



PERÚ

Ministerio
de Energía y Minas

Instituto Geológico Minero
y Metalúrgico - INGEMMET

INGEMMET

Revista Institucional
Material de divulgación general

Año 3 N° 14- diciembre 2011

Foto carátula: Gilberto Zavala

Participación del INGEMMET en ZEE y OT de la región de Arequipa p. 5
Geoparques: una propuesta para el desarrollo de geoturismo en el Peru p. 11
Dominios geotectónicos para detectar zonas de interés metalogénico p. 21
Mas de 8000 petitorios y 70 millones de dólares distribuidos... p. 34

UNIDAD DE RELACIONES INSTITUCIONALES

DIRECTOR (E)

Giovanna Alfaro Olivera

COMITÉ EDITOR

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

EDICIÓN GENERAL

Jackeline Reyes Infantes
Giovanna Alfaro Olivera

EDICIÓN GRÁFICA

Nuria Chambi Moloche

CORRECCIÓN DE ESTILO

María del Carmen La Torre

DISEÑO DE INTERIORES

Ana Luis Andrade

FOTOGRAFÍA

Archivo INGEMMET

COLABORADORES

Bilberto Zavala Carrión
Carla Chávez Palomino
Domingo Ramos Palomino
Edu Taipe Maquerhua
Fluquer Peña Laureano
Jersy Marifño Salazar
Juan Retamozo Belsuzarri
Humberto Chirif Rivera
Lalo Delgado Ruelas
Lionel Fidel Smoll
Luis Vargas Rodríguez
Luisa Macedo Franco
Miriam Mamani Huisa
Pablo Masías Álvarez
Pedro Navarro Colque
Sandra Villacorta Chambi
Víctor Carlotto Caillaux
Yaneth Antayhua Vera

Hecho en el Depósito Legal en la Biblioteca Nacional del Perú N°2011-05103

Contenido

3

Editorial

Actividad minera y consulta previa.

5

Geociencias

Participación del INGEMMET en la zonificación económica - ecológica y ordenamiento territorial de la región Arequipa.

- Geoparques: una propuesta para el desarrollo del geoturismo en el Perú
- Chamana: el bosque que se convirtió en roca.
- Dominios geotectónicos para detectar zonas de interés metalogenético.
- Monitoreo del Misti: vigilando el volcán.

34

Catastro y Minería

- Más de 8000 petitorios y 70 millones de dólares distribuidos entre enero y octubre del 2011.

37

Generando capacidades

- INGEMMET capacita al país en geología y minería.
- Pasantías para los servicios geológicos de Chile y Ecuador.
- Primer taller geológico - minero para docentes.

40

INGEMMET difunde

- Boletín del cuadrángulo del Olmos se presentó en Piura.
- A 20 años de la Ley que permitió el desarrollo del sector minero.
- Simposio promovió el desarrollo de la minería no metálica.

44

Novedades

- Geoquímica de la cuenca del río Pisco.
- Geología de Choquequirao.



Contacto

comunicacion@ingemmet.gob.pe

Giovanna Alfaro / galfaro@ingemmet.gob.pe
Jackeline Reyes / jreyes@ingemmet.gob.pe

Los retos de INGEMMET: Balance del año 2011

Vivimos días difíciles. Parecería que los peruanos somos muy felices saboreando a Gastón, y otros indicadores de éxito que hemos tenido este año, pero a la hora de identificar y establecer el orden de prioridades que nos permitan construir una nación feliz, no logramos ponernos de acuerdo.

Para vencer a los grandes enemigos que tenemos durante toda la vida, como son las enfermedades, la ignorancia, la pobreza y la violencia en todas sus formas, debemos revisar cómo nos organizamos como nación, es decir, como estamos en gobernabilidad.

En particular, para avanzar en la solución de los problemas que enfrentan los estratos de la gran, mediana y pequeña minería, nos interesa comentar cómo se encuentra nuestra gobernabilidad minera.

Para mejorar cualquier cosa, debemos revisar cuatro aspectos: la tecnología, los procedimientos, la capacitación y la organización.

El actual estado del arte demanda que la tecnología se centre principalmente en la informática. La informática se compone de infraestructura, hardware, software, base de datos, y medios para separar “la paja del trigo”, facilitando el proceso de toma de decisiones que permitan que las organizaciones se desarrollen. Desarrollar significa crecer en productividad o sea producir más y mejor con menos recursos. Es una lucha interminable, adoptando el lema olímpico de cada vez más alto, más rápido, más diestro. En nuestro caso, cómo hacemos para producir cada día más, de mejor calidad y más barato.

La capacitación debe seguir el lema “que a la escuela se entra una vez, pero no se sale nunca”. Toda la vida

debe ser un permanente proceso de aumentar conocimientos técnicos y humanísticos, para ser cada día más. Este esfuerzo es individual y colectivo, en forma escolarizada y no-escolarizada. Es decir, todas las organizaciones deberían tener una estrategia para educar tanto a su personal, como a sus clientes y en general a los que lo rodean. No se puede tener un organismo sano en un medio enfermo. Si seguimos esta política, el tener cada día más, se dará por añadidura.

La organización debe estar en permanente evolución, en función de la magnitud de los problemas que deben encararse. Los problemas cambian y las organizaciones deben adaptarse para hacer frente a esta evolución. A lo largo de nuestra vida, tenemos diferentes tipos de problemas.

Del trompo, a los amigos, a la independencia económica, a la formación de familia, al desarrollo del ego, al bienestar, vamos cambiando de prioridades, casi sin darnos cuenta. Lo que alguna vez fue prioritario, ahora resulta trivial, y a esto le llamamos “vida”. Al igual que en la guerra, debemos prepararnos para enfrentar diferentes adversarios. La estrategia para enfrentarlos depende, en gran parte, de las características del enemigo. La organización militar para enfrentar a Hitler, es diferente de la que se requiere para enfrentar a Sadam Hussein.

La organización que se diseñó para atraer las inversiones mineras de hace veinte años atrás, no puede mantenerse para enfrentar a los adversarios de hoy, que son la informalidad; las brechas económicas y sociales que dividen nuestra nación, y que se originan por haber crecido desordenadamente, la necesaria intercambiabilidad de los capitales naturales, artificiales y ambientales para permitir el



desarrollo, la vigencia del estado de derecho a lo largo y ancho de nuestro excitante territorio; la falta de liderazgo; el aumento del capital social para que las organizaciones sean eficaces; y la consulta a nuestros hermanos indígenas como herramienta que nos ayudará a incluirlos en nuestro común destino hacia el desarrollo (¿Lo será?).

INGEMMET debe descentralizar sus funciones para que las 24 regiones jueguen el mismo ajedrez que hemos diseñado. Los alfiles se mueven diagonalmente y las torres se mueven en línea recta. Estas reglas tienen que ser cumplidas por todos y el reto es que salgan muchos hermanos Cori en todo el territorio. Es decir, que cada región lo haga mejor que la otra, PERO TODOS siguiendo las reglas que definen al juego de ajedrez.

Por su lado, la Dirección General de Minería (DGM) debe organizarse para expedir los permisos o "licencias de construcción", una vez que los mineros hayan cumplido, o se comprometan a cumplir, con los parámetros de seguridad, cuidado ambiental y de convivencia pacífica establecidos por los organismos competentes.

También la DGM debe integrar y liderar los esfuerzos del Estado para atraer a las reglas del estado de derecho a ese inmenso grupo de peruanos, los informales, que siempre se ha pretendido ignorar, en la creencia que cuando caiga el precio del oro desaparecerán como por arte de magia. Pero estas reglas tienen que estar hechas a medida de las capacidades de cada minero, grande o pequeño, aluvial o filoneano, con caterpillar o sin pilas.

En otro orden de cosas, no existe organismo del Estado que conozca mejor al sujeto y al objeto de la actividad minera que la DGM, por lo que la fiscalización de las normas de seguridad y de cuidado ambiental podrán encargarse en su aplicación a terceros, pero la obligación de "dar cuenta" a la sociedad peruana de cómo se cumplen estas actividades, debe mantenerse dentro de las funciones de la DGM.

Los procedimientos, deben tener en cuenta que el problema no reside en ser autónomo o independiente, o seguidor de órdenes, sino que todos los miembros

del equipo tenemos diferente grado de participación en los acontecimientos. Unos deben tomar decisiones, otros deben ser consultados, con poder de veto o sin él, y otros tienen derecho a ser informados. No se concibe un equipo de fútbol en el que el recogebolas no tenga idea de la importancia del partido que se va a jugar. El flujo de información formal e informal en una institución es similar al flujo de la sangre en el cuerpo humano. Es vital para mantener el dinamismo. Muchas veces me he preguntado si no sería necesario contratar a un gerente de flujo de información pertinente. En las organizaciones públicas este factor es determinante de éxito.

Con estas ideas en mente creo que todos en INGEMMET podremos seguir construyendo una organización pública modelo que pueda eventualmente cumplir con el anhelo de concesionar el íntegro del territorio peruano, bajo el principio que es una obligación moral de los peruanos descubrir todo el potencial positivo y negativo que tiene nuestro subsuelo. De este modo, se cumpliría el anhelo de entregar a cada usuario minero su título con la información geológica a escala 1:50,000. En ese momento, podremos decir, con mucho orgullo, que somos una nación plenamente consciente del potencial que encierra su suelo y su subsuelo.

Cuidemos a INGEMMET. Es tarea de todos, directivos, ingenieros, abogados, secretarías, sindicato, CAFAE, etc.

INGEMMET se puede asimilar a una gallina que pone huevos de oro, en un país en el que la mayoría de organizaciones pone huevos de plástico. Ha sido un buen año, pero recordemos que se vienen años difíciles en que debemos complementar el rol del sector minero de concesionar, licenciar y fiscalizar todas las posibilidades mineras de nuestro territorio.

Tenemos que vencer la pobreza que agobia al 40% de nuestros conciudadanos y el cuidado ambiental vendrá por añadidura. Así ha sucedido tradicionalmente en la humanidad y debemos insistir en esa orientación histórica.

Que tengan ustedes un próspero año 2012 en unión de quienes ustedes aprecian.

Walter Casquino
22 diciembre de 2011



Participación del INGEMMET en la zonificación económica-ecológica y ordenamiento territorial de la región Arequipa

Jersy Mariño ⁽¹⁾, Juan Retamozo ⁽²⁾, Humberto Chirif ⁽³⁾, Lionel Fidel ⁽¹⁾, Victor Carlotto ⁽⁴⁾,
Fluquer Peña ⁽¹⁾, Bilberto Zavala ⁽¹⁾, Lalo Delgado ⁽²⁾, Luisa Macedo ⁽¹⁾,
Carla Chávez ⁽²⁾ y Sandra Villacorta ⁽¹⁾.

⁽¹⁾Dirección de Geología Ambiental y Riesgo geológico

⁽²⁾Órgano Desconcentrado de INGEMMET en Arequipa

⁽³⁾Dirección de Recursos Minerales y Energéticos

⁽⁴⁾Dirección de Geología Regional

El INGEMMET genera un importante número de mapas temáticos que son útiles para los procesos de Zonificación Ecológica-Económica y Ordenamiento Territorial (ZEE-OT). Es la institución técnico-científica del Estado que más mapas proporciona para estos procesos, abarcando cerca de 7 áreas temáticas diferentes. El siguiente artículo grafica el papel del INGEMMET en estos procesos, y más concretamente, los avances realizados en la región Arequipa.

Introducción

Nuestro país posee una gran diversidad geográfica y biológica en la que se han conformado sociedades y culturas muy diversas. El heterogéneo territorio peruano tiene como columna vertebral a la cordillera de los Andes que genera zonas de vida muy variadas. En el pasado existieron numerosos testimonios de la armoniosa relación lograda entre las sociedades humanas y la naturaleza; sin embargo, esta armonía se ha roto en las últimas décadas. Como ejemplo, tenemos el acelerado y desordenado crecimiento de nuestras principales ciudades como producto del centralismo. Esta masiva inmigración de ciudadanos viene generando ciudades con carencia de servicios básicos, una alta contaminación y un importante riesgo de desastre. En resumen, ciudades insostenibles.

Por otro lado, durante los últimos años se han producido fuertes conflictos entre las poblaciones locales y las empresas mineras. Según Postigo (2006) “varios de estos conflictos se han planteado como una oposición entre agricultura y mine-

ría, y en ellos se sostiene que el desarrollo minero sería incompatible con el desarrollo agrícola”. Lamentablemente estos conflictos han logrado paralizar importantes proyectos mineros (Chirif, 2010). En este contexto, la Zonificación Ecológica-Económica y el Ordenamiento Territorial (ZEE-OT) puede ser un instrumento que permita prevenir los conflictos, pues define tanto los espacios asignados para desarrollar las actividades agrícolas y mineras. Claro está que para garantizar ello se necesita una ZEE-OT bien elaborada, realizada con la participación activa de instituciones técnico-científicas durante todas las fases del proceso.

Por las consideraciones citadas, una de las Políticas de Estado del Acuerdo Nacional, la Décimo Novena, sobre Desarrollo Sostenible y Gestión Ambiental, establece el compromiso a integrar la política nacional ambiental con las políticas económicas, sociales, culturales y de ordenamiento territorial; para contribuir a superar la pobreza y lograr el desarrollo sostenible de nuestro país.

DATO

¿Qué es la zonificación económica ecológica (ZEE)?

Es un proceso de sectorización de un territorio con criterios ecológicos (físicos y biológicos), sociales, económicos y culturales. La ZEE es un proceso dinámico y flexible para la identificación de diferentes alternativas de uso sostenible de un territorio determinado, basado en la evaluación de sus potencialidades y limitaciones (Decreto Supremo 087-2004-PCM). La ZEE es un instrumento técnico y orientador del uso sostenible de un territorio y de sus recursos naturales.

¿Para qué sirve la zonificación económica ecológica (ZEE)?

- Para evaluar las potencialidades y limitaciones del territorio, para distintas alternativas de uso.
- Para orientar la toma de decisiones sobre los mejores usos del territorio, considerando las necesidades de la población y en armonía con el ambiente.
- La ZEE es un insumo indispensable para el Ordenamiento Territorial (OT).

¿Qué es el ordenamiento territorial (OT)?

El OT es entendido como un proceso técnico-político, que basado en la ZEE, define la asignación de usos territoriales y la ocupación ordenada del territorio de acuerdo con sus características ambientales, económicas culturales y sociales (D.S. N° 045-2001-PCM, D.S. N° 008-2005-PCM).

¿Para qué sirve el ordenamiento territorial (OT)?

- Para promover el aprovechamiento racional del espacio y los recursos naturales.
- Para prevenir, mitigar y suprimir el crecimiento desarticulado, el uso y abuso del espacio y sus recursos.
- Para prevenir conflictos socioambientales, muy frecuentes en estos días en el Perú.

Procesos de Zonificación Ecológica-Económica y Ordenamiento Territorial (ZEE-OT) en el Perú

Desde finales del Siglo XX y comienzos del presente siglo, se han iniciado varios procesos de ZEE-OT en el Perú. Algunos procesos han llegado a su fin y otros están en curso. Podemos citar como ejemplos la macro zonificación de la Región Cajamarca, la meso zonificación de las regiones Piura, Cusco, Madre de Dios, San Martín, Tacna, Moquegua y Arequipa; así como, de los ríos Apurímac y Ene, y la cuenca binacional Chira-Catamayo. También se vienen desarrollando procesos de ZEE-OT a nivel de micro zonificación; es decir, a nivel de distrito o provincia.

Una de las características comunes en casi todos los procesos de ZEE-OT que se hallan en fase avanzada es la ausencia o limitada participación de entidades técnico-científicas del Estado Peruano, quienes tienen competencia directa en la generación de los mapas temáticos, insumos fundamentales para una buena ZEE-OT. Esta ausencia viene originando serios problemas, los cuales podemos resumir en:

- Procesos de ZEE basados fundamentalmente en criterios políticos, con un bajo componente técnico y científico.

- Participación de consultoras, que adquieren información generada por las entidades del Estado, realizan su propia interpretación, la venden a un mayor precio y toman decisiones técnicas bajo su criterio.
- Participación preponderante de Organismos No Gubernamentales (las ONG), con una agenda parcializada y sesgada, contra principalmente actividades extractivas.
- Ausencia de entidades técnico-científicas del Estado en las instancias de toma de decisiones para la ZEE-OT. Dichas instancias de decisión son asumidas normalmente por consultoras privadas y ONG.
- Procesos de ZEE-OT como medio para oponerse a algunas actividades económicas, especialmente a la actividad minera.

El papel relevante del INGEMMET para los procesos de ZEE y OT

Siendo la ZEE-OT un proceso de sectorización de un territorio con criterios físicos, biológicos, sociales, económicos y culturales; el INGEMMET, el servicio geológico y minero de nuestro país, posee información relevante, principalmente para las variables físicas (Carlotto, et al., 2010) y económicas.

Para evaluar las Unidades Ecológicas Económicas (UEE) se utilizan criterios de valor productivo, valor bioecológico, valor histórico-cultural, vulnerabilidad, conflictos de uso, y aptitud urbano e industrial. A continuación, un resumen de los mapas temáticos que genera y posee el INGEMMET, que deben ser utilizados en la evaluación de las UEE:

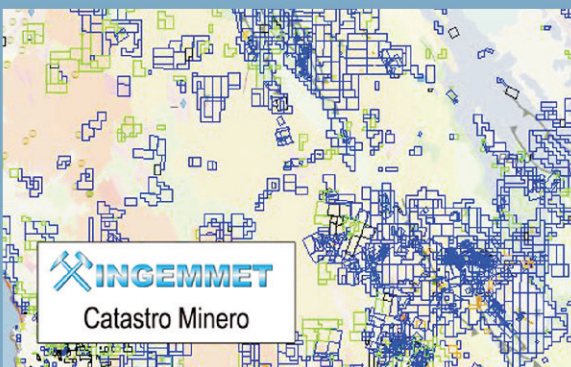
Para variables biofísicas

Mapas geomorfológicos.
Mapas geológicos.
Mapas hidrogeológicos.
Mapas de peligros por movimientos de remoción en masa (caídas, deslizamientos, derrumbes, huaycos, etc.).
Mapas de peligros volcánicos.
Mapas geoturísticos.



Para variables socioeconómicas

Mapas de recursos minerales metálicos.
Mapas de recursos minerales no metálicos.
Mapas metalogenéticos.
Mapas de catastro minero.
Mapas de potencial geotérmico.



Participación del INGEMMET en la zonificación ecológica-económica y el ordenamiento territorial (ZEE-OT) de la región Arequipa

La ZEE-OT de la Región Arequipa se inició en el año 2007 con la conformación del “Comité Impulsor Para la ZEE-OT”, y posteriormente con la constitución de la “Comisión Técnica Regional de ZEE y OT” (Ordenanza Regional 020-2007). El INGEMMET consideró importante participar en dicho proceso, razón por la cual integró el Comité Impulsor y desde el 2008 forma parte de la Comisión Técnica Regional. En este contexto, el INGEMMET, a través de la OD-Arequipa, viene realizando las siguientes acciones:

- Participación en las reuniones de la Comisión Técnica Regional. Entre los años 2007 y 2011 hemos participado en más de 20 reuniones de trabajo.
- Asesoramiento técnico permanente a la Comisión Técnica Regional.
- Participación en la elaboración de la metodología del proceso de ZEE-OT de la Región Arequipa.
- Capacitación de la Comisión Técnica Regional en temas de su competencia, tales como:
 - a) “Características de la actividad minera”, “El rol del Estado en la actividad minera”, “Evaluación del potencial minero” (años 2010 y 2011). Estuvo a cargo del Dr. Humberto Chirif.
 - b) “Hidrogeología de la Región Arequipa” (año 2011), a cargo del Ing. Fluquer Peña.
 - c) “Los peligros volcánicos en la Región Arequipa” y los “Peligros geológicos en la Región Arequipa” (años 2009 y 2010), a cargo del Ing. Jersey Mariño.

