

Las Industrias Extractivas del Perú y el Cambio Climático Global

Implicancias de la Industria Minera

Edson Placencia



Colaboradores:

Carlos Pereyra Matsumoto (Capítulo 4)

Luis Manuel Claps (Conclusiones)

COOPERACCIÓN



15 años
100 años de la República para el Desarrollo

LAS INDUSTRIAS EXTRACTIVAS DEL PERÚ Y EL CAMBIO CLIMÁTICO GLOBAL
Implicancias de la Industria Minera

LAS INDUSTRIAS EXTRACTIVAS DEL PERÚ Y EL CAMBIO CLIMÁTICO GLOBAL Implicancias de la Industria Minera

Edson Plasencia Sánchez

COOPERACION



Acción Solidaria para el Desarrollo

LAS INDUSTRIAS EXTRACTIVAS DEL PERÚ Y EL CAMBIO CLIMÁTICO GLOBAL.
IMPLICANCIAS DE LA INDUSTRIA MINERA

© 2012, CooperAcción
Acción Solidaria para el Desarrollo
Río de Janeiro 373 – Jesús María, Lima-Perú

Autor: Edson Plasencia Sánchez
Carlos Pereira (Autor capítulo 4)
Luis Manuel Claps (Conclusiones)

Corrección de estilo: Alessandra Canessa, Luis Manuel Claps

Edición: Diciembre 2012
Tiraje: 500 ejemplares
Impreso en el Perú
Impresión: Ediciones Nova Print SAC
Av. Ignacio Merino 1546, Lince

Depósito legal en la Biblioteca Nacional del Perú N°: 2013-01388

Todos los derechos reservados.

Índice

INTRODUCCIÓN

1. EL CAMBIO CLIMÁTICO GLOBAL

- 1.1 Breve revisión del fenómeno
- 1.2 Posibles impactos en el Perú
- 1.3 Perspectiva nacional y mundial

2. LAS INDUSTRIAS EXTRACTIVAS EN EL PERÚ

- 2.1 Breve historia
- 2.2 Importancia de la industria minera
- 2.3 Perspectiva económica ambiental del sector minero

3. LA INDUSTRIA MINERA DEL PERÚ Y EL CAMBIO CLIMÁTICO GLOBAL

- 3.1 Estructura de la industria minera
- 3.2 Vínculo de la industria minera con los cambios climáticos
- 3.3 Nivel de interacción
- 3.4 Nivel de contribución de gases de efecto invernadero (GEI)
 - 3.4.1 Nivel de contribución directa
 - 3.4.2 Nivel de contribución indirecta de GEI
 - 3.4.2.1 En el sector transporte

- 3.4.2.2 En el consumo bienes y servicios
 - 3.4.2.3 En el cambio de uso de suelo
 - 3.2 Perspectiva nacional
 - 3.2.1 Perspectiva económica poblacional
 - 3.2.2 Perspectiva energética
 - 3.2.3 Perspectiva de la industria minera
 - 3.2.4 Perspectiva climatológica
 - 3.3 Vulnerabilidad, cambio climático y minería
 - 3.4 Estudio de casos
 - 3.4.1 Piura
 - 4.3.2 La Oroya
 - 4.3.3 Huancayo
 - 4.3.4 Ica-Arequipa / Ayacucho-Apurímac
 - 4.3.5 Ilo
 - 4.3.6 Las Bambas
- 4. PROPUESTAS DE ACCIÓN FRENTE A LOS IMPACTOS DEL CAMBIO CLIMÁTICO
 - 4.1. Acciones desde los gobiernos locales
 - 4.1.1 Remediación
 - 4.1.2 Mitigación
 - 4.1.3 Prevención
 - 4.2 Acciones desde los gobiernos regionales
 - 4.2.1 Remediación
 - 4.2.2 Mitigación
 - 4.2.3 Prevención
 - 4.3 Acciones desde el gobierno nacional
 - 4.3.1 Remediación
 - 4.3.2 Mitigación
 - 4.3.3 Prevención
- 5. CONCLUSIONES

REFERENCIAS

ANEXOS

- I. Mapas Conceptuales
- II. Mapas Temáticos
- III. Pronóstico Climático - Zonas de Interés
- IV. Material elaborado

Introducción

En el presente trabajo se revisan los conceptos relacionados con el fenómeno del cambio climático global que viene experimentando el planeta Tierra. De igual modo, se examinan las principales actividades extractivas que se realizan en el Perú como la pesca, la industria forestal y la minería, con la finalidad de entender cómo se relacionan y cuánto podrían estar contribuyendo a este fenómeno, en especial la minería, por lo intensa y extendida que se encuentra a lo largo del territorio nacional.

En general, la escasez de datos –meteorológicos, estadísticos, entre otros–, o la falta de su oportuna disponibilidad, dificultan el análisis cuantitativo de las mencionadas actividades e impiden verificar la existencia de las relaciones causa-efecto, o en todo caso, disminuyen el nivel de certeza de los resultados.

Se han analizado de manera particular algunas zonas geográficas del Perú, ya sea por su importancia en el plano medioambiental, el minero, o ambos, con el objetivo de identificar posibles evidencias del cambio climático, también para identificar a los principales agentes ahí donde sus interrelaciones son más intensas, y prevenir o alertar acerca de los posibles impactos del cambio climático, en la medida que se presenten características similares en otras regiones geográficas.

A partir de los análisis, bajo diversos escenarios, se ha estimado el posible impacto que las actividades extractivas del Perú tendrían sobre el fenómeno del cambio climático. Con estas estimaciones se han diseñado propuestas y recomendaciones a nivel de gobierno nacional, regional y local; para que se formulen las políticas y los planes de trabajo necesarios que permitan adaptarse a las consecuencias del fenómeno del cambio climático, respaldados en una base científica y técnica.

1. El cambio climático global

1.1 Breve revisión del fenómeno

Según el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés, *Intergovernmental Panel on Climate Change*) el clima tiene un “carácter estadístico”¹, ya que se registra como el valor medio de las variables meteorológicas observadas en un determinado lugar, durante un periodo de tiempo que usualmente es de 30 años (IPCC, 2008).

De acuerdo al IPCC, el *cambio climático* es un

“cambio en el estado del clima que puede ser identificado (por ejemplo, utilizando pruebas estadísticas) a través de cambios en su valor medio y/o en la variabilidad de sus propiedades, de carácter persistente en el tiempo, típicamente por décadas o aún por periodos de tiempo más largos. El Cambio Climático puede ser producido por procesos naturales internos o por fuerzas externas o por cambios antropogénicos persistentes en la composición de la atmósfera o en el uso del suelo”². (IPCC, 2008)

En ese sentido, pueden ocurrir cambios climáticos como consecuencia de procesos naturales de la Tierra, tales como el vulcanismo o la erosión eólica, o como consecuencia de fenómenos externos a la Tierra, tales como el impacto de meteoritos o variaciones en el flujo de la energía solar; por lo tanto, existen cambios climáticos de carácter *local* y otros de carácter *global*, cuyos efectos se

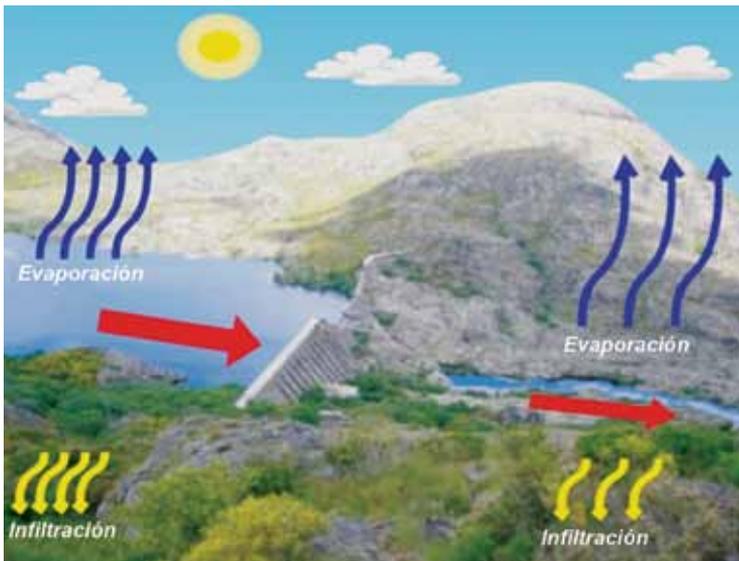
1 Ne: Sin negar que los fenómenos climáticos e hidrológicos también tienen un componente determinista, dado por las relaciones físicas entre estas variables.

2 Ne: También puede ser producido por una combinación de estos procesos.

superponen en mayor o menor intensidad, dependiendo de las condiciones particulares de una localidad o región.

El accionar de los seres humanos también puede producir cambios climáticos. Por ejemplo (Figura 1), al construir una presa sobre un río, se reduce aguas abajo la disponibilidad hídrica para los procesos naturales de infiltración y evaporación, los cuales determinan la extensión del suelo húmedo y el nivel de humedad en el aire³. Estos factores regulan la respiración de la flora y la asimilación de nutrientes a través de las raíces; por tanto, si al cabo de un tiempo, la disminución del caudal persiste, la flora alrededor del cauce del río podría desaparecer, dejando el camino libre al paso del viento, que se lleva con mayor facilidad la poca humedad del aire en la zona. Con esto se podría llegar a una reducción importante de la cobertura vegetal, que tiene como una de sus consecuencias el cambio, local, en el balance energético Tierra-Sol, ya que el suelo descubierto retiene más calor y la atmósfera seca acelera la evaporación.

