2 pruebas de cianuración por agitación, para cada muestra a fin de verificar la solubilidad del oro en el mineral y el consumo de reactivo, con las siguientes condiciones:

4.1. COMPOSITO 1-A: (RINCONADA)

Ley de cabeza : 69.58 g Au/TM ; 96.99 g Ag/TM
Tiempo de agitación : 48 horas
PH en operación : 10.5 a 11.0 (con CaO)
Granulometria : 99.5% menos malla 100
Peso de mineral : 300 g
Dilución de pulpa : 2.5 : 1

Se han realizado 02 pruebas de agitación y se denominarán A-1 y A-2, cuya variable de trabajo será la concentración de cianuro.

Prueba A-1: Concentración de NaCN = 0.05%



Tiempo (Hrs)	Au Mg/l	% cianuro libre	NaCN agregado (gr)	Au (ac.) Mg	% recuperación
0	-----	-----	0.375	-----	-----
2	4.38	0.048	0.021	3.285	10.746
4	14.71	0.040	0.091	11.295	36.951
8	24.40	0.041	0.084	19.445	63.613
12	30.40	0.042	0.077	25.409	83.123
24	34.09	0.038	0.129	30.001	98.143
48	31.50	0.022	0.000	30.104	98.480
TOTAL			0.777	119.539	

Ley de cabeza : 69.58 g Au/TM; 96.99 g Ag/TM
Ley de relave : 1.06 g Au/TM; 12.10 g Ag/TM
Recuperación : 98.48% 87.52 %
Consumo de NaCN : 2.238 kg/TM
Consumo de cal : 1.333 kg/TM



Universidad Nacional del Altiplano - Puno

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA E INGENIERIA METALURGICA

Prueba A-2: Concentración de NaCN = 0.1%

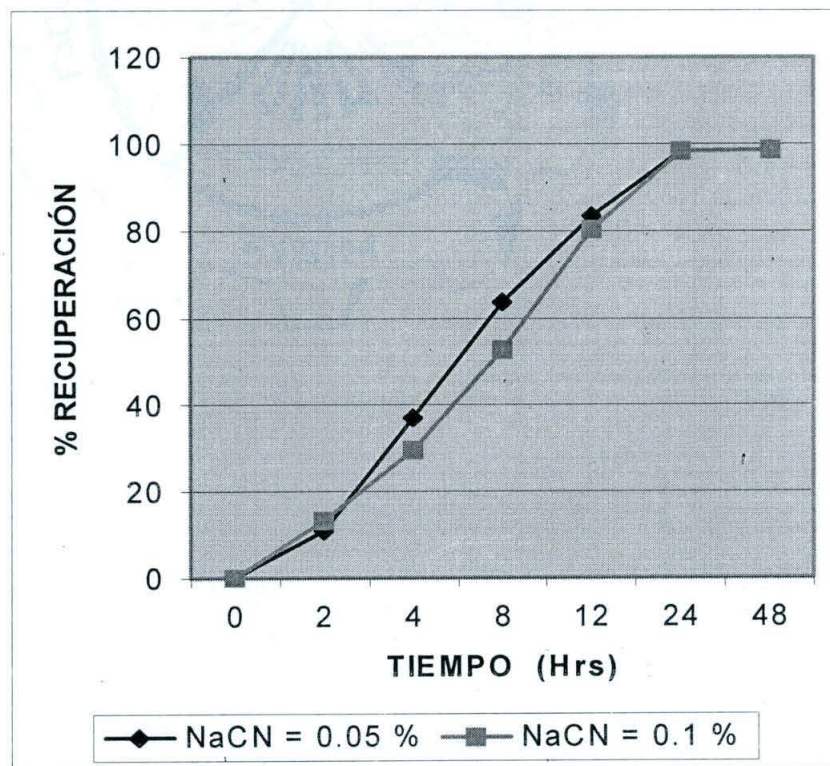
Ciudad Universitaria
Apartado N° : 291
Avda. Ejercito 329
Puno.
Telefax. (054) 366188

Tiempo (Hrs)	Au Mg/l	% cianuro libre	NaCN agregado (gr)	Au (ac.) Mg	% recuperación
0	-----	-----	0.750	-----	-----
2	3.52	0.07	0.234	2.640	13.097
4	7.64	0.11	-----	5.941	29.475
8	13.24	0.096	0.068	10.600	52.586
12	19.60	0.089	0.118	16.164	80.191
24	22.89	0.086	0.165	19.808	98.267
48	21.10	0.075	-----	19.838	98.420
TOTAL			1.335		

Ley de cabeza : 69.58 g Au/TM ; 96.99 g Ag/TM
 Ley de relave : 1.10 g Au/TM 15.0 g Ag/TM
 Recuperación : 98.42% 84.53 %
 Consumo de NaCN : 3.849 kg/TM
 Consumo de cal : 1.333 kg/TM



GRAFICO COMPARATIVO DE LAS PRUEBAS A-1 Y A-2





Universidad Nacional del Altiplano - Puno

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA E INGENIERIA METALURGICA

Ciudad Universitaria
Apartado N° : 291
Avda. Ejercito 329
Puno.
Telefax. (054) 366188

Observando el gráfico comparativo de estas dos pruebas, podemos decir que el incremento de la concentración de cianuro de 0.05 a 0.1% no afecta en la velocidad de disolución de oro, por tanto la recuperación es muy similar; esto se explica porque a presión atmosférica el cianuro es controlado por la concentración de oxígeno en la solución.