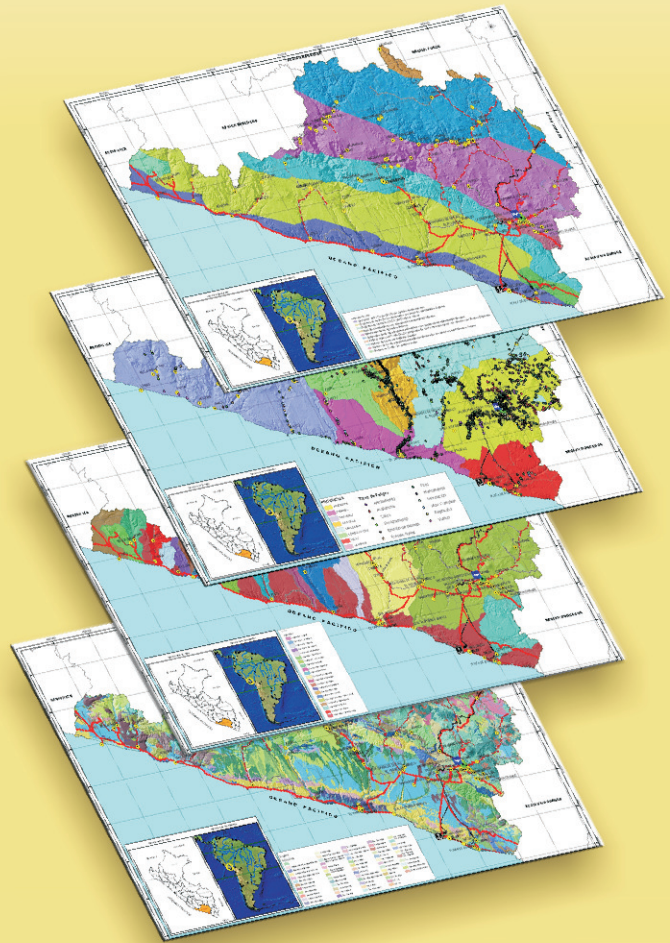
Por otro lado, el INGEMMET ha propiciado la conformación de Mesas de Trabajo Temáticas. Actualmente, venimos participando en las siguientes mesas:

- Mesa de trabajo para la evaluación del potencial minero de la Región Arequipa (liderado por el INGEMMET).
- Mesa de trabajo para la evaluación del potencial hídrico.
- Mesa de trabajo sobre riesgos.
- Mesa de trabajo de conflictos socioambientales.

Para el proceso de ZEE-OT de la Región Arequipa se han identificado 39 mapas temáticos, de los cuales

MAPA TEMÁTICO	ESTADO ACTUAL			DIRECCIÓN
	PUBLICADO/ TERMINADO	POR PUBLICARSE	EN PROCESO	
Mapa metalogenético de la Región Arequipa	X - P			DRME
Mapa de catastro minero de la Región Arequipa (incluye denuncios, petitorios y concesiones)	X - P			DCM
Mapa geomorfológico de la Región Arequipa			X	DGAR
Mapa geológico de todos los cuadrángulos de la Región Arequipa, incluye 33 cuadrángulos	X - P			DGR
Mapa hidrogeológico de la cuenca Camaná-Majes-Colca		X		DGAR
Mapa hidrogeológico de la cuenca Chili-Vitor-Quilca		X		DGAR
Mapa hidrogeológico de la cuenca Tambo			X	DGAR
Mapa hidrogeológico de la cuenca Ocoña y Caraveli			X	DGAR
Mapa de susceptibilidad a movimientos en masa en la cuenca Chili-Vitor-Quilca	X - T			DGAR
Mapa de zonas críticas por peligros geológicos en la cuenca Chili-Vitor-Quilca	X - T			DGAR
Mapa de susceptibilidad a inundaciones en la cuenca Chili-Vitor-Colca		X		DGAR
Mapa de susceptibilidad a movimientos en masa en la cuenca Camaná-Majes-Colca	X - T			DGAR
Mapa de susceptibilidad a inundaciones en la cuenca Camaná Majes-Colca	X - T			DGAR
Mapa de zonas críticas por peligros geológicos en la cuenca Camaná-Majes-Colca	X - T			DGAR
Mapa de peligros geológicos múltiples, Estudio de Franjas 1 y 2	X - T			DGAR
Mapa de peligros del volcán Misti	X - P			DGAR
Mapa de peligros del volcán Coropuna	X - P			DGAR
Mapa de peligros del complejo volcánico Ampato-Sabancaya			X	DGAR
Mapa de susceptibilidad a movimientos en masa en la cuenca Ocoña			X	DGAR
Mapa de susceptibilidad a inundaciones en la cuenca Ocoña			X	DGAR
Mapa geoturístico de la cuenca Camaná-Majes-Colca	X - T			DGAR
Mapa geoturístico de la cuenca Chili-Vitor-Quilca			X	DGAR
Mapa geoturístico del valle de los volcanes Andahua-Orcopampa	X - T			DGAR

DRME: Dirección de Recursos Minerales y Energéticos / DCM: Dirección de Catastro Minero / DGAR: Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico / DGR: Dirección de Geología Regional



El equipo que trabaje la ZEE y OT debe ser multidisciplinario, de modo que se cuente con la información básica para integrar. A la derecha, superposición de mapas preparados por el INGEMMET, el geológico, las cuencas hidrográficas, el mapa de peligros y finalmente, el metalogenético.

el INGEMMET aporta con 13. Cabe mencionar que los mapas deben ser elaborados a escala 1/100,000, o a mayor escala.

Actualmente, la ZEE-OT de la Región Arequipa se encuentra en la fase de generación de información temática, donde se tiene un avance de 60%. Esta fase debe culminarse en agosto del 2012.

Los procesos de ZEE-OT en las regiones Ica, Moquegua y Tacna: nuevas responsabilidades y nuevos retos

Durante el año 2011 el INGEMMET, a través de la OD-Arequipa, ha iniciado coordinaciones con los gobiernos regionales de Tacna, Moquegua e Ica, a fin de participar en los procesos de ZEE-OT que están en marcha en dichas regiones. Para ello, se han realizado visitas de coordinación y organizado talleres de capacitación sobre temas de nuestra competencia.

Durante el mes de noviembre se han organizado capacitaciones a los comités regionales de ZEE-OT de las regiones Tacna y Moquegua. Los temas de capacitación incluyeron: a) evaluación del potencial minero, b) hidrogeología, c) peligros por movimientos en masa, d) peligros volcánicos. Durante el mes de diciembre, se tiene programado un taller de capacitación similar en la Región Ica.

Uno de los logros más importantes de estas reuniones de trabajo iniciales es la disposición de los gobiernos regionales de Moquegua y Tacna para que el INGEMMET sea incorporado en los comités regionales de ZEE-OT, que son las máximas instancias para la toma de decisiones en estos procesos.

De proveedores de información a tomadores de decisiones: reflexiones finales

La ZEE-OT es una herramienta fundamental para una adecuada ocupación del territorio, para la toma

de decisiones sobre su uso, pero fundamentalmente para lograr un desarrollo sostenible y sustentable. Claro está que la ZEE-OT es un proceso técnico y político; sin embargo, se ha podido observar la poca o nula participación de las entidades técnicas y científicas del Estado, tales como el SENAMHI, IGP, INGEMMET, ANA, CISMID, IMARPE, INEI, INDECI, INADE, universidades, entre otros, en estos procesos. Este vacío ha sido llenado por empresas de consultoría y las ONG.

El INGEMMET genera varios mapas temáticos útiles para los procesos de ZEE-OT. Es la institución técnico-científica del Estado que más mapas proporciona para estos procesos. Ello ubica al INGEMMET como institución clave para la ZEE-OT.

La información temática que el INGEMMET genera para la ZEE-OT viene siendo utilizada en casi todas las regiones. Esta ha sido proporcionada en algunos casos directamente por nuestra institución, pero en muchos casos por consultoras privadas o las ONG. Lamentablemente, en muchos de estos casos solo hemos participado como proveedores de información. El análisis y la interpretación han sido realizadas por otras instituciones.

Es fundamental que el INGEMMET forme parte de las comisiones técnicas regionales de los procesos de ZEE-OT. Ello permitiría:

- Participar en la elaboración de las metodologías de ZEE-OT, que son diferentes en cada región.
- Hacer un seguimiento de la correcta utilización e interpretación de la información que proporcionamos.
- Influir en la valoración que se asigna en los diferentes submodelos, para la delimitación de las UEE y la ZEE.

- Formar parte de las instancias de toma de decisiones.

Finalmente, la correcta aplicación de nuestra información técnica y científica; así como, la influencia que tengamos en las decisiones que se adopten en los procesos de ZEE-OT serán proporcionales a la cantidad y calidad de información que proporcionemos y a nuestro grado de involucramiento en dichos procesos.


REFERENCIAS

- Carlotto, V., Fidel, L., Chirif, H. (2010). La geología en la planificación del territorio: guía para la zonificación ecológica económica. Archivo técnico INGEMMET, 6p.
- Chirif, H. (2010). Recursos minerales, metalogénesis y ordenamiento territorial. En: XV Congreso Peruano de Geología, Cusco, 2010, Resúmenes extendidos. Lima: Sociedad Geológica del Perú.
- Decreto Supremo que constituye la Comisión Nacional para el Ordenamiento Territorial Ambiental, D. S. Nº 045-2001-PCM.
- Ordenanza Regional que Constituye la Comisión Técnica Regional de Zonificación Ecológica-Económica y Ordenamiento Territorial de la Región Arequipa. O. R. 020-2007.
- Postigo, W. (2006). La zonificación ecológica económica y la prevención de los conflictos mineros. Revista Economía y Sociedad, v. 61, p. 63-71.
- Reglamento de Zonificación Ecológica y Económica (ZEE), Decreto Supremo Nº 087-2004-PCM.
- Reglamento de la Ley Marco del Sistema de Nacional de Gestión Ambiental, Decreto Supremo Nº 008-2005-PCM.

Geoparques: una propuesta para el desarrollo del geoturismo en el Perú

Bilberto Zavala

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



Monolito de piedra. Vista desde otro ángulo de la figura de la cobra. Ruta 1, bosque de rocas de Huayllay.



Volcanes, cañones, grutas, cataratas, figuras pétreas de animales o humanos. Al hacer turismo generalmente fotografiamos estos u otros atractivos pero, alguna vez nos hemos preguntado ¿por qué están ahí? También ocurre que muchas veces nos topamos con fallas geológicas, fósiles, estratos o rocas con estructuras particulares, pero por desconocimiento no les damos importancia. Por ello el geoturismo es una corriente que busca apreciar, además de la belleza de estos lugares, su origen y evolución en el contexto geológico. El objetivo es resaltar la diversidad geológica como parte de nuestro patrimonio cultural, para promover su conservación y potenciar la oferta turística en beneficio de las poblaciones aledañas.

Perú, ubicado en la parte central de la cordillera de los Andes, alberga una historia y registro geológico importantes, con rocas desde el período Precámbrico al presente. Estas características lo hacen un país con una vasta diversidad geológica. Entre la costa, estribaciones, cordillera, altiplanicie, faja subandina y llanura amazónica, se exponen diferentes rocas, estructuras geológicas, paisajes y geoformas de diferentes ambientes de origen y paleogeografía, zonas mineralizadas, acuíferos subterráneos, estratos fosilíferos, etc.

El origen de una cordillera con episodios geológicos de acumulación marina y continental, actividad volcánica extensa, sismicidad, intrusiones ígneas de grandes dimensiones y procesos de metamorfismo, fases tectónicas marcadas, generación de yacimientos minerales y de hidrocarburos, etc. constituyen en algunos sectores un patrimonio natural o geológico, de utilidad no solo para la investigación científica, sino también de carácter didáctico e impulso para el desarrollo del geoturismo en nuestro país.

El conocimiento geológico

La información geológica en nuestro país data de las primeras décadas del siglo pasado, desde la publicación de la "Geología de Perú" (Steinmann, G., 1929), "Sinopsis de la Geología del Perú" (Bellido, E., 1962), "Sinopsis explicativa del Mapa Geológico del Perú" (Instituto de Geología y Minería (1977), "Geología del Perú" (Palacios, O. & Otros, 1985), hasta la "Memoria explicativa del Mapa Geológico del Perú a escala 1: 1'000,000" (INGEMMET, 1999), sustentada en la Carta Geológica Nacional, estudios paleontológicos, prospección de recursos minerales, metalogenia, geotecnia, riesgo geológico, hidrogeología, etc.

Esta enorme información geológica donde se describe la geomorfología, estratigrafía sedimentaria y

volcánica, rocas ígneas, evolución histórica, paleontología, metalogenia y recursos minerales, peligros geológicos, hidrotermalismo, etc., tiene una gran importancia para diversos aspectos de desarrollo, como el promover la exploración de recursos minerales, la adecuada ubicación de infraestructura y población, el aprovechamiento de recursos hídricos, la zonificación ecológica y ordenamiento territorial, la prevención de desastres, etc.

Los nuevos conceptos GEOS

En las dos últimas décadas han surgido nuevos conceptos en el mundo; todos ellos con un gran desarrollo en Europa, que de alguna manera se están impulsando en nuestro país con iniciativas puntuales. Estos son: geodiversidad, geoconservación, patrimonio geológico, geoturismo y geoparque.

Geodiversidad	Variación de elementos y procesos abióticos naturales (equivalente abiótico de la biodiversidad). Son el producto y registro de evolución de la Tierra.
Geoconservación	Estrategias, programas y acciones para la conservación de la geodiversidad y el patrimonio geológico (equivalente abiótico de la conservación de especies, hábitats y ecosistemas).
Patrimonio geológico (geopatrimonio)	Selección de elementos y procesos abióticos naturales de interés a los que se dirige la geoconservación (equivalente abiótico de las especies, hábitats y ecosistemas inventariados y protegidos).
Geoturismo	Turismo enfocado a los elementos y procesos abióticos naturales (equivalente abiótico del ecoturismo).
Geoparque	Figura (marco) de gestión para la geoconservación (equivalente abiótico de la Reserva de la Biosfera).

El patrimonio geológico en Perú: las primeras iniciativas

La protección del patrimonio natural (geológico) no está contemplada en nuestra legislación nacional. Por un lado, las categorías de espacios naturales protegidos (Parque Nacional, Reserva Nacional, Santuario Nacional y Reserva Paisajística) manejadas por el Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SERNANP), incluyen de manera indirecta entre sus objetivos la protección del patrimonio natural (formaciones geológicas, zonas volcánicas, bosque de rocas, paisaje). Peor es el caso de los restos de fósiles (vertebrados o invertebrados), considerados erróneamente un "patrimonio cultural" y son competencia del Ministerio de Cultura su conservación.

El primer trabajo sobre patrimonio geológico fue presentado en el X Congreso Peruano de Geología (2000), y en los siguientes congresos se dio un espacio abierto para el desarrollo de esta temática, hasta

¡DATO

La geodiversidad incluye todos los elementos geológicos, no solo los que tienen interés (patrimonio geológico), sino también los que no lo tienen (el resto de elementos geológicos sin interés especial).

el último llevado a cabo en la ciudad del Cusco (2010) que incluyó la realización del simposio “Geoparques, puesta en valor del patrimonio natural y cultural”. Este evento concluyó con la “Declaración del Cusco”, que incluye algunos lineamientos básicos y políticas urgentes que se deben asumir para la conservación del patrimonio geológico del Perú.

A partir del año 2000 INGEMMET tuvo la iniciativa de dar impulso a estos conceptos nuevos. Las publicaciones hechas en algunos estudios de riesgo geológico por franjas y de cuencas (Franjas 1 al 4), mencionan un capítulo sobre patrimonio geológico o sitios de interés geológico. Las propuestas de estos espacios consideraron monumentos naturales, parques naturales, monumentos paleontológicos y santuarios nacionales. La más reciente publicación del cuadrángulo del Cusco (Carlotto et. al, 2011) incluye también un capítulo con la descripción de algunos geositos. Estudios en algunos sitios de interés paleontológico están siendo emprendidos por universidades en sus ámbitos regionales (ej. Universidad Nacional de Piura), así como por INGEMMET.

El Programa Patrimonio y Geoturismo

La escasa difusión y divulgación de este conocimiento geológico a una población poco interesada o desconocedora de este patrimonio llevó a que el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico de Perú (INGEMMET), a través de un programa de investigación geológica denominado “Patrimonio y Geoturismo”, iniciase el 2006 la realización de una serie de publicaciones (Serie I), que resalten estos lugares con valor geológico. Las áreas estudiadas a la fecha contemplan estudios en Áreas Naturales Protegidas (ANP), lugares de interés geológico (mediante guías

geoturísticas) y sitios arqueológicos (boletines que promueven su conservación y seguridad física).

Las guías geoturísticas

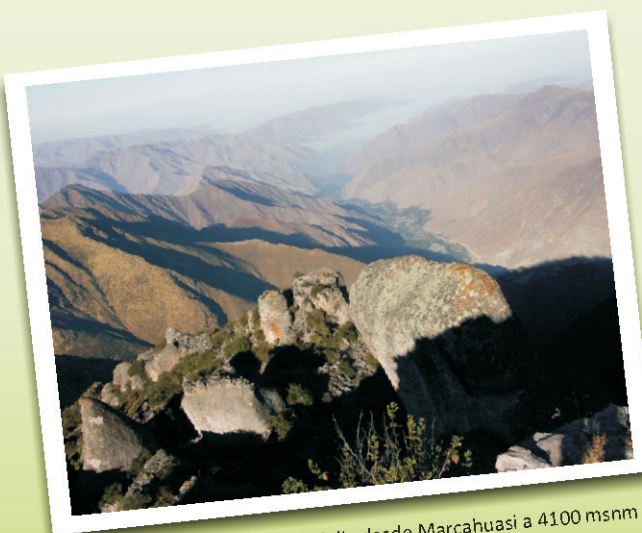
Con otro matiz de divulgación, destinado a un público no geólogo, se ha empezado a elaborar material didáctico e ilustrado donde se describe, además de los aspectos culturales, costumbres, patrimonio cultural y biodiversidad (flora y fauna nativas) de la zona, la evolución geológica de los sitios o espacios de interés geológico, su geomorfología (paisajes principales), así como, propuestas de rutas geoturísticas con un lenguaje de fácil comprensión.

Marcahuasi: figuras humanas y animales en las rocas

En los últimos seis años se han publicado dos guías geoturísticas, y dos más están siendo revisadas para su publicación. La primera de ellas describe el “Bosque de Rocas Marcahuasi” (ubicado a 80 km de la capital, Lima) y pone en valor la belleza del paisaje volcánico, la génesis de las rocas y geoformas de la meseta de Marcahuasi y las rutas que acceden a la meseta desde los valles de Santa Eulalia y Rímac.

¡DATO! Marcahuasi

En 1952 Daniel Russo descubrió la figura pétreo de un rostro humano, al que se le conoce como el “monumento a la humanidad”. Él se quedó 6 años trabajando en este lugar y encontró una serie de figuras antropomorfas y zoomorfas. Ello lo llevó a publicar su libro: “La historia fantástica de un descubrimiento”, en el que interpreta erróneamente el origen de las formas de Marcahuasi como el resultado del trabajo del hombre.



Vista del valle de Santa Eulalia desde Marcahuasi a 4100 msnm

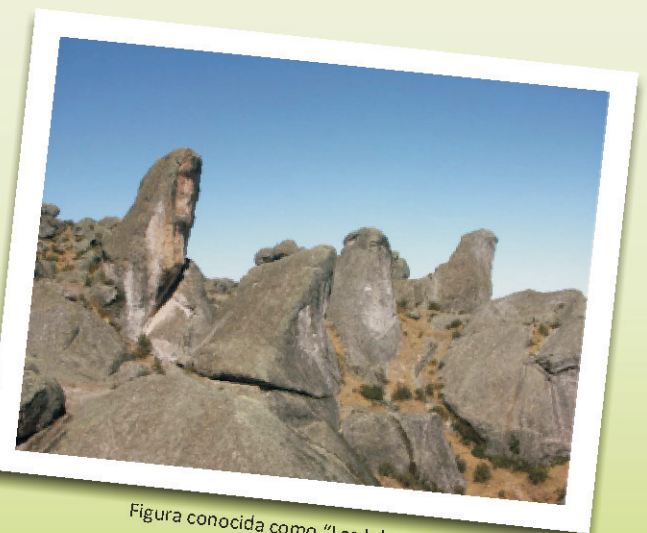


Figura conocida como “Las lobas”

La población más cercana al Bosque se concentra en San Pedro de Casta, y caseríos como Huinco y Cumpe, con cerca de 2000 habitantes, que se dedican a la agricultura y ganadería, y alternan con actividades de turismo en la zona.

Paracas: Trabajo de mar, desierto y playas

La segunda propuesta, sobre un área geográfica mayor, describe la geodiversidad de la "Reserva Nacional de Paracas" (RNP). El detalle de ocho georutas con descripción de aspectos geológicos, tectónicos, paleontológicos, geomorfológicos y de riesgo geológico, dan una alternativa al uso convencional de la reserva, afectada por el sismo de Pisco del 2007. Usualmente, es reconocida solo por su biodiversidad marino-costera, y por los hallazgos arqueológicos de la cultura Paracas hechos por Julio C. Tello en 1959. La geodiversidad que incluye la RNP se caracteriza por:

- Remanentes de la cordillera de la Costa con gneis y rocas intrusivas de más de 540 millones de años expuesta como farallones, colinas o montañas litorales.
- Restos de flora fósil de un bosque desarrollado durante el Carbonífero (más de 490 millones de años).
- Rocas volcánicas del Jurásico (hace 150 millones de años) de tonos rojizos como el cerro Colorado o donde se encuentra la figura de "El Candelabro".
- Estratos sedimentarios con amplia fauna marina fósil, estructuras sedimentarias.

