



PERÚ

Ministerio de Energía y Minas

Instituto Geológico Minero y Metalúrgico - INGEMMET

INGEMMET  
Instituto Geológico Minero y Metalúrgico

# INGEMMET

Revista Institucional

Año 3 N° 11- Mayo 2011



*Elementos químicos y minerales:  
dudas que cuestan millones p.5*

*La cuenca Santiago p.16*

*Geología para la planificación del territorio p.22*

*Planos catastrales mineros p.33*

## Créditos

### COMITÉ EDITOR

Gustayo Luyo Velit  
César Salazar Loayza  
Humberto Chirif Rivera  
Lionel Fidel Smoll  
Victor Carlotto Caillaux

### EDICIÓN GENERAL

Jackeline Reyes Infantes

### EDICIÓN GRÁFICA

Giovanna Alfaro Olivera

### CORRECCIÓN DE ESTILO

Juan Enrique Quiroz Vela

### DISEÑO DE INTERIORES

Ana Luis Andrade  
Jackeline Reyes Infantes

### FOTOGRAFÍA

Archivo INGEMMET

### COLABORADORES

César Chacaltana Budiel  
Daniel Peña Guimas  
Diana Camayo Cachuan  
Humberto Chirif Rivera  
Jersy Mariño Salazar  
Juan Retamozo Belsuzarri  
Lionel Fidell Smoll  
María Jara Facundo  
Victor Carlotto Caillaux  
Waldir Valdivia Vera

## Contenido

3

### Editorial

Los conflictos mineros

5

### Geociencias

- Elementos químicos y minerales: dudas que cuestan millones.
- Extracción química secuencial de metales pesados. Estudio en Ticapampa, Huaraz.
- La cuenca Santiago: resultados y aportes de la investigación.
- Geología para la planificación del territorio: la propuesta del INGEMMET.
- Terremoto y tsunami en Japón: efectos y lecciones que aprender.

33

### Catastro y Minería

- Planos catastrales mineros: guía para inversionistas y autoridades.
- Órganos desconcentrados: contribuyendo con las regiones.

38

### Generando capacidades

- Taller sobre el Procedimiento Ordinario Minero (POM)
- 15 Aniversario de la Ley de Catastro Minero

41

### INGEMMET difunde

- INGEMMET para todos

42

### Novedades

- Estudio geológico de la cuenca Ene
- Proyectos mineros se pueden visualizar desde el GEOCATMIN.

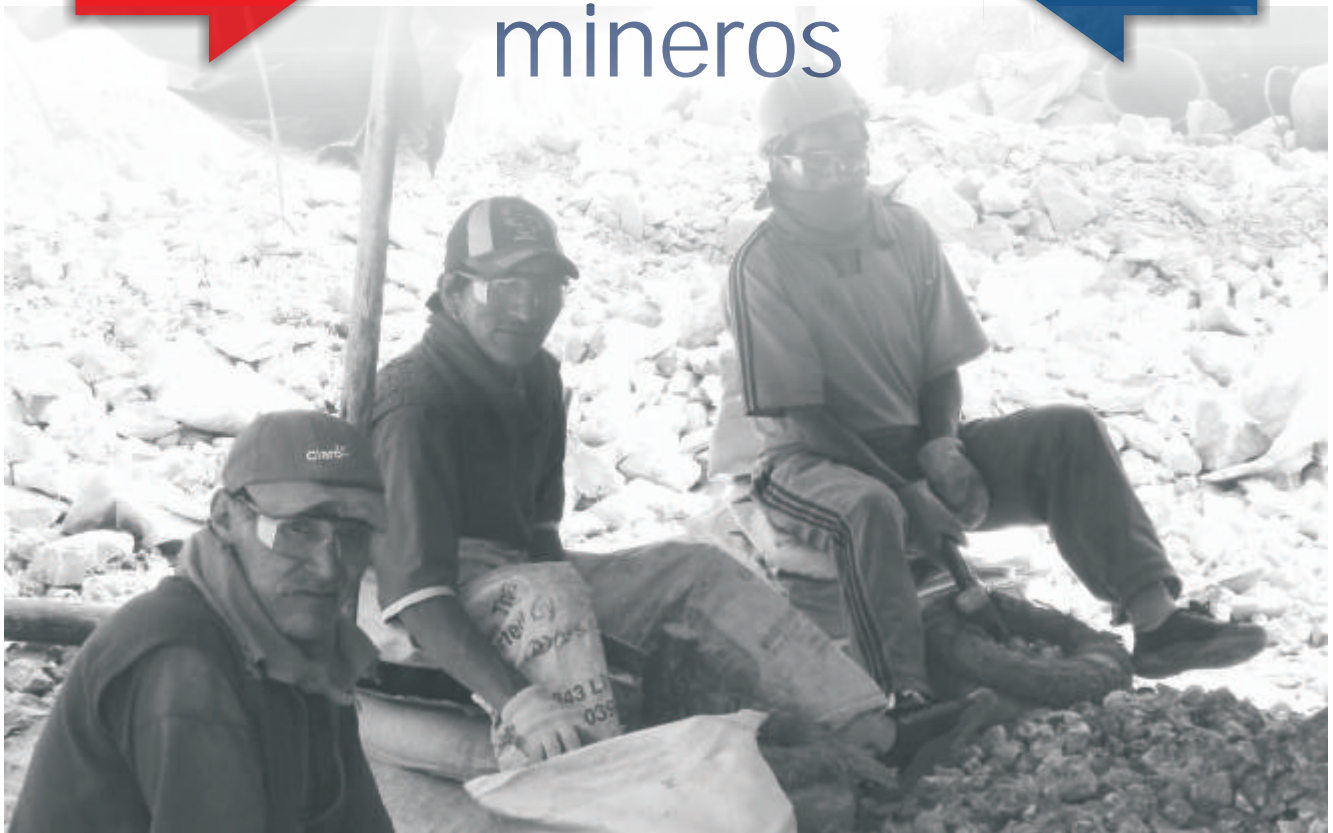


### Contacto

Giovanna Alfaro / [galfaro@ingemmet.gob.pe](mailto:galfaro@ingemmet.gob.pe)  
Jackeline Reyes / [jreyes@ingemmet.gob.pe](mailto:jreyes@ingemmet.gob.pe)



# Los conflictos mineros



El tratamiento de los conflictos mineros puede asemejarse a los divorcios, en cuanto reflejan la incapacidad para conciliar diferentes perspectivas y expectativas entre los seres humanos participantes en un proyecto. A pesar del auge existente en nuestra legislación para que los divorcios se "traten" con la mayor equidad posible, la causa de estos reside en equivocaciones psicosociales que cometemos los seres humanos y que deben, en lo posible, ser evitadas.

De igual manera, los cursos de "resolución de conflictos sociales", tan populares hoy en día, serían de segunda prioridad, ya que se centran en los síntomas de un problema y no en las causas. Por eso, la primera prioridad debería centrarse en diseñar cursos sobre "cómo evitar los conflictos sociales" y para esto, es necesario identificar las causas.

Las causas de los conflictos sociales en la minería se deben a la desigualdad en que se han tratado históricamente a los participantes del negocio

minero. Esta singularidad se origina en la doctrina que sostiene que los minerales son patrimonio de la nación y que, por lo tanto, son de todos los peruanos.

Si los minerales son de todos los peruanos, la lógica es que el Estado debe explotar esta riqueza para que las utilidades sean distribuidas luego entre todos los ciudadanos. Así piensan los países socialistas como Cuba, Bolivia, Ecuador, Venezuela, China, Rusia y en gran medida Chile (Codelco, Enami, Cochilco son organizaciones del Estado). Razón no les falta.

Lo que sucede es que los modelos socialistas de desarrollo económico no han tenido mucho éxito, por lo que muchos países han optado por orientar sus esquemas de desarrollo al modelo capitalista. Este es un modelo en que se privilegia el esfuerzo personal y la empresa privada. Su filosofía se inspira en el libro *La naturaleza y causa de la riqueza de las naciones* de Adam Smith, escrito en 1776. En este libro se detalla un modelo ideal en que "la mano

invisible del mercado" va ajustando los intereses de los participantes en este mercado de ofertantes y demandantes en que nos hemos convertido todos los que luchamos por encontrar nuestra "ubicación" en este mundo.

El Sr. Smith establece que existe un mercado ideal en el que las personas al buscar su mejoría, impulsan, al mismo tiempo, la mejoría de la sociedad toda. O, lo que es lo mismo, en condiciones de mercado ideal, los costos y beneficios privados son iguales a los costos y beneficios sociales: el Edén. Esa es la fortaleza del modelo.

Sin embargo, el Sr. Smith también advierte que, para que esto suceda, se necesita superar ciertas deficiencias que permitan alcanzar las condiciones ideales del modelo. Entre los requisitos más relevantes se encuentra aquel que establece que los participantes en "los negocios" tienen que ser personas igualmente informadas. El abuso de aquellos que son ingenuos o ignorantes no permitiría nunca alcanzar los objetivos del modelo.

En el modelo de "libre mercado" del negocio minero existen tres participantes: el Estado, que es el dueño; el empresario, que es el organizador del trabajo que produce ganancias; y el propietario del terreno superficial.

Este último participante no ha sido reconocido por la historia, debido a su analfabetismo cultural y sociológico, y a su autoexilio tecnológico. Recuérdese que el mundo ha progresado impulsado por los incrementos de productividad originados por los avances tecnológicos. Además, desde el Incanato hasta la República, pasando especialmente por el Virreinato, este participante ha jugado siempre un rol subordinado.

Debido a la era de la información y las comunicaciones, que caracteriza a los tiempos modernos, en los que se utiliza en forma abrumadora, la radio, la TV, la computadora, el teléfono y todas las redes sociales de actualidad, estos "vasallos" reclaman con justicia que las desigualdades se reduzcan, pues desarrollo es igualdad. Si algo caracteriza a las sociedades desarrolladas es la inexistencia de ciudadanos de "segunda o tercera clase", que es lo que precisamente distingue a las sociedades subdesarrolladas.

En el Perú moderno, existe todavía un 30% de peruanos sin acceso a una vivienda digna, un buen servicio de abastecimiento de agua, de desagüe, de electricidad, de educación y de salud. Considerando que ha sido históricamente marginado, este grupo de peruanos origina los "conflictos", reclamando su oportunidad.

Las difundidas doctrinas de "responsabilidad social" y de "consulta o participación ciudadana" no ayudan mucho en la superación de este problema, porque mantienen la brecha que caracteriza a la relación "patrón-vasallo" y porque la gestión de los recursos mineros del país demanda un conocimiento macroeconómico de nivel profesional. Ante esta realidad, las políticas de "empoderarlos" deben ser gradualmente articuladas.

De una manera general, las normas públicas deben fundamentalmente hacer frente a los legítimos sentimientos de movilidad social y económica de los pueblos, orientándolos hacia el compromiso cívico y alejándolos de los movimientos de postura radical que intentan seducirlos. En la minería, se puede dar un gran paso, reconociendo como actores del futuro negocio minero a todas las comunidades que son propietarias de los terrenos superficiales donde exista una concesión minera y un potencial yacimiento minero.

Como esto es materia de educación y capacitación, que puede tomar una o varias generaciones, se puede ir sembrando el camino en esta dirección, estableciendo que un pequeño porcentaje (¿2%?) de las futuras ventas anuales de los emprendimientos mineros, sean destinados a los propietarios de las tierras superficiales de la concesión minera donde eventualmente se explotaría una mina.

Se estima que las expectativas de mejoras económicas, que siempre están latentes en todo individuo, puedan revertir la situación actual: de una situación de conflictos a una situación de apoyo y basamento de un nuevo auge minero a lo largo y ancho del territorio nacional.

Walter Casquino  
Presidente de Consejo Directivo del INGEMMET

# Elementos químicos y minerales: dudas que cuestan millone\$



Humberto Chirif  
Dirección de Recursos Minerales y Energéticos  
hchirif@ingemmet.gob.pe

Movilización del cobre. Sulfuros primarios de cobre (pardo amarillento en la parte central de la foto) han sido parcialmente solubilizados y el cobre liberado ha migrado con las soluciones precipitando luego como carbonatos de cobre (color verde).

## Pequeñas dudas y grandes sorpresas

En muchas oportunidades se manejan argumentos errados relacionados a la geoquímica, mineralogía o geología que conllevan a interpretaciones equivocadas tanto en aspectos ambientales como de geología económica. Con conocimientos mínimos de estas ciencias se pueden identificar errores, pero el grueso de la población carece de ellos cayendo así en apreciaciones falsas. En el primer caso, causa gran preocupación en la opinión pública la presencia de elementos tales como arsénico, plomo, mercurio en los resultados de análisis geoquímicos sin tener en cuenta las concentraciones con que estos ocurren, las características de las muestras ni los minerales de los que provienen; es decir, sin tener en cuenta aspectos que afectan directamente en el impacto sobre la vida.

Por otro lado, en geología económica, hay casos en los que se generan grandes expectativas ante los resultados de análisis químicos de una muestra, sin

considerar la representatividad de la misma, el método analítico empleado ni los aspectos mineralógicos o texturales que implican una alta o baja recuperación metalúrgica. Las grandes expectativas se diluyen muy tarde, cuando empiezan las operaciones y el “empresario minero” se encuentra con la gran sorpresa que sólo podrá aprovechar menos de la mitad del oro reportado en los análisis. A continuación revisaremos algunas definiciones que permitirán conocer mejor los alcances de los resultados de los análisis geoquímicos en estudios ambientales o de geología económica.

## Elemento químico y formación de minerales

Un elemento químico es una sustancia constituida por átomos cuyos núcleos tienen todos los mismos números de protones. Los átomos pueden estar disociados entre sí o formando compuestos moleculares o hasta cristales. Los átomos disociados y los compuestos moleculares se encuentran en fluidos (soluciones líquidas, gaseosas o geles).

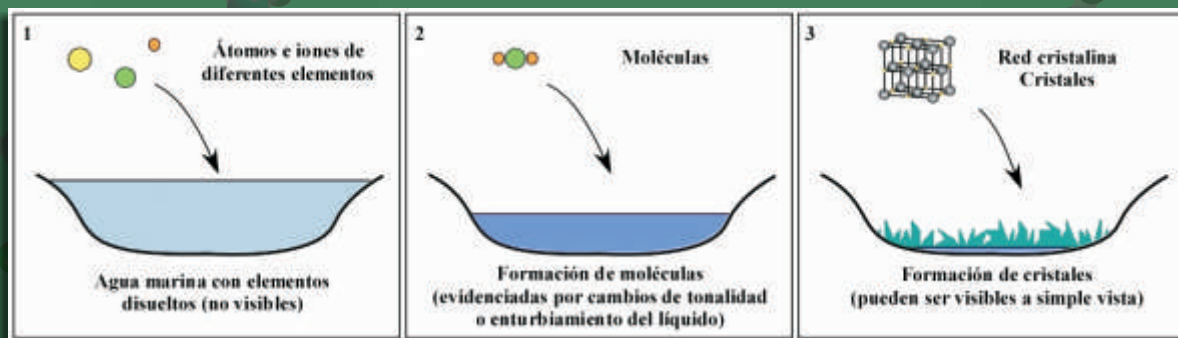


Figura 1.- Formación de moléculas y cristales a partir de elementos disueltos por evaporación del solvente

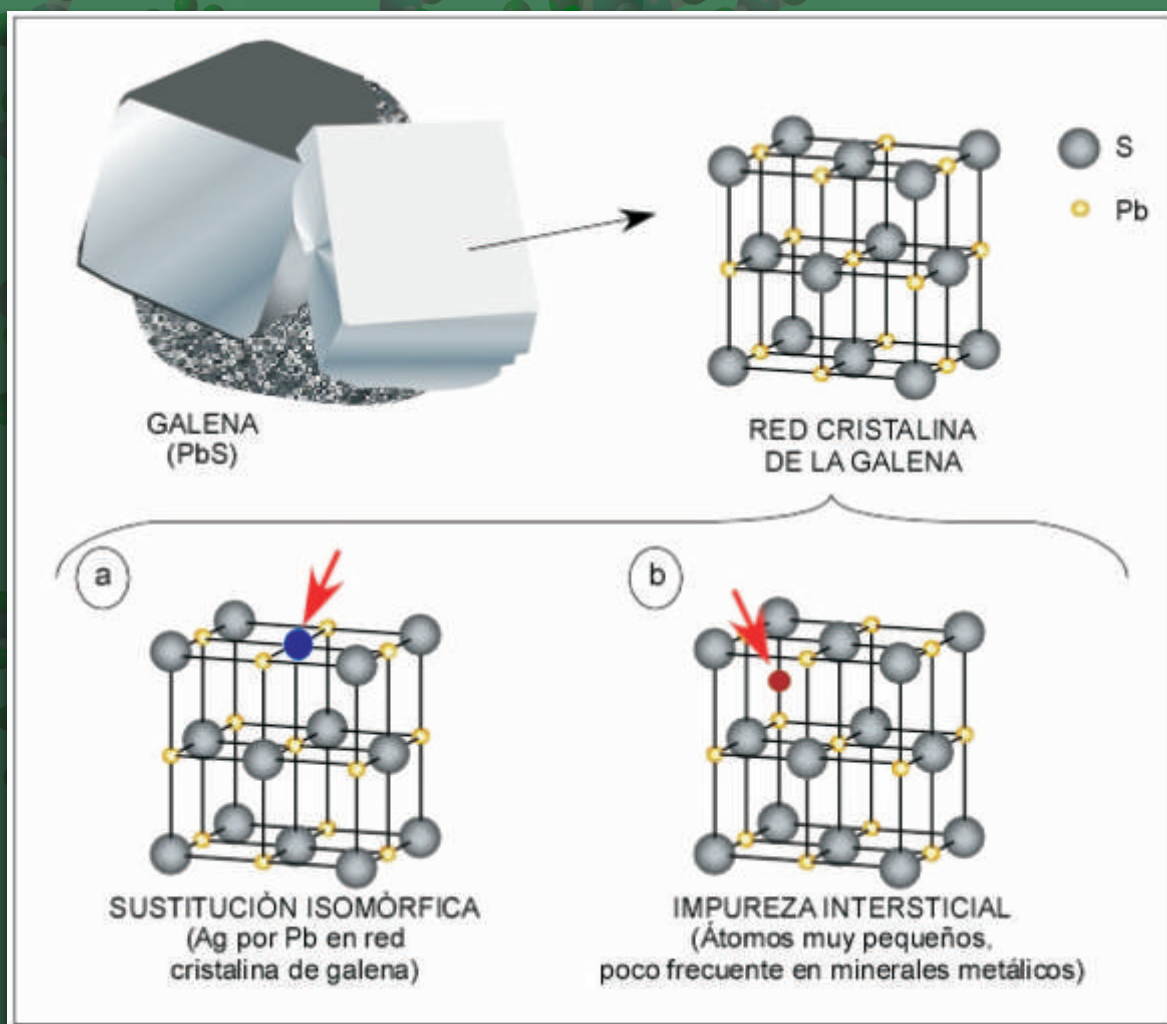


Figura 2- Impurezas químicas dentro de la red cristalina de un mineral.  
a) Por sustitución b) Impureza intersticial.

Tomemos el ejemplo del agua marina, que no es otra cosa que una solución acuosa con importantes contenidos de elementos disueltos como magnesio, calcio, cloro entre otros. Si colocamos una pequeña cantidad de agua marina en un plato y lo expon-

mos al sol la evaporación continua del líquido causará un aumento constante de la concentración de los elementos disueltos y se llegará al punto en que los elementos comenzarán a enlazarse químicamente formando moléculas.

De continuar dichas condiciones los átomos y las moléculas se unirán formando arreglos tridimensionales con una geometría característica para cada compuesto, conocida como red cristalina (ver figura 1).

Mientras prevalezcan las condiciones físicas y químicas apropiadas se seguirán uniendo a la red más y más átomos o moléculas del mismo compuesto siguiendo el mismo arreglo u orden cristalino y los cristales continuarán creciendo hasta que cesen dichas condiciones adquiriendo en unos casos dimensiones macroscópicas.

