



Los principales conceptos de muestreo y experiencias de campo:

## **ARGENTINA: MUESTREO DE YACIMIENTOS MINERALES**

Por Nivaldo Rojas, Mendoza, Argentina, febrero 2001.

**A** modo de introducción: Generalmente los cuerpos mineralizados se encuentran restringidos a áreas relativamente pequeñas dentro de una zona a explorar. Sin embargo, es necesario tener presente que cuando se forma el yacimiento se produce una dispersión química alrededor del depósito mismo (dispersión primaria). También, y como producto de fenómenos post-formationales, se produce una dispersión secundaria. La dispersión de ambos tipos se expresa como halos o aureolas con contenidos anómalos del o de los elementos químicos objeto de la búsqueda mineral o normalmente asociados a ellos. Las áreas disturbadas por la dispersión, son entonces mucho más extensas que el depósito mineral al que corresponden y por lo tanto más fáciles de detectar. Por ejemplo una veta de minerales de oro y cobre de 1 metro de espesor, puede presentar dispersiones laterales de oro hasta 5 a 10 metros a partir de las cajas de la veta y quizás dispersiones de cobre hasta 50 metros de ella. La ciencia que se preocupa del estudio de estas variaciones es la Geoquímica y ha sido usada exitosamente, junto a otras ciencias auxiliares de la geología, en la ubicación de numerosos yacimientos minerales.

Surge entonces la necesidad de coleccionar porciones representativas (muestras) para caracterizar la distribución y las variaciones de ciertos elementos químicos en la zona objeto exploración. Una vez identificada un área con contenidos significativos (anómalos) en de los elementos buscados y sus acompañantes frecuentes, la exploración y el muestreo se hacen más intensivos y puede llegarse

a identificar un yacimiento económicamente explotable. Los muestreos continúan asociados al desarrollo del yacimiento, a su etapa de producción y aún el control medioambiental posterior a la etapa de producción requiere de muestreos para asegurar el control de eventuales daños por contaminaciones post operacionales. El muestreo geoquímico tiene el objetivo de detectar dispersiones primarias y secundarias que puedan representar la existencia de un yacimiento mineral no identificado en las rocas adyacentes a la anomalía mineral.

---

### *Los sedimentos de drenaje son una herramienta muy conveniente cuando se explora en terrenos de difícil acceso.*

---

Muestreo en el sentido amplio de la palabra significa la recolección de porciones o representativos de las características físicas y químicas de un conjunto de materiales o productos (muestras). Lo importante es que las muestras representen lo más fielmente posible a todo el conjunto de situaciones. En el caso de búsqueda mineral, deberán tomarse muestras suficientes y al menor costo posible para caracterizar con un nivel de certidumbre adecuado si el área tiene posibilidades de contener concentraciones minerales atractivas en la que se justifiquen mayores estudios.

Distinguimos varios aspectos principales en esta nota muestreo, que incluye tanto conceptos como experiencias de campo y que se orienta preferentemente a las condiciones geográfico-geológicas de los terrenos andinos.

### **Geología y potencial**

Un conocimiento cabal de la geología del área objeto de la exploración es fundamental para conocer el tipo de mineralización que se buscará en ella. Cada empresa, geólogo o técnico encargado o partícipe de la búsqueda mineral, debe tener en claro las características geológicas básicas del área, conocer el marco estructural y tectónico y cuales han sido los fenómenos geológicos que han afectado la región antes de definir las zonas más favorables dentro de su área de trabajo. Por ejemplo, en los ambientes costeros del Norte Grande de Chile es posible detectar yacimientos vetiformes y mantiformes de cobre; en cambio en la zona precordillerana podemos encontrar yacimientos de cobre diseminado y depósitos epitermales de oro y/o plata; en la cordillera misma encontraremos depósitos de azufre. En el Altiplano Boliviano es probable detectar yacimientos de estaño y plata. En Argentina, encontraremos yacimientos de cobre-molibdeno, oro, estaño y plata, plomo, zinc, etc.

### **Tipos de Muestras**

**Muestras de Roca:** Muestras de afloramientos. Quizás el más directo tipo de muestreo. Puede ser una muestra masiva, selectiva y representar un área específica. Estas muestras tienen la dificultad que sólo señalan los afloramientos, en general los tipos de rocas más resistentes, dejando a veces las rocas más blandas cubiertas. Muchas veces se usa el muestreo selectivo bajo la premisa que si existe algún tipo de anomalía, las muestras seleccionadas tendrán mayor probabilidad de detectar valores atractivos. Esta es una práctica común y económica. Las muestras de roca pueden ser continuas, en canaletas o de esquirlas (chips).