- Estructuras tectónicas como fallas, sistemas de fallamiento en bloques que ponen en contacto rocas muy antiguas y rocas jóvenes (Ej. Playa La Mina). Estructuras sismotectónicas expuestas en los estratos de las formaciones Pisco y Paracas, como resultado del proceso de subducción relacionado a la dorsal de Nazca.
- Geoformas de origen marino (puntas, bahías, playas, albuferas, acantilados, etc.), eólico (dunas y acumulación de arenas), tectónico (planicies amplias, colinas y montañas, terrazas marinas).
- Proceso de formación de la sal en las evaporitas de las salinas de Otuma.

Las visitas de muchos colegios del país, y en especial de la capital, tienen con estas guías una propuesta de actividad educativa, lúdica y didáctica para conocer la evolución geológica de una parte de la costa sur del país. Asimismo es una oportunidad para educarse sobre los peligros ante tsunamis y sismos y admirar la geología de la RNP expuesta en su nuevo centro de interpretación.

La población de Paracas (playa Chaco) y Pisco, tienen como actividad además de la pesca una importante zona de nuestro patrimonio geológico con grandes expectativas de desarrollo del geoturismo.

Andahua: Valle relleno de lavas y volcanes

Entre el 2008-2009, se estudió el "Valle de volcanes de Andahua", nuestra tercera propuesta como geo-

▣ DATO Paracas

Lo que la naturaleza se encargó de formar durante cientos de miles de años, con la erosión y modelado del mar, o el incansable impacto del viento sobre las paredes rocosas, en cuestión de segundos un fuerte sismo lo destruyó. A diferencia de otros sectores de la RNP, con macizos rocosos más estables, en La Catedral y Los Frayles el tipo, la calidad de las rocas y las características estructurales (fracturas abiertas y familias de fracturas que originan bloques o prismas), contribuyeron a que capas o estratos fuertemente fracturados cayeran como naipes.



"La Catedral", ícono geoturístico de la Reserva Nacional de Paracas, antes del sismo de Pisco del 2007.



Vista del volcán Jechapita, donde se aprecia un cono volcánico perfecto truncado; al fondo la laguna de Chachas y coronando, la cordillera de Chila. Resalta también la vegetación cactácea que predomina en el valle.

parque nacional. Ubicado a 135 km al norte de Arequipa, la concentración de campos de lava y 24 conos monogenéticos plio-cuaternarios a recientes, rellenan un valle fluvial y ocupan algunas vertientes compuestas por rocas sedimentarias marinas del Jurásico y rocas volcánico-sedimentarias del Terciario. La publicación incluirá aspectos tectónicos, hidrogeológicos, yacimientos epitermales y se resaltarán principalmente paisajes con lagunas, cañones, cataratas y estrato-volcanes, los que descritos en diez rutas geoturísticas propuestas.

Este valle, además de su geodiversidad, nos ofrece tierras fértiles, cultura a través de restos arqueológicos y la posibilidad de entender también los peligros volcánicos.

el DATO Andahua

Los parques nacionales del mundo ubicados en áreas volcánicas e inscritos en la lista del Patrimonio de la Humanidad o el proyecto de UNESCO sobre patrimonio geológico albergan paisajes volcánicos excepcionales y procesos volcánicos activos. Otros fundamentalmente están inscritos por su valor biológico o cultural, dejando en segundo plano el aspecto geológico.

El área de influencia del geoparque propuestocomprende la población de cuatro distritos de la provincia de Alto Castilla (Ayo, Chachas, Andahua, Chilcaimarca y Orcopampa), la misma que bordea los 13000 habitantes, y se extiende entre el cañón del Colca (1350 msnm) y las divisorias de la subcuenca Andahua/Orcopampa a más de 5000 msnm.

A excepción de Chilcaimarca y Orcopampa, dedicados a la minería, las otras poblaciones se dedican a la agricultura, ganadería y servicios. Iniciativas locales de desarrollo del turismo están siendo emprendidas por los municipios locales en una mancomunidad que incluye al municipio de Huambo, en el proyecto de unir el valle de los volcanes y el valle del Colca.

Huayllay: Parque geológico más alto del mundo

El 2009 se iniciaron estudios similares en el “Santuario Nacional Bosque de Rocas de Huayllay”, ANP de 6815 hectáreas ubicada en el distrito de Huayllay, Pasco. Este santuario es reconocido como el parque geológico más alto y el segundo más grande del mundo. Recientemente, ha sido considerado por la prensa como una de las Siete Maravillas de Perú (El Comercio, 2008). El misterio de sus geoformas pétreas, la majestuosidad e historia cultural prehispánica con impresionantes muestras de arte rupestre, algunos restos arqueológicos, aguas termales, paisajes de origen glaciario, rocas calcáreas con fósiles, aguas termales y un patrimonio geológico-minero colonial, son considerados en las 11 georutas propuestas tanto al interior del bosque (siete) y en otras que integran el dominio altiplánico y el santuario de Huayllay (cuatro).

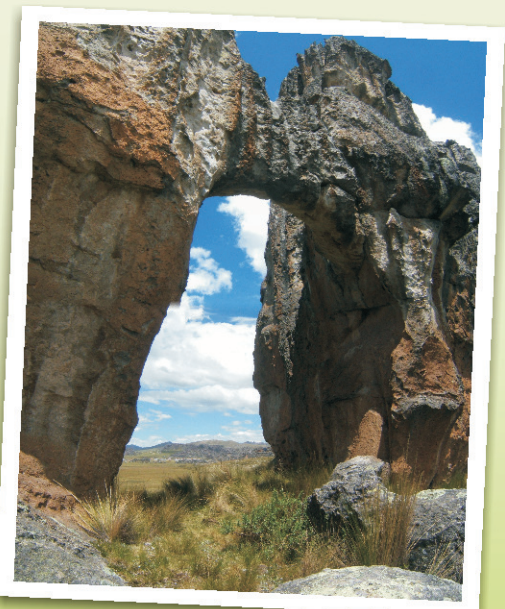
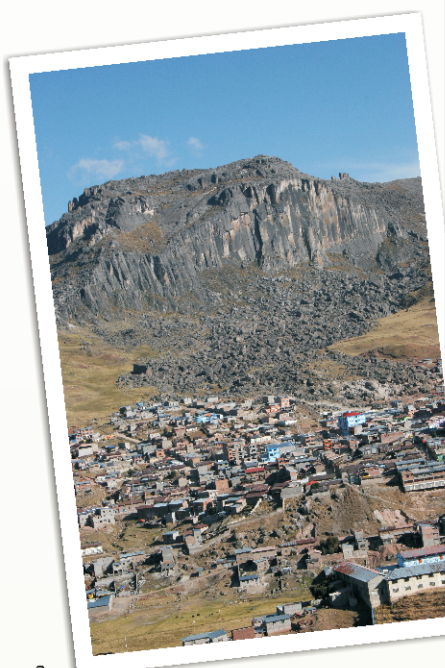


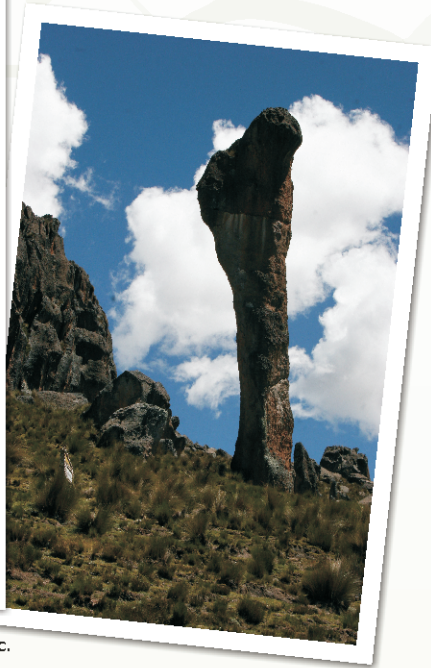
Figura conocida como “El Pórtico”, bosque de rocas de Huayllay. Ruta 2.



a.



b.



c.

a. Huayllay (Pasco), ubicada sobre el depósito de una antigua avalancha de rocas. Se distingue la escarpa y del depósito de movimiento en masa (caos de bloques de rocas volcánicas) / b. Expresión de arte rupestre con figuras de camélidos sudamericanos (Llama Pintash, sector El Diezmo), Ruta 9, Santuario Nacional de Huayllay / c. Figura pétrea conocida como "La cobra", ubicada en la ruta 1, bosque de rocas de Huayllay.

▣ DATO **Huayllay**

Actualmente el turismo solo explota el potencial paisajístico del Santuario Nacional de Huayllay (SNH), principalmente el bosque de rocas volcánicas, poco entendido o mal explicado científicamente. En segundo plano, está el patrimonio cultural existente (poco visitado en las rutas turísticas abiertas al público) y la diversidad biológica que concentran las altiplanicies, lagunas, bofedales y valles. Sin embargo el SNH alberga además una geodiversidad y patrimonio geológico poco descrito y mal interpretado en relación a su cronología (edad de las rocas), morfología del paisaje y unidades morfogénéticas. Destaca además, dentro del geoparque y alrededores, un importante patrimonio minero que es necesario poner en valor.

¿Cómo consolidar estas propuestas en geoparques e incluirlos en la Red Global de Geoparques (RGG)?

Según UNESCO, un geoparque es: "un territorio bien definido, con una superficie suficientemente grande, para proporcionar apoyo al desarrollo socio-económico local. Se debe cubrir una serie de sitios de interés geológico, de especial importancia científica,

rareza y belleza, representantes de una región y su historia geológica, eventos y procesos. Posee no solo una importancia geológica, sino también en términos de ecología, arqueología, historia y cultura".

Para su inclusión en la RGG, debe cumplir estos cinco aspectos: geología y paisaje, estructura de gestión, información y educación ambiental, geoturismo, y economía regional sostenible (ver cuadro en la siguiente página).

La RGG creada en el 2004 bajo los auspicios de la UNESCO cuenta ahora con un total de 77 geoparques diseminados en 24 países. En Latinoamérica solo existe uno, el "Geoparque Araripe", situado en el sur del Estado Ceará (Brasil), reconocido el año 2006.

Las iniciativas sobre la conservación del patrimonio geológico y creación de geoparques se están desarrollando, además de Brasil, en Chile, Uruguay, Venezuela, Argentina, Ecuador y Perú a través de los servicios geológicos nacionales, universidades y fundaciones.

Conocer estos lugares de nuestro patrimonio geológico a través de guías geoturísticas publicadas por el INGEMMET, con un mejor entendimiento de los procesos y elementos geológicos, es solo uno de los componentes de este trabajo multidisciplinario,

Eje	Aspectos a evaluar
Geología y Paisaje	<p><u>Territorio</u>: Número de geositios, geodiversidad (N° de períodos geológicos, tipos de roca, características geológicas o geomorfológicas), interpretación pública de los sitios de interés del geoparque (de importancia científica, educativa, geoturismo, no-geológicos).</p> <p><u>Conservación geológica</u>: Inventario e importancia de geositios, estrategia y legislación para proteger los geositios (daños y degradación natural).</p> <p><u>Patrimonio Natural (PN) y cultural (PC)</u>: Categoría natural, categoría cultural (sitios de patrimonio mundial, otras designaciones, promoción y mantenimiento del PN y PC).</p>
Estructura de gestión	Organización de la estructura de gestión, plan de manejo o plan maestro (turismo, educación, desarrollo turístico, relación con la comunidad, financiamiento), estrategia de marketing, desarrollo sostenible, grupo de profesionales científicos, infraestructura (museo, centro de interpretación, puntos de información), guías expertos, tipo de información para grupos educativos.
Información y educación ambiental	Investigación, información y actividades de educación científica en ciencias de la tierra, programas de educación ambiental, información publicada disponible y disposiciones geológicas para grupos escolares (por ejemplo, visitas organizadas).
Geoturismo	Material de divulgación, centros de información o exposición, acceso público e instalaciones, tipos de visitas guiadas, uso de internet e infraestructura (señalización, paneles, georutas, etc.).
Economía regional sostenible	Esfuerzos para crear y promover los productos de geoturismo regional (replicas geológicas, souvenirs, artesanías, marketing, servicios, redes, etc.).

▣ DATO

La Red Mundial de Geoparques se creó con el fin de fomentar la cooperación entre las distintas partes interesadas en el patrimonio geológico. Los sitios que aspiran a la denominación de geoparques deben poseer un patrimonio geológico de excepcional importancia por su calidad científica, rareza, valor estético o su interés educativo. Un geoparque tiene que disponer de una sólida estructura de gestión y, además, su superficie debe estar bien delimitada y ser lo suficientemente extensa como para garantizar el desarrollo sostenible del sitio, en particular mediante el fomento del geoturismo.

que promoverá la divulgación del patrimonio geológico y geodiversidad.

La consolidación de los demás componentes importantes, integrando a otras entidades públicas y privadas en temas de conservación, educa-

Mapa de Sudamérica indicando las propuestas de Geoparques que viene trabajando cada país. En rojo se señala el "Geoparque Araripe", único geoparque incluido en la lista de UNESCO.



ción y turismo, permitirán en un corto plazo que nuestro país postule los sitios estudiados como geoparques nacionales. Ello fortalecerá el desarrollo turístico sostenible, integrando a las comunidades locales en su gestión de uso y desarrollo socio-económico.

Chamana:

El bosque que se convirtió en roca

Jackeline Reyes & Pedro Navarro

Unidad de Relaciones Institucionales / Dirección de Geología Regional
jreyes@ingemmet.gob.pe / pnavarro@ingemmet.gob.pe

Además de su singular nombre, el distrito de Sexi (Cajamarca) esconde entre sus montes una singularidad geológica conocida como “Piedra Chamana”. Se trata de un antiguo bosque “convertido en piedra” debido a un suceso volcánico que petrificó troncos y hojas hace unos 39 millones de años.

Alindor muestra con orgullo los restos de un tronco que atraviesa las entrañas de uno de los cerros verdes de la pacífica Sexi. El guía mira con nostalgia la planta hecha roca y nos cuenta que había en otras zonas troncos igual de grandes, pero que por desidia de la gente, y por acción de la naturaleza, éstos se han ido destrozando o rompiendo. “Nosotros quisiéramos que todos conozcan este patrimonio que tenemos en Sexi, sabemos que puede ser único en el Perú y necesitamos conservarlo” añade seriamente.

Descubriendo la chamana

El distrito de Sexi, ubicado en la provincia de Santa Cruz, región Cajamarca, guarda en sus entrañas evidencias de un pasado volcánico. Situado entre los 2400 y 2700 msnm, Sexi posee un relieve accidentado, rodeado por cerros de corta elevación que están compuestos por depósitos piroclásticos y volcanoclásticos, restos de ceniza volcánica, abundancia de sílice y lapillis de 1 cm de diámetro. DEPOSITOS PIROCLÁSTICOS Y VOLCANOCLÁSTICOS. ok . Estos componentes habrían sido parte de flujos piroclásticos que podrían haber viajado hasta 50 km desde su fuente de emisión (un volcán activo).

El bosque de Sexi fue sepultado por diferentes flujos, que a su vez permitieron litificar la flora, imprimir

huellas de ésta sobre las rocas, y arrastrar especímenes de otros lugares. Posteriormente estos depósitos fueron removidos por un lahar (flujo de lodo, mezcla de ceniza volcánica y escombros con agua), que trajo a la superficie los restos del bosque petrificado.

La población de la zona nombró a las plantas fósiles como “piedra chamana” en honor a las plantas que cubren los montes del distrito y que son conocidas como “chamana”. LOS ALGUNOS, YA QUE HAY EN OTROS LUGARES, COMO EN LA HUACA, LA COLMENA, LOS CAPONES, ETC. ok restos de este paleobosque se pueden encontrar actualmente en los cerros La Fila y Las Palanganas, ubicados aproximadamente a media hora de la capital distrital. También existe evidencia de piedra Chamana en otros lugares como la Huaca, la Colmena, los Capones, etc.

Pero, ¿por qué los flujos no destruyeron el bosque en lugar de preservarlo? Por la baja temperatura de los mismos. Estudios revelan que lo ocurrido en Sexi fue un proceso de petrificación de la madera, que se produjo porque los flujos piroclásticos que enterraron los árboles contenían agua enriquecida con sílice (SiO₂). El agua y la sílice lentamente se infiltraron y llenaron los espacios al interior de la madera. Por consiguiente la estructura anatómica de la planta fue preservada.

Estudios realizados por especialistas de distintas instituciones como George Perkins Marsh Institute, de la Universidad Clark (Massachusetts), el Instituto de Minería y Tecnología de Nuevo México y el Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos fijaron la edad aproximada de los flujos piroclásticos en 39 millones de años, por lo que las plantas fósiles podrían ser más antiguas o contemporáneas. Además, a través del estudio de las especies vegetales, se determinó que el clima vivido en aquella época era tropical a diferencia del clima actual. El bosque fosilizado creció probablemente en un medioambiente más caliente con una cantidad de precipitación relativamente baja.

Geología Sexi

Actualmente, los geólogos de la Dirección de Geología Regional del INGEMMET, Pedro Navarro, Diana Pajuelo y Elizabeth Ordoñez, se encuentran estudiando la geología del distrito de Sexi, como parte del proyecto GR16: "Integración, estandarización y apoyo técnico a instituciones", el cual conllevará a la edición y publicación de un boletín Serie I: Geología del Bosque Petrificado Piedra Chamana.

Geológicamente, los depósitos volcánicos que albergan la Piedra Chamana pertenecen al denominado Grupo Calipuy, el cual conforma parte de la Cordillera Occidental del Norte del Perú. Estos volcánicos son de edad Cenozoica y representan diversos productos emitidos por diferentes centros eruptivos (paleovolcanes). Los afloramientos que se encuentran en el área de Sexi pueden ser agrupados en tres unidades:

- a) Inferior: Representa episodios de volcanismo explosivo de composición andesítica y dacítica, que comprende en su mayoría depósitos piroclásticos de cenizas, de pómez y cenizas, de bloques y cenizas, y de domos volcánicos (cerro Shuyundo), los cuales están cubiertos al tope por un flujo de pómez y cenizas de composición dacítica (tipo "sillar"), marcando una evolución en el magmatismo de la región. Esta unidad sobreyace en discordancia angular a rocas carbonatadas del Cretácico.
- b) Intermedia: De naturaleza volcano-sedimentaria con depósitos principalmente volcanoclásticos. Esta unidad representa un hiato en la actividad volcánica en la región, está constituida por secuencias sedimentarias de calizas, lodolitas y limolitas, intercaladas con capas de caídas de cenizas, y depósitos volcanoclásticos formados por el intemperismo sufrido por las rocas volcánicas pre-existentes. En una capa de limolita se han reconocido probables microfósiles, cuya determinación nos permitirá indicar el paleoambiente de esta pequeña cuenca.
- c) Superior: Nuevamente explosiva y de composición dacítica a riolítica. Los depósitos iniciales están conformados por caídas y flujos de cenizas en capas centimétricas a decimétricas, las cuales son cubiertas por varios horizontes de pómez y cenizas que contiene abundantes restos de troncos, tallos y hojas fosilizadas correspondientes a la Piedra Chamana. Al parecer no es solo una unidad de flujo la que

▣ DATO

Un depósito de flujo piroclástico es el resultado del colapso de las espectaculares columnas eruptivas que se aprecian en las erupciones volcánicas. El flujo es una combinación de material sólido (rocas, cenizas) y gaseoso (vapor, aire circundante) concentrado, que adquiere movilidad por gravedad e ingesta del aire que lo rodea mientras avanza. Generalmente están controlados topográficamente por valles y quebradas, a excepción de las oleadas piroclásticas ("surges"). Un depósito de flujo piroclástico es el producto del colapso de las espectaculares columnas eruptivas que se aprecian en las erupciones volcánicas. Consisten en una combinación de material sólido (rocas, cenizas) y gaseoso (vapor, aire circundante) concentrado que adquieren su movilidad por gravedad e ingesta del aire que lo rodea en su avance. Generalmente están controlados topográficamente por valles y quebradas, a excepción de las oleadas piroclásticas ("surges"). Contrariamente a lo que se piensa, los flujos piroclásticos pueden ser más peligrosos que la lava, debido a su alta velocidad, superior a los 500 km/h; mientras que la lava corre solo a 60–80 km/h.



