

# **EL POTENCIAL ECONÓMICO DE LOS RECURSOS MINERALES Y LA PROTECCIÓN AMBIENTAL EN LA ALTA CORDILLERA DEL PERÚ**

**APORTE DEL INGEMMET EN LOS ALCANCES DE LAS LEYES 29336 Y 30640**

**ENERO 2018**

## **AUTORES**

Oscar Bernuy Verand  
Jose Machare Ordoñez  
Lionel Fídel Smoll  
Jorge Chira Fernandez  
Bilberto Zavala Carrión  
Mirian Mamani Huisa  
Edwin Loayza Choque

## CONTENIDO

1.0	INTRODUCCIÓN .....	4
2.0	ALCANCES Y ROL DE INGEMMET .....	6
3.0	LA MINERÍA EN EL DESARROLLO NACIONAL .....	7
3.1	POTENCIAL MINERO DEL PERÚ .....	7
3.2	SUPERFICIE DISTURBADA POR LA ACTIVIDAD MINERA EN PERÚ .....	12
3.3	ACTIVIDAD MINERA EN LAS DENOMINADAS “CABECERAS DE CUENCAS” Y VALOR ECONÓMICO .....	17
3.4	LEY 30640 Y SU IMPACTO POTENCIAL A LA ACTIVIDAD MINERA .....	24
4.0	ASPECTOS TÉCNICOS .....	26
4.1	ASPECTOS FISIGRÁFICOS Y GEOMORFOLÓGICOS DE UNA CUENCA HIDROGRÁFICA .....	26
4.2	ASPECTOS METEOROLÓGICOS Y CLIMÁTICOS .....	27
4.3	EROSIÓN Y TRANSPORTE DE SEDIMENTOS .....	30
4.4	ASPECTOS HIDROGEOLÓGICOS .....	32
	CONCLUSIONES .....	35
	RECOMENDACIONES .....	37
	REFERENCIAS CITADAS .....	38
	ANEXO 1: ESTIMACIÓN DEL POTENCIAL MINERO METÁLICO DEL PERÚ .....	41
	ANEXO 2: ARTÍCULOS DE LA CONSTITUCIÓN RELACIONADOS AL TEMA .....	42
	ANEXO 3: EL VALOR AGREGADO DE LA MINERÍA EN EL PERÚ .....	43

## 1.0 INTRODUCCIÓN

La Ley de Recursos Hídricos – Ley 29338 del 2009 y su modificatoria Ley 30640 del 2017, en algunos párrafos del artículo 75, en relación a la protección del agua dice:

“La Autoridad Nacional, con opinión del Consejo de Cuenca, debe velar por la protección del agua, que incluye la conservación y protección de sus fuentes, de los ecosistemas y de los bienes naturales asociados a ésta en el marco de la Ley y demás normas aplicables”. En otro párrafo: “El Estado reconoce como zonas ambientalmente vulnerables las cabeceras de cuenca donde se originan las aguas. La Autoridad Nacional, con opinión del Ministerio del Ambiente, puede declarar zonas intangibles en las que no se otorga ningún derecho para uso, disposición o vertimiento de agua”.

Ley 30640 del 2017, amplía el artículo 75 de la Ley 29338, y otorga a la Autoridad Nacional del Agua (ANA) 365 días para elaborar un Marco Metodológico de Criterios Técnicos para la Identificación, Delimitación y Zonificación de las Cabeceras de Cuenca de las vertientes hidrográficas del Pacífico, Atlántico y Lago Titicaca. Ello se hará con la participación de los sectores competentes.

A todas luces la Ley 30640, para un sector de la población, estaría orientada a establecer la intangibilidad de las cabeceras de cuenca y consecuentemente el paso siguiente sería declararlas como zonas reservadas, lo que sería un escenario negativo para el impulso del desarrollo nacional.

El agua es vital y debe ser cuidada, no *per-se* sino para que sea útil, como lo ha sido hasta hoy, para cumplir su rol en los socio-ecosistemas. Esto es, mantener el equilibrio sostenible entre los elementos abióticos y bióticos en el sistema natural y como recurso en las actividades humanas. E ambos casos, teniendo como fin último el bienestar del hombre, tal como lo establece el artículo 1° de la Constitución Política del Perú.

Desde su aparición sobre la Tierra, el hombre se ha ido convirtiendo en un componente más del sistema, interactuando con los demás componentes. Así, luego de cazar y recolectar, ha domesticado plantas y animales para desarrollar la agricultura y ganadería para su subsistencia, construye infraestructura vial para su transporte y extrae recursos minerales y energéticos del subsuelo para el desarrollo de sus sociedades: vivienda, salud, educación, transporte, comunicaciones, seguridad. El manejo del agua, mediante su captación y desvío de los cursos naturales y almacenamiento para su uso, se viene haciendo desde hace miles de años.

Todas las actividades humanas, en especial las productivas, que conducen al desarrollo de las sociedades, como la agricultura, ganadería, construcción de ciudades, minería, petróleo, obras de infraestructura como carreteras, puertos, aeropuertos, túneles, canales, líneas ferroviarias, alteran o impactan las condiciones naturales de su entorno.

En el Perú, tenemos una importante legislación ambiental tomando con mucha rigurosidad los impactos ambientales causados en el proceso de desarrollo de todas las actividades del hombre. En particular, los instrumentos ambientales actualmente existentes en nuestra legislación minera, como la Ficha Técnica Ambiental, las Declaraciones de Impacto Ambiental, Estudios Ambientales Semi detallados, para la etapa de exploración y Estudios de Impacto Ambiental para la explotación. En estos instrumentos ambientales, se tratan técnicamente los temas sensibles, de gran impacto social, como el agua. Dada la importancia del tema, estos estudios son de nivel técnico muy alto y se utilizan para gestionar los impactos ambientales, minimizarlos y remediarlos. Igualmente, de parte del estado, los organismos evaluadores y fiscalizadores están capacitados en niveles de excelencia para el examen de los expedientes técnicos y su fiscalización respectiva.

Por otro lado, las características geológicas y geomorfológicas de nuestro país son diferentes a otros países como Argentina, Chile, Ecuador, Colombia; así como también diferencias en niveles de pluviosidad, latitud, presencia de la Corriente de Humboldt, direcciones de los vientos, temperaturas de mar y eventos de peligros geológicos de gran magnitud. Estas características diferenciadas, por ejemplo, han dado lugar a la existencia de los páramos en Colombia, que son sistemas *sui generis* y aquí en Perú solo ocurre en una pequeña parte del norte de nuestro país (Piura). Estos ecosistemas frágiles han dado lugar, en Colombia, a la promulgación de la denominada Ley del Páramo, donde por encima de la cota 3000 es un área protegida y no se permite actividad minera. La supuesta extrapolación a nuestro territorio de esta norma colombiana no es científicamente sostenible. En nuestro país tenemos la superficie puna un ecosistema totalmente diferenciado del páramo.

El tema del estudio del agua es más vasto, porque también involucra las fuentes de origen hidrogeológico (en rocas confinadas o en material cuaternario). Al respecto INGEMMET, dentro de su Programa de Hidrogeología, está realizando estudios, a nivel de cuenca, con el fin de definir su potencial, vulnerabilidad y recomendar acciones de recarga.

El enfoque de este informe es analizar todas las variables en relación al tema como: la importancia de conservación de los ecosistemas de las partes altas de las cuencas, su probable impacto por las actividades del hombre (agricultura, infraestructura, minería, entre otros), el impacto pequeño de la actividad minera actual y futura, el consumo de agua de la actividad minera, igualmente baja; así como la generación de riqueza que produce la minería actual y futura, como impulso al desarrollo nacional y en particular de zonas de extrema pobreza que se ubican mayoritariamente encima de la cota 3,000 m, áreas donde se pretende definir “cabeceras de cuenca”.

A nivel del país, y relacionado al tema, INGEMMET ha elaborado el Mapa de Susceptibilidad a los Movimientos en Masa (caídas de rocas deslizamientos, avalanchas, aluviones, huaicos); el Mapa Hidrogeológico Nacional por regiones y cuencas (primera etapa: costa peruana); estudios especiales para descubrir aguas confinadas en zonas

altas de la cordillera a fin de incrementar su suministro, estudio de glaciares y retroceso de los mismos a raíz del cambio climático, entre otros. También se ha iniciado los estudios de suelos a nivel nacional. Se cuentan también con información técnica científica diferentes instituciones como la Autoridad Nacional del Agua, INAIGEM, SENAMHI, Universidades, Instituto Geofísico del Perú (IGP), para enriquecer el conocimiento del territorio nacional como una gran línea base ambiental.

Establecer criterios técnicos para identificar y delimitar, zonas sensibles en las “cabeceras de cuenca”, con el fin de gestionar los impactos, es redundante con respecto a la legislación ambiental actual. Hoy en día, la construcción y gestión de obras de infraestructura o actividad minera situadas en las denominadas “cabeceras de cuenca”, cuentan con los instrumentos técnicos contemplados en las leyes y reglamentos ambientales, para prevenir, minimizar, mitigar, rehabilitar, remediar y establecer una eventual compensación de los impactos causados por dichas actividades. En todo caso, son las empresas involucradas las que tienen que establecer los procedimientos a efectos de proceder, de la forma más adecuada posible, para gestionar el potencial impacto. Claro está, supervisado por las autoridades competentes.

Para considerar este tema de discusión INGEMMET, en este informe, presenta resultados espaciales de los análisis de datos actuales del Potencial Minero, cálculos de la superficie disturbada por la actividad minera de las operaciones formales actuales, ubicación de la actividad minera en las cotas altas. Además, en el marco de las investigaciones explica los aspectos fisiográficos y geomorfológicos, meteorológicos y climáticos, erosión y transporte de sedimentos e hidrogeológicos de una cuenca hidrográfica. Esperamos, que esta información sea incorporada en las discusiones sobre el tema.

## **2.0 ALCANCES Y ROL DE INGEMMET**

En los alcances de la Ley 30640, que amplía el artículo 75 de la Ley 29338, “Ley de Recursos Hídricos”, se otorga a la Autoridad Nacional del Agua (ANA) 365 días para elaborar un Marco Metodológico de Criterios Técnicos para la Identificación, Delimitación y Zonificación de las Cabeceras de Cuenca de las vertientes hidrográficas del Pacífico, Atlántico y Lago Titicaca. El mismo dispositivo indica que esto se hará con participación de los sectores competentes.

El Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico (INGEMMET), como servicio geológico nacional, tiene dentro de sus funciones, señaladas en su Reglamento de Organización y Funciones:

- 1. Realizar y fomentar la investigación de los recursos minerales, energéticos e hidrogeológicos del país; generar y actualizar el inventario de los mismos y promover su conocimiento, desarrollo y difusión.*
- 2. Investigar y efectuar estudios en geomorfología, glaciología y geología ambiental en el ámbito de su competencia, así como estudios de evaluación y monitoreo de*

- los peligros geológicos en el territorio nacional a efectos de determinar sus efectos en la comunidad y el medio ambiente.*
3. *Proponer a las instancias pertinentes las políticas generales en materia de investigación científica y tecnológica en las diversas áreas de las geociencias y sus aplicaciones*
  4. *Identificar y regular zonas que en razón de la presencia de patrimonio geológico puedan considerarse áreas de interés o constituir Geoparques.*

Dichas funciones, así como una larga experiencia estudiando la constitución geológica, los procesos geomorfológicos, la hidrogeología y los movimientos en masa que ocurren en las cuencas hidrográficas del país, otorgan al INGEMMET la competencia para emitir el presente aporte, en relación al tema central de la Ley 30640, (cabecera de cuenca), que está directamente relacionada a la ocurrencia de yacimientos minerales metálicos y no metálicos en zonas altas de las cuencas hidrográficas (más de 3000 msnm) de las minas en actual producción, de la cartera de proyectos mineros y sobre todo el potencial minero que alberga nuestra nación que pertenece a todos los peruanos. Asimismo, ofrece sus conocimientos, capacidades y recursos para contribuir con la ANA a un esclarecimiento técnico del tema central para delimitar áreas sensibles relacionadas al agua en todas las cuencas hidrográficas.

### **3.0 LA MINERÍA EN EL DESARROLLO NACIONAL**

El Perú en el mundo, está entre los cuatro primeros puestos de países productores de cobre, plata, zinc, plomo, estaño y molibdeno, así como 6to productor de oro. La minería cuenta por casi 60% de los ingresos de divisas por exportaciones y aporta 15% del PBI nacional, según cifras del INEI al 2016.

#### **3.1 POTENCIAL MINERO DEL PERÚ**

El INGEMMET, en diciembre del 2017, ha completado un primer avance de determinación del potencial minero metálico peruano en términos de estimación del valor económico proyectado, acumulado al 2050 en la visión de cuantificar la riqueza generada que queda para el estado y que proviene directa e indirectamente de la actividad minera metálica. Dicho informe está colgado en la página Web del INGEMMET. Ver Anexo 1

<http://www.ingemmet.gob.pe/-/estimacion-del-potencial-minero-metalico-del-peru-y-su-contribucion-economica-al-estado-acumulada-al-2050>

Este estudio se efectuó en base a la capitalización geológica de toda la información geocientífica acumulada con la que cuenta el INGEMMET desde hace más de 100 años, plasmada en mapas, bases de datos, informes técnicos – científicos que han servido de base para el descubrimiento de depósitos minerales y en el presente caso para determinar el inmenso potencial minero que ostenta el país.