4.2. COMPOSITO 2-B: (ANANEA)

Ley de cabeza : 1.09 g Au/TM ; 24.94 g Ag/TM
Tiempo de agitación : 48 horas
Concentración NaCN : 0.05%
PH en operación : 10.5 a 11.0 (con CaO)
Granulometria : 99.5% menos malla 100
Peso de mineral : 300 g
Dilución de pulpa : 2.5 : 1

Se han realizado 02 pruebas de agitación y se denominarán B-1 y B-2, cuya variable de trabajo será la concentración de cianuro.



Prueba B-1: Concentración de NaCN = 0.05%

Tiempo (Hrs)	Au mg/l	% cianuro libre	NaCN agregado (gr)	Au (ac.) Mg	% recuperación
0	-----	-----	0.375	-----	-----
2	0.091	0.030	0.154	0.068	44.471
4	0.113	0.037	0.112	0.090	58.780
8	0.120	0.039	0.098	0.102	66.619
12	0.132	0.034	0.138	0.118	77.175
24	0.131	0.038	0.113	0.126	81.847
48	0.122	0.027	-----	0.127	82.570
TOTAL			0.990	0.631	

Ley de cabeza : 1.09 g Au/TM ; 24.94 g Ag/TM
Ley de relave : 0.19 g Au/TM ; 9.0 g Ag/TM
Recuperación : 82.57% 63.91 %
Consumo de NaCN : 3.003 kg/TM
Consumo de cal : 1.453 kg/TM



Universidad Nacional del Altiplano - Puno

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA E INGENIERIA METALURGICA

Prueba B-2: Concentración de NaCN = 0.1%

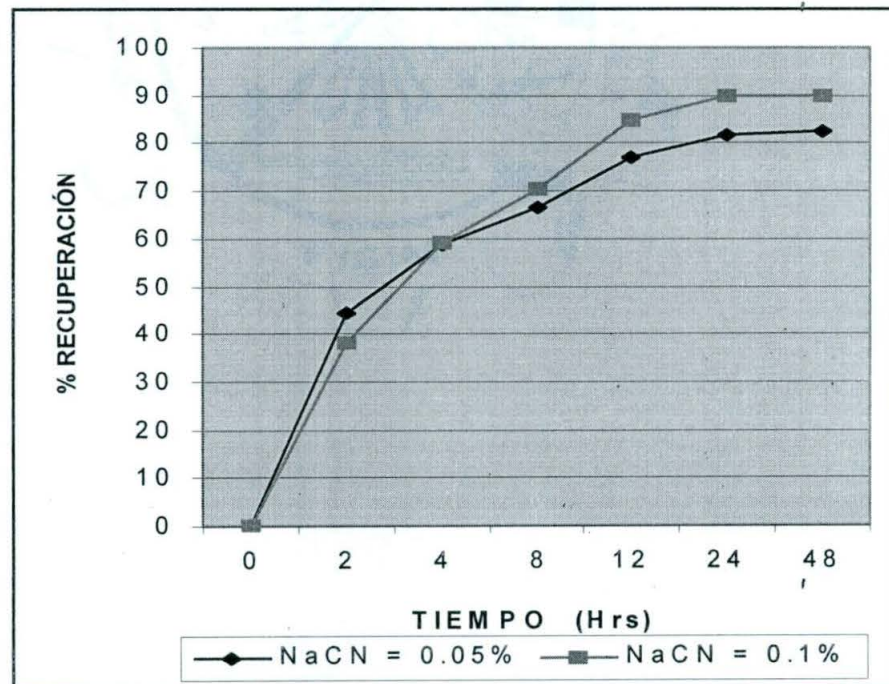
Ciudad Universitaria
Apartado N° : 291
Avda. Ejercito 329
Puno.
Telefax. (054) 366188

Tiempo (Hrs)	Au mg/l	% cianuro libre	NaCN Agregado (gr)	Au (ac.) Mg	% recuperación
0	-----	-----	0.750	-----	-----
2	0.083	0.068	0.249	0.062	38.207
4	0.122	0.089	0.118	0.096	59.216
8	0.137	0.083	0.161	0.115	70.613
12	0.157	0.088	0.125	0.138	84.865
24	0.155	0.080	0.198	0.146	89.726
48	0.143	0.069	-----	0.146	89.910
TOTAL			1.601	0.703	

Ley de cabeza : 1.09 g Au/TM ; 24.94 g Ag/TM
 Ley de relave : 0.11 g Au/TM; 7.72 g Ag/TM
 Recuperación : 89.910% 69.05%
 Consumo de NaCN : 4.684 kg/TM
 Consumo de cal : 1.400 kg/TM



GRAFICO COMPARATIVO DE LAS PRUEBAS B-1 Y B-2



Se observa que con 0.1% de NaCN se incrementa ligeramente respecto a 0.05% de cianuro.



Ciudad Universitaria
Apartado N° : 291
Avda. Ejercito 329
Puno.
Telefax. (054) 366188

5. CIANURACIÓN POR PERCOLACIÓN

Se han efectuado 02 pruebas de cianuración por percolación en columna en circuito cerrado con carbón activado en ambos compósitos.

5.1. COMPOSITO 1-A: (RINCONADA)

- Ley de cabeza : 69.58 g Au/TM
- Granulometria : 98% menos malla 100.
- Peso mineral : 15.0 Kg.
- Tiempo lixiviación : 22 días
- PH : 10.5 – 11.5 (con CaO)
- Flujo de riego : 10 lt/hr/m²
- Circuito : Cerrado con carbón activado
- Columna : Altura = 1 mt. ; diámetro = 6 pulgadas
- Aglomeración : Con Cemento (40kg/TM)
- Carbón activado : 250 gr.

Se han realizado 02 pruebas de cianuración por percolación en columna, y se denominarán A-1 y A-2, cuya variable de trabajo será la concentración de cianuro.