FIGURA 1
Procesos físicos alterados por una represa



Fuente: Elaboración propia

3 Ne: La evaporación y transpiración locales no son la única y a veces ni siquiera la más importante fuente de humedad del aire; el viento transporta importantes masas de aire húmedo, por ejemplo, del mar hacia el continente. Por ello a estas variables, evaporación, transpiración y precipitación, entre otras, se les denomina variables aleatorias, es decir sujetas al azar.

En el ejemplo anterior (Figura 1), se está frente a un potencial cambio climático local, cuya magnitud dependerá del nivel en el cual se disminuye el caudal natural del río, pero también del tipo de flora y fauna afectado, del tipo de suelo, de las condiciones climáticas de la zona y principalmente, de la persistencia y racionalidad del accionar de los seres humanos; es decir, de qué forma y durante cuánto tiempo disminuirá el caudal del río. Cabe señalar que en el lenguaje del diseño y operación de presas el caudal regulado debe mantener, aguas abajo, un “caudal ecológico”, término que se puede definir como la cantidad de agua necesaria para mantener los valores mínimos de preservación del hábitat natural adyacente; el cual está vigente en países como Chile (Ley N° 20.017/2005 “Modificatoria Código de Aguas”). Sin embargo en el Perú, el MINAM tiene planes de crear una comisión para evaluar la metodología sobre la determinación del caudal ecológico⁴.

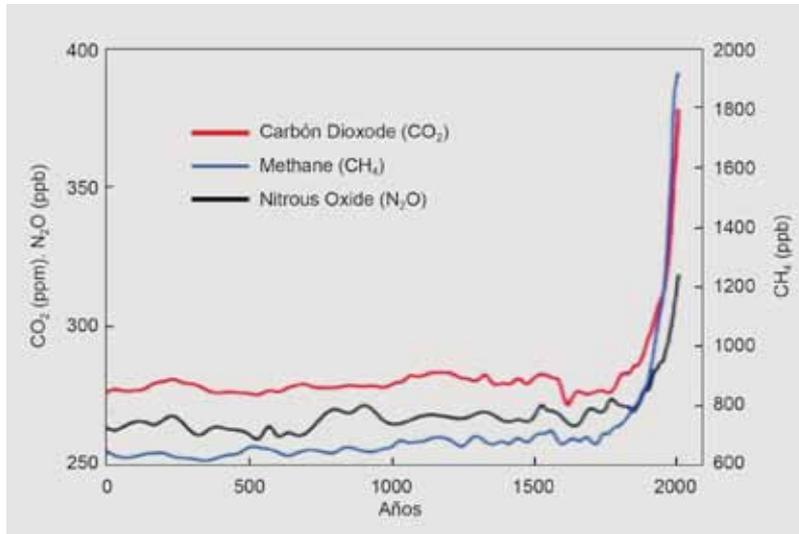
Entre las actividades humanas, existe una que puede producir significativos cambios en el clima mundial: la generación de gases de efecto invernadero (GEI); es decir, la emisión a la atmósfera de dióxido de carbono (CO_2), vapor de agua (H_2O), metano (CH_4), óxidos de nitrógeno (NO_x), ozono (O_3) y cloro-fluoro-carbonos (CFC); los cuales poseen la propiedad de reflejar, hacia abajo, la radiación infrarroja (calor) emitido por el suelo calentado por el sol⁵. Con ello el calor se va acumulando en la atmósfera terrestre.

A excepción de los CFC, todos los otros GEI forman parte de la atmósfera terrestre desde hace millones de años, y han hecho posible que exista la vida tal como la conocemos, pues se encargan de elevar la temperatura media del planeta hasta los 25°C. Sin embargo, en el Cuarto Informe del IPCC (IPCC, 2008) se presentan evidencias de que en los últimos 200 años la cantidad de estos gases ha aumentado en forma significativa, particularmente la del dióxido de carbono, en relación a la cantidad de los otros gases presentes en la atmósfera (como el oxígeno y el nitrógeno).

4 Caudal ecológico, es un término complicado y controversial, la mayoría acepta su definición como “agua para la naturaleza”, que entre otros implica preservar agua para las necesidades de las distintas formas de vida existentes en la cuenca, que en una primera aproximación implicaría una cierta cantidad de agua a descontar del escurrimiento superficial (caudal del río), que solo sería útil para las formas de vida que pululan en los alrededores del cauce principal del río; para el resto de vida natural de la cuenca tendría que pensarse en otra forma de “agua para la naturaleza”, como los lagos, lagunas, albuferas y bofedales, para los cuales también se debería de preservar agua.

5 ne: En efecto, estos gases son transparentes a la radiación de alta frecuencia (ultravioleta) y opacos a la radiación de baja frecuencia (infrarroja), lo que genera una acumulación de calor en la atmósfera

FIGURA 2
Concentración de principales gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera



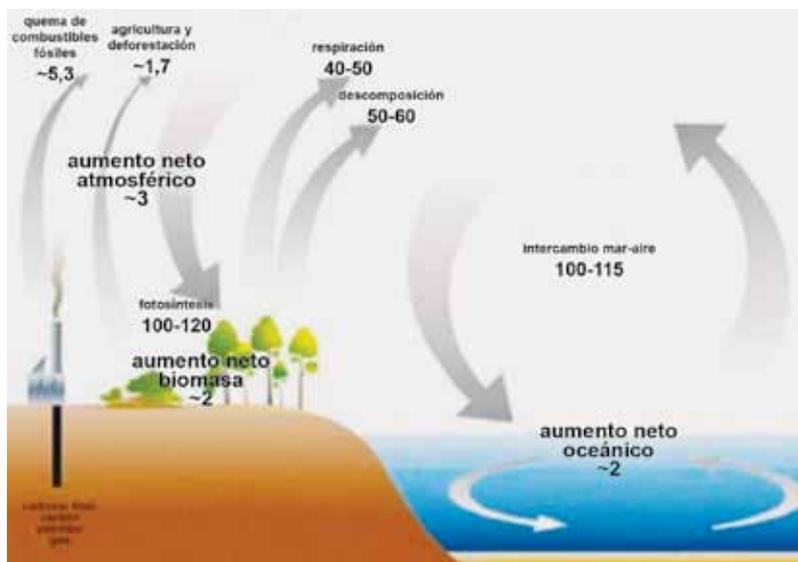
Fuente: IPCC, 2008

En el ciclo natural del carbono, la concentración de dióxido de carbono en la atmósfera está dominada por la efectividad y el volumen de la fotosíntesis, tanto en tierra (hojas de los vegetales) como en el mar (fitoplancton), de manera tal que, actualmente, se estima que la biomasa terrestre efectúa una captura neta semejante a cinco gigatoneladas de CO₂ al año, mientras que las emisiones antropogénicas actuales de CO₂ son ligeramente mayores (ver Figura 3).

El dióxido de carbono antropogénico se produce como resultado de la combustión completa de compuestos orgánicos como la leña, el petróleo, la gasolina o el gas natural. Por este motivo, a medida que avanzó la industrialización, también aumentaron las emisiones antropogénicas de este gas; en su 4to informe el IPCC estima que su contenido en la atmósfera está aumentando 0.34% al año; es decir, 34% en un siglo (IPCC, 2008).

Durante el siglo XX, el uso intensivo del petróleo como fuente energética, la masificación del automóvil y el crecimiento de la población mundial debido al uso extendido de vacunas, sumado a patrones de consumo y la búsqueda de un bienestar económicamente insostenible para toda la población mundial, hicieron crecer de tal manera las emisiones antropogénicas de dióxido de carbono que su contenido en la atmósfera alcanzó niveles sin precedentes en la historia de la humanidad, solo comparables a los presentes en las peores crisis ambientales

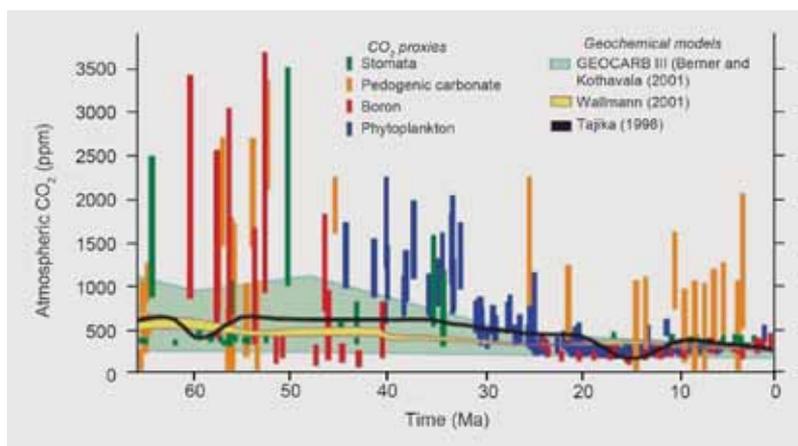
FIGURA 3
Fuentes y sumideros en el ciclo del carbono



Fuente: Adaptado de ORNL, 2006

que ha experimentado el planeta, de acuerdo a los registros geológicos, tal como se observa en la Figura 4.