**Muestras en cortes de caminos y trincheras:** Cuando estos trabajos llegan a exponer la roca fundamental, su observación es excelente, pues muestran mayor continuidad que los afloramientos y pueden observarse rocas más profundas no afectadas por la directa influencia superficial. En este caso, es posible cortar muestras continuas de roca por medio de muestreo masivo (tipo canaletas).

**Muestreo de labores subterráneas:** Cuando las galerías subterráneas siguen sectores mejor mineralizados como vetas angostas, es preferible el muestreo transversal de la parte alta de la galería. En el caso que la galería atraviese cuerpos de mineralización mayores, es preferible muestrear una de las paredes de la galería a intervalos regulares.

En el caso que se estén abriendo las galerías de la exploración, es recomendable muestrear la "marina" o producto de las tronaduras de la galería. En este caso se puede cuartear el producto total las veces que sea necesario.

**Muestreo en rajo abierto:** El control de leyes de producción se realiza por medio de muestreos de los pozos de voladura. En algunos casos se muestrean los bancos.

## Muestreo con Sondajes

**Sondajes de diamantina:** Los sondajes de diamantina cortan un cilindro de roca de diferentes medidas cuyos diámetros más comunes son de N (aprox. 5 cm) y H (aprox. 7 cm). Este cilindro, denominado núcleo o testigo proporciona información geológica valiosa que incluye roca, alteración, mineralización, estructura. Para muestrear un testigo, generalmente se corta longitudinalmente en dos: Una fracción constituye la muestra propiamente tal y la otra se almacena como testigo para realizar otros estudios en la roca. La muestra se embolsa y queda lista para enviar al laboratorio o a la planta de preparación.

**Sondajes de rotación-percusión tradicional:** El producto de estas perforaciones consiste en pequeñas esquirlas, material fino y polvo que sale a la superficie por el espacio existente entre las barras y las paredes del pozo (espacio anular) impulsadas por aire a presión insuflado a la perforación. Este hecho implica contaminación con

materiales sueltos de las paredes del pozo y pérdida de muestra en cavidades atravesadas por la perforación. El material se recibe en superficie en unos colectores que junta entre 10 y 50 Kg de muestra por cada metro de perforación, según el diámetro de perforación. La muestra, es reducido en un cuarteador Jones (de rifles) y luego embolsado para su envío al laboratorio, generalmente en unidades de 2 Kg. El resto del material se puede desear y en este caso una práctica recomendable es devolverla al pozo para evitar la contaminación de sulfuros, cuya degradación en ácido sulfúrico, puede alterar el medio ambiente. Además de la muestra química, se toma una muestra de los fragmentos más gruesos que es lavada y envasada en cajas de compartimentos para la observación geológica

**Sondajes de aire reverso:** Este método es similar al de rotación por percusión tradicional con la innovación que el material cortado por el martillo neumático (o tricono) viaja por el interior de la tubería y prácticamente no tiene contaminación. Estos métodos (circulación tradicional y aire reverso) son de costos notoriamente menores a los de diamantina y es frecuente combinar ambos sistemas, usando percusión (con aire reverso) para atravesar rocas desfavorables, cambiando a diamantina para la roca más favorable para la ocurrencia de mineralización económica.

## Sedimentos de Drenaje

Los sedimentos de drenaje son una herramienta muy conveniente cuando se explora en terrenos de difícil acceso y de afloramientos escasos. Existen diferentes sistemas para recoger y preparar la muestra respectiva. Generalmente, se usan fracciones de menor tamaño para separar el material más adecuado, siendo frecuente la colección de materiales de <10 mallas a < 80 mallas. La cantidad de muestra en este tipo de sedimentos puede variar entre 50 gr a 1 Kg, dependiendo de los materiales a analizar y de la cantidad de muestras por transportar. Generalmente, en el caso del oro se separa una fracción de 50 gramos para determinación por ensayo a fuego y otros 50 gr para paquetes multielementos (emisión espectroscópica de plasma) o espectrometría de absorción ató-

mica. Un tipo muy frecuente de exploración regional es la colección de muestras de BLEG (Lixiviación masiva de oro extraíble, por sus siglas en inglés), que es un proceso que determina pequeñas cantidades de oro lixivianado una muestra, concentrando la solución resultante para su lectura en un espectrómetro de absorción atómica. El resultado consiste en la detección de valores de oro en el orden de fracciones de ppb. El BLEG, es usado con éxito en tareas expeditivas. Si se compara con métodos tradicionales, este sistema tiene la ventaja de representar varias muestras de geoquímica tradicional. En este caso se analiza oro, y en el residual material residual se puede determinar plata, zinc, plomo y algunos otros elementos. Las anomalías detectadas por este tipo de geoquímica regional pueden servir de base para identificar blancos de exploración que deben ser revisadas posteriormente con una malla más cerrada para precisar el origen de las anomalías.