Prueba A-1: Concentración de NaCN = 0.05%

Tiempo (días)	% NaCN libre	Au (mg/l)	Consumo NaCN (gr)	Au Acum. (mg)	% recuperación
0			6.00		
1	0.001	3.52	1.96	13.869	0.96
2	0.002	9.95	1.92	53.072	3.69
3	0.002	12.32	1.92	101.613	7.06
4	0.003	24.66	1.88	198.773	13.81
5	0.004	34.66	1.84	335.333	23.29
6	0.006	38.96	1.76	488.836	33.95
7	0.006	35.12	1.76	627.209	43.56
8	0.008	35.01	1.68	765.148	53.14
9	0.008	32.27	1.68	892.292	61.97
10	0.006	29.88	1.76	1010.019	70.15
11	0.006		1.76		
12	0.005	17.37	1.80	1147.242	79.68
13	0.004		1.84		
14	0.005	8.32	1.80	1212.970	84.25
15	0.006		1.76		
16	0.006	2.75	1.76	1234.695	85.76
17	0.005		1.80		
18	0.005	1.32	1.80	1245.123	86.48
19	0.006		1.76		
20	0.005	1.09	1.80	1253.734	87.08
21	0.005		1.80		
22	0.006	0.55	1.76	1258.079	87.38
TOTAL			45.6		





Universidad Nacional del Altiplano - Puno

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA E INGENIERIA METALURGICA

Ciudad Universitaria
Apartado N° : 291
Avda. Ejercito 329
Puno.
Telefax. (054) 366188

Ley de cabeza : 69.58 g Au/TM
Ley de relave : 8.78 g Au/TM
Recuperación : 87.38 %
Consumo de NaCN : 3.040 kg/TM
Consumo de cal : 1.166 kg/TM
Adsorción carbón activado: 97% de eficiencia

Prueba A-2: Concentración de NaCN = 0.1%

Tiempo (días)	% NaCN libre	Au (mg/l)	Consumo NaCN (gr)	Au Acum. (mg)	% recuperación
0			12.00		
1	0.010	4.32	1.16	17.021	1.17
2	0.009	8.99	1.64	52.441	3.60
3	0.010	15.97	1.60	115.363	7.93
4	0.015	29.83	1.40	232.893	16.01
5	0.017	39.36	1.32	387.972	26.67
6	0.024	41.14	1.04	550.063	37.81
7	0.033	41.04	0.68	711.761	48.93
8	0.018	38.01	1.28	861.520	59.22
9	0.017	32.30	1.32	988.782	67.97
10	0.018	22.34	1.28	1076.802	74.02
11	0.017		1.32		
12	0.018	13.98	1.28	1187.244	81.61
13	0.021		1.16		
14	0.023	9.36	1.08	1261.188	86.70
15	0.025		1.00		
16	0.027	3.37	0.92	1287.811	88.53
17	0.035		0.60		
18	0.035	2.03	0.60	1303.848	89.63
19	0.037		0.52		
20	0.036	0.97	0.56	1311.511	90.16
21	0.037		0.52		
22	0.038	0.65	0.48	1316.646	90.51
TOTAL			35.20		

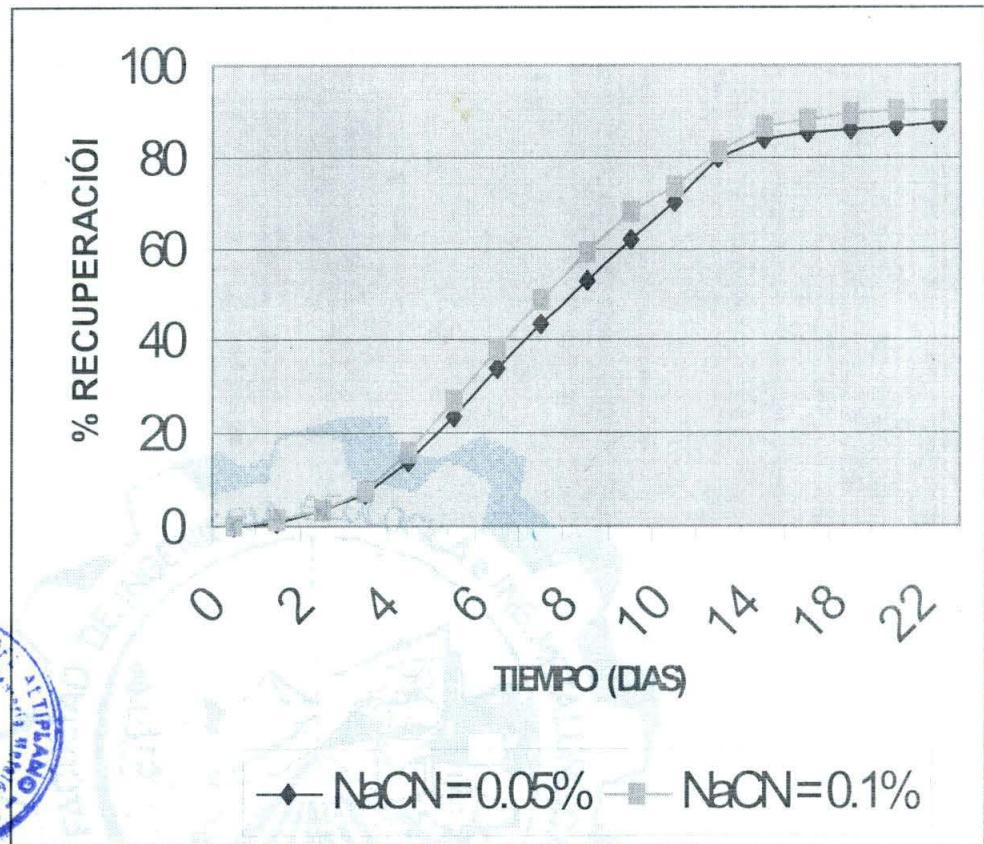


Ley de cabeza : 69.58 g Au/TM
Ley de relave : 6.60 g Au/TM
Recuperación : 90.51 %
Consumo de NaCN : 2.346 kg/TM
Consumo de cal : 1.100 kg/TM
Adsorción carbón activado : 97 % de eficiencia



