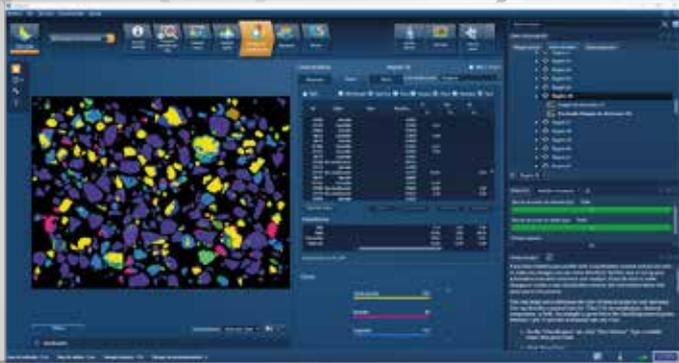




CONSULTORÍA, CAPACITACIÓN, INVESTIGACIÓN Y ENSAYOS DE LABORATORIO DE CARACTERIZACIÓN MINERALÓGICA APLICADO A LA MINERÍA, GEOTECNIA Y MEDIO AMBIENTE.



15 Años

AL SERVICIO DE LA INDUSTRIA MINERA

INFORMACIÓN DE SERVICIOS

2024

NUESTRA EMPRESA



FA INGENIEROS SAC es una empresa peruana con más de 15 años de experiencia en el mercado nacional e Internacional, dedicada a la Investigación y prestación de servicios en Geología, ensayos de Muestras Geoquímicas, ensayos Ambientales, Laboratorio de Caracterización Geometalúrgica, Consultoría, Capacitación y Gerencia de Proyectos relacionados con la Actividad Minera, Geotecnia y Medio Ambiente.

Nuestro Laboratorio de Caracterización Geometalúrgica de **FA INGENIEROS S.A.C.** se encuentra dotado de equipos modernos como Microscopios Ópticos de Luz Reflejada -Transmitida, Difractómetros de Rayos X Modelo D8 Advance, D8 Endeavor, Equipos de Fluorescencia de Rayos X modelo S2 PUMA de la marca BRUKER, Platina de Calentamiento-Enfriamiento Tipo Linkam para Inclusiones Fluidas, Microscopio Electrónico de la marca Tescan con lo cual entregamos los Reportes TIMA que es una solución de mineralogía automatizada basada en microscopía electrónica de barrido (SEM) para las industrias mineras y de procesamiento de minerales, con esta técnica se mide la abundancia de minerales o fases, la liberación de tamaño por tamaño, las asociaciones minerales y el tamaño de grano automáticamente en múltiples muestras de montajes de grano, secciones delgadas o secciones pulidas.

Nuestro laboratorio se encuentra Certificado en la norma ISO 9001:2015 e ISO 45001-2018, lo cual nos garantiza brindar servicio de calidad a cada uno de nuestros clientes.

Desde su fundación **FA INGENIEROS SAC**, ha logrado posicionarse en el mercado nacional como



uno de los laboratorios con mayor experiencia en el rubro de Caracterización Mineralógica, contando con profesionales altamente capacitados y con amplia experiencia en las diversas técnicas como:

- Estudios: Petrográficos, Minerográficos, Petro-minerográfico, Inclusiones fluidas y de Microscopia Electrónica de barrido con Detector de rayos X (EDS).
- Análisis Mineralógico por Difracción de Rayos X con tubo de cobalto.
- Análisis Mineralógico por Difracción de Rayos X, con Tratamiento Etilenglicol para la determinación de arcillas.
- Análisis de fluorescencia de Rayos X (FRX).
- Grado de liberación de especies minerales y de Mallas Valorada.
- Determinación de sales solubles.
- Análisis químicos y Geoquímicos (ICP-OES, ICP-MS, AAS, Fire Assay (Vía Seca)).

Nuestra sede principal se encuentra ubicada en la ciudad de Lima en el distrito de los Olivos.

Agradecemos a nuestros clientes por la confianza depositada en nuestra Empresa al brindarles servicios de capacitación y Análisis de Caracterización Mineralógica, así como Investigación en sus diferentes proyectos mineros, a nuestros proveedores que con su apoyo nos ha permitido contar con equipos de última generación garantizando confiabilidad de nuestros resultados. Un agradecimiento especial a nuestro gran equipo de **FA INGENIEROS SAC**, por el esfuerzo dedicación y compromiso que ha sido el motor fundamental para el crecimiento y cumplimiento de nuestras metas planteadas a lo largo de estos 15 años.

Fanny Blas R.
Gerente General



CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN

II. CARACTERIZACIÓN MINERALÓGICA

1. Estudio Petrográfico con microscopio de polarización	1
2. Estudio Minerográfico con microscopio de polarización.	2
3. Tinción para la identificación de Feldespatos potásicos (Adularia, Ortosa, etc).	3
4. Estudio Petrominerográfico con microscopio de polarización.	4
5. Estudio de Microscopía Electrónica de Barrido	5
6. Estudio de Abrasión Laser con ICP - MS en Rocas Verdes-Epidota-Cloritas	6
7. Estudios de Inclusiones de Fluidos (IF) con microscopio de polarización y Platina de Calentamiento-Enfriamiento tipo Linkam.	7
8. Análisis Mineralógico por Difracción de Rayos X.	8
9. Difracción de Rayos X para Arcillas con Tratamiento Etilenglicol.	9
10. Espectrometría de Onda Corta del Infrarrojo (SWIR). (TerraSpec 4 Hi-Res)	10
11. Estudios de Fluorescencia a través de lámpara Ultravioleta	11
12. Estudios de Dataciones Radiométricas.	

III. CARACTERIZACIÓN METALÚRGICA

1. Análisis de Grado de Liberación de Muestras Metalúrgicas.	12
2. Estudio Mineralógico de Relaves de Procesos Metalúrgicos.	13
3. Determinación de índice de trabajo (Work Index) o índice de Bond.	14
4. Determinación de Tiempo de Molienda.	15
5. Pruebas de Lixiviación de Minerales Auríferos.	16
6. Pruebas de lixiviación en columnas.	17
7. Pruebas de Sedimentación.	18
8. Pruebas de flotación de Polimetálicos Batch.	19
9. Pruebas de Flotación Tipo Cinética.	20
10. Pruebas de flotación de Polimetálicos de Ciclo Cerrado Batch.	20

IV. ANÁLISIS QUÍMICOS Y GEOQUÍMICOS

1. Espectrometría de Emisión óptica con Fuente de Ionización (ICP-OES).	21
2. Espectrometría de Masas de Plasma con fuente de Ionización (ICP-MS)	22
3. Ensayo al fuego (FA) para análisis de Oro, Plata y Metales Preciosos.	23
4. Espectrometría de absorción atómica (AAS).	24
5. Determinación de Cu, Zn, Pb, Fe por Volumetría.	25
6. Análisis Químico de oro por el Método de Retalla (Newmont).	26
7. Cobre Secuencial - Cu Total - Cu Soluble En Sulfúrico - Cobre Soluble en Cianuro - Cobre Residual	27

8. Análisis Químicos Por Fluorescencia de Rayos X (FRX) con Perla de Fusión	28
---	----

V. ESTUDIOS DE SALUD E IMPACTO AMBIENTAL

1. Estudio Mineralógico Aplicado a la Salud y Medio Ambiente.	29
2. Determinación de fibras de Asbesto y otras fibras en el Aire.	30
3. Test ABA (Acid-Base Accounting)	31

VI. ENSAYOS GEOTÉCNICOS Y DE RESISTENCIA DE MACIZOS ROCOSOS

1. Ensayos Estándar	32
2. Ensayos de Mecánica de Rocas	33
3. Análisis Mineralógico Granulométrico al microscopio óptico.	34

VII. PROYECTOS EN ESTUDIOS GEOMETALURGICOS

VIII. SERVICIOS PARA LA PEQUEÑA MINERIA

IX. ANÁLISIS DE SUELOS AGRÍCOLAS

X. CAPACITACIONES TEORIA-PRACTICA

1. Mineralogía Descriptiva	35
2. Microscopia Óptica.	36
3. Clasificación de Rocas Ígneas, Sedimentarias y Metamórficas.	37
4. Alteraciones Hidrotermales	38
5. Yacimientos Minerales	39
6. Inclusiones Fluidas	40
7. Difracción de Rayos X	41
8. Geometalurgia	42
9. Leapfrog	43
10. Análisis Químicos	44

XI. NUESTROS PRINCIPALES CLIENTES.

INTRODUCCIÓN

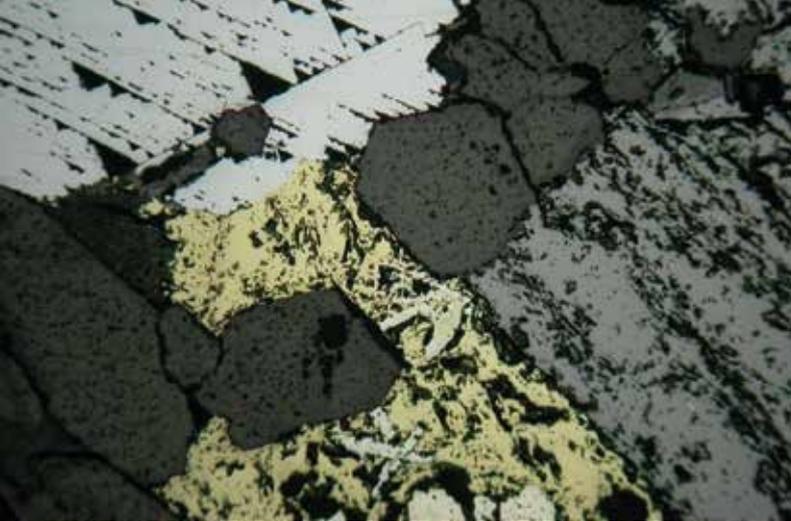
FA INGENIEROS S.A.C., es una empresa Peruana dedicada a la Investigación y prestación de servicios en Geología, Laboratorio de Caracterización Geometalúrgica, Consultoría, Capacitación y Gerencia de Proyectos relacionados con la Actividad Minera, Geotecnia y Medio Ambiente.

El laboratorio de Caracterización Geometalúrgica de FA INGENIEROS S.A.C. se encuentra dotado de equipos modernos como Microscopios Ópticos de Luz Reflejada -Transmitida, Difractómetro de Rayos X Modelo D8 Advance, Platina de Calentamiento-Enfriamiento Tipo Linkam para Inclusiones Fluidas, Lámparas de Luz Ultravioleta, Molino tipo Bond, Celdas de flotación, etc.

Contamos con Estudios y Análisis los cuales están Aplicados a la Exploración Minera, Tratamiento Geometalúrgico, Geotecnia, Medio Ambientales y Análisis de Suelos agrícolas:

- Estudios: Petrográficos, Mineragráficos, Petromineragráfico, Inclusiones fluidas y de Microscopia Electrónica de barrido con Detector de rayos X (EDS).
- Análisis Mineralógico por Difracción de Rayos X con tubo de cobalto.
- Grado de liberación de especies minerales y de Mallas Valorada.
- Determinación de sales solubles.
- Concentración Gravimétrica de Falcón,
- Concentración gravimétrica de Oro (Mesa Wilfley).
- Pruebas de flotación: tipo Cinética, de polimetálicos Batch y de polimetálicos de Ciclo Cerrado.
- Pruebas de Lixiviación: en botellas de Minerales Auríferos, en botellas de Minerales de Cobre y Cianuración en Columnas.
- Pruebas de sedimentación.
- Determinación de índice de trabajo (Work Index) o Índice de Bond en molienda.
- Determinación de curva de moliendabilidad.
- Análisis químicos y Geoquímicos (ICP-OES, ICP-MS, AAS, Fire Assay (Vía Seca) y FRX)

Contamos con profesionales de amplia experiencia quienes se encuentran en la capacidad de solucionar los problemas que nuestros clientes presenten en cada uno de los rublos anteriormente mencionados.

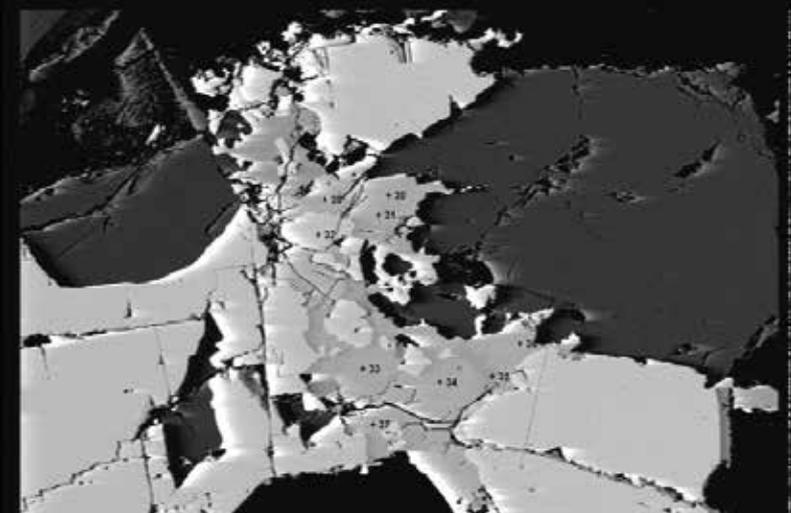


CARACTERIZACIÓN MINEROLÓGICA



Parraguire R6 Region 2 22.06.2007 15:17:38

Epidote: SEM-image



1. Estudio Petrográfico con microscopio de polarización Petrographic study

Consiste en el estudio e investigación de las rocas tanto ígneas, sedimentarias y metamórficas.

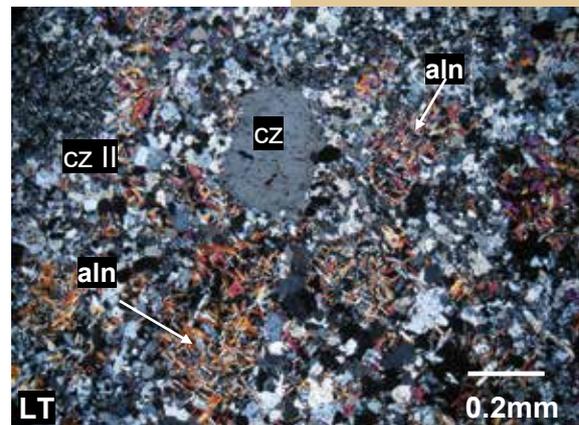
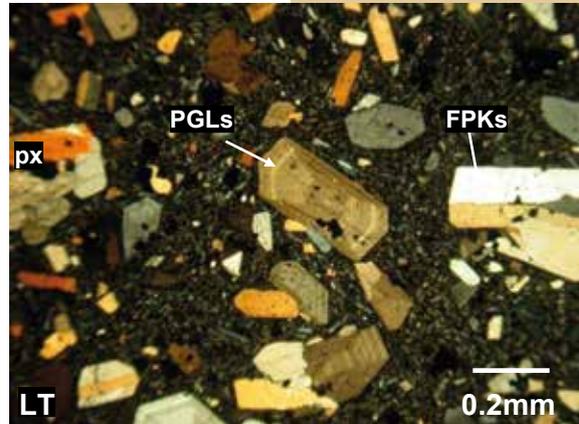
El estudio consta:

- Descripción e identificación de las especies minerales no metálicas.
- Tamaño de los minerales identificados.
- Tipo de textura
- Clasificación de roca o posible protolito.
- Tipos de alteraciones hidrotermales
- Cuatro (4-6) fotomicrografías

Adicionalmente, mediante este estudio se podrá identificar aquellos minerales no metálicos que puedan ocasionar problemas futuros en el proceso metalúrgico.