Restos de piedra Chamana del Museo de Sitio del distrito. Fueron recolectados por distintos investigadores y devueltos para la custodia de los lugareños



Guía de la zona, Don Alindor, sentado sobre "piedra Chamana" de 4 metros de largo"



Vista de la capital del distrito de Sexi. Los depósitos de "piedra Chamana" se encuentran a media hora a pie.

contiene los restos. Una de estas unidades reporta edades geocronológicas comprendidas entre los 39.35 ± 0.21 y 39.52 ± 0.11 millones de años (Woodcock et al., 2009). El tope de esta unidad consiste en otro flujo de pómez y cenizas muy rico en cristales, el cual no presenta fósiles.

Propuesta de preservación

Además de su singular atractivo geológico Sexi cuenta con interesantes paisajes naturales, restos arqueológicos circundantes, pequeños bosques de bromelias (orquídeas) que florecen en agosto, una interesante cultura viva, y la paz y cordialidad que solo un pueblo de 300 habitantes puede brindar.

Con toda esta información integrada (la de tipo geológica, paleobotánica, arqueológica, social, etc.) se busca proponer a este distrito como un punto de interés geoturístico que ayudará a su preservación y puesta en valor.

Actualmente la "Asociación de preservación y defensa de los restos paleontológicos del distrito de Sexi" (integrada por pobladores de la zona) se encuentra implementando el museo de sitio del bosque petrificado, donde están las colecciones de fósiles estudiadas por las instituciones nacionales y extranjeras. Sin embargo los restos de mayor tamaño (4 - 5 metros de largo) pueden conocerse con la ayuda de un guía de la zona.

el DATO

- En 1997 el Instituto Nacional de Cultura declaró a los fósiles de Piedra Chamana como patrimonio cultural de la nación.
- Para acceder a Sexi se pueden tomar dos rutas: Ruta Lima – Chiclayo – Carretera a Chongoyape – Puente Cumbil – Llamas o Catache – Sexi. Ambas opciones cuentan con vías asfaltadas (aunque por tramos solo carretera afirmada), siendo la menos transitada y más directa, el desvío por el distrito de Llamas.

Basado en la geología, tectónica, magmatismo, geoquímica, depósitos minerales y geofísica

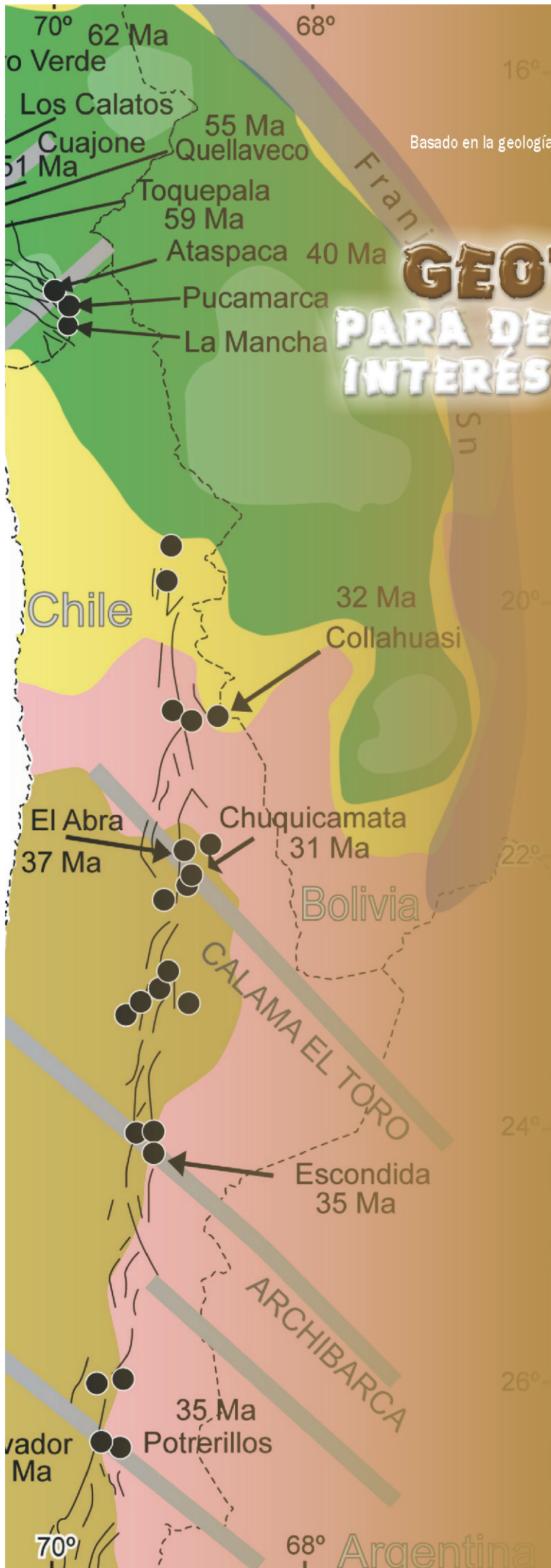
DOMINIOS GEOTECTÓNICOS PARA DETECTAR ZONAS DE INTERÉS METALOGENÉTICO

Mirian Mamani
Dirección de Geología Regional
mmamani@ingemmet.gob.pe

Un dominio geotectónico define un bloque litosférico con características geológicas, geoquímicas y geofísica similares. Estos dominios le permiten al geólogo ubicar zonas de interés metalogénico antes de ir al campo. A continuación, se describe la metodología integral utilizada por el INGEMMET para la definición de los mismos y sus posibilidades de aprovechamiento. Propuesta de gorro introductorio.

La complejidad geológica, tectónica, magmática y metalogénica de nuestro territorio ha sido y es materia de discusión. Estos debates se han basado en estudios de la superficie y poco se ha avanzado en entender qué hay por debajo de esta complejidad. Por otro lado, los programas internacionales de exploración enfatizan que para la formación de depósitos de minerales a nivel de la arquitectura global es importante delimitar la variación del espesor de la litosfera esto se puede estimar a partir del tipo de magmatismo, la intersección entre sistemas de fallas trans-corticales y lineamientos transversales y propiedades físicas de la litosfera (GEMOC- Geochemical Evolution and Metallogeny of Continents, <http://www.gemoc.mq.edu.au/>).

Es por ello que la Dirección de Geología Regional del INGEMMET realiza sus estudios con un enfoque multidisciplinario utilizando los datos de la corteza y manto, incluyendo además información de la base de datos geológicos, tectónicos, geoquímicos, geocronológicos, termocronológicos y geofísicos (Figura 1). Mucha de esta información está disponible de manera digital y vía web a través del GEOCATMIN (<http://geocatmin.ingemmet.gob.pe>). Nuestros estudios



incluyen además la revisión de literatura actualizada y de alta calidad; así como, el uso de productos como imágenes SRTM (Shuttle Radar Topography Misión) que pueden ser descargadas gratuitamente de <http://srtm.csi.cgiar.org/SELECTION/inputCoord.asp>.

Todo esto facilitará el reconocimiento y delimitación de dominios metalogenéticos de exploración favorables para un amplio rango de *commodities* (e.j., Fe-Cu-Au, Cu-Au, Cu-Mo, Au-Ag, Fe-Au, Sn, U, REE).

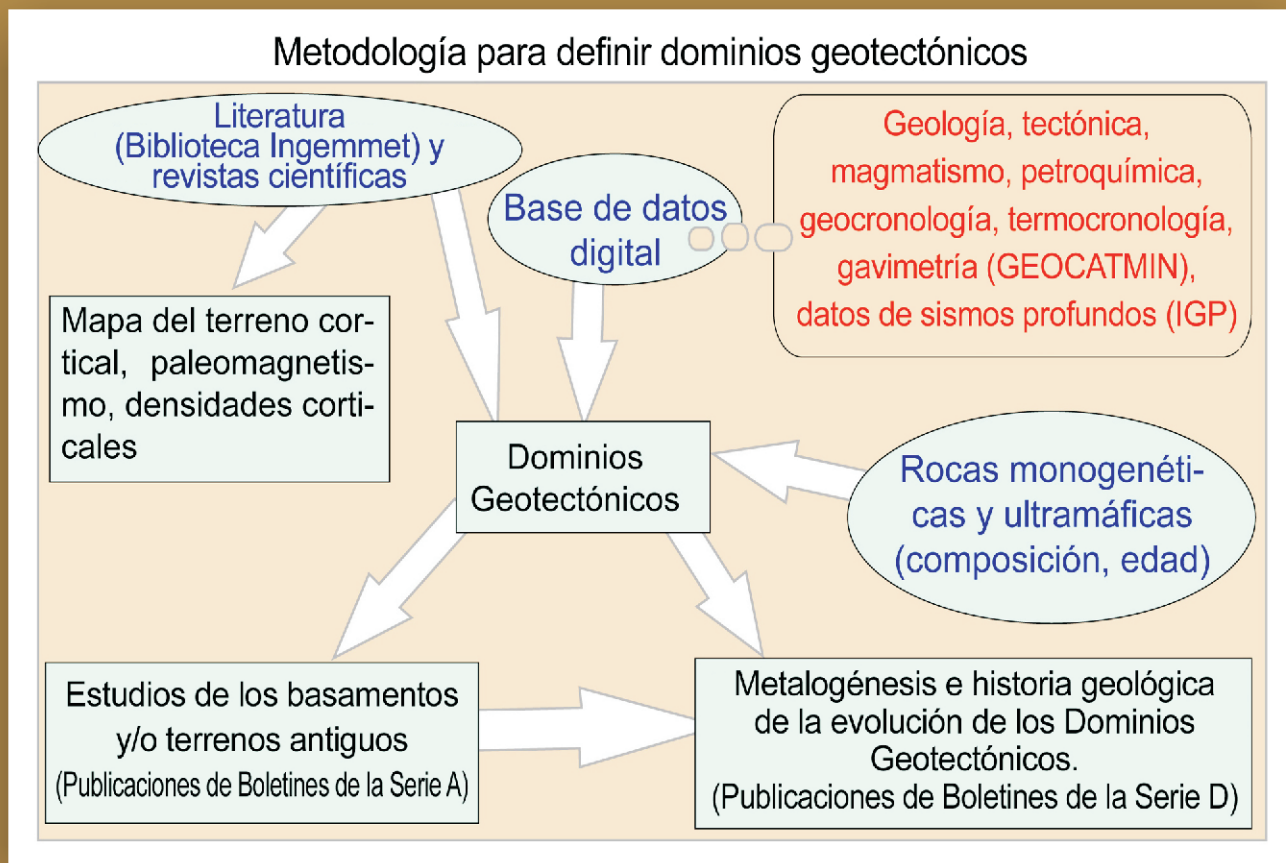


Figura 1. Esquema de la metodología para definir dominios geotectónicos.

¿Por qué es importante entender la distribución y ubicación de los depósitos de minerales de cada dominio geotectónico en un contexto litosférico?

El magmatismo y los grandes depósitos de minerales están controlados por la estructura del manto y los procesos combinados de manto y corteza (GEMOC). Los grandes depósitos minerales del sur de Perú constituyen un buen ejemplo en nuestro territorio. En la Figura 2 se muestra un corte litosférico de SO a NE para el sur del Perú y se observa las siguientes variaciones debajo de los grandes depósitos de minerales:

1. Diferente espesor de la litosfera sub-continental, el cratón de Brasil conserva una litosfera sub-continental más espesa que la litosfera sub-continental del terreno de Arequipa.
2. Las cortezas continentales son diferentes en edad, espesor, composición química y tienen distintas propiedades físicas.
3. Los tipos de magmatismo y volumen varían en tiempo y espacio.
4. La distribución espacial de las cuencas sedimentarias varían en tiempo y espacio.
5. Los sistemas de fallas tienen distintas profundidades.
6. Las fajas corridas, plegadas y falladas están ubicadas hacia el este.

Las variaciones de estas características litosféricas, en superficie dan lugar a separar dominios geotectónicos.

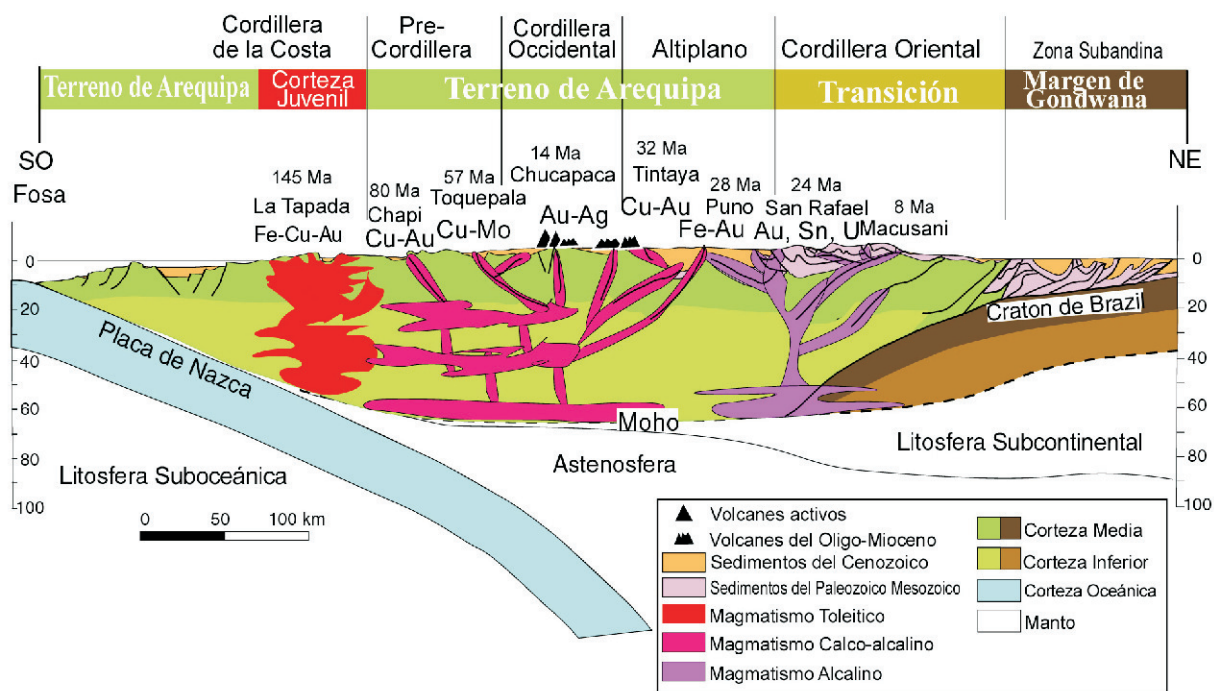


Figura 2. Sección esquemática de la corteza y litosfera sub-continental. La extensión espacial del terreno de Arequipa se muestra en la Figura 3.

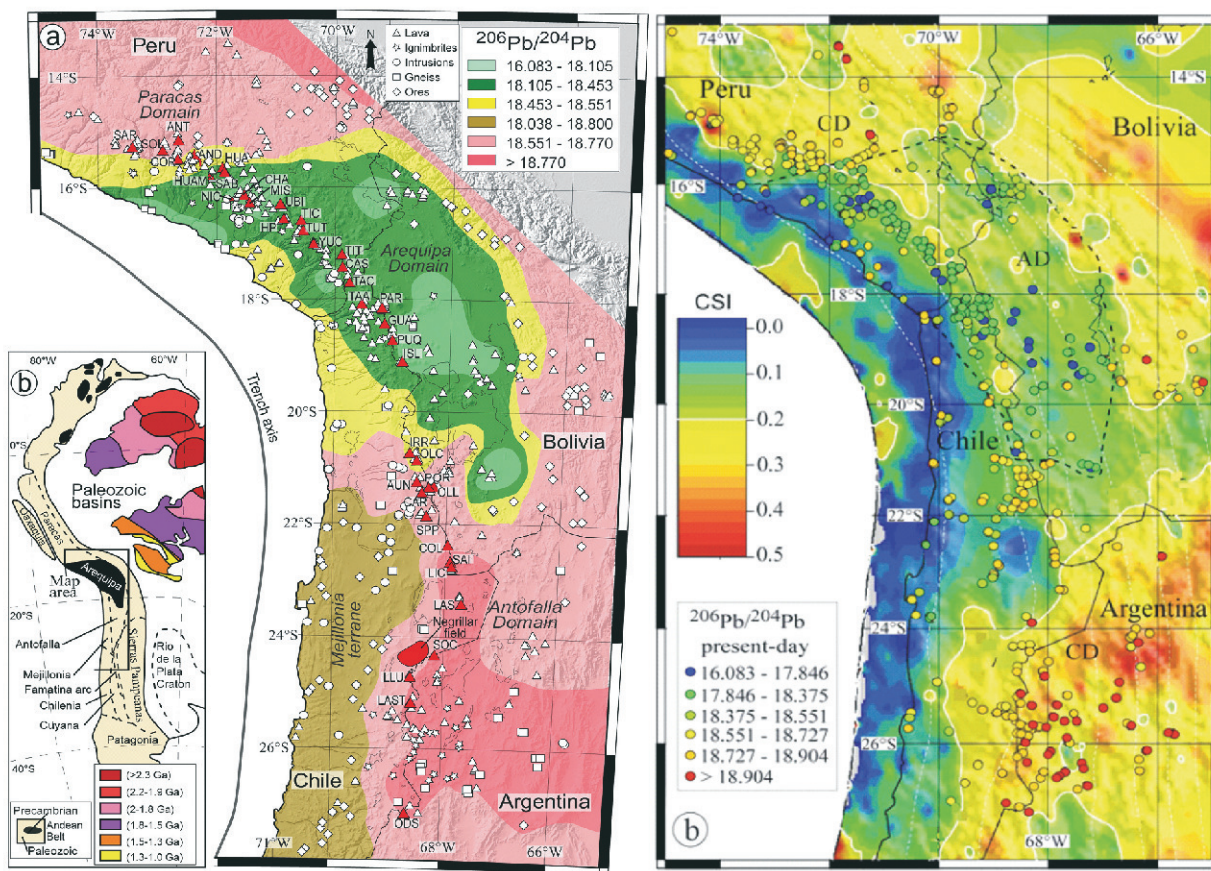


Figura 3. La estructura y composición cortical controla las propiedades físicas de la corteza. Se puede revisar la eficiente explicación ofrecida en el trabajo de Mamani et al. (2008) donde se muestran el comportamiento geológico del terreno de Arequipa durante la formación de los Andes y la influencia que tiene como contaminante para los magmas que se emplazan dentro de esta corteza.

¿En qué contexto litosférico se formaron los “Giant Porphyry Deposits (Depósitos Gigantes de Pórfidos)” del Paleoceno en el sur de Perú y del Eoceno en el norte de Chile?

Durante el Paleoceno el terreno de Arequipa tenía composición anfibolítica y esto favoreció que los magmas emplazados en este terreno tengan alto contenido de fluidos hidrotermales formando así los grandes “Giant Porphyry Deposits” (Figura 4). Posteriormente en el Eoceno, el terreno de Arequipa adquirió una composición eclogítica y esto hizo que los magmas emplazados durante este periodo no tuvieran muchos fluidos hidrotermales, en consecuencia, no se formaron importantes depósitos de minerales durante este periodo en el sur de Perú (e.j., Ataspaca de 40 Ma). Contrariamente durante el periodo de Eoceno en el norte de Chile y en la zona del Batolito Andahuaylas-Yauri se formaron los “Giant Porphyry Deposits” debido a que los magmas se emplazaron en una corteza que tenía composición anfibolítica (fig. 4).

▣ DATO

- Anfibolita es una roca que está compuesta principalmente por minerales de anfíbol (mineral ferromagnesiano con alto contenido de H₂O).
- Eclogita es una roca que está compuesta principalmente por granate, piroxeno sódico, y en menor proporción tiene cuarzo, rutilo y cianita.
- Los pórfidos de Cu se centran en las intrusiones, su modo de emplazamiento se da en stocks verticales, tienen forma circular y elongada; y los cuerpos irregulares se emplazan a través de diques pequeños.
- La litósfera subcontinental infrayace a la corteza continental; en espesor varía desde algunas decenas de km debajo de zonas de rift a >250 km debajo de cratones y/o terrenos antiguos: está compuesto principalmente de rocas ultramáficas, que van desde lherzolitas (olivino + ortopiroxeno + clinopiroxeno ± granate ± espinela) a dunitas (olivino) y harzburgitas (olivino + ortopiroxeno).