FIGURA 4
Registro geológico de concentraciones de CO₂

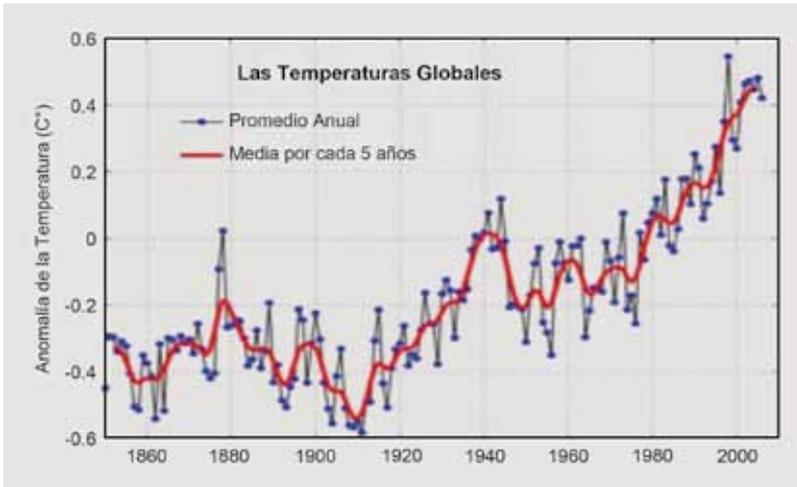


Fuente: IPCC, 2008

Estos niveles de dióxido de carbono, nunca antes observados en la atmósfera, despertaron el interés de la comunidad científica internacional, sobre todo después de que la revista *Science* publicara el artículo: “Cambio climático: ¿estamos al borde de un calentamiento global pronunciado?”, de Wallace S. Broecker (1975:460-3), quien por primera vez utilizó el término cambio climático (*climatic change*) para referirse a las consecuencias ambientales que produciría una atmósfera terrestre cada vez más caliente debido al aumento de su contenido de dióxido de carbono.

Hoy en día, para la comunidad científica internacional representada en el IPCC, no existe duda acerca de que las temperaturas atmosféricas medias están en aumento en todo el mundo, y además, a un ritmo cada vez mayor, así lo evidencian los registros meteorológicos de todos los países evaluados en el Cuarto Informe del IPCC (IPCC, 2008), disponibles en la página web de la Organización Meteorológica Mundial (United Nations, 2009b).

FIGURA 5
Temperaturas medias de la Tierra



Fuente: Adaptado de IPCC, 2008nivel

Al aumento de la temperatura media anual se le denomina *fenómeno de calentamiento global*. Éste fenómeno puede incrementarse e intensificarse en la medida en que los países alcanzan mayores niveles de industrialización y crecimiento económico, lo cual significa mayores emisiones de GEI, pues sus economías tienen a los combustibles fósiles como su principal fuente energética.

Siendo el IPCC un organismo dependiente de las Naciones Unidas, todos los gobiernos que en él participan se encuentran bien informados acerca de que el aumento mundial de la temperatura atmosférica promedio es un hecho real, y que las emisiones antropogénicas de GEI son, probablemente, las responsables de este hecho, debido a que estas son las conclusiones del Cuarto Informe del IPCC (IPCC, 2008).

A nivel de la opinión pública, existe mucha desinformación y desinterés acerca del fenómeno del calentamiento global y de sus probables consecuencias (Gratton, 2000; IPCC, 2007).

En su Cuarto Informe, el IPCC reitera que otra de las probables consecuencias del calentamiento global sería el aumento de las precipitaciones, debido a que una atmósfera cada vez más caliente en contacto con el océano lo iría calentando cada vez más, facilitando la evaporación de sus aguas⁶. Además, una atmósfera en calentamiento progresivo propiciaría una disminución en las masas de hielo de las regiones más frías de planeta, como los casquetes polares, aumentando el nivel del mar deshelando los glaciares, y alterando el caudal de los ríos. También, las temperaturas atmosféricas cada vez más elevadas podrían propiciar el desplazamiento de insectos y plagas a zonas donde antes no podían sobrevivir (IPCC, 2008).

En suma, en el plano mundial se experimentarían cambios climatológicos y cambios en las formas de vida siendo éstos cada vez más dramáticos, pues las temperaturas seguirían en aumento. A esta situación se le conoce como *cambio climático global*, porque evoluciona directamente con el calentamiento global y lamentablemente no existe lugar en el planeta que se libre de sus impactos. El documental conducido por el político norteamericano Al Gore, *Una verdad incómoda* (*An Inconvenient Truth*, 2006), ha contribuido significativamente a acercar estos temas al público en general, y le ha merecido la obtención del Premio Nobel de la Paz en 2007, en forma conjunta con el IPCC.

Aunque el IPCC no realiza investigaciones ni controla datos relativos al clima u otros parámetros pertinentes, desde su creación en 1988, ha ayudado significativamente a comprender el fenómeno del cambio climático global por medio de sus cuatro informes basados en la literatura científica y técnica, debidamente discutida en sus grupos de trabajo (IPCC, 2008).

6 ne: Lo cierto es que habrá una mayor cantidad de vapor de agua circulando por la atmósfera, como efecto del incremento de su temperatura y de la mayor evaporación; lo incierto, más bien aleatorio, es que esta mayor humedad atmosférica signifique necesariamente un generalizado incremento de la precipitación.

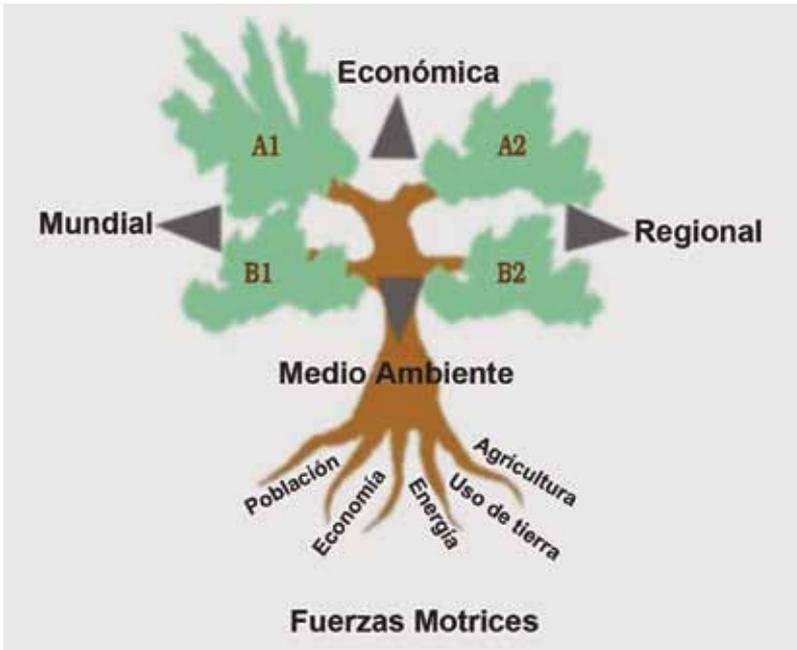
Dado que la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático (CMCC) distingue entre la variabilidad natural del clima y los cambios en el clima atribuidos directa o indirectamente a la actividad humana, a través del periodo de tiempo que le toma a uno u otro agente producir un cambio climático de la misma magnitud, el IPCC formuló un conjunto de escenarios futuros para evaluar el impacto de los seres humanos en el clima mundial (IPCC, 2008).

Estos escenarios se agrupan en familias y responden básicamente a las siguientes interrogantes acerca del mundo durante el siglo XXI:

- ¿Crecerá la economía al ritmo del siglo XX? → Sí, familia A1.
No, familia A2.
- ¿Cuál será el nivel atmosférico de los GEI? → Bajos, familia B1.
Altos, familia B2.

Responder estas cuestiones es difícil, porque dependen de factores como el crecimiento de la población mundial, la fuente principal de energía que emplea y el nivel de conciencia de la población acerca de esta problemática.

FIGURA 6
Familia de escenarios del IPCC



Fuente: Elaboración propia

Sin embargo, en base a los escenarios identificados por el IPCC y al Inventario Mundial de Emisiones de GEI que el CMCC propició entre sus países adherentes, diversas instituciones de prestigio a nivel mundial, tales como el Met Office de Inglaterra y el Max Planck Institute for Meteorology de Alemania, han podido realizar pronósticos climatológicos utilizando sus propios modelos meteorológicos, de tal forma que actualmente se cuenta con una serie de resultados, metodológicamente independientes unos de otros, que pueden ser analizados, evaluados y validados por la sociedad en su conjunto, tras lo cual se podrían rechazar, modificar o adaptar las metodologías utilizadas (United Kingdom Government, 2009; Germany Government, 2009).

De hecho, el IPCC tiene como práctica común promediar los resultados de los modelos para no desmerecer la objetividad ni el enfoque que cada institución tiene acerca del problema. Lamentablemente, los modelos, la mayoría de veces, coinciden en el pronóstico y solo se diferencian en su magnitud, aunque de manera técnica y no de forma práctica.

1.2 Posibles impactos en el Perú

Según la primera “Comunicación Nacional del Perú a la Convención de Naciones Unidas sobre Cambio Climático” de 2001 (Gobierno del Perú, 2000), los principales impactos del cambio climático global en el escenario en el cual se duplica la cantidad de dióxido de carbono atmosférico podrían ser:

- Elevación en un metro del nivel del mar; acarreado “pérdidas potenciales por la inundación en las obras litorales, viviendas, clubes, plantas pesqueras e industriales” por un valor de US\$ 168’250,000.
- Perjuicio en ocho localidades del Perú: delta del río Tumbes (manglares), Paíta-Sechura, Trujillo, Chimbote, Lima Metropolitana, Pisco-Paracas, Lagunas de Mejía en Ilo, por un valor de US\$ 1’000, 000,000.
- Inundación de “cerca del 53% de la playa La Herradura en Lima”.
- Pérdidas en la maricultura, en especial en la actividad langostinera de Tumbes.
- La desaparición de los extensos humedales distribuidos a lo largo de la costa y el consiguiente perjuicio a toda la biodiversidad a la que sirve de soporte.
- Recurrencia del fenómeno El Niño.
- Reducción de las especies marinas comerciales predominantes.
- Daño directo de la infraestructura de la pesca continental y marítima.
- Disminución del empleo en las localidades costeras.
- Un millón de personas fallecidas por año a mediados del siglo XXI.