Tipo de preparación: Lamina delgada.

Características de la muestra: Se requieren de un tamaño promedio de un puño (muestra de mano), 10 cm en cores o 50 gramos en material molido o triturado previamente homogeneizado y libre de contaminación.



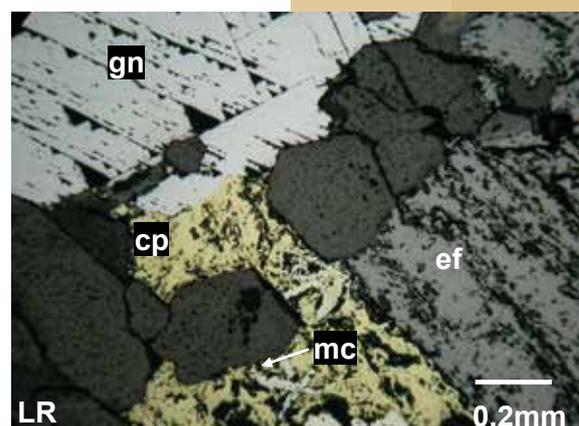
LT: Luz Transmitida

2. Estudio Minerográfico con microscopio de polarización. Mineragraphic Study

Consiste en el estudio e investigación de los minerales metálicos.

El estudio consta:

- Descripción e identificación de especies minerales metálica.
- Tamaño de los minerales identificados
- Tipo de texturas o Exsolución.
- Asociaciones mineralógicas
- Secuencia Paragenética.

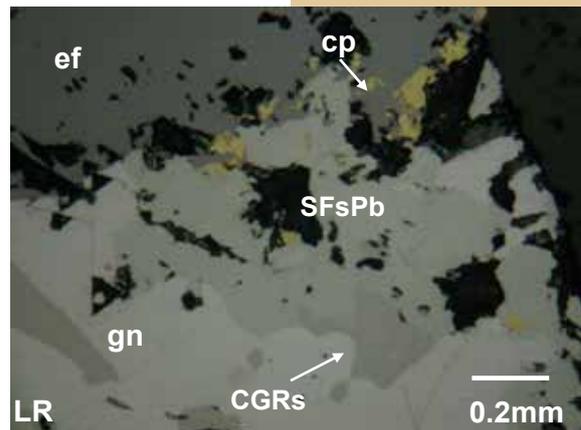


f. Cuatro (4-6) fotomicrografías.

Adicionalmente, mediante este estudio se podrá identificar aquellos minerales metálicos que puedan ocasionar problemas futuros en el proceso metalúrgico.

Tipo de preparación: Briqueta pulida.

Características de la muestra: Se requieren de un tamaño promedio de un puño (muestra de mano), 10 cm en cores o 50 gramos en material molido o triturado previamente homogeneizado y libre de contaminación.



LR: Luz Reflejada

3. Tinción para la identificación de Feldespatos potásicos (Adularia, Ortosa, etc).

La Tinción de feldespatos se emplea para diferenciar los Feldespatos Potásicos de los calcosódicos o plagioclasas. Es importante para tener una clasificación preliminar de Rocas plutónicas y en Yacimientos Epitermales de baja sulfuración.

Tipo de preparación: Corte de Muestra de 3X2cm.

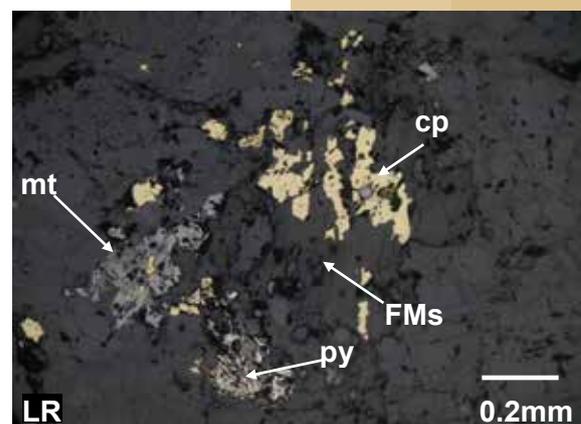
Características de la muestra: Se requiere de un tamaño promedio de un puño (muestra de mano).

4. Estudio Petrominerográfico con microscopio de polarización. Petrogramineragraphic study

Consiste en conocer la relación que existe entre los minerales metálicos y los no metálicos. Estudio importante para describir el tipo de vetillas que se presentan en los yacimientos tipo Pórfido.

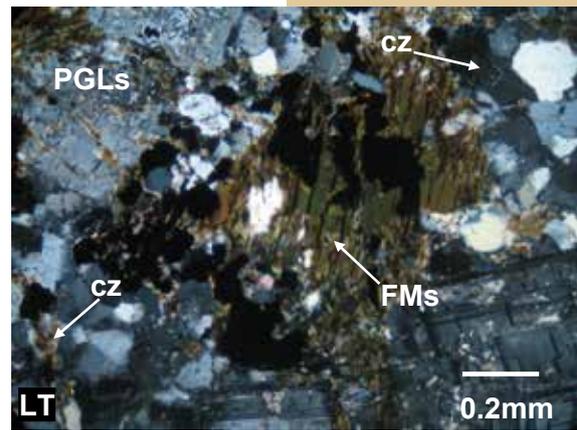
El estudio consta:

- Determinación de la relación que existe entre minerales no metálicos y metálicos económicos.
- Tamaño de los minerales identificados.
- Tipo de texturas.



- d. Asociaciones Mineralógicas (relación entre minerales)
- e. Descripción de vetillas del tipo A, B, D, etc.
- f. Alteraciones y reemplazamientos
- g. Secuencias Paragenéticas.
- h. Minerales metálicos y no metálicos que perjudican al tratamiento metalúrgico.
- i. Seis (6) fotomicrografías

Adicionalmente, mediante este estudio se podrá identificar aquellos minerales que puedan ocasionar problemas futuros en el proceso metalúrgico.
 Tipo de preparación: Lámina pulida-delgada.



R: Luz Reflejada; LT: Luz Transmitida

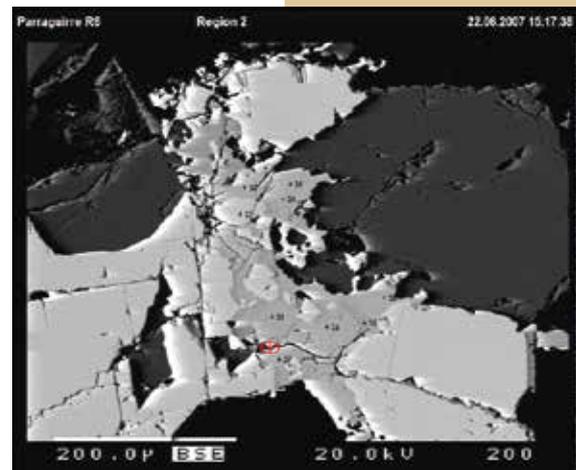
Características de la muestra: Se requieren de un tamaño promedio de un puño (muestra de mano), 10 cm en cores o 50 gramos en material molido o triturado previamente homogeneizado y libre de contaminación.

5. Estudio de Microscopía Electrónica de Barrido Scanning Electron Microscopy (SEM)

Consiste en el estudio e investigación de las especies minerales que no pueden ser identificados por microscopia óptica o Difracción de Rayos X.

El estudio consta:

- a. Descripción e identificación de especies minerales metálica y no metálica que se encuentren con tamaños submicroscopico o granos muy finos (<5Qm).
- b. Texturas o amarres de partículas de minerales metálicos y no metálicos.
- c. Determinación de solución solida entre oro (Au), plata (Ag), Renio (Re), cadmio (Cd), indio (In), etc con minerales mayoritarios (Pirita, Arsenopirita, Pirrotita, Esfalerita, Molibdenita). Minerales Refractarios.
- d. Determinar las variedades de sulfosales de plomo, plata, bismuto, etc, que pueden estar presentes como inclusiones o diseminados dentro de los minerales mayoritarios.
- e. Asociación mineralógica entre los minerales económicos y con los de



ganga.

- f. Identificación de contaminantes en concentrados de minerales, carbones o materiales que se comporten como filtros.
- g. Fotomicrografías.

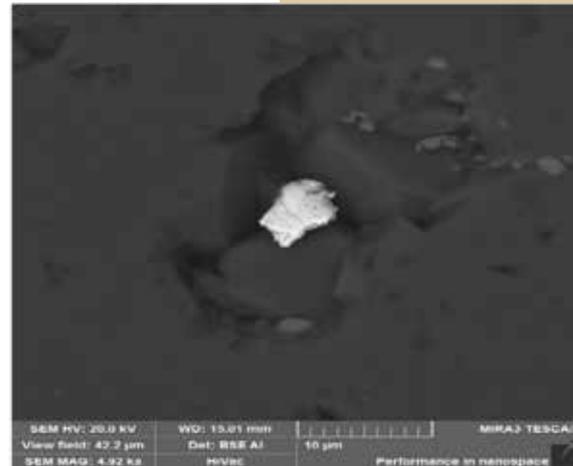
Adicionalmente, mediante este estudio se podrá identificar aquellos minerales que puedan ocasionar problemas futuros en el proceso metalúrgico o que pueden causar impacto en la Salud Humana o Medio Ambiente.

Tipo de preparación: Briqueta pulida o Lamina delgada -Pulida.

Características de la muestra:

Si fueran muestras de mina o exploración: Se requiere de un tamaño promedio de un puño (muestra de mano) o 10 cm en cores.

Si fueran muestras metalúrgicas: Se requiere la cantidad mínima de 50 gramos previamente homogeneizada, cuarteada y libre de contaminación. Y si se trata de minerales de oro (Au) baja ley (0.1-1g/Tn) se recomienda preconcentrar.



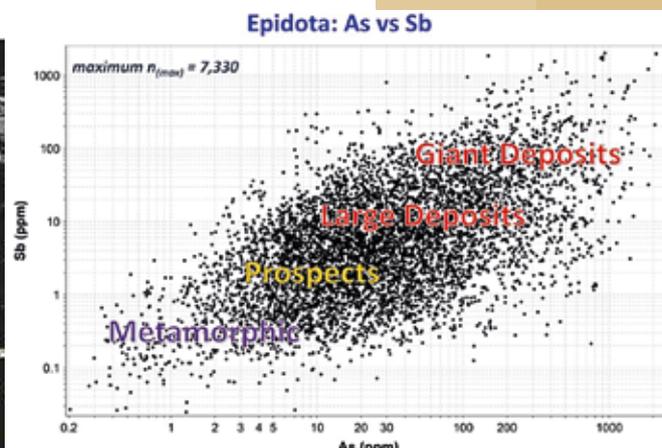
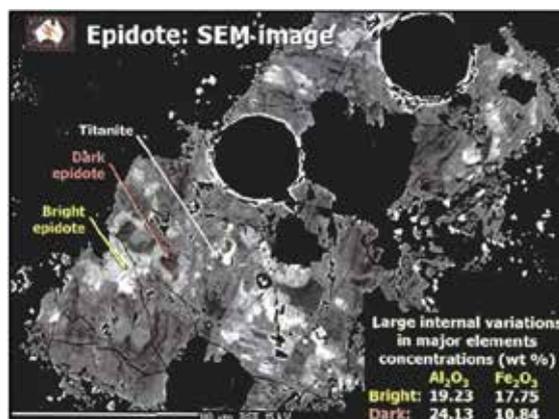
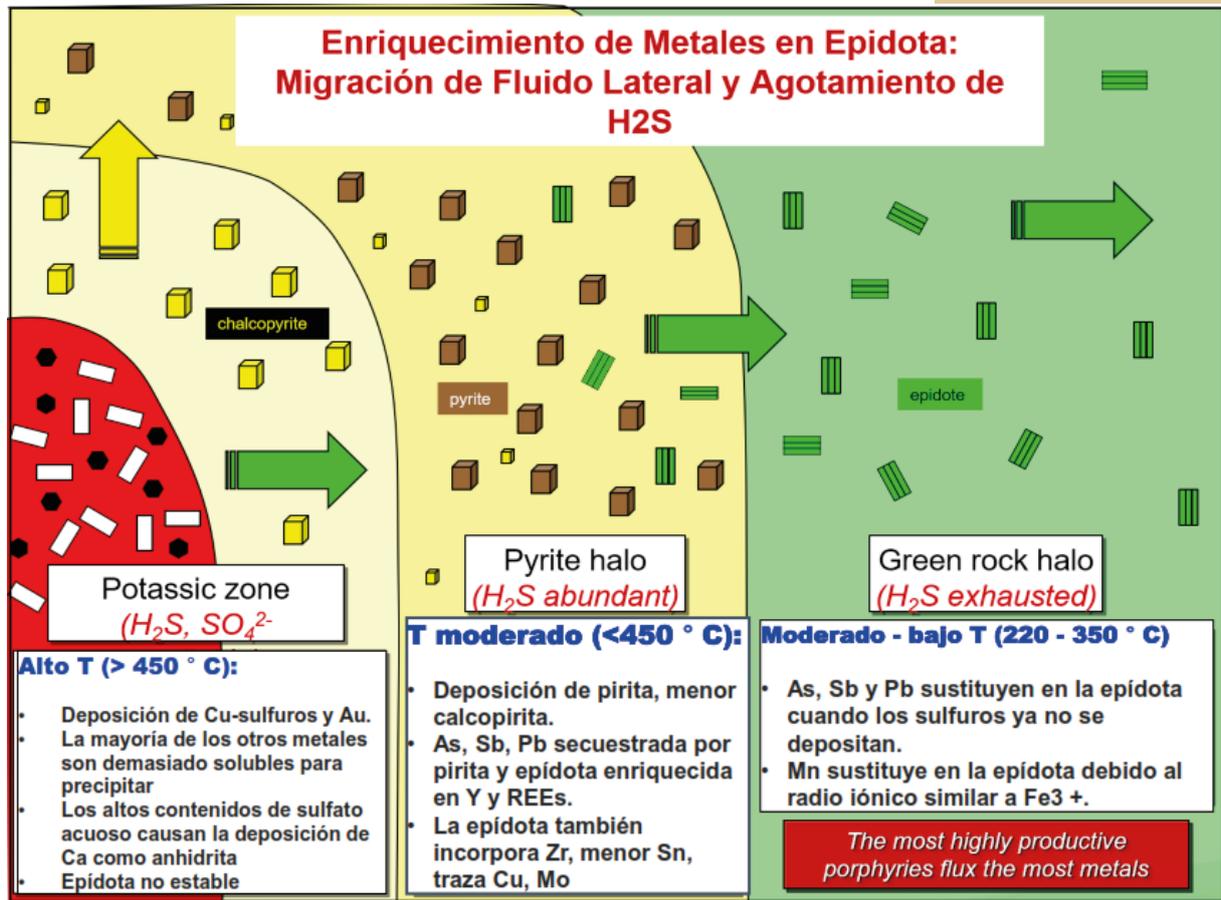
6. Estudio de Abrasión Laser con ICP - MS en Rocas Verdes-Epidota-Cloritas Laser Ablation ICP-MS “Green Rock”

Los análisis LA-ICP-MS de la EPIDOTA pueden detectar depósitos pórfidos productivos a varios kilómetros más allá de los límites del muestreo Litogeoquímico convencional. La epidota es una herramienta geoquímica útil en ubicaciones distales. Las composiciones de epidota varían con respecto a la proximidad a los depósitos de pórfido (vectores).