GRAFICO COMPARATIVO DE LAS PRUEBAS A-1 Y A-2

Ciudad Universitaria
Apartado N° : 291
Avda. Ejercito 329
Puno.
Telefax. (054) 366188



5.2. COMPOSITO 2-B: (ANANEA)

Ley de cabeza	: 1.09 g Au/TM
Peso mineral	: 15.0 Kg.
Tiempo lixiviación	: 22 días
NaCN	: 0.05 %
PH	: 10.5 - 11.5 (con CaO)
Flujo de riego	: 10 lt/hr/m ²
Circuito	: Cerrado con carbón activado
Columna	: Altura = 1 mt. ; diámetro = 6 pulgadas
Aglomeración	: Con cemento (40kg/TM)

Se han realizado 02 pruebas de cianuración por percolación en columna, y se denominarán B-1 y B-2, cuya variable de trabajo será la granulometría.



Universidad Nacional del Altiplano - Puno

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA E INGENIERIA METALURGICA

Para estas pruebas no se ha utilizado carbón activado en la adsorción del oro de la solución por su baja ley de cabeza.

Ciudad Universitaria
Apartado N° : 291
Avda. Ejercito 329
Puno.
Telefax. (054) 366188

Prueba B-1: Concentración de NaCN = 0.05% Granulometria = -1/4 pulgada

Tiempo (días)	% NaCN libre	Au (mg/l)	Consumo NaCN (gr)	Au Acum. (mg)	% recuperación
0			6.00		
1	0.035	0.09	0.60	0.197	1.45
2	0.038	0.12	0.48	0.433	3.38
3	0.040	0.18	0.40	0.788	6.28
4	0.045	0.25	0.20	1.497	10.30
5	0.046	0.35	0.16	3.034	15.93
6	0.047	0.42	0.12	4.886	22.69
7	0.046	0.45	0.16	6.659	29.93
8	0.045	0.44	0.20	8.235	37.01
9	0.045	0.39	0.20	9.771	43.28
10	0.044	0.35	0.24	11.229	48.92
11	0.044		0.24		
12	0.045	0.25	0.20	13.378	56.98
13	0.045		0.20		
14	0.044	0.15	0.24	15.653	61.82
15	0.045		0.20		
16	0.046	0.09	0.16	16.601	64.73
17	0.046		0.16		
18	0.045	0.06	0.20	17.233	66.66
19	0.046		0.20		
20	0.045	0.04	0.20	17.865	67.95
21	0.045		0.20		
22	0.044	0.03	0.24	18.339	68.92
TOTAL			11.20		



Ley de cabeza : 1.09 g Au/TM
Ley de relave : 0.339 g Au/TM
Recuperación : 68.92%
Consumo de NaCN : 0.560 kg/TM
Consumo de cal : 1.160 kg/TM



Universidad Nacional del Altiplano - Puno

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA E INGENIERIA METALURGICA

Ciudad Universitaria
Apartado N° : 291
Avda. Ejercito 329
Puno.
Telefax. (054) 366188

Prueba B-2: Concentración de NaCN = 0.05%
Granulometría = -100 mallas

Tiempo (días)	% NaCN libre	Au (mg/l)	Consumo NaCN (gr)	Au Acum. (mg)	% recuperación
0			6.00		
1	0.020	0.06	1.20	0.236	0.81
2	0.025	0.19	1.00	0.985	3.39
3	0.030	0.24	0.80	1.131	6.64
4	0.032	0.30	0.72	3.113	10.71
5	0.035	0.39	0.60	4.649	16.00
6	0.038	0.48	0.48	6.540	22.51
7	0.042	0.48	0.32	8.432	29.02
8	0.047	0.47	0.12	10.283	35.39
9	0.048	0.39	0.08	11.820	40.68
10	0.047	0.36	0.12	13.238	45.56
11	0.048		0.08		
12	0.048	0.38	0.08	16.240	55.90
13	0.048		0.08		
14	0.047	0.28	0.12	18.452	63.51
15	0.046		0.16		
16	0.044	0.17	0.24	19.795	68.13
17	0.040		0.40		
18	0.032	0.12	0.72	20.743	71.39
19	0.027		0.92		
20	0.025	0.05	1.00	21.138	72.75
21	0.024		1.04		
22	0.023	0.03	1.08	21.375	73.57
TOTAL			17.36		

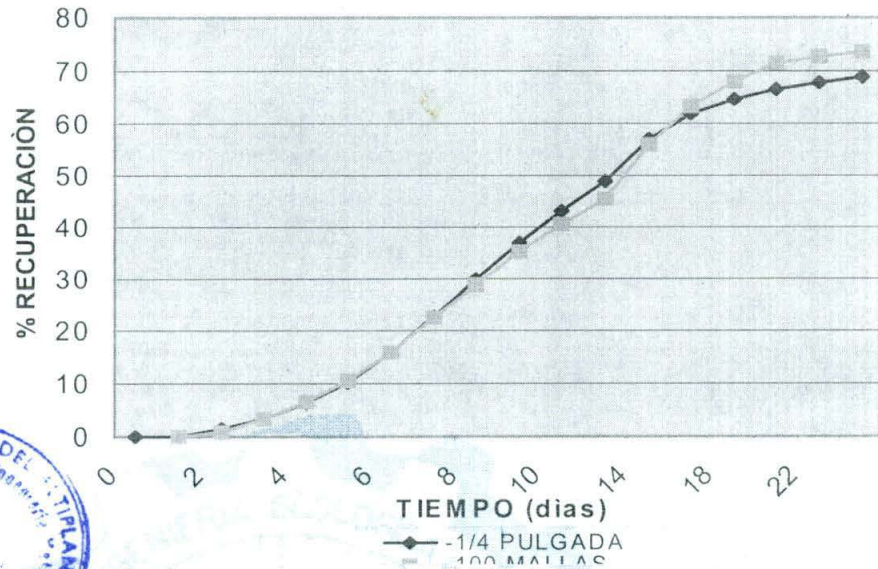


Ley de cabeza : 1.09 gr Au/TM
Ley de relave : 0.29 gr Au/TM
Recuperación : 73.57 %
Consumo de NaCN : 1.157 kg/TM
Consumo de cal : 1.160 kg/TM