En el informe no nos referimos a los miles de millones de dólares de inversión en minería, sino de los miles de millones de dólares que el Estado puede usufructuar,

si ponemos en valor el considerable potencial minero que ostenta la nación, plasmado como una visión y con cifras económicas, cuyas minas están ubicadas mayoritariamente encima de los 3,000 metros (cabeceras de cuenca).

En el considerando de seguir explotando y poner en marcha parte de nuestro potencial minero hasta el 2050, en el marco de la hipótesis conservadora adoptada, obtenemos la cifra del orden de los **US\$ 547,000 millones** que quedarían como beneficio para el Estado, a precios de los metales considerados (Cu, Au, Ag, Pb, Zn, Sn, Fe, Mo) al 31 de octubre del 2017. Con dicho monto estimado la nación podría orientar su desarrollo futuro, basándonos en la generación de riqueza que queda en ella a partir de la minería, para impulsar paralelamente otros sectores también fundamentales.

Con los resultados obtenidos se ha elaborado el Mapa de Riqueza Minera Metálica Nacional (Figura 1) y se ha contrastado con el Mapa de Pobreza 2016 del INEI (Figura 2), en este se pone en evidencia que algunas regiones con altos índices de extrema pobreza como Cajamarca, Apurímac, Piura, Pasco tienen un potencial significativo de riqueza minera; consecuentemente, el valor del canon minero y otros efectos colaterales positivos impulsarán su desarrollo económico. Figura 3.

En otras regiones de menor pobreza relativa y tradicionalmente minera, el potencial de riqueza minera es también importante y a través del canon y otros impactos positivos servirán para impulsar aún más sus respectivos desarrollos como son: Ancash, Moquegua, Arequipa, Cusco, Lima, Junín, Tacna, Ica, La Libertad y Lambayeque. Figura 3

Con la información geológica, que se maneja, el potencial minero de las regiones Ayacucho, Huancavelica, Amazonas, Huánuco, es relativamente menor en comparación con las otras regiones, Dado que estas regiones están en niveles altos de pobreza extrema, es recomendable, que, a mediano y largo plazo, el Estado reoriente sus actividades económicas en estas regiones, aun cuando no se descarta, con mayores investigaciones, poner en evidencia sus posibilidades de encontrar yacimientos a futuro. En cuanto a las regiones de Ucayali, Tumbes, Loreto y San Martín ellos prácticamente no tienen actividad minera metálica, debido a su contexto geológico, aun cuando igualmente a futuro, no se descarta poner en evidencia sus posibilidades de encontrar yacimientos. Figura 3.

Especial mención merece la región de Madre de Dios, porque según el INEI, es una de las regiones de menor pobreza (comparable con Lima); pero con bajo potencial minero (Figura 3), debido a que el único recurso que tienen es el oro, que se encuentra en los lechos de los ríos y en las terrazas aluviales. Ello demuestra que, en el futuro, a mediano y largo plazo, no es sustantivo el aporte de beneficios al Estado, en comparación a otras regiones mineras y que la explotación sustentable del recurso solamente tendría una orientación social. Sin embargo, si contrastamos con el nivel de depredación de la Amazonia, este es evidentemente significativo. Queda tarea, de los gobiernos nacional y regional, para diseñar acciones que

tiendan a disminuir y/o eliminar el impacto de la minería informal, o ilegal, respectivamente sin aumentar los índices de pobreza en la región.

Es impórtate mencionar, que, la mayoría de las minas en operación, los proyectos mineros en cartera, los proyectos de exploración avanzada y el potencial minero propiamente dicho se encuentran encima de la cota 3000. Zonas a partir de donde, supuestamente, estarían ubicadas las denominadas “cabeceras de cuenca”.

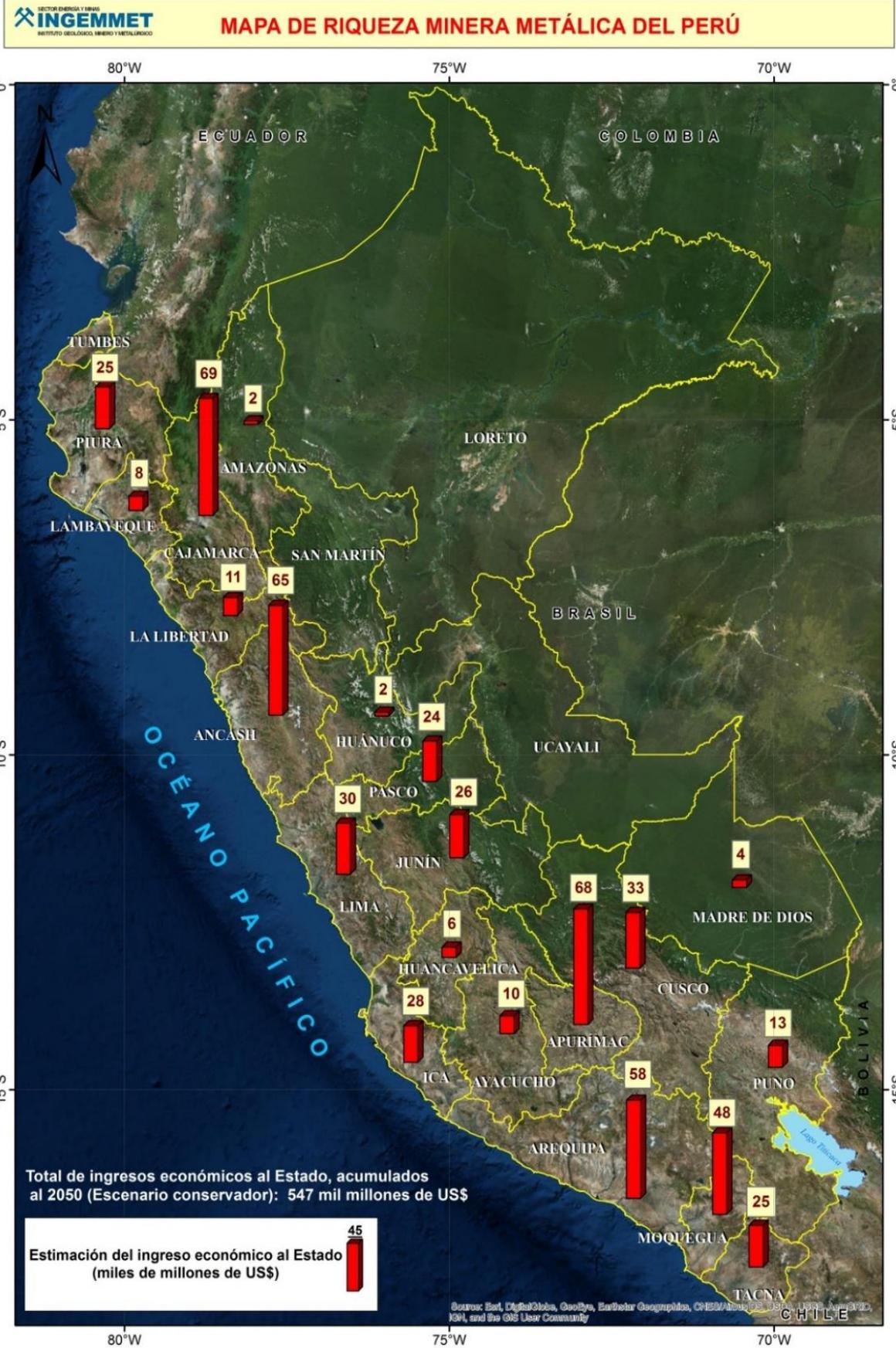
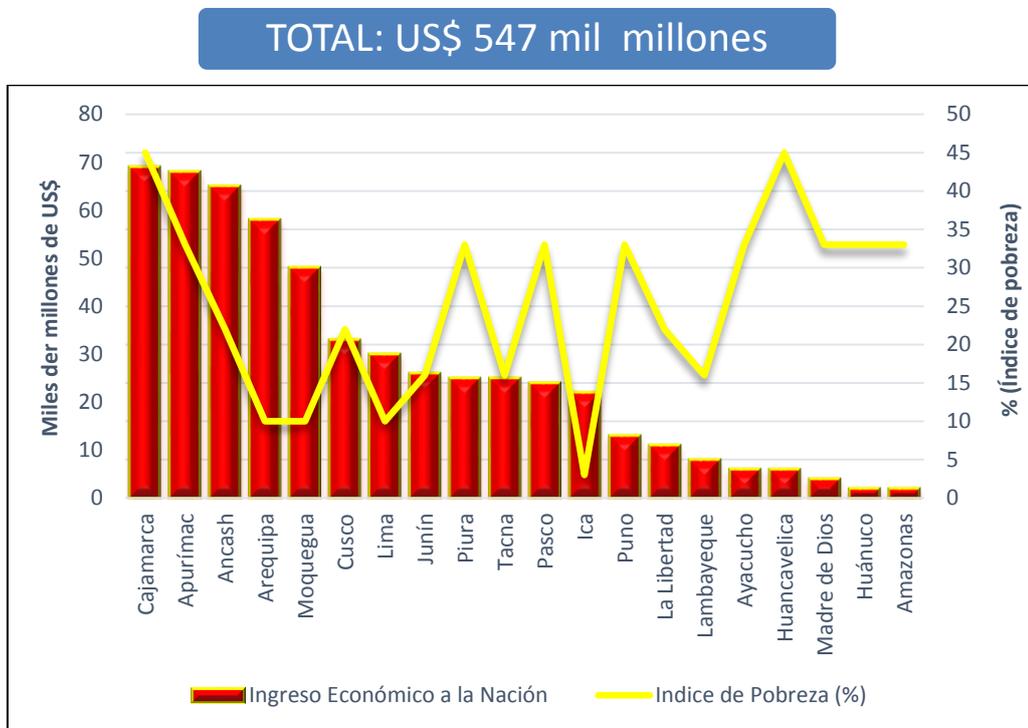


Figura 1



Figura 2

**ESTIMACIÓN DEL INGRESO ECONÓMICO POTENCIAL AL ESTADO, ACUMULADO AL 2,050 (en miles de millones de US\$). ESCENARIO CONSERVADOR.**



**Figura 3: Comparación de los ingresos a cada región y los niveles de pobreza (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2016). Escenario conservador.**

**3.2 SUPERFICIE DISTURBADA POR LA ACTIVIDAD MINERA EN PERÚ**

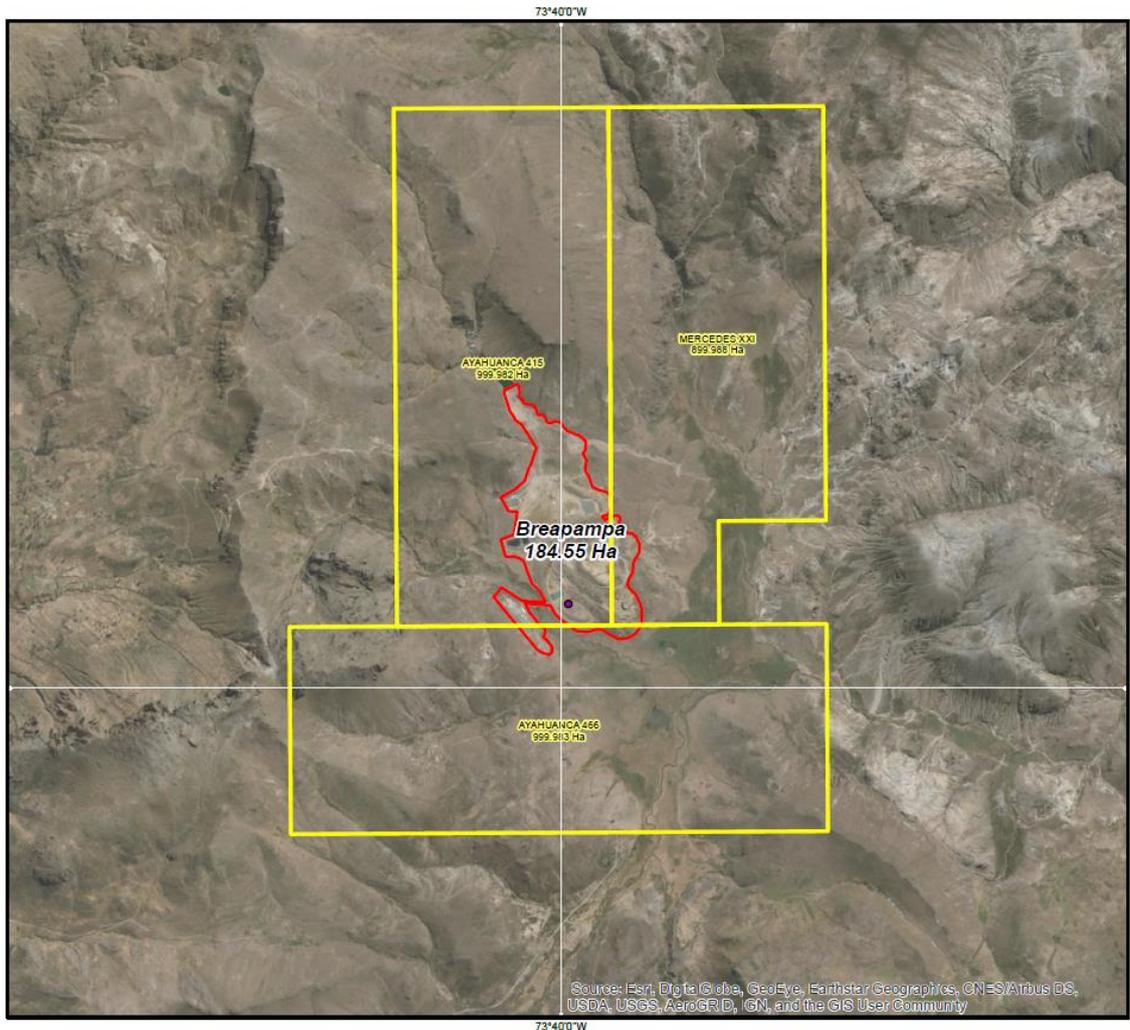
El INGEMMET por primera vez (diciembre 2017), ha completado un informe técnico sobre la disturbación de los terrenos superficiales por las operaciones mineras actuales en nuestras cordilleras, denominado: “IMPACTO DE LAS OPERACIONES MINERAS ACTUALES EN LOS TERRENOS SUPERFICIALES”. Dicho informe está colgado en la página Web del INGEMMET:

En el informe no toma en cuenta la disturbación de la explotación aurífera de Madre de Dios, que está comprendida en las concesiones mineras vigentes metálicas en esta área que suman 332,400 hectáreas (mayormente informal, ilegal). Tampoco toma en cuenta el impacto ambiental en las zonas altas de Ananea – Puno (La Rinconada), causada mayormente por la minería artesanal, informal que es del orden de 4,243 hectáreas.