- Los altos elementos químicos de As, Sb, Pb, Mn, V distal (~ 2 - 5 km desde el centro del depósito)
- Comparativamente alto Cu, Au, Sn, Mo proximal (hasta 1.5 km)

Las epidotas de los depósitos de pórfido más grandes tienen la mayor concentración de oligoelementos (fertilidad).

- La distribución de muestras es crítica: las concentraciones de elementos clave como As, Sb y Pb serán relativamente bajas cerca del centro de depósito.
- La epidota de los depósitos fértiles LS y HS Epitermales y de Skarn también tendrá altas concentraciones de elementos traza clave.



Análisis de LA ICPMS en epidota y Concentración de As y Sb en epidota- Yacimientos tipo Pórfidos.

Características de la muestra: Se requiere entre 8 y 10 kilos de muestra de la Alteración Magmática -Hidrotermal del Posible pórfido.

7. Estudios de Inclusiones de Fluidos (IF) con microscopio de polarización y Platina de Calentamiento-Enfriamiento tipo Linkam. Fluid Inclusion study

Las IF son porciones pequeñas de líquido o de gas o de una mezcla de estas dos fases, que fueron capturadas en imperfecciones de minerales durante su crecimiento. Sus tamaños varían de 1 a 100 μm , usualmente entre 3 a 20 μm .

Dichos fluidos están relacionados a procesos hidrotermales que han ocurrido en los yacimientos.

Debido a varias evidencias, se supone que las IF han conservado las propiedades químicas y físicas de las soluciones originales, y se les considera como muestras directas de las fases volátiles.

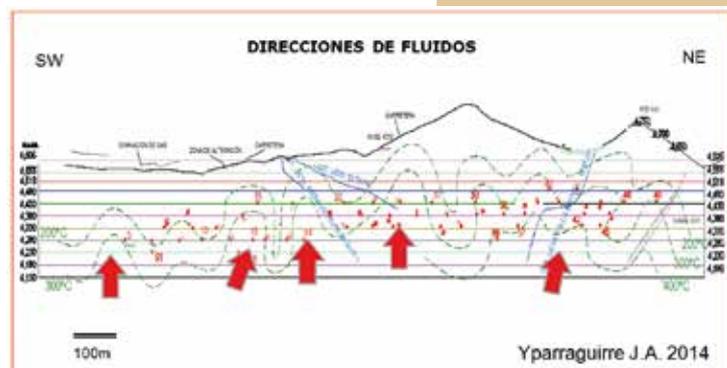
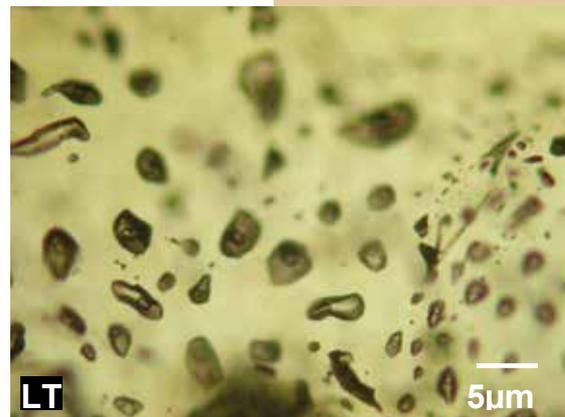
El estudio de Inclusiones Fluidas (IF) nos brinda la siguiente información:

- 1.- Temperatura de homogeneización (T_h °C).
- 2.- Presión (profundidad) del yacimiento.
- 3.- Cálculo de la salinidad del fluido mineralizante (%wt NaCl).

Adicionalmente, con planos de sección longitudinal se puede obtener:

- 4.- Paleorelieves (desmantelamiento erosivo).
- 5.- Secuencias Paragenéticas.
- 6.- Paleoisotermas
- 7.- Direcciones de fluidos mineralizantes.

Tipo de preparación: Lámina transparente doblemente pulida.



LT: Luz Transmitida

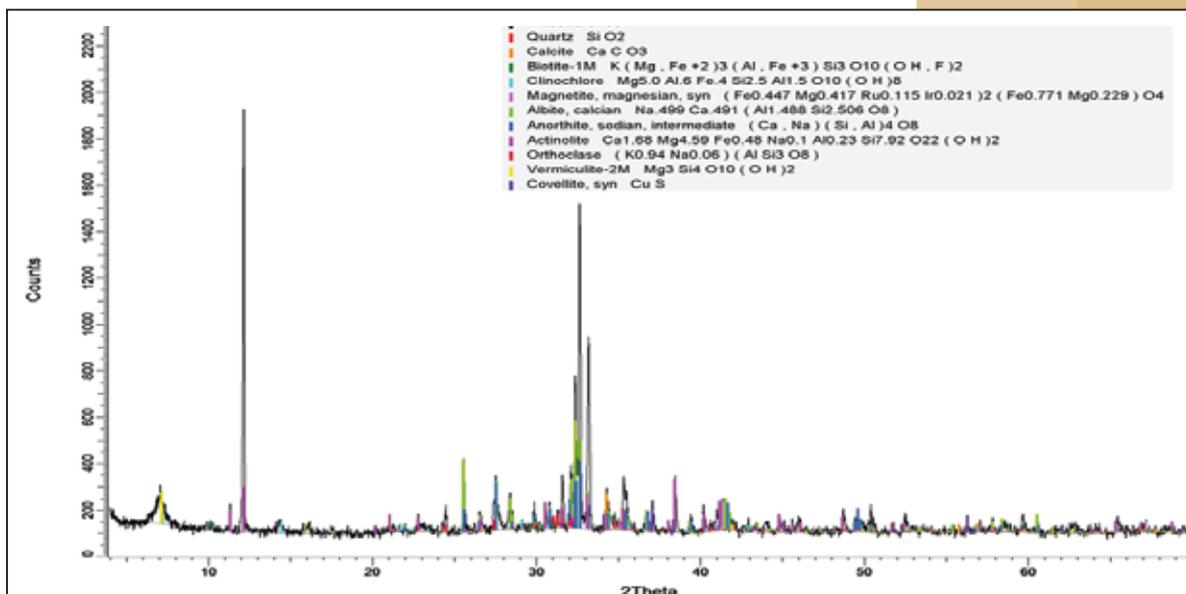
Características de la muestra: Debe presentar un intercrecimiento entre los minerales metálicos y minerales de ganga transparentes (cuarzo, Granates, Clinopiroxenos, fluorita, baritina, carbonatos, anhidrita, Casiterita, Wolframatos, etc.). Se requiere de un tamaño promedio de un puño (muestra de mano) o 10 cm en cores.

8. Análisis Mineralógico por Difracción de Rayos X. X-Ray Diffraction (XRD)

Es una herramienta poderosa para la industria minera. Permite realizar la identificación y cuantificación de especies minerales tanto metálicas y no metálicas, así como la cuantificación de la fase amorfa. El límite de detección (L.D) por especie mineral es aproximadamente 1% y para el caso de las fases amorfas el límite es de 15%.

Nombre del mineral	Fórmula general	Resultado Aproximado (%)
Cuarzo	SiO ₂	39
Granate (Grosularia)	Ca ₃ Al ₂ (SiO ₄) ₃	10.5
Carbonatos (Calcita)	CaCO ₃	9
Pirita	FeS ₂	8.5
Esfalerita	(Zn,Fe)S	7
Moscovita	KAl ₂ (Si ₃ Al)O ₁₀ (OH,F) ₂	6
Caolinita	Al ₂ Si ₂ O ₅ (OH) ₄	6
Carbonato(Dolomita)	Ca,Mg (CO ₃) ₂	4
Calcopirita	CuFeS ₂	3
Clinocloro	(Mg,Fe++) ₅ Al(Si ₃ Al)O ₁₀ (OH) ₈	3
Feldespato Pótasio (Ortoclasa)	KAlSi ₃ O ₈	2.5
Illita	(K,H ₃ O)(Al,Mg,Fe) ₂ (Si,Al) ₄ O ₁₀ [(OH) ₂ ,(H ₂ O)]	2

Muestra B-1



Tipo de preparación: Polvo entre malla 325 y 400.

Características de la muestra:

- 1.- Muestras de mina o exploración: Se requiere de un tamaño promedio de un puño (muestra de mano) o 10 cm en cores.
- 2.- Muestras metalúrgicas: Se requiere la cantidad mínima de 50 gramos seca molidas en malla -150 (104Qm) y previamente homogeneizada y libre de contaminación.

9. Difracción de Rayos X para Arcillas con Tratamiento Etilenglicol.

Es un Análisis mineralógico más detallado para la identificación, cuantificación y diferenciación de muestras que presenten pequeños contenido de minerales arcillosos. Dicho análisis se desarrolla mediante el tratamiento con los líquidos orgánicos, principalmente el Etilenglicol la cual se utiliza para expandir arcillas. La cantidad de expansión puede proporcionar información complementaria esencial que ayudará a la identificación y diferenciar las especies minerales arcillosas expansivas como son las Esmeclitas por ejemplo, Montmorillonita, Nontronita, Beidelita, saponita y algunas arcillas de capa mixta, así como la Vermiculita.

Según la figura N° 1.- Después de la saturación con etilenglicol (Difractograma magenta) se observa que parte de este pico se desplazó hacia la posición $d = 17.10 \text{ \AA}$ y la otra parte en $d = 14.20 \text{ \AA}$. El desplazamiento del pico es un comportamiento característico de la Montmorillonita, por su capacidad de expansión estructural al interactuar con otro material.

Al incorporar Etilenglicol en la capa interlaminar de la arcilla se produce una expansión estructural en la dirección 001. El pico que no se desplazó podemos asociarlo al clinocloro pues además de este pico característico presenta otro en la posición $d = 7.08 \text{ \AA}$ que está muy cercano al pico principal de la caolinita.

d: Distancia Interplanar.

Nombre del mineral	Fórmula general	Resultado Aproximado (%)
Cuarzo	SiO ₂	38
Granate (Grosularia)	Ca ₃ Al ₂ (SiO ₄) ₃	10
Carbonatos (Calcita)	CaCO ₃	9.5
Pirita	FeS ₂	8
Esfalerita	(Zn,Fe)S	7
Moscovita	KAl ₂ (Si ₃ Al)O ₁₀ (OH,F) ₂	5
Caolinita	Al ₂ Si ₂ O ₅ (OH) ₄	4.5
Carbonato(Dolomita)	Ca,Mg (CO ₃) ₂	4
Calcopirita	CuFeS ₂	4
Clinocloro	(Mg,Fe ⁺⁺) ₅ Al(Si ₃ Al)O ₁₀ (OH) ₈	3
Feldespato Pótasio (Ortoclasa)	KAlSi ₃ O ₈	2
Illita	(K,H ₃ O)(Al,Mg,Fe) ₂ (Si,Al) ₄ O ₁₀ [(OH) ₂ ,(H ₂ O)]	2
Mica (Vermiculita)	(Mg,Fe) ₃ (Si,Al) ₄ O ₁₀ (OH) ₂ ·4H ₂ O	1.5
Esmectita (Nontronita)	Na _{0.3} Fe ₃ ⁺² Si ₃ AlO ₁₀ (OH) ₂ ·4(H ₂ O)	1
Esmectita (Montmorillonita)	Na _{0.2} Ca _{0.1} Al ₂ Si ₄ O ₁₀ (OH) ₂ (H ₂ O) ₁₀	<L.D.

Muestra B-1

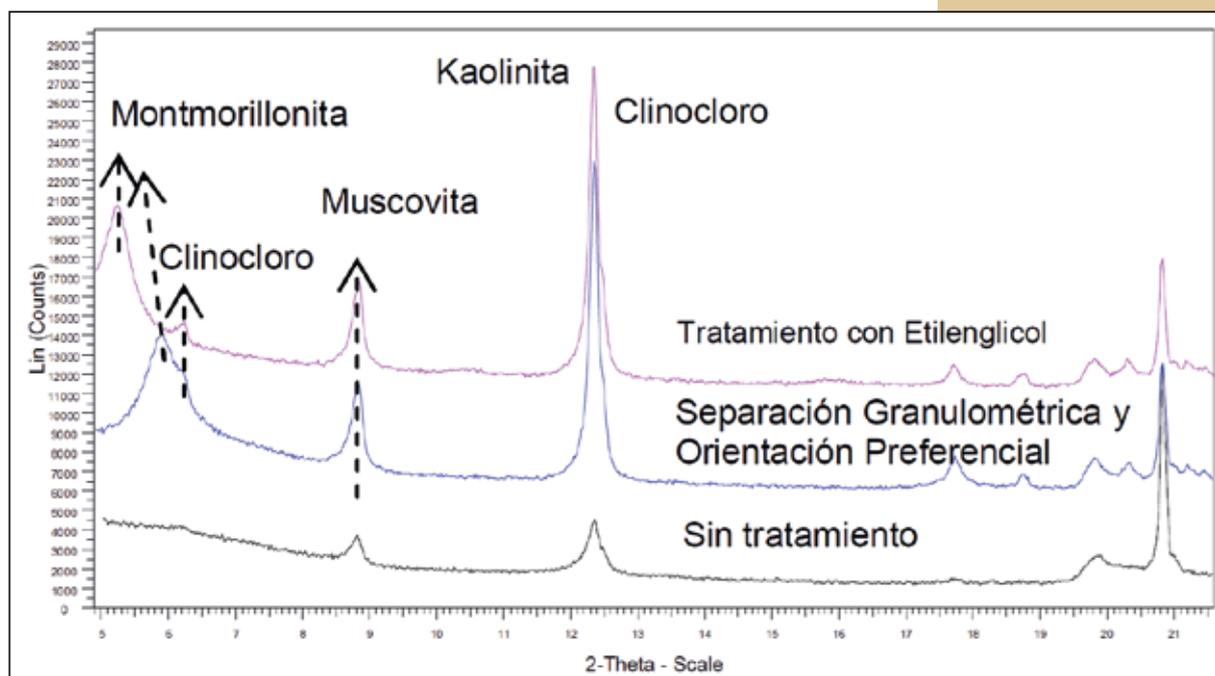


Figura N° 1.- Diffractogramas comparativos con y sin tratamiento de Etilenglicol.