Las dimensiones y formas externas del cristal dependerán más de factores propios del ambiente de formación (dimensiones de los espacios abiertos, velocidad de enfriamiento, descompresión, variación del grado de acidez, etc.) que de la naturaleza misma de la sustancia. De esta manera una determinada especie mineral se puede presentar en un yacimiento formando grandes cristales con caras bien definidas mientras que en otros puede presentarse formando agregados de pequeños cristales con formas externas poco definidas.

En cuanto a la composición química del mineral, esta puede presentar pequeñas variaciones debido a la presencia de impurezas químicas en la red cristalina o de inclusiones mecánicas de un mineral en otro. Las primeras se deben a sustituciones de un elemento por otro o a inclusiones de elementos en los espacios intersticiales de la red y no son visibles ni siquiera con un microscopio. En la figura 2 se explica la generación de este tipo de impurezas y en el cuadro 1 se muestran los contenidos de elementos traza (impurezas químicas) de los principales minerales de interés económico (mena).

Las inclusiones mecánicas se generan al ser totalmente rodeados pequeños cristales formados en la superficie de un cristal mayor cuando este último crece o por desmezcla desde una fase homogénea primigenia que deja de ser estable (ver figura 3).

En uno u otro caso, las variaciones composicionales pueden tener importantes implicancias económicas o ambientales. Así por ejemplo el mineral calcosita ( $\text{Cu}_2\text{S}$ ) puede presentar en unos casos contenidos traza de plata u oro, lo que con un adecuado tratamiento metalúrgico lo podría hacer económicamente más interesante, pero en otros casos puede

presentar contenidos de arsénico, que implicarían complicaciones ambientales y metalúrgicas.

Definimos entonces especie mineral como una sustancia natural, inorgánica, sólida, con un arreglo cristalino y composición química definida; los minerales se forman por reacciones que buscan el equilibrio como respuesta a variaciones de las condiciones físico-químicas. En la naturaleza se pueden formar minerales en los más variados ambientes geológicos y a través de procesos de diferentes duraciones desde unidades hasta miles o millones de años, generando cristales de diferentes formas, tamaños y grado de pureza.

Destrucción de minerales y liberación de sus elementos constituyentes



Cada especie mineral es estable bajo determinados rangos de parámetros físicos tales como temperatura, presión, humedad, acidez y potencial redox, pero reaccionan y se destruyen cuando esos valores salen fuera de su campo de estabilidad (ver foto 1). Así por ejemplo, la halita ( $\text{NaCl}$ ) es un mineral estable en climas secos pero se disuelve fácilmente ante un pequeño incremento de la humedad; la calcita ( $\text{CaCO}_3$ ) es estable en condiciones alcalinas o neutras, pero reacciona y se disuelve ante el aumento del grado de acidez; y la pirita ( $\text{FeS}_2$ ) se destruye en condiciones ácidas y oxidantes.

De esta manera los minerales, formados por procesos naturales, se destruyen también por procesos naturales. La naturaleza crea y destruye para volver a crear y destruir y los agentes atmosféricos contribuyen enormemente a ello causando la destrucción de minerales, la liberación de sus elementos químicos constituyentes y la desintegra-



ción mecánica de rocas y cordilleras enteras en pequeños fragmentos sólidos (sedimentos).

Los elementos sueltos son fácilmente asimilados a las soluciones acuosas que filtran al subsuelo y migran por los espacios abiertos (poros, fracturas) hasta encontrar un ambiente con condiciones apropiadas para la precipitación de nuevos minerales. Tratándose de soluciones superficiales, como ríos o riachuelos, estas discurren con su carga de elementos sueltos provenientes de la destrucción de minerales hasta encontrar igualmente un ambiente con condiciones físico-químicas que provoquen la precipitación de nuevos minerales.

Las corrientes superficiales también transportan a los sedimentos y los dispersan a lo largo de su trayectoria hasta donde la fuerza del movimiento del agua lo permita. En las zonas donde disminuye la velocidad del agua, se depositarán los sedimentos que por su tamaño y peso ya no puedan seguir siendo transportados.

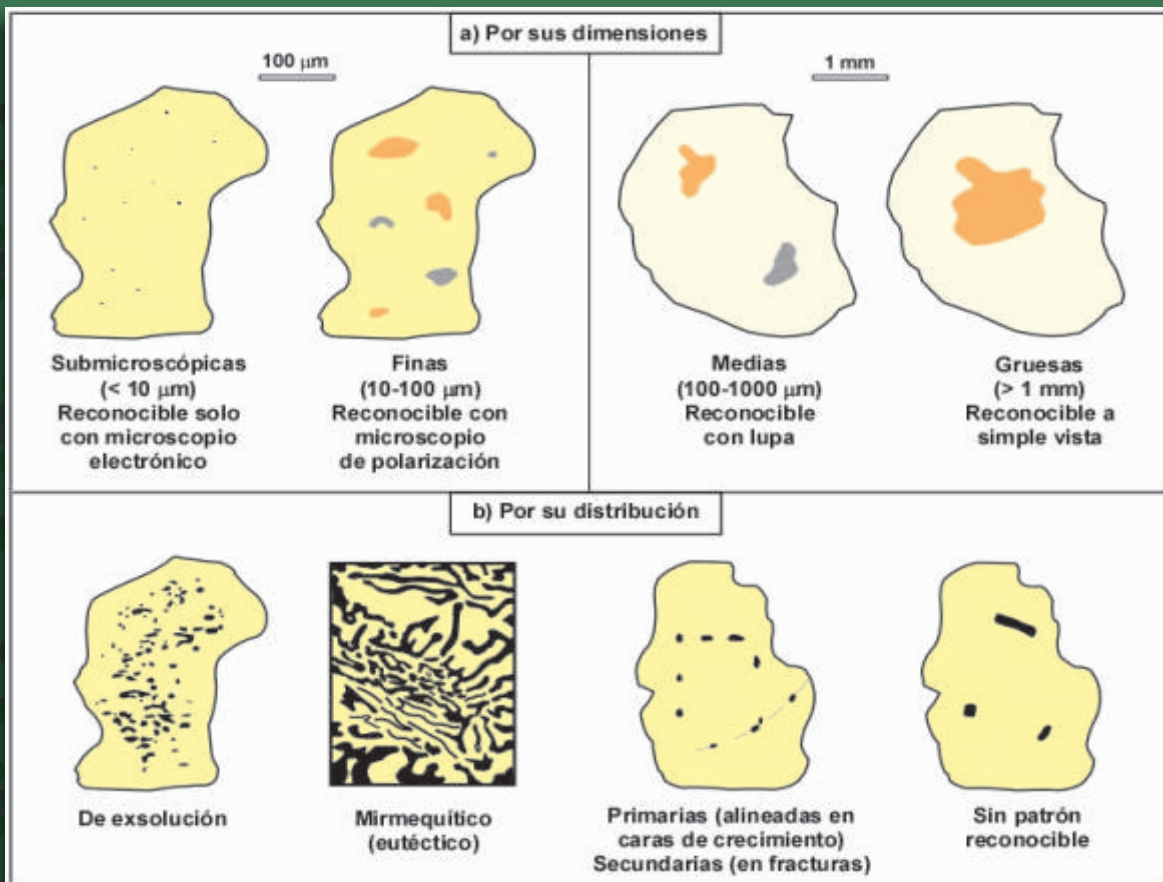


Figura 3-Inclusiones mecánicas de minerales clasificadas por sus dimensiones y distribución.



GRUPO	ESPECIE	FÓRMULA	ELEMENTOS TRAZA
Metales nativos	Oro nativo	Au	Cu, Bi, Grupo del Pt, Hg
	Plata nativa	Ag	Au, Ag, Hg, Bi, Sb
	Cobre nativo	Cu	Au, Ag
Mena de plata	Argentita	Ag <sub>2</sub> S	Cu, Pb, Fe, Sb
Mena de cobre	Calcosita	Cu <sub>2</sub> S	Ag, Fe, Co, Ni, Au, As
	Digenita	Cu <sub>9</sub> S <sub>5</sub>	Fe, Ni, As, Co
	Bornita	Cu <sub>5</sub> FeS <sub>4</sub>	Ag
	Calcopirita	CuFeS <sub>2</sub>	Au, Ag, Grupo del Pt, Se, Te, Sn, In
	Covelita	CuS	Fe
	Estannita	Cu <sub>2</sub> FeSnS <sub>4</sub>	Ag, Pb, Zn, Sb, Cd
	Tetraedrita	(Cu,Fe) <sub>12</sub> Sb <sub>4</sub> S <sub>13</sub>	Ag, Ni, Co, V, Bi, Sn, Ge, Te, W, Hg
	Tennantita	(Cu,Fe) <sub>12</sub> As <sub>4</sub> S <sub>13</sub>	Ag, Ni, Co, V, Bi, Sn, Ge, Te, W, Hg
	Enargita	Cu <sub>3</sub> AsS <sub>4</sub>	Ag, Zn, Fe, Sn, Ge, Sb
	Luzonita	Cu <sub>3</sub> (As,Sb)S <sub>4</sub>	Ag, Zn, Fe, Sn, Ge
Metales base	Galena	PbS	Ag, Cu, Zn, Bi, Se, Te, Cd, Sb
	Esfalerita	ZnS	Mn, Cd, Ti, Ge, Ga, In
	Wurtzita	(Zn,Fe)S	Cd, Ge
	Greenockita	CdS	In
Mena de hierro	Pirrotita	Fe <sub>1-x</sub> S	Au, Ag, Cu, Zn, Ni, Co, Grupo del Pt, Mn
	Pentlandita	(Fe,Ni) <sub>9</sub> S <sub>8</sub>	Ag, Co, Grupo del Pt
	Bravoita	(Ni,Fe)S <sub>2</sub>	Co
	Magnetita	Fe <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	Ti, V, Mg, Mn, Al, Cr
	Hematita	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Ti, Al, Mn
	Ilmenita	FeTiO <sub>3</sub>	Mn, Mg, Al
	Pirita	FeS <sub>2</sub>	Au, Ni, Co, Grupo del Pt, Se, Te
	Marcasita	FeS <sub>2</sub>	Au, Ni, Co, Grupo del Pt, Se, Te
Otros	Arsenopirita	FeAsS	Au, Co
	Bismuto nativo	Bi	Te, S, As, Sb
	Oropimente	As <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	Se, Sb, V, Ge
	Bismutinita	Bi <sub>2</sub> S <sub>3</sub>	Cu, Pb, Fe, Sb
	Molibdenita	MoS <sub>2</sub>	Re, Ge, Tc
	Casiterita	SnO <sub>2</sub>	Fe, Mn, Ti, Nb, Ta, W, Be, Se
	Cromita	(Fe,Mg)(Cr,Al) <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	Ni, V, Mn, Ti, Co
	Wolframita	(Fe,Mn)WO <sub>4</sub>	Nb, Ta, Sc, Ti, Mg, Ca, Sn
Sheelita	CaWO <sub>4</sub>	Cu, Mo	

Cuadro 1.- Composición de elementos mayores y traza de los principales minerales de mena. (Basado en CÁNEPA& CARDOZO, 1974).

Vemos entonces que los elementos químicos se dispersan en superficie o cerca de ella como elementos disociados disueltos en soluciones acuosas o como constituyentes cristalinos de minerales en sedimentos. Al ciclo completo de dispersión de los elementos desde que se liberan hasta que vuelven a formar minerales se le conoce como ciclo geoquímico, el mismo que tiene un patrón característico para cada metal y cada ambiente geológico. El ciclo geoquímico natural se puede ver afectado por actividad antropogénica, tal es el caso de desagües en los ríos, movimientos de tierra, aplicación de plaguicidas, desechos industriales, etc.

#### Aspectos ambientales

Los elementos disueltos entran con facilidad al ciclo biológico, mientras que los sedimentos (fragmentos de rocas y minerales) primero deberán disgregarse para luego disolverse y liberar a sus elementos

constituyentes, para que recién estos puedan ser asimilados por los organismos. Por ejemplo, agua con concentraciones de arsénico disuelto no será apta para el consumo humano, de animales ni de riego.

Sin embargo, una corriente de agua que pasa por un afloramiento de rocas con diseminaciones de arsenopirita (FeAsS) y arrastra sedimentos de ellas no se contaminará con el metal arsénico mientras las condiciones físicas del agua coincidan con las de estabilidad de este mineral; mientras ello suceda el arsénico permanecerá en la red cristalina de la arsenopirita sin ser liberado.

Ante un reporte de análisis químico con fines ambientales, debemos tener en cuenta varios aspectos. En primer lugar, ver si la muestra es representativa y si es de agua o sedimentos, en función a ello sabremos si se trata de elementos

que puedan ingresar al ciclo biológico o elementos fijados en una red cristalina.

En el segundo caso debemos ver si el método de digestión ácida empleado para disolver los sedimentos es acorde con las condiciones geoambientales de la cuenca estudiada, por ejemplo no tendría sentido disolver sedimentos a través de una digestión ácida muy fuerte, capaz de destruir hasta a los minerales más estables, liberando así a sus elementos constituyentes a pesar que en la naturaleza eso se daría en lapsos muy largos para el hombre. Finalmente, ver si los resultados superan los límites de concentración de lo que se considera apto para los diferentes consumos (humano, animal, riego).

#### Aspectos económicos

Para el análisis químico de una muestra, previamente esta debe ser tratada con ácidos hasta disolverla por completo, destruyendo así a sus minerales y liberando todos sus elementos constituyentes. Esto sin interesar si los elementos valiosos han estado formando minerales muy gruesos o muy finos, con texturas abiertas o encapsuladas; es decir, si puedan ser recuperados fácilmente por métodos metalúrgicos o no.

En los procesos metalúrgicos, a diferencia de los análisis químicos de muestras, no se disuelve por completo todo el yacimiento. Lo que se hace en líneas generales es triturar o pulverizar las rocas con contenidos de minerales valiosos y luego tratarlas con reactivos que disuelven selectivamente a los minerales de mena liberando a los elementos de interés económico. Si los minerales de mena están encapsulados en otros, los reactivos no van a llegar hasta ellos y no los van a disolver, quedando sin recuperar cantidades de elementos valiosos. Los métodos metalúrgicos entonces nunca serán tan eficientes como los análisis químicos.

Entonces, los análisis químicos con fines de geología económica, deben ser complementados con estudios mineralógicos y texturales para una correcta interpretación. No basta saber cuánto oro hay en la muestra sino también en qué mineral se encuentra y cómo (inclusiones, recubrimientos, relleno de espacios intergranulares, vetillas, etc.), ya que ello nos ayudará a elegir el método metalúrgico apropiado y estimar el grado de recuperación.



#### Reflexiones finales

La Tierra se encuentra en constante actividad físico química, generándose reacciones por las cuales naturalmente se solubilizan minerales, se dispersan elementos químicos (algunos de interés económico para el hombre y otros nocivos) y se forman minerales que permanecerán estables mientras prevalezcan las nuevas condiciones físico-químicas.

Los elementos libres disueltos son los que ingresan al ciclo biológico. Los minerales, mientras sean estables, pueden ocasionar daños biológicos por procesos físicos y no químicos.

Para analizar el real alcance ambiental de un proyecto minero, industrial o agrícola se debe tener en cuenta que los daños químicos dependen de la liberación a estado iónico de elementos o compuestos nocivos (metales pesados, cianuro, etc.).

El análisis del impacto de elementos constituyentes de minerales se hace en base a la comparación de la estabilidad de la red cristalina bajo las condiciones ambientales.

Tanto para estudios ambientales como económicos, no basta el análisis químico sino también es necesario saber en qué mineral y cómo se encuentra el elemento analizado (estudios de especiación química), para lo cual el complemento de estudios petrográficos o minerográficos son vitales. Asimismo es necesario saber qué tratamiento de disolución y qué método analítico se ha empleado. Finalmente, solo con los análisis químicos no se puede aprobar o desaprobar un proyecto, porque ello nos llevaría a grandes pérdidas de oportunidad o a sorprendentes gastos cuantiosos e inesperados.

# Extracción química secuencial de metales pesados en el estudio de alteración química de relaves de mina

## Ticapampa, Huaraz

María Jara  
Dirección de Laboratorios  
mjara@Ingemmet.gob.pe

En la cuenca superior del Río Santa (Huaraz, Perú), existe una gran cantidad y variedad de instalaciones, efluentes, emisiones y depósitos de relaves, producidos por operaciones mineras abandonadas o inactivas, lo que se conoce como pasivos ambientales mineros (véase Ley 28271 del Congreso de la República del Perú, 2004), para los que muchas veces no existe un responsable legal identificable.

Entre estos pasivos ambientales, uno de los más impactantes son los relaves de Ticapampa. Este depósito, que se ubica a orillas y de forma paralela al curso del río Santa (Km. 170 de la carretera Pativilca-Huaraz), es el más grande de la zona con una dimensión aproximada de 200 m x 750 m, una altura de 19 m y una inclinación de 25° en promedio, lo que equivale alrededor de 5 millones de toneladas de relaves.

### Descripción de trabajo campo

Las muestras de relaves se tomaron en seis puntos seleccionados, tres correspondientes a la superficie (MR1, MR2, MR3), y tres en el talud lateral sur (MR4, MR5, MR6). Se extrajeron mediante perforaciones de 30 a 45 cm de profundidad y diámetro

de 40 cm. A partir de las 6 muestras individuales se formó otra muestra compósito que las representa, la cual se denominó MRCO.

### Métodos de laboratorio

#### • Granulometría

Se realizó el análisis granulométrico de la muestra compósito, utilizando las mallas Tyler N° 100, 150, 200 y 400, que se corresponden con aperturas de celda de 150, 106, 74, y 37 micrones, respectivamente.

#### • Mineralogía

Como complemento a la caracterización química de los relaves, que se centró en la extracción secuencial química, se aplicaron, además, métodos de microscopía óptica y difracción de rayos X (DRX).

#### • Caracterización química

El pH de las muestras de relaves fue obtenido por suspensión de la muestra en agua desionizada, en una relación 1:2,5 (sólido/líquido). El ensayo estático de generación de drenaje ácido se llevó a cabo por Contabilidad Acido-Base (Acid-Base Accounting, ABA), siguiendo el método de Sobek et al. (1978).



Cara lateral de la relavera de la CIA Minera Alianza en Ticapampa, ubicada paralela entre el río Santa y la carretera.

Igualmente, las muestras de relaves se sometieron a un procedimiento de extracción química secuencial de acuerdo con el esquema de seis pasos modificado de Fanfani et al. (1997), el cual a su vez está basado en el clásico esquema de Tessier (Tessier et al., 1979). Además de añadir un paso final para determinar la fracción residual, se aplica como primer paso un lavado con agua desionizada, cuyo objeto es discriminar entre yeso frente a la posible presencia de calcita, la cual teóricamente se disolvería en el paso segundo (Dold, 2003).

El esquema empleado fue diseñado para obtener la distribución de los metales traza presentes en relaves mineros en seis fracciones: I) soluble en agua (1 g de muestra secado a 105°C al que se añaden 40 ml de agua desionizada y agitada durante 2 horas a temperatura ambiente); II) intercambiable (agitación durante 30 minutos con una solución 1 M MgCl<sub>2</sub> a pH 7); III) asociada a carbonatos (lixiviado por agitación durante 5 horas con acetato de sodio (NaOAc) 1 M, ajustado a pH 5 con ácido acético (HOAc) en caliente; IV) asociada a oxihidróxidos y óxidos amorfos (extracción por 6 horas a 96°C (baño maría) con 0,04 M NH<sub>2</sub>OH-HCl en 25% (v/v) HOAc; V) asociada a materia orgánica y sulfuros (extracción a 85° C por 5 horas, con 30% de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, ajustando a pH 2 con HNO<sub>3</sub> y posterior agitación a temperatura ambiente con NH<sub>4</sub>OAc 3,2 M en 20% (v/v) de HNO<sub>3</sub>); y VI) residual (digestión con una mezcla de ácidos fuertes: 5 ml de HNO<sub>3</sub> más 5 ml de HClO<sub>4</sub> y 3 ml de HF.