La metodología de análisis fue medir, por cada operación minera en explotación, su área disturbada real que comprende: la mina en explotación, sus instalaciones

principales y auxiliares (planta, relaveras, desmonteras, campamento, casas de fuerza, etc.), apoyándonos en la información de imágenes satelitales de detalle de explotación del yacimiento y determinar las concesiones mineras relacionadas a cada operación minera. Las áreas concesionadas normalmente son muchos mayores a las áreas disturbadas. Los resultados se muestran en el Cuadro 1.

Por ejemplo, para el caso de la mina Breapampa, el área disturbada corresponde a 184.6 hectáreas y las concesiones mineras relacionadas abarcan 2,900 hectáreas. Ver Figura 4.



**Figura 4: Imagen mostrando el área disturbada real de la operación minera Breapampa y las concesiones mineras que comprende la mina en operación.**

Esta medición se efectuó para todos los yacimientos en actual producción y los resultados globales se muestran en el Cuadro 2, donde se muestra que **el área impactada por la minería sólo alcanza la cifra de 59,474 hectáreas, que representa el 0.046% del total de la superficie nacional.** Esta cifra es la primera vez que se calcula y nos indica, en forma realista, el nivel de “disturbación” o impacto directo del conjunto de las operaciones mineras actuales. Impacto sumamente pequeño,

en contraste con el nivel de concesiones mineras vigentes a diciembre del 2017 que es de 18.2 millones de hectáreas (concesiones metálicas mas no metálicas), que representa el 14.1 % del territorio nacional. Las concesiones solamente metálicas son de 15.2 millones de hectáreas. Ver Figura 5.

**CUADRO 1**

Unidad Operativa	Id	Área Disturbada (Ha)	Área Conces (Ha)	Empresa
Acumulacion San Rafael	81	325.37	21,264.01	MINSUR S.A
Alpacay	1	14.06	899.33	Minera Yanauquihua S.A.C.
Alpamarca	2	34.39	30,282.92	Volcan Compañía Minera S.A.A.
Americana	3	123.49	5,341.09	Compañía Minera Casapalca S.A.
Anama	4	119.56	3,128.05	Anabi S.A.C.
Andes	5	79.58	11,995.84	Aurex S.A.
Antamina	6	3,122.55	13,442.16	Compañía Minera Antamina S.A
Antapaccay	7	5,127.31	18,830.38	Glencore
Apumayo	8	137.05	1,999.98	Apumayo S.A.C
Arcata	10	348.47	62,461.28	Hoschild Mining
Arequipa M	11	7.11	349.91	AC Agregados S.A.
Atacocha	12	264.69	3,343.35	Compañía Minera Milpo S.A.A
Austria-Duvaz	13	39.85	424.50	Sociedad Minera Austria Duvaz S.A.C.
Belen	14	52.83	1,099.99	Minera Titan del Peru S.R.L.
Breapampa	15	184.55	2,899.95	Compañía de Minas Buenaventura S.A.A
Bumerang	16	18.19	300.00	Compañía Minera Rio Chicama S.A.C.
Capitana	17	32.96	1,123.11	Compañía Minera Caraveli S.A.C.
Carahuacra	18	407.21	23,782.77	Volcan Compañía Minera S.A.A.
Casapalca	19	61.14	15,605.68	CIA Minera Casapalca
Catalina Huanca	20	31.32	2,499.98	Catalina Huanca Sociedad Minera S.A.C.
Caylloma	21	144.35	3,658.81	Minera Bateas S.A.C. (Fortuna Silver Mines Inc)
Cerro Corona	23	662.02	3,470.38	Gold Fields La Cima S.A.
Cerro de Pasco	24	1,693.26	12,008.41	Volcan Compañía Minera S.A.A.
Cerro Lindo	25	166.03	3,897.58	Compañía Minera Milpo S.A.A
Cerro Verde	26	3,484.48	13,977.52	Compañía de Minas Buenaventura S.A.A/ Sociedad M
Chungar	27	26.24	845.89	Volcan Compañía Minera S.A.A.
Cobriza	28	126.35	2,799.95	Doe Run Peru
Condestable - Raul	30	282.82	41,598.15	Southern Peaks Mining
Constancia	32	1,841.82	8,350.96	HudBay Minerals Inc
Contonga	33	99.12	2,286.37	Nyrstar Ancash S.A.
Corihuarmi	35	592.10	2,700.02	Minera IRL Limited
Cuajone	36	3,081.17	15,015.85	Southern Copper Corporation
Culebrillas	62	208.87	31,339.93	Consorcio Minero Horizponte S.A.
Doble D	37	20.84	1,299.22	Minera Colibri S.A.C.
El Porvenir	39	228.05	5,064.76	Compañía Minera Milpo S.A.A
El Santo	40	157.57	1,279.28	Brexia Goldplata Peru S.A.C.
El Sauco	41	82.95	614.76	Minera Tungsteno Málaga del Perú SA
El Toro	42	176.24	3,079.24	Compañía Minera Los Andes Peru Gold S.A.C.
Ferrobamba	43	3,701.37	11,499.85	MMG - Las Bambas
Garrosa	44	24.64	40.00	Minera Santa Lucia G. S.A.C.
Gatito	45	8.96	100.00	Minera Aurifera Cuatro de Enero S.A.
Goyito	46	12.26	125.97	CIA Minera Yaruchagua S. A.
Huachocolpa	47	310.47	1,319.35	GR. Holding S.A - CIA Minera Caudalosa S.A
Huancapeti	48	170.13	2,064.99	Compañía Minera Lincuna S.A
Huanzala	49	101.45	2,765.81	Cia. Minera Santa Luisa S.A.
Huaron	50	342.30	2,407.02	Pan American Silver Corp.
Huinac	51	114.62	1,251.52	Minera Huinac S.A.C.
INMACULADA	52	686.42	19,089.67	Compañía Minera Ares S.A.C. (Hoshchild Mining)
Iscaycruz	53	648.16	48,286.87	Los Queñuales
Julcani	55	255.09	1,036.84	Compañía de Minas Buenaventura S.A.A
La Arena	56	616.05	20,359.57	La Arena S.A.
La Poderosa	74	115.96	3,600.03	Compañía Minera Poderosa S.A.
La Virgen	58	1,199.04	5,827.46	Cia. Minera San Simon
La Zanja	59	568.23	4,998.32	Compañía de Minas Buenaventura S.A.A/Minera La Z
Lagunas Norte	60	1,084.88	19,773.96	Barrick Gold Corporation
Las Aguilas	61	70.37	1,499.99	Consorcio de Ingenieros Ejecutores Mineros S.A.
Mallay	63	124.79	1,600.01	Compañía de Minas Buenaventura S.A.A
Marcapunta-Colquijirca	64	1,532.45	22,327.32	Sociedad Minera El Brocal S.A.A
Marcona	65	2,814.32	55,684.14	Shougang Hierro Perú S.A.A
Maria Teresa	66	52.11	1,367.97	Minera Colquisiri S.A.
Morococha	67	563.87	2,294.65	Compañía Minera Argentum S.A.
Orcopampa	68	248.99	2,718.27	Compañía de Minas Buenaventura S.A.A

Unidad Operativa	Id	Área Disturbada (Ha)	Área Conces (Ha)	Empresa
Orion de Chala	57	22.23	200.00	Minera Españolita del Sur S.A.
Oroya Sur	70	64.24	1,000.00	Compañía Minera Londres S.A.C.
Pachapaqui	9	48.88	76.05	Sociedad Minera de Recursos Linceares Magistral d*
Pallancata	71	322.39	18,665.12	Compañía Minera Ares S.A.C. (Hoshchild Mining)
Parcoy	72	289.06	30,382.92	Consorcio Minero Horizonte
Pierina	73	866.48	2,621.74	Barrick Gold Corporation
Pucamarca	75	305.55	13,766.84	MINSUR S.A.
Quiruvilca	76	334.04	2,158.52	Southern Peaks Mining
Raura	77	266.75	9,270.96	Compañía Minera Raura S.A
Reliquias	78	143.49	320.96	Corporación Minera Castrovirreyna S.A
Retamas	38	532.42	5,876.14	Minera Aurífera Retamas S.A.
San Juan de Arequipa	79	25.29	804.98	Century Mining Peru S.A.C.
San Pedro	80	46.52	19,227.75	Compañía Minera San Valentin S.A.
San Vicente	82	91.18	2,097.36	Compañía Minera San Ignacio de Morococha S.A.A.
Santa Filomena	83	54.01	1,374.45	Minera Sotrami S.A.
Santa Rosa	84	1,935.54	4,388.03	Compañía Minera Aurífera Santa Rosa S.A.
Santander	85	78.35	1,228.65	Trevali Mining Corporation
Shahuindo	86	330.48	7,338.77	Tahoe Resources Inc.
Shuntur	98	32.09	2,120.24	Minera Shuntur S.A.C.
Tacaza	87	57.62	633.12	Consorcio de Ingenieros Ejecutores Mineros S.A.
Tambomayo	97	24.84	1,100.00	Compañía de Minas Buenaventura S.A.A
Tantahuatay	88	735.63	10,085.94	Compañía de Minas Buenaventura S.A.A/ CIA. Miner
Toma la mano	89	9.39	353.91	Corporación Minera Toma La Mano S.A.
Toquepala	90	1,713.61	18,352.06	Southern Copper Corporation
Toromocho	91	2,077.58	7,129.44	Minera Chinalco Peru S.A.
Tucari	92	717.96	69,757.28	Aruntani S.A.C.
Uchucchacua	93	199.48	2,297.30	Compañía de Minas Buenaventura S.A.A
Untuca	34	390.85	15,190.02	Cori Puno S.A.C.
Yanacocha	94	8,116.37	27,977.07	Compañía de Minas Buenaventura S.A.A/ Minera Yan
Yauli	95	216.37	1,561.64	Volcan Compañía Minera S.A.A.
Yauricocha	96	452.64	19,204.75	Sociedad Minera Corona S. A.
		<b>59,474.24</b>	<b>902,962.96</b>	(*)

(\*) Este valor es similar al obtenido utilizando información de la Dirección General de Minería (Estamin)

**Cuadro 2 (diciembre 2017)**

	Área impactada por la minería metálica formal (mina e instalaciones)	% <sup>(1)</sup>	Área total de las Concesiones metálicas donde se ubican las minas e instalaciones en actual operación	% <sup>(1)</sup>	Concesiones mineras metálicas vigentes	% <sup>(1)</sup>
	59,474 Has.	0.046	908,000 <sup>(2)</sup> Has.	0.71	15'200,000 Has.	11.9

<sup>(1)</sup> % del territorio nacional

<sup>(2)</sup> Información de la DGM, similar a lo obtenido por INGEMMET a diciembre del 2017 (902,963 Has).

### Observaciones:

- El área total concesionada por minería metálica, que comprende a las operaciones mineras actuales impactadas, es mayor a las áreas disturbadas reales, debido a que la concesión abarca necesariamente el yacimiento en explotación y sus instalaciones principales y auxiliares como planta, relaveras, desmonteras, campamento, planta de fuerza, almacén, probables zonas de expansión y exploración, etc.
- La diferencia entre el área concesionada solamente metálica a nivel nacional (15.2 millones de hectáreas), versus el área total de las concesiones que comprende al yacimiento en explotación (908,000 hectáreas), representa para las empresas áreas de protección, pero sobre todo áreas prospectivas para efectuar exploraciones (inicial o avanzada). En gran parte de estas concesiones pagan una penalidad por no producir o no invertir.
- La disturbación o impacto en la etapa de exploración es sustancialmente menor con relación a las áreas de operaciones propiamente dichas y más aun de acuerdo a ley después de la exploración, las áreas impactadas son remediadas.

### **3.3 ACTIVIDAD MINERA EN COTAS ALTAS (“CABECERAS DE CUENCA”) Y VALOR ECONÓMICO**

Según el estudio del Instituto Peruano de Economía – IPE, de junio del 2017 (Anexo 2), el beneficio que queda para el estado peruano y que proviene directamente e indirectamente de la actividad minera metálica corresponde al 28% del valor neto de venta, lo que representa que en el 2016 el estado peruano se benefició con un monto del orden de los 6,062 millones de dólares. Por otro lado, es importante mencionar, que el valor de la producción minera metálica al 2016 fue de 21,650 millones de dólares. (Reporte estadístico Minero Energético – 2016 - Sociedad Nacional de Minería Petróleo y Energía).

En la Figura 6, se visualizan las minas en actual operación al 2017, de ellas el 80 % se ubican por encima de la cota 3,000.