En algunos casos el muestreo de sedimentos trata de obtener fracciones de minerales pesados mediante concentración gravitacional (chayas) o bateas. En este caso se toman muestras de sedimentos de 20 Kg que son lavados con agua corriente para desechar las fracciones más livianas y se obtiene un concentrado de 100 o 200 gr de materiales, que en terrenos favorables muestran chispitas de oro. Este medio visual puede ser utilizado en conjunto con análisis químicos y después de lograr cierta experiencia, se puede predecir el contenido de oro por la cantidad de chispitas del metal dorado.

## Muestreo de Suelos

Los suelos son el material que se desarrolla sobre el sustrato pétreo constituyendo distintos tipos característicos de acuerdo al clima del área y a la composición de la roca subyacente, principalmente. De esta manera, en un clima continental interior con vegetación, se desarrolla una capa de humus relativamente profunda (mezcla de sedimentos y material orgánico); bajo esta capa aparece un material carbonático que gradualmente da paso a la material roca de base levemente alterada. En un clima tropical lluvioso, el perfil del suelo presenta una costra arcillosa, car-





bonática, a veces silíceas muy bien cementada, bajo la cual se aparece una capa de arcilla roja disgregable con concreciones ferruginosas. En cambio en las zonas de aridez extrema como el desierto de Atacama, en Chile, el suelo consiste de una costra salina (con sulfatos, cloruros, nitratos) que contiene fragmentos de la roca subyacente, a la que se accede gradualmente. En áreas montañosas y zonas alteradas, la costra contiene material arcilloso y también sales en forma abundante.

Los muestreos de suelos sirven para caracterizar áreas cubiertas por distintos tipos de relleno. La geoquímica tradicional de suelos es excelente para delinear zonas atractivas en áreas mineralizadas cubiertas, que ya hayan sido definidas por geoquímica de drenaje. En las áreas de cubiertas profundas, los suelos pueden usarse como una herramienta importante para detectar dispersión y vapores metálicos (lixiviación de enzimas por ejemplo). Las muestras en este caso pueden ser con todo el material o cribado bajo ciertas mallas predeterminadas.

Los suelos residuales arcillosos como aquellos de regiones tropicales lluviosas pueden ser explorados por medio de taladros tirabuzón (auger drill)

### Otros Tipos de Muestreo

También se pueden realizar muestreos de diferentes tipos de materiales relacionados a la mineralización. Un tipo importante de muestreo es la determinación del contenido de metales en vegetales que crecen en el área objeto de exploración. Los metales anómalos contaminan las plantas y al muestrear deter-

minada porción de una especie vegetal en particular (por ejemplo hojas de tal o cual arbusto), la posibilidad es que podamos encontrar concentraciones de metales y elementos acompañantes sobre las áreas mineralizadas. La influencia de algunos metales pesados sobre la vegetación es a veces nociva e inhibe el crecimiento de vegetación en determinados lugares. Por ejemplo, en los el cinturón yacimientos de cobre de Katanga (Republica Democrática del Congo), las zonas exentas de árboles corresponden generalmente a áreas contaminadas que se llaman zonas de "envenenamiento de cobre".

Los vapores de elementos y emanaciones volátiles de elementos son también una forma de determinar la presencia de metales. En los últimos 30 años tuvo aplicabilidad el método de medición de vapores de mercurio, que necesitaba de una técnica costosa y de larga duración. Hoy por hoy, se detectan emanaciones de otros metales con la lixiviación de enzimas, entre otras.

El muestreo de aguas que escurren de áreas prospectivas en también una alternativa de exploración geoquímica. En este caso se detectan iones solubles que pueden entregar anomalías de importancia y conducir al descubrimiento de un yacimiento.