De los extractos obtenidos por digestión ácida y mediante extracción química secuencial de las muestras de relaves se consideró de interés estudiar: Ag, As, Cd, Cu, Cr, Fe, Pb y Zn. La medida se realizó por el método de espectrometría de absorción atómica,



técnica de flama y horno de grafito. El mercurio se determinó en el espectrofotómetro Perkin Elmer, modelo AAnalyst 300, por el método de vapor frío. Se emplearon curvas apropiadas de calibración preparadas con los componentes de las soluciones de extracción para todas las fracciones, agrupadas por elementos: Cu, Pb, Zn, Fe, Mn (grupo 1) y As, Ag, Ni, Cr, Cd (grupo 2), de acuerdo a los rangos de concentración.

## Resultados y Discusión

### • Análisis fisicoquímicos y mineralógicos

En los puntos de muestreo del río Santa, aguas debajo de la relavera, crecen los valores para todos los elementos medidos, lo que apoya el interés que puede tener el estudio de la relavera Alianza en Ticapampa. Igualmente, se incrementa el contenido en sulfatos.

Los resultados de los análisis granulométricos que se reúnen corresponden a la muestra compósito formada a partir de cantidades equivalentes de las seis muestras (MR1 a MR6) tomadas en seis puntos distintos de la relavera (tabla 1). Se observa que el retenido acumulado de la malla 100 ( $> 150 \mu\text{m}$ ) es de 10,2% y el pasante acumulado de la malla 200 ( $74 \mu\text{m}$ ) es de 64,4%.

Granulometrías tan finas como las encontradas en las muestras analizadas, al margen de los posibles cambios sufridos desde el cese de los vertidos en la relavera, dan idea del potencial reactivo de estos residuos, si se aceptan, por ejemplo, las afirmaciones de Strömberg y Banwart (1994), los cuales afirman que 0,25 mm es el límite superior de la gama de tamaños que son más susceptibles de sufrir mayor alteración y generar acidez.

Mediante microscopía óptica, se reconoce arsenopirita, así como piritita en granos libres y esfalerita en cantidades menores. Los resultados de los análisis por difracción de rayos X realizados en 6 muestras (MR1, MR2, MR3, MR4, MR5 y MR6) indican que en la mineralogía predomina el cuarzo en un alto porcentaje (entre 57 y 87%), acompañado de moscovita y clorita y otros silicatos, entre los minerales primarios considerados como ganga.

Los resultados analíticos de contenidos totales de elementos obtenidos en la muestra compósito MRCO contiene 0,04% de Cu, 0,34% de Pb, 0,37% de



Tomando muestras del relave MR5 a 9 metros por debajo del borde

Zn, 5,76% de Fe, 2,02% de As y 26,7 g/t de Ag, lo que concuerda con el típico relave de beneficio de minerales polimetálicos por el método de flotación. Es de destacar la elevada ley de plata en todas las muestras recolectadas y la gran cantidad de As. La mayoría de las muestras son generadoras de acidez, como consecuencia de la baja capacidad de neutralización

### • Extracción química secuencial

El método de extracción química secuencial aplicado a las muestras de relaves revela algunas diferencias apreciables entre ellos, tanto en lo referente al grado de asociación de los elementos a los constituyentes de estos relaves como a su posible potencial de movilización. En la tabla 2 se muestran los resultados de la extracción química secuencial, que corresponde a la distribución de metales pesados en porcentaje de las fracciones lixiviadas de la muestra compósito MRCO.

El hierro se encuentra preferentemente asociado a la Fracción V (teóricamente ligado a materia orgánica y sulfuros), siendo relativamente importantes también la fracción residual (moscovita, clorita o gillespita) y la de oxihidróxidos, en orden

Malla N°	Peso $\mu\text{m}$	% (g)	% Parcial	% Retenido	Pasante
100	150	27,15	10,22	10,22	100,00
150	106	37,65	14,17	24,39	89,78
200	74	30,13	11,34	35,73	75,61
400	37	80,11	30,15	65,88	64,27
-400	> 37	90,66	34,12	100,00	34,12

Tabla 1: Análisis granulométrico del compuesto

decreciente. Lo normal es que el contenido en pirita sea más determinante sobre el contenido en hierro que la materia orgánica, aunque en este tipo de materiales es posible la existencia de ácidos orgánicos de bajo peso molecular y bacterias, hasta 109 bacterias por gramo (Diaby et al., 2007).

La fracción de metales pesados lixiviados por agua pura incluye esencialmente sulfatos solubles, no reconocidos mediante los métodos mineralógicos empleados. Los contenidos en elementos de dicha fracción para la muestra compuesta MRCO son despreciables en lo que se refiere a Ag, Fe, Cr y S, alcanzando 0,8% para As, 1,30% para Zn y las preocupantes cifras de 12,64% para Pb y 15,6% para Cd. Sin embargo, en las muestras del talud los contenidos en Cu son más elevados, especialmente en MR5.

El arsénico muestra una tendencia generalizada de asociación hacia la Fracción V (metal ligado operacionalmente a materia orgánica y/o sulfuros). Un gran porcentaje de los compuestos mineralógicos sulfurados es arsenopirita, compuesto estable; Sin embargo, a pesar de la aparente baja proporción porcentual de As en las fracciones móviles, son elevados los contenidos de As movilizables que llegan hasta 562 ppm solubles en MR5 o 324 ppm en formas solubles más cambiables en Mr1.

Cromo y plata están mayoritariamente representados en la Fracción VI (residual), por lo que han de



Muestra de relave MR2: superficial centro

considerarse poco móviles en estos residuos. Los contenidos de cadmio extraídos, en las distintas etapas del fraccionamiento secuencial muestran una gran heterogeneidad, a excepción de la Fracción IV, que para este elemento es minoritaria. Hay elevados contenidos de cadmio en las fracciones consideradas de alta movilidad. Ello puede suponer un fuerte peligro medioambiental, teniendo en cuenta la naturaleza muy tóxica de este metal y la proximidad del río Santa.

El cobre muestra una tendencia de asociación hacia la Fracción V (operacionalmente asociado a la materia orgánica y/o sulfuros), alcanzando un 66% en la muestra compuesta MRCO.

Las fracciones que presentan mayores porcentajes de distribución del plomo en estos relaves son I, II, V y VI. Es conocida la fuerte afinidad del plomo hacia la adsorción sobre la superficie de los oxihidróxidos metálicos, así como la posible presencia de sulfatos no detectados que contengan plomo. Los contenidos en las fracciones que podrían considerarse

ELEMENTO	I	II	III	IV	V	VI
Cobre	9,15	5,57	6,37	4,15	65,90	17,40
Plomo	12,64	19,27	0,07	7,36	42,34	18,32
Zinc	1,30	17,61	9,16	29,28	29,73	12,92
Plata	Trazas	Trazas	Trazas	0,85	1,87	97,37
Hierro	Trazas	0,86	2,84	8,87	45,90	41,50
Cromo	Trazas	Trazas	Trazas	8,53	5,69	85,78
Cadmio	15,66	15,92	5,25	Trazas	40,20	22,97
Arsénico	0,80	0,18	2,05	0,25	56,28	42,45

Tabla 2: Distribución de metales pesados en % en las fracciones lixiviadas de los relaves

teóricamente más biodisponibles (I, II y III), según Perin et al.(1985), son también bastante elevados en todas las muestras en Zn.

La fracción teóricamente asociada a materia orgánica y sulfuros es bastante estable, representando la siguiente distribución porcentual: Cu (65,9%), Pb (42,3%), As (55,1%), Zn (29,73%) y en menor proporción los otros metales. Hay que tener en cuenta que los elementos contaminantes de esta fracción solo son transferidos al ambiente después de un proceso de intemperismo complejo.

Por último, la fracción residual asociada a minerales silicatos, sulfuros resistentes y material orgánico refractario (si lo hubiera), está compuesta por las sustancias más estables, siendo la distribución porcentual Ag (97,4%), Cr (85,8%), As (45,6%), con el resto de elementos, en menor proporción.

#### Conclusiones



El método de extracción secuencial empleado permite evaluar la movilidad de los elementos estudiados, si bien la interpretación requiere en muchos casos un buen conocimiento de las variedades mineralógicas presentes, lo que no siempre es posible a partir de análisis mineralógicos convencionales por la baja concentración de fases secundarias que además pueden ser de baja cristalinidad.

Los resultados obtenidos por el método de extracción secuencial indican que los relaves mineros de Ticapampa, representan un problema para el medio ambiente. La presencia de Pb, Zn, Cu y Cd en las fracciones I (soluble) y II (intercambiable), que son las que se van a incorporar fácilmente a las aguas del río Santa por percolación, lavado o arrastre de los

relaves, están dando ya problemas visibles y medibles de contaminación a través de los análisis de aguas desarrollados.

El As, estando aún en baja proporción en las fracciones más móviles, está presente en cantidades elevadas en las aguas del río Santa, cerca de la relavera. Además, el intemperismo está produciendo una mayor oxidación de los restos de sulfuros minerales de los relaves, lo que se constata por el bajo pH de algunas muestras analizadas y por su potencial de acidez y neutralización, especialmente en las muestras tomadas en el talud. Cabe la posibilidad de que capas de mayor toxicidad estén quedando al descubierto por la erosión en los taludes del contorno de la relavera.

## EL DATO

Cabe resaltar que para determinar si un área está contaminada por efectos de la minería es necesario hacer los estudios químicos necesarios, ya que muchos suelos contienen de manera natural: arsénico, mercurio y otros elementos utilizados en la extracción de minerales. Los mismos que incluso pueden ser transportados por la erosión de los suelos a través de los ríos.

#### Bibliografía

- Fanfani, L., Zuddas, P., Chessa A. 1997. Heavy metals speciation analysis as a tool for studying mine tailings weathering. *Journal Geochemical Exploration*, 80, 55-68.
- Sobek, A.A., Schuller, W.A., Field and laboratory methods applicable to overburdens and minesoils U. S.
- Strömberg, B. and Banwart, S. 1994. Kinetic modelling of geochemical processes at Aitik mining waste rock site in northern Sweden. *Applied Geochemistry*, 9, 583-595.
- Tessier, A.P., Campbell, G.C. and Bisson, M. 1979. Particulate Trace Metals. *Analytical Chemistry*.
- Jara M. 2003. Distribución de Metales en Agua y Sedimentos y sus Efectos sobre la Vida Acuática en la Cuenca Superior del Río Santa. Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Geología, Minas y Metalurgia. Inédita. 166 p.



En busca de nuevas fuentes de hidrocarburos

# La cuenca Santiago: resultados y aportes de la investigación geológica

César Chacaltana, Waldir Valdivia & Daniel Peña  
Dirección de Geología Regional  
cchacaltana@ingemmet.gob.pe, wvaldivia@ingemmet.gob.pe  
& dpena@ingemmet.gob.pe

El Perú tiene un gran potencial de hidrocarburos en la Zona Subandina aún por desarrollar, el cual se expresa por las excelentes condiciones petrográficas de roca reservorio y la calidad de roca madre que aflora. A partir del año 2005, el INGEMMET inició los estudios geológicos relacionados a la exploración de cuencas con potencial de hidrocarburos, como parte de su estructura funcional, marcando un hito en la historia del cartografiado geológico del territorio nacional. De esta manera, surge como actividad la actualización de los cuadrángulos mediante los estudios geológicos específicos por cuencas caracterizadas por el afloramiento de unidades rocosas con filiación petrolífera, con el objeto de generar información actualizada sobre la geología de superficie, innovando con nuevos métodos de trabajo y disponiendo de modernas tecnologías para el cumplimiento de su plan operativo institucional.

De esta manera, se inician las investigaciones dirigidas hacia la cuenca Santiago, para los estudios

## EL DATO

Un sistema petrolífero es un sistema geológico que abarca las rocas generadoras de hidrocarburos relacionadas e incluye a todos los elementos y procesos geológicos que son esenciales para la existencia de una acumulación de hidrocarburo. El sistema describe los elementos interdependientes y los procesos que constituyen la unidad funcional que crea las acumulaciones de hidrocarburos. El sistema petrolero incluye la zona de maduración de la roca madre, la red de distribución natural, y los acontecimientos de petróleo descubiertos genéticamente relacionados. La presencia de petróleo es la prueba de que un sistema existe.

Un modelo de un sistema petrolífero proporciona un registro completo del sistema petrolero de la generación, migración y acumulación y pérdida de petróleo y gas en un sistema petrolero a través del tiempo geológico.





Figura 1. Exploración geológica a lo largo del río Onanga (Parte central de la cuenca)

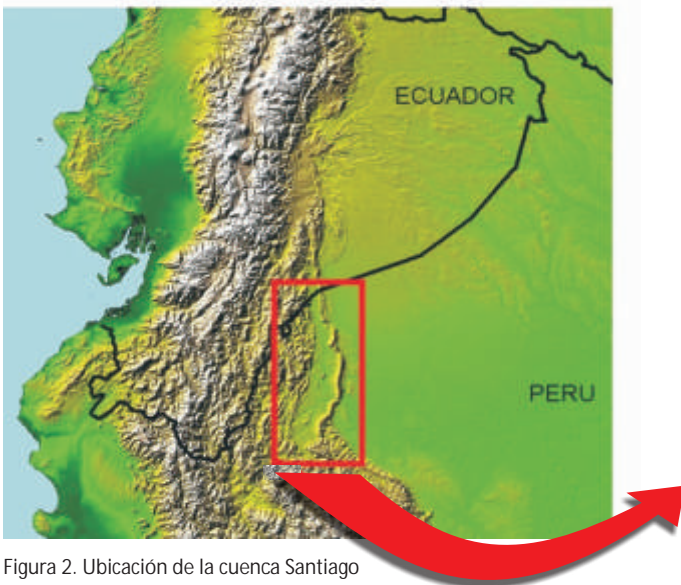


Figura 2. Ubicación de la cuenca Santiago

relacionados a su evolución, análisis estratigráfico y estilo estructural. Estos estudios se enmarcaron en el Proyecto de Investigación GR-7 "Estratigrafía y evolución tectónica sedimentaria de la cuenca Santiago: evaluación de su potencial en hidrocarburos", actualmente denominado "Geología de las rocas sedimentarias en la Zona Subandina". Su finalidad es sustentar modelos de sistemas petrolíferos que contengan mayor información sobre puntos claves, llámense modelos de evolución sedimentaria y tectónica, cartografiado de potenciales rocas madre y reservorio, registro estructural de trampas, etc.

La cuenca Santiago: nuevos retos para la investigación  
La cuenca Santiago es una de las cuencas subandinas consideradas en la actualidad como atractiva desde el punto de vista científico y económico. La densidad de información de subsuelo y la presencia de afloramientos significativos en los pongos y quebradas brindan las herramientas necesarias para definir su evolución geodinámica mediante el



análisis estratigráfico, delimitación de líneas de tiempo y establecimiento de nuevos cuadros estructurales, conocimientos indispensables para sentar bases y guiar las estrategias de nuevos proyectos de exploración y de explotación petrolera, disminuyendo los grados de incertidumbre.

#### El contexto geológico regional

La cuenca Santiago es producto de la evolución del continente en un margen continental activo, situada dentro de un contexto de convergencia de placas cuyo desarrollo refleja los distintos procesos a diversas escalas de espacio y tiempo ocurridos durante la tectogénesis andina.

Se ubica en el extremo sur de los Andes Septentrionales, en la zona correspondiente a la charnela, entre los Andes Centrales y los Andes Septentrionales, dentro de la unidad morfoestructural correspondiente a la Zona Subandina; forma parte del sistema de cuenca antepaís amazónico del norte (figura 1).

Está constituida de una gruesa capa de sedimentos con edades comprendidas entre el Triásico y el Cuaternario, que descansan sobre un basamento precambriano y en la que se reconocen importantes discontinuidades estratigráficas. Esta gruesa capa, se encuentra deformada debido al episodio tectónico compresivo que se dio inicio en el Cretácico superior y es responsable de la morfología actual. En base a la interpretación del mapa geológico-estructural de la parte central y sur de la cuenca Santiago, se pueden diferenciar tres zonas estructurales. Las grandes fallas de dirección NE-SO y E-O permiten dividir la cuenca en tres grandes bloques. De Oeste a Este, estos bloques han sido denominado: 1) Cordillera de Huaracayo, 2) Depresión Santiago-Nieva y 3) Cordillera de Campanquiz. A su vez, cuatro grandes accidentes estructurales regionales delimitan a cada uno de estos bloques: Falla Almendro-Jumbilla, Falla Chichais-Ajachin, Falla Teniente Pinglo y Falla Borja (figura 2).

**Importancia de las precisiones paleontológicas**  
Las agrupaciones de fósiles para establecer biozonas y sus límites geocronológicos son constantemente revisadas a fin de obtener una mejor precisión y aplicación estratigráfica. La edad Triásica de la Formación Chambará está evidenciada por la ocurrencia de *Monotis subcircularis* en la zona de *Sagenites quinquepunctatus*, que marca el intervalo Noriano (Sevatiano) y la presencia de *Peripleurites sp.*, que indica la zona de *Paracochloceras suessi* marcando el intervalo hasta su última aparición en el Retiano inferior. El límite Noriano-Retiano se caracteriza por la ausencia de *Monotis* y la persistencia de *Parapleurites* (figura 3).

El hallazgo de plantas del género *Otozamites* en secuencias continentales de la Formación Sarayaquillo marcan el Jurásico superior. Para el Cretácico, la bioestratigrafía delimita para la Cordillera de Campanquiz las zonas de *Raimondii* y de *Carbonarium*, mediante la presencia de *Prollyelliceras peruvianum* SPATH y *Oxytropidoceras (Oxytropidoceras) cf. peruvianum*, respectivamente. La presencia de estos ammonites permite inferir tiempos del Albiano inferior terminal. En la Cordillera de Huaracayo, sobre la biozona de *Lenticeras baltai*, se registra la presencia del ammonite *Menuites aff. M. gardneri* (REESIDE), lo que permite asumir el Campaniano.

Su evolución geodinámica: la estratigrafía en su contexto tectónico.

Se infiere un basamento mesoproterozoico sobre el cual yacen depósitos sedimentarios que se inician durante el Triásico superior-Jurásico inferior asignadas a las formaciones Chambará y Aramachay del Grupo Pucará. Este evento de sedimentación marina producto de la transgresión del mar de Tethys, se depositó en un contexto distensivo que abrió un semigraben en rocas paleozoicas en el borde occidental de la cuenca. Posteriormente, los niveles carbonatados revelan episodios erosivos con facies supramareales, instalándose durante el Jurásico un ambiente continental con depósitos fluviales y eólicos de la Formación Sarayaquillo.

Durante el Cretácico inferior, sobre la Formación Sarayaquillo y en un ambiente tectónico aún extensivo, se depositó la parte inferior del Grupo Oriente; sin embargo, para el Cretácico superior ocurrió un cambio de estilo tectónico de extensivo a compresivo. Las primeras inversiones en la cuenca Santiago ocurrieron durante la depositación de la Formación Chonta que corresponden al intervalo Albiano Terminal-Campaniano y ligada a la Fase Peruana.

En el intervalo Campaniano y Maastrichtiano, la compresión continúa, y sobre la Formación Chonta se deposita concordantemente la Formación Vivian con facies de areniscas con estratificación cruzada, que revelan el dominio de un ambiente fluvio deltaico en la zona. Para el Maastrichtiano superior continúa la compresión y se depositan las lutitas calcáreas con intercalaciones de areniscas de la Formación Cachiyacu en un ambiente marino somero, sustituidas luego por condiciones continentales; se depositan concordantes las limolitas rojo-púrpuras y areniscas de la Formación Huchpayacu.

Durante la transición Maastrichtiana-Paleocena, la cuenca tiene una marcada influencia continental y se deposita la Formación Casa Blanca, compuesta por areniscas cuarzosas de color blanco, masivas y con estratificación cruzada que representan eventos fluviales de geometría lenticular. Durante el Paleoceno se depositan, concordantemente y en un medio de llanura de inundación, las limolitas rojas y areniscas marrón rojizas de la Formación Yahuarango.