GRAFICO COMPARATIVO DE LAS PRUEBAS B-1 Y B-2

Ciudad Universitaria
Apartado N° : 291
Avda. Ejercito 329
Puno.
Telefax. (054) 366188



CONCLUSIONES :

1. Las pruebas de cianuración por agitación del compuesto 1-A, resulta que con 0.05 % de NaCN acelera ligeramente en la velocidad de disolución del oro, pero luego de 24 horas la recuperación es casi igual a 0.1 % de NaCN.
2. En las pruebas de cianuración por agitación del compuesto 2-B, la recuperación del oro es mejor con 0.1 % de NaCN.
3. Las pruebas de cianuración por percolación para el compuesto 1-A, reportan mejor recuperación de oro con 0.1 % de NaCN
4. La cianuración por percolación para el compuesto 2-B, reporta mejor recuperación de oro a malla -100 que a -1/4 pulg. , lo cual indica que el oro se halla también en partículas gruesas.
5. En el compuesto 1-A, la presencia de oro libre y en tamaños macroscópicos, facilita hacer preconcentraciones de tipo gravimétrico y/o amalgamación, por la cual habría que considerar algunas pruebas mencionadas.



Universidad Nacional del Altiplano - Puno

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA E INGENIERIA METALURGICA

ANEXOS

Ciudad Universitaria
Apartado N° : 291
Avda. Ejercito 329
Puno.
Telefax. (054) 366188

CIANURACIÓN AGITACIÓN





Universidad Nacional del Altiplano - Puno

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA E INGENIERIA METALURGICA

Ciudad Universitaria
Apartado N° : 291
Avda. Ejercito 329
Puno.
Telefax. (054) 366188





Universidad Nacional del Altiplano - Puno

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA E INGENIERIA METALURGICA

CIANURACION POR PERCOLACIÓN

Ciudad Universitaria
Apartado N° : 291
Avda. Ejercito 329
Puno.
Telefax. (054) 366188





Universidad Nacional del Altiplano - Puno

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA E INGENIERIA METALURGICA

Ciudad Universitaria
Apartado N° : 291
Avda. Ejercito 329
Puno.
Telefax. (054) 366188





INFORME COMPLEMENTARIO

Ciudad Universitaria
Apartado N° : 291
Avda. Ejercito 329
Puno.
Telefax. (054) 366188

PRUEBAS DE CIANURACION POR PERCOLACION, DE MINERALES AURIFEROS DE LA ZONA DE RINCONADA Y ANANEA, DEL DISTRITO DE ANANEA - PUNO.

RESUMEN :

El presente informe que ponemos a consideración, es el resultado de las pruebas de Cianuración por Percolación en Columna, de 02 compósitos de mineral aurífero, correspondientes a la zona de Rinconada y Ananea, de la Provincia de San Antonio de Poto, del Departamento de Puno.

Las condiciones y parámetros de operación con los que se operó, obedecen a los Términos de Referencia remitidos por INGEMMET.

1.- ANTECEDENTES :

En nuestros laboratorios de Metalúrgia Extractiva de la Universidad Nacional del Altiplano - Puno, se han realizado pruebas de cianuración por agitación y percolación a éstos compósitos de mineral, cuyos resultados registran en un Primer Informe ya remitido.

Para la ejecución de éstas pruebas, fue necesario adicionar más muestra a fin de satisfacer en las cantidades que se piden en los Términos de Referencia, puesto que estas pruebas de percolación ya fueron ejecutadas, pero bajo condiciones diferentes; el encargado de esta operación fue el Ing. Alwin Zapana Guillèn, el mismo que nos entregó la primera muestra objeto del estudio.

2.- PREPARACION DE LAS NUESTRAS COMPÓSITO :

Recepcionamos del Ing. Alwin Zapana aproximadamente 45.Kg. de mineral como muestra adicional, correspondiente a Rinconada (R-2); el cual se somete a un chancado a malla -1 pulgada, luego previa homogenizada y cuarteos respectivos, se proceden a la preparación de compósitos.

2.1.- Compósito 1-A :	- Remanente de prueba anterior (compósito 1-A)	25.0 Kg.
	- Nueva muestra (R-2).	25.0 Kg.
	Total	50.0 Kg.

2.1.- Compósito 2-B :	- Remanente de prueba anterior (2-B)	25.0 Kg.
	- Remanente de muestras anterior 2-B/Ananea	25.0 Kg.
	- Total	50.0 Kg.