### Métodos de Muestreo y Análisis para Muestras

Como se ha visto, existen diferentes métodos de muestreo y la selección del o de los tipos de muestreo, del tamaño de las muestras, el espaciamiento entre ellas depende de cada caso en particular. Asimismo, los análisis a practicar

en cada tipo de muestra dependen de la etapa de búsqueda y de las características geológicas de casa área a explorar. También depende de otros factores como el clima, materiales para muestrear disponibles y aún de los presupuestos con que se cuente. La tabla siguiente indica el tipo de muestras que usualmente se utiliza en algunos tipos de exploración.

### Herramientas de Muestreo

Las herramientas de muestreo y preparación de las muestras para enviar al laboratorio son en general simples. Sin embargo, deben estar exentas de metales que puedan contaminar las muestras.

Las principales herramientas son las siguientes:

**Muestreo de roca:** Piqueta (martillo minero), cuñas, martillos, bolsas de muestras (plásticas y de género), lonas. Etiquetas identificadoras, libreta de registro. GPS, brújula y cinta. Pintura para identificación (ojalá pinturas biodegradables). Con estos elementos se pueden cortar muestras de superficie, y también muestras subterráneas, tanto de esquivarlas como de canaletas. Hoy por hoy existen sierras cortadoras portátiles que pueden hacer canaletas más rápidamente que el tradicional uso de martillo y cuña.

**Muestreo de sedimentos y de suelos:** Piqueta, palas, tamices, bolsas de muestras (plásticas y de género), lonas. Etiquetas identificadoras, libreta de registro. GPS, brújula y cinta, pintura para identificación (ojalá pintura biodegradable).

**Tamaño de la Muestra:** El volumen de cada muestra debe ser la necesaria

Tipo de yacimientos	Fase de Exploración	Muestreo Recomendado	Análisis Recomendados
Pórfidos de Cobre	Exploración Regional Exploración distrital Exploración detallada	BLEG drenajes geoquímica tradicional Geoquímica tradicional en sedimentos Geoquímica tradicional de AAS	Au, Cu, Ag, Zn Cu, Au, Ag, Pb, Zn, Mo, As,
Epitermales de Oro Plata	Exploración Regional Exploración detallada	BLEG. Ensayo a fuego de oro; Geoquímica tradicional	Au, Ag, Cu, Zn Au, As, Sb, Ag,
Yacimientos estratiformes de Plomo-Zinc	Exploración Regional Exploración de detalle	Geoquímica de AAS Geoquímica de AAS	Pb, Zn, Cu, Ag, Cd, Ge, In Pb, Zn, Cu, Ag, Cd, Ge, In, Au





para asegurar representatividad y cantidad necesaria para llevar a cabo el análisis y dejar al menos una porción de pulpa para análisis adicionales. También debe tenerse en cuenta la capacidad de transporte de las muestras.

### Preparación de las Muestras Geoquímicas

Algunas veces las muestras necesitan de algún tipo de preparación especial antes de ser enviadas al laboratorio. Esta preparación puede referirse a tratamientos biológicos (especialmente en áreas contaminadas químicas o biológicamente); o para cumplir regulaciones de importación a algunos países. Otra preparación se hace necesaria cuando la muestra colectada excede el peso razonable para enviar al laboratorio, como sucede con testigos de diamantina de gran diámetro o en muestreo de marinas. En este caso se hace necesario cuartear la muestra. Para esto se recomienda triturar la muestra a <math><1/4''</math>. El envío a laboratorio de las muestras debe ser adecuadamente controlado y ojalá contenido en envases inviolables, para evitar contaminaciones casuales o intencionales

### Anomalías

Se considera anomalía todo valor por sobre o por debajo del contenido normal de una población de muestras. Por ejemplo después de un análisis estadístico de muestras, donde se obtienen valores como Media, Promedio, Desviación Estándar, se puede asumir que:

Anomalía Suave =  $X + SD$   
 Anomalía Moderada =  $X + 2SD$   
 Anomalía Fuerte =  $X + 2SD$

Donde X es la media y SD la desviación estándar.

No obstante esta regla, los geólogos de exploración tienen claro que en condiciones normales de rocas andinas, pueden ser considerados anómalos los siguientes valores para los principales elementos que se analizan en muestras de roca, suelos y sedimentos y de BLEG.

### Análisis Químicos y Límite de Detección

Los análisis ofrecidos por las empresas de ensayos químicos son

múltiples y variados y se diferencian por los límites de detección, por la cantidad de muestra, por la precisión de los análisis y por los elementos a analizar. Por ejemplo, una empresa de análisis químicos mineros de primera línea ofrece las siguientes técnicas analíticas para sus clientes de Sudamérica.