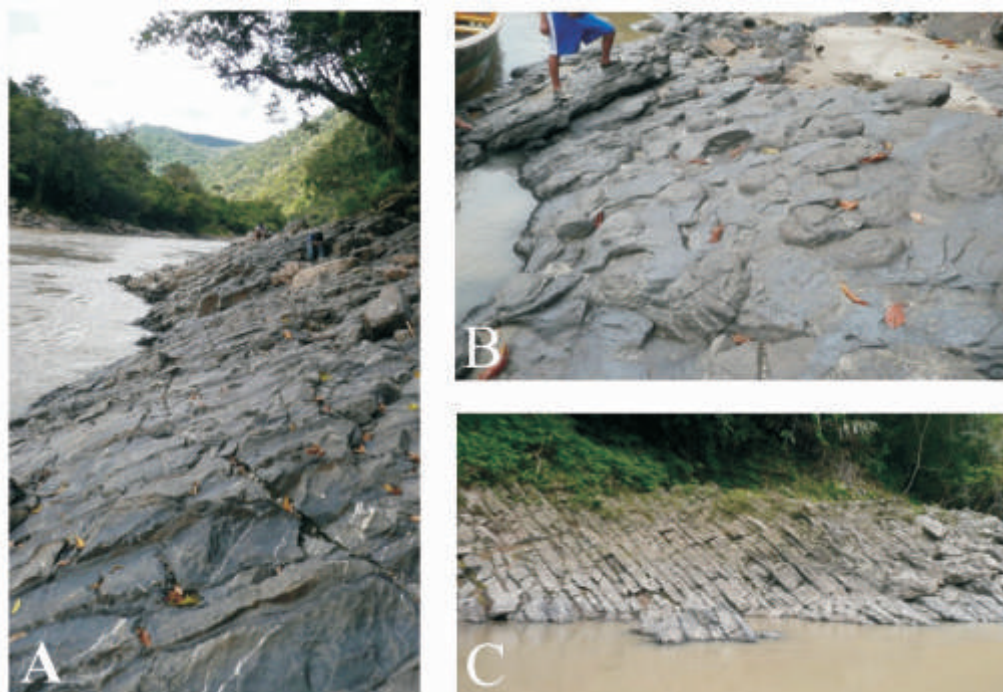
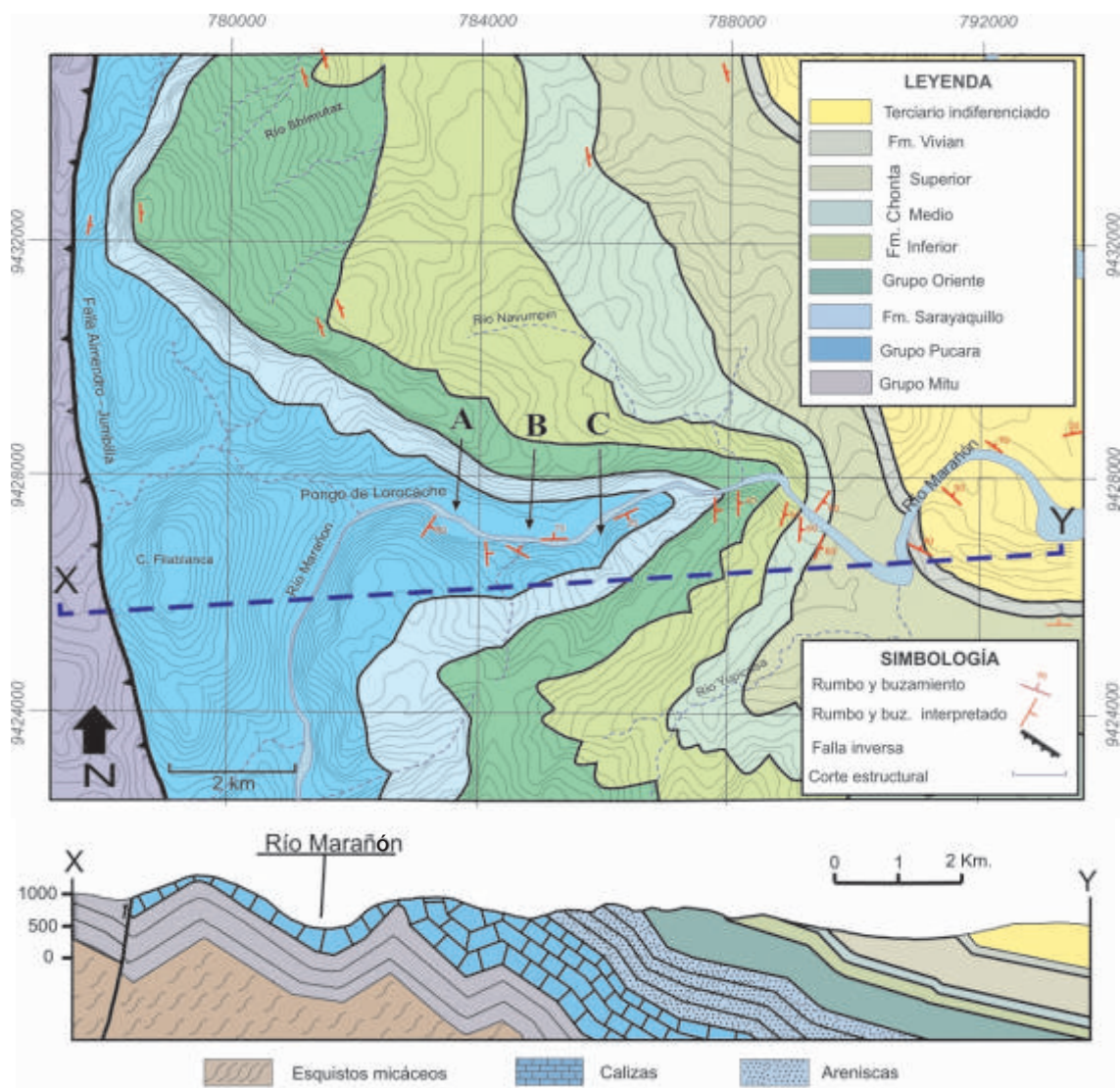
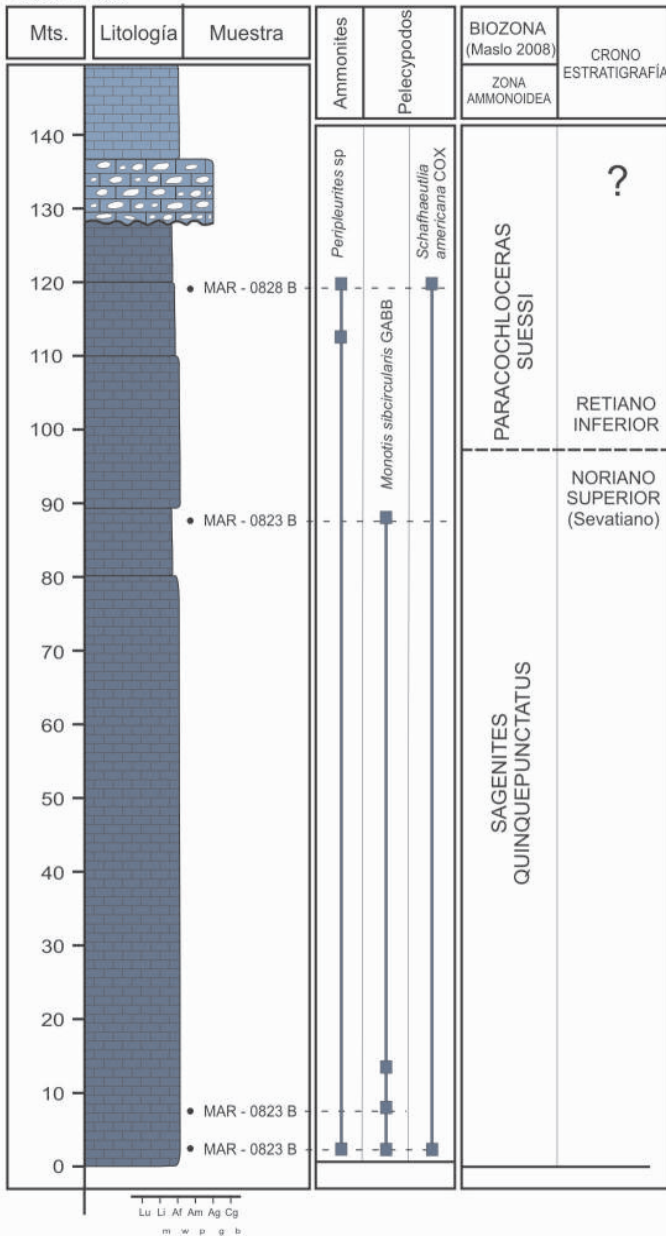


Figura 3. Mapa geológico del Pongo de Lorocacho y sección XY (Parte sur de la cuenca)

Escala 1: 1000



*Peripleurites* sp



*Monotis subcircularis* GABB



*Schaffhaeutlia americana* COX

Figura 4. Esquemas biozonales y edad asignada

Estas condiciones generan una superficie de erosión regional que evoluciona durante el Eoceno y Oligoceno a un ambiente marino somero transgresivo, depositando la secuencia detrítica gruesa, denominada Formación Pozo 1, y las lutitas y calizas con fósiles de la parte superior de la Formación Pozo 2. Siguen en concordancia los depósitos sedimentarios continentales del Oligoceno-Mioceno que en conjunto está compuesto por areniscas, lutitas y limonitas rojas de la Formación Chambira. Finalmente, la compresión neógena da origen al levantamiento y formación de las cordilleras de Huaracayo y Campanquiz.

Análisis estructural e implicancias de la termocronología Estructuralmente la cuenca Santiago está limitada por importantes accidentes tectónicos regionales que determinan una zona estructuralmente muy compleja. Al oeste, la Falla Almendro-Jumbilla marca el límite con la Cordillera Oriental, y al este la Falla Borja marca el límite con el llano amazónico. Al norte, se cierra estructuralmente en la terminación sur del Domo o Cordillera de Cutucú (Ecuador), y al sur donde las estructuras cambian de dirección de NNE-SSO a ONO-ESE y E-O y se alinean en la prolongación de la deflexión de Huancabamba, marca el límite más meridional (figura 2). La cuenca registra

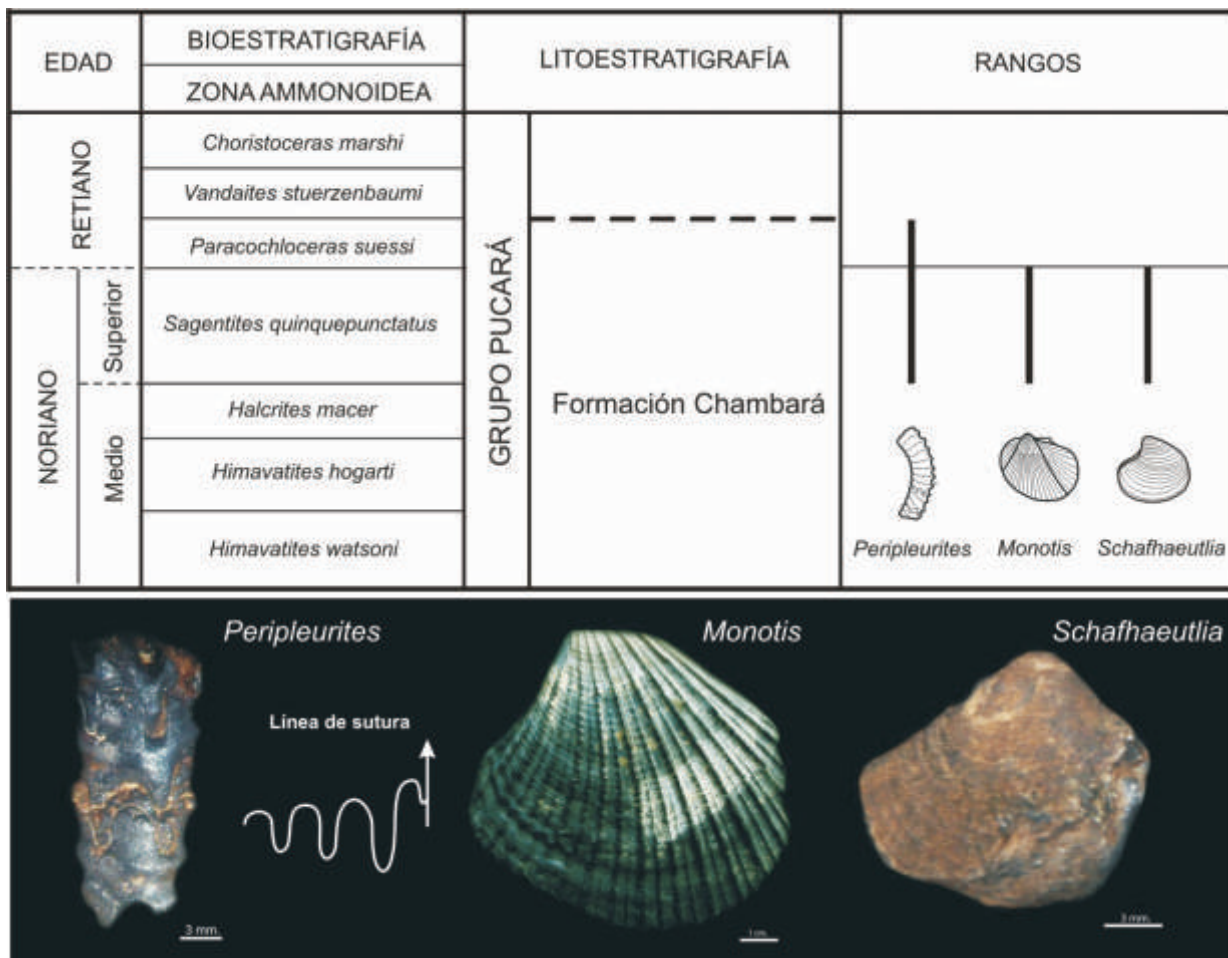


Figura 5. Organización dual (tiempo-roca) y fósiles característicos

dos diferentes eventos tectónicos que controlaron la sedimentación de secuencias marinas y continentales: el primer evento con la formación de una cuenca extensiva de edad Triásica hasta Cretácica, y el segundo evento compresivo de antepaís a partir del Cretácico superior hasta la actualidad.

Por otro lado, la termocronología desarrollada a partir de muestras en las formaciones Cachiyacu y Vivian indica dos fases de levantamientos: la primera durante el Mioceno, entre el Burdigaliano y Serravalliano (16-12 Ma), llegando inclusive a los 10 Ma originados durante la Fase Quechua I y que habría dado inicio a la estructuración del bloque de la Cordillera de Campanquiz; y posteriormente, una segunda fase de levantamiento, durante el Zancleano que correspondería a la Fase Pliocénica Quechua III como una fuerte reactivación.

Potencial económico por hidrocarburos  
Desde el punto de vista económico, *la actividad que genera mayores expectativas es la relacionada a los hidrocarburos en las secuencias mesozoicas.*

Para la cuenca Santiago, las principales rocas generadoras constituyen las facies lutáceas y calcáreas, ricas en materia orgánica, correspondientes al Grupo Pucará, la Formación Chonta y la Formación Pozo, mientras que las rocas reservorios probables serían de la Formación Cushabatay y la Formación Vivian.

Existen dos principales sistemas de petróleo: Pucará-Cushabatay y Chonta-Vivian. Estos sistemas son hipotéticos debido a que aún no existen estudios al detalle que comprueben la correlación entre la generación de petróleo y la presencia de roca almacén; sin embargo, existen numerosos estudios petrofísicos y geoquímicos que comprueban el potencial independiente de roca generadora y roca reservorio.

Asimismo, las estructuras que corresponden principalmente a fallas inversas y pliegues anticlinales representan mantos de cabalgamiento donde se pueden formar las trampas estructurales que son elemento importante en el sistema de petróleo.



# Geología para la planificación del territorio: la propuesta del INGEMMET

Victor Carlotto, Lionel Fidel & Humberto Chirif  
[vcarlotto@ingemmet.gob.pe](mailto:vcarlotto@ingemmet.gob.pe), [lfidel@ingemmet.gob.pe](mailto:lfidel@ingemmet.gob.pe) & [hchlirif@ingemmet.gob.pe](mailto:hchlirif@ingemmet.gob.pe)

¿Se imagina cómo sería su vida si durmiera y lavase ropa en su cocina, si comiera en la ducha o si teniendo una cómoda cama usted se empecinase en dormir en el suelo? Estas situaciones representan una analogía de los diversos conflictos o problemas que existen en nuestro país en torno al uso del territorio. La superposición de títulos, su uso inapropiado y la destrucción o el uso no sustentable del territorio han creado la necesidad de poner “en orden la casa” con la finalidad de acercarnos al tan ansiado desarrollo. Para ello, los Planes de Ordenamiento Territorial y la Zonificación Ecológica Económica buscan orientar las políticas que permitan hacer un uso adecuado y ordenado de las potencialidades de cada zona. Pero, ¿qué ocurre cuando estos lineamientos solo toman en cuenta las potencialidades del terreno superficial, olvidando o

poniendo en un segundo plano los recursos que ofrece el subsuelo? Aquí un panorama de la situación y la propuesta del INGEMMET.

## El territorio y el trabajo del INGEMMET

En estos últimos años, han tomado relevancia los Planes de Ordenamiento Territorial (POT) y la Zonificación Ecológica Económica (ZEE), sin embargo, las directivas y reglamentos no se acogen a lo que indican los estudios ni las políticas de Estado establecidos en la Constitución y las leyes. Estos instrumentos de gestión, que tienen que ser contruidos con un fuerte componente técnico-científico, son mas bien elaborados con un componente político. Si bien, los POT y ls ZEE son instrumentos técnico-políticos, su elaboración es esencialmente técnica y las decisiones son esencialmen

te políticas pero dentro del marco de la ley, y no al contrario. Actualmente el Ministerio del Ambiente (MINAM), las regiones y las municipalidades vienen construyendo los POT y la ZEE con un sesgo en la parte económica, ya que se quiere restringir, desde el inicio de los estudios, ciertas actividades económicas como la minería y que en un futuro podría ser el turismo, la pesca, la agricultura o el comercio.

Bajo esta problemática, el INGEMMET ha elaborado una directiva técnica para la elaboración de estos instrumentos basada en el soporte geológico, que es fundamental para los POT y la ZEE (Carlotto et al., 2010) porque nacen de la evaluación de los recursos naturales y de los peligros geodinámicos.

En consecuencia, presentamos un resumen de estas directivas que ya fueron entregadas al MINAM para su consideración y que además el INGEMMET viene implementando como estudio piloto para aplicarlos en las regiones.

#### La geología como instrumento de planificación

Una de las necesidades prioritarias que ha tenido que resolver el ser humano durante su desarrollo, ha sido encontrar espacios adecuados para establecerse, espacios que además de tener características físicas apropiadas para garantizar su seguridad ante los fenómenos de la naturaleza, también ofrecieran un acceso a los elementos indispensables para garantizar su subsistencia.

Teniendo en cuenta esta necesidad, la geología, dentro de sus múltiples aplicaciones, estudia los mecanismos, fenómenos y características geológicas que influyen en la relación entre el hombre y el medio que lo rodea. Las comunidades humanas interactúan con el territorio en el que habitan y lo aprovechan para garantizar su subsistencia por medio de la explotación y uso de sus recursos: suelo, subsuelo, agua, flora y fauna. Atendiendo a ello, los estudios geológicos contribuyen sustancial y adecuadamente en la planificación del uso del territorio, en este caso para los POT y la ZEE.

Actualmente existe una mayor demanda de espacios y territorios, la que ha sido inducida por procesos acelerados de crecimiento de la población y por las altas tasas de concentración poblacional en los centros urbanos, lo que a su vez genera la explotación desmesurada de los recursos naturales.

## EL DATO

Entre los beneficios del ordenamiento territorial podemos mencionar:

- El crecimiento ordenado de las urbes.
- La prevención de desastres
- Mayor seguridad para las inversiones privadas.
- La protección de áreas naturales y de las comunidades indígenas.
- El conocimiento y aprovechamiento de los recursos.
- La prevención de conflictos.

De otro lado, cabe resaltar que el ordenamiento territorial presenta cuatro enfoques o subsistemas: el natural, el construidos, económico, y el sociocultural y lo ideal es poner en práctica un enfoque integral que compatibilice los objetivos de cada uno de los anteriores.