- Recrudescimiento de la malaria y el cólera.
- Hipertermia inducida por calor (fiebre) con riesgo de muerte.
- Disminución de los rendimientos agrícolas.
- Aumento de la incidencia de plagas.

De acuerdo con lo señalado en el Capítulo 13 del más reciente reporte del Segundo Grupo de Trabajo del IPCC *Impactos, Adaptación y Vulnerabilidad* (IPCC, 2007), los posibles impactos con una confianza mayor al 50% ⁷ para el Perú son:

- El derretimiento de los glaciares tropicales de los Andes durante las primeras décadas del siglo XXI⁸.
- El incremento de las temperaturas medias en la amazonía producto de la pérdida de humedad por la deforestación.
- La alteración de la frecuencia de ocurrencia de El Niño.
- Aumento en el nivel del mar e incremento de las lluvias en la costa.
- Pérdida de biodiversidad en los manglares de la costa y los páramos andinos, producida por la alteración de los ciclos de recarga de humedad.
- Pérdidas económicas en la agricultura debido a ciclos con temperaturas irregulares en la costa y a ciclos con lluvias irregulares en la sierra.
- Pérdidas económicas relacionadas con la ausencia en el trabajo por enfermedad o fallecimiento debido al incremento de la contaminación atmosférica en las ciudades, producto del transporte, condiciones meteorológicas y generación eléctrica en centrales térmicas.

Los probables impactos con una confianza mayor al 90% para el Perú son:

- Pérdida de los glaciares ubicados a una altura superior a 5000 msnm.
- Problemas de abastecimiento de agua dulce en la tercera década del siglo XXI.
- Problemas de generación hidroeléctrica acentuados hacia el año 2050.
- Aumento de enfermedades infecciosas como el dengue, la malaria y el cólera.
- Redistribución geográfica de la incidencia de uta (*Leishmaniasis cutánea*).
- Disminución en los ingresos del sector productivo y aumento de la demanda de asistencia social.

7 ne: Esto significa que existe la misma probabilidad de que ocurra como que no ocurra.

8 ne: Esto ya viene ocurriendo desde hace buen tiempo, por ejemplo el nevado Razuhuillca (Nieve sagrada), en Huanta Ayacucho, desde hace al menos 5 años está desprovisto de nieve y solo en cortos periodos de tiempo mantiene algo de nieve que a los pocos días desaparece.

Las consecuencias de estos pronósticos se agudizarían sabiendo que, de acuerdo al censo de 2007, más del 54% de la población peruana, junto con más del 70% de las industrias, y casi la totalidad de tierras con agricultura intensiva, se ubican en la zona costera, donde solo se dispone del 2% del agua dulce del país. Por lo expresado, es previsible una competencia entre los sectores de saneamiento, agricultura y generación eléctrica por la disponibilidad del agua, probablemente más escasa en el futuro. A situaciones como esta, donde la oferta hídrica es inferior a la demanda del recurso se le denomina estrés hídrico, y de acuerdo al Cuarto Informe del IPCC resulta una situación probable para el Perú y otros países del mundo en el siglo XXI, porque sus principales ciudades se encuentran asentadas en los valles de zonas costeras desérticas (IPCC, 2008).

1.3 Perspectiva nacional y mundial

En 1992, la ONU creó la Convención Marco sobre Cambio Climático (CMCC) que fue la base de la Conferencia de las Partes 3 (COP 3) de 1997, en la cual se estableció el Protocolo de Kyoto, que se abrió a la firma el 16 de marzo de 1998. Desde entonces, 166 países lo firmaron y ratificaron hasta 2005, excepto los mayores emisores de GEI en el mundo como Estados Unidos, China e India, haciendo casi imposible de alcanzar la meta de reducir un 5.2% de las emisiones globales de GEI sobre los niveles de emisión de 1990 para el periodo 2008-2012.

En diciembre de 2009, se llevó a cabo en Copenhague la XV Conferencia de la Organización de Naciones Unidas (ONU) sobre Cambio Climático. Previamente, el secretario general de la ONU, Ban Ki-moon, impulsó una serie de reuniones formales e informales con líderes internacionales para, según declaró a la prensa el 24 de setiembre de 2008, “mantener e incrementar el impulso político” que permitiese concluir las negociaciones con éxito. El 25 de noviembre de 2009, los países miembros de la Unión Europea (UE) aprobaron una resolución que recogía la posición de la Eurocámara, donde se comprometían a reducir en un 20% las emisiones GEI sobre los niveles de 1990, incrementar un 20% el uso de energías renovables y reducir un 20% el consumo de energía para el año 2020. Sin embargo, la XV Conferencia culminó con acuerdos mínimos y no vinculantes; entre los acuerdos más concretos se encuentra una ayuda inmediata de 30 mil millones de dólares en un periodo de tres años (2010-2012) para los países en vía de desarrollo, y una meta progresiva de 100 mil millones de dólares anuales, a alcanzar en 2020, procedentes de fondos públicos y privados, bilaterales y multilaterales.

El Acuerdo de Copenhague (7-18 de diciembre, 2009), documento final de la XV Conferencia, reconoce también la necesidad de contener la elevación de la temperatura de la Tierra en 2°C respecto a la era preindustrial, sin embargo, no fija plazos ni garantías de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero.

En base a los Inventarios Nacionales de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (IN-GEI) que cada país remite a la CMCC, se estima que el Perú emite el 0.4% del total mundial de GEI y que el 50% de estas emisiones provienen de la deforestación de la Amazonía. En informes recientes, el Ministerio del Ambiente estima que para reducir las emisiones de GEI a la mitad, se requiere conservar 55 millones de hectáreas de bosques amazónicos y tomar medidas de adaptación y cambio en la agricultura, para lo cual el Perú necesita un financiamiento de US\$ 300 millones anuales (Ministerio del Ambiente de Perú, 2009).

Por otro lado, en los últimos ocho años, la población mundial aumentó en un promedio de 66 millones de habitantes por año, manteniendo un ritmo de crecimiento semejante al de los últimos 25 años del siglo XX, en el cual la población mundial creció 48 veces más de lo que creció durante el siglo XIX (United Nations; 2009).

Satisfacer las necesidades de esta creciente población mundial demanda el consumo también creciente de recursos naturales, entre los que se encuentran los combustibles fósiles, todavía la principal fuente energética mundial, a pesar de los esfuerzos por promover el uso de energías alternativas en países europeos, como España, o los logros obtenidos por países como Brasil y Canadá en el desarrollo y uso de combustibles alternativos como el etanol.

Los minerales tienen también una amplia demanda en una economía dedicada a satisfacer las necesidades de una población creciente, pues son imprescindibles para los sectores construcción, eléctrico, industrial, doméstico y salud. Es así que la producción mundial de los principales metales industriales no ferrosos se incrementó en un 50% entre 1995 y el 2005 (British Geological Survey, 2007).

El cambio climático actual no solo es producto de la actividad humana, sino que este accionar se hace buscando maximizar las ganancias económicas cada vez a un menor plazo; con lo cual se imposibilita la recuperación natural de los ecosistemas, poniendo en peligro la supervivencia de la especie humana y de la vida en el planeta entero a largo plazo; es por esto que se debe reducir el consumo de combustibles fósiles y propiciar el uso de energías renovables de manera imperativa (IPCC, 2008).

La humanidad enfrenta un problema complejo, fuertemente influenciado por patrones de consumo adquiridos como consecuencia de sus procesos de desarrollo económico y social, pero que se entrelaza con posiciones y expectativas

económicas, políticas, éticas y morales que muchas sociedades consideran irrenunciables, aunque impliquen alterar significativamente las condiciones naturales que existían antes de la era industrial.

Al igual que en Copenhague (COP 15), la 16 Conferencia de las Partes (COP 16) realizada en Cancún en diciembre de 2010, lamentablemente postpuso hasta la siguiente conferencia la definición del segundo periodo de compromisos de reducción de emisiones del Protocolo de Kyoto, habiendo acordado por mayoría y no por consenso, como señala el reglamento de la convención, mantener en 2°C el incremento máximo de la temperatura y el control del Fondo Verde por el Banco Mundial. Representantes de varios países, entre los que se encontraban Bolivia y Ecuador, señalaron su disconformidad con esta decisión. La postura de los países industrializados, Estados Unidos, China e India, de no comprometerse seriamente a reducir sus emisiones de GEI, que cada día van en aumento y sin perspectivas de uso de tecnologías limpias, ponen en riesgo la vida en el planeta.

Finalmente, aunque los gobiernos del mundo y la sociedad internacional han incrementado su nivel de información, conciencia y acción frente al fenómeno de cambio climático global, hasta el día de hoy no se ha conseguido de manera efectiva disminuir la velocidad de este fenómeno y no existen razones para suponer que en el corto plazo esta situación será diferente debido a las actuales tendencias de crecimiento económicas y poblacionales.