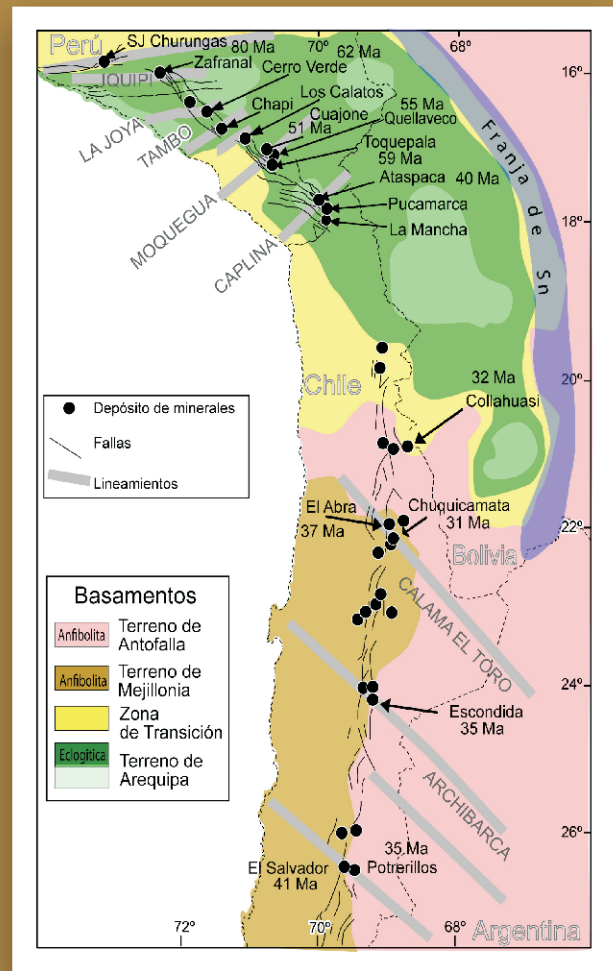


Figura 4. Ubicación y edades de los “Giant Porphyry Deposits” dentro del contexto cortical. Los depósitos de Sn se formaron en el mismo lugar desde el Pérmico. El contexto litosférico de la transición entre el terreno de Arequipa y la margen antigua de Gondwana favoreció que los magmas formen la franja de depósitos de Sn (ver también fig. 2).

Otros ejemplos de una buena correlación entre la geoquímica y geofísica dentro de los dominios geotectónicos.

A continuación se describirá algunos de los ejemplos: para la zona de Lancones en el norte del Perú (Proyecto GR9), para la zona de Cerro de Pasco en el centro de Perú (Proyecto GR6) y margen oeste de la cordillera occidental en el sur de Perú (Proyecto GR1).

En la zona de Lancones geoquímicamente se tiene un magmatismo bimodal bien diferenciado del resto de magmas máficos que se tiene en el territorio de Perú (fig. 5).

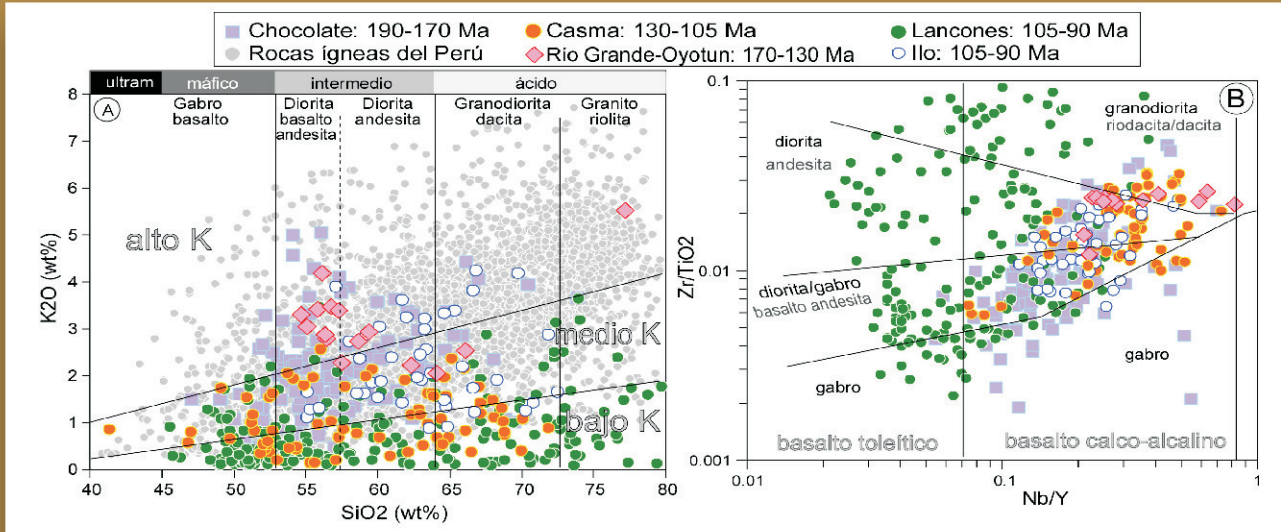


Figura 5. Resultados del Proyecto GR9, GR12, GR1, GR13, GR4, GR6 y GR5. Geoquímica en roca total para las rocas de los arcos magmáticos de Chocolate (190-170 Ma), Río Grande (170-130 Ma), Casma (130-105 Ma), Lancones-Ilo (105-90 Ma). Nótese que las rocas del arco magmático Lancones-Ilo (105-90 Ma) son las que tienen más bajo contenido de K₂O y cocientes bajos de Nb/Y. Estas características geoquímicas nos indican que estos magmas son juveniles y tienen casi nada de contaminación cortical. Por lo tanto, sus características geológicas y geofísicas tienen que ser muy diferentes (ver fig. 6).

La zona de Lancones se ubica dentro del dominio Geotectónico Sechura-Lancones (ver en la fig. 6 el Dominio XII). Este dominio corresponde a una corteza juvenil y se caracteriza por un magmatismo bimodal (toleítico y calco-alcalino) y la composición de las rocas es amplia, varía desde basaltos a riolitas (Fig. 5A y 5B). Las rocas más diferenciadas, como por ejemplo las ignimbritas, no se han desplazado mucho de su centro de emisión, pero muchas de estas están cubiertas por material reciente y no se distinguía en el campo la variación litológica espacial de las rocas ígneas.

El proyecto GR9 tiene como objetivo hacer un mapa geológico actualizado y encontrar "targets"

petroquímicos para la exploración en esta zona. Es por ello que se muestreó todos los afloramientos de rocas ígneas y se interpoló los valores de anomalías de Eu/Eu* para diferenciar los magmas húmedos (Eu/Eu* < 1, relacionados a depósitos de Cu-Mo, Pb-Zn) y secos (Eu/Eu* > 1, relacionados a depósitos de Fe-Cu, Cu-Au, Au-Ag) basándose en las características químicas y físicas de las magmas dentro de este dominio. El resultado de la interpolación de anomalías de Eu/Eu* delimitó áreas que coinciden espacialmente con el tipo de ocurrencia y además se correlaciona perfectamente con los resultados de litogeofísica publicada por Ríos (2004).

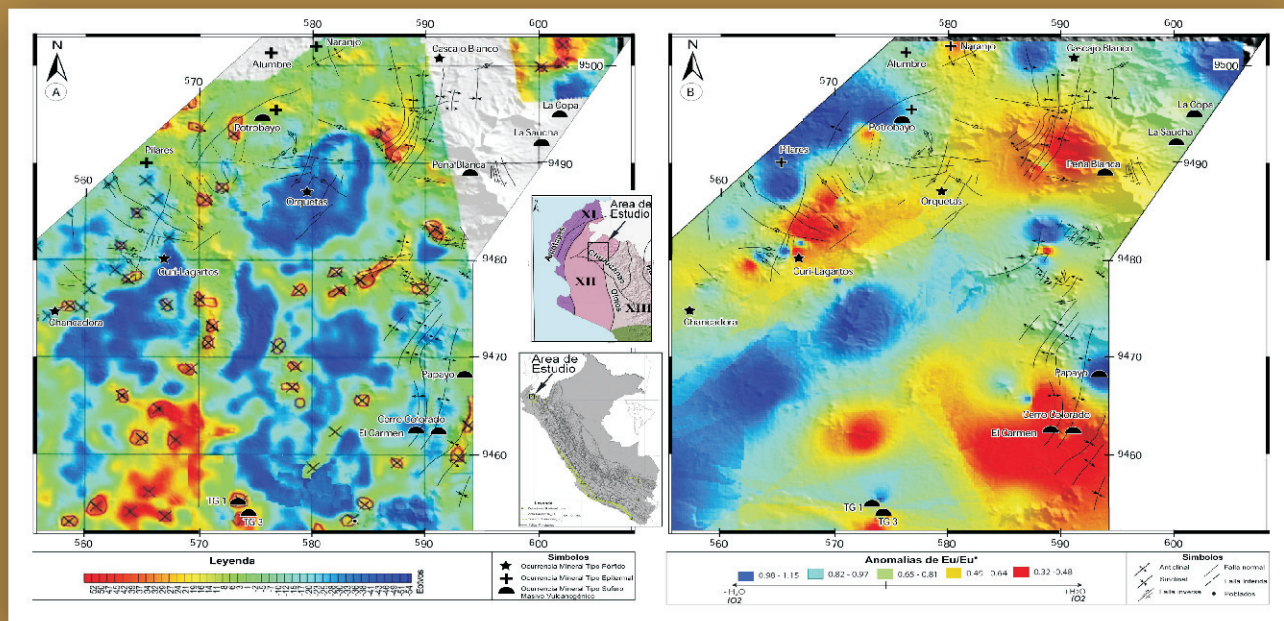


Figura 6. Resultados del Proyecto GR9. A) Datos de aeromagnetometría diferenciando la litogeofísica de la zona de Lancones (tomado de Ríos, 2004). B) Datos de valores de anomalías de $Eu/Eu^* = EuN/(SmN * GdN)^{0.5}$ (N son elementos normalizados a los valores del Condrito).

Para la zona del cuadrángulo de Cerro de Pasco (22-k), ubicada en el centro del Perú, se diferenciaron tres dominios geotectónicos (fig. 7A). A una escala más detallada se sub-dividió en cinco dominios (fig. 7B) en

base al nuevo cartografiado geológico detallado y al análisis de la base de datos del GEOCATMIN. También se han podido definir “targets” petroquímicos para cada dominio (fig. 6C).

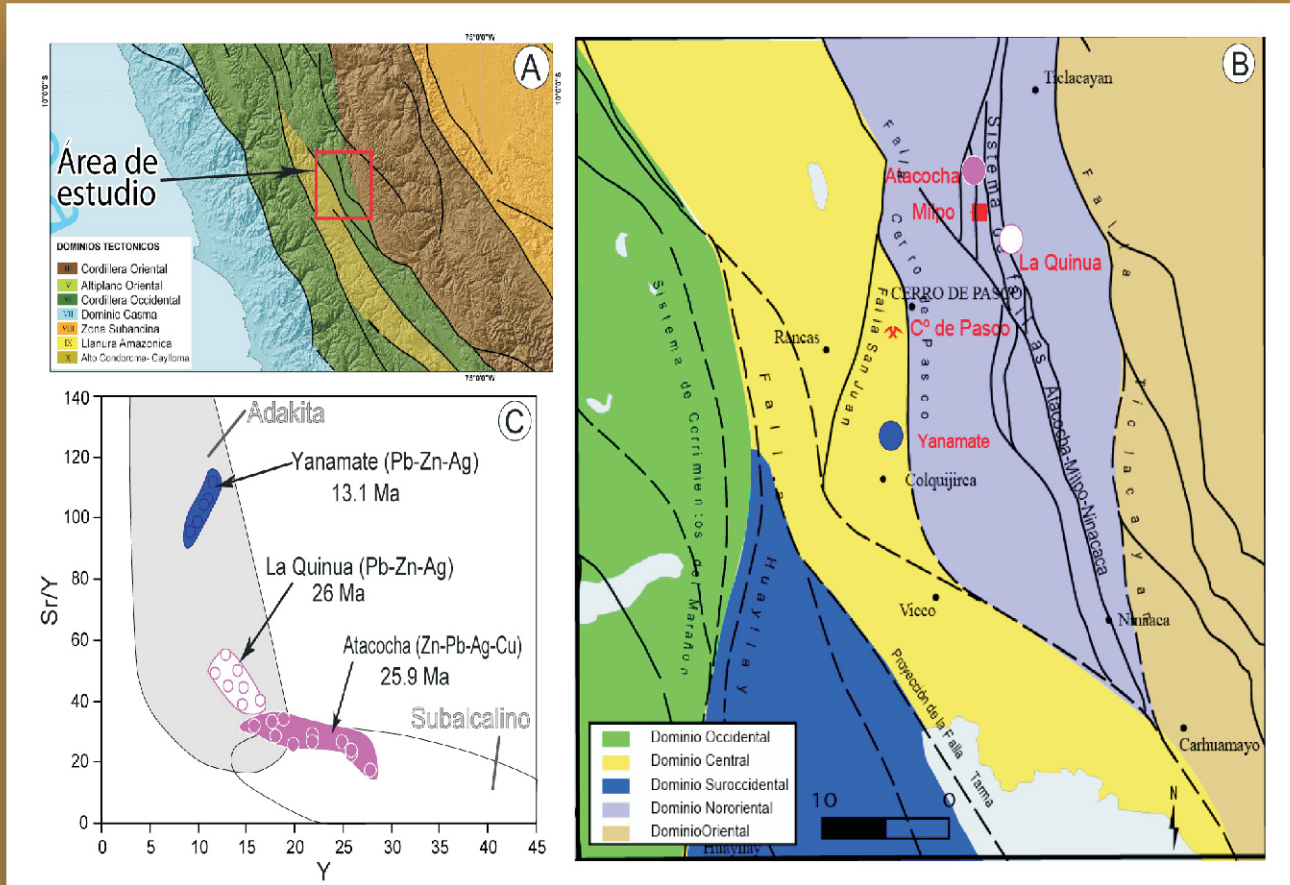


Figura 7. Resultados del Proyecto GR6. A) Mapa de dominios geotectónicos para el centro del Perú. B) Mapa de sub-dominios Geotectónicos para el cuadrángulo de Cerro de Pasco (22k). C) “Targets” petroquímicos para dos dominios del cuadrángulo de Cerro de Pasco.

En el borde oeste de la cordillera occidental en el Sur del Perú se tiene distintos tipos de rocas ígneas, varios arcos magmáticos se han superpuesto y las Súper Unidades de intrusivos están compuestas por muchos tipos de rocas ígneas (fig. 8A y 8B). Petroquímicamente, se pueden distinguir las rocas del arco magmático de Chocolate (190-170 Ma) y las rocas ígneas de los arcos de Río Grande (170-130 Ma), Casma (130-105 Ma), Ilo (105-90 Ma), Incahuasi (90-75 Ma), Toquepala (75-55 Ma) tienen similares firmas geoquímicas, mientras que los arcos magmáticos del Cenozoico se distinguen petroquímicamente mejor (fig. 8B).

Muchos de los afloramientos de rocas ígneas ubicados entre 1000 y 2000 msnm, y con edades entre 170 y 80 Ma, están cubiertas por los sedimentos de la cuenca Moquegua (fig. 8D). Los “Giant Porphyry Deposits” que actualmente se explotan se encuentran entre 3000 y 3500 msnm (fig. 8D). Sobre la base de los valores de intensidades magnéticas reducidas al polo (fig. 8C) se puede distinguir las áreas donde se tiene el mayor volumen de los sedimentos de la cuenca Moquegua (ver color azul del mapa, fig. 8C). Además, se pueden diferenciar anomalías positivas (ver color rojo y magenta) que estarían indicando afloramientos de rocas máficas ya sean estas rocas metamórficas y/o ígneas por debajo de los sedimentos de la cuenca Moquegua.

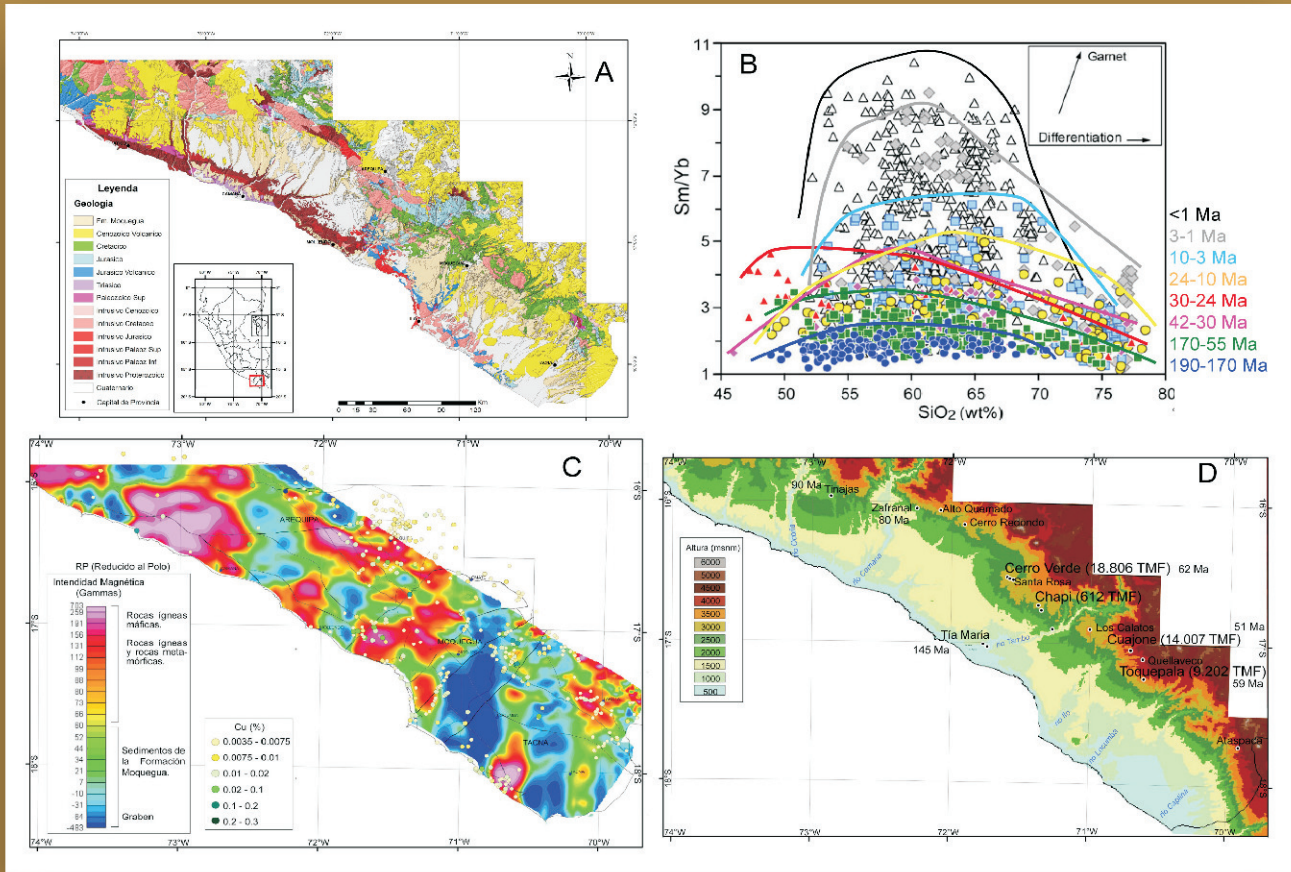


Figura 8. Resultados del Proyecto GR1. A) Mapa geológico integrado para el borde oeste de la cordillera occidental. B) Variaciones geoquímicas para las rocas ígneas del sur del Perú. C) Mapa de las variaciones de intensidad magnéticas reducidas al polo y subdominios geotectónicos. D) Mapa con las variaciones de altura y ubicación de los "Giant Porphyry Deposits".

GEOCATMIN
SISTEMA DE INFORMACIÓN GEOLÓGICO Y CATASTRAL MINERO
<http://geocatmin.ingemmet.gob.pe>

En el GEOCATMIN puede consultar más de 80 capas de información que incluyen:

- Carta geológica
- Dominio estructural
- Dataciones radiométricas
- Geoquímica de sedimentos
- Información aeromagnética
- Metalogena
- Catastro minero actualizado
- Y mucho más...

La visualización y descarga de capas es gratuita y la información se actualiza constantemente.