Los proyectos mineros en cartera actuales van en la Figura 7, e igualmente se muestra su ubicación en relación a las cotas, encontrándose que el 81 % de estos proyectos encima de la cota de 3,000 metros donde se ubican las “cabeceras de cuenca” y zonas supuestas ambientalmente sensibles.

El potencial minero de proyectos con estudios semi detallados (nivel de exploración avanzada) y áreas específicas donde se infiere un potencial de ocurrencia de yacimientos mineros, se aprecian en la Figura 8. Un 74% de estos se ubican por encima de la cota 3,000 m.

Los yacimientos minerales en el Perú, listados en la base de Proyectos y Operaciones Mineras del Perú (INGEMMET, Geocatmin, accedido en diciembre 2017), están

distribuidos a lo largo de 23 franjas metalogénicas que ocupan nuestra cordillera y sus márgenes (Figura 9). La generación de riqueza de la Cartera de Proyectos Mineros, muchos con estudios de factibilidad están siendo promovidos por el estado, e igualmente el 81% están encima de la cota 3,000. De no proseguir el desarrollo de estos, no se podrá reemplazar las reservas que se van explotando (agotando) en las operaciones actuales, dando como resultado menor producción y reducción de los beneficios para el país.

Según la estimación efectuada por el INGEMMET (ANEXO 1), el beneficio para el estado de acumulado hacia el 2050 para la actividad minera es del orden de los 547,000 millones de dólares, de los cuales le corresponde a la cartera de proyectos del orden de los 120,000 millones de dólares.

Las aguas disponibles, en el país, se emplean en un 80% en la agricultura, 12% en la población, 6% en la industria y 2% en otras actividades como minería y energía (GERENS, 2018). De lo último, la minería utiliza solo el 0.6% del agua consumida en el Perú (y la recicla). En términos de impacto físico disturba un territorio del orden de las 59,474 Hectáreas, cifra que representa el 0.046% del territorio nacional. Cifra que revela el nivel muy pequeño de impacto superficial.

Por otro lado, en las operaciones actuales la tecnología permite un manejo óptimo de: residuos sólidos, efluentes líquidos y gaseosos, medibles y controlables respecto a los límites máximos permisibles y estándares de calidad ambiental que se establezcan.

De acuerdo a la normatividad ambiental, los pasivos ambientales de la minería antigua como canchas de relaves, escombreras expuestas, drenajes ácidos de mina y otros pasivos quedan como recuerdo de la vieja minería donde no existía un control ambiental de parte del estado, los cuales muchos de ellos están en proceso de ser remediados.

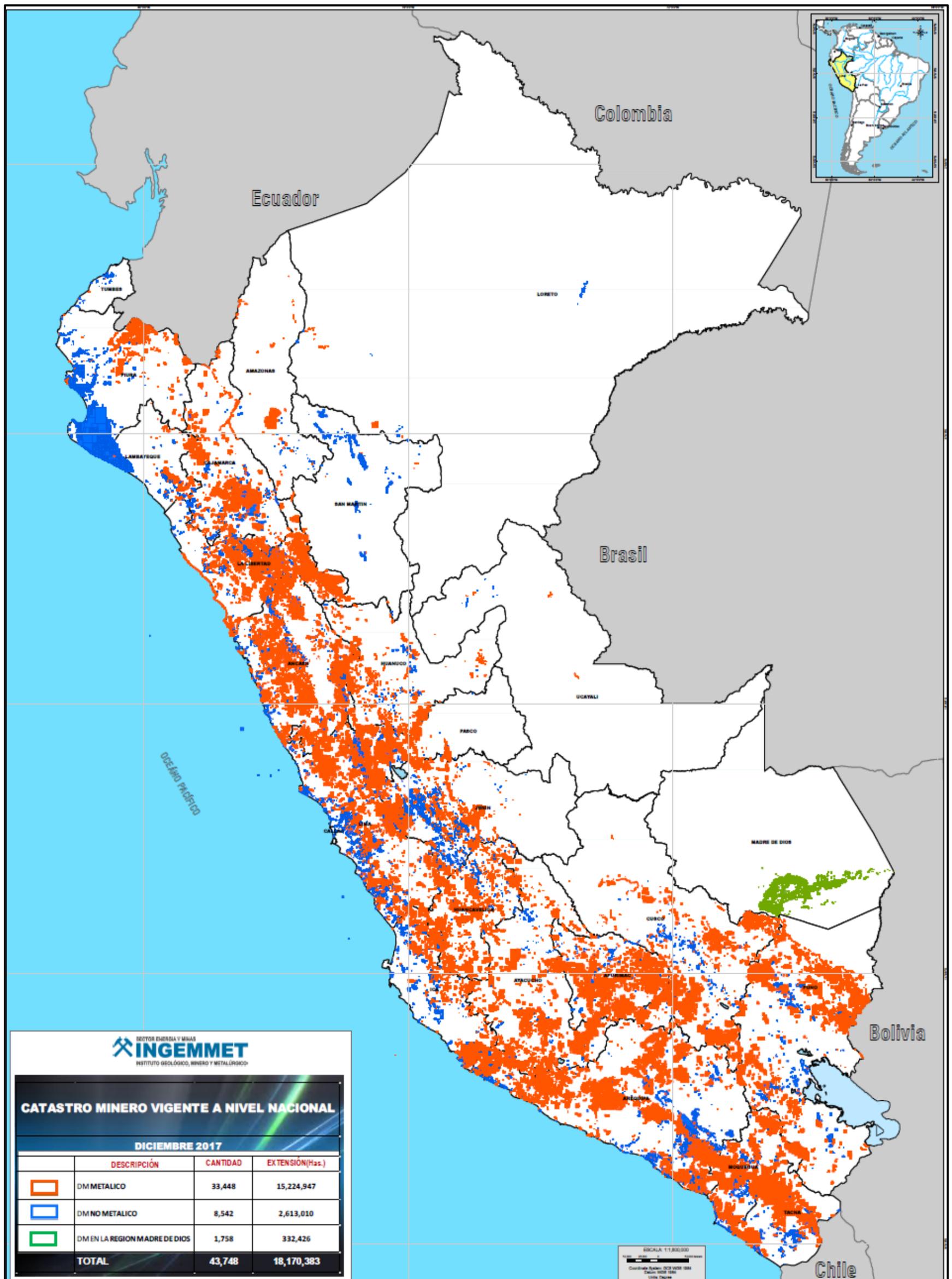


Figura 5: Concesiones mineras metálicas y no metálicas. Diciembre 2017.

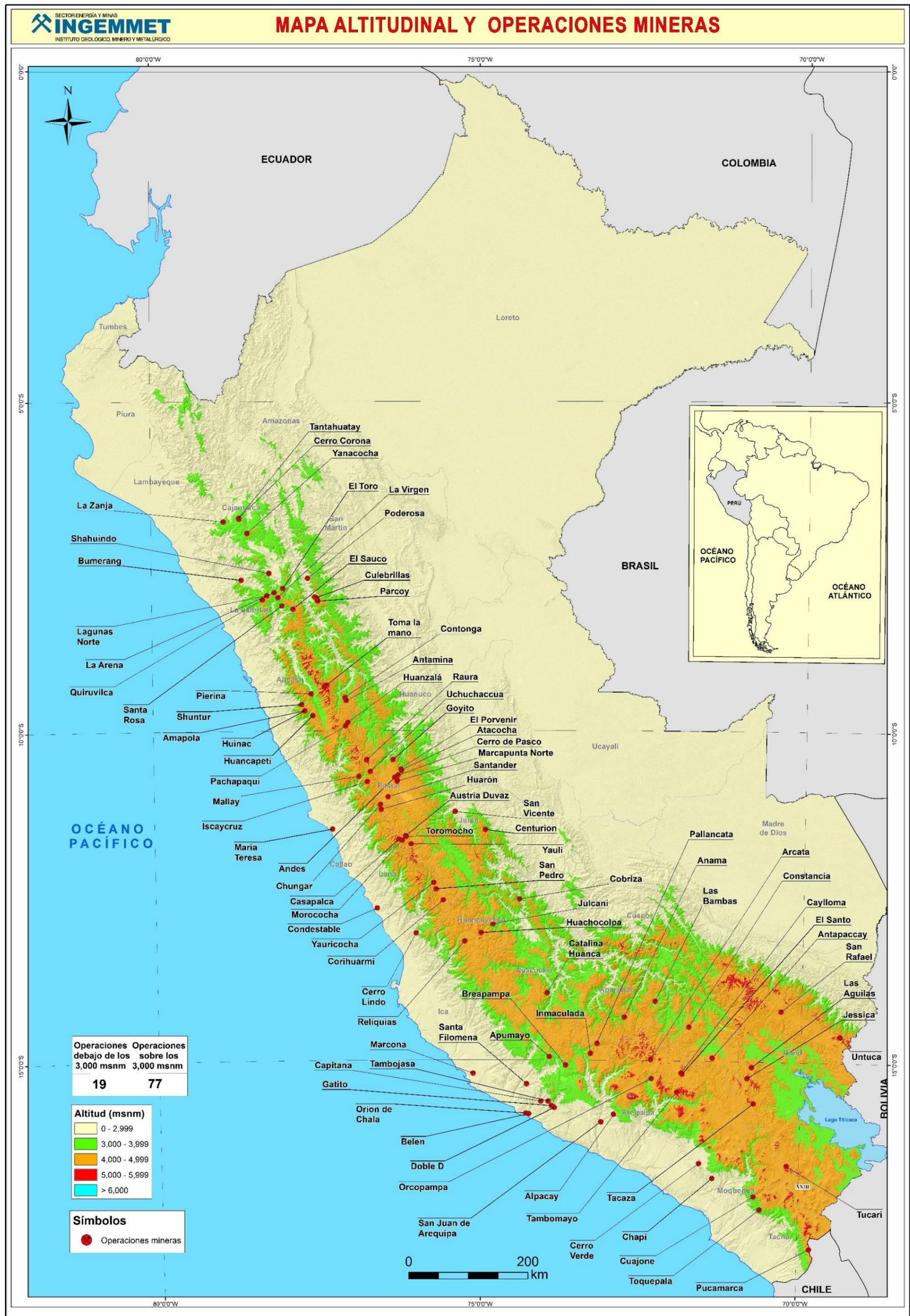


Figura 6. Operaciones mineras actuales



Figura 7: Cartera actual de proyectos mineros.