Universidad Nacional del Altiplano - Puno

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA E INGENIERIA METALURGICA

3.- ANÁLISIS QUÍMICO :

Ciudad Universitaria
Apartado N° : 291
Avda. Ejército 329
Puno.
Telefax. (054) 366188

Los análisis químico correspondientes a la ley de cabeza, se reportan en el informe anterior, pero para este caso se encontró una variable principal que fue la ley de oro :

Compósito 1-A (Rinconada):

- Oro	: 75.22 gr/TM
- Plata	: 96.99 gr/TM
- Azufre	: 2.64 %
- Hierro	: 3.26 %
- Cobre	: 0.007 %
- Cobre oxidado	: < 0.001 %

Compósito 2-B (Ananea) :

- Oro	: 1.17 gr/TM.
- Plata	: 24.94 gr/TM.
- Azufre	: 0.34 %
- Hierro	: 3.02 %
- Cobre	: 0.003 %
- Cobre oxidado	: 0.002 %



4.- CIANURACIÓN POR PERCOLACIÓN PARA COMPÓSITO 1-A :

Se han realizado 02 pruebas de percolación en columna, y se denominan A-1 y A-2, cuya variable entre ambas será la granulometría; no se ha considerado la adsorción con carbón, puesto que se conoce de sus y las condiciones de operación son las siguientes :

Ley de cabeza	: 75.22 gr. Au/TM
Concentración NaCN	: 0.05 %
Tiempo de lixiviación	: 30 días.
PH solución	: 10.5 - 11.5 (con Cao)
Flujo de riego	: 10 lt/hr/m ²
Columna	: Altura = 1.0 m, diámetro = 6 pulg.



Universidad Nacional del Altiplano - Puno

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA E INGENIERIA METALURGICA

4.1.- Prueba A-1: Granulometría = - 3/8 pulgada.

Muestra = 20.25 kg.

Ciudad Universitaria
Apartado N° : 291
Avda. Ejercito 329
Puno.
Telefax. (054) 366188

TIEMPO (Días)	% CIANURO LIBRE	Au (mg/l)	CONSUMO NaCN (gr)	Au AC(+) (mg)	EXTRACCIÓN %
0	0.050		2.50	0.000	0.00
1	0.001	1.67	2.84	9.686	0.64
2	0.004	2.95	1.75	20.896	1.37
3	0.008	5.25	1.66	41.634	2.73
4	0.010	5.52	2.02	69.510	4.56
5	0.014	5.28	1.63	93.428	6.13
6	0.018	5.76	1.10	113.185	7.43
7	0.018	7.12	1.01	135.755	8.91
8	0.019	5.91	0.96	154.076	10.12
9	0.021	4.08	1.16	170.437	11.19
10	0.022	3.30	0.93	181.426	11.91
11	0.024	2.33	1.17	191.911	12.60
12	0.024	2.07	0.69	197.396	12.96
14	0.025	1.95	1.66	210.364	13.81
16	0.025	1.89	1.83	224.161	14.72
18	0.025	1.49	2.25	237.556	15.60
20	0.026	1.40	1.81	248.126	16.29
22	0.026	1.24	1.90	257.922	16.93
24	0.027	1.12	1.90	267.162	17.54
26	0.028	1.05	1.75	275.531	18.09
28	0.030	0.97	1.39	282.253	18.53
30	0.031	1.00	1.48	290.033	19.04
TOTAL			35.39	290.033	19.04



Ley de cabeza : 75.22 gr/TM.
Ley de relave : 60.90 gr/TM.
Recuperación : 19.04 %
Consumo de NaCN : 1.748 kg/TM.
Consumo de CaO : 0.397 kg/TM.



Universidad Nacional del Altiplano - Puno

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA E INGENIERIA METALURGICA

4.2.- Prueba A-2 : Granulometría = - 1 pulgada.

Muestra = 20.03 kg.

Ciudad Universitaria
Apartado N° : 291
Avda. Ejercito 329
Puno.
Telefax. (054) 366188

TIEMPO (Dias)	% CIANURO LIBRE	Au (mg/l)	CONSUMO NaCN (gr)	Au AC(+) (mg)	EXTRACCIÓN %
0	0.050	0.00	2.00	0.000	0.00
1	0.002	0.93	1.84	3.562	0.24
2	0.004	2.29	1.91	13.065	0.87
3	0.007	3.99	2.12	32.736	2.17
4	0.009	5.07	1.97	57.072	3.79
5	0.015	4.91	1.30	75.239	4.99
6	0.019	5.31	1.50	100.993	6.70
7	0.022	3.89	1.08	115.969	7.70
8	0.023	3.43	0.89	127.288	8.45
9	0.025	2.89	1.16	140.669	9.34
10	0.028	1.82	1.17	150.315	9.98
11	0.028	1.74	1.08	158.841	10.54
12	0.029	1.93	0.85	166.677	11.06
14	0.028	1.75	1.52	178.769	11.87
16	0.027	1.28	1.77	188.600	12.52
18	0.028	1.09	1.67	196.884	13.07
20	0.029	0.88	1.76	204.276	13.56
22	0.030	0.75	1.53	210.028	13.94
24	0.030	0.80	1.61	216.484	14.37
26	0.031	0.71	1.51	222.129	14.74
28	0.031	0.61	1.57	227.167	15.08
30	0.031	0.60	1.33	231.367	15.36
TOTAL			33.14	231.367	15.36