Monitoreo del volcán Misti

Vigilando el volcán

Yaneth Antayhua, Pablo Masías, Edu Taipe & Domingo Ramos
 Dirección de Geología Ambiental y Riesgo - Equipo de vulcanología
 yantayhua@ingemmet.gob.pe, pmasias@ingemmet.gob.pe,
 etaipe@ingemmet.gob.pe & dramos@ingemmet.gob.pe

Si bien el Misti es el volcán más representativo del Perú por su belleza e historia, es también el más "activo y peligroso" por su cercanía a la hoy superpoblada ciudad de Arequipa. Por ello desde el 2005 el INGEMMET viene realizando el monitoreo del volcán empleando diversos métodos para mantenernos al tanto de cualquier cambio importante que pueda indicar una posible erupción.

El volcán Misti (16°18' S, 71°24' O, 5822 msnm) es un volcán activo ubicado al noroeste de la ciudad de Arequipa. Los estudios geológicos y relatos históricos revelan que este volcán ha presentado varias erupciones importantes en los años: 50, 655, 1304 y 1440-1470; y desde 1550, pequeñas erupciones y actividad fumarólica. Algunas de estas erupciones, causaron daños a la población, la agricultura, la ganadería e infraestructura, por lo que su monitoreo ayudará a reducir futuras crisis eruptivas..

¿Por qué monitorear al volcán Misti?

La importancia del monitoreo del volcán Misti radica en que:

- La plaza de armas de la ciudad de Arequipa se ubica a tan solo 18 km del cráter del volcán.
- Arequipa es la segunda ciudad más importante del Perú, con una población que bordea el millón de habitantes.
- El 80% de la población de Arequipa, así como las principales inversiones económicas (mina Cerro Verde, parque industrial, etc.) se abastecen de agua del Río Chili. La menor manifestación eruptiva de este volcán (emisión de cenizas) concluiría en la contaminación de este vital elemento perjudicando la salud y el desarrollo económico.
- En los últimos 50 años, Arequipa ha experimentado un crecimiento urbano acelerado hacia el volcán Misti, hoy en día, muchos pueblos jóvenes de los distritos de Alto Selva Alegre, Miraflores, Mariano Melgar, Paucarpata y Chiguata se encuentran a menos de 12 km del cráter del volcán.

▣ DATO

El monitoreo volcánico consiste en registrar, observar y analizar continuamente los cambios físicos y químicos que ocurren en el volcán y sus alrededores, utilizando para ello, métodos instrumentales y visuales con la finalidad de predecir a corto plazo una posible erupción y de este modo reducir el riesgo volcánico. Los métodos de monitoreo comúnmente utilizados son: sísmico, geoquímico, geodésico y visual.

- Importantes y costosas infraestructuras hídricas (represas Aguada Blanca, El Fraile), energéticas (hidroeléctricas Charcani I, II, III, IV, V, VI) y saneamiento (Planta la Tomilla, la Tomilla 2) se desarrollan en la cuenca del río Chili, que bordea al volcán Misti por el sector Oeste.

Métodos de monitoreo implementados en el volcán Misti

Monitoreo geoquímico de fuentes de agua termales y fumarolas

Desde septiembre del 2005, el INGEMMET, realiza el monitoreo geoquímico de cinco fuentes de agua termales y de las fumarolas del cráter del volcán. Este monitoreo consiste en medir parámetros fisicoquímicos como la temperatura (T°), potencial



Figura 1. Fumarolas del domo y borde del volcán Misti. En la estación de monitoreo de temperatura MST-F1 se instalaron 3 registradores de temperatura: junto a la fumarola, en la boca de emisión fumarólica y en el suelo a cierta distancia de la fumarola.

de hidrógeno (pH) y conductividad eléctrica (CE). Además se toman muestras de agua y gases a fin de detectar variaciones en sus concentraciones químicas. Estas variaciones son indicadores del aumento de la actividad volcánica.

Fuente termal Charcani V (CHV)

Del total de fuentes de monitoreo, Charcani V (CHV) es la fuente más cercana al cráter del volcán (6 km al Oeste del cráter). Debido a esta cercanía, a su temperatura (36,5 °C) y a su posible origen volcánico, se optó por monitorear esta fuente, con un registrador de datos de temperatura. El registro se efectúa cada 5 minutos. Asimismo, las muestras de agua, en esta fuente, se obtienen cada mes para el análisis químico respectivo.

Las fumarolas

El monitoreo de las fumarolas del Misti (MST-F1: Misti Fumarolas 1; fig. 1) se inició en el año 2006. Estas fumarolas son emitidas principalmente por el cráter, donde se encuentra un domo de lava. Estas fumarolas presentan temperaturas superiores a los 310 °C. Otras zonas de emisión de fumarolas se ubican por los bordes del cráter del volcán y poseen temperaturas próximas a los 50 °C.

¿Qué resultados se han obtenido en las fuente Charcani V y en las fumarolas del cráter del volcán Misti?

En la fuente CHV, se ha observado pequeñas variaciones en las concentraciones químicas (iones) así como en los parámetros pH, conductividad eléctrica y temperatura (fig. 2). Las variaciones más importantes fueron registradas en el 2007, después del terremoto de Pisco del 15 de agosto y también

en el 2010 y 2011, observándose una disminución de 35,9 °C a 33,5 °C respectivamente. Todas estas variaciones que estarían asociadas a efectos exógenos (sismos lejanos, estacionalidad, etc.), están consideradas dentro del umbral de variación normal del volcán Misti.

La temperatura de las fumarolas del Misti ha presentado pequeñas variaciones con ligeros ascensos en los meses de verano y descensos en otoño e invierno, entre 16 °C y 33 °C, afectados probablemente por la estacionalidad. También se han observado fluctuaciones pequeñas que podrían estar correlacionadas con la actividad volcánica-hidrotermal.

Monitoreo geodésico

En noviembre del 2008 se inició la implementación de este método de monitoreo en el Misti. Para ello se contó con el asesoramiento de especialistas internacionales de amplia experiencia en el tema de deformación volcánica, es así que se diseñó a red geodésica en el volcán Misti, que actualmente está implementada en un 90%. Este monitoreo permitirá detectar cambios en la forma del volcán (inflación, deflación); lo que indicaría, probablemente, un proceso interno.

Medición Electrónica de Distancias (EDM)

Consiste en emplear distanciómetros electrónicos para medir la distancia entre dos puntos con precisiones milimétricas. Con este fin se construyeron 6 bases y se instalaron 17 prismas en los flancos sur, oeste, noroeste y este del volcán (fig. 3). La distribución de los puntos de monitoreo está en función al Mapa de Peligros del Volcán Misti en



Figura 2. Resultados de la concentración química (iones) y parámetros fisicoquímicos (Conductividad Eléctrica, potencial de hidrógeno, temperatura) de la fuente Charcani V (CHV).



Figura 3. Estación total y prisma utilizados durante las mediciones electrónicas de distancias en el flanco oeste del volcán Misti.

donde se han identificado la zonas más susceptible a sufrir derrumbes y las zonas más estables del volcán.

Medición con GPS

Esta técnica consiste básicamente en determinar la posición absoluta o diferencial de un punto. Con este fin se emplea un equipo GPS que recibe las señales satelitales para calcular su posición absoluta o relativa. Las precisiones pueden ser milimétricas, si se toman en cuenta factores como el tipo de equipo, el tiempo de registro, factores atmosféricos y la metodología para el procesamiento de la información.

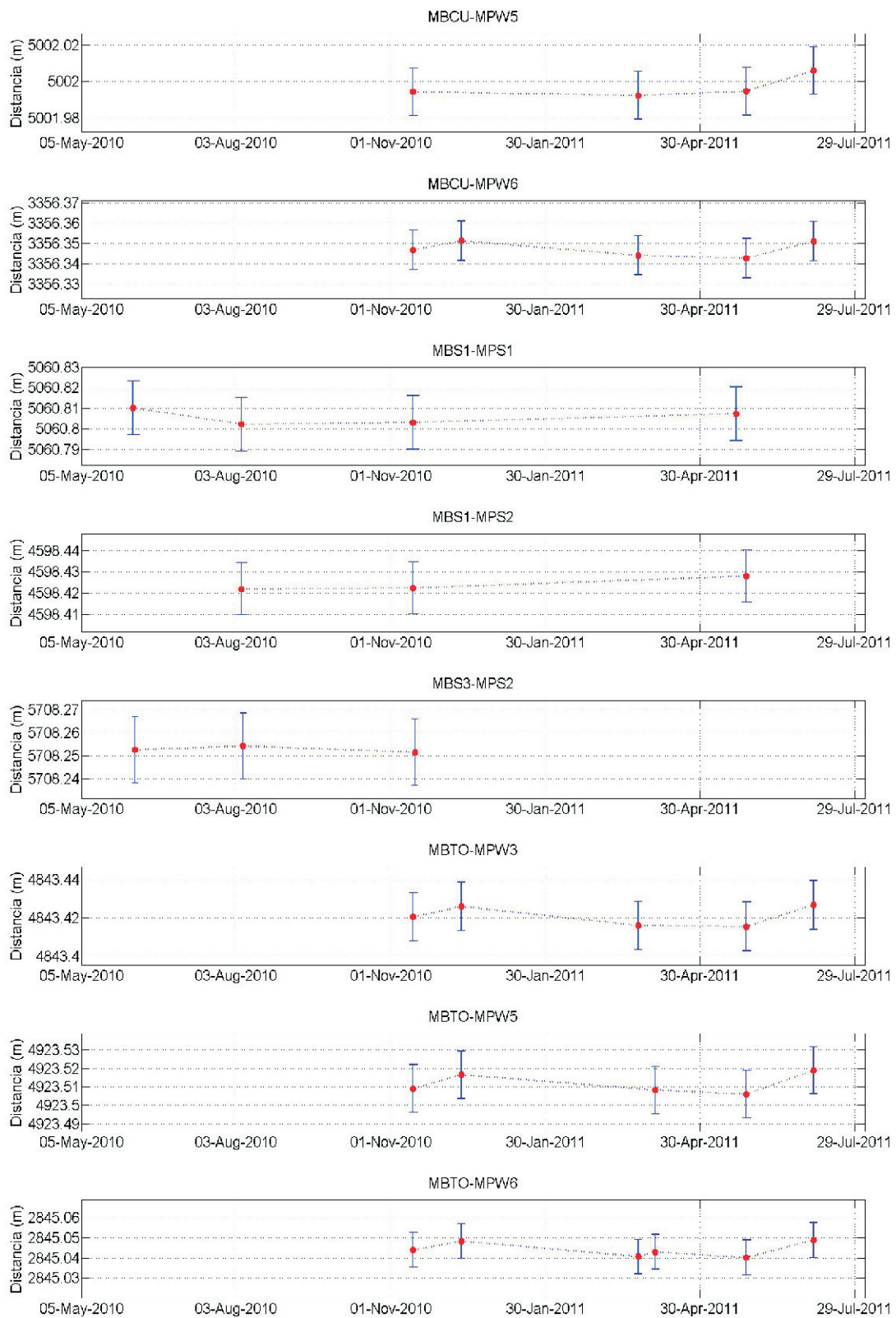


Figura 4. Resultados de las mediciones EDM en el volcán Misti.

En el volcán Misti se monitorean 6 puntos con GPS determinando su posición absoluta. Además se ha implementado un perfil de nivelación precisa mediante la técnica de GPS diferencial. Este perfil que consta de 7 puntos, está ubicado en el flanco Sur del volcán, el cual tomará una estación base a 17 Km del cráter como referencia para la corrección de datos.

Medición utilizando imágenes satelitales (InSAR)

Este método consiste en comparar imágenes formadas a partir del rebote de señales emitidas desde un satélite radar a la superficie de la tierra. La interferometría de radar de apertura sintética (InSAR) puede detectar pequeñas diferencias en la distancia entre su posición y la Tierra. En el volcán Misti, se han obtenido imágenes para detectar deformaciones utilizando esta técnica, y se tiene proyectado continuar aplicándola con mayor continuidad.

Resultados preliminares del monitoreo geodésico

Los resultados preliminares obtenidos hasta la fecha corresponden a las técnicas de EDM e InSAR. En la fig. 4, se muestra un gráfico con la curva de distancias medidas en el volcán Misti. Se aprecia que la tendencia de la variación de distancia es aleatoria, y está dentro del rango de error del instrumento, por lo que se deduce un estado no deformativo del volcán en el 2010 - 2011.

Asimismo, los interferogramas obtenidos el 12/04/2007 y 12/11/2009, aplicando la técnica InSAR, no muestran deformación por actividad volcánica (González, 2009).

Monitoreo visual

Este método de monitoreo se centró básicamente en:

- Registro fotográfico de las fumarolas del domo en el cráter del volcán.



Figura 5 Registro fotográfico del domo en el cráter del volcán Misti observadas entre noviembre del 2007 y julio del 2011.

- b. Registro fotográfico de las fumarolas observadas desde la oficina de INGEMMET (O.D. Arequipa).
- c. Registro cualitativo diario de la visibilidad de las fumarolas, en función de la clasificación de visibles, poco visibles y no visibles.

Fumarolas del domo

Los registros corresponden a los años 2007 y 2011 (fig. 5), entre ellos destacan los obtenidos en marzo de 2009, marzo y noviembre 2010, marzo, mayo y julio de 2011.

Fumarolas observadas desde la oficina de INGEMMET Arequipa

Este monitoreo se realiza desde el 2008 desde la OD Arequipa. Estas fumarolas, que se aprecian principalmente por las mañanas, son de color blanquecino y no sobrepasan los 500m sobre el cráter.

Registro cualitativo de la visibilidad de las fumarolas

Entre noviembre 2009 y enero 2010, se presentaron varios días con emisión fumarólica visible. Si bien esta emisión se incrementó considerablemente entre enero y agosto de 2011 (fig. 6), podría estar asociado a las precipitaciones pluviales, experimentadas en Arequipa, durante el verano del 2011

Conclusiones El INGEMMET realiza el monitoreo permanente del volcán Misti desde el 2005. Este monitoreo se centra en el empleo de tres métodos principales: geoquímicos, con mediciones de parámetros fisicoquímicos de fuentes de agua y fumarolas; geodésicos, con el empleo de mediciones mediante EDM, GPS e INSAR; y visual, con el registro de las fumarolas.

Por lo anteriormente descrito, se concluye que la actividad del volcán Misti se encuentra en NIVELES BAJOS.

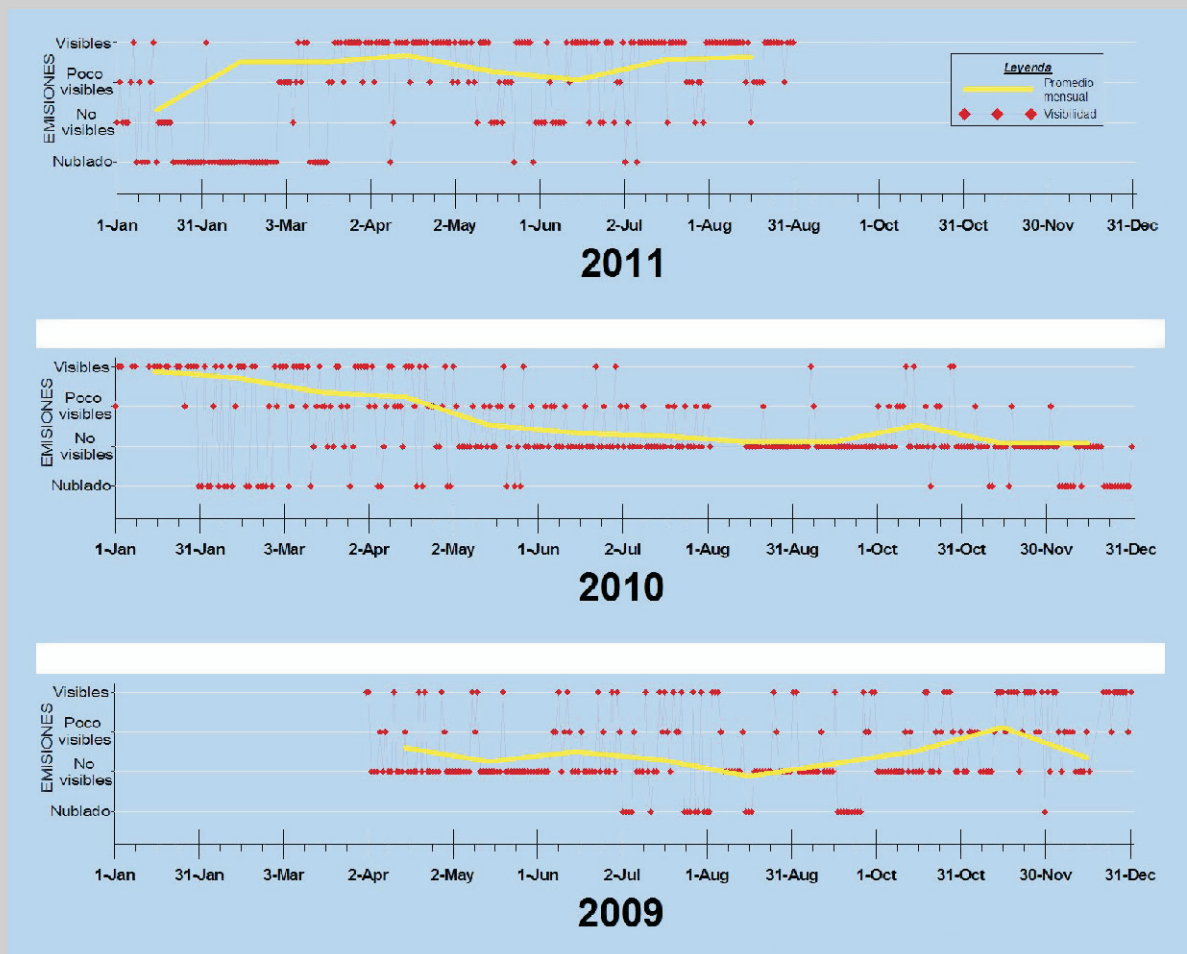


Figura 6. Registro cualitativo de la visibilidad de las fumarolas del volcán Misti entre 2009 y agosto 2011.

Resultados del marco legal vigente para el otorgamiento de concesiones mineras

Más de 8000 petitorios mineros solicitados y 70 millones de dólares distribuidos en lo que va del 2011

Según los últimos reportes del Ministerio de Energía y Minas, hasta setiembre de este año la inversión total en minería se ha incrementado en un 67,2% en relación al mismo periodo del 2010. Este incremento se manifiesta también en el número de petitorios mineros solicitados, que repercute en los montos que el INGEMMET distribuye por concepto de derecho de vigencia y penalidad en todo el país.

Petitorios se incrementan en 25%

De enero a octubre del 2011 se solicitaron un total de 8740 petitorios mineros a nivel nacional, lo cual que representa un incremento del 25% con respecto al mismo periodo del 2010, en el que se recibieron 6979 solicitudes.

En los meses de enero y febrero se dieron los picos más altos de formulación de petitorios, que representan el 38% del total de petitorios formulados hasta octubre del presente año.

Cuadro 1

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
2009	353	717	601	338	507	281	304	586	415	439	404	290	5235
INGEMMET	281	605	505	235	373	203	199	407	283	315	386	231	3923
GOB. REG.	72	112	96	103	134	78	105	179	132	124	118	59	1312
2010	514	1556	512	467	697	476	686	686	526	859	949	1710	9638
INGEMMET	397	1180	327	292	464	339	525	470	345	680	612	1576	7207
GOB. REG.	117	376	185	175	233	137	161	216	181	179	337	134	2431
2011	1388	1930	961	782	898	494	545	600	691	451	0	0	8740
INGEMMET	1215	1428	707	619	577	321	406	355	472	269	0	0	6369
GOB. REG.	173	502	254	163	321	173	139	245	219	182	0	0	2371

Cabe mencionar que en el proceso de descentralización, los Gobiernos Regionales asumieron competencias en materia minera para recibir y tramitar petitorios de la minería artesanal y pequeña minería.

De otro lado, se observa que los departamentos que cuentan con mayor número de petitorios formulados en el 2011 son: Arequipa (12% del total formulado), Ancash (11%) y Lima (8.5%), tal como se observa en el siguiente cuadro:

Cuadro 2

**Petitorios solicitados a octubre del 2011
a nivel nacional**

Departamento	Cantidad	Hectáreas indicadas por el usuario	Departamento	Cantidad	Hectáreas indicadas por el usuario
AREQUIPA	1,054	681,281	HUANUCO	201	106,450
ANCASH	963	473,042	PIURA	187	96,854
LIMA	749	378,249	TACNA	175	129,615
MADRE DE DIOS	642	241,039	LAMBAYEQUE	135	61,100
HUANCAVELICA	596	341,810	PASCO	86	37,099
AYACUCHO	585	363,821	SAN MARTIN	57	30,100
LA LIBERTAD	530	257,274	AMAZONAS	28	9,272
APURIMAC	503	286,339	LORETO	13	7,800
PUNO	456	234,283	TUMBES	12	2,000
CUSCO	373	224,091	UCAYALI	12	3,800
CAJAMARCA	362	219,110	MAR	4	1,200
MOQUEGUA	315	223,063	CALLAO(LIMA)	3	250
JUNIN	291	98,017	NO GRAFICADOS (*)	136	86,008
ICA	272	155,717	TOTAL	8,740	4,748,686(**)

(*) No ingresados al sistema de graficación catastral por error en sus coordenadas UTM u otros.