2. Las industrias extractivas en el Perú

2.1 Breve historia

Las actividades extractivas como la pesca, la tala de árboles y la minería en el Perú se remontan a unos miles de años, ya en Caral, la ciudad más antigua de América (3000 años a.C.), ubicada en el valle de Supe a 158 km al norte de Lima, hay vestigio de todas estas actividades (Shady, 2001). La escala de estas actividades siguió en aumento a través del tiempo; por un lado debido al crecimiento poblacional, pero también debido a los adelantos tecnológicos como las redes de algodón (Rostworoski, 1981:102), así por ejemplo, hacia el año 1400 la pesca en la costa norte debió ser suficientemente intensa como para alimentar, según Middendorf (1894), a los 100 mil habitantes de la ciudadela de Chan Chan (561 km al norte de Lima). Así mismo, la dimensión de la minería incaica le permitió a Francisco Pizarro obtener 1'326,539 pesos de oro (aproximadamente 6 toneladas de oro) el 17 de junio de 1533, cuando fundió el rescate entregado por Atahualpa, el último de los incas del Tahuantinsuyo (Quintana, 1807).

Extracción minera

La actividad minera alcanzó niveles sin precedentes en la historia del Perú durante la Colonia. El descubrimiento de las minas de plata en Potosí en 1545 (en el Alto Perú, hoy territorio boliviano), trajo 25 años de explotación con las leyes de plata más altas jamás registradas a nivel mundial: desde 42 hasta 250 kilogramos por tonelada; aunque su mayor producción la alcanzó luego

del descubrimiento de las minas de mercurio en Castrovirreyna (Huancavelica), en 1571, de tal manera que su población pasó de 50 mil habitantes en 1570, a 160 mil en 1625, una población muy superior a la de Sevilla, París o Londres en esas épocas (Martínez Arzanz y Vela, 1943). Se estima que desde su descubrimiento hasta el año 1800 se fundieron 1640 millones de pesos de plata (Rofi, 2007).

Durante el periodo del virrey Gil de Taboada (1790-1796) se tenía autorizada la explotación de 69 minas de oro, sin contar los lavaderos en territorio peruano. Aunque la explotación clandestina hace difícil estimar lo extraído, de acuerdo a las investigaciones de Romero y Contreras (2006), consta en los registros españoles la extracción de 14 mil toneladas de oro del Perú entre 1680 y 1820: casi el doble de las reservas actuales de oro de EE.UU. (Current Gold Report, 2009)

TABLA 1
Producción de plata en el Perú, siglo XVII

Período	Kilogramos	Período
1600-1609	1'793,353	1660-1669
1614-1619	1'090,298	1670-1679
1620-1629	1'788,447	1680-1689
1630-1639	2'154,857	1690-1699
1640-1649	1'863,533	Año 1586
1650-1659	1'443,148	Referencial

Fuente: Instituto de Ingenieros de Minas del Perú, 2007

Industria pesquera

En 1957, se inició en el Perú la industria de harina de pescado basada en la pesca y procesamiento de anchoveta. Su mayor producción la alcanzó en 1970, cuando se capturó la mitad de la biomasa disponible de anchoveta. Desde esa época, la producción de anchoveta disminuyó hasta que en 1990 el Perú volvió a ser el primer productor mundial de harina de pescado, y desde entonces se mantiene a la cabeza (Gutiérrez, 2003). En 2006, la tonelada de harina de pescado alcanzó el precio record de US\$ 1430 por tonelada. En 2008, el Perú exportó 1.4 millones de toneladas de harina de pescado.

Industria maderera

A pesar de que el 57% del territorio nacional tiene una cobertura boscosa posible de explotación forestal y 39 millones de hectáreas de bosques maderables, solo unos dos millones de hectáreas se encuentran legalmente concesionadas para la extracción de madera, de tal manera que esta actividad representa menos del 5% del PBI. Sin embargo, se estima que en la Amazonía existen al menos unas 10 millones de hectáreas de bosques deforestados, principalmente para ampliar la frontera agrícola y/o obtener el derecho de propiedad sobre esas tierras (Gobierno del Perú; 2006, 2008).

2.2 Importancia de la industria minera

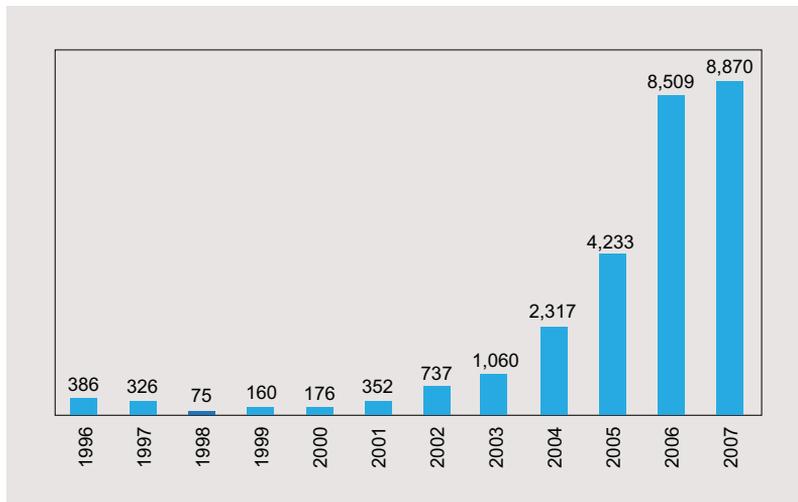
Si bien la minería metálica ha participado desde hace miles de años en la historia, la cultura y el desarrollo económico, social y político de los pueblos del Perú; en los últimos años se discute seriamente cómo armonizar el desarrollo del país con una actividad que aporta considerables recursos económicos, y que a la vez genera importantes conflictos sociales antes, durante y después de su etapa más activa.

La minería es una de las principales actividades económicas del Perú. Según fuentes oficiales la actividad minera representa 5.7% del producto bruto interno (INEI, 2009). Asimismo, el 21% de las inversiones directas de capitales extranjeros se invierten en minería (SUNAT, 2009).

El aporte tributario del sector minero a la economía peruana a través del pago del impuesto a la renta, ha pasado de S/. 176 millones en el año 2000 a S/. 4,200 millones en 2005, y alcanzó la cifra record de S/. 8,800 millones en 2007. En 2008, el Perú exportó minerales por un valor de US\$ 18,600 millones, todo un nuevo record, los cuales representaron el 59% del monto total exportado y en 2009, el 61% (BCRP, 2009).

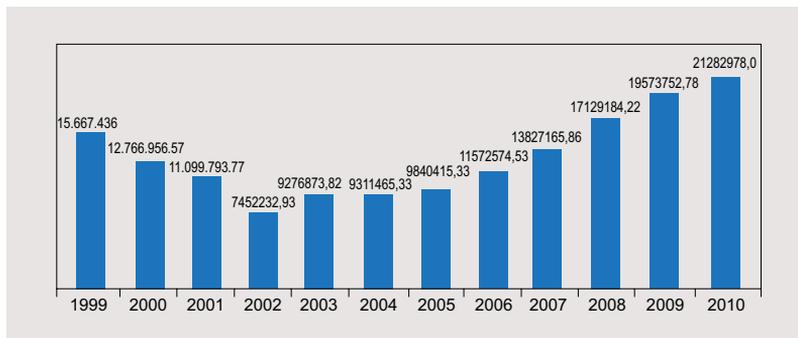
La coyuntura internacional de precios excepcionalmente favorables para los minerales que el Perú exporta, iniciada desde mediados del año 2002, ha generado un nuevo contexto de expansión territorial de la minería. Si analizamos los últimos 20 años, veremos que en la década pasada (1999), 15'560,000 hectáreas (has) se encontraban bajo concesión minera. Varios meses después de declarada la crisis financiera internacional, en noviembre de 2010, esta área había crecido a 21'280,000 has (INGEMMET, 2010), ocupando más del 16% del territorio nacional,

FIGURA 7
Recaudación del impuesto a la renta minero



Fuente: SNMPE, 2008

FIGURA 8
Evolución de los Derechos Mineros Vigentes 1991 - 2010



Fuente: INGEMMET, 2010. Elaboración: CooperAcción

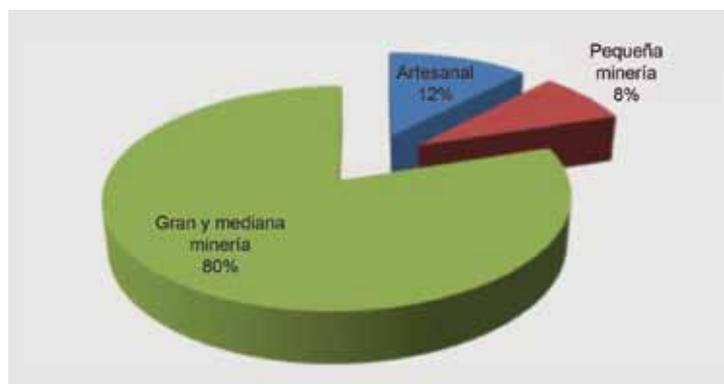
a diferencia del año 2002 en que los derechos mineros vigentes se redujeron a 7'400,000 has, con motivo de la crisis asiática⁹.

⁹ Ne: No obstante, del total de territorio que se encuentra bajo concesión minera, sólo en el 1% de las mismas, se llevan a cabo actividades de exploración y explotación, según informó el ministerio de Energía y Minas (MEM).

La expansión territorial de la minería (INGEMMET, 2010) es una de las causas de los conflictos denominados socioambientales, en la medida en que la minería es una actividad que compete con las poblaciones locales por recursos escasos como son las tierras agrícolas y el agua, en momentos que el país se encuentra expuesto a los impactos del cambio climático; al ubicarse principalmente en las cumbres andinas, en las cabeceras de cuenca y en ecosistemas frágiles que brindan servicios ambientales como la producción de agua, pone en riesgo la sostenibilidad de las actividades económicas y los medios de vida de las poblaciones más vulnerables. Otros aspectos que se encuentran entre las causas de los conflictos son la contaminación ambiental y el desplazamiento de poblaciones y actividades productivas.