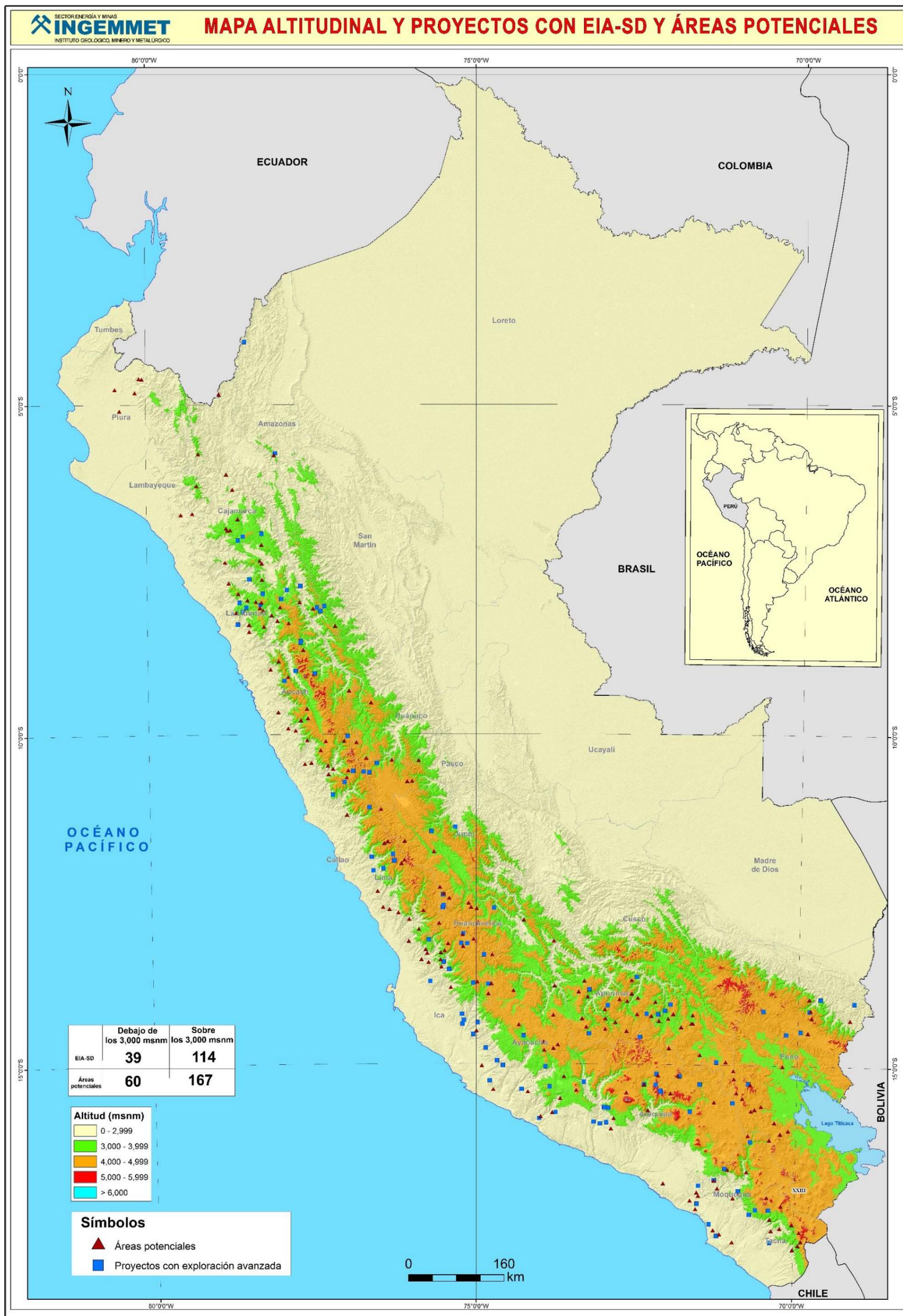


Figura 8. Proyectos de exploración avanzada y áreas potenciales

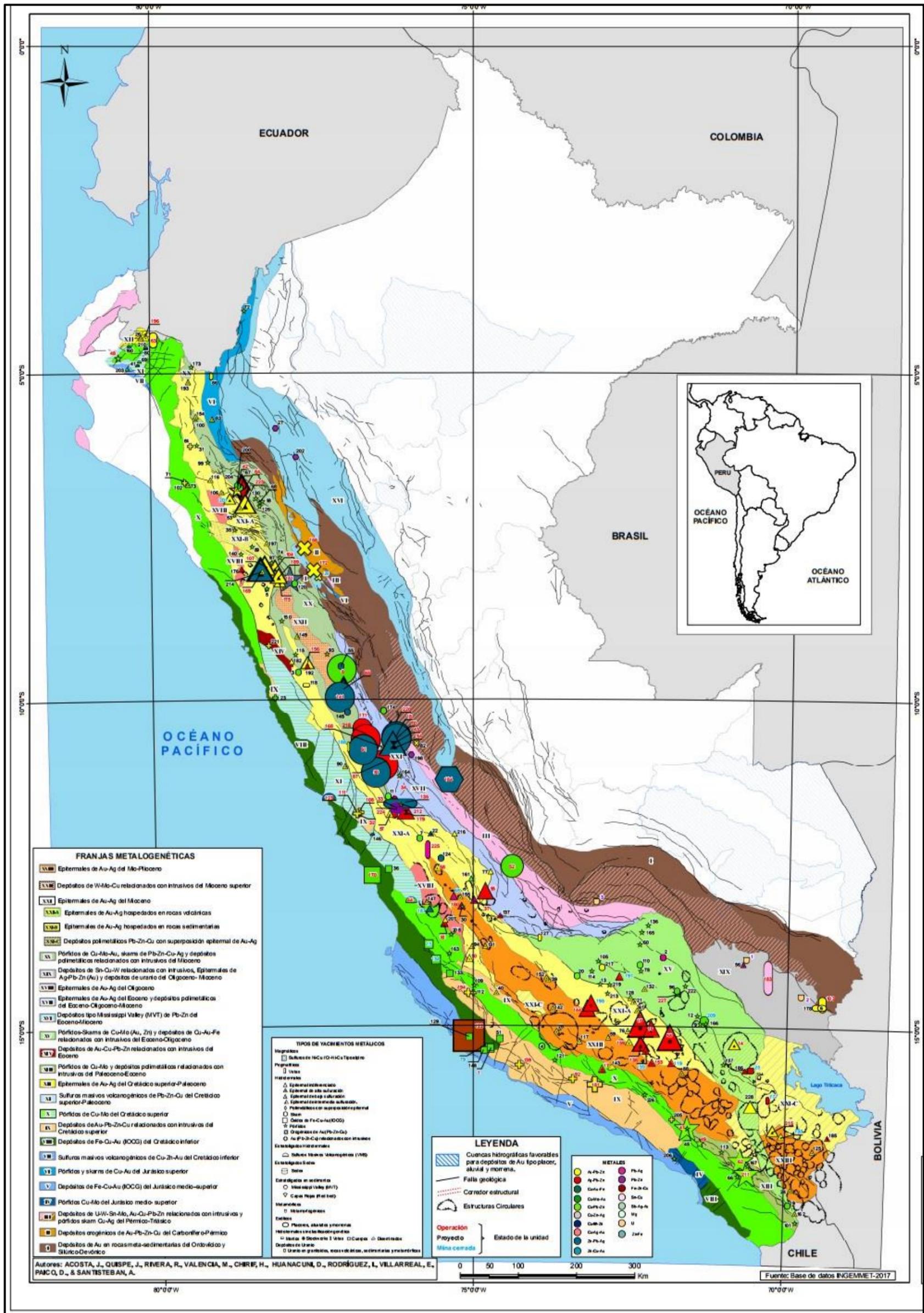


Figura 9: Franjas Metalogenéticas y tipos de ocurrencias minerales

### 3.4 LEY 30640 Y SU IMPACTO POTENCIAL A LA ACTIVIDAD MINERA

Percibiendo el espíritu de la ley mencionada, como un mecanismo para declarar zonas intangibles a las actividades mineras en las denominadas cabeceras de cuenca, en razón de una probable afectación irreversible ambiental en base a una supuesta - y aquí negada - exclusiva vulnerabilidad, el INGEMMET considera definitivamente que con los instrumentos ambientales actualmente existentes en; las Fichas Técnicas Ambientales, Declaraciones de Impacto Ambiental, Estudios Ambientales Semi detallados, (como certificaciones ambientales de exploración), Estudios de Impacto Ambiental para la explotación, y Estudios de Plan de Cierre, se tratan técnicamente estos temas también muy sensibles por el lado social. Salvo que existan condiciones dramáticas que con el nivel actual de la ciencia y tecnología no se pueda tratar adecuadamente una afectación en zonas ultrasensibles.

Por ejemplo, en la etapa de exploración las plataformas y sondajes no pueden estar a menos de 50 metros de las lagunas ni de los oconales ni de las márgenes de los ríos ni las trochas pueden atravesar oconales. El nivel de afectación de la minería formal actual (59,474 hectáreas o 0.046% del territorio nacional) facilita el tratamiento del impacto ambiental de los futuros proyectos mineros que se sitúan encima de la cota 3,000.

Al respecto, es importante diferenciar **el área impactada real (59,474 hectáreas)** de la minería metálica actual, con el área de las concesiones metálicas vigentes que abarcan las operaciones mineras actuales (908,000 hectareas), a diciembre 2017. Ver Cuadro 3. Una comunicación defectuosa (o tendenciosa) puede generar confusión y hasta temor en un poblador al ver su territorio, comunidad con concesiones.

En contraste las concesiones metálicas vigentes a dic. 2017 son de 15.2 millones de hectáreas.

Las concesiones metálicas y no metálicas, en operación a diciembre del 2017, suman 1,21 millones de hectáreas, de las cuales 908,000 son metálicas y 303,000 no metálicas. Figura 5.

Cuadro 3 (diciembre 2017)					
	Área disturbada por operaciones actuales de la minería formal	Concesiones mineras metálicas en explotación actual que incluyen las operaciones actuales (disturbadas)	Concesiones mineras en etapa de exploración (*)	Concesiones mineras no metálicas en explotación actual	Concesiones mineras vigentes metálicas
HAS	59,4740	908,000	399,000	303,000	15'200,000

(\*) Incluye a las metálicas y no metálicas

En el considerando que se pongan en marcha los proyectos mineros en cartera y se desarrollen los proyectos de exploración para que se puedan convertir en minas en operación en los próximos 30 años, se estima que la disturbacion superficial sería del orden de las 376,000 hectáreas (0.29% del territorio nacional), ubicadas mayoritariamente encima de la cota 3000.

En el proceso de la generación de riqueza presente y futura del potencial minero y en el supuesto caso que un proyecto minero caiga en zonas sensibles por el tema del agua y otros, existe la normatividad ambiental para gestionar, minimizar y remediar los impactos ambientales de la actividad sobre todo de la explotación.

Ejemplo: si una operación minera necesariamente afecta una laguna o un oconal y esta suministra el líquido elemento para la población aguas abajo, en el estudio ambiental que se presente está contemplado la obligatoriedad de seguir suministrando el agua en una cantidad similar o mayor, además de ello minimizar el impacto ambiental y efectuar las compensaciones ambientales respectivas.

Hoy día, el Perú debe seguir promoviendo una minería responsable y vigilada que permita el desarrollo de regiones para sacarlos del mapa de pobreza del país y reforzar la lucha frontal contra la minería ilegal que es sumamente nociva y formalizar a los mineros informales para que se adecuen a los estándares ambientales de ley.

#### 4.0 ASPECTOS TÉCNICOS

Los siguientes temas, han sido considerados para el análisis por su importancia en comprender el significado de las “cabeceras de cuenca”.

#### 4.1 ASPECTOS FISIAGRÁFICOS Y GEOMORFOLÓGICOS DE UNA CUENCA HIDROGRÁFICA

La definición de una cuenca hidrográfica se puede encontrar en cualquier enciclopedia como *un área de terreno continental en el cual toda el agua que cae como lluvia o nieve fluye hacia un único punto*. Esto incluye el flujo de agua superficial (escorrentía superficial) en ríos, arroyos y riachuelos, y el movimiento subterráneo de agua. El punto final se halla en una vía fluvial más grande -como un río mayor - o en un lago, humedal u océano. Las barreras geográficas, como colinas, crestas y montañas separan las cuencas de drenaje individuales. Las cuencas se subdividen en cuencas de orden menor: sub-cuencas y microcuencas (Figura 10). Los límites de una cuenca hidrográfica, sub-cuencas y microcuencas se determinan por la línea de divisoria de aguas, *divortium aquarum* o línea parteaguas. En inglés, para cuenca hidrográfica se utilizan indistintamente los términos *drainage basin*, *watershed* y *catchment*. (Nodvin, 2014).

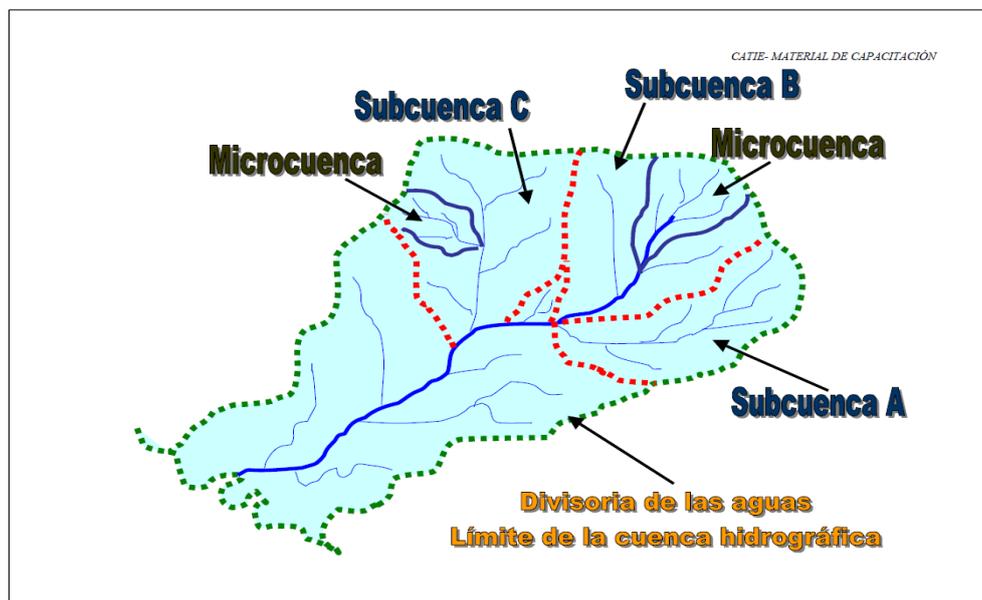


Figura 10. Delimitación de una Cuenca hidrográfica y subdivisiones internas (UNALM 2006)

En las cuencas situadas en regiones con montañas como el Perú, se pueden reconocer con frecuencia secciones o partes alta, media y baja de la cuenca. La literatura diversa las ha llamado también: nacientes, curso medio y desembocadura, siendo sus equivalentes en inglés *upstream*, *midstream* y *downstream* (Figura 11).

Aunque en un concepto teórico sencillo, en las mencionadas tres secciones deben predominar procesos de erosión, transporte de agua y sedimentos y depósito respectivamente, el análisis detallado muestra que hay una gran variabilidad y alternancia de estos procesos en el espacio y en el tiempo. Es de notar que en ningún texto de geomorfología consultado existe el término “cabecera de cuenca” para describir alguna parte de una cuenca hidrográfica. En consecuencia, se puede interpretar que el objetivo de la norma es el establecimiento de una metodología para delimitar zonas sensibles, vulnerables en relación al agua, lo que se relaciona así mismo con las características de los suelos, rocas y cuyos efectos son los movimientos en masa como deslizamientos, huaycos, avenidas, inundaciones etc. Es de recordar, que últimamente la nación ha sido muy afectada por “exceso de agua” causado por el “Niño Costero”, cuyas mayores precipitaciones ocurrieron en las partes medias y bajas de las cuencas hidrográficas de la vertiente del Pacífico.