(**) Extensión de posible exploración-explotación del recurso mineral, siempre que se cuente con título de concesión, acuerdo con el titular del predio y certificación ambiental aprobada.

Cabe indicar que al cierre de esta edición existen en nuestro país 51,065.00 derechos mineros (concesiones y petitorios) vigentes, de los cuales 39,720.00 están titulados y 11,345.00 se encuentran en trámite.

Es importante precisar que la formulación de petitorios mineros no otorga el derecho de explorar ni explotar los recursos minerales, como tampoco la propiedad del terreno donde se ubican.

Debe tenerse presente también que el título de concesión minera no autoriza la realización de actividades mineras de exploración ni explotación. Estas actividades deben ser autorizadas por el Ministerio de Energía y Minas, para la mediana y gran minería, o por los Gobiernos Regionales, para la minería artesanal y pequeña minería, previa

aprobación de los estudios ambientales con procesos de participación ciudadana.

La utilización de las tierras para la realización de actividades mineras requiere el acuerdo del propietario del terreno o la imposición de una servidumbre; salvo para el desarrollo de actividades no metálicas sobre tierras de uso agrícola, donde no procede la servidumbre minera.

En paralelo a la formulación de petitorios y otorgamiento de concesiones se produce también la extinción de derechos mineros, que al revertir al Estado pueden ser materia de formulación de nuevos petitorios. El cuadro siguiente muestra la cantidad de derechos mineros extinguidos por diversas causales a nivel nacional:

Cuadro 2

Año	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
2009	112	100	189	61	96	195	121	143	155	3108	301	357	4938
2010	201	128	184	262	234	289	249	212	244	3139	602	315	6059
2011	115	163	282	279	277	290	273	315	205	1794	0	0	3993

*Información a octubre de 2011.

Distribución del derecho de vigencia y penalidad

Por su parte, los montos distribuidos por estos conceptos entre los meses de enero y octubre de 2011, ascendieron a US\$ 70, 171,429.58 y S/. 3, 324,882.52,

mientras que en igual período durante el año 2010, se distribuyeron US\$ 59, 848,249.26 y S/. 2, 914,714.47, registrándose un incremento del orden del 17.25% y el 14.07%, respectivamente.

Cuadro 4

BENEFICIARIOS	AÑO 2011		AÑO 2010		VAR.% US\$	VAR. % S/.
	MONTO US\$	MONTO S/.	MONTO US\$	MONTO S/.		
Municipalidad Distrital	52,620,394.68	2,492,385.80	44,865,451.34	2,184,705.39	17.28	14.08
INGEMMET	13,208,649.15	665,997.37	11,237,384.03	584,007.26	17.54	14.04
MEM	3,301,699.69	166,499.35	2,808,910.20	146,001.82	17.54	14.04
Gobierno Regional	1,040,686.06	0.00	936,503.69	0.00	11.12	0.00
Total	70,171,429.58	3,324,882.52	59,848,249.26	2,914,714.47	17.25	14.07

Entre los Gobiernos Regionales más beneficiadas en el período enero – setiembre se encuentran: Arequipa (US\$ 141,803.29), Madre de Dios (US\$135,684.65) y Ancash

(US\$ 104,557.64). Mientras que los distritos con mayores ingresos fueron: Sechura (Piura), Encañada (Cajamarca) y Bella Unión) tal como se aprecia en los cuadros 5 y 6.

Cuadro 5

Nº	GOBIERNOS REGIONALES	MONTO US\$
1	GOBIERNO REGIONAL AREQUIPA	141,803.29
2	GOBIERNO REGIONAL MADRE DE DIOS	135,684.65
3	GOBIERNO REGIONAL ANCASH	104,557.64
4	GOBIERNO REGIONAL LA LIBERTAD	86,539.37
5	GOBIERNO REGIONAL PUNO	75,635.33
6	GOBIERNO REGIONAL LIMA	75,058.73
7	GOBIERNO REGIONAL JUNIN	64,357.81
8	GOBIERNO REGIONAL AYACUCHO	60,666.94
9	GOBIERNO REGIONAL HUANCVELICA	46,356.83
10	GOBIERNO REGIONAL ICA	42,611.41
11	GOBIERNO REGIONAL CUSCO	40,166.45
12	GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA	34,853.78
13	GOBIERNO REGIONAL PIURA	27,056.36
14	GOBIERNO REGIONAL HUANUCO	24,998.43
15	GOBIERNO REGIONAL APURIMAC	21,624.85
	SUB-TOTAL GOBIERNOS REGIONALES	981,971.87
	OTROS GOBIERNOS REGIONALES	58,714.19
	TOTAL GOBIERNOS REGIONALES	1,040,686.06

Cuadro 6

Nº	DEPARTAMENTO	PROVINCIA	DISTRITO	MONTO US\$	MONTO S/.
1	PIURA	SECHURA	SECHURA	826,568.76	64,281.14
2	CAJAMARCA	CAJAMARCA	ENCAÑADA	501,850.97	208,930.32
3	AREQUIPA	CARAVELI	BELLA UNION	477,294.13	453.60
4	CUSCO	ESPINAR	ESPINAR	447,571.55	193,644.00
5	ICA	NAZCA	MARCONA	390,399.62	42,093.00
6	AREQUIPA	CASTILLA	ORCOPAMPA	385,340.46	8,982.58
7	MOQUEGUA	MARISCAL NIETO	MOQUEGUA	366,330.01	0.00
8	AREQUIPA	CONDESUYOS	CAYARANI	357,895.83	4,782.38
9	LA LIBERTAD	SANTIAGO DE CHUCO	QUIRUVILCA	355,005.56	75,495.38
10	PASCO	PASCO	HUAYLLAY	353,466.90	13,513.50
11	CAJAMARCA	SAN PABLO	TUMBADEN	340,591.28	0.00
12	MOQUEGUA	MARISCAL NIETO	TORATA	340,456.57	102,782.25
13	APURIMAC	AYMARAES	COTARUSE	325,099.69	6,426.00
14	LA LIBERTAD	SANCHEZ CARRION	HUAMACHUCO	320,641.10	0.00
15	HUANCVELICA	CASTROVIRREYNA	CASTROVIRREYNA	317,725.41	378.00
			SUB-TOTAL DISTRITOS	6,106,237.84	721,762.14
			OTROS DISTRITOS	46,514,156.84	1,770,623.66
			TOTAL DISTRITOS	52,620,394.68	2,492,385.80

Fuente: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico - Dirección de Derecho de Vigencia.
15 primeros distritos con mayores ingresos por concepto de derecho

Uso de los fondos

Los importes transferidos a las Municipalidades Distritales deben ser utilizados para la ejecución de programas de inversión y desarrollo en sus respectivas circunscripciones. Mientras que los Gobiernos

Regionales deben destinar estos fondos para el ejercicio de las funciones transferidas en el marco del proceso de descentralización, en especial, para aquellas relacionadas con la protección del medio ambiente.

INGEMMET capacita al Perú en geología y minería

El Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico, acorde con su rol difusor y promotor de la minería y las geociencias, organizó una serie de actividades de capacitación dirigidas a estudiantes, profesionales, empresarios y autoridades de todo el país para actualizar y ampliar sus conocimientos en estas ramas.

Cursos a estudiantes: capacitando para el futuro

El pasado 28 de octubre el INGEMMET recibió la visita de 20 estudiantes de la Escuela de Ingeniería Geológica, de la Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión de la ciudad Pasco, quienes asistieron al curso “Geoquímica de las rocas ígneas”, dictado por la Dra. Miriam Mamani, miembro de la Dirección de Geología Regional.

El grupo, dirigido por el Mg. Favio Mena Osorio, estuvo en la ciudad de Lima como parte de una visita académica que buscó complementar el conocimiento teórico recibido en las aulas con los últimos avances tecnológicos y estudios realizados por la institución.

Al final del curso los estudiantes recibieron ejemplares de los últimos boletines publicados, entre los que figuran: Geología del cuadrángulo del Cusco, Geología de los cuadrángulos de Pachia y Palca, Geología en la conservación de Machu Picchu y Geología de la ciudad sagrada de Caral.

De otro lado, este viernes 4 de noviembre el INGEMMET recibió a un grupo de estudiantes de

Ingeniería Metalúrgica de la Universidad Nacional San Agustín de Arequipa, quienes realizaron una visita técnica a los laboratorios de la institución. Además los profesionales del INGEMMET explicaron al grupo el procedimiento para la preparación de briquetas o secciones pulidas, el reconocimiento de minerales, la microtermometría de las inclusiones fluidas, entre otros temas.

Promoviendo la minería

Siguiendo con los eventos de capacitación, el CAFAE – INGEMMET organizó el Seminario Minero, desarrollado el 10 y 11 de noviembre en el auditorio del Ministerio de Energía y Minas.

Entre los temas que se abordaron en el evento figuran: la solicitud de petitorios mineros, la normatividad ambiental, el potencial minero del Perú y los nuevos gravámenes aplicados a la actividad minera.

El evento contó con la participación de empresarios, profesionales y estudiantes de ramas afines a la actividad minera.



Pasantías a delegaciones de los servicios geológicos de Chile y Ecuador

Como parte del intercambio de conocimientos planteado a través de distintos convenios de cooperación, el INGEMMET recibió a las delegaciones del Servicio Nacional de Geología y Minería de Chile (SERNAGEOMIN) y del Instituto Nacional de Investigación Geológica, Minero y Metalúrgica de Ecuador (INIGEMM) para brindar capacitación en temas relacionados a las ciencias de la tierra y la administración del catastro minero.

Delegación chilena

Del 2 al 5 de noviembre la delegación SERNAGEOMIN, integrada por el abogado Javier Jara y los ingenieros Pablo Rivas y Fernando Guasch, realizaron una visita técnica al INGEMMET con el objetivo de conocer las instalaciones y sistemas de nuestra institución, en especial aquellos relacionados con el catastro, sistemas informáticos y la propiedad minera.

Durante la visita se les explicó a los profesionales los distintos procesos administrativos que realiza nuestra institución para el otorgamiento de concesiones mineras. De este modo, las direcciones de Catastro Minero, Concesiones Mineras, Derecho de Vigencia y Penalidad y la Unidad de Administración Documentaria y archivo realizaron exposiciones en los que se incluyeron temas como: el sistema catastral minero nacional, el marco normativo de la concesión minera en el Perú, los criterios técnicos y legales en la evaluación de los petitorios mineros, el padrón minero nacional, la recaudación por formulación de nuevos petitorios y por derechos mineros ya formulados, la acreditación oportuna y extemporánea y el registro de información en el Sistema de Derechos Mineros y Catastro – SIDEMCAT.

Por su parte los representantes chilenos manifestaron su admiración por el tratamiento que se da en nuestro país al otorgamiento de las concesiones mineras y los sistemas informáticos que se han implementado en el INGEMMET.

Cabe resaltar que la principal diferencia entre el sistema peruano y el chileno, es que mientras en nuestro país el trámite para obtener una concesión minero atraviesa por una serie de procesos administrativos, en Chile el otorgamiento de concesiones se resuelve mediante la vía judicial y el pago para mantener vigente la concesión se realiza mediante el sistema de patentes.

Delegación ecuatoriana

Del 1 al 4 de noviembre el INGEMMET recibió la visita de la delegación ecuatoriana del INIGEMM, integrada por Luis Mosquera, ingeniero geólogo y coordinador general de promoción y difusión geológica; la ingeniera Tania García, y la arqueóloga Mónica Bolaños, ambas integrantes del equipo del Proyecto Patrimonio Geológico Minero y Metalúrgico.

La delegación del país vecino recibió información sobre los avances y el desarrollo del geoturismo en el Perú, el uso del GEOCATMIN para la difusión de la información geológica y minera, y la los estudios de paleontología y la organización y registro de fósiles.

Finalmente los profesionales ecuatorianos conocieron el área de petromineralogía (donde están registradas las muestras de minerales y rocas), a cargo de la Dirección de Recursos Minerales y Energéticos.

Primer taller minero – geológico para docentes se desarrolló en Cusco



Con la participación de 35 profesores de distintas instituciones educativas del Cusco, se desarrolló el PRIMER TALLER DE GEOLOGIA Y MINERIA RESPONSABLE PARA DOCENTES-2011, los días 24 y 25 de noviembre en la Casa de Fray Bartolomé de las Casas de la ciudad imperial. El objetivo del evento fue dar a conocer, a través de fuentes oficiales y de primera mano, aspectos fundamentales de la geología y la minería responsable en el Perú, que muchas veces son malinterpretados por los medios y la sociedad.

De este modo se busca que los docentes comprendan y difundan la importancia de la actividad minera en nuestro país, y el rol del INGEMMET en el proceso del desarrollo minero.

El taller contó con la participación del Ing. Walter Casquino, presidente del Consejo Directivo del INGEMMET, además de otros profesionales de nuestra institución, como: el Ing. Juan Villanque, Ing. David Ojeda, Ing. Luisa Macedo, Ing. César Salazar y la Dra. Milagros Cuellar, quienes abordaron los temas:

1. Importancia y rol de la minería en el Perú.
2. Visión Tecnológica – Económica de la Minería.
3. Geomensura, topografía y cartografía.

4. Geodesia astronómica.
5. Geodesia satelital.
6. Imágenes satelitales: usos y aplicaciones.
7. Rol público y privado de los mapas.
8. Geología general.
9. Riesgo geológico.
10. Propiedad inmueble privada y pública.
11. Concesiones mineras, derecho que otorga la concesión minera.
12. Catastro minero.
13. Medio ambiente.

Asimismo estuvo presente el Ing. Carlos Franco Méndez, representante de la Facultad de Ingeniería Eléctrica, Mecánica y Minas de la Universidad San Antonio Abad del Cusco, quien estuvo a cargo del tema: Medioambiente y minería responsable.

Al término de la capacitación los docentes manifestaron estar satisfechos con lo aprendido y apoyaron que entidades del Estado, como el INGEMMET, estuvieran interesadas en informar y dialogar con la sociedad sobre temas mineros. Asimismo propusieron que este tipo de talleres se desarrolle al inicio del año escolar, con una mayor afluencia de docentes y con la participación de sus colegas de las zonas rurales.



1. El Ing. Casquino estuvo a cargo del tema: Concesiones mineras: algunas precisiones. / 2. El evento estuvo animado por danzas de la región / 3. Al término del taller los 35 participantes recibieron información adicional y certificados de participación

Estudio geológico sobre el cuadrángulo de Olmos fue presentado en Piura



Se entregaron ejemplares del boletín a los asistentes



Presentación del Ing. Freddy Jaimes

El 17 de noviembre el Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, INGEMMET, realizó la presentación del boletín “Geología del Cuadrángulo de Olmos” en la Universidad Nacional de Piura, con la finalidad de dar a conocer los resultados del estudio y explicar cómo se podrían aprovechar los recursos naturales (metálicos y no metálicos) de la región.

Este cuadrángulo se encuentra ubicado en el noroeste del Perú, en el límite de los departamentos de Piura y Lambayeque. Geomorfológicamente forma parte de la Cordillera Occidental y la llanura costanera, con la incisión de los ríos de Olmos, Tocto, Limón, Insculas y Ñaupe

La presentación del estudio estuvo a cargo del Ing. Freddy Jaimes, autor del boletín, quien explicó la metodología del trabajo de campo y gabinete, presentando los resultados del cartografiado a la escala 1:50 000 de los cuadrantes 12d-I, 12d-II, 12d-III y 12d-IV (cuadrángulo de Olmos 12d), con su respectivo boletín. El especialista resaltó los cambios de la estratigrafía en base a nuevas dataciones radiométricas y paleontológicas, así como sus relaciones de campo.

También hizo una descripción de cada unidad estratigráfica y magmática, incidiendo en cada una de ellas, en sus aplicaciones metalógenéticas, hidrogeológicas y los potenciales peligros geológicos de la zona.

Por su parte, el estudio geoquímico determinó que las anomalías de molibdenita en el macizo de El Molino-Carrizal hacen suponer la presencia de cuerpos mineralizados tipo pórfidos de Cu-Mo. Además se tiene grandes vetas de hierro masivo, emplazados en el complejo de Olmos y numerosos prospectos aún en proceso de exploración. Finalmente se presentó un mapa geológico con zonas potenciales para la exploración de yacimientos de minerales.

Al evento asistieron representantes del Colegio de Ingenieros de Piura, especialistas en Zonificación Ecológica – Económica y Ordenamiento Territorial del Gobierno de Lambayeque, el decano de la Facultad de Geología de la Universidad Nacional de Piura, entre otras autoridades universitarias, y estudiantes de casa de estudios. Todos recibieron ejemplares del boletín y también se otorgó un donativo de 20 boletines a las diferentes instituciones.

Desayuno conmemorativo

20 años de la Ley que permitió el desarrollo de la minería en el Perú

El Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, en coordinación con el Viceministerio de Minas, organizó un desayuno de trabajo con el fin de evaluar el impacto de la Ley de Promoción de Inversiones en el sector minero (Ley 708) y recordar los veinte años de vigencia de dicha norma.

Inició las exposiciones el Dr. Juan Baldeón, consultor legal y docente de Derecho Minero, quien realizó un repaso de las actividades realizadas, los avances y limitaciones durante la vigencia de la Ley así como un recuento de lo que fue y lo que actualmente es. A través de su exposición, el Dr. Baldeón resaltó que los criterios determinados en la Ley 708, como el régimen de concesiones y las coordinadas UTM, habían permitido el desarrollo del sector minero peruano.

Por su parte el Ing. Walter Casquino, presidente del Consejo Directivo del INGEMMET, presentó una propuesta para la Ley de Consulta, que incluye 2 etapas en la consulta, la primera, antes de iniciar la cubicación de reservas, que se supone es la primera actividad realmente "invasiva". Y la segunda, antes de iniciar la actividad de construcción del proyecto minero., debido que recién en esta etapa se conoce al detalle la forma en que el proyecto afectaría el

entorno y la estrategia propuesta por la empresa para mitigar y controlar dicho impacto.

Finalmente, la viceministra de Minas, Susana Vilca, hizo hincapié a la conmemoración de los veinte años de vigencia de la Ley y señaló la importancia de reflexionar sobre cuánto se ha avanzado y qué se debe replantear, "...estamos viviendo momentos en el sector donde se presentan conflictos sociales, motivo que requiere una profunda reflexión sobre lo que se tiene que ajustar" expresó.

La titular manifestó además que se presentará ante el Ministerio de Energía y Minas un borrador del reglamento de la Ley de la Consulta, con el objetivo de realizar propuestas y sugerencias para mejorarla y hacerla aplicable a las necesidades del sector minero; de tal manera que la norma permita un efectivo encuentro entre la población, el estado y los inversionistas.

Al encuentro asistieron el Presidente del Gobierno Regional de Lambayeque, Sr. Humberto Acuña Peralta; el Presidente del Gobierno Regional de Puno, Mauricio Rodríguez Rodríguez; la Vice Presidenta de la Sociedad Nacional de Minería Petróleo y Energía, Sra. Eva Arias Vargas de Sologuren, y empresarios del Sector, entre otros.



Evento atrajo a más de 200 concurrentes

Con éxito culminó “II Simposio de Rocas y Minerales Industriales en Huancayo”



El 1 y 2 de diciembre Huancayo se convirtió en la capital de los minerales no metálicos, también conocidos como minerales industriales. ¿La razón? Más de 200 personas, entre representantes del Ministerio de Energía y Minas, de la Producción, autoridades regionales, servicios geológicos extranjeros, empresarios, pequeños productores mineros, profesionales, docentes y estudiantes universitarios, se reunieron en el II Simposio Internacional de Rocas y Minerales Industriales, organizado por el INGEMMET en coordinación con la Dirección de Energía y Minas de Junín, la Universidad Continental, la Universidad Nacional del Centro del Perú, Mantaro Perú SAC y otras entidades público y privadas.

En el evento, que fue inaugurado por el presidente del Consejo Directivo del INGEMMET, Ing. Walter Casquino, se informó sobre la situación y las potencialidades de desarrollo de la minería no

metálica en el país, que es la encargada de obtener la materia prima para la industria de la construcción, los fertilizantes, la farmacéutica, etc. y que actualmente está representada por el 16% de las concesiones mineras vigentes en el territorio nacional.