Según el Reporte de Conflictos elaborado por la Defensoría del Pueblo, la actividad minera se ha visto involucrada en el 70% de los conflictos sociales relacionados con el medio ambiente. Más del 90% de estos conflictos se originan en el temor o la percepción de riesgo o daño ambiental (Defensoría del Pueblo, 2010).

FIGURA 9
Conflictos ambientales por tamaño de actividad



Fuente: 64° Reporte de Conflictos Sociales Defensoría del Pueblo, Unidad de Conflictos, 2009.

Lamentablemente, el número de conflictos y la frecuencia con que se producen van en aumento, duplicándose prácticamente cada año; siendo Cajamarca, Junín, Cusco y Lima los departamentos con mayores conflictos. A estos los siguen muy de cerca: Ancash, Ayacucho, Puno y Piura.

2.3 Perspectiva económica ambiental del sector minero

A pesar de la crisis financiera internacional declarada el último trimestre del 2008, el sector minero ha continuado creciendo. Según la *Memoria 2009* del BCRP, el balance de la inversión privada del sector durante ese año mostró un incremento del orden del 60% (Southern - Ampliación Refinería Ilo; Xstrata Tintaya - Proyecto Antapaccay y Buenaventura - La Zanja).

Sin embargo, la política de promoción de la actividad, caracterizada por un marco legal y condiciones extremadamente favorables para la inversión en minería, que ha ido recortando derechos económicos, sociales, culturales y ambientales, de las poblaciones vecinas a las operaciones mineras, principalmente comunidades rurales, acompañada por una débil política ambiental; pone en riesgo una perspectiva sostenible para el desarrollo del país y cuestiona su gobernabilidad.

La Ley General de Minería (1992) y la Constitución Política de 1993 consolidaron un escenario normativo que le dio garantías y estabilidad jurídica y tributaria a la actividad minera. Se impuso un proceso de servidumbre minera a través de la Ley 26570 (Ley de Promoción de la Inversión Privada en territorios de comunidades campesinas y nativas), que modificó el Artículo 7 de la Ley de Tierras. Hace unos años (2009) el Estado peruano recién tomó acción sobre los asuntos ambientales en materia de regulación y fiscalización con la creación del Ministerio del Ambiente (MINAM).

Sin embargo, dicho ministerio no ha resuelto la ausencia de un enfoque transectorial, que demanda la solución de conflictos, ni la falta de institucionalidad y de recursos para liderar la gestión ambiental de los proyectos mineros; de tal manera que se mejoren los mecanismos de participación ciudadana y se eliminen los pasivos ambientales no tratados, entre otros temas, como la competencia en temas centrales tales como la aprobación de los estudios de impacto ambiental (que sigue en manos del MINEM), o la gestión de los recursos hídricos (que sigue en manos del Ministerio de Agricultura).

Un ejemplo del mal desempeño fiscalizador del Estado lo constituye el caso de La Oroya, donde, aun conociéndose formalmente las malas prácticas de operación de la Empresa Doe Run Peru (DRP), éste ha sido muy tolerante y permisivo. El gobierno no ha cumplido un rol de salvaguarda de la salud y bienestar de la población. Lejos de cumplir sus obligaciones ambientales comprometidas a través de un Plan de Manejo Ambiental (PAMA), la empresa DRP luego de años de incumplimiento pretende demandar al Estado Peruano y responsabilizarlo de los daños ambientales.

Si bien reconocemos que existen dentro de la Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía, empresas que hacen esfuerzos por mejorar sus prácticas sociales y ambientales, la tendencia manifiesta por parte del sector es a impulsar prácticas de autorregulación, las que lamentablemente han sido permitidas por la actual administración pública del Presidente García.

Esta situación exige que el Estado norme y fiscalice de manera más dinámica y con mayor celo a las empresas mineras, a fin de salvaguardar el presente de las poblaciones existentes y el futuro de las próximas generaciones; de lo contrario, el sector no estará en la capacidad controlar o regular la calidad ambiental que se ofrece como resultado de su labor.

3. La industria minera del Perú y el cambio climático global

3.1 Estructura de la industria minera

La industria minera en el Perú se encuentra conformada por:

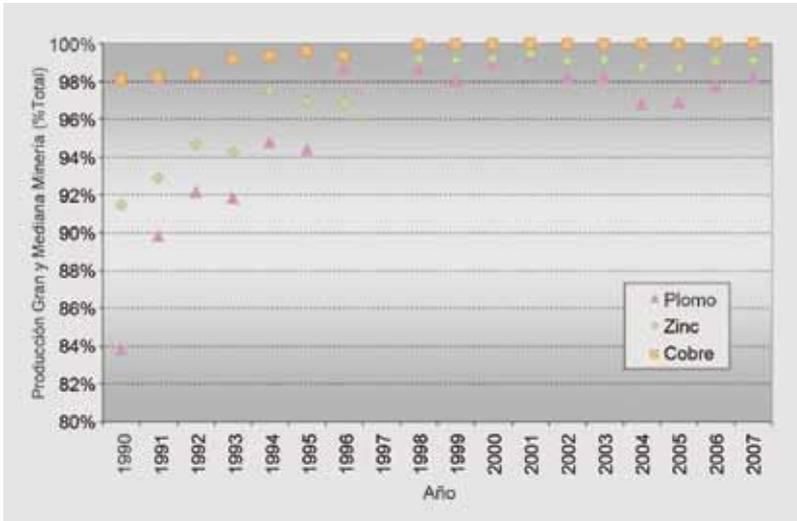
- (a) un sector productivo básicamente dedicado a la extracción de minerales,
- (b) un sector transformador de la materia prima con fines principalmente de exportación, y
- (c) un pequeño sector comercializador, en el que la mayoría de sus miembros se encuentran vinculados societariamente con alguna empresa de los otros sectores de la industria.

En los últimos años se vivió un *boom* en las exploraciones mineras, como prueba de ello el número anual de contratos de inversión en exploración suscritos por el gobierno se ha duplicado, pasando de seis en 2003 a 15, en 2008. Actualmente operan en el país 54 empresas dedicadas netamente a la exploración minera (Ministerio de Energía y Minas, 2009), denominadas *juniors* (Diario El Comercio, 2009); de las cuales ocho cotizan en la Bolsa de Valores de Lima con un valor bursátil de US\$ 341 millones (Minería del Perú, 2009).

El *Directorio Minero* publicado por el Ministerio de Energía y Minas, actualizado al 1 de agosto de 2009, contiene la información de contacto de 8,307 empresas mineras, agrupadas en las categorías (a) gran y mediana minería, (b) pequeña minería, y (c) minería artesanal, atendiendo al volumen de sus operaciones y las herramientas que utilizan para realizar sus labores (Minería del Perú, 2009).

La producción de las 345 empresas de la gran y mediana minería se orienta hacia la exportación, ya sea a través de concentrados de mineral o en alguna forma de transformación primaria (doré, blíster, etcétera). En cambio, las actividades

FIGURA 10
Producción de concentrados según régimen de producción



Fuente: Elaboración propia

de los 1,611 operadores mineros de minería artesanal tienen una orientación y un impacto más bien local.

3.2 Vínculo de la industria minera con los cambios climáticos

Tanto los métodos de explotación, recuperación y transformación de minerales utilizados en cada una de las tres categorías consideradas difieren significativamente en cuanto a su posible impacto ambiental. Así, por ejemplo, en la minería artesanal predomina el uso de mercurio para recuperar el mineral alojado en un fragmento de roca, mientras que en la gran minería predominan los métodos de flotación.

En la minería artesanal informal, lo que sucede con las fuentes de agua, con el mercurio o con la escoria, ya sea de forma accidental o deliberada, no queda registrado de forma alguna, lo que dificulta el establecimiento de responsabilidades.

En la gran minería, los volúmenes de operación son lo suficientemente grandes como para que cualquier falla en la gestión ambiental de sus procesos ocasione un perjuicio de magnitud tal que sea muy difícil, a quien resulte responsable, reparar el daño con solo una sanción económica.

La operación de una mina explotada a cielo abierto remueve grandes cantidades de tierra y demanda el uso intensivo de vehículos motorizados para trasladar los materiales producidos, por lo tanto, cuanto mayor sea la mina o su actividad, mayores serán sus emisiones de gases de efecto invernadero, GEI.

En cambio, en una mina explotada de manera subterránea, socavón, los volúmenes de tierra removida son menores, pero su operación requiere de sistemas de ventilación y muchas veces de calefacción, los cuales generan GEI de manera proporcional al tiempo de operación, que es a su vez proporcional al volumen de las operaciones.

Cualquiera sea el método empleado, la explotación de una mina demanda grandes cantidades de agua, ya sea para el consumo del personal, la operación de los equipos hidráulicos o la ejecución de sus procesos¹⁰. Otros procesos son el control de las emisiones de material particulado (PM, por sus siglas en inglés), los procesos de flotación y lixiviación, entre otros. La Figura 11 muestra algunos usos del agua en proyectos mineros.

Los proyectos mineros, por lo general, consideran la construcción de embalses para poder obtener las grandes cantidades de agua que necesitan. Sin embargo, muchas veces necesitan utilizar agua subterránea e incluso, algunas veces, requieren de hacer trasvases para asegurarse un flujo de agua constante y adecuado¹¹.