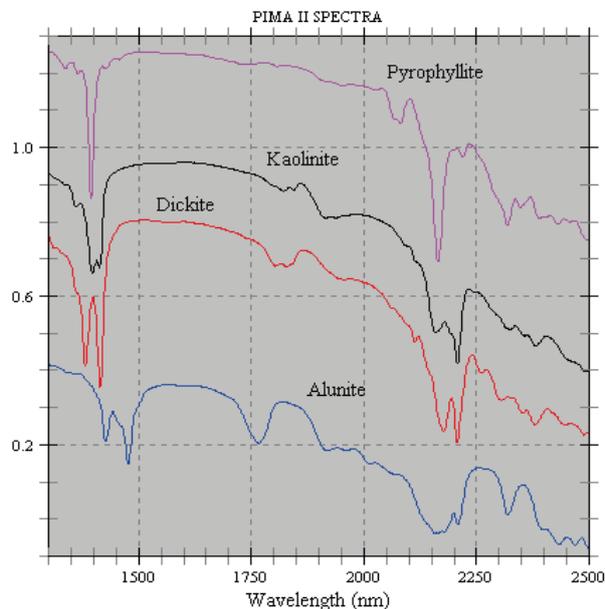
Tipo de preparación: Polvo en Malla 100 para luego entre malla 325 y 400.

Características de la muestra:

Si fueran muestras de mina o exploración: Se requiere de un tamaño promedio de un puño (muestra de mano) o 1 kilo de muestra.

Si las enviara pulverizadas deben estar en malla 10 y la cantidad de 300 gramos bien homogeneizada y libre de contaminación.

10. Espectrometría de Onda Corta del Infrarrojo (SWIR). (TerraSpec 4 Hi-Res)



Esta técnica es típicamente empleado para determinar la mineralogía de rocas con Alteración Hidrotermal y así ayudar en la clasificación de los sistemas de mineralización, identificar los patrones de alteración, y consecuentemente, para localizar mineralización económica. La espectrometría detecta minerales tales como filossilicatos, cloritas, epidota, Alunita, jarosita, arcillas (caolinita), Esmectitas (montmorillonita), carbonatos y sulfatos selectos y es también sensible a las variaciones de composición en minerales individuales.

Características de la muestra:

Si fueran muestras de mina o exploración: Se requiere de un tamaño promedio de un puño (muestra de mano), 10 cm en cores.

Si son muestras en polvo se requiere un mínimo de 200 gramos homogeneizado y libre de contaminación.

11. Estudios de Fluorescencia a través de lámpara Ultravioleta

Fluorescencia, propiedad de algunos minerales de absorber luz no visible y convertirlo en luz visible. La técnica que se emplea es a través de la lámpara Ultravioleta. Los minerales varían su capacidad de absorción de la luz ultravioleta a una determinada longitud de onda. Por lo que, existen minerales que presentan fluorescencia para rayos ultravioleta de longitud de onda corta (254nm), otros para longitudes largas (350-370 nm) y otro para ambos tipo de longitud de onda.

Luminiscencia y Fluorescencia

Luminiscencia es una característica que tienen algunos minerales de emitir luz fría cuando son excitados por ciertas radiaciones o por energía mecánica o térmica.

Los minerales fluorescentes se hacen luminiscentes cuando están expuestos a la acción de los rayos ultravioleta, X o catódicos. (Stokes en 1852). Se la observa entre minerales que contienen iones extraños llamados activadores.

Tipos de activadores:

- 1 - Luminiscencia por defecto de electrones en la red cristalina.
- 2 - Luminiscencia de iones extraños en sustitución de iones estructurales de la red cristalina o incorporada en las cavidades de este entramado.
- 3 - Sensibilizadores de luminiscencia de iones extraños en sustitución de iones estructurales en la red cristalina.
- 4 - Luminiscencia de moléculas, iones o radicales adsorbidos dentro de la red cristalina.
- 5 - Luminiscencia debida a inclusiones de otros minerales.
- 6 - Luminiscencia debida a inclusiones líquidas o gaseosas.

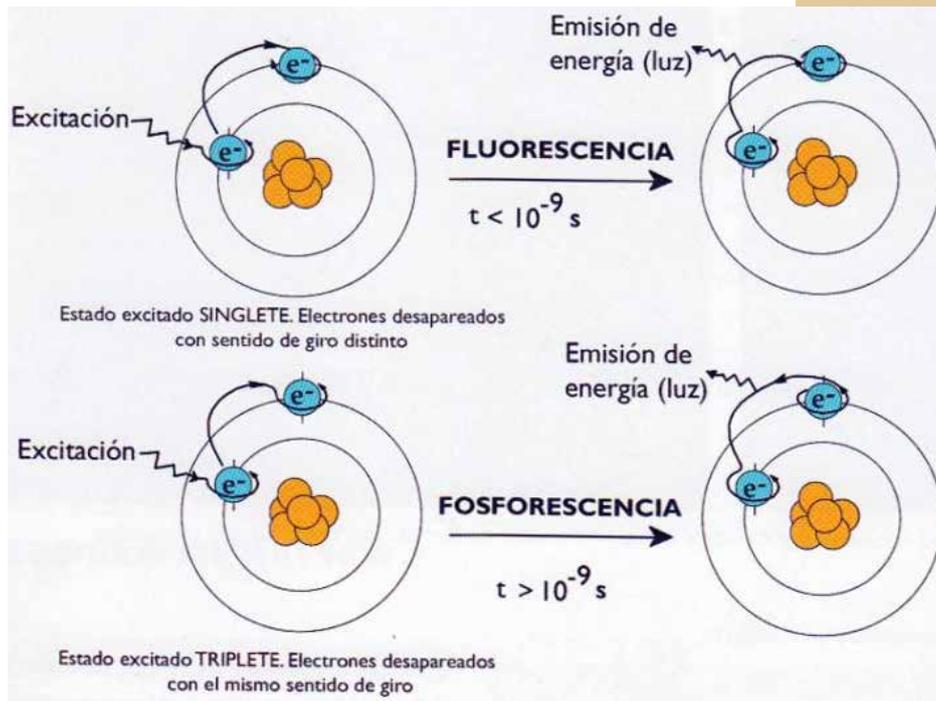


Figura N° 2.- Modelo de emisión de fluorescencia y fosforescencia.

Fluorescencia y Fosforescencia

Los minerales que se hacen luminiscentes al ser expuestos a la acción de los rayos ultravioletas, rayos X o rayos catódicos, son fluorescentes, por el contrario, si la luminiscencia continúa después de haber sido cortada la excitación, se dice que el mineral es fosforescente.

La triboluminiscencia es una emisión de luz visible que producen algunos materiales al ser sometidos a esfuerzos mecánicos. El cuarzo es triboluminiscente, basta golpear dos cuarzos masivos en una noche sin luna para comprobarlo. Muchos minerales son termoluminiscentes, es decir, emiten luz cuando son calentados a partir de cierta temperatura.

12. Estudios de Dataciones Radiométricas. Radiometric Dating

La datación radiométrica es una técnica empleada en la estimación de la edad de materiales geológicos, tales como rocas, minerales o materia orgánica, a partir de isótopos radiactivos. Se fundamenta en las series de desintegración de isótopos con tasas constantes de decaimiento. Esto es, desde que una cantidad de un elemento radiactivo se incorpora a un

material geológico, ésta empieza a disminuir a un ritmo fijo, de tal manera que se puede relacionar la constante de desintegración de ese elemento con la edad geológica del material mediante la siguiente expresión:

$$t = (1/\lambda) \cdot \ln(1 + D/P)$$

t: edad de la muestra (años)

λ : constante de desintegración (años⁻¹)

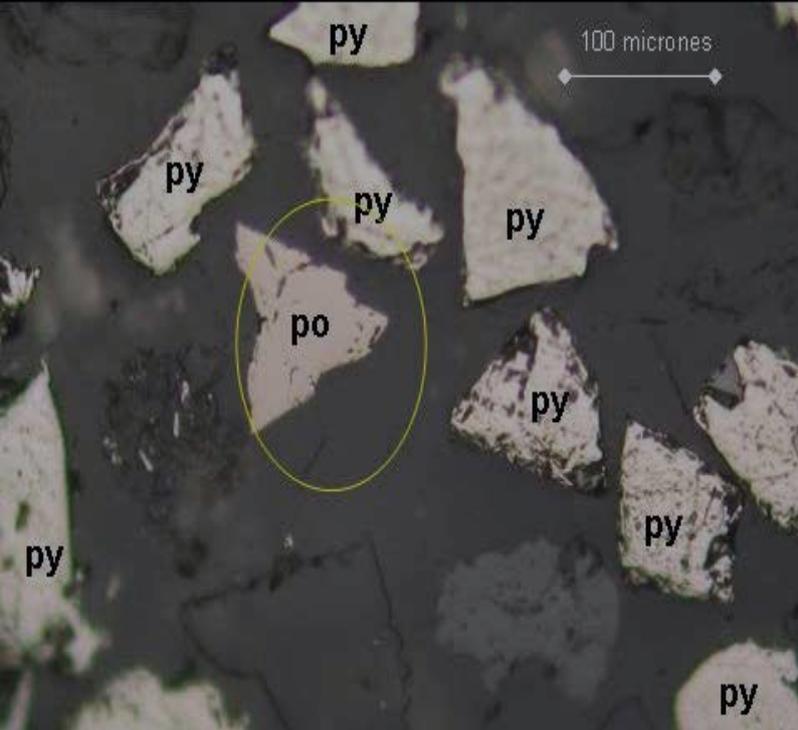
D: número de isótopos decaídos radiactivamente

P: número de isótopos en la muestra original

En la siguiente tabla se indican los isótopos utilizados en las dataciones radiactivas y los materiales susceptibles de ser datados asociados a cada uno:

ISÓTOPOS UTILIZADOS EN LA DATACIÓN DE MATERIALES					
Pares de isótopos	Decaimiento	λ (años ⁻¹)	$t_{1/2}$ (años)	Edades posibles de datar	Materiales susceptibles de ser datados
⁴⁰ K→ ⁴⁰ Ar	C.E., β^+	5,543.10 ⁻¹⁰ (total)	1,39.10 ⁻⁹ , 1,39.10 ¹⁰	>10 ⁶ años	Rocas ígneas volcánicas y metamórficas, feldespatos, micas, anfíboles, vidrios volcánicos.
⁸⁷ Rb→ ⁸⁷ Sr	β^-	1,42.10 ⁻¹¹	4,88.10 ⁻¹⁰	>10 ⁷ años	Rocas ígneas félsicas y metamórficas, biotitas, moscovitas.
¹⁴⁷ Sm→ ¹⁴³ Nd	α	6,539.10 ⁻¹²	1,06.10 ⁻¹¹	>10 ⁸ años	Rocas básicas y ultrabásicas, rocas metamórficas (anfibolitas-granulitas), rocas lunares y condritas, granates.
²³⁸ U→ ²⁰⁶ Pb	α	1,55125.10 ⁻¹⁰	4,468.10 ⁹	>10 ⁶ años	Zircón, monacita, xenotima, esfena.
²³⁵ U→ ²⁰⁷ Pb	α	9,8485.10 ⁻¹⁰	7,04.10 ⁸		
¹⁷⁶ Lu→ ¹⁷⁶ Hf	β^-	1,93.10 ⁻¹¹	3,57.10 ¹⁰	>5.10 ⁸ años	Gadolinita, xenotima, meteoritos, rocas lunares, roca total.
¹⁸⁷ Re→ ¹⁸⁷ Os	β^-	1,64.10 ⁻¹¹	4,23.10 ¹⁰	>2.10 ⁸ años	Meteoritos, sulfuros (especialmente molibdenita).

Características de la muestra: Se requiere entre 4 y 8 kilos de muestra. (1) Roca fresca (Edad de la roca), (2) Roca alterada (sericita, adularia, Alunita, etc) (Edad de la alteración), (3) Muestra con asociación o intercrecimiento entre minerales metálicos económicos y gangas transparentes (biotita, anfíboles secundarios, etc) (Edad de la mineralización).



CARACTERIZACIÓN METALÚRGICA



1. Análisis de Grado de Liberación de Muestras Metalúrgicas. Mineralogical analysis of degree of liberation

Llamado también grado de liberación de las especies minerales, se puede aplicar para muestras de cabeza y concentrados en minerales polimetálicos y de oro (Au)

La técnica es indispensable como investigación previa al diseño de cualquier tipo de proceso de tratamientos metalúrgicos, también es valiosa para evaluar el rendimiento de los equipos de molienda o de clasificación y para incrementar la eficiencia de plantas en operación.

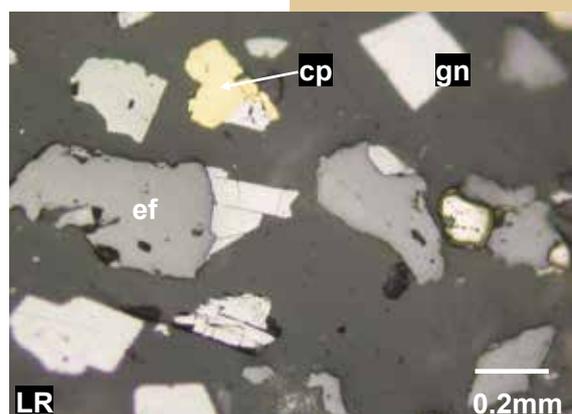
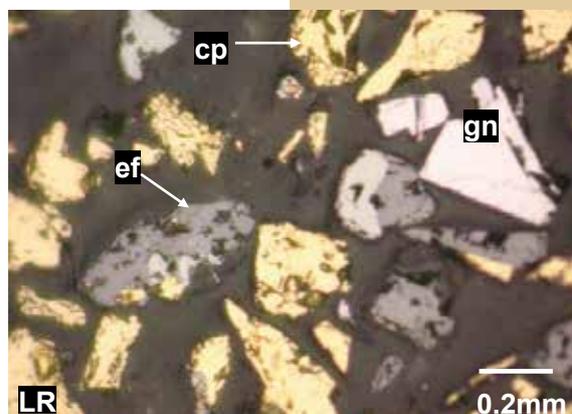
El análisis consta de:

- Grado de liberación total de las especies minerales.
- Conteo de partículas minerales, tanto libres como mixtos.
- Determinación Cuantitativa de las partículas minerales libres y mixtas.
- Distribución en volumen de especies mineralógicas.
- Distribución de las Especies Minerales en peso.
- Identificación de minerales metálicos que pueden Perjudican al Tratamiento Metalúrgico.
- Análisis granulométrico valorado.
- Tipo de Amarres Mineralógicos que puedan Perjudicar en la Flotación y Recuperación.

Tipo de preparación: Briqueta pulida o Lamina delgada -Pulida.

Características de la muestra: Para este tipo de Análisis se recomienda pasar la muestra por un mínimo de cuatro mallas (70, 100, 200 y 325) obteniendo cinco (5) productos que serían: +70; +100; +200; +325 y -325.

Muestras de Cabeza o Alimentación: Se requiere un mínimo de ½ kilo



LT: Luz Reflejada

previamente homogeneizado y libre de contaminación. Pasado por los tamices 70; 100; 200 y 325.

Muestras de Concentrados: Se requiere un mínimo de 300 gramos previamente homogeneizado y libre de contaminación. Pasado por los tamices 70; 100; 200 y 325.