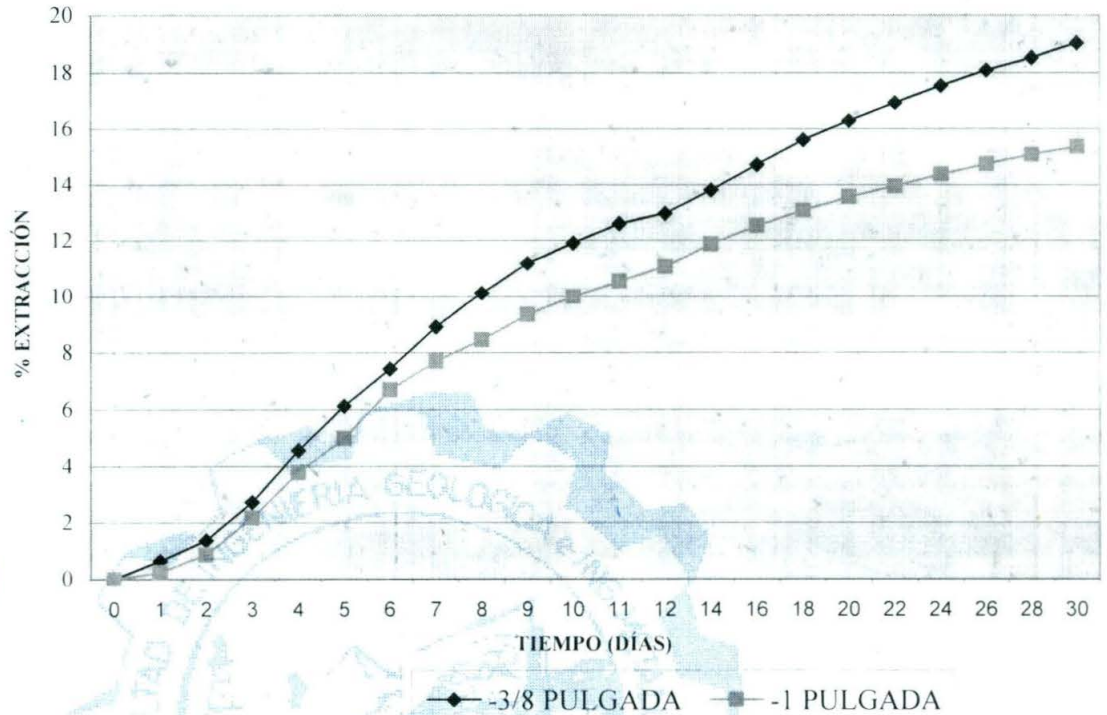
Ley de cabeza : 75.22 gr/TM
Ley de relave : 63.67 gr/TM
Recuperación : 15.36 %
Consumo de NaCN : 1.654 kg/TM
Consumo de Cao : 0.440 kg/TM





4.3.- GRÁFICO COMPARATIVO DE LAS PRUEBAS A-1 Y A-2

Ciudad Universitaria
Apartado N° : 291
Avda. Ejercito 329
Puno.
Telefax. (054) 366188



5.- CIANURACIÓN POR PERCOLACIÓN PARA COMPÓSITO 2-B:

Se han realizado 02 pruebas de percolación en columna, y se denominarán B-1 y B-2, cuya variable entre ambas fue la concentración de cianuro; no se toma como variable la granulometría, porque se trata de un mineral morrénico y en su composición presenta mayormente material ligeramente fino. Se trabajó en condiciones siguientes:

- Ley de cabeza : 1.17 gr. Au/TM
- Granulometría : - 3/8 pulgada
- Tiempo de lixiviación : 30 días.
- PH solución : 10.5 – 11.5 (con Cao)
- Flujo de riego : 10 lt/hr/m²
- Columna : Altura = 1.0 m, diámetro = 6 pulg.
- Aglomeración : 20.0 kg/TM. (cemento)



Universidad Nacional del Altiplano - Puno

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA E INGENIERIA METALURGICA

5.1.- Prueba B-1: Concentración de NaCN = 0.1 %

Muestra = 22.05 kg.

Ciudad Universitaria
Apartado N° : 291
Avda. Ejercito 329
Puno.
Telefax. (054) 366188

TIEMPO (Dias)	% CIANURO LIBRE	Au (mg/l)	CONSUMO NaCN (gr)	Au AC(+) (mg)	EXTRACCIÓN %
0	0.100	0.00	6.00	0.000	0.00
1	0.065	0.08	1.96	0.448	1.74
2	0.080	0.19	0.76	1.170	4.53
3	0.080	0.25	0.71	2.053	7.96
4	0.081	0.31	0.77	3.311	12.83
5	0.082	0.35	0.71	4.694	18.19
6	0.083	0.42	0.71	6.437	24.95
7	0.083	0.41	0.62	7.925	30.72
8	0.082	0.37	0.67	9.294	36.02
9	0.083	0.32	0.69	10.596	41.07
10	0.082	0.25	0.70	11.566	44.83
11	0.081	0.19	0.86	12.427	48.17
12	0.081	0.15	0.69	12.975	50.29
14	0.081	0.13	1.48	13.990	54.22
16	0.082	0.09	1.19	14.584	56.53
18	0.083	0.11	1.21	15.368	59.57
20	0.083	0.09	1.96	16.408	63.60
22	0.085	0.07	1.21	16.972	65.78
24	0.085	0.08	1.14	17.578	68.13
26	0.086	0.06	1.15	18.070	70.04
28	0.087	0.07	1.04	18.630	72.21
30	0.087	0.05	0.90	18.977	73.55
TOTAL			27.13	18.977	73.55

Ley de cabeza : 1.17 gr/TM
Ley de relave : 0.31 gr/TM
Recuperación : 73.55 %
Consumo de NaCN : 1.23 kg/TM
Consumo de Cao : 143 gr/TM





Universidad Nacional del Altiplano - Puno

FACULTAD DE INGENIERIA GEOLOGICA E INGENIERIA METALURGICA

5.2.- Prueba B-2 : Concentración de NaCN = 0.05 %

Ciudad Universitaria
Apartado N° : 291
Avda. Ejercito 329
Puno.
Telefax. (054) 366188

Muestra = 22.4 kg.