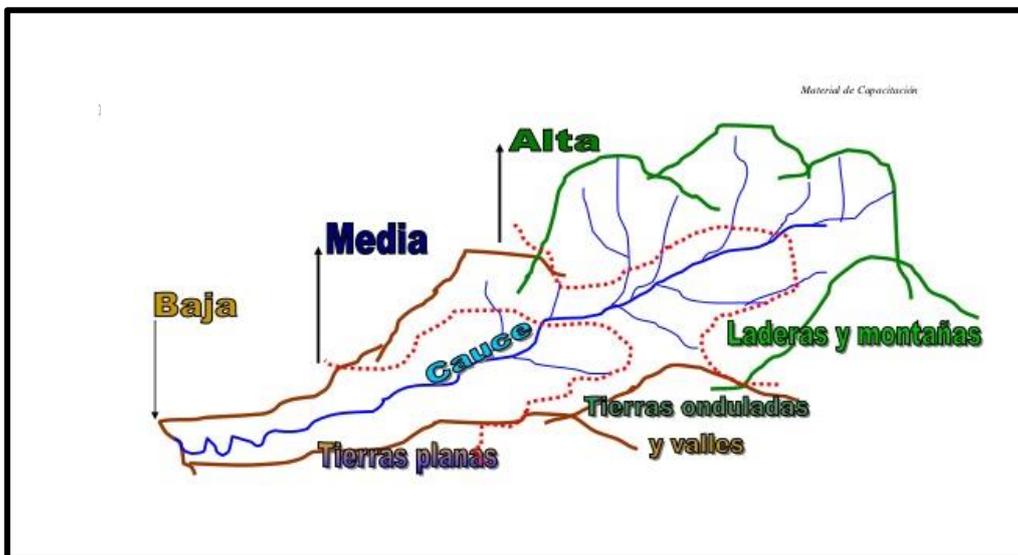


Figura 11. Secciones de una cuenca hidrográfica (UNALM, 2006)

## 4.2 ASPECTOS METEOROLÓGICOS Y CLIMÁTICOS

Es conocido que los relieves orográficos tienen una influencia importante en el clima, asimismo, son zonas sensibles a las variaciones de la presión, como forzante mayor de las masas de aire (Vigneau, 2005). Los factores mayores y procesos que guían la distribución climática en Sudamérica y el Perú han sido recientemente resumidos por Garreaud et al. (2009). Si bien el Perú ha reforzado en los últimos años su sistema observacional meteorológico llegando hoy a unas 900 estaciones distribuidas sobre todo el territorio, hay pocos estudios publicados acerca de la distribución de las precipitaciones, en particular respecto a la altitud, sobre los Andes peruanos. Un trabajo a rescatar en ese aspecto, es el de B. Pouyaud y colaboradores del SENAMHI, publicado en 2001, que muestra cómo en las regiones septentrional y central del Perú, la precipitación máxima no ocurre en la parte alta

de las cuencas sino entre las cotas 1,500 a 3,000 m; disminuyendo hacia las partes más altas. Esto es distinto en la región meridional, donde la escasa pluviosidad aumenta con la altitud, aunque sin superar los 1,000 mm/año (Figura 12).

Mientras se publican los resultados de nuevos análisis de la pluviometría versus la altitud, lo que está establecido hasta ahora es que las zonas que supuestamente se califican como: “cabeceras de cuencas” no son, siempre, zonas donde se recibe mayor alimentación por aguas de lluvias, en Perú. Lo que sí es cierto, es que en estas zonas altas corresponden al inicio de los cursos de agua, que se inician como arroyos y con un volumen de agua pequeño. Este resultado, más los que se adjuntan a continuación, nos llevan a sugerir que la protección de las aguas superficiales y subterráneas no debía enfocarse solo en las cabeceras, como zonas sensibles, sino en el íntegro de la cuenca.

En términos de regímenes hidrológicos, Garcia (2017) analiza la cuenca Pacífico y la cuenca Amazónica. La primera, se caracteriza, por lo general, con un aumento de las precipitaciones según se sube hacia la cordillera. Por ejemplo: en la cuenca del río Piura llueve un promedio de 50 mm/año o menos en las partes bajas, en la costa, pero en sus partes altas llega a llover hasta más de 1000 mm/año; así como en la cuenca del río Tambo se presenta un régimen de lluvias muy similar, con precipitaciones casi inexistentes en su parte más baja, pero en las partes altas llueve hasta 500 mm/año, según la ANA. (Garcia, 2017).

Sin embargo, las cuencas en la sierra de la vertiente amazónica tienen un comportamiento totalmente diferente. Por ejemplo, se analiza las cuencas del río Crisnejas, del río Mantaro y la del río Pampas: En la cuenca Crisnejas, que abarca las localidades de Huamachuco y Cajamarca, alberga, en sus alturas o potenciales “cabeceras de cuencas”, importantes operaciones mineras. En esta zona altas llueve alrededor de 850 mm/año, mientras en las zonas más bajas llueve cerca de los 1000 mm/año según ANA. (Garcia, 2017).

El análisis de Garcia (2017) demuestra que el territorio nacional es muy complejo en sus regímenes hidrológicos, aun sin tomar en cuenta los eventos hidroclimáticos extremos como el Fenómeno El Niño y/o La Niña.

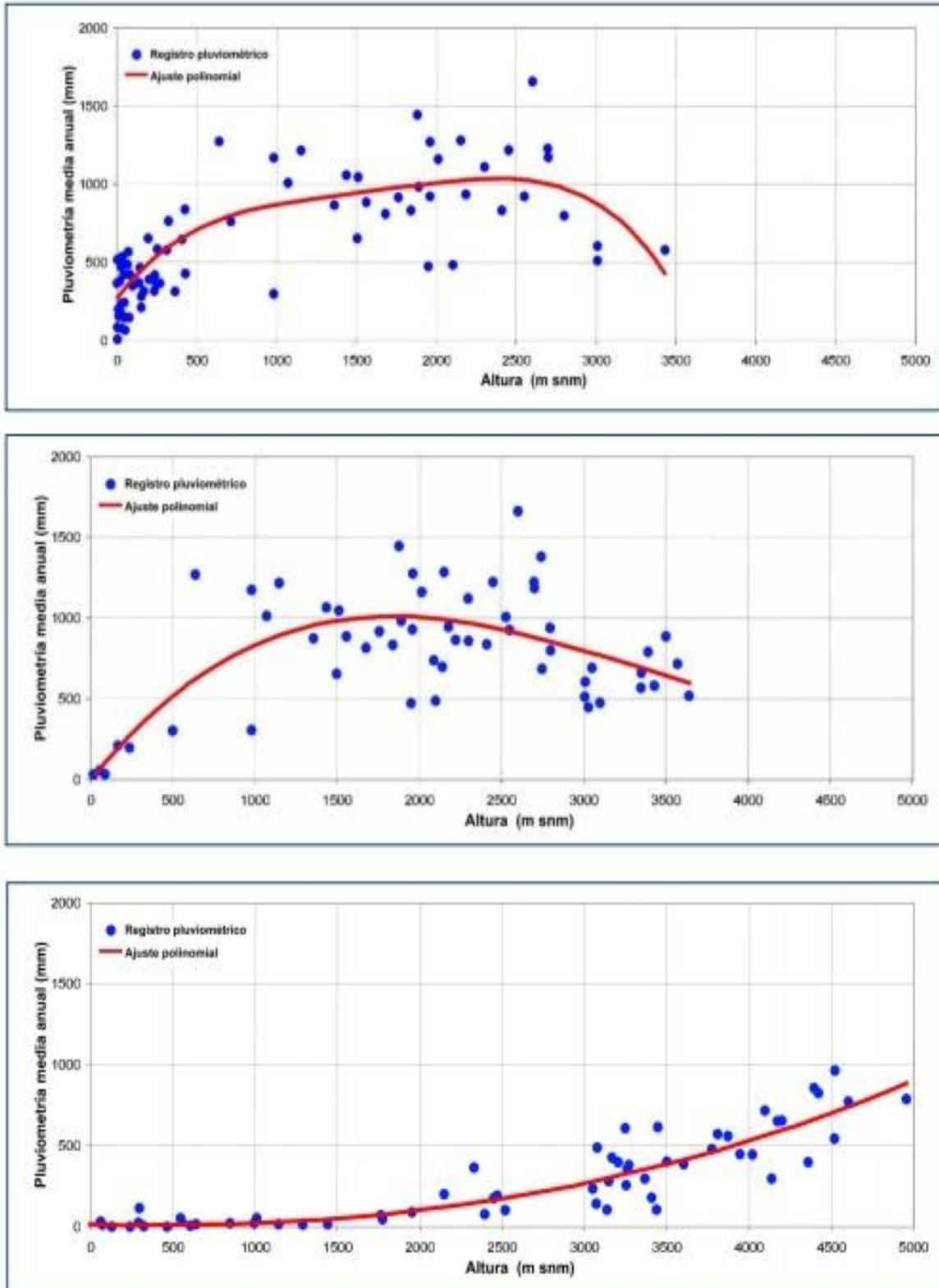


Figura 12.- Distribución de la pluviosidad con la altitud en tres secciones de los Andes peruanos. Modificado de Pouyau et al. (2001) por Rubio et al. (2017)

#### **4.3 EROSIÓN Y TRANSPORTE DE SEDIMENTOS**

La erosión es el desgaste de las rocas que constituyen el substrato de la cuenca. Ocurre en las laderas de las nacientes, en los flancos de los valles y en el fondo de los mismos cuando las condiciones climáticas y tectónicas son favorables. La intensidad de la erosión depende de factores como la velocidad de circulación, morfología y resistencia de las rocas o depósitos aledaños al curso de agua. También está relacionado con descargas o avenidas máximas de lluvias en la parte superior de las cuencas (Mathys et al., 2005).

Procesos recurrentes como los movimientos en masa pueden modificar significativamente el paisaje, como últimamente nos ha ocurrido con el “Niño Costero”.

Los movimientos en masa, su recurrencia y la competencia para realizar ese tipo de procesos varían dependiendo de las condiciones climáticas y la preparación previa de las rocas que conforman el substrato (Fidel et al., 2006). El agua de las lluvias, el hielo en los glaciares, la velocidad del agua de los riachuelos, ríos y el viento actúan como agentes de modelado del relieve que erosionan, transportan y sedimentan los materiales previamente desagregados del substrato rocoso meteorizado por acción química o física, que también depende del clima (Pedraza, 1996).

La litología del substrato influye en la proporción de sedimentos aportados a los cursos de agua por medio de una relación inversa entre la resistencia de la roca y grado de erosión (Hooke & Rohrer, 1979). En la erosión, la remoción de la capa de suelo principalmente es generada por acción del agua. Las condiciones meteorológicas y el clima, preparan el material parental para la erosión, actuando la lluvia como agente detonante. La cobertura vegetal, tipo y características del suelo, geomorfología, geología y los usos del terreno también influyen en el grado de erosión (Flanagan & Nearing, 1995).

En el Perú, el estado de la investigación sobre la erosión y el transporte de sedimentos en las cuencas andinas es embrionario. Esto resulta paradójico cuando se sabe que la dispersión geoquímica a través de los sedimentos de quebradas es un método ampliamente usado en la exploración minera, existen datos disponibles de más de 23,000 puntos muestreados (Geocatmin, INGEMMET), y que el volumen de sedimentos arrastrados es un dato requerido por la ingeniería hidráulica para calcular vida útil de una presa por colmatación.

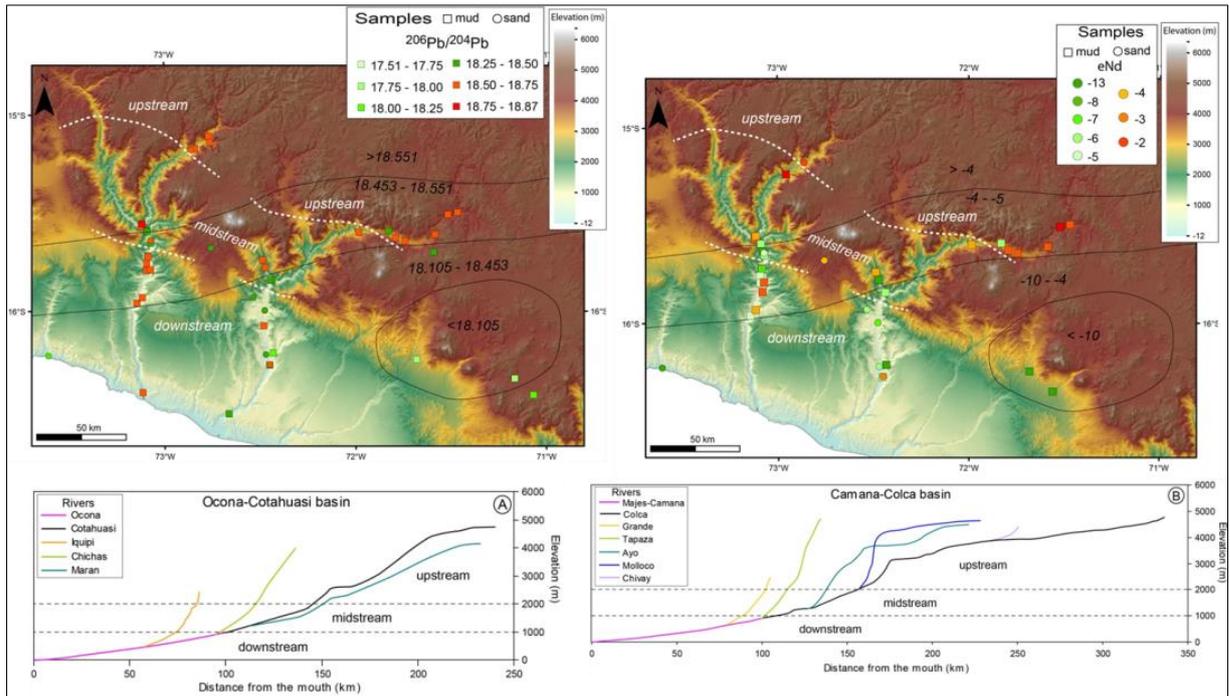
Los trabajos de Morera et al. (2013 y 2017) han mostrado cómo responde la erosión y el transporte de sedimentos en montaña ante la variabilidad climática, en particular con eventos extremos. La interpretación de la geoquímica regional ya existente (párrafo anterior) debe ser un primer paso para estimar distancias típicas de transporte de elementos portados por los sedimentos, incluyendo elementos o compuestos contaminantes. Datos aun no publicados de M. Mamani y G. Wörner sobre dispersión de Pb, Nd y Sr en sedimentos de las cuencas Ocoña-Cotahuasi y

Colca-Camana el transporte de sedimentos es por segmentos de pendiente uniforme, en las secciones alta, media y baja de las cuencas (Figura 13. Mirian Mamani, comunicación personal). Por la estabilidad de sus minerales portadores, en particular el zircón, y el conocimiento del comportamiento de dichos elementos en diferentes medios naturales, este sería un método muy recomendable.