2. Estudio Mineralógico de Relaves de Procesos Metalúrgicos. Metallurgic Study of the Process Mineralogical

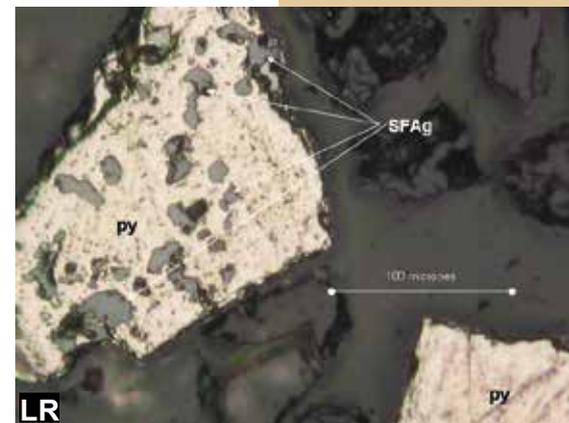
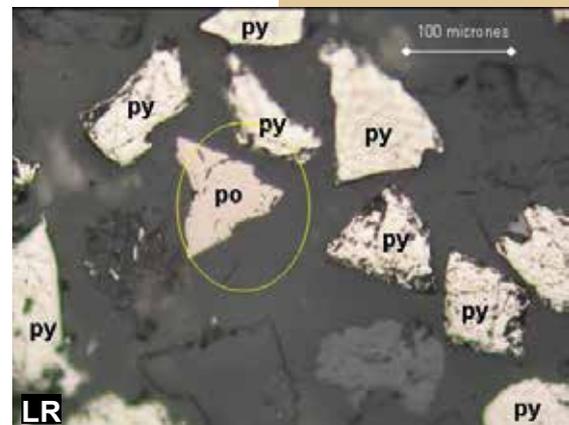
La técnica es indispensable como investigación para evaluar, analizar y dar solución a problemas específicos del proceso metalúrgico, tales como la baja recuperación de valores, consumo de reactivos, aumento de especies contaminantes en productos, etc.

El estudio consta de:

- Porcentaje visual de las partículas de minerales libres y mixtas.
- Tipo de textura o Amarres Mineralógicos.
- Identificación de pérdidas de minerales económicos al relave.
- Identificación de relaves por falta de molienda.
- Minerales metálicos que Perjudicaron el Tratamiento Metalúrgico.
- Interpretación y recomendaciones.
- Cuatro (4) fotomicrografías

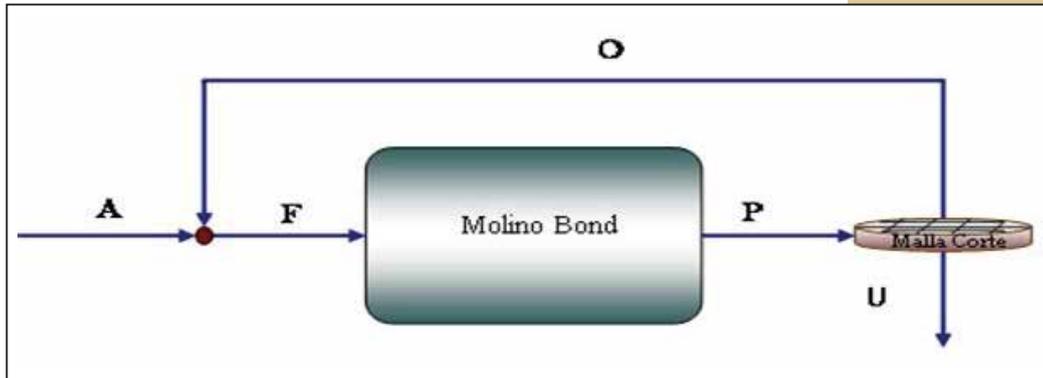
Tipo de preparación: Briqueta pulida o Lámina delgada - Pulida.

Características de la muestra: Para este tipo de estudio se recomienda tomar de varios puntos del relave para posteriormente homogeneizada, cuarteada y enviar 1 kilo de muestra representativa.



LT: Luz Reflejada

3. Determinación de índice de trabajo (Work Index) o índice de Bond.



El test estándar de Bond es el método más conocido y utilizado para predecir consumos de energía en molienda de minerales, esta predicción de consumo de energía se hace extensiva a molinos de bolas.

La prueba entrega un valor del índice de trabajo W_i , expresado en kwh/tc , el cual introducido a la ecuación clásica de la tercera ley conminución permite predecir el consumo de energía de un molino; por lo tanto, se convierte en una efectiva herramienta de planificación de la producción de una planta de molienda.

Características de la muestra: Se requiere la cantidades entre 15 y 30 kilogramos con tamaños mayor a 1 pulgada (1").

Observación: El material no debe tener ningún tratamiento químico o metalúrgico anterior.

Tiempo de respuesta: 2 semanas.

4. Determinación de Tiempo de Molienda.



Esta determinación se puede aplicar para definir la cinética de molienda de muestras en que el grado de molienda esté definido en base al P80 (por ejemplo: 150 Qm) o muestras en que el grado de molienda se defina con respecto a una malla de referencia.

Este método se basa en lograr el grado de molienda establecido en la muestra de trabajo. El grado de molienda es el tamaño al cual se debe llegar en el proceso de molienda para lograr una liberación económica de los minerales sulfurados de interés.

Características de la muestra: Se requiere la cantidades entre 5 y 10 kilogramos con tamaño 100% malla 10.

Observación: El material no debe tener ningún tratamiento químico o metalúrgico anterior.

Tiempo de respuesta: 1 semana.

5. Pruebas de Lixiviación de Minerales Auríferos.

Se basa en la disolución del Oro y la Plata en un medio alcalino, siendo estudiado a diferentes tiempos (Cinética de Cianuración) de la muestra de mineral a temperatura ambiente y posterior cuantificación por espectrofotometría de absorción atómica.

Estas pruebas consisten en evaluar el máximo grado de disolución de Oro del mineral, así como los consumos de cianuro y cal, los cuales servirán de referencia importante en el diseño de las condiciones de la prueba de lixiviación.

Características de la muestra: Se requiere la cantidades entre 3 y 6 kilogramos con tamaño 100% malla 10 y/o 100% malla 100.

Tiempo de respuesta: 2 semanas.



6. Pruebas de lixiviación en columnas.

El objetivo es lograr las máximas extracciones de Oro aplicando las técnicas de Cinética con unos 30 a 45 días de control comenzando inicialmente

con una concentración de 1.0 gpl de cianuro a un pH de 10.5 e ir ajustando a estos parámetros iniciales en cada control.

Estas pruebas de columnas a diferencia de las pruebas en botellas, permiten obtener datos más certeros de la recuperación metalúrgica ante una operación real de lixiviación en pilas.

Características de la muestra: Se requiere la cantidades entre 50 y 100 kilogramos con tamaños entre 1 y 2 pulgadas.

Tiempo de respuesta: 30 y 90 días.



7. Pruebas de Sedimentación.

Determinar en un sistema particulado el índice de sedimentación en función del tiempo. Dicha determinación es la más usual dentro de las técnicas de separación sólido-líquido utilizadas en el campo del procesamiento de minerales.

Esta técnica por un lado permite obtener la información necesaria para el diseño de equipos de espesadores que se utilizan a escala industrial, y por otro lado permite evaluar el comportamiento en condiciones operativas ya establecidas.

Características de la muestra: Se requiere la cantidades entre 1 y 2 kilogramos con productos que vengan de relave o concentrado de flotación.

Tiempo de respuesta: 1 semana.



8. Pruebas de flotación de Polimetálicos Batch.

La flotación Rougher es una etapa primaria de concentración, por tanto, su objetivo principal está orientado a obtener la máxima recuperación de contenidos metálicos (finos) manteniendo una ley razonable de concentrado Rougher.

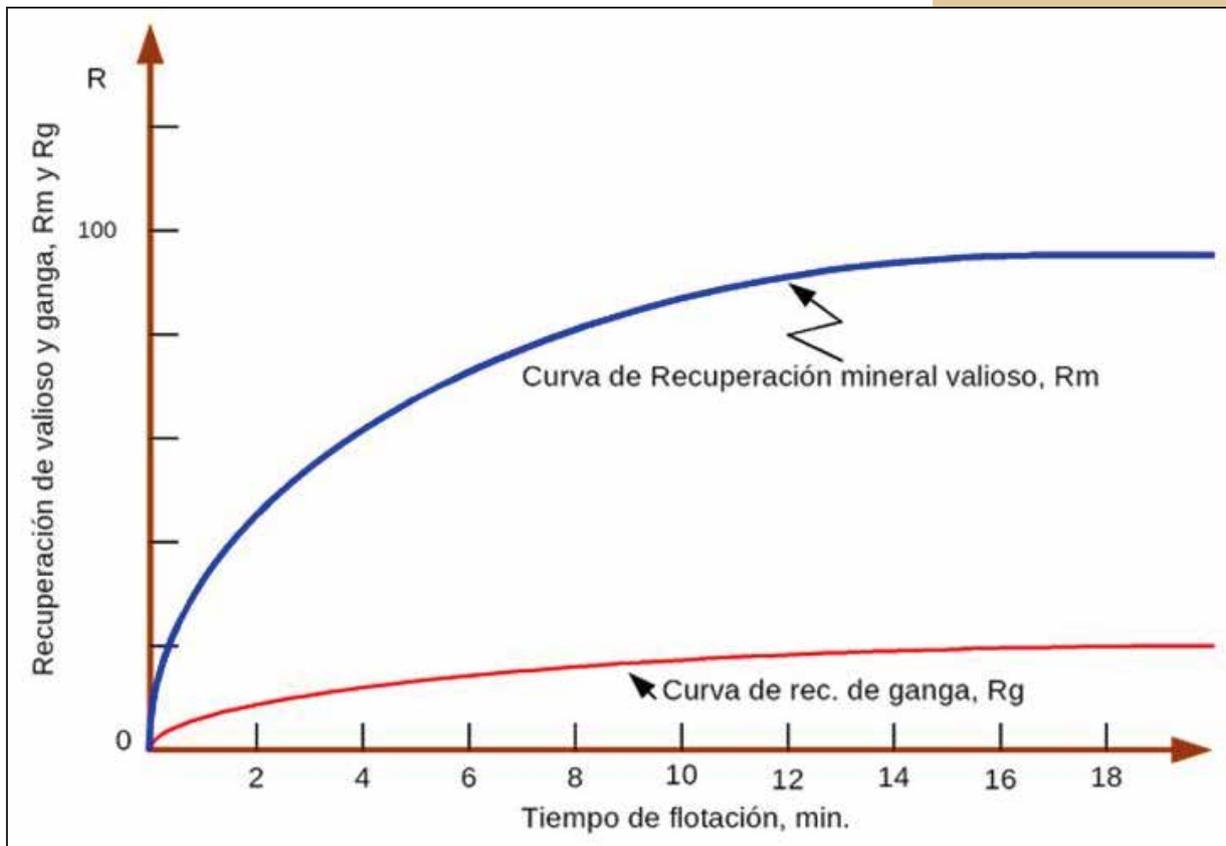
Obtener concentrado primario con la más alta recuperación de finos, posteriormente este concentrado se limpiara en el circuito de limpieza (limpieza - Scavenger).

Características de la muestra: Se requiere la cantidades entre 5 y 10 kilogramos con tamaño 100% malla 10.

Tiempo de respuesta: 2 semanas.



9. Pruebas de Flotación Tipo Cinética.

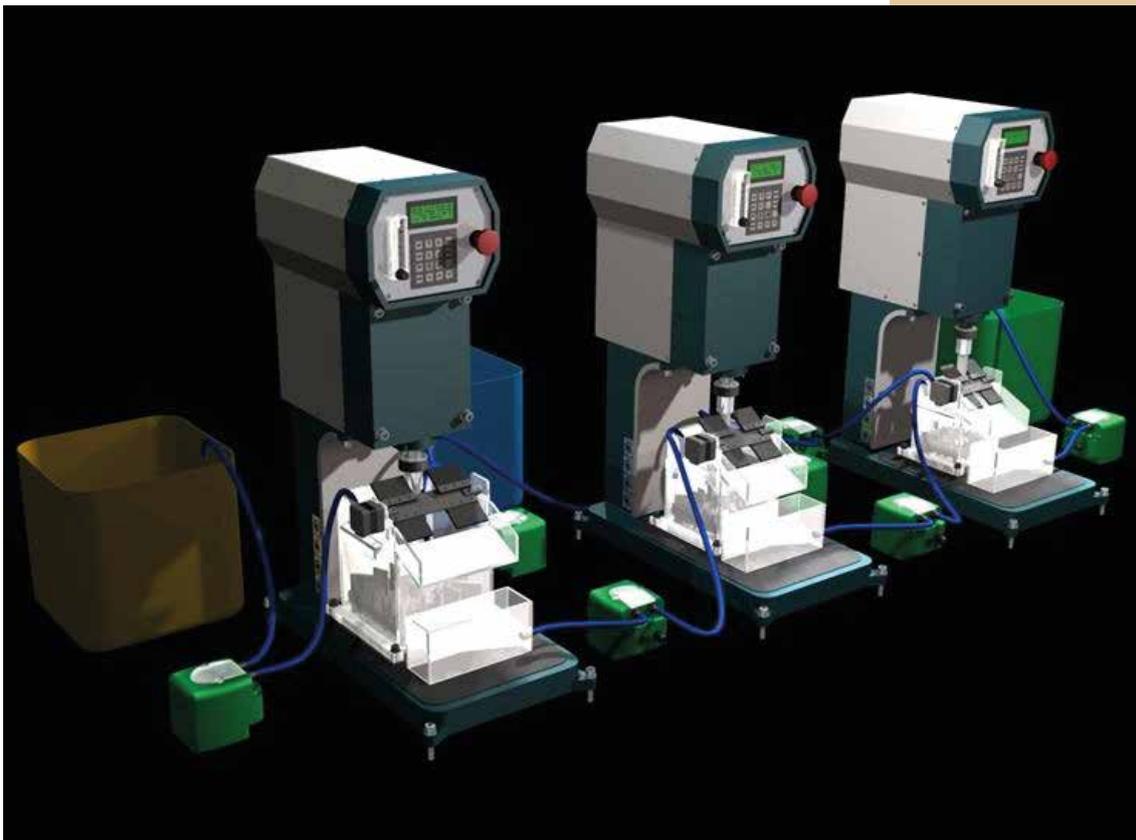


El objetivo de esta prueba es evaluar el comportamiento del mineral con respecto a su recuperación y calidad de concentrado en función del tiempo.

Con esta curva es posible encontrar el tiempo adecuado para una flotación Rougher.

Características de la muestra: Se requiere la cantidades entre 5 y 10 kilogramos con tamaño 100% malla 10.
Tiempo de respuesta: 2 semanas.