Para el desarrollo regional es esencial que los minerales, el agua subterránea, el agua geotérmica y los hidrocarburos estén incluidos en el planeamiento de la utilización del territorio. De igual forma, los peligros geológicos, es decir, deslizamientos, aluviones, inundaciones, erupciones volcánicas, tsunamis y también los sísmicos deben ser considerados como limitantes o restricciones en la planificación.

#### El subsuelo en el ordenamiento territorial

Los recursos del subsuelo son los que se olvidan con frecuencia en los planes de desarrollo regional de países en vías de desarrollo. A esta problemática mundial no escapa Perú, donde la crisis ambiental ha tomado una connotación significativa, reflejada especialmente en la sobreexplotación de los recursos y en el inadecuado uso del territorio, lo que afecta los niveles económicos, sociales y políticos de todo el país.

El subsuelo no es considerado integralmente, a pesar que allí se encuentran los recursos minerales y energéticos; y que allí se generan también los peligros geológicos. Por otro lado, la geología y la geomorfología de un territorio no solamente tiene incidencia en los recursos minerales y energéticos, o



Para el ordenamiento territorial la geología evalúa diversos factores como: la geomorfología, el tipo de suelo, los recursos del terreno, la hidrogeología, los peligros geológicos, la sedimentología, etc. El cruce e integración de toda esta información contribuye a determinar la Zonificación Ecológica - Económica (ZEE) de las regiones, estableciendo las zonas urbanas, productivas, zonas para recuperación, para protección ecológica, etc. La zonificación es la base para la elaboración de los Planes de Ordenamiento Territorial (POT).

en los peligros, sino también en la edafología, la geografía, la flora, la fauna y en la parte antrópica, es decir, en las poblacionales y en la ocupación de las ciudades. Por lo tanto, los estudios geológicos y geomorfológicos son la base para toda planificación del uso del territorio.

#### El medio físico

Se entiende por medio físico, al subsistema del medio ambiente conformado por los materiales, procesos y formas terrestres del suelo y subsuelo de composición predominantemente abiótica: suelo, roca, agua, aire y paisaje, este último en cuanto a percepción del medio (paisaje). En este medio tienen lugar una serie de procesos endógenos y exógenos que involucran tipos naturales de energía: gravitacional, solar, energía interna de la Tierra y otras, incluyendo las modificaciones resultantes de la acción biológica y humana. Para efectos del ordenamiento ambiental, el medio físico debe entenderse como fuente de recursos, soporte de actividades, receptor de residuos y generador de peligros naturales (Molina, 2007).

Como *recurso*, el medio físico es la fuente de las materias primas que el hombre utiliza o transforma en beneficio propio. Para esto, se deben conocer cuáles son esos recursos, su ubicación, la manera de aprovecharlos, etc. Finalmente, como generador de peligros es necesario conocer la distribución espacial y temporal de fenómenos como movimien-

tos en masa (deslizamientos), aluviones o avenidas torrenciales, inundaciones, volcanes, sismos, etc. (Molina, 2007).

#### Evaluación del medio físico-territorio

Para la evaluación de medio físico se plantean 3 parámetros: el paisaje, los recursos y los peligros (figura 1). Esta evaluación está basada en la construcción de mapas en base SIG que permite una fácil calificación y ponderación de los espacios. Estos espacios básicos de evaluación pueden corresponder a las unidades geomorfológicas, ya que en la práctica existe una estrecha relación entre la geomorfología, el uso de suelos, la ubicación de centros poblados, los peligros geológicos, etc. Además, la geomorfología es el componente que permite o sirve de base para la integración de las variables como suelo, agua, mineral, peligros, etc. consideradas como unidades estructurantes o integradoras que determinan sectores territoriales básicos en la evaluación del potencial del medio físico y en la toma de decisiones para su ordenamiento.

La escala de los mapas de trabajo para la evaluación, en el caso de la ZEE, es de 1:250,000. Pero puede variar de acuerdo a la extensión del territorio, a escalas con mayor detalle como son 1:200 000 o 1:100 000. Como herramientas se deben usar mapas topográficos a las escalas mencionadas e imágenes satelitales acorde con las escalas de trabajo. Para el caso de los POT, las escalas varían desde 1:25 000



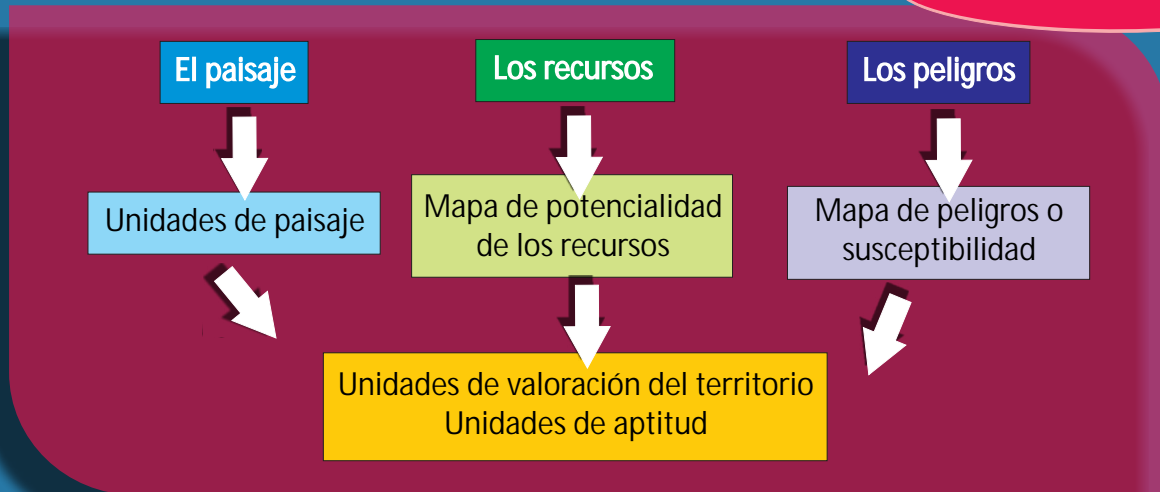


Fig. 1. Cuadro mostrando la metodología de evaluación del territorio

hasta 1:5 000 dependiendo también del espacio a evaluar.

Para la evaluación del medio físico-territorio se requiere información sobre:

- **Paisaje:** mapa topográfico, mapa de pendientes (generado a partir del mapa topográfico o de imágenes satelitales-DEM) y mapa geomorfológico, donde las unidades geomorfológicas se usan como base para la evaluación del territorio; mapa geológico o de unidades litológicas con descripción aplicada de sus características geotécnicas regionales sobre el comportamiento mecánico de los mismos y sus potencialidades como recurso, y mapa de patrimonio geológico y geoturístico, paleontológico y minero.
- **Recursos:** mapa hidrológico, mapa hidrogeológico o de litopermeabilidades, inventario de fuentes, mapas hidroquímicos con delimitación y caracterización de acuíferos, potencial hidrogeológico y calidad del agua; vulnerabilidad de acuíferos con potenciales fuentes de contaminación; mapa de áreas de interés para la explotación de recursos geotermales; mapa de inventario de recursos minerales metálicos y no metálicos, incluye materiales de construcción; mapa metalogenético y mapas de cuencas hidrocarburíferas y/o potenciales zonas de exploración y explotación petrolífera.
- **Los peligros:** mapas de peligros geológicos de movimiento en masa (deslizamientos, huaycos, derrumbes, caída de rocas, aluviones, entre otros); mapas de peligros geológicos relacionados a

• inundaciones, erosión fluvial, arenamiento, hundimientos; mapas de susceptibilidad a movimientos en masa e inundaciones; mapas de peligrosidad o amenaza (relacionados con lluvias excepcionales y sismos); mapas de peligros relacionados a tsunamis; mapa de peligros relacionados a volcanes activos; mapa de peligro sísmico.

#### Resultados de la evaluación

Como productos de la evaluación tenemos:

##### 1. Mapa de unidad de paisaje

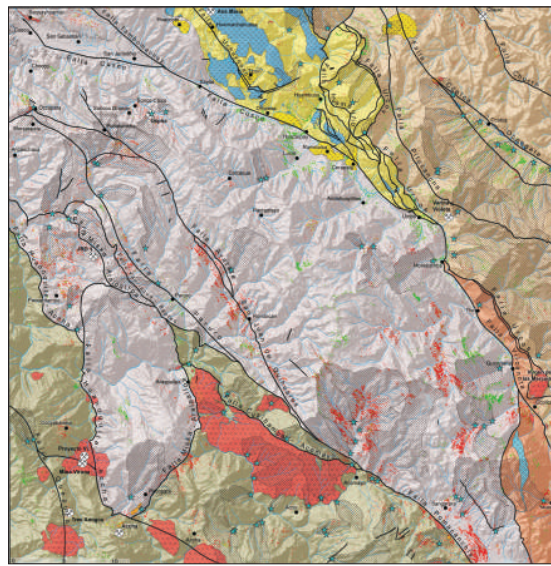
Como resultado de la evaluación de los parámetros del medio físico, incluyendo los suelos y el clima, mediante matrices o algoritmos en base SIG, se obtiene el mapa de unidades de paisaje. Este mapa resulta de la superposición y análisis valorativo de los mapas geomorfológico, geológico, patrimonio geológico, paleontológico, suelos (usos de suelo) y vegetación. Se obtienen unidades y subunidades con características territoriales similares u homogéneas.

**2. Mapa de potencialidad de los recursos "geológicos"**  
Estos mapas se obtienen a partir de la valoración de los recursos mineros, petroleros y de aguas subterráneas, y se propone para cada caso obtener mapas combinados.

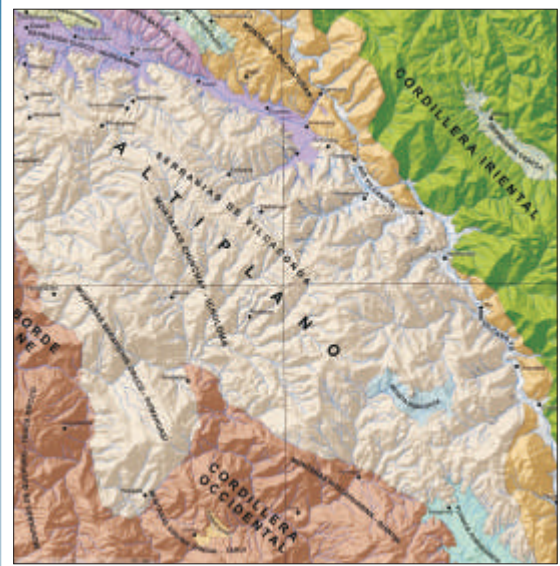
- Mapa de potencial minero
- Mapa de potencial petrolero y potencial de rocas madre y reservorio
- Mapa de potencial de aguas subterráneas

##### 3. Mapas de peligro

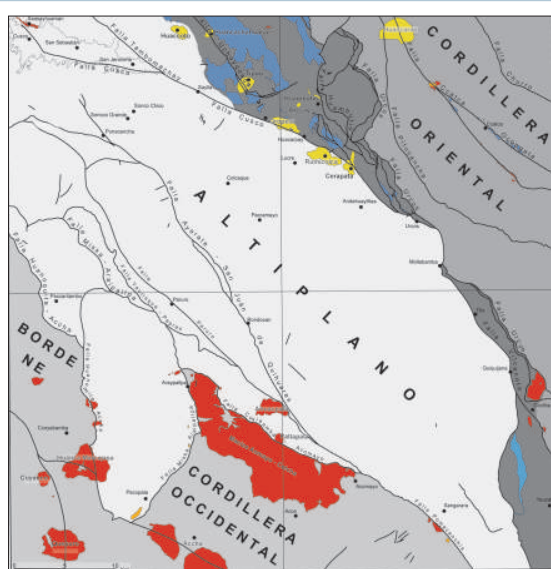
Estos mapas se pueden obtener a partir del análisis cualitativo de los mapas de factores como la



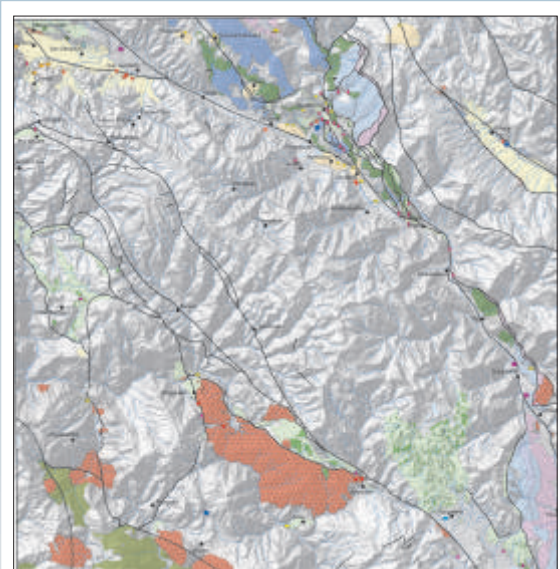
Mapa metalogenético del Cusco



Mapa Geomorfológico del Cusco



Mapa de rocas intrusivas del Cusco



Mapa de no metálicos del Cusco

INGEMMET ha preparado diversos mapas temáticos de las distintas regiones del Perú.

Aquí los correspondientes a la región Cusco, que deberían tenerse en cuenta en los procesos de ZEE y POT.

geología, la pendiente, geomorfología, inventario de peligros geológicos, uso de suelos, etc., con asignación de pesos y utilizando una matriz. A partir de parámetros establecidos se obtiene el mapa de peligros o susceptibilidad alta, medio y baja. También estos mapas pueden ser obtenidos a partir de programas especializados como el FLO 2D, que simula inundaciones y aluviones.

#### Valoración del territorio

La integración de los mapas de paisaje más los mapas de potencial de recursos geológicos y los

mapas de peligros permite obtener mapas de unidades de valoración de territorio, donde se puede identificar y clasificar unidades homogéneas que se pueden llamar Unidades de Aptitud, en las que se puede hacer una clasificación de zonas con características similares en cuanto a la calidad y cantidad de sus recursos naturales (como los mineros, suelos, disponibilidad de agua, ventaja climática, agrícola, forestal, pastizales, etc.) y las limitaciones o la fragilidad de los recursos (incluyendo los peligros geológicos, depredación de bosques, pastos, suelos, contaminación de acuíferos, etc.).

Se puede obtener unidades de aptitud alta, media, baja, muy baja, etc., dependiendo de las variables a utilizar. Cada unidad debe tener su valoración para determinar su protección, usos y aprovechamientos, para lo cual se recomienda tener en cuenta las siguientes consideraciones:

•Aptitud

- Aptitud actual o potencial: agrícola, forestal, pastizales, minera.
- Protección: áreas paisajísticas, humedales, patrimonio geológico, paleontológico.
- Recuperación: grandes áreas depredadas.

•Potencialidad natural

Característica de los recursos naturales que permiten el desarrollo de la aptitud: la pendiente, el suelo, las ventajas climáticas, la disponibilidad del agua, el paisaje, etc.

•Limitaciones

Limitaciones o fragilidad de los recursos naturales para el desarrollo de la aptitud: principalmente los peligros geológicos, depredación bosques, pastos, suelos, y depredación de la biodiversidad, contaminación de acuíferos, etc.

Integración de mapas para la ZEE y para los POT  
Los mapas de unidades de valoración de territorio son integrados con los mapas de unidades de

valoración del medio biológico, de esta manera se obtienen los mapas de ZEE, los cuales a su vez al integrarse a los mapas de valoración económica producen mapas de zonificación ecológica y económica.

En cuanto a los POT, los mapas de unidades de valoración de del territorio son integrados con mapas de unidades de paisaje construido, unidades de paisaje productivo y unidades de paisaje socio cultural. Finalmente, se hace un mapa síntesis para áreas y tipos de intervención prioritarias y para los lineamientos generales de ordenamiento y gestión, como es el caso del valle sur del Huatanay (Centro Guamán Poma de Ayala, 2006).

REFERENCIAS

Carlotto, V., Fidel, L. & Chirif, H. (2010). La geología en la planificación del territorio: guía para la zonificación ecológica económica. Archivo técnico INGEMMET, 6 p.

Centro Guamán Poma de Ayala (2006). Aportes al Plan de Acondicionamiento Territorial del Valle Sur del Huatanay-Cusco. Centro Guaman Poma de Ayala, 29 p.

Molina, J. M. (2007). Consideraciones del subsuelo en el ordenamiento territorial. Tesis Doctoral en Recursos Naturales y medio Ambiente. Universidad Politécnica de Cataluña Manvesa.

# El dato geológico

## GLOSARIO DE MINERALES

Español	Inglés	Fórmula química	Dureza (Mohs)	Densidad (g/cm3)
1. Acantita	Acanthite	Ag <sub>2</sub> S	2-2,5	7,24
2. Actinolita	Actinolite	Ca <sub>2</sub> (Mg,Fe) <sub>5</sub> Si <sub>8</sub> O <sub>22</sub> (OH) <sub>2</sub>	5,5-6	3,2
3. Adularia	Adularia	KAlSi <sub>3</sub> O <sub>8</sub>	6,0	2,6
4. Alabandita	Alabandite	Mn <sup>2+</sup> S	3,5-4	3,99
5. Alunita	Alunite	KAl <sub>3</sub> (SO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> (OH) <sub>6</sub>	3,5-4	2,6-2,9
6. Amatista	Amethyst	SiO <sub>2</sub>	7	2,6
7. Anhidrita	Anhydrite	CaSO <sub>4</sub>	3,5	2,97
8. Antimonio	Antimony	Sb	3 – 3,5	6,6 – 6,7
9. Apatita	Apatite	Ca <sub>5</sub> (PO <sub>4</sub> ) <sub>3</sub> (F,Cl,OH)	5	3,1-3,2
10. Aragonita	Aragonite	CaCO <sub>3</sub>	3,5-4	2,93

Recopilado por: Mercedes Vitteri Quiroz



# Terremoto y tsunami en Japón: efectos y lecciones que aprender

Jersy Mariño

Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico  
jmarino@ingemmet.gob.pe

La noche del 11 de marzo todos los noticieros nos traían imágenes del devastador sismo ocurrido en Japón y avisos del posible tsunami. Sin duda este episodio trajo dolor, angustia e incertidumbre para los japoneses y para el mundo entero, pero también muchas lecciones que deberíamos poner en práctica.

## El desastre

El último 11 de marzo, a las 14:46 hora local (05:46 UTC), se produjo un devastador terremoto en Japón, cuyo epicentro se localizó aproximadamente a 330 km al noreste de Tokio. El terremoto fue de magnitud 9,0 grados  $M_w$ , lo cual lo convierte en el sismo más violento jamás registrado en Japón, así como el cuarto de mayor magnitud en la historia de la humanidad. Según el Servicio Meteorológico del Japón, el terremoto habría producido un desplazamiento horizontal de la isla de 2.4 m y pudo haber generado una zona de ruptura de 400 km de longitud y 200 km de ancho. El terremoto en mención también originó un tsunami, que alcanzó hasta 10 m de alto, y golpeó principalmente la costa del Japón. Por otro lado, como consecuencia del sismo la central nuclear de Fukushima quedó sin suministro eléctrico y sin refrigeración, dañándose seriamente cuatro de los seis reactores de dicha central. Luego de 30 días, el gobierno del Japón admitió que el desastre en la planta nuclear es de

nivel 7, el más alto en la Escala Internacional Nuclear y de Sucesos Radiológicos (INES).

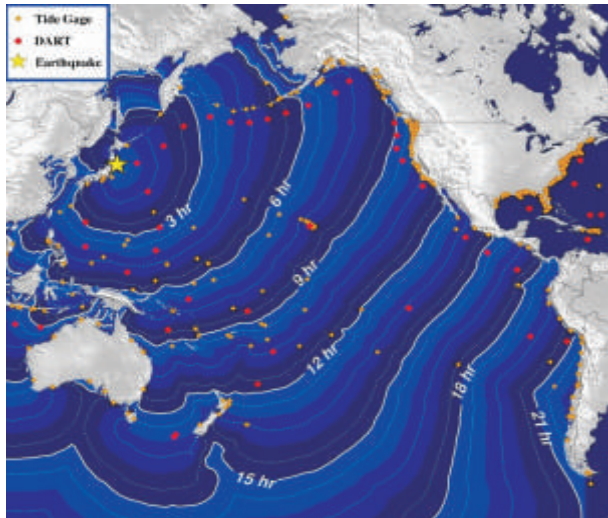
## Las víctimas

Poco después del terremoto y tsunami, solo en Sendai y Fukushima fueron evacuados alrededor de 700 y 500 mil habitantes respectivamente, en el segundo caso ante el temor de una fuga radiactiva. En total cerca de 1.5 millones de personas han sido evacuadas.