Considerando que no existe una institución única “rectora” en los diversos aspectos científicos, ingenieriles, económicos y sociales que conllevan los estudios técnicos relacionados con el agua: origen, calidad, potencial, entre otros; así como resarcir el impacto a través de procedimientos que posibilite la ciencia y tecnología de forma que no afecte el abastecimiento en la cuenca baja y remediar el impacto causado. Se propone, formar capacidades interinstitucionales, para trabajar en:

- Captación de agua superficial de la cuenca, forma natural de almacenaje en materiales cuaternarios, oconales, páramos que además sostienen una biodiversidad.
- Fuentes de aguas confinadas en las rocas en las partes altas de las cuencas, como fuente alternativa de suministro. Determinación del potencial de aguas subterráneas confinadas.
- Garantizar la disponibilidad hídrica con la regulación, almacenamiento, y recarga hídrica por cada cuenca a través de la siembra, cosecha de aguas, trasvases, acumulamiento artificial, etc.
- Erosión de las rocas para conformar los suelos, contenido de metales (pesados y no pesados), de origen natural, en las rocas y sedimentos de los ríos dentro de las cuencas hidrográficas. Su dispersión en suelos, velocidad de avance de los metales (pesados y no pesados) y sus impactos positivos o negativos en la salud humana, agricultura, ganadería.
- Actualización de los estudios para los movimientos en masa. Actualmente el INGEMMET tiene disponible a nivel de la nación de mapas de susceptibilidad de riesgos geológicos que a consecuencia de precipitaciones pluviales en exceso dan lugar a los huaycos, aluviones, deslizamiento de rocas, que impacta a los asentamientos humanos, agricultura, infraestructura.

Todos estos estudios son parte de una política preventiva para recomendar y diseñar redes de monitoreo y lineamientos de investigaciones para cubrir las necesidades de información y conocimientos a efectos de sustentar una debida toma de decisiones a cargo de los entes responsables: COEN, CENEPRED, INDECI y respectivos ministerios: Energía y Minas (INGEMMET), del Ambiente, Agricultura, SENAMHI, gobiernos regionales, etc.



**Figura 13: Distribución de isótopos de plomo radiogénico y no radiogénico en la región Arequipa (Mamani & Wörner, datos inéditos)**

#### 4.4 ASPECTOS HIDROGEOLÓGICOS

La hidrogeología contempla el estudio de aguas subterráneas cuyas reservas suelen ser útiles para fines diversos y por tanto sus condiciones de explotabilidad y calidad de las mismas involucra el análisis de varios factores. La hidrogeología es una rama de la geología que involucra además otras disciplinas tales como geología, geomorfología, hidrología, climatología, hidráulica, hidrogeoquímica y geofísica.

En términos hidrogeológicos el almacenamiento y movimiento del agua subterránea depende de la porosidad, la permeabilidad, la transmisividad y el coeficiente de almacenamiento. La porosidad es la relación entre el volumen de espacios vacíos y el volumen total de la roca ó unidad. La permeabilidad es la capacidad del material para transmitir agua. La transmisividad se refiere al caudal de agua que fluye a través de una franja vertical del acuífero. Finalmente, el coeficiente de almacenamiento se refiere al volumen de agua que puede ser liberado de un acuífero.

Las características geológicas de los materiales (suelo y rocas) definen su litopermeabilidad y se clasifican en: 1) Acuífero: es la unidad geológica capaz de almacenar y transmitir agua subterránea; 2) Acuicludo: es una unidad geológica que contiene agua, pero no la transmite; 3) Acuitardo: es una unidad geológica que contiene agua pero que la transmite lentamente; y 4) Acuifugo: es una unidad geológica que no contiene agua, ni la puede transmitir.

Al respecto, INGEMMET tiene preparado el Mapa Hidrogeológico del Perú (v1) a escala 1:2'000,000, así como también cuenta con mapas de litopermeabilidades regionales. Ver Figura 14

Los acuíferos mencionados están compuestos por alteraciones de formaciones, permeables e impermeables. Por consiguiente, estos acuíferos están limitados a sus formaciones permeables. Cada acuífero tiene afloramientos donde son recargadas las aguas subterráneas; por tanto, cada acuífero tiene tantas características de acuífero no confinado y de acuífero confinado. Es importante mencionar que la permeabilidad general de los materiales está definida por el tipo de roca y/o suelo. La estructura hidrogeológica de una zona, es fuertemente dominada por la estructura geológica (complicada en nuestro territorio); así como la distribución y continuidad de los acuíferos está influenciada por las discontinuidades geológicas (fracturas, fallas, pliegues, etc.).

De lo anterior, podemos deducir que una de las dificultades (para estudiar el potencial de retención y/o trasmisividad de aguas subterráneas, en las llamadas “cabeceras de cuenca”, es la variabilidad geológica, geomorfológica, hidrológica (hidráulica y hidrogeoquímica), climatológica y geofísica de los materiales (rocas y suelos) de nuestro territorio.

Tener en cuenta que la vulnerabilidad a la contaminación de un acuífero, depende de las propiedades intrínsecas de los materiales que la forman, y que establece la susceptibilidad a ser afectado adversamente por una carga contaminante, independientemente de la presencia de contaminantes (Foster & Hirata, 1988)

En la actualidad, estudios recientes efectuados por el Programa de Hidrogeología del INGEMMET se han enfocado al territorio de las cuencas hidrográficas. Estos ponen en evidencia que las precipitaciones pluviales en cuanto a su intensidad, duración, distribución en el tiempo y espacio, no siempre es máxima en las partes altas “cabeceras de cuenca”; y la distribución del agua subterránea, depende del “arreglo” de los afloramientos de acuíferos y estructuras tectónicas que afecten la trayectoria del flujo (Cotrina et al., 2009; Peña et al., 2009, 2010, 2015).

**PERÚ : MAPA HIDROGEOLÓGICO (versión preliminar)**

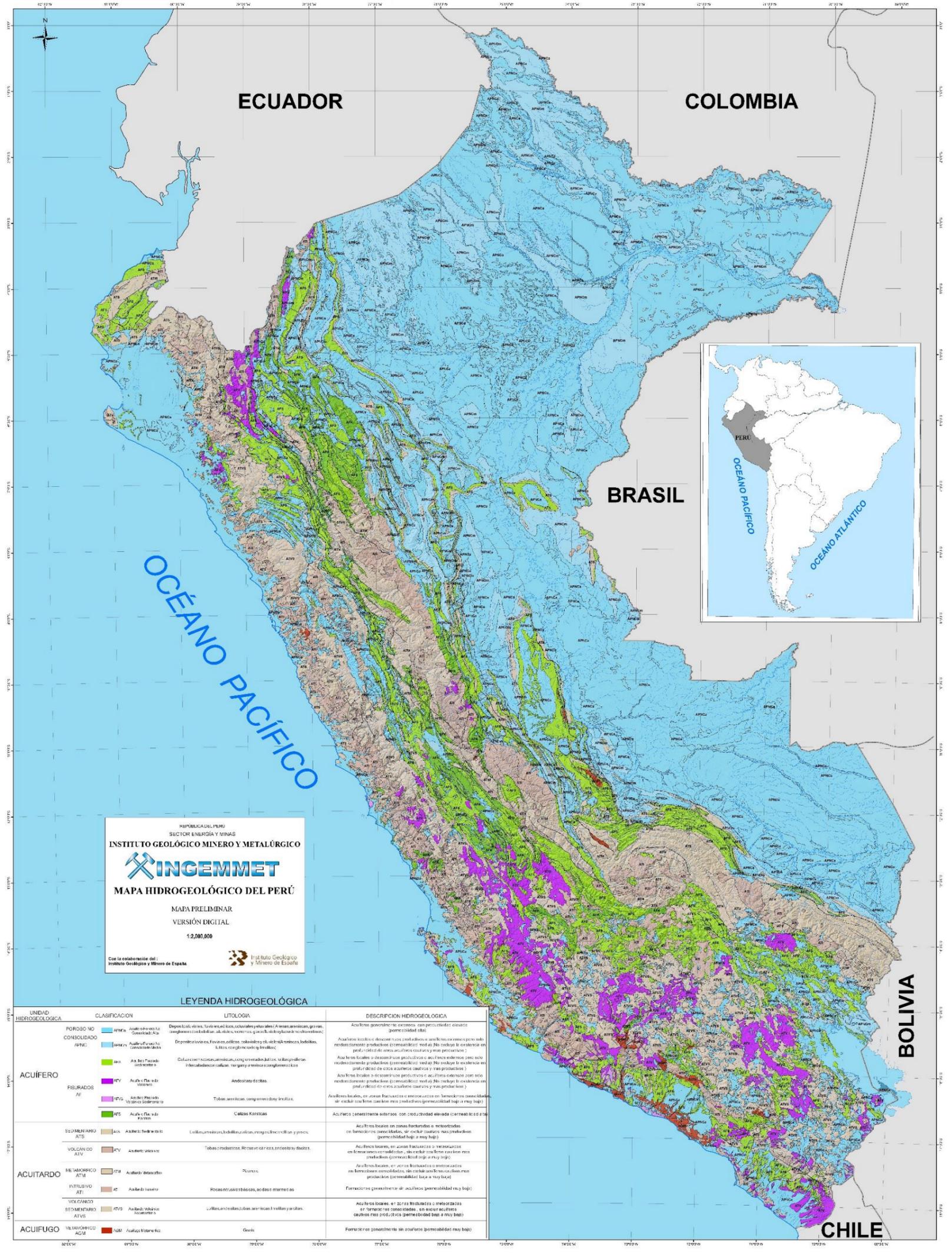


Figura 14: Mapa Hidrogeológico (Litopermeabilidades) del Perú

## CONCLUSIONES

1. Desde su aparición sobre la Tierra, el hombre se ha ido convirtiendo en un componente más del sistema, interactuando con los demás componentes. Así, luego de cazar y recolectar, ha domesticado plantas y animales para desarrollar la agricultura y ganadería para su subsistencia, construye infraestructura vial para su transporte y extrae recursos minerales y energéticos del subsuelo para el desarrollo de sus sociedades: vivienda, salud, educación, transporte, comunicaciones, seguridad. El manejo del agua, mediante su captación y desvío de los cursos naturales y almacenamiento para su uso, se vienen haciendo desde hace miles de años.
2. Las actividades humanas, en especial las productivas, que conducen al desarrollo de las sociedades, como la agricultura, ganadería, construcción de ciudades, obras de infraestructura como carreteras, puertos, aeropuertos, túneles, canales, líneas ferroviarias, minería, petróleo, alteran o impactan las condiciones naturales de su entorno.
3. La identificación, delimitación y zoneamiento de las llamadas “cabeceras de cuenca”, es visto para una parte de la población como una amenaza para la paralización o neutralización de la actividad minera del país
4. En función al estudio del potencial minero metálico elaborado por el INGEMMET y proyectado al 2050, se establece una estimación del beneficio económico para el estado del orden de los 547,000 millones de dólares, en el considerando que continuemos con las operaciones actuales, logremos poner en marcha los proyectos mineros en cartera y los proyectos en exploración avanzada y futuros proyectos en áreas potenciales. Producto de esta capitalización la nación puede orientar su desarrollo hacia otros sectores fundamentales. Muchas regiones darán un salto cualitativo y cuantitativo y no figurarán más en el mapa de pobreza.
5. El área impactada por la minería metálica actual, alcanza la cifra de 59,474 hectáreas, que representa el 0.046% del total de la superficie nacional. Esta nos indica, en forma realista, lo pequeña que es la “disturbación” o impacto directo del conjunto de las operaciones mineras actuales.
6. Las minas en actual operación, los proyectos mineros en cartera, los proyectos con exploración avanzada y las zonas con potencial de nuevos proyectos mineros están mayoritariamente encima de la cota 3,000 metros; así tenemos que el 80% las operaciones mineras actuales, el 81% de los proyectos mineros en cartera y el 75% de los proyectos de exploración avanzados más los proyectos potenciales, están encima de la cota 3,000.