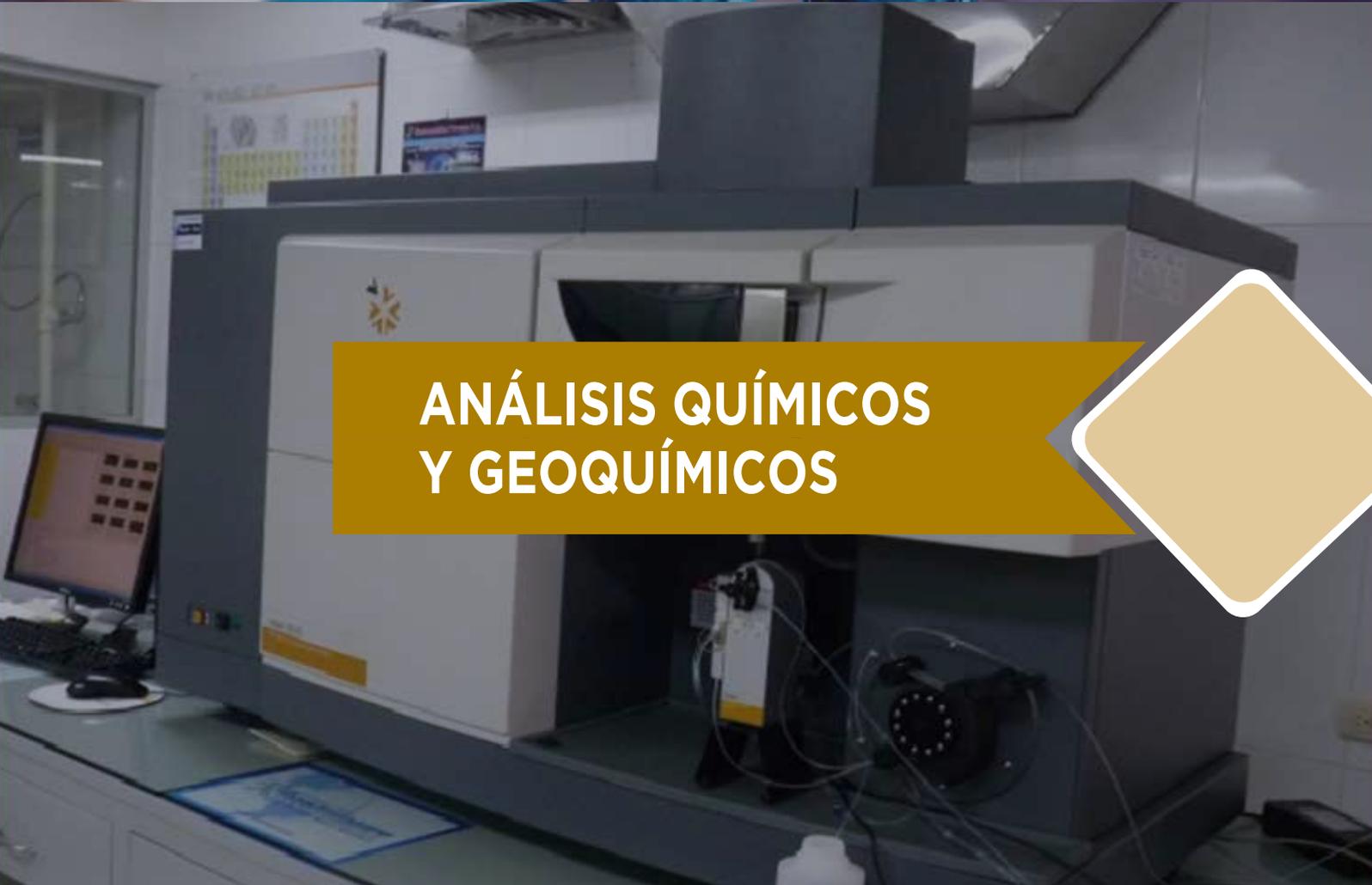
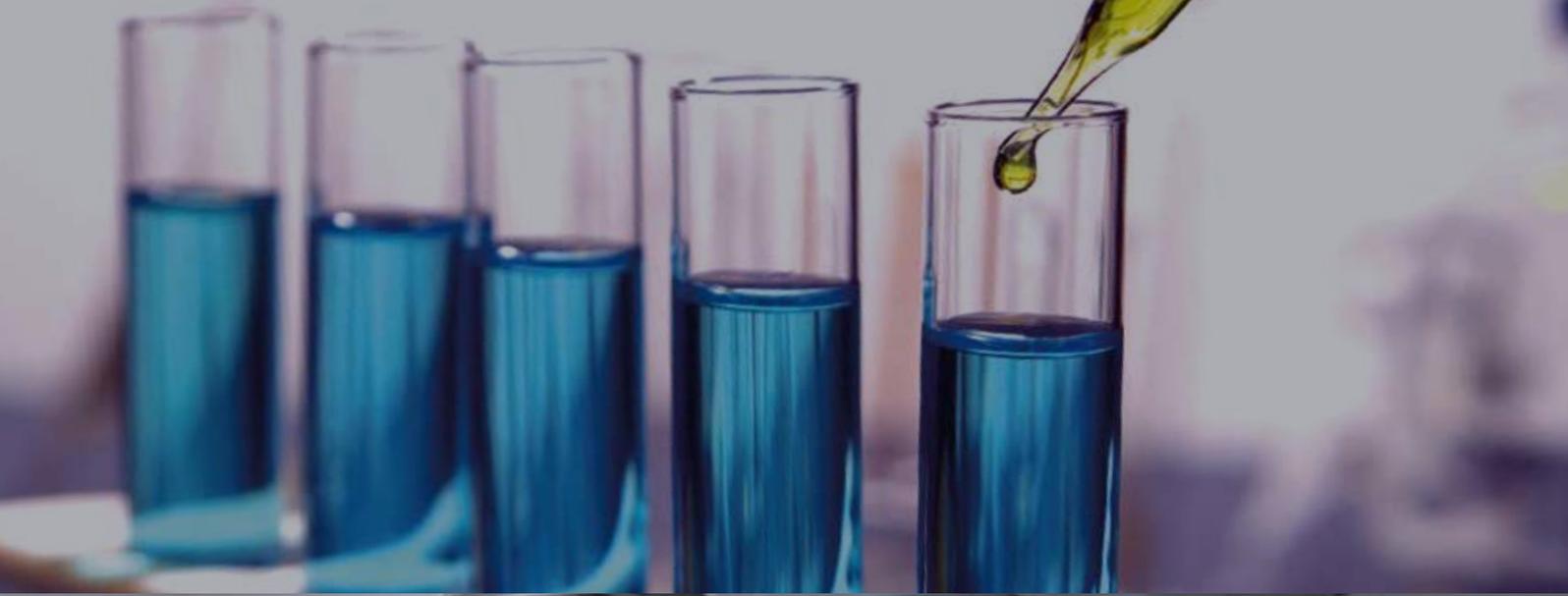
10. Pruebas de flotación de Polimetálicos de Ciclo Cerrado Batch.



Estas pruebas se realizan con el fin de aproximarse a una simulación o reproducción de resultados metalúrgicos de una prueba Batch a uno continuo o circuito industrial de flotación.

Las pruebas de ciclo cerrado se realizan por dos motivos principales que son: de evaluar si el diseño del diagrama de flujo y el conjunto de reactivos de flotación son consistentes, así también como el de generar una proyección metalúrgica para la muestra probada.

Características de la muestra: Se requiere la cantidades entre 20 y 30 kilogramos con tamaño 100% malla 10.
Tiempo de respuesta: 3 semanas.



ANÁLISIS QUÍMICOS Y GEOQUÍMICOS



1. Espectrometría de Emisión óptica con Fuente de Ionización (ICP-OES). Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry

Análisis de metales por ICP Óptico, concentraciones bajas y medias de elementos metálicos, se emplea en muestras sólidas tras digestiones ácidas (agua regia, cuatro ácidos, mezclas especiales de ácidos) y en muestras líquidas tanto concentraciones de metales totales como metales disueltos.

Este instrumento permite realizar simultáneamente la determinación de 34 elementos: Ag, Pb, Cu, Zn, Fe, Mo, As, Al, Sb, Co, Mn, Cr, V, Ni etc. en muestras de aguas, suelos, sedimentos y muestras solidas geoquímicas. La meta del ICP es hacer que los elementos emitan su onda específica de luz la cual puede ser medida. El hardware del ICP está diseñado para generar plasma, el cual es un gas en el que hay átomos presentes en estado ionizado.

Para asegurar el control de calidad en los análisis, las muestras son medidas acompañadas de blancos de reactivo, blancos de proceso, duplicados y material de referencia certificado.



2. Espectrometría de Masas de Plasma con fuente de Ionización (ICP-MS) Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry

Los análisis que se ofrecen incluyen prácticamente todos los elementos de la tabla periódica en una amplia variedad de muestras líquidas y sólidas. Su principal característica es que posee límites de detección para la mayoría de los elementos en rangos de ppb - ppt lo que lo hace ideal para el Análisis de Elementos trazas.

3. Ensayo al fuego (FA) para análisis de Oro, Plata y Metales Preciosos.

La metodología utilizada para la determinación de oro, consiste en un Fire Assay (Vía Seca) la cual consiste en que las muestras se mezclaron con agentes fundentes que incluyen el óxido de plomo (litargirio) y se funden a alta temperatura. El óxido de plomo se reduce a plomo, el cual colecta el metal precioso. Cuando la mezcla fundida se enfría, el plomo permanece en el fondo, mientras que una escoria vítrea permanece arriba. Los metales preciosos se separan del plomo mediante un procedimiento llamado copelación. El contenido de metal precioso colectado se digiere sometiendo al regulo a un ataque ácido y se determina con un espectrómetro de absorción atómica.

4. Espectrometría de absorción atómica (AAS).

A través de la espectrometría de absorción atómica es posible determinar una gran cantidad de analitos de forma unitaria y específica. La ventaja de los ensayos realizados por absorción atómica solo es influenciada por los efectos de la matriz y esta puede ser fácilmente corregida con las diferentes técnicas instrumentales y analíticas, logrando resultados repetitivos. Dentro de los elementos que pueden ser determinados por Absorción atómica están: Cu, Pb, Zn, Ag, Mo, Ni, Co, As, Bi, Cd, Sb, Al, Fe, Mn, Li, Na, K, Be, Mg, Ca, Sr, Ba, W, V, Ti, Cr.

5. Determinación de Cu, Zn, Pb, Fe por Volumetría.

Es un método analítico muy usado, que permite conocer la concentración de una disolución de una sustancia que pueda actuar como oxidante o reductor. Es un tipo de valoración basada en una reacción redox entre el analito (la sustancia cuya concentración queremos conocer) y a sustancia valorante.

Es utilizado cuando existen altas leyes o concentraciones de minerales de Cobre (Cu), Plomo (Pb), Zinc (Zn) y Hierro (Fe)

6. Análisis Químico de oro por el Método de Retalla (Newmont).

Este análisis es aplicable a muestras que normalmente tienen oro grueso (Charpa) que puedan distorsionar el resultado en un análisis por lote preferencial debido al efecto pepita producida por efectos de muestreo. Para el Método Newmont se procede a analizar la muestra tomando 200 gramos de muestra previamente pulverizada, para luego pasar por una malla N°150 la cual al tamizarlos nos queda dos porciones una gruesa y otra fina, ambas partes se analizan por separado, la parte gruesa (over) en un crisol y la parte fina (under) en 2 crisoles por seguridad. La parte gruesa luego de ser tamizada debe encontrarse en el rango de 5-20 gramos para no tener dificultades de pasar finos en el grueso cuando su valor es más de 20 gramos, cuando se tiene una molienda muy fina un valor menor a 5 gramos ocasionaría que el grueso pase a los finos.

7. Cobre Secuencial - Cu Total - Cu Soluble En Sulfúrico - Cobre Soluble en Cianuro - Cobre Residual

Esta técnica es útil particularmente para definir semicuantitativamente los modelos: Geológicos, mineralógico y metalúrgico normalmente asociados con depósitos de cobre (Pórfidos y Skarn). El método consiste en tratar primero una muestra mediante una digestión con ácido sulfúrico, con lo que disolvemos y obtenemos el contenido de cobre como óxido soluble en ácido. Luego, en el remanente de la misma muestra, mediante una digestión con una solución de cianuro de sodio o potasio, se obtiene el cobre

contenido en los sulfuros secundarios y la bornita -sulfuro primario. Finalmente, se efectúa el ensayo del residuo analítico anterior por cobre, que es llamado cobre residual, el cual es mayormente el cobre presente en la calcopirita -sulfuro primario.

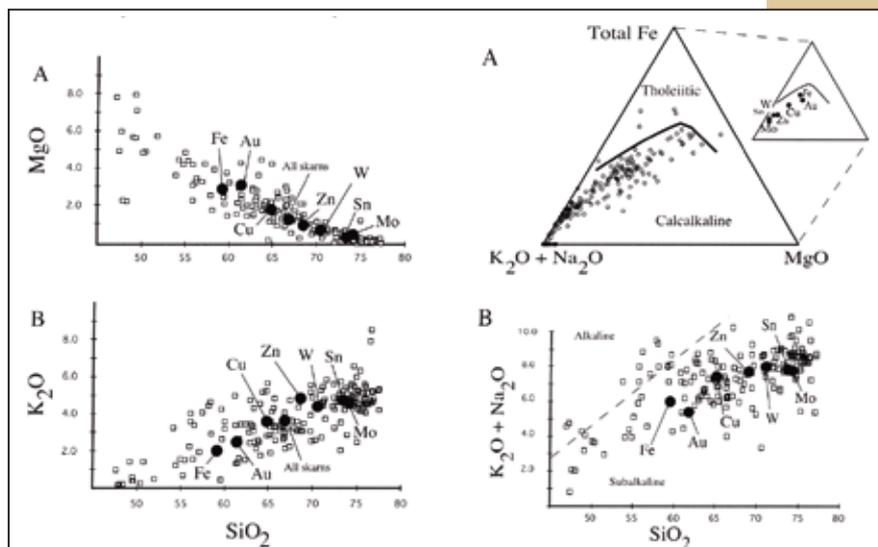
Una verificación de que todo el cobre presente en la muestra ha sido detectado y cuantificado mediante este método secuencial es la comparación de la sumatoria del cobre soluble en ácido, el cobre soluble en cianuro y el cobre residual. Esta sumatoria debe ser igual o casi igual al contenido de cobre total de la muestra, determinado mediante el método tradicional.

8. Análisis Químicos Por Fluorescencia de Rayos X (FRX) con Perla de Fusión X-Ray Fluorescence

Fluorescencia de rayos X (FRX) aprovecha la espectroscopia de energía dispersiva a diferentes longitudes de onda es ampliamente utilizada para la determinación de los elementos mayores en rocas (Al, B, Ca, Cr, Fe, K, Mg, Mn, Na, P, Si y Ti), y elementos que forman parte de matrices muy estables y de difícil disgregación, como el W, Sn, U,

Es muy utilizado en altas leyes o concentraciones de minerales de Cobre (Cu), Plomo (Pb), Zinc (Zn), Hierro (Fe), etc.

Los Óxidos mayores o Roca total con Perla de Fusión: SiO₂, TiO₂, P₂O₅, Na₂O, K₂O, Fe₂O₃, CaO, MgO, TiO₂, MnO, LOI. Son importantes en la industria Cementera y en la Geoquímica de Rocas Ígneas.