Luego de dos meses de ocurrido el terremoto, el 11 de mayo la Agencia Nacional de Policía de Japón, reportó 14,949 personas fallecidas y 9,880 desaparecidos. Asimismo, el reporte da cuenta que actualmente se encuentran cerca de 117,000 personas en refugios temporales y se han contabilizado

## EL DATO

Entre el 2010 y 2011 se registraron cuatro grandes sismos en el mundo: Haití (7,3 grados), Chile (8,8), Japón (9) y España (5,2). Todos con resultados y reacciones diferentes dependiendo de la ubicación de las zonas afectadas, pero principalmente del grado de preparación de las sociedades antes los desastres.



Ubicación del epicentro del terremoto del 11 de marzo de 2011 y hora de arribo del tsunami a las costas del Océano Pacífico. El tsunami llegó a EE.UU luego de 6 horas y a territorio peruano después de 19 horas. Fuente: NOAA.

zado casi 440,000 damnificados. Según el gobierno japonés, más de 1.5 millones de hogares han perdido el acceso a suministros de agua. Desde el punto de vista humanitario, la situación sigue siendo crítica, ya que los afectados están enfrentados al frío, a la escasez de alimentos, agua y electricidad en varios refugios.

El terremoto, el tsunami y la economía japonesa  
El 13 de abril último, el gobierno de Japón admitió que el devastador sismo y tsunami han debilitado su economía. Se han constatado efectos negativos en las exportaciones, producción industrial y consumo privado, después de que el desastre y la posterior crisis nuclear interrumpieran las cadenas de suministros.

El impacto en la industria automotriz grafica de manera elocuente los efectos negativos del desastre en la economía nipona. Toyota, el primer fabricante de automóviles del mundo, será desplazado por General Motors el 2011. Toyota anunció a fines de abril que su producción en Japón bajó en marzo un 62,7%, respecto al mismo mes del año anterior. Todo el sector está afectado. La producción de Nissan en Japón bajó en marzo un 52,4%, la de Honda un 62,9%, la de Mitsubishi un 25,7% y la de Mazda un 53,6%.

Además el Fondo Monetario Internacional (FMI) afirmó el 3 de mayo que el desastre dejará un impacto equivalente a entre el 3 y 5% del producto



Devastación y muerte generada por el sismo y tsunami, principalmente en ciudades de la costa noreste del Japón. Fuente: Y. Shimbun.

bruto interno del Japón. Por su parte, el pasado 30 de abril, la cámara baja del Parlamento Japonés aprobó un primer presupuesto de emergencia para iniciar la reconstrucción, el cual asciende a US\$ 48,500 millones. Este monto será destinado para la reconstrucción de carreteras, puertos y restauración de terrenos agrícolas, construcción de viviendas temporales, recojo de escombros, pago de indemnizaciones, entre otros.

Sin embargo, especialistas de BBVA y Barclays Capital estiman que las pérdidas se ubicarían entre US\$ 120,000 y 148,000 millones, sin incluir las pérdidas originadas por la crisis nuclear de Fukushima. Algunas estimaciones indican que las pérdidas totales ascenderían a US\$ 300,000 millones. Sin lugar a dudas, la recuperación significa-



Nuestro país es una zona susceptible a la ocurrencia de desastres.

rá el mayor esfuerzo que enfrente la economía japonesa después de la II Guerra Mundial.

Los peligros geológicos en el Perú y lecciones que debemos aprender

A lo largo de los siglos Japón ha construido una sólida cultura de prevención, que les ha permitido salir a flote rápidamente luego de cada desastre. Basta señalar como ejemplos la muerte de 100,000 personas durante el terremoto del año 1923, o la muerte de más de 100,000 habitantes de Hiroshima y Nagasaki causadas por las bombas nucleares al final de la II Guerra Mundial. En la sociedad japonesa existe la convicción de que se van a recuperar, lo han hecho muchas veces en la historia y esta vez no será la excepción.

Algunos especialistas afirman que un sismo con similares características al sucedido en el Japón el 11 de marzo último, más temprano que tarde ocurrirá en el Perú. El territorio peruano también se encuentra en una región con una geodinámica muy activa, lo cual nos expone a múltiples peligros geológicos, tales como sismos, tsunamis, movimientos en masa (deslizamientos, derrumbes, flujos de lodo) y erupciones volcánicas. Solo recordemos el terremoto y posterior aluvión de Ancash de 1970, que dejó más de 80,000 muertos; o la erupción del volcán Huaynaputina el año 1600 D.C, que afectó todo el sur peruano y provocó más de 1,500 muertos.

Por otro lado, las condiciones culturales y sociales en el Perú son totalmente distintas a las de Japón. Nuestro país es altamente vulnerable frente a los peligros geológicos, por tanto el riesgo de que ocurra un desastre es muy alto. Cito algunos ejemplos críticos: a) la especialista Flor de María Valladolid señala que "durante un sismo con un grado de liberación de energía mayor a 8 grados en la escala de Richter, colapsarían la totalidad de las edificaciones declaradas ruinosas e inhabitables en Lima Cercado", además afirma que "a nivel nacional más del 80% de las edificaciones se construyen sin estudios previos ni planos de arquitectura ni ingeniería" (Caretas 2119) ; b) nuestras grandes ciudades vienen experimentando un crecimiento caótico, poco planificado y sin considerar criterios de gestión de riesgos.

Por ejemplo Arequipa, pasó de tener alrededor de 100 mil habitantes en la década de los 50', a casi 1 millón en el 2011. Parte importante del crecimiento urbano se ha dado en zonas de alto peligro volcánico, cerca al volcán Misti. Tenemos muchos ejemplos similares que se dibujan en todo nuestro territorio.

Las instituciones geocientíficas y su rol en los procesos de reducción de riesgos de desastres Hoy estamos convencidos que los desastres no son naturales, son consecuencia del impacto de procesos naturales destructivos sobre situaciones de vulnerabilidad, es decir los desastres son condicio-



El INGEMMET tiene como misión realizar estudios de peligros geológicos y difundir esa información a la sociedad



Charla sobre riesgos en Matucana, Lima

nados principalmente por factores culturales, económicos y sociales. Por ejemplo, el sismo de Haití (2010) originó alrededor de 316,000 muertos, mientras que a consecuencia del sismo de Chile (2010) murieron 525 personas, a pesar que el segundo sismo fue de mucha mayor magnitud.

Pero también hoy sabemos que la implementación de adecuadas políticas de Estado pueden reducir de manera significativa los efectos de un desastre. La reducción de riesgos de desastres es una tarea compleja, que requiere de la participación de todos los actores de nuestra sociedad. En este contexto, la ciencia geológica y puntualmente las instituciones geocientíficas tienen una importante responsabilidad. Las instituciones del conocimiento estudian y monitorean los fenómenos naturales peligrosos a fin de comprender la naturaleza de estos y su impacto en el medio ambiente y la sociedad.

Uno de los productos más importantes de estos estudios son los *mapas de zonificación de peligros*. Estos mapas nos muestran cuáles son las zonas más seguras o más peligrosas frente a determinados procesos geológicos destructivos, por tanto son herramientas fundamentales para planificar el crecimiento de nuestras ciudades, para la implementación de proyectos de infraestructura, entre otros. Por otro lado, los trabajos de monitoreo o vigilancia, tienen como objetivo central conocer ¿cuándo? un fenómeno geológico peligroso ocurrirá, a fin de emitir alertas tempranas a la población que podría ser afectada.

La realidad muestra que gran parte de los estudios que se vienen efectuando no están contribuyendo de manera efectiva a reducir los riesgos de desastres en el Perú. Muchos de los mapas de peligros,



Ingreso de escolares al "Centro de Sensibilización Para la Gestión de Riesgos", inaugurado el 2010 en Arequipa.

boletines o informes terminan en bibliotecas especializadas, y muy pocas veces llegan a los usuarios mejor indicados, que son los funcionarios de los gobiernos locales y regionales, miembros de los comités de Defensa Civil, planificadores, empresas privadas y población. Hacen falta muchos más esfuerzos para socializar la información que generamos, y sobre todo para hacer el seguimiento de su correcta y oportuna utilización. Estos esfuerzos deben ser transversales a las actividades habituales de investigación.

Algunos avances en la reducción de riesgos de desastres en el Perú

En los últimos años se han dado algunos avances positivos, que han propiciado un mayor y mejor acercamiento entre las instituciones geocientíficas y la sociedad. Uno de los casos más resaltantes son los logros del Proyecto Multinacional Andino: Geociencias Para las Comunidades Andinas (PMA: GCA), donde participó el INGEMMET y muchas otras instituciones geocientíficas de Sudamérica.

El objetivo de dicho proyecto fue contribuir a mejorar la calidad de vida de las comunidades de los Andes mediante la generación, transferencia y aplicación de conocimiento sobre peligros geológicos. Fue un proyecto con una filosofía innovadora. Cito algunos ejemplos de logros alcanzados con esta nueva forma de trabajo:

- La reciente creación del *Centro de Sensibilización Para la Gestión de Riesgos* en Arequipa, que por su carácter integral es el primero en Latinoamérica. El Centro de Sensibilización está orientado a escolares y universitarios, su objetivo central es generar una cultura de prevención a través de la educación. Se ha logrado acercar el conocimiento científico a la población de una manera sencilla y atractiva. Se

cuenta con 7 salas temáticas, resaltan, la sala de riesgo sísmico, tsunamis, cambio climático y riesgo volcánico, esta última implementada por el INGEMMET.

- La exitosa gestión de la crisis originada por la erupción del volcán Ubinas entre los años 2006 y 2009, como resultado de un trabajo conjunto entre gobiernos regionales y locales, el INDECI y las instituciones geocientíficas (INGEMMET, IGP, UNSA). Por primera vez en la historia de nuestro país, se implementó una evacuación planificada de poblaciones enteras asentadas en zonas de riesgo, hacia refugios temporales adecuadamente implementados, donde permanecieron durante más de un año.

- La difusión masiva en la ciudad de Arequipa, del mapa de peligros del volcán Misti elaborado por el INGEMMET. Hasta la fecha se han distribuido más de tres mil mapas. Hoy cuentan con esta herramienta instituciones educativas, municipalidades, hospitales, empresas mineras, constructoras, etc. Para su adecuada comprensión se organizaron un sin número de charlas y talleres.

- Como resultado de un cabal entendimiento del significado y utilidad del mapa de peligros del volcán Misti, varias municipalidades de Arequipa han emitido ordenanzas (leyes locales) para reducir el riesgo de desastre. Una de ellas "dispone que el mapa de peligros del volcán Misti sea un documento cartográfico de consulta obligada en la implementación del ordenamiento territorial y planificación del desarrollo de la ciudad de Arequipa" (Ordenanza Nro. 658). Asimismo, la ordenanza emitida por el municipio de Alto Selva Alegre, que prohíbe el crecimiento urbano de dicho distrito en zonas de alto peligro volcánico (Ordenanza Nro. 201-MDASA).

- La organización de 5 foros internacionales sobre el peligro volcánico y sísmico, entre los años 2005 y 2010, donde participaron más de 2 mil personas de la región sur. Lo resaltante de dichos foros, es que se constituyeron en espacios de encuentro entre la comunidad geocientífica y la sociedad. Como resultado, hoy varios gobiernos regionales y locales vienen diseñando planes de evacuación ante erupciones volcánicas, con el asesoramiento técnico del INGEMMET.

## EL DATO

Muchas veces se confunden los conceptos de peligro, riesgo y vulnerabilidad. Aquí un alcance para entender mejor cada uno de estos términos que intervienen en la reducción de desastres:

- **Peligro natural:** Fenómeno natural que puede ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud, al igual que daños a la propiedad, la pérdida de medios de sustento y de servicios, trastornos sociales y económicos, o daños ambientales.
- **Vulnerabilidad:** Las características y las circunstancias de una comunidad, sistema o bien que los hacen susceptibles a los efectos dañinos de una amenaza. Están condicionadas por aspectos físicos, sociales, económicos y ambientales.
- **Riesgo:** La combinación de la probabilidad de que se produzca un evento y sus consecuencias negativas. Es decir, se estima en función del peligro y la vulnerabilidad.

Fuente: Estrategia Internacional Para la Reducción de Desastres (EIRD).

### Reflexiones finales

Tenemos algunos avances en el Perú, pero queda mucho por hacer. Los desastres sucedidos en Haití y Chile el 2010, así como en Japón este 2011, y la presencia de recurrentes peligros geológicos en nuestro territorio, deben llevarnos a la reflexión, considerar que trabajar en el tema del riesgo geológico debe ser prioritario en nuestro país. Requerimos de mayor inversión del Estado para realizar trabajos de evaluación y monitoreo de los peligros geológicos y una mayor inversión en capacitación, en implementación de laboratorios, en compra de equipos de monitoreo, entre otros.

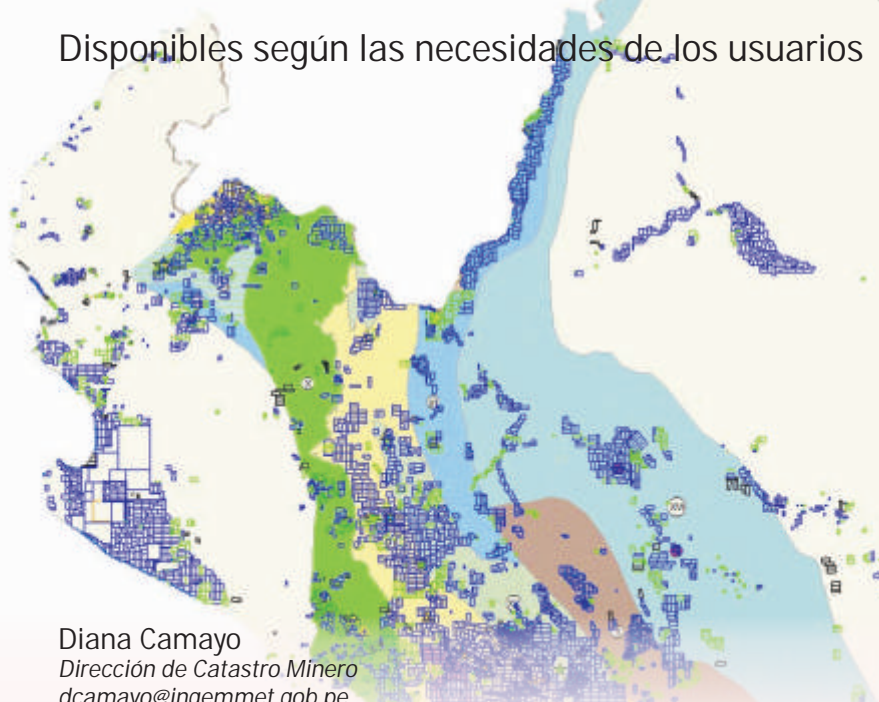
La construcción de una cultura de prevención, así como la incorporación de la variable "riesgo geológico", en el ordenamiento territorial, en la planificación de nuestras ciudades y la construcción de obras de infraestructura, posibilitarán un desarrollo sostenible de nuestro país.

Fuentes: Agencia Meteorológica del Japón, USGS, NOAA, Agencia Nacional de Policía de Japón, FMI, BBVA, Barclays Capital, Caretas, La Nación, El País.





Disponibles según las necesidades de los usuarios



Diana Camayo  
Dirección de Catastro Minero  
dcamayo@ingemmet.gob.pe

## Planos catastrales mineros: guía para inversionistas y autoridades

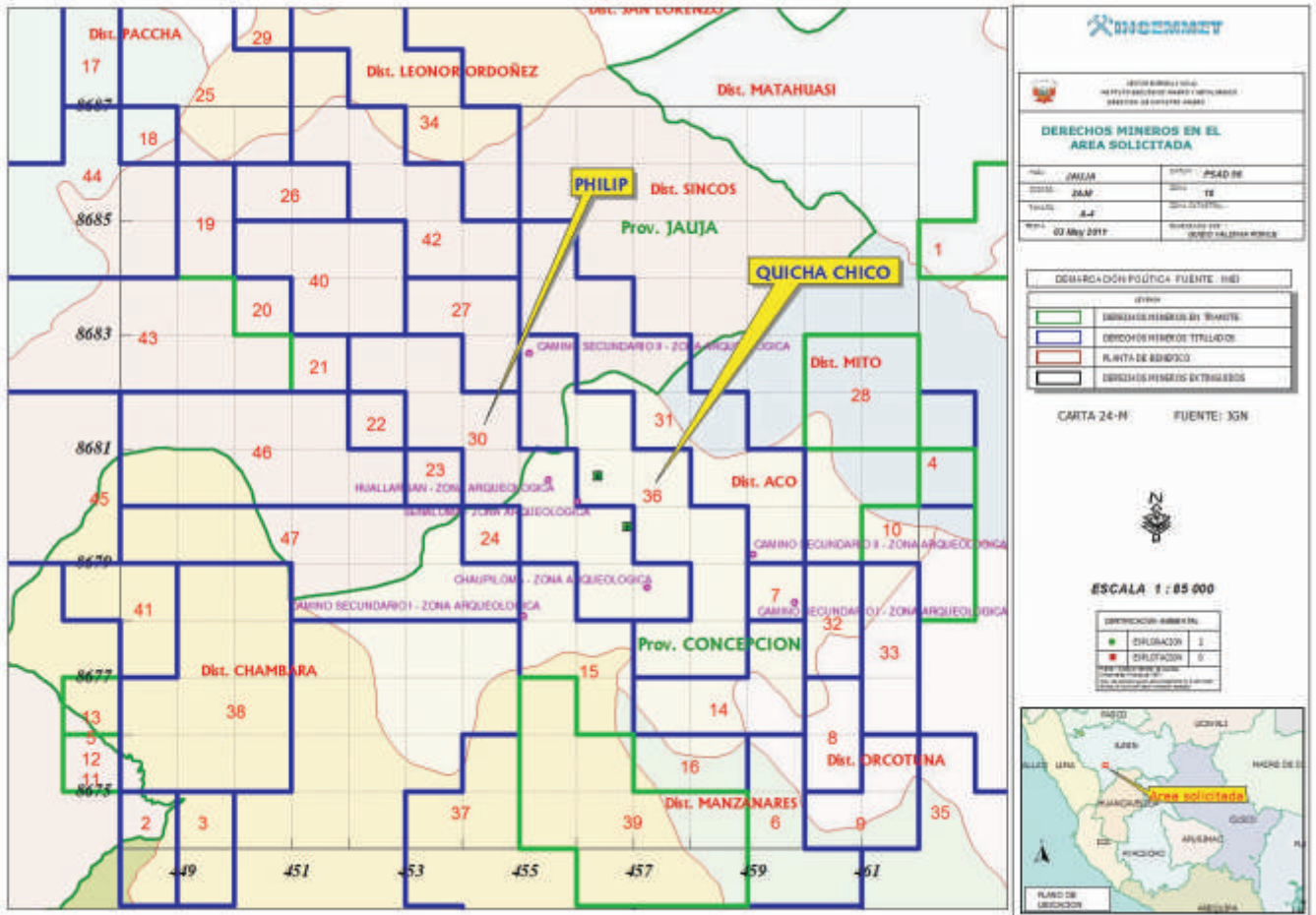
Un plano catastral minero es la representación gráfica, a una escala determinada, que representa los derechos mineros y áreas restringidas para la actividad minera permitiendo a los usuarios (empresas mineras, entidades públicas, titulares de concesiones mineras, personas naturales o jurídicas) identificar la ubicación geográfica de los derechos mineros y áreas restringidas para la actividad minera, las superposiciones de derechos mineros y las áreas restringidas que podría tener el área de su interés antes de la formulación de un petitorio minero. También permite verificar las áreas libres para solicitar nuevos petitorios; la cantidad de derechos mineros en trámite, titulados y extinguidos que existen en un determinado distrito, provincia o departamento; y las certificaciones ambientales de exploración y explotación.