El procesamiento de los minerales obtenidos de las minas demanda gran cantidad de energía debido a la naturaleza endotérmica de sus procesos, entre los que se tienen: remoción de humedad (secado), calentamiento de menas (tostado), fusión, recristalización, destilación, electrólisis, entre otros.

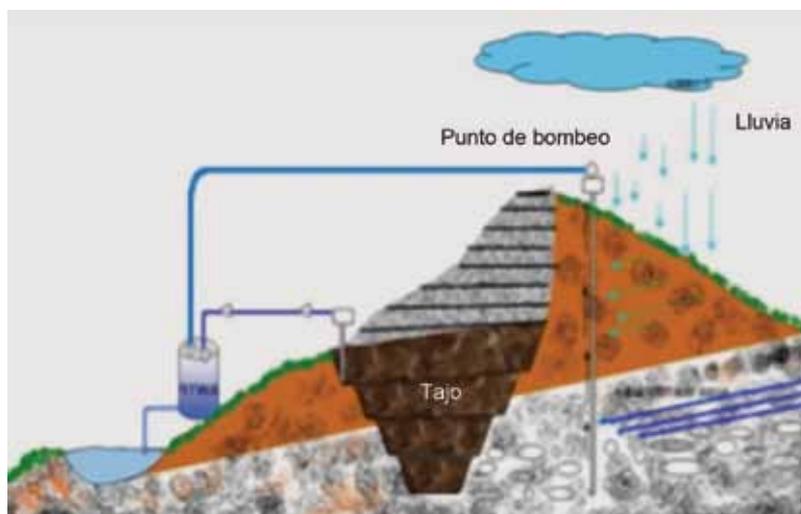
Para cubrir la demanda energética de los procesos mencionados se recurre al carbón, el petróleo o la electricidad, por tanto, directa o indirectamente se emiten GEI, de acuerdo al volumen de las operaciones y a la eficiencia termodinámica de los equipos y las instalaciones empleadas. No son pocos los casos en que los residuos líquidos de los procesos minero-metalúrgicos son emitidos hacia un río¹²

10 Ne: Por ejemplo: para separar minerales como el oro del material rocoso excedente, se utiliza una solución de cianuro de sodio, el cual consiste aproximadamente entre 0.14 y 2.35 Kg. de cianuro por tonelada de agua y se usa millones de litros de agua para este proceso nada más.

11 ne: Por ejemplo; SPCC, para sus dos operaciones en Toquepala y Cuajone, utiliza 1,640 lps (46.28 MMC anuales), sólo de la cuenca Locumba, provenientes del río Cinto y lagunas de Suches y Vizcachas y subterránea. Fuente: RADA de la ALA Locumba/Sama.

12 ne: Es el caso de la "Quebrada Honda", en Tacna, donde la empresa SPCC arroja desde el inicio de sus operaciones hasta la actualidad sus relaves de sus operaciones en Cuajone y Toquepala, destruyendo el ecosistema de esta quebrada.

FIGURA 11
Esquema del PAD (pila de lixiviación) de Yanacocha



Fuente: Minera Yanacocha (2010)

o un lago cercano (MINEM, 1998) sin verificar la inocuidad de su contenido para la vida acuática presente en ese cuerpo de agua (Defensoría del Pueblo, 2009).

Es más, la legislación correspondiente no repara en la existencia de los procesos de bioacumulación de sustancias tóxicas que poseen los organismos vivos (MINEM, 1996). De esta manera puede verse afectada la cadena trófica asociada al cuerpo de agua, y con ella, la dinámica de los procesos biológicos que ocurren en sus alrededores.

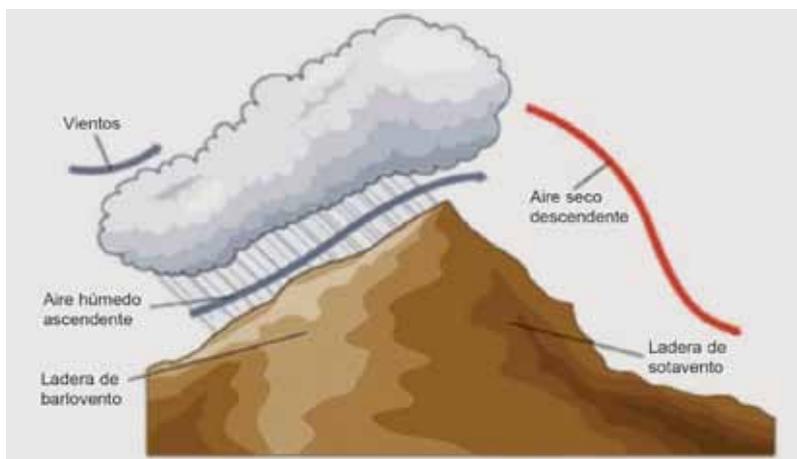
Para evitar que minerales ricos en sulfuros (como los presentes en la mayoría de las minas del Perú) entren en contacto con el agua y formen ácidos, es práctica común deprimir el nivel freático en el frente de explotación. Este proceder atenta contra los procesos naturales de recarga de humedad (infiltración) del suelo, subterránea y de los cuerpos de agua cercanos, disminuyendo, a largo plazo, la disponibilidad de agua, para los procesos biológicos de aguas abajo, en la atmósfera (humedad relativa) o en el cuerpo de agua (caudales) y podría terminar por alterar en un largo plazo el balance energético, local, en el área de influencia.

Los residuos sólidos que resultan de los procesos minero-metalúrgicos son generalmente colocados en zonas diseñadas y acondicionadas para alojarlos por un largo periodo de tiempo. Sin embargo, el volumen de estos residuos es a veces

comparable al removido para la obtención de la mena¹³, y por tanto, constituye en sí mismo una unidad de paisaje.

Muchas veces, los proyectos mineros se proponen restaurar el aspecto inicial del paisaje en las inmediaciones de la mina. Es decir, tanto en el contexto paisajístico como en el físico, una montaña o laguna creada por la mina en su intención de dejar el paisaje lo más parecido posible como lo encontró antes de realizar sus operaciones, impacta en el ambiente alterando a veces el ciclo biológico natural y/o el ciclo hidrológico. Alguna veces los elementos que conforman el paisaje no se “restauran” ni reubican exactamente en el mismo lugar donde originalmente se encontraban, y esto provoca cambios ambientales, al menos locales.

FIGURA 12
Barrera orográfica y precipitación



Fuente: Elaboración propia

Las implicancias ambientales de los cambios topográficos que ocasionan los proyectos mineros, durante y después de su fase de explotación, se hacen evidentes en forma primaria en los patrones del viento, pero, posteriormente, también en la distribución espacial y temporal de las precipitaciones. Es el viento el que transporta la humedad atmosférica hasta donde encuentre las condiciones suficientes para condensarse y precipitar (Figura 12)¹⁴.

13 ne: mena: mineral metalífero, tal como se extrae de la naturaleza y del que puede obtenerse económicamente un metal. Diccionario enciclopédico éxito. 1982

14 NE: Sin embargo el proceso mostrado en el gráfico, llamado orográfico, no es el único; también las lluvias se pueden producir por el encuentro de un frente frío con un frente

Parte de la energía solar que todo punto de la Tierra recibe a diario es absorbida, y parte es reflejada, de acuerdo al material que posea su superficie. A la fracción de energía (radiativa) reflejada se le llama albedo¹⁵, siendo de nivel máximo en la nieve y el hielo (≈ 1) y de nivel mínimo en los cuerpos de agua (≈ 0). Por lo tanto, el balance energético (radiativo) que existe en un lugar determinado de la Tierra se encuentra fuertemente influenciado por la naturaleza, color, de su cobertura superficial.

Por lo expuesto, cuando un proyecto minero transforma lomas cubiertas de vegetación (donde predomina el color verde), en suelo descubierto (donde predomina el color gris), cambian el albedo, por tanto el balance entre radiación incidente y radiación reflejada; lo que provoca cambios en algunos procesos climáticos locales, entre ellos algunos factores climatológicos como el incremento de temperatura a nivel superficial. Por las mismas consideraciones, a medida que crece un asentamiento humano, reemplazando suelo agrícola por asfalto y cemento, las condiciones climatológicas experimentan cambios tan drásticos como los de su transformación urbana.

La Figura 13 muestra la forma en la que se relacionan el accionar de la industria minera y los procesos físicos que determinan el clima (y su variabilidad) de una determinada zona; aunque, debe recordarse, que en cada caso (proyecto minero) existe un nivel particular de interacción entre ellos, hecho que determina el nivel de precisión (de los equipos y métodos de ensayo) y de análisis (práctico y conceptual) que debe emplearse en su estudio y cuantificación.

La industria minera produce impactos directos e indirectos sobre los factores que determinan el clima a nivel local y a nivel global. La magnitud de estos impactos depende tanto del volumen y amplitud de las operaciones como de su gestión ambiental.