**ESTUDIOS DE SALUD
E IMPACTO AMBIENTAL**

1. Estudio Mineralógico Aplicado a la Salud y Medio Ambiente. Mineralogical Study Applied to Health and the Environment.

Minerales Libres	Cantidad (%)			
Arsenopirita	Trazas			
Ferromagnesianos (Anfiboles)	1			
Carbonatos	10			
Cuarzo	50			
Cloritas	Trazas			
Epidota	0.5			
Esfalerita	Trazas			
Feldespatos	15			
Hematita-Goethita-limonitas	18			
Micas (Moscovita)	1			
Pinta	Trazas			
Psilomelano	Trazas			
Rutilo-ilmenita	Trazas			
		Minerales Mixtos	Cantidad (%)	Intercrecimiento (Ver Capítulo III)
		<u>cz/hm</u>	Trazas	1b(I)
		<u>cz/apy</u>	Trazas	1b(IV)
		<u>cz/rut</u>	Trazas	1e(I)
		<u>cz/py</u>	Trazas	1e(I)

Trazas: <0.5%

Esta técnica consiste en la combinación de un Estudio Petrominerográfico a través del microscopio de polarización, Análisis Mineralógico por Difracción de Rayos X y Test de ABA. Las muestras a estudiar provienen de canchas de relave, suelos contaminados o proyectos relacionados con el medio ambiente o cierre de mina.

El estudio consta de:

- Identificación de especies minerales nocivas para la Salud Humana.
- Principales minerales patógenos relacionados con el quimismo o con su inhalación.
- Identificación de minerales que producen aguas acidas.
- Identificación de minerales que puedan mitigar o descontaminar los suelos o sedimentos.
- Identificación que pueden depurar residuos gaseosos.
- Estimación de forma teórica el potencial de generación de acidez máxima (PA) y la capacidad de la neutralización o potencial de neutralización (PN).
- Cuatro (4) fotomicrografías

Tipo de preparación: Lámina pulida-delgada y Pulverización

Características de la muestra: Se requiere un mínimo de 1 kilogramo homogeneizado y representativo.

2. Determinación de fibras de Asbesto y otras fibras en el Aire.

Este método está elaborado de acuerdo con el método "Determinación de la concentración de fibras suspendidas en el aire. Método basado en la microscopía óptica de contraste de fase" de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 1997), que es aplicable a cualquier tipo de fibra (método multifibra). El método de la OMS es un procedimiento fiable para obtener los datos necesarios para determinar las concentraciones de fibras en el aire (Fibras/cm³) y se ha promovido su uso internacional para obtener resultados comparables cuando se utilice en distintos laboratorios y por diferentes analistas. El método de la OMS está recomendado para el recuento de fibras de amianto en la DS. D74-2001-PCM. Reglamento de Estándares Nacionales de Calidad del Aire 24 de junio del 2001 y Ley N° 29662 sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con la exposición al amianto durante el trabajo.

Los principales riesgos para la salud de las personas expuestas a polvo de asbesto en suspensión en el aire son:

1. Asbestosis - Fibrosis (espesamiento y cicatrización) del tejido pulmonar.
2. Cáncer al pulmón - Carcinoma de los bronquios.
3. Mesotelioma- Cáncer de la pleura o del peritoneo

3. Test ABA (Acid-Base Accounting)

El ensayo ABA permite estimar el potencial de generación de ácido en matrices minerales. Existen varias metodologías que derivan del método inicialmente propuesto por Solbek et al. en 1978, y la elegida para nuestros ensayos normales es la versión modificada por Lawrence y Wang en 1997. Mediante este procedimiento se determina el potencial de generación ácido (AP) a partir del contenido de sulfuros en la muestra. En éste, se considera que el azufre sulfurado se oxida a sulfato, generando ácido sulfúrico.

El Potencial de Neutralización (NP) se determinara por valoración directa del ácido después de la digestión mediante NaOH hasta un pH de 8,3 (control final a 24 h). Así mismo, el Potencial Neto de Neutralización (NNP) se obtiene a través de los valores de NP y AP. Paralelamente a ello, se determinara el pH de la pasta de acuerdo con la metodología de SOBECK (1978), en la cual considera el pH obtenido de la muestra original mezclada con agua destilada en una proporción de 1:1



ENSAYOS GEOTÉCNICOS Y DE RESISTENCIA DE MACIZOS ROCOSOS



1. Ensayos Estándar

- Análisis granulométrico por tamizado y por sedimentación
- Límite líquido, plástico y de contracción.
- Clasificación SUCS y AASHTO
- Contenido de Humedad,
- Límites de Consistencia (ASTM-D4318),
- Clasificación SUCS (ASTM-D2487) y AASHTO (ASTM-D3282)
- Gravedad específica de sólidos
- Peso volumétrico de suelos cohesivos
- Próctor estándar y modificado

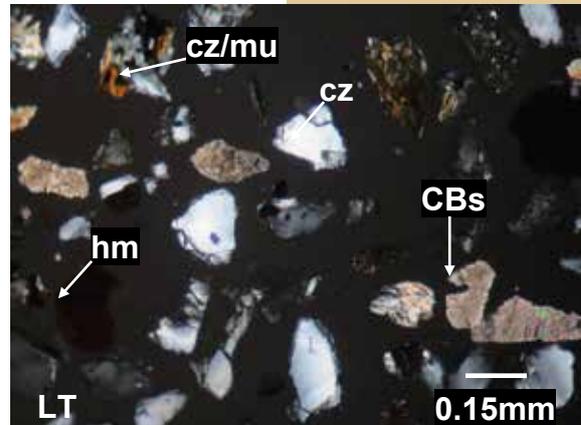
2. Ensayos de Mecánica de Rocas

- Carga puntual.
- Compresión Uniaxial.
- Compresión Triaxial
- Tracción Indirecta
- Constantes Elásticas (Strange Gage)
- Corte Directo
- Densidad, peso específico aparente y absorción.
- Extracción y preparación de muestras.



3. Análisis Mineralógico Granulométrico al microscopio óptico.

La técnica de análisis granulométrico (Suelos, filtros, materiales detríticos, etc) es indispensable para identificar y realizar una distribución de tamaños de los minerales tanto metálicos como no metálicos. Es importante en la aplicación de la eficiencia de filtros para la retención de impurezas en las bombas de agua en centrales hidroeléctricas, gas natural o fluidos acuosos. Dicha técnica nos ayudara a evitar el deterioro de equipos y contaminación de elementos para la salud humana.

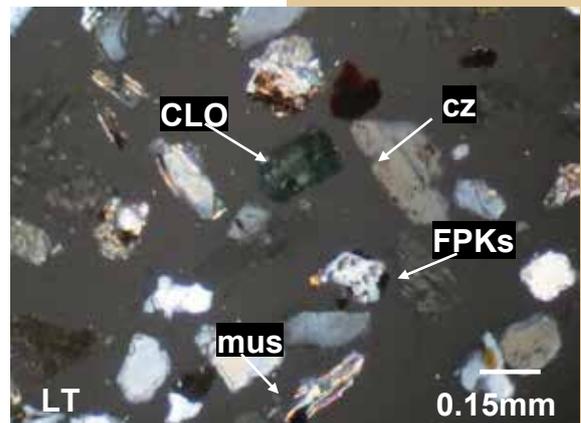


El análisis consta de:

- Conteo de partículas minerales, tanto libres como mixtos por tamaños.
- Determinación Cuantitativa de las partículas minerales libres y mixtas por tamaños.

Tipo de preparación: Lamina delgada -Pulida.

Características de la muestra: Muestras de sedimentos: Se requiere un mínimo de 300 gramos previamente homogeneizado y libre de contaminación.



LT: Luz Transmitida

Grupo	Ø mm	Clase	Sedimento y tamaño textural	MINERALES LIBRES										MINERALES MIXTOS							%	
				Cuarzo	Plagioclasas	Feldspatos K	Cloritas	Moscovita	Carbonatos	Hematita	Magnetita	Epidota	Pirita	hm/cz	PLGs/mus	cz/mus	CBs/hm	cz/CBS	cz/CLOs	cz/mt		
MATERIAL DETRITICO	256	Ruditas	Bloque																		0	
			Grava																			0
	2	Areniscas	Canchos																			0
			Grava																			
	1	Areniscas	Arena muy gruesa																			0
			Arena gruesa																			
	1/2	Arena media	6.8	0.5	0.2	0.0	0.2	1.5	0.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	10.2	
	1/4	Arena fina	33.7	2.2	0.7	1.7	1.0	3.4	2.7	0.2	0.0	0.2	0.7	0.2	0.0	0.0	0.2	0.2	0.0	0.5	48.3	
	1/8	Arena muy fina	29.4	0.0	1.0	0.5	1.0	6.3	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.5	39.6	
	1/16	Lutitas	Limo	0.7	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.9	
1/25	Arcilla																				0.0	
6																					100.0	



PROYECTOS EN ESTUDIOS GEOMETALÚRGICOS



La Geometalurgia involucra a especialistas en el campo de la geología, minería y la metalurgia extractiva para optimizar los procesos de explotación. Permite un reconocimiento completo del yacimiento, lo que contribuye a definir el valor real del mineral, y establecer por completo el plan de minado.

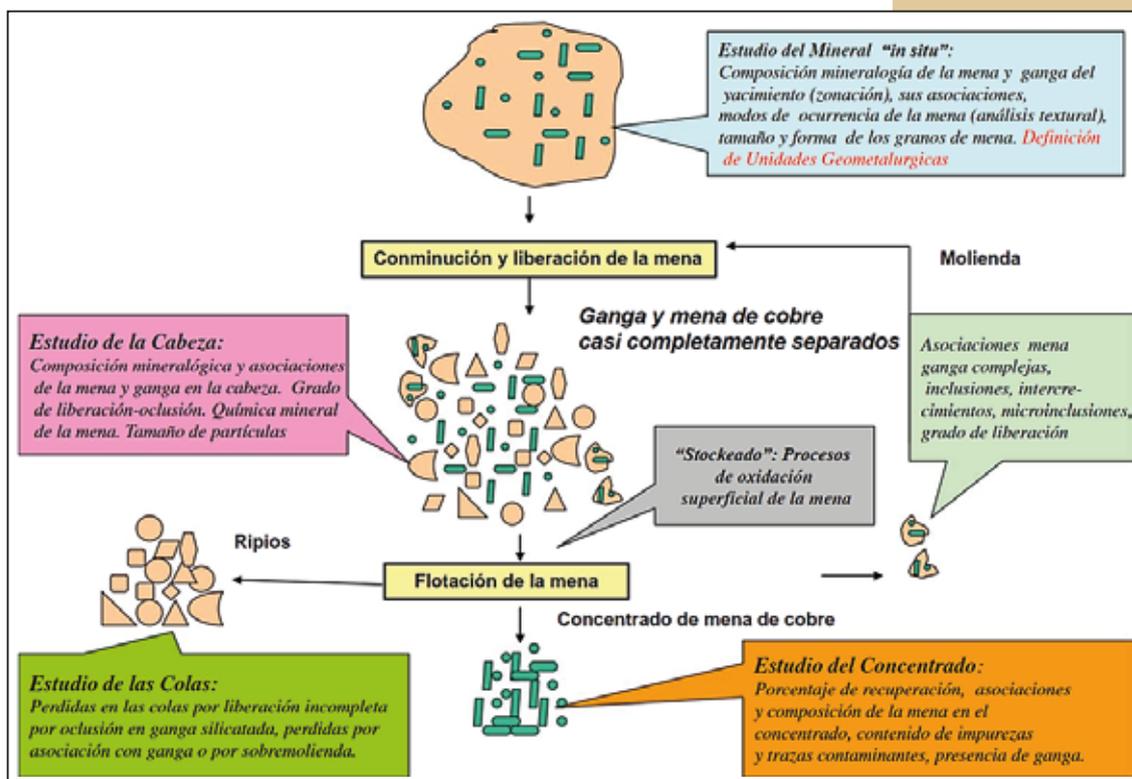


Figura N° 1.- Etapas del Muestreo.

1. Esquema General de trabajo

- 1.1. Muestreo (Representatividad)
- 1.2. Análisis y Mineralogía.
- 1.3. Definición de Unidades Geometalúrgica/ Geológicas.
- 1.4. Pruebas de conminución (Bond).
- 1.5. Flotación (cinética rougher, cleaner, distribución)
- 1.6. Lixiviación (permeabilidad, relaves)
- 1.7. Simulación
- 1.8. etc.

2. Caracterización Mineralógica

- 2.1. Identificación de minerales predominantes, menores y trazas
- 2.2. Composición de minerales refractarios al proceso
- 2.3. Cuantificación de minerales
- 2.4. Tamaño de partícula con su distribución y textura
- 2.5. Grado de liberación mineral
- 2.6. Superficie de minerales

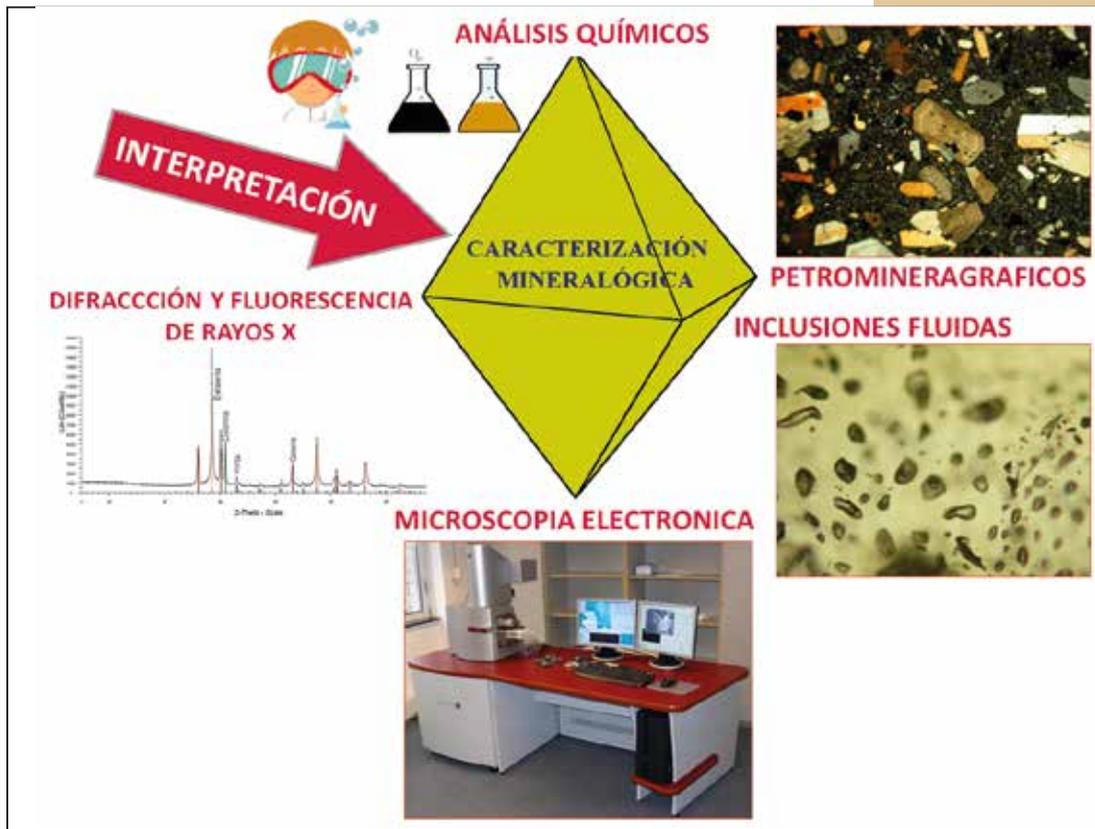


Figura N° 2.- Caracterización Mineralógica. Yparraguirre, J. A. 2013

3. Caracterización Metalúrgica

- 3.1. Muestreo
- 3.2. Análisis Geoquímico
- 3.3. Análisis físico-mecánico
- 3.4. Análisis Mineralógico y textural
- 3.5. Pruebas de flotación de minerales
- 3.6. Pruebas de concentración gravimétrica
- 3.7. Pruebas de cianuración de oro y plata

4. Geometalurgia en los Procesos Metalúrgicos

- 4.1. Geometalurgia es fuente de información para dar soporte al procesamiento de minerales
- 4.2. Identificación de variabilidad dentro de un yacimiento en términos de mineralogía y sus efectos en el desempeño de la planta pueden ser cuantificados
- 4.3. Riesgos de minerales refractarios pueden ser mitigados
- 4.4. Diagramas de flujo simulados y revisados en plantas piloto permiten que la puesta en marcha no sea una pesadilla
- 4.5. Se reduce riesgo durante estudios de factibilidad, producción y en la operación misma generando pronósticos factibles.