Este II Simposio logró promover también las inversiones y la descentralización, al realizarse en una ciudad distinta a la capital, y al reunir a todos los actores responsables de la cadena productiva de los no metálicos, desde los investigadores (representa-

¡DATO

Las exposiciones del simposio se encuentran disponibles en nuestra web (www.ingemmet.gob.pe) a través de la ruta de “Descargables”.

dos por el INGEMMET y los servicios geológicos de Ecuador y Chile), los productores (representados por los mineros), los promotores (representados por los ministerios y entidades como el INDECOPI), los empresarios (grandes, medianos y pequeños) y consumidores finales.

El evento fue una oportunidad para intercambiar conocimientos sobre el hallazgo de canteras, las posibilidades de producción, la comercialización, las exportaciones y la legislación relacionada a la minería no metálica. Los asistentes, provenientes de Lima, Junín, otras provincias nacionales y el extranjero, participaron en más de 20 conferencias, de profesionales nacionales e internacionales, que contribuyeron a diversificar la temática del evento.

Entre los expositores internacionales podemos mencionar a la Arq. Marilita Giuliano, destacada especialista argentina y Jefa Técnico-Comercial de Yesos KNAUF, quien presentó el tema “De la piedra de yeso a la obra de alta tecnología”; el Ing. Salomón Brito, Coordinador del Proceso de Geología Económica del Instituto Nacional de Investigación Geológica, Minera y metalúrgica de Ecuador, quien presentó el tema “Investigación de rocas y minerales industriales en el Ecuador”; y al Ing. Aníbal Gajardo, Jefe de Geología Aplicada del Servicio Nacional de Geología y Minería de Chile, quien estuvo a cargo del tema “Rocas y minerales industriales en Chile: situación y perspectivas”.

Entre los expositores nacionales, destacó la participación del Ing. Rubén Rondinelli, consultor internacional; el Ing. Enzo Viaccava, Superintendente del Proyecto de Fosfatos Mantaro, el Ing. Henry Luna, ex

director de Promoción Minera del MINEM; el Ing. Tullio Tebaldi, Gerente General de PTC SAC; el Ing. Carlos Palacios, del Instituto Nacional del Mármol, el Dr. Humberto Chirif, Director de Recursos Minerales y Energéticos (DRME) del INGEMMET y la Eco. Alejandra Díaz (DRME), autora del Compendio de Rocas y Minerales Industriales del Perú y presidenta de la comisión organizadora del simposio, quien exhortó a las empresas cementeras a incrementar su producción, debido a que en el año 2010 se importó cemento de China, México etc. por más de 75 millones de dólares contra los 5 millones de dólares que representó la exportación de este producto.

Otras empresas e instituciones participantes fueron: de PEVOEX, PTC S.A.C. del Perú, la Universidad Continental de Ciencias e Ingeniería, la Universidad Nacional del Centro del Perú, así como importantes empresas y entidades locales de Junín como la Compañía Minera Mármoles SCRL, ECOMIN, la Asociación de Pequeños Productores Mineros de Junín (ANPEMINJ), Travertinos Leyva S.A.C., y el Instituto Regional del Mármol.

Al término del evento se realizó una visita de campo a una cantera de mármol y travertino, propiedad del señor Pedro Casachuagua (Compañía Minera Mármoles), donde expositores, autoridades, empresarios, docentes y estudiantes universitarios apreciaron el potencial de estas piedras ornamentales, utilizadas para la construcción, decoración de edificios, etc.

Finalmente cabe resaltar la región Junín es conocida por sus importantes reservas de mármol y travertino, que figuran entre las más finas del mundo.



Más de 200 personas entre nacionales y extranjeros, se dieron cita en el Simposio



Visita a cantera de mármoles con algunos de los participantes del evento

Boletín 24 B – próximamente a la venta y en la web

Geoquímica ambiental de la cuenca del río Pisco

Luis Enrique Vargas

*Dirección de Recursos Minerales y Energético
lvargasr@ingemmet.gob.pe*

Laguna Pacococha y emplazamiento de relaves a orillas de esta. Mirando al oeste.

En el 2009 el INGEMMET desarrolló el proyecto: “Geoquímica ambiental de la cuenca del río Pisco, GE-21”, que comprendió parte de los departamentos de Ica y Huancavelica, y abarcó un área de 4500 km². Entre los objetivos de este proyecto están: la caracterización fisicoquímica de las aguas de escorrentía, la determinación de los niveles de abundancia de metales pesados y la identificación de las posibles fuentes de impacto ambiental. Los resultados de los estudios se concentran en el boletín 24 – B, cuyo resumen presentamos a continuación.

La cuenca del río Pisco pertenece al sistema hidrográfico del océano Pacífico y cuenta con tributarios importantes como los ríos Pisco, Huaytará y Chiris. El relieve de esta cuenca involucra la zona costera hasta elevaciones superiores a 5000 msnm, que corresponden a la cordillera occidental.

La forma de acuerdo a la RAE es cordillera occidental en minúscula, pero si Uds. consideran que debería quedar así lo dejo en mayúscula y no lo cambio. Geológicamente, las unidades estratigráficas más antiguas que afloran son las del Grupo Yura, siendo la Formación Cañete la unidad más reciente, además de los distintos depósitos cuaternarios presentes en la zona. Las rocas ígneas corresponden al Batolito de la Costa, intrusivas y subvolcánicas del Paleógeno-Neógeno.

Estructuralmente, se tienen dos sistemas de lineamientos, uno de rumbo andino y otro transversal con dirección este, en cuyas intersecciones se localizan algunos yacimientos minerales.

El tipo de mineralización predominante en la zona es del tipo polimetálico, con minas que se ubican en Castrovirreyna, Huancavelica y corresponden a la denominada provincia andina occidental, la que comprende dos subprovincias: la Polimetálica del altiplano y la Cuprífera de la vertiente del Pacífico.

Por motivo del estudio se recolectaron muestras de agua en 131 estaciones a lo largo de toda la cuenca y 100 de sedimento en las zonas de Incachaca, Pacococha y el curso principal de la cuenca baja del río Pisco. La caracterización química muestra que la

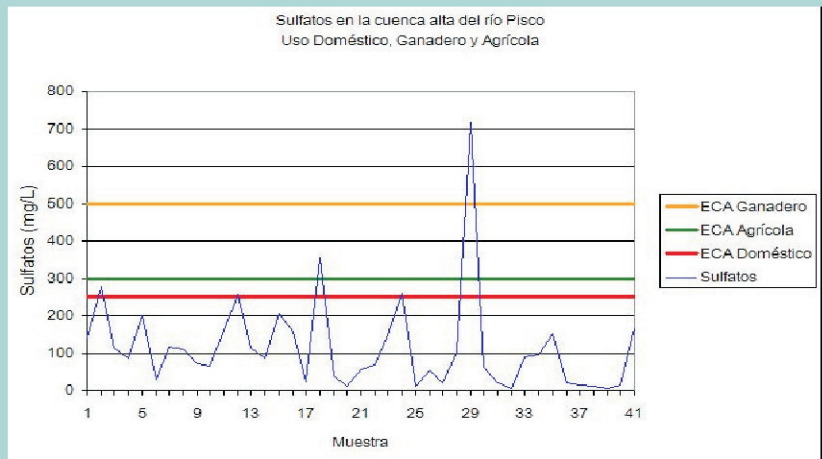
mayoría de muestras están clasificadas como agua dura a muy dura, con contenidos de CaCO_3 (carbonato de calcio) que llegan a superar los 900 mg/l. Asimismo, en cuanto al contenido de aniones y cationes mayoritarios, el agua de la cuenca alta ha sido clasificada como clorurada sulfatada bicarbonatada sódica cálcica; en la cuenca media es de tipo sulfatada clorurada cálcica sódica, al igual que en la cuenca baja.

En lo que respecta al peligro de salinidad, este resulta ser de bajo a muy alto en la cuenca alta; bajo a alto en la cuenca media y medio a muy alto en la cuenca baja. Por otro lado, el peligro de sodificación va de bajo a alto en la cuenca alta; bajo a medio en la cuenca media y bajo a muy alto en la cuenca baja.

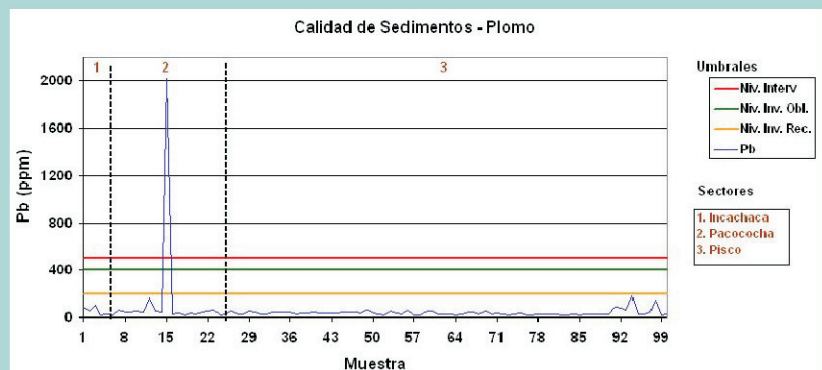
En cuanto a la calidad química del agua, se ha determinado que algunos elementos superan los ECAs (Estándares de Calidad Ambiental) en la cuenca, como son As, Fe, B y de manera puntual el Zn en la cuenca alta y el Pb en la cuenca media y baja.

Los resultados analíticos de sedimentos indican altos valores de As, Cd, Cu, Pb y Zn, llegando a superar en algunos casos el nivel de intervención, lo que sucede en los sectores Pacococha y mina Cóndor.

Finalmente, entre las posibles y/o He agregado O porque aparecía el signo / y he asumido que se omitió la O. ¿Es así? principales fuentes de impacto ambiental se puede mencionar los relaves de Pacococha, Dólar y mina Cóndor.



Sulfatos en la cuenca alta del río Pisco.



Calidad de sedimentos - Plomo



Alta concentración de sales en parte baja del río Pisco, sector La Huaca.

el DATO

Algunas definiciones:

- Agua de escorrentía: Las aguas de escorrentías o aguas pluviales son aquellas aguas de lluvia o nieve derretida que después de caer corren o fluyen por las calles, techos de los edificios o terrenos. Por lo general, este tipo de agua recoge y arrastra contaminantes o sedimentos.
- Agua dura: Es aquella que contiene un alto nivel de minerales, en particular sales de magnesio y calcio. El límite promedio para denominar a un tipo de agua como dura es a 120 mg CaCO_3/L .

Geología de Choquequirao

Víctor Carlotto
Dirección de Geología Regional
vcarlotto@ingemmet.gob.pe

Choquequirao, palabra quechua que significa “cuna de oro”, representa una de las obras más importantes de la arquitectura inca. Por ello el INGEMMET ha publicado “La Geología de Choquequirao” (boletín N°4 – serie I), que consta de 7 capítulos y constituye el primero de su género realizado en el complejo arqueológico. Este estudio, realizado dentro del convenio entre el INGEMMET y la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco, incluye aspectos como la geomorfología, la geología de los sitios arqueológicos, la geodinámica del camino de acceso desde Cachora y la geoarqueología del complejo.

El sitio arqueológico de Choquequirao se encuentra ubicado en la Cordillera Oriental del sur del Perú (entre las coordenadas UTM 730250 E, 8518400 N) y pertenece al distrito de Santa Teresa, provincia de La Convención, Región Cusco. Sin embargo, el acceso al complejo es por la localidad de Cachora, que pertenece al distrito de Cachora, provincia de Abancay y Región Apurímac. El río Apurímac es el límite geográfico natural entre las regiones Apurímac y Cusco.

Con respecto a Machupicchu, Choquequirao se sitúa a unos 45 km, en línea recta al suroeste. El complejo fue construido sobre las crestas y las pendientes escarpadas de la montaña del mismo nombre, a una altitud promedio de 3200 msnm. El lugar está dominado al noreste por el nevado Qoriwayrachina y además rodeado por numerosos picos nevados, como Pumasillo y Choquetacarpó al norte, Wiracochan al noroeste, Ampay al sur y Salkantay hacia el este, los mismos que los habitantes de los pueblos cercanos consideran como sitios sagrados.

El complejo de Choquequirao incluye numerosos restos arquitectónicos: terrazas, plataformas, plazas ceremoniales, templos, depósitos, fuentes y canales, conectados por escaleras interminables y a través de una red de caminos. Los edificios visibles hoy en día son construcciones incas y se distribuyen entre muchos barrios urbanos y zonas periféricas, divididos en trece sectores y

muchos subsectores. Los más grandes y mejor preservados se sitúan en el núcleo urbano que cubre casi 11 hectáreas. Al igual que la antigua capital inca, Cusco, y otros sitios incas regionales, como Machupicchu, Choquequirao parece haber sido organizado en dos mitades: Sector Alto o Hanan y Sector Bajo o Hurin, como parte de la organización dual muy empleada en el mundo andino.

Las fuentes etnohistóricas mencionan Choquequirao y demuestran que este sitio era conocido por los españoles desde su llegada a Perú en el siglo XVI, y podría haber sido una propiedad privada real del inca Túpac Yupanqui. Otros trabajos sugieren que el sitio fue planeado durante el reinado de Pachacútec y ampliado por Túpac Yupanqui. Es de esta época que datarían los mosaicos que se han descubierto en el sector S8 de Choquequirao, conocido como Las Llamas.

Si Choquequirao fue efectivamente un dominio real, esto explicaría el carácter excepcional de las terrazas y los edificios que exhiben la alta técnica de ingeniería en una zona geológicamente inestable. Al igual que otras manifestaciones materiales incas (cerámica, textiles, orfebrería, etc.), estos edificios sirvieron para magnificar el poder del soberano en su vida, para perpetuar su memoria después de su muerte y para satisfacer las necesidades de los miembros de su linaje o panaca.





Conjunto de andenes denominado Sector S8 "Las Llamas". Obsérvese las cuarcitas blancas utilizadas en los mosaicos

Choquequirao: proeza de la ingeniería inca

En Choquequirao y alrededores afloran esquistos, micaesquistos, gneis y cuarcitas, que fueron utilizados como material de construcción para el sitio arqueológico. Los depósitos cuaternarios más importantes, compuestos por gravas y bloques angulosos con una matriz limosa, son de origen coluvial y generalmente fueron originados por deslizamientos. Los micaesquistos y gneis que afloran en el sitio arqueológico de Choquequirao fueron las rocas más utilizadas en las construcciones. Los otros tipos de rocas como las pizarras y cuarcitas también fueron aprovechadas pero en menor porcentaje. En los andenes de las Llamas resaltan las cuarcitas blancas, ya que con ellas se diseñaron los mosaicos de estos camélidos y otras figuras, y contrastan con los micaesquistos grises. Estas rocas fueron trabajadas aprovechando los planos de esquistosidad que permitieron obtener losas paralelepípedas más delgadas y de menores dimensiones, en comparación a otras construcciones monumentales como Machupicchu o Saqsaywaman.

En el complejo existen deslizamientos que se desarrollaron en las laderas oriental y occidental, dejando entre ambos una colina con dirección norte-sur del tipo lomo o silla de caballo. Sobre esta colina bastante inestable los incas construyeron Choquequirao separando el Sector Alto (Hanan) y el Sector Bajo (Hurin), pero antes estabilizaron los deslizamientos de las laderas. Desde el punto de vista arqueológico, el hecho de estabilizar previamente este sitio "geológicamente peligroso" destaca la importancia del lugar, pues los incas tuvieron que realizar grandes obras de ingeniería. En efecto, Choquequirao fue un sitio complejo, de naturaleza ritual, probablemente construido para magnificar el poder del soberano inca y perpetuar su memoria después de su muerte.

Adicionalmente, el emplazamiento de este sitio "inestable" parece haber sido elegido y estabilizado cuidadosamente, particularmente por el relieve, su proximidad al río Apurímac, las montañas y los glaciares que la rodean, así como su relación con el agua y la fertilidad. El relieve casi norte-sur sobre el que se construyó Choquequirao, similar al de Machupicchu, y la orientación de la mayoría de los



Camino afectado por derrumbes y erosión superficial en Waywacalle.

edificios y dos grandes complejos de terrazas en las laderas occidental y oriental, hacia las cimas de las principales montañas regionales, y en relación a los movimiento del Sol, serían los motivos para elegir este lugar.

Conservando el legado inca

Actualmente, los fenómenos que afectan el sitio arqueológico están vinculados con el agua y la gravedad, y son principalmente los asentamientos, la reptación o deslizamientos lentos, la erosión superficial, la caída de rocas, los deslizamientos superficiales, y los aluviones. Por lo que se recomienda la restauración de los andenes de contención en mal estado y de los muros para dar estabilidad a los recintos, incluyendo la restauración y/o reconstrucción de los sistemas de drenaje. Igualmente es importante el monitoreo de las escarpas y el material deslizado, así como la reforestación con especies nativas.


De otro lado, el camino de acceso desde Cachora constituye un atractivo turístico debido a que se tiene que cruzar diferentes pisos ecológicos, con una geografía muy accidentada, y atravesar el cañón del río Apurímac a 1550 msnm. Sin embargo esta ruta se halla afectada por deslizamientos, derrumbes, reptaciones, erosión superficial y caída de rocas, debido a las laderas muy empinadas, las fracturas de las rocas, y sobre todo a las intensas lluvias de los meses de diciembre a marzo. Por ello se recomienda: evitar hacer más cortes de talud para ampliar el camino, reforestar el lugar, construir drenajes transversales y longitudinales para disminuir la erosión superficial y, en otros casos, hacer muros de contención.

EL DATO

El 26 de diciembre se realizó la presentación del boletín "Geología de Choquequirao" en el paraninfo universitario de la Universidad Nacional San Antonio de Abad, en el Cusco.




ÚLTIMOS BOLETINES EN LA WEB




Geología del Cuadrángulo de Olmos
Hoja 12-d

Boletín N° 140 Serie A
Carta Geológica Nacional
Escala 1:50,000




Por: **Tindy Jimnez, Juan Pacheco, Enrique Rosas, Alan Santos**

Lima, Perú
2011




Metalogía del Uranio en las Regiones de Cusco y Puno

Boletín N° 23 Serie B
Geología Económica




Por: **Raymond Rivera C., Néstor Condori G., INCEMIMET, Jacinto Valenzuela H., IPEN**

Lima, Perú
2011




Geoquímica Ambiental de la Cuenca del Río Pisco

Boletín N° 24 Serie B
Geología Económica




Por: **Jorge Chirra F., Luis Vargas R., Luis Cangalaya V., Charly Palomino C., Ronald Viquez O., Hernán Rodríguez I.**

Lima, Perú
2011




Geoquímica Ambiental de la Cuenca del Río Camaná - Majes - Colca

Boletín N° 25 Serie B
Geología Económica




Por: **Jorge Chirra Fernández, Luis Vargas Rodríguez, Ronald Viquez Oliva, Charly Palomino Coloma, Adolfo Guzmán, Guillén Guzmán**

Lima, Perú
2011




Estudio Geológico Económico de las Rocas y Minerales Industriales en las Regiones de Moquegua y Tacna

Boletín N° 26 Serie B
Geología Económica




Por: **Alejandra Diaz Valdivia, Mario Carpio Ronquillo, José Ramírez Carrón**

Lima, Perú
2011




Prospección Geoquímica Regional de Sedimentos de Corriente entre los Paralelos 8° - 9° Sur, Cuencas de la Vertiente Atlántica

Boletín N° 27 Serie B
Geología Económica



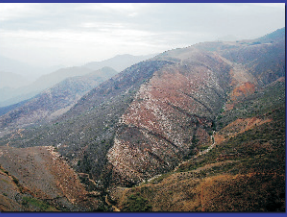
Por: **Jorge Chirra Fernández, Luis Vargas Rodríguez, Ronald Viquez Oliva, Charly Palomino Coloma**

Lima, Perú
2011



Prospección Geoquímica Regional entre los Paralelos 7° y 8° Sur - Vertiente Pacífica

Boletín N° 28 Serie B
Geología Económica



Por: **Jorge Chirra Fernández, Luis Vargas Rodríguez, Ronald Viquez Oliva, Charly Palomino Coloma**

Lima, Perú
2011



Geología de Choquequirao

Boletín N° 4 Serie Patrimonio y Geoturismo

Por: **Yolby Carolina Córdova, Juan Carlos Viquez, Loreli F. del Solar, Rocío Córdova López**





 SECTOR ENERGÍA Y MINAS
INGEMMET
 INSTITUTO GEOLÓGICO MINERO Y METALÚRGICO

www.ingemmet.gob.pe