TIEMPO (Días)	% CIANURO LIBRE	Au (mg/l)	CONSUMO NaCN (gr)	Au AC(+) (mg)	EXTRACCIÓN %
0	0.050	0.00	3.00	0.000	0.00
1	0.023	0.04	1.01	0.150	0.57
2	0.031	0.15	0.76	0.750	2.86
3	0.033	0.19	0.74	1.582	6.04
4	0.038	0.24	0.45	2.482	9.47
5	0.038	0.31	0.45	3.642	13.89
6	0.038	0.35	0.38	4.762	18.17
7	0.039	0.38	0.51	6.521	24.88
8	0.039	0.38	0.35	7.733	29.50
9	0.040	0.33	0.40	9.063	34.58
10	0.040	0.29	0.35	10.078	38.45
11	0.040	0.24	0.41	11.062	42.21
12	0.039	0.19	0.33	11.632	44.38
14	0.040	0.14	0.61	12.485	47.63
16	0.039	0.12	0.76	13.316	50.81
18	0.038	0.11	0.88	14.127	53.90
20	0.039	0.09	0.90	14.865	56.71
22	0.039	0.10	0.79	15.587	59.47
24	0.040	0.09	0.66	16.185	61.75
26	0.040	0.08	0.79	16.817	64.16
28	0.041	0.07	0.73	17.384	66.33
30	0.041	0.08	0.71	18.020	68.75
TOTAL			16.00	18.020	68.75

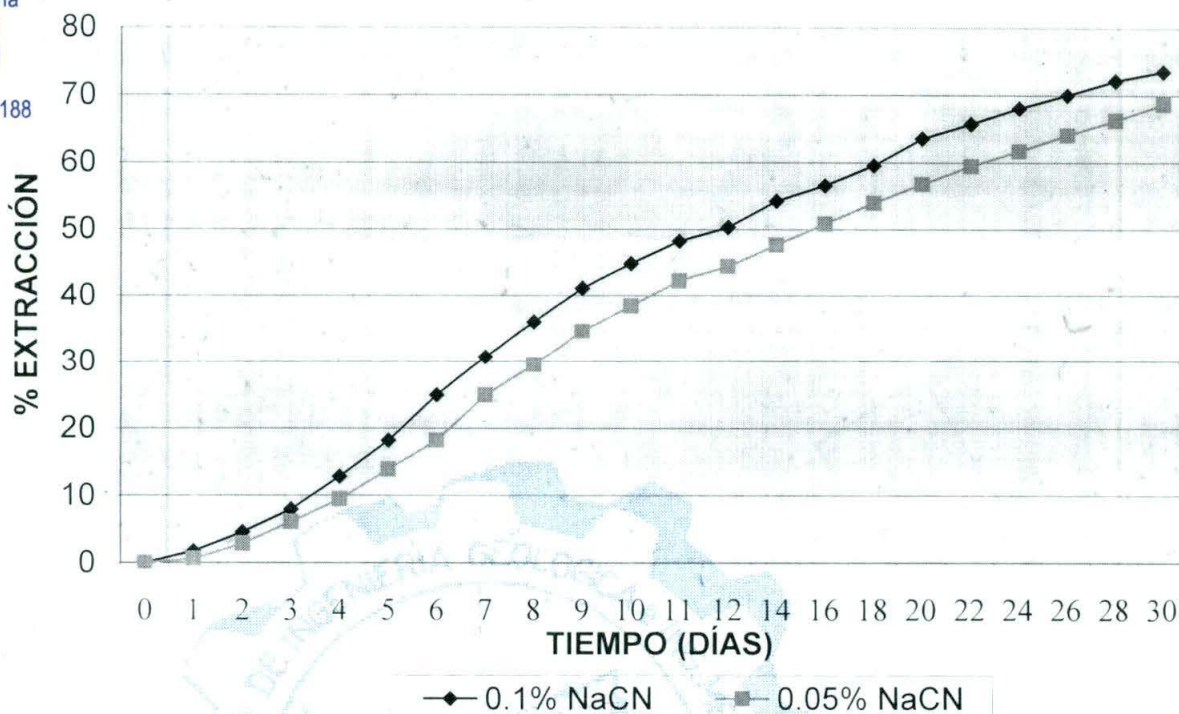


Ley de cabeza : 1.17 gr/TM
 Ley de relave : 0.37 gr/TM
 Recuperación : 68.75 %
 Consumo de NaCN : 0.714 kg/TM
 Consumo de Cao : 240 gr/TM



5.3.- GRÁFICO COMPARATIVO DE LAS PRUEBAS B-1 Y B-2 :

Ciudad Universitaria
Apartado N° : 291
Avda. Ejercito 329
Puno.
Telefax. (054) 366188



CONCLUSIONES :

- 1.- En las pruebas A-1 y A-2, se han obtenido muy bajas recuperaciones: 19.04 % y 15.36 % respectivamente, se justifica porque con el proceso de chancado, no se ha liberado todo el oro contenido en el mineral, y este material presenta características altamente impermeables (pizarra cuarcifera), por tanto habría que considerar necesariamente un proceso de molienda.
- 2.- La muestra compósito 1-A (Rinconada), presenta partículas de oro en tamaños macroscópicos de hasta 1.5 mm. . Para ello creemos que sea indispensable hacer preconcentraciones gravimétricas previo a la cianuración
- 3.- Se observa también que éstas pruebas de cianuración se prolongan, esto se debe la presencia de oro grueso que hace lenta su disolución, especialmente en las pruebas A-1 y A-2, que con unos 15 días mas de lixiviación podría aumentar en 2 a 3 % en sus recuperaciones.
- 4.- Para las pruebas B-1 y B-2, las recuperaciones fueron: 73.55 % con 0.1% de NaCN; y 68.75 % con 0.05 % de NaCN respectivamente.
- 5.- Sugerimos aplicar preconcentraciones gravimétricas para el compósito 1-B, debido a sus características limosas que presenta e impermeabiliza el proceso de lixiviación.