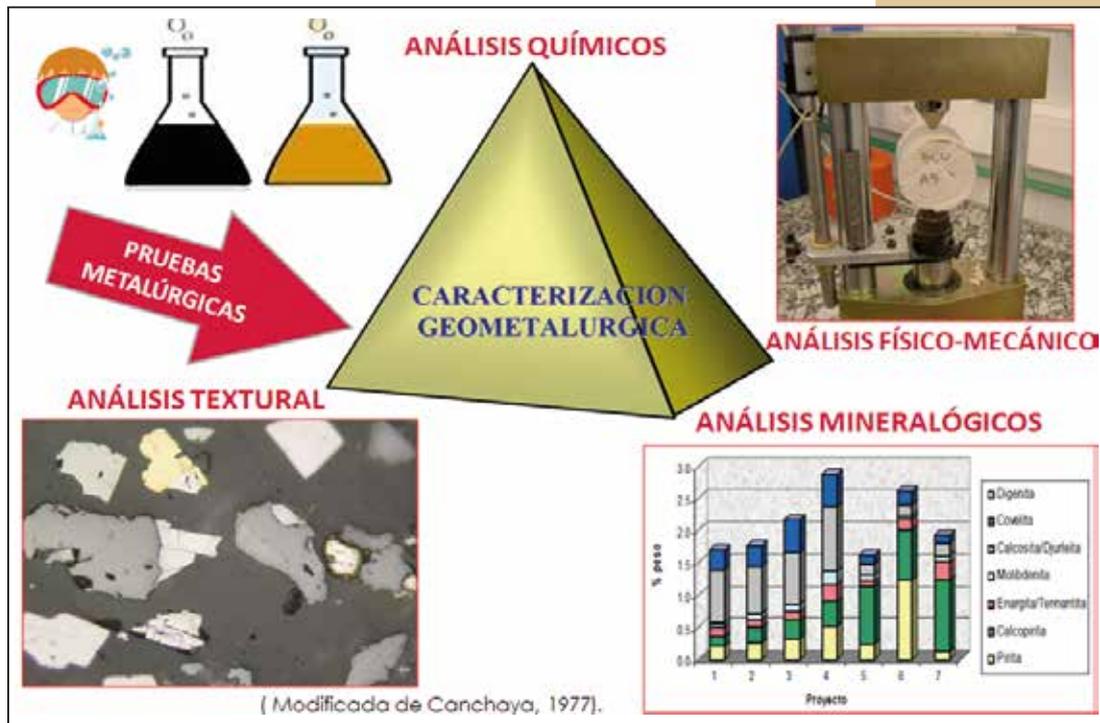


Figura N° 2.- Caracterización Geometalúrgica.



SERVICIOS PARA LA PEQUEÑA MINERIA



1. Levantamiento Topográfico.
2. Geología Económica para los Pequeños mineros.
3. Cartografiado (Mapeo) de zonas mineralizadas y de Alteraciones Hidrotermales.
4. Muestreo en Vetas y cuerpos mineralizados y Análisis Químico de minerales.
5. Exploración de Yacimiento para pequeños mineros.
6. Asesoramiento en Levantamiento de Pequeñas Plantas Metalúrgicas para Oro.
7. Trabajos geológicos prospectivos: recolección de muestras de mena de las labores para reconocer y describir el yacimiento, muestras de roca para efectos de prospección.



Pequeños Mineros.



ANÁLISIS DE SUELOS AGRÍCOLAS



Los análisis de suelos nos ayudan a conocer qué nutrientes y que elementos contaminantes cancerígenos puede estar formado nuestro suelo para la producción de alimentos saludables. Un análisis de suelo puede ser muy extenso e incluir muchos parámetros. A veces nos puede parecer que necesitamos saberlo todo pero cada análisis tiene un costo. Por esto es importante tener claro qué parámetros analizar y cada cuanto analizarlos.

Parámetros del suelo a analizar:

Parámetros del suelo invariables: con una vez es suficiente.

La textura del suelo: A nivel técnico-científico las texturas se dividen en cuatro grandes grupos según la proporción de arcillas, limos y arenas de los suelos. Las categorías son: suelos arcillosos, suelos arenosos, suelos limosos y suelos francos (ninguna fracción predominante). Puede haber también suelos entre dos categorías, por ejemplo, suelos franco-arcillosos.

El pH del suelo: La estabilidad es la clave, el pH afecta a la disponibilidad de nutrientes y al crecimiento de los cultivos. Los suelos con pH muy extremos no son fértiles ya que no hay nutrientes disponibles para las plantas.

Parámetros poco variables: Una vez cada cinco años.

Materia orgánica: la clave para un suelo fértil, la materia orgánica es clave para tener un suelo fértil y productivo. La materia orgánica afecta muchas propiedades del suelo y aumenta la actividad biológica. Ayuda a hacer disponibles los nutrientes del suelo para la planta, mantiene el pH del suelo estable y reduce el riesgo de erosión.

Conductividad Eléctrica: Conocer la salinidad de tus suelos, los cultivos no crecen correctamente en suelos salinos. Los suelos se pueden salinizar debido a aguas con muchas sales disueltas y falta de buen drenaje. Esto sobre todo ocurre en regadíos de zonas áridas. Por esto es importante calcular en el riego una fracción de lavado.

El Fósforo: La clave del crecimiento, El fósforo es uno de los macronutrientes que requieren los cultivos para crecer correctamente. Según la humedad, la temperatura del suelo y el tipo de raíces del cultivo este podrá interceptar más o menos fósforo del suelo.

El Potasio: Una producción de calidad, el potasio es otro de los macronutrientes necesarios para el correcto desarrollo del cultivo. El potasio tiene gran importancia en la calidad del producto final. En este punto no son solo importantes las carencias sino también los excesos de potasio. Que el árbol disponga de potasio suficiente aumenta el nivel de azúcares en la fruta

pero un exceso de este está relacionado con podredumbres en la fruta. En los cereales aumenta la lignificación y produce una paja de más calidad.

I.- Análisis de Fertilidad:

- pH,
- Conductividad,
- Sólidos Totales
- Sólidos Disueltos
- Nitritos, Nitratos, Sulfatos
- Materia Orgánica Disponible
- Potasio disponible
- Carbonatos
- Acidez intercambiable

II.- Análisis de Caracterización:

- pH,
- Conductividad,
- Materia Orgánica Disponible, Oxidable.
- Carbonatos
- Textura arena, limo, arcillas.
- Elementos cancerígenos y su relación con los minerales que los que se presentan.
- Cationes Cambiables.

Características de la muestra: Para conseguir un buen análisis es básico analizar la superficie del suelo que el suelo a 60 o 90 cm de profundidad con una cantidad de 5 kilos.



**CAPACITACIONES
TEORÍA - PRÁCTICA**

Las Capacitaciones se pueden realizar en In House o en nuestros laboratorios.

1. Mineralogía Descriptiva

- a) Introducción de Mineralogía.
- b) Leyes fundamentales de Cristalografía.
- c) Cristalquímica.
- d) Propiedades Físicas de los minerales.
- e) Identificación Macroscópica de Minerales metálicos. (a) Elementos Nativos; (b) Sulfuros y compuestos similares; (c) Sulfosales;
- f) Identificación Macroscópica de Minerales no metálicos. (i) Haluros; (ii) Fluoruros; (iii) Cloruros; (iv) Oxidos e Hidróxidos; (v) Sales, Oxísales y Carbonatos; (vi) Sulfatos; (vii) Granates; (viii) Grupo de Piroxenos; (ix) Grupo de Anfíboles; (x) Feldespatos.
- g) Identificación Macroscópica de minerales de Alteración Hidrotermal. (i) Grupo de Micas; (ii) Grupo de Caolinita-Serpentina; (iii) Grupo de Esmectita; (iv) Grupo de Cuarzo; (v) Grupo de Cloritas; (vi) Grupo de Epidota.
- h) Técnica de muestreo en Vetas y cuerpos mineralizados.
- i) Introducción a la Microscopía.

2. Microscopia Óptica.

- a) Técnica de muestreo en Vetas y cuerpos mineralizados.
- b) Propiedades Ópticas de los Minerales No Metálicos en Luz Transmitida. (Nicolas Paralelos y Cruzados)
- c) Identificación de Minerales no metálicos al Microscopio de Polarización en Luz Transmitida.
- d) Identificación de minerales de Alteración Hidrotermal mediante el Microscopio de Polarización en Luz Transmitida.
- e) Propiedades Ópticas de los Minerales Metálicos en Luz Reflejada. (Nicolas Paralelos y Cruzados)
- f) Identificación de Minerales metálicos al Microscopio de Polarización en Luz Reflejada.
- g) Introducción a la Geometalurgia.

3. Clasificación de Rocas Ígneas, Sedimentarias y Metamórficas.

- a) Clasificación de Rocas Ígneas (Plutónicas, Hipoabisales y Volcánicas).
- b) Clasificación de Rocas Sedimentarias (Clásticas o Detríticas, Carbonatadas).

c) Clasificación de Rocas Metamórficas. (i) Metamorfismo De Contacto: Pizarras mosqueadas, Corneanas. (ii) Metamorfismo Regional (Dinamotérmico): Pizarras, filitas, esquistos, neises, migmatíticos, granulitas. (iii) Metamorfismo Dinámico: Brechas, Cataclasitas, Milonitas.

4. Alteraciones Hidrotermales

- a) Conceptos Generales: (i) Alteración Hidrotermal. (ii) Diferentes tipos de modelos de Yacimientos minerales. (iii) Tipos de Rocas ígneas, sedimentarias y Metamórficas.
- b) Factores que controlan a la Alteración hidrotermal de las Rocas.
- c) Productos Típicos de reemplazo por Alteración
- d) Procesos debidos a la Alteración Hidrotermal.
- e) Reacciones de Hidrólisis.
- f) Principales tipos de Alteraciones Hidrotermales y manifestación mineral. (i) Alteración Potásica. (ii) Alteración Sericítica. (iii) Alteración Adularia-Sericita. (iv) Alteración Argílica. (v) Alteración Argílica Avanzada. (vi) Alteración Propilítica.
- g) Identificación de los minerales de Alteración Hidrotermal mediante Microscopia óptica.

5. Yacimientos Minerales

- a) Mineralogía
- b) Clasificación de Rocas Económicas.
- c) Metalogénesis.
- d) Magmas y Magmatismo.
- e) Hidrotermalismo.
- f) Yacimientos Epitermales de Baja, Intermedia y Alta Sulfuración.
- g) Yacimientos Tipo Pórfidos Cupríferos.
- h) Yacimientos Tipo Skarn.
- i) Yacimientos Tipo VMS
- j) Microscopía de Asociaciones Mineralógicas en los diferentes Modelos de Yacimientos.

6. Inclusiones Fluidas

- a) Técnica de muestreo en Vetas y cuerpos mineralizados.
- b) Petrografía de Inclusiones de Fluidos con microscopio de polarización.
- c) Inclusiones Fluidas Aplicadas a la Exploración de Yacimientos Minerales.
- d) Alteraciones Hidrotermales e Inclusiones Fluidas Aplicadas a la Exploración de Yacimientos Minerales

7. Difracción de Rayos X

- a) Preparación de Muestras en Polvo e Interpretación de Difractogramas mediante la Técnica de Difracción de Rayos X.
- b) Entrenamiento en los Software de EVA, TOPAS y PolySNAP (Bruker)

8. Geometalurgia

- a) Conceptos Generales
- b) Análisis de Grado de liberación de especies minerales de Minerales de Alimentación, Concentrados y Relaves al microscopio de Polarización en Luz reflejada.
- c) Mineralogía que perjudica el Tratamiento Metalúrgico de Minerales de Oro-Plata y Polimetálicos.
- d) Geometalurgia de Au-Cu y minerales que perjudican al Tratamiento Metalúrgico.

9. Leapfrog

Modelamiento Geológico: Utilizando toda la información geológica, se busca crear un modelo conceptual del depósito, que sirva de guía para la exploración y base para las estimaciones de recursos y reservas; se puede diferenciar 4 tipos de modelamiento:

- a) Modelamiento Litológico: Empleando información de, mapeo geológico, logueo visual y estudios petrográficos.
- b) Modelamiento de Asociación mineralógica de Alteración Hidrotermal: Empleando información de cartografiado geológico, logueo visual, estudios petrográficos y firmas espectrales (“TERRASPEC”, “PIMA”, “NIR”, “INFRARROJO”).
- c) Asociaciones minerales: Empleando información de mapeo geológico, logueo visual, estudios Petrominerales y geoquímica (Estequiometría - Balance químico).
- d) Modelo Geometalúrgico: Teniendo como base los modelos descritos anteriormente, se adicionan y evalúan variables metalúrgicas, como recuperación, consumo de ácido, dureza de la roca, minerales perjudiciales, etc.

Estimación de Recursos: Teniendo como base el modelo geológico, se realizará la estimación de recursos por dominios, lo que servirá para evaluar el potencial económico y exploración del proyecto.

10. Análisis Químicos

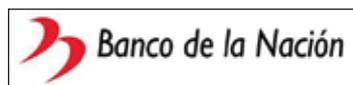
- a) Conceptos Generales
- b) Cobre Secuencial - Cu Total - Cu Soluble En Sulfúrico - Cobre Soluble en Cianuro - Cobre Residual
- c) Análisis Químico de oro por el Método de Retalla (Newmont).
- d) Determinación de Cu, Zn, Pb, Fe por Volumetría.
- e) Espectrometría de absorción atómica (AAS).

NUESTROS PRINCIPALES CLIENTES



FORMA DE PAGO.

IMPORTANTE: Operación sujeta al SPOT- Detracción 12%



Banco de la Nación, Cta. Cte. Soles: 00-059-045148

A nombre de: FA INGENIEROS SAC.

RUC: 20550423732

Cuenta a depositar:



Cta. Dólares Americanos: 191-2206751-1-23

Nº Cta. Interbancario (CCI): 002-191-002206751123-52

Cta. Corriente Soles: 191-2229932-0-64

Nº Cta. Interbancario (CCI): 002-191-002229932064-52

Sin otro particular, quedamos de ustedes.

Atentamente,