### Contaminación y Fallas

La contaminación de las muestras minerales puede ser de varios tipos: intencional, casual, fortuita. En todos los casos de tomar, transportar y manipular y analizar las muestras se deben tomar las debidas precauciones para evitar la contaminación. Algunas precauciones más frecuentes son las siguientes:

- Material de muestreo adecuado y limpio: Debe evitarse reciclar bolsas, hacer los cuarteos cuidadosamente, limpiar cuidadosamente los equipos después de colectar una muestra, evitar que las muestras no estén mezcladas con parte de la muestra anterior.
- Sellar adecuadamente las bolsas o contenedores. Asegurarse que las muestras tengan sellos para que el laboratorio informe acerca del estado de recepción.
- Evitar el uso de materiales metálicos identificadores o selladores en las muestras. Sellos de alambre de cobre, por ejemplo..
- Muchas veces se produce contaminación en el camino o en el laboratorio. Uno de los métodos más importantes para controlar esta eventualidad es la inclusión de muestras estándares con valores conocidos, mezclados con las muestras que se envían al Laboratorio.
- Un importante factor de contaminación es la denominada contaminación cultural o contaminación por la presencia de la civilización.

ción cultural o contaminación por la presencia de la civilización.

Durante un programa de exploración geoquímica regional se encontró que los sedimentos finos arcillosos recolectados en Pampa del Inca, en la III región de Chile, presentaban valores anormalmente anómalas (de hasta 3.000 a 12.000 ppm) de cobre. Como se trataba de tan altos, poco frecuentes anómalos en una área con aparentemente escasa contaminación natural o cultural, se hicieron controles del perfil del suelo, encontrando los siguientes valores de cobre:

Material arcilloso superficial  
 9500 ppm Cu  
 10 cm superiores  
 120 ppm Cu  
 50 cm inferiores  
 40 ppm Cu

Obviamente se trataba de una contaminación y se concluyó que se debía a los humos de la fundición de Potrerillos que habría estado contaminando el área durante 70 a 80 años.

Otro caso de contaminación en sedimentos digno de mencionarse se observa como transporte eólico de los relaves de antiguas plantas de tratamiento y trapiches de la zona de El Guanaco, en la II Región de Chile. El viento ha transportado polvo y fragmentos finos con contenidos altos de cobre hacia la Sierra las Pailas, dibujando a unos 10 mas kilómetros de su origen una anomalía falsa de 300 a 500 ppm Cu.

Un factor de contaminación frecuente es la presencia de errores conceptuales como el uso de mallas de bronce durante la colección de sedimentos y suelo; el uso de joyas de metales preciosos como

Elemento	Rocas (>)	Sedimentos y Suelos	BLEG (>)
Cobre	100 ppm	50 ppm	20 ppm
Oro	100 ppb	50 ppb	2 ppb
Plata	2 ppm	1 ppm	10 ppb
Molibdeno	10 ppm	3 ppm	
Plomo	100 ppm	50 ppm	
Zinc	100 ppb	50 ppm	20 ppm
Arsénico	100 ppm		
	50 ppm		
Antimonio	20 ppm	10 ppm	





Método	Elementos analizados	Limites de detección
Ensaye a Fuego/terminado por AAS	Au	5 ppb
Ensaye a Fuego/terminación gravimétrica	Au y Ag	0.2 y 0.7
Análisis de Activación Neutrónica	Au + 33 Elementos	Au: 5 ppb
Análisis de Roca Total por XRF	Oxidos Mayores	0.01%
Análisis de BLEG	Au	0.1 ppb
Análisis de Platino, platinoides	Pt, Au, Pa	0.1 ppb
Multielementos por ICP	Au+ 35 Elementos	Au: 5 ppb
Análisis de Absorción Atómica	Ag, Pb, Zn, Cu, Mo, As, Sb, Bi, Mn, Co.	Ag : 0.1 ppm, otros 1-3 ppm
Análisis de Roca Total por ICP	Oxides Mayores	0.1%
Análisis Cuantitativo Vía Húmeda	Más de 50 elementos	0.01%

ICP : Emisión Espectroscópica de Plasma; XRF: Fluorescencia de Rayos X; AAS Espectrometría de Absorción Atómica

plata y oro (anillos, especialmente), no debe permitirse.