7. De lo anterior, es fundamental que, si la nación reconoce la importancia de la minería actual en cuanto a generación de divisas, impuestos, trabajo directo e indirecto para peruanos, debe reconocer también la importancia proteger la actividad minera y desvanecer la amenaza de establecer nuevas áreas protegidas en zonas potenciales mineras. El conocimiento actual de la ciencia y tecnología permite la convivencia y la gestión sostenible de los recursos en áreas aparentemente sensibles.
8. El agua de la naturaleza es vital y debe ser cuidada no *per-se* sino para que sea útil, como lo ha sido hasta hoy, para cumplir su rol en los socio-ecosistemas. Esto es, mantener el equilibrio sostenible entre los elementos abióticos y bióticos en el sistema natural y como recurso en las actividades humanas; en ambos casos, teniendo como fin último el bienestar del hombre, tal como lo establece el artículo 1 de la Constitución Política del Perú (Anexo 2).
9. Al reconocer solamente una porción de las cuencas, llamadas “cabeceras”, como ambientalmente sensibles o vulnerables, el Estado estaría sesgando el enfoque de la protección disminuyendo la importancia de toda la superficie de las cuencas y sus componentes. Consideramos que tanto en la cuenca alta, como en los cursos medios y desembocaduras, la evaluación del impacto de las actividades extractivas mineras que se propongan, debe estar debidamente sustentadas para resarcir el impacto causado y no alterar el uso de aguas abajo para las poblaciones, ganadería, agricultura, energía y deben ser compensadas ambientalmente por los impactos causados, tomando medidas para minimizar los efectos adversos y luego la remediación o restauración por los impactos causados.
10. Establecer criterios técnicos para identificar y delimitar, zonas sensibles en las “cabeceras de cuenca”, con el fin de gestionar los impactos, es redundante con respecto a la legislación ambiental integral actual.
11. El INGEMMET considera que en orden de prioridades que conforma se menciona en la Constitución Política de la Nación, que la defensa de la persona humana y el respeto de su dignidad son el fin supremo de la sociedad y del Estado. Por otro lado, según información oficial del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) se tienen en el país muchas regiones en niveles de pobreza extrema, el que, contrastado con el Mapa de Riqueza Potencial elaborado por el INGEMMET, resulta que es posible atender adecuadamente y elevar la calidad de vida de peruanos que habitan en regiones algunas de las cuales son de extrema pobreza.

Por ejemplo, en orden descendente de riqueza potencial minera metálica están las regiones: Apurímac, Cajamarca, Ancash, Arequipa, Moquegua, Lima, Cusco, Junín, Tacna, Piura, Pasco, Ica y Puno y La Libertad. En conjunto en la hipótesis conservadora del estudio a nivel del Perú, las regiones mencionadas entre otras, estarían generando un beneficio económico al estado acumulado al 2050 del orden de los US\$ 547 mil millones que corresponde a impuestos directos, indirectos y otros.

## RECOMENDACIONES

1. Hoy día, el Perú debe seguir promoviendo una minería responsable y vigilada que permita el desarrollo de regiones que, teniendo gran potencial, no deberían figurar más en el mapa de pobreza del país, y reforzar la lucha frontal contra la minería ilegal que es sumamente nociva y formalizar a la minería informal para que se adecuen a los estándares ambientales que requiere la minería responsable.
2. Dentro de las normas y el concepto de protección del ambiente en general y de los ecosistemas frágiles en particular, actuar con visión responsable del futuro que requieren las generaciones a venir. Para ello, trabajar sobre bases técnico-científicas sólidas, independientemente de ideologías preferidas, evitando declarar intangibilidad donde no se amerite y reconociendo las posibilidades de la ingeniería moderna para el manejo ambiental que minimice los impactos de la actividad minera sobre el territorio.
3. Se recomienda trabajar en la línea base geoambiental de riesgos integrales (geológicos, aguas, entre otros) para los estudios ambientales mineros como: Ficha Técnica Ambiental, Declaraciones de Impacto Ambiental (DIA), Estudios Ambientales Semi detallados (EIASd), Estudios de Impacto Ambiental definitivo (EIA) y Estudios de Plan de Cierre.
4. Se recomienda implementar mejores instrumentos de gestión para la fiscalización y control a cargo de los entes oficiales como: Ministerio del Ambiente (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental – OEFA; SERNAMP), Ministerio de Energía y Minas (Dirección General de Asuntos Ambientales Mineros), Ministerio de Agricultura (SERFOR).
5. Internalizar en la sociedad peruana, el efecto positivo de la actividad minera como un aspecto fundamental para su desarrollo y en este considerando los estudios de zonas sensibles, como las cabeceras de cuenca; servirían más bien como un instrumento técnico de línea base, para la gestión más adecuada del ambiente a cargo del estado (empresas, entes gubernamentales). Este concepto debía estar plasmado en una Ley o instrumentos legales pertinentes.
6. Incorporar los recursos que ofrece el INGEMMET, en términos de personal calificado y una base de información muy completa, geológica y geoquímica de rocas, sedimentos y suelos, en las futuras mesas técnicas multidisciplinarias que se formen.

## REFERENCIAS CITADAS

Cotrina G., Vargas, V., Olarte Y., Sanchez M., Peña F. Y Pari W. (2009). Hidrogeología de la cuenca del río Locumba. *INGEMMET, Boletín Serie H, N° 2*. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico. 117 p.

Fernández R., Lorca D. & Novo J. (2017).- Mitos y realidades de las cabeceras de cuenca andinas peruanas. *Minería*, 476, 39-44.

Fidel. L., Zavala, B., Nuñez, S. & Valenzuela, G., (2006). Estudio de Riesgos geológicos del Perú: Franja N° 4. *INGEMMET, Boletín serie C. N° 29*. 376 p.

Fitts C.R. (2012).- *Groundwater Science*, Academic Press, 2nd Edition, 692 p.

Foster, S. & Hirata, R. (1988).- Determinación del riesgo de contaminación de aguas subterráneas: una metodología basada en datos existentes (en línea). Lima. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria y Ciencias del Ambiente, OMS/OPS, 42p.

Flanagan D.C. and Nearing M.A. (1995).- USDA Water Erosion Prediction Project: Hillslope Profile and Watershed Model Documentation. NSERL Report No. 10, USDA-ARS National Soil Erosion Research Laboratory, West Lafayette, IN 47907-1194.

Garcia, J. (2017). ¿Cabecera de Cuenca: las más Productivas y Suficiente para Proteger los Recursos Hídricos?. Informe por Hydro Terra SAC. 10p.

Garreaud R., Vuille M., Compagnucci R. & Marengo J. (2009).- Present-day south American climate. *Paleogeogr., Paleoclim., Paleoecol.*, 281(3),180-195.

GERENS (2018). <https://gerens.pe/educacion-ejecutiva/gestion-de-los-recursos-de-agua-en-mineria-y-energia/>

GWP (Editor) (2008): Water Resources Assessment. Stockholm: Global Water Partnership.

Hooke R.L. & Rohrer W.L. (1979).- Geometry of alluvial fan: Effect of discharge and sediment size. *Earth Surf. Process.*, 4, 147-166.

INEI (2015).- Anuario de Estadísticas Ambientales 2015. Instituto Nacional de Estadística e Informática, 593 p.

INGEMMET (2017). “**ESTIMACIÓN DEL POTENCIAL MINERO METÁLICO DEL PERÚ Y SU CONTRIBUCIÓN ECONÓMICA AL ESTADO, ACUMULADO AL 2050**”. Publicado en su página Web:

<http://www.ingemmet.gob.pe/-/estimacion-del-potencial-minero-metalico-del-peru-y-su-contribucion-economica-al-estado-acumulada-al-2050>

INGEMMET (2017). “**IMPACTO DE LAS OPERACIONES MINERAS ACTUALES EN LOS TERRENOS SUPERFICIALES**”. <http://www.ingemmet.gob.pe>

Instituto Peruano de Economía (2017). El Valor Agregado de la Minería en el Perú. Lima, Perú: Instituto de Estudios Energético Mineros.

Mathys N., Klotz S., Esteves M., Descroix L. & Lapetite J.M. (2005).- Runoff and erosion in the Black Marls of the French Alps: observations and measurements at the plot scale. *Catena* 63:261–281

Morera S. B., Condom T., Vauchel P., Guyot J.L., C. Galvez C. & Crave A. (2013).- Pertinent spatio-temporal scale of observation to understand suspended sediment yield control factors in the Andean region: the case of the Santa River (Peru). *Hydrol. Earth Syst. Sci.* 17, 4641–4657, <https://doi.org/10.5194/hess-17-4641-2013>

Morera S.B., Condom Th., Crave A., Steer Ph., & Guyot J.L. (2017).- The impact of extreme El Niño events on modern sediment transport along the western Peruvian Andes (1968–2012). *Nature Scientific Reports* 7, doi:10.1038/s41598-017-12220.

Nodvin, S. (2014). *Watershed*. Retrieved from <http://editors.eol.org/eoearth/wiki/Watershed>

Pedraza Gilsanz J. (1996).- *Geomorfología. Principios, métodos y aplicaciones*. Ed. Rueda, Madrid, 414 p.

Peña, F.; Cotrina, G; Acosta, H. (2009). Hidrogeología de la cuenca del río Caplina, Región Tacna. *INGEMMET, Boletín Serie H, N° 1*. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico. 141 p.

Peña, F., Sánchez M. & Pari, W., (2010): Hidrogeología de la cuenca del río Ica. Regiones Ica y Huancavelica. *INGEMMET, Boletín Serie H, N° 3*. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico. 349 p.

Peña, F., Carpio, J. & Vargas, V., (2015). Hidrogeología de la cuenca de los ríos Jequetepeque (13774) y Chamán (137752). Regiones Cajamarca, La Libertad y Lambayeque. *INGEMMET, Boletín Serie H, N° 4*, Dirección de Geología Ambiental y Riesgo geológico. 296 p.

Pouyaud B., Yerrén Suárez J., Arboleda Orozco J.F. & Suárez Alayza W.A. (2001).- Variabilidad pluviométrica, a escalas anual y cuatrimestral, en la vertiente peruana del Océano Pacífico. Publicación IRD & SENAMHI, 177 p.

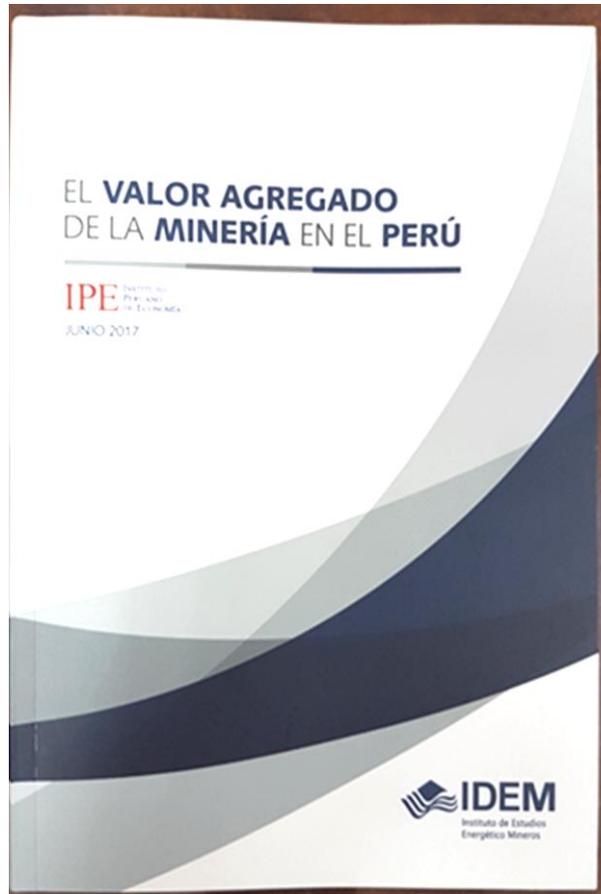
UNALM (2006).- Curso de Evaluación Integral de Cuencas Hidrográficas. Universidad Nacional Agraria de la Molina y Centro de Administración del Territorio  
Vigneau J.P. (2005).- Climatologie. Ed. Armand Colin, Paris, 200 p.

# ANEXOS



## ANEXO 2

### EL VALOR AGREGADO DE LA MINERÍA EN EL PERÚ



**Cuadro 12**

Efecto total en los impuestos por cada S/1,000 de exportaciones mineras  
 (en S/.)

Conceptos	Minería	Otros Sectores	Monto de impuestos	
			S/	%
Impuestos indirectos (IGV e ISC)		81.0	81.0	28.7
3era. categoría	94.0	22.4	116.4	41.2
4ta. categoría	1.5	1.2	2.6	0.9
5ta. categoría	10.2	8.0	18.2	6.4
Contribuciones sociales	20.2	15.9	36.1	12.8
Regalías, IEM y GEM*	28.0		28.0	9.9
<b>Total</b>	<b>153.8</b>	<b>128.4</b>	<b>282.2</b>	<b>100</b>

IEM=Impuesto Especial a la Minería; GEM=Gravamen Especial a la Minería  
 Fuente: IPE

## **ANEXO 3**

### **ARTÍCULOS DE LA CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL PERÚ RELACIONADOS AL TEMA.**

#### **CONSTITUCIÓN POLÍTICA DEL PERÚ**

Artículo 1°.- La defensa de la persona humana y el respeto de su dignidad son el fin supremo de la sociedad y del Estado.

Artículo 59°.- El Estado estimula la creación de riqueza y garantiza la libertad de trabajo y la libertad de empresa, comercio e industria. El ejercicio de estas libertades no debe ser lesivo a la moral, ni a la salud, ni a la seguridad públicas. El Estado brinda oportunidades de superación a los sectores que sufren cualquier desigualdad; en tal sentido, promueve las pequeñas empresas en todas sus modalidades.

Artículo 66°.- Los recursos naturales, renovables y no renovables, son patrimonio de la Nación. El Estado es soberano en su aprovechamiento. Por ley orgánica se fijan las condiciones de su utilización y de su otorgamiento a particulares. La concesión otorga a su titular un derecho real, sujeto a dicha norma legal.

Artículo 67°.- El Estado determina la política nacional del ambiente. Promueve el uso sostenible de sus recursos naturales.

Artículo 68°.- El Estado está obligado a promover la conservación de la diversidad biológica y de las áreas naturales protegidas.