La Dirección de Catastro Minero y los órganos desconcentrados del INGEMMET son los encargados de la elaboración de los planos catastrales mineros y de áreas restringidas para la actividad minera para la atención al público. Esta información puede solicitarse en versión impresa y/o digital (shape o JPG), en formatos A-4 (extensión máxima: 16 x 16 km), formato A-2 (extensión máxima: 32 x 32 km) y formato A-0 (extensión máxima: 56 x 56 km). También pueden generarse planos con características especiales a pedido de los usuarios y pueden contener información adicional de centros poblados, ríos, lagos, etc.

En los planos catastrales mineros se grafican los derechos mineros diferenciados por distintos colores: titulados (color azul), en trámite (color verde), extinguidos (color negro). Asimismo, se grafican las canteras afectadas al Estado y plantas de beneficio (color marrón). En cada plano se identifica a los derechos mineros con un número aleatorio; áreas restringidas para la actividad minera y coordenadas UTM referidas al Datum Geodésico PSAD56.

Por otro lado, el plano catastral minero es acompañado de un listado de derechos mineros que contiene información sobre:

- El Código del Derecho Minero (conjunto de números o números y letras, asignado a cada derecho minero para su identificación).
- El nombre del derecho minero (nombre asignado para identificar un derecho minero).
- El estado del derecho minero (indica si el derecho minero se encuentra titulado, en trámite o extinguido).
- El titular referencial (persona natural y/o jurídica que solicita un petitorio minero o a favor de quien la autoridad minera otorga un título de concesión minera).
- La sustancia (metálica o no metálica, según corresponda).
- Las hectáreas (se indica el número de hectáreas del derecho minero).



La Dirección de Catastro Minero prepara mapas catastrales según solicitud de los usuarios.

- La ubicación geográfica del derecho minero (indica nombre del distrito, provincia y departamento donde se ubica el derecho minero).

De otro lado, los elementos básicos que tiene todo plano catastral minero son los siguientes:

a) El Datum, que es como el punto de partida o la posición de la referencia para los levantamientos definidos por la latitud, longitud del punto de origen, acimut, radio ecuatorial y achatamiento de la Tierra expresado en cantidad numérica o geométrica. Cabe indicar que todo el Sistema Catastral Minero se encuentra referido al Datum PSAD56 (Provisional South American Datum 1956).

b) La zona UTM es cada uno de los segmentos de 8° de latitud y 6° de longitud en los que se divide un huso de la red UTM. El Perú se ubica en las zonas 17, 18 y 19.

c) El código y nombre de la Carta Nacional. La Carta Nacional es un documento cartográfico del territorio

nacional que ha dividido al país en 500 cuadrángulos identificados con un código y nombre respectivo. Es elaborado por el Instituto Geográfico Nacional (IGN).

d) La escala es la relación de distancias entre el plano y el terreno que figura en los planos catastrales mineros.

e) La fecha de elaboración del plano, es importante consignar la fecha de elaboración del plano en la medida que la información del Catastro Minero Nacional sea permanente actualizada.

Adicionalmente, el plano catastral minero cuenta con información referencial sobre certificaciones ambientales de exploración y explotación, así como información de planes de minado proporcionado por la Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros y la Dirección General de Minería del MEM, respectivamente.

Además, con el fin de orientar adecuadamente respecto al Procedimiento Ordinario Minero, en los

planos catastrales mineros se indican las siguientes cláusulas de salvaguarda:

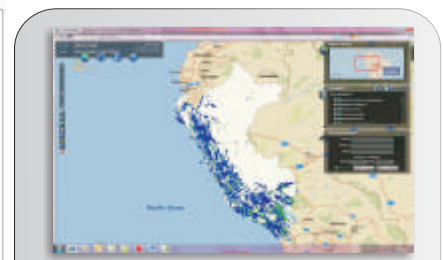
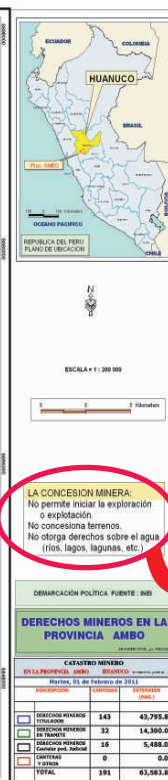
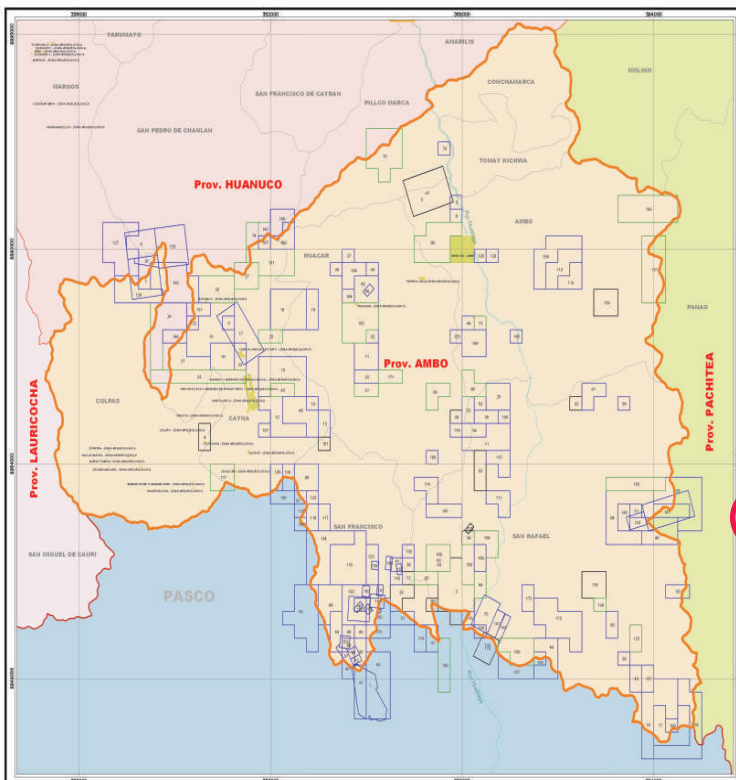
1. *La información sobre Áreas Restringidas a la Actividad Minera (Áreas Naturales, Zonas Urbanas y de Expansión Urbana, Zonas Arqueológicas, Proyectos Especiales, Reserva Turística y otras) que se grafica en el plano catastral, tiene carácter referencial, toda vez que su administración corresponde a otras entidades. Su actualización se efectúa de acuerdo a la información que dichas entidades remiten al INGEMMET.*
2. *La Concesión minera:*
  - *No otorga derechos sobre la tierra o el predio.*
  - *No otorga derechos sobre el agua.*
  - *No autoriza iniciar ninguna actividad de exploración o explotación.*
  - *No requiere la expedición previa de una certificación ambiental.*

Finalmente, cabe señalar que los planos catastrales mineros que se generan para la atención al público se encuentran regulados en el Texto Único de Procedimientos Administrativos (TUPA) del INGEMMET, aprobado por Resolución Ministerial N.º 598-2007-MEM/DM.

## EL DATO

Usted puede solicitar su plano catastral siguiendo los siguientes pasos:

1. Solicitar en el Área de Consulta Técnica del Módulo de Atención al Público el Formato DC-F-005 de "Venta de Planos", salvo para el plano en tamaño A-4 que no requiere este formato y será impreso allí mismo.
2. Efectuar el pago correspondiente en la Caja del INGEMMET o en el Banco de la Nación Cta. Corriente N° 000-282707 (soles).
3. Presentar en la Unidad de Administración Documentaria y Archivo o en los Órganos Desconcentrados: el Formato DC-F-005 de "Venta de Planos" debidamente llenado o una solicitud dirigida a la Dirección de Catastro Minero del INGEMMET y el recibo de pago por concepto del archivo digital o plano.
4. Recoger el CD con la información requerida o plano catastral en la Unidad de Administración Documentaria y Archivo o en los Órganos Desconcentrados.



<http://geocatmin.ingemmet.gob.pe>

También se puede consultar el catastro minero a través del GEOCATMIN. Las actualizaciones de derechos y áreas restringidas son diarias y a tiempo real. El acceso es libre y se puede realizar la búsqueda de un derecho con el nombre del titular, el código y/o el nombre del derecho.

Los mapas catastrales mineros hacen hincapié en que la concesión minera no permite la exploración ni explotación del área sin que el titular haya obtenido antes los permisos ambientales y sociales correspondientes. La concesión no da derechos sobre el terreno superficial, el uso del agua, etc.

INGEMMET posee 5 órganos desconcentrados en Trujillo, Cusco, Arequipa, Puno y Madre de Dios

## Órganos desconcentrados: contribuyendo con el desarrollo minero a través de las regiones

Juan Retamozo  
Coordinador de los Órganos Desconcentrados  
jretamozo@ingemmet.gob.pe

“El Perú es un país minero, y este sector es muy importante para la economía peruana”. Esta es una afirmación que escuchamos con frecuencia. Sin embargo, muchas veces la población civil no la comprende con claridad, y no se sabe por qué dicha afirmación es válida. ¿Cómo podemos medir la importancia de la minería en el aspecto económico y social de nuestro país? Empecemos por la parte más objetiva y que todo el mundo entiende: el dinero.

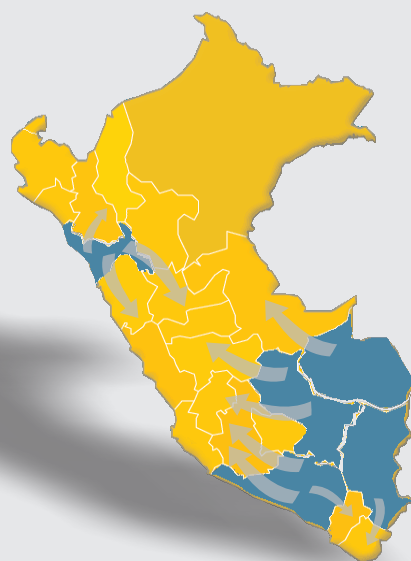
### La minería y el PBI

El producto bruto interno (PBI), que es la sumatoria de todos los bienes y servicios producidos en el país, para el año 2010 fue de US\$ 139 200 millones. La minería representó un 5,5% de este total, lo que equivale a US\$ 7 305 millones.

El gráfico 1 muestra el desarrollo del PBI desde el año 1999, con US\$ 50 000 millones, hasta el 2010, con US\$ 139 200 millones. Esto significa que en 12 años se creció 2,28 veces. En el caso de la minería, los US\$ 2 743 millones de 1999 pasaron a ser US\$ 7 305 millones en el 2010, es decir, se incrementó 2,66 veces.

### La minería, el gran exportador

En el 2010, el Perú exportó un total de US\$ 35 550 millones y la minería contribuyó con US\$ 21 730 millones, es decir, el 61,1% del total exportado, más de dos tercios. Como vemos, la importancia que la minería tiene en la generación de divisas en moneda extranjera es vital para la economía del país, pues nos permite tener moneda extranjera para poder importar los bienes y servicios que el país necesita para continuar su desarrollo. En el gráfico 2 se muestra el desarrollo de las exportaciones del Perú desde 1999 hasta el año 2010. En este periodo, las exportaciones del país crecieron en 5,8 veces. En ese mismo periodo, las exportaciones de la minería



crecieron en 7,2 veces. Todo este desarrollo económico es el resultado de la estabilidad política, la mejora del panorama para las inversiones, la mejora de los procesos para invertir y la difusión de la información correspondiente a la geología y el catastro nacional.

¿Cómo interviene el INGEMMET en el sector minero?

El INGEMMET participa activamente en el desarrollo de la minería en el Perú, con los dos grandes roles asignados por el sector Energía y Minas a nuestra institución. Estos roles son:

**Rol promotor.** Se realizan estudios geológicos por medio de la recolección, compilación, procesamiento, preparación y difusión de la información confiable sobre las ciencias de la Tierra, los minerales y los recursos naturales del territorio peruano.

**Rol concedente.** Por medio del Procedimiento Ordinario Minero, otorgamos concesiones mineras a las personas naturales o jurídicas que lo soliciten, utilizando un sistema de última tecnología.

El objetivo de ambos roles es el promover la inversión nacional o extranjera para el desarrollo de la minería nacional.

### El compromiso con las regiones

Uno de los objetivos del INGEMMET es que las regiones sean partícipes del proceso de desarrollo minero, por ello estos roles se deben desconcentrar, para llegar en forma más efectiva a los Gobiernos

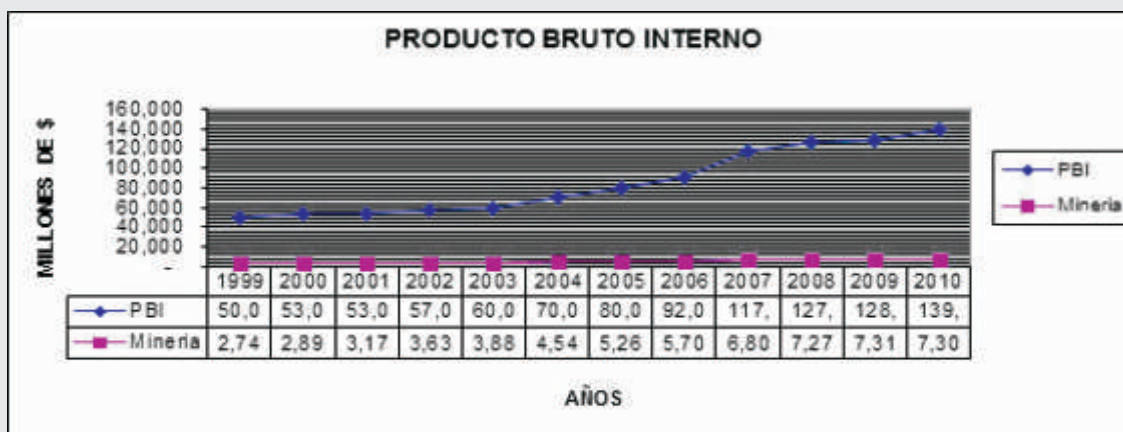


Gráfico 1. Fuente: Banco Central de Reserva (BCR), Bolsa de Valores de Lima (BVL)



Gráfico 2. Fuente: Banco Central de Reserva (BCR)

regionales. Para ello, el INGEMMET cuenta con cinco órganos desconcentrados ubicados en las siguientes ciudades: Trujillo, Puno, Cusco, Arequipa y Madre de Dios. Estas oficinas están siendo fortalecidas con personal, y equipos necesarios para poder brindar el apoyo adecuado a los Gobiernos regionales, en las responsabilidades transferidas a ellas en los siguientes campos:

1. Concesiones a la pequeña minería y minería artesanal
2. Inventario de recursos minerales
3. Zonificación económica y ecológica para culminar el Plan de Ordenamiento Territorial.

Finalmente, los órganos desconcentrados del INGEMMET tienen la responsabilidad de difundir toda la información que la institución genera en las áreas de Geología, Concesiones, Catastro y Derecho de Vigencia hacia los diferentes estratos de los Gobiernos regionales, provinciales, distritales, y comunidades del país. Las charlas y los talleres

programados serán uno de los medios a través de los cuales se difundirán estos conocimientos.

De igual forma, se difundirá y promocionará el Sistema de Información Geológico y Catastral Minero (GEOCATMIN), que es un sistema GIS (Sistema de Información Geográfica, por sus siglas en inglés) disponible gratuitamente a través de nuestra web. El objetivo de esta herramienta es brindar información geológica y catastral al sector minero, los Gobiernos regionales y locales, las instituciones públicas y privadas, entre otros; promoviendo de este modo la inversión de capitales nacionales y extranjeros en el sector minero.

Este sistema permite visualizar de manera fácil y sencilla la información correspondiente a las áreas de la Carta Nacional: geología económica, geología ambiental, concesiones, catastro minero derechos de vigencia, boletines geológicos y otros temas relacionados, en una forma gráfica y con actualizaciones en tiempo real. Para acceder solo se tiene que consultar: <http://geocatmin.ingemmet.gob.pe>.



# Fortaleciendo el desarrollo minero regional



Del 30 de mayo al 3 de junio el INGEMMET realizará el I Taller sobre Procedimiento Ordinario Minero (POM) y Registro de Información dirigido a los profesionales de las Direcciones de Energía y Minas (DREM) de todo el país. Este evento tiene por objetivo fortalecer las capacidades administrativas de quienes dirigen el POM desde las regiones con la finalidad de mejorar la eficacia del proceso para los inversionistas mineros.

Este primer taller es parte del Programa de Capacitación que ejecuta el INGEMMET buscando fortalecer la minería nacional a partir de los Pequeños Productores Mineros (PPM) y Productores Mineros Artesanales (PMA), quienes inician sus trámites en cada una de las DREM.

El taller contará con presentaciones técnicas de los profesionales del INGEMMET, espacios para que los participantes puedan poner en práctica lo aprendido y evaluaciones que medirán el desempeño de los asistentes. A continuación un resumen y explicación de los temas que se desarrollarán:

### Catastro Minero

Uno de los objetivos de las presentaciones de la Dirección de Catastro minero es explicar a los asistentes los elementos geodésicos básicos para la evaluación de expedientes mineros, paso fundamental para el otorgamiento de concesiones. También se abordarán los pasos para el ingreso y mantenimiento de la data gráfica que deben proporcionar los Gobiernos Regionales en función a la evaluación de expedientes de los PPM y PMA.

Otros temas fundamentales serán los elementos para el registro de información en el SIDEMCAT (Sistema de Derechos Mineros y Catastro) y la instrucción sobre áreas restringidas a la actividad minera.

Entre los puntos que la Dirección de Catastro Minero incluirá en sus exposiciones tenemos:

- Sistemas de coordenadas
- Sistemas y marcos de referencia
- Generalidades sobre GPS
- Ingreso de petitorios al Sistema Gráfico
- Actualización de coordenadas por reducción, fraccionamiento, división, etc.
- Actualización de estados de los derechos mineros
- Eliminación del sistema gráfico de derechos mineros.
- Incorporación al Catastro Minero de concesiones mineras.
- Áreas restringidas a la actividad minera.

En la parte práctica, se ha considerado interactuar con los asistentes a través del SIDEMCAT y otros aplicativos informáticos a fin de desarrollar casos todo lo explicado en la parte teórica.

### Concesiones Mineras

La Dirección de Concesiones Mineras del INGEMMET tendrá a su cargo dos días del taller, en los cuales se hará un recorrido rápido y sustancioso por los temas claves del POM: la evaluación técnica, la evaluación legal y el registro de información. Cada uno de estos puntos posee subtemas que serán



Pasos fundamentales del Procedimiento Ordinario Minero (POM): la solicitud del petitorio, la evaluación técnica y legal, el otorgamiento de la concesión y el pago del derecho de vigencia.

reforzados con sus respectivas horas de práctica. Aquí los principales:

- Sistema de cuadrículas y las zonas UTM.
- Derechos mineros formulados con anterioridad al Decreto Legislativo 708.
- Determinación de áreas simultaneas.
- Casos especiales
- Elaboración del Informe Técnico Final.

Petitorios observados

- Origen y tipo de información a registrar: INGEMMET (Resoluciones, actualizaciones, modificaciones), etc.
- Módulo utilizado para el ingreso de la información.

Derecho de Vigencia y Penalidad

El Derecho de Vigencia consiste en el pago anual que realiza todo titular de cualquier concesión minera, sea de gran, mediana, pequeña minería o de minería artesanal; para el mantenimiento de su condición de titular sobre el área concesionada.

Si bien este es un proceso que desarrolla el INGEMMET y nos las DREMs, es importante que las autoridades regionales tengan una visión completa del procedimiento minero para poder asesorar y absolver las dudas de los usuarios mineros.

Las presentaciones a cargo de la Dirección de Derecho de Vigencia incluirán básicamente los siguientes puntos:

- Explicación sobre las modalidades y el plazo para el pago del Derecho de Vigencia y Penalidad y su acreditación.
- El trámite para la expedición del certificado de devolución por ambas obligaciones,.
- Las resoluciones de no pago, las exclusiones y las caducidades colectivas e individuales.
- El mantenimiento y actualización de las condiciones de Pequeño Productor Minero y Productor Minero Artesanal.