Un tipo de contaminación intencional es conocido "salado" de las muestras. Esta práctica deshonesta se puede realizar de diferentes maneras: Una bien conocida es la inyección de soluciones ricas en metales en las bolsas de muestras. También se conoce el caso de disparar tiros de escopeta con polvo metales en los frentes de labores mineras que un comprador incauto desea adquirir y que muestreará antes de realizar la compra. Dentro del contexto de contaminación o manipulación deshonestas de las muestras minerales está el caso de Busang (1998), un prospecto en Indonesia donde una empresa junior informaba de valores asombrosamente altos que provocaron un alza importante de las acciones de la empresa. Al conocerse que se trataba de una estafa organizada, provocó un colapso del sistema bursátil y una crisis de falta confianza que aún afecta a las empresas mineras.

### Controles del reporte

Las muestras analizadas por un laboratorio en particular, si bien sigue marchas sistemáticas mas o menos comunes, bien probadas, a veces reportan valores incorrectos por diferentes motivos.

También es necesario constatar y revisar los procedimientos y reportes del laboratorio. Un caso de pseudo descubrimiento de un gran yacimiento de estaño fue avizorado en el noroeste argentino en la década de los 80. Unas 20 muestras colectadas en sectores con alteración favorable para oro y plata y probablemente otros metales fue enviado a un laboratorio chileno, el cual reveló valores entre 0.1 y 2% de estaño. Como el área cubierta por las muestras orientativas eran tan atractiva y representaban valores de mena

se tomaron nuevas muestras que fueron confirmadas como inusualmente altas por el mismo laboratorio. Sin embargo, controles en otros laboratorios determinaron que no existía tal concentración mineral y que se estaban usando estándares vencidos en el laboratorio.

Una contaminación importante puede ocurrir durante la preparación de la muestra si no se producen una limpieza adecuada del equipo o si no se separan distintas líneas de proceso en la preparación de la muestra.

El efecto Pepita: Se conoce como efecto pepita (de oro) a valores altos que es imposible repetir durante la exploración de metales preciosos. En una población de algunos cientos de muestras se puede dar el caso que alguna de ellas resulte con una pequeña porción de mineral o metal altamente concentrado.

### Ejemplos de exploración

El Proyecto Atacama, llevado a cabo entre 1980 y 1985, y que condujo al descubrimiento de La Escondida se basó en un programa de muestreo geoquímico regional con travesías espaciadas cada 10 Km, colectando muestras cada 1 Km, entre el sur de Calama e Inca de Oro, en el norte de Chile. A lo largo de unos 700 Km se tomaron muestras de sedimentos de drenaje, prefiriendo coleccionar material arcilloso transportado por las corrientes y depositados generalmente a lo largo de los drenajes que cortan el paisaje nortino de Chile. Estas muestras de arcilla tienden a concentrar los cationes entre los filosilicatos que las conforman. Se tomaron unas 2000 muestras que se analizaron por Cu, Mo, Zn y se detectaron 22 anomalías de importancia. La revisión en detalle de estas anomalías, que incluyó la colección de unas 800 muestras adicionales permitió descartar

unas 8 anomalías falsas con lo que se contaba con 14 anomalías estimadas verdaderas que se debía examinar en mayor detalle. Entre estas estaba la Anomalia P con valores muy atractivos que cubrían la zona de Escondida - Zaldivar - Chimborazo. Un muestreo de relleno identificó un área favorable para detección de yacimientos de pórfidos con valores centrales anómalos de molibdeno, seguido por una anomalía mas difundida de cobre y una extensa envolvente de zinc. En base a muestreos de rocas se detectaron anomalías de cobre y molibdeno que una vez sondeadas encontraron los depósitos de Escondida, Zaldivar, Escondida Norte y posteriormente Chimborazo.

Un esfuerzo de exploración geoquímica notorio fue ese desarrollado en las provincias cordilleranas de Argentina durante la década de los 70. A lo largo de cerca de 2000 Kilómetros por un ancho promedio de 100 Km., se recolectaron unas 40.000 muestras geoquímicas que analizadas por cobre, molibdeno y zinc, que dieron origen a innumerables anomalías, algunas de las cuales coincidieron con cuerpos mineralizados como Bajo de la Alumbrera, Agua Rica, Famatina, San Jorge, Yalguaraz, Paramillos, Santa Clara, y Campana Mahuida.

La geoquímica ha sido una de las herramientas más valiosas de los geólogos en la búsqueda de yacimientos minerales. Conforme los terrenos a explorar se hacen más escasos y menos evidentes, las técnicas se tornan mas sofisticadas y se requiere de herramientas adicionales de exploración. No obstante, la adecuada observación y análisis geológicos, junto al muestreo en si nos, dará la última palabra acerca de la potencialidad del área objeto de la exploración. ■