Administración documentaria y archivo

Este apartado incluirá nociones generales sobre: la recepción y registro de petitorios, las notificaciones, el consentimiento y la digitalización de expedientes. Todos estos aspectos fundamentales para el correcto registro y archivo de la documentación minera, que el INGEMMET dirige a través de la Unidad de Administración Documentario y Archivo (UADA). En la actualidad la eficacia del sistema utilizado por UADA permite que los titulares puedan acceder a documentos digitalizados a través de la web. Entre los puntos principales que se abordarán en esta sesión, tenemos:

- Consideraciones para la recepción de petitorios.
- Requisitos de la solicitud de petitorios
- Proceso de generación de códigos y constancias de recepción,
- Registro de datos de la solicitud, foliación, formación de expediente, reportes y Actas.
- Proceso de generación de código de barras y constancia de recepción.
- Ingreso de datos de los escritos al SIDEMCAT, , reporte al SIDEMCAT.
- Clasificación de los escritos y verificación de requisitos del TUPA. Recepción de escritos e

Cabe resaltar que posteriormente al evento todas estas presentaciones (y el video de las mismas) estarán a disponibilidad del público a través de nuestra web (<http://www.ingemmet.gob.pe/>)

## EL DATO

El taller incluirá también una exposición sobre el Sistema de Información Catastral Minero, GEOCATMIN, herramienta informativa básica que los gobiernos regionales deben explotar.

# Ley de Catastro cumplió 15 años promoviendo el desarrollo minero

El 9 de junio INGEMMET organizó una ceremonia en conmemoración de los 15 años de la promulgación de la Ley de Catastro Minero (Ley 26615), norma que es la base para la administración gráfica de los derechos mineros en nuestro país. En dicho evento estuvieron presentes el viceministro de Minas, Fernando Gala Soldevilla, el presidente del Consejo Directivo del INGEMMET, Walter Casquino Rey, y otras figuras del sector minero que hicieron posible la publicación de esta Ley.

Al respecto de la norma el Ing. Gala señaló: "Al disponerse, mediante esta ley, que se incluyera en el sistema de cuadrículas, mediante coordenadas UTM oficiales, a todos los derechos mineros preexistentes al Decreto Legislativo N° 708A, se colocó la primera piedra de un sistema integral, homogéneo y coherente para el ordenamiento administración gráfica de los derechos mineros. De esta forma se inició el Catastro Minero Nacional, que ahora es considerado un logro admirable por expertos de países de diverso grado tecnológico y gran tradición minera, como Chile y Australia, entre otros".

Asimismo el ing. Casquino resaltó que gracias a la Ley de Catastro hoy podemos ver que "los resultados han excedido las mejores expectativas que se tuvieron de dicha actitud pionera e innovadora. Las exportaciones de minerales se han multiplicado de 2,00 millones a 20,000 millones de dólares y las



Ing. Casquino haciendo entrega del Atlas Catastral Minero al Viceministro de Minas en aniversario de la Ley de Catastro

Reservas Internacionales Netas han subido de 4,000 millones a 44,000 millones de dólares".

En el evento participó también el Ing. William Hanco, director de Sistemas de Información del INGEMMET, quien expuso el tema "GEOCATMIN: descripción y usos", a través del cual explicó que el Sistema Geológico y Catastral Minero (GEOCATMIN) permite el acceso a información catastral minera peruana desde cualquier parte de mundo, y de manera gratuita, a través del enlace: <http://geocatmin.ingemmet.gob.pe/>

Este sistema es el resultado de un constante proceso de mejora del catastro minero y de la información catastral que se le brinda al usuario para promover la inversión minera en el país. Además cabe resaltar que en esta plataforma virtual el usuario encontrará también información geológica, hidrogeológica, geoquímica, catastro de áreas restringidas, peligros geológicos, etc.

Al término de la ceremonia se le entregó al Vice ministro el Atlas de Catastro Minero 2011 en versión impresa, mientras que a todos los asistentes de les obsequió una versión virtual del mismo.

Próximamente

## II SIMPOSIO INTERNACIONAL SOBRE ROCAS Y MINERALES INDUSTRIALES

Huancayo, Perú – 17 y 18 de Noviembre, 2011

Organiza:



Informes:

adiaz@ingemmet.gob.pe  
jramírez@ingemmet.gob.pe

mcarpio@ingemmet.gob.pe  
mwitteri@ingemmet.gob.pe





Canal por internet transmite presentaciones técnicas de nuestros profesionales

# INGEMMET para todos

TVI INGEMMET, el canal de por internet creado para difundir la geociencia y el catastro minero peruano a personas de todo el mundo gracias a las posibilidades de la red, lleva hasta la fecha 4 transmisiones, que se pueden ver desde el enlace: <http://ingemmet.gob.pe/tvi/>. Aquí un resumen de las presentaciones:

## Catastro Minero en el Perú

• Esta presentación, transmitida el 1 de abril, fue una réplica de la ponencia presentada en Chile, en la Reunión del Grupo de Trabajo Binacional en la que participaron representantes del Sector Energía y Minas de nuestro país. La presentación estuvo a cargo del Ing. César Salazar, director de Catastro Minero del INGEMMET, quien abordó los siguientes temas:

- Sistema catastral minero peruano
- Procedimiento ordinario minero
- Catastro de áreas restringidas
- Canales de difusión del catastro minero

## GEOCATMIN: usos y posibilidades

Esta presentación abordó el concepto, componentes, objetivos y funcionalidades del Sistema de Información Geológico y Catastral Minero (GEOCATMIN). Fue presentada el 15 de abril y estuvo a cargo del Ing. William Hanco, director de Sistemas de Información del INGEMMET y creador del sistema.

## Producción y recursos de oro, plata y cobre en las franjas metalogenéticas del Perú

El Ing. Jorge Acosta, a cargo del programa de Metalogenia de la Dirección de Recursos Minerales, expuso este tema el pasado 29 de abril. En la presentación se tocaron los siguientes aspectos:

- La producción histórica y actual de oro, plata y cobre en nuestro país
- La distribución de la producción por franjas metalogenéticas



- La distribución de las reservas y recursos por tipo de yacimiento.

## La cuenca Santiago: nuevos resultados de la exploración geológica de superficie

Esta presentación, transmitida el 13 de mayo, estuvo a cargo del Ing. César Chacaltana, coordinador del Área de Paleontología del INGEMMET. El objetivo de la misma fue dar a conocer los nuevos mapas cartografiados de la región Amazonas, que ocupan las áreas relacionadas a esta cuenca y las nuevas interpretaciones de su evolución geológica a partir de los nuevos datos y registros estratigráficos y estructurales de campo.



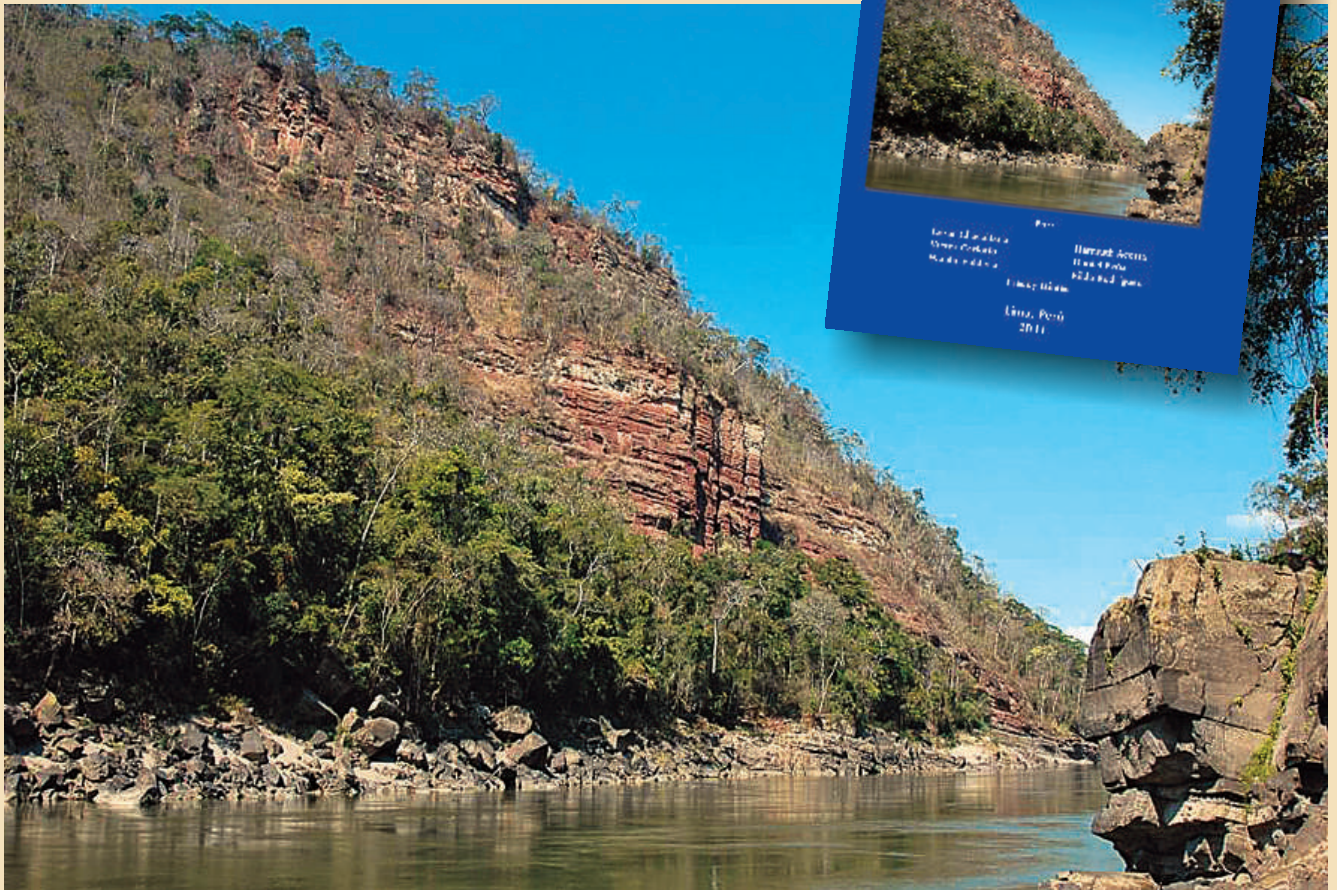
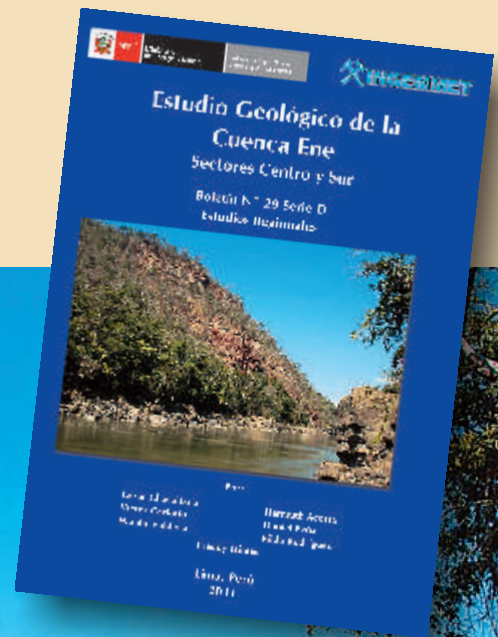
Todas las presentaciones se pueden descargar desde nuestra web

## EL DATO

Las presentaciones se realizan todos los viernes cada dos semanas y las invitaciones se envían vía e-mail. Para recibir nuestras alertas, solo tiene que solicitarlo al correo: [jreyes@ingemmet.gob.pe](mailto:jreyes@ingemmet.gob.pe).

Boletín 29 D considera a la zona como de alto atractivo hidrocarbúfero

## Nueva publicación: Estudio geológico de la cuenca Ene



En el 2005 el INGEMMET inició los estudios geológicos relacionados a la evaluación de cuencas con potencial de hidrocarburos en el Perú. Uno de los lugares investigados es el que corresponde a la cuenca del río Ene (Junín), específicamente en sus zonas centro y sur, entre las localidades de Satipo, Puerto Ocopa, el Pongo de Paquitzapango y Boca Anapati.

Gracias a la revisión bibliográfica (en la que destacan los documentos elaborados por PETROPERU) y a las labores de campo se pudieron actualizar los cuadrángulos de Satipo, Puerto Prado, Quiteni y Cutuvireni. Además se realizó la revisión estratigráfica y de control estructural, estableciéndose así las posibilidades petrolíferas de la zona.

### EL DATO

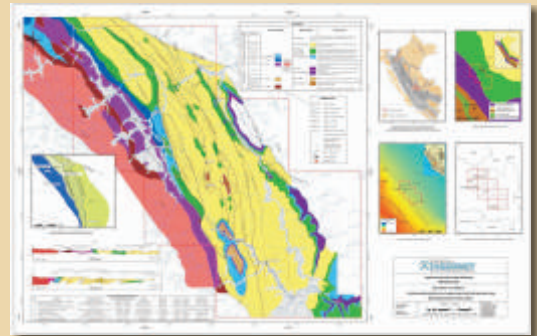
La cuenca en su conjunto presenta condiciones necesarias para considerarse como una cuenca petrolífera, debido principalmente a la pila sedimentaria de más de 6 000 m que la constituye, y a su configuración estructural que es el resultado de la tectogénesis andina y la existencia de afloramientos de petróleo.

- Entre los resultados del estudio podemos apuntar:
- La zona se ha dividido geológicamente en dos dominios tectonoestratigráficos (Dominios Oeste

y Este), los mismos que limitan por un gran accidente estructural: la falla Morona.

- En el Dominio Oeste aflora la Formación Contaya, el Grupo Ambo, el Grupo Mitu y el Grupo Pucará. Mientras que el Dominio Este (dividido en tres bloques) está conformado por el Grupo Cabanillas, el Grupo Ambo, el Grupo Copacabana, la Formación Ene, la Formación Sarayaquillo, el Grupo Oriente y las formaciones Chonta y Vivian.
- Estructuralmente la cuenca Ene presenta un rumbo predominante NO-SE, y en conjunto está definida por una serie de fallas y pliegues de dirección NO-SE, con algunas flexiones NE-SO. Las fallas en general son inversas y de alto ángulo de superficie, y tienen vergencia al E. Los pliegues presentan una ligera vergencia al NE, a veces se encuentran tumbados y en su mayoría están fallados.

Para obtener el estudio completo solo tiene que acercarse a la oficina de ventas del INGEMMET (Av. Canadá 1470 – San Borja). El boletín incluye un mapa geológico estructural de la cuenca estudiada.



Para cualquier consulta sobre el contenido del boletín escribir a los correos: [vcarlo@ingemmet.gob.pe](mailto:vcarlo@ingemmet.gob.pe) o [cchacaltana@ingemmet.gob.pe](mailto:cchacaltana@ingemmet.gob.pe).

## Proyectos mineros se pueden visualizar desde el GEOCATMIN

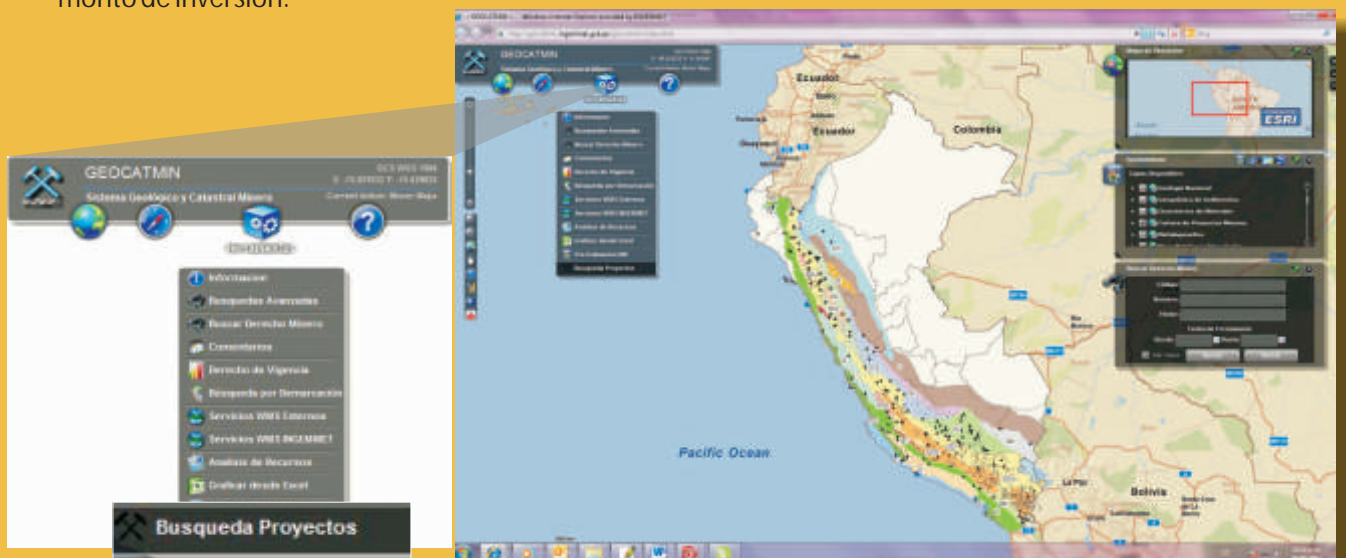
Atendiendo el pedido de los usuarios, los profesionales del INGEMMET han incorporado una capa más al Sistema Geológico Catastral Minero, GEOCATMIN. La capa denominada "CARTERA DE PROYECTOS MINEROS" brindará información sobre los complejos mineros en operación, proyecto y cierre, además de los siguientes campos:

- Estructuras circulares
- Empresa, unidad, departamento, franja metalogenetica, tipo de depósito, sustancia y monto de inversión.

Esta información referencial estará disponible gratuitamente a través de nuestra web y será actualizada y verificada con los datos que las empresas envíen al INGEMMET.

Usted podrá acceder a esta nueva funcionalidad a través de la barra de herramientas del GEOCATMIN.

<http://geocatmin.ingemmet.gob.pe>



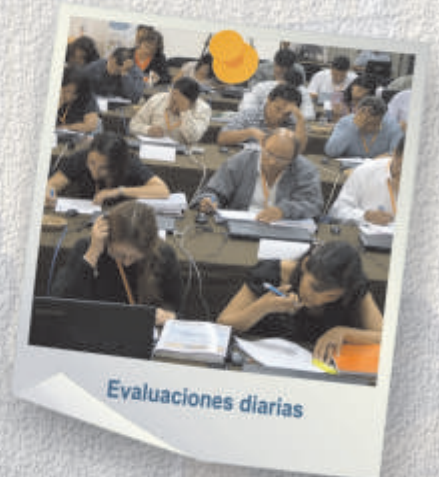
## TALLER DE CAPACITACIÓN DE PROCEDIMIENTO ORDINARIO MINERO Y REGISTRO DE INFORMACIÓN



Participación activa



Inauguración



Evaluaciones diarias

Así se desarrolló el 1er. TALLER SOBRE PROCEDIMIENTO ORDINARIO MINERO (POM) organizado por el INGEMMET del 30 de mayo al 3 de junio en el Club de la Contraloría General de la República. Este evento de capacitación contó con la participación de 61 profesionales de las Direcciones Regionales de Energía y Minas (DREM) de todo el país, quienes son los encargados de administrar el POM para los pequeños productores mineros y los productores mineros artesanales.



Jeanette Fluker  
1º puesto

Durante la semana de capacitación los profesionales asistieron a exposiciones y talleres relacionados con el registro de información, el Catastro Minero, las Concesiones Mineras y el Derecho de Vigencia. También se otorgó un reconocimiento a los mejores alumnos, quienes fueron: Jeanette Fluker de la DREM Madre de Dios (Primer Puesto), Luis Reynoso de la DREM Lima (Segundo Puesto), y Marina Tirado de la DREM La Libertad y Bertha Wong de la DREM Huánuco (ambas en el Tercer Puesto).



Luis Reynoso  
2º puesto

### PROXIMAMENTE:

Taller "Evaluación de Recursos  
Minerales Metálicos  
y No-Metálicos Regionales".