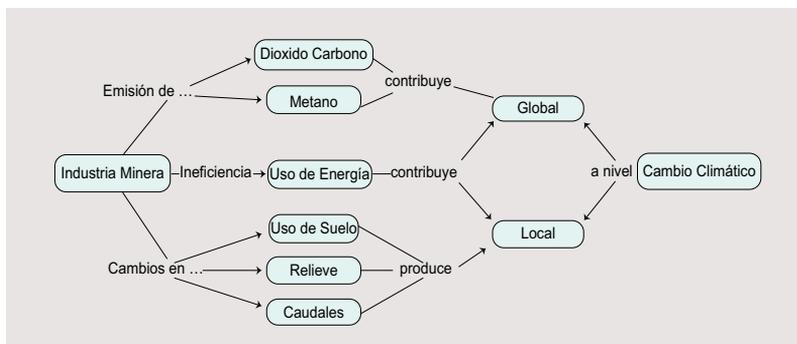
3.3 Nivel de interacción

Las alteraciones en el uso del suelo producen inmediatamente un cambio en el balance energético de dicho lugar, por lo que su impacto se debe reflejar de manera local y a corto plazo en los valores de la temperatura y la humedad relativa. Sin embargo, su impacto a nivel regional, y más aún a nivel global, es indirecto y a

caliente y húmedo o por convección al ascender masas de aire caliente y húmedo hacia la alta atmósfera. Fuente: Hidrología; Molina, Medardo, 1975.

15 NE: del latín *albedo* que significa blancura. Fuente: Petit Robert 1, 1980.

FIGURA 13
Interacción minería - cambio climático



Fuente: Elaboración propia

largo plazo, pues los cambios producidos se podrían compensar con los producidos en lugares cercanos o por los de otros factores de igual o mayor magnitud, dificultando su verificación y cuantificación en el corto y mediano plazo.

Las alteraciones de la disponibilidad hídrica modifican no sólo el balance energético (dependiendo de la cantidad de disponibilidad del recurso hídrico para que los valores climáticos cambien) de un lugar debido a que el agua absorbe la radiación infrarroja, sino que también contribuye al cambio climático. El impacto de estas alteraciones se reflejaría en las temperaturas y humedad relativa en función de la radiación solar incidente. Sin embargo, dado que el nivel de la radiación solar experimenta variaciones diarias, estacionales, anuales y de casi una década, de magnitud creciente en ese mismo orden; verificar y cuantificar su impacto es una labor de mediano y largo plazo, técnicamente más exigente cuanto más pequeña sea la alteración.

El impacto que una alteración en la disponibilidad hídrica tiene sobre el régimen de lluvias es bastante difuso, en la mayoría de los casos, debido a las múltiples fuentes de humedad y a los distintos factores que deben conjugarse para producir lluvias. En todo caso, cuantificar su impacto es una labor a largo plazo y de las más exigentes, tanto técnica como económicamente, debido a la cantidad y calidad de datos necesarios.

Debe tomarse en cuenta que las precipitaciones pueden presentar alteraciones tan variadas como ellas mismas (por ello se le cataloga como variable aleatoria), ya que pueden sufrir variaciones de intensidad, frecuencia, distribución espacial o distribución temporal. Por tanto, buscar en el registro de precipitaciones los impactos de alguna actividad en particular exige tener un conocimiento previo

acerca del nivel de interacción entre ellas y de los procesos que las vinculan, es decir, tener un modelo conceptual¹⁶.

Las emisiones de corta duración, de materia a la atmósfera, ya sea que se trate de material particulado o gases, solo alteran brevemente la composición atmosférica del lugar debido a la permanente acción difusora del viento, pues, por sí solas no tienen implicancias climáticas. Sin embargo, emisiones breves pero generalizadas y continuas durante un periodo de tiempo suficientemente largo, por la misma acción difusora del viento, pueden llegar a alterar no solo la composición atmosférica del lugar, sino también la de la región e incluso la del planeta, dependiendo de cuán ligeras y cuán inertes químicamente sean las sustancias emitidas (factores que determinan su tiempo de residencia en la atmósfera).

A diferencia de las variaciones en la humedad atmosférica, las variaciones en la concentración de dióxido de carbono y otros GEI en la atmósfera pueden rápidamente ser cuantificadas y atribuibles a sus respectivos productores, pues muchos de los GEI constituyen los residuos de la quema de combustibles fósiles, la principal fuente energética que interviene en las actividades antropogénicas.

3.4 Nivel de contribución de gases de efecto invernadero (GEI)

Debido a que cada uno de los GEI tiene diferente tiempo de residencia, para cuantificar su contribución al fenómeno del calentamiento global, las cantidades emitidas de cada uno de ellos debe multiplicarse por unos factores que den cuenta de su potencial de calentamiento global (PCG), luego de lo cual las emisiones quedan expresadas en unidades de Dióxido de Carbono Equivalente (CO₂-eq).

TABLA 2
Potencial de Calentamiento Global, principales GEI

Dióxido de Carbono CO ₂	Metano CH ₄	Óxido Nitroso N ₂ O
1	21	310

Fuente: IPCC, 2008

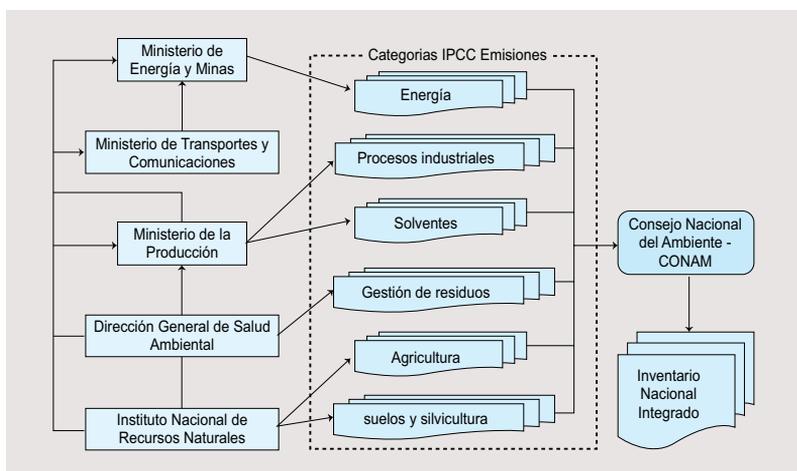
16 NE: Esto se podría dilucidar con un análisis de tendencias sobre una serie larga de precipitaciones.

El Perú cuenta con dos *Inventarios Nacionales Integrados de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (IN-GEI)*, ambos realizados por el Consejo Nacional del Ambiente (CONAM, hoy Ministerio del Ambiente), en los que se informa de las emisiones totales de GEI por sectores.

El primer inventario data del año 2001 y da cuenta de las emisiones de GEI en 1994 (IN-GEI 2004), mientras que el segundo data del año 2008 e informa de las emisiones de GEI en el año 2000 (IN-GEI 2000).

La Figura 14 muestra, esquemáticamente, el flujo de información empleado en la elaboración del último inventario (IN-GEI 2000).

FIGURA 14
Flujograma para el inventario IN-GEI 2000

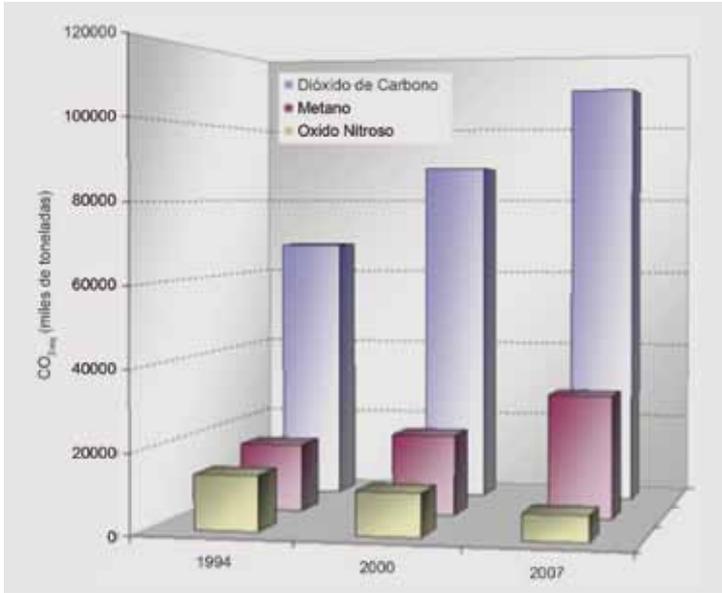


Fuente: Elaboración propia

En el Capítulo 10, Cambio Climático, por el *Anuario Estadístico Ambiental de 2008* del INEI (INEI, 2008), se estima que durante 2007 en el Perú se habrían emitido 109 millones de toneladas de dióxido de carbono a la atmósfera junto con otras 1.5 millones de toneladas de GEI, lo cual equivale a 147 millones de toneladas de CO₂-eq. Es decir, habría un crecimiento del 60% respecto al nivel de emisiones de 1994, a una tasa anual promedio de 4.4% (cuatro veces mayor que la de Estados Unidos durante el mismo periodo).

La Figura 15 muestra el cambio en la composición de las emisiones totales de GEI en el Perú, mientras que la Tabla 3 da cuenta del nivel de emisiones de GEI en el Perú respecto al de Estados Unidos.

FIGURA 15
Cambio en las emisiones de GEI en el Perú



Fuente: INEI, 2008. Elaboración propia

TABLA 3
Emisiones de GEI, en millones de toneladas CO₂-eq

	1994	2000	2007
Perú	99	119	146
EUA	6150	7008	7150

Fuente: UNFCCC (2009). Elaboración propia

A diferencia del primer IN-GEI, que estimó las emisiones de GEI en base a los consumos energéticos sectoriales, el segundo IN-GEI determinó las emisiones de GEI en base a las respuestas alcanzadas por cada uno de los actores sectoriales encuestados.

Al comparar solo los totales, se tiene que entre 1994 y 2000 las emisiones de las actividades minero-metalúrgicas habrían crecido a una tasa promedio anual de 9%, pasando de 841 a 1348 miles de toneladas de CO₂-eq, lo que representa menos del 1% del total de emisiones.

Sin embargo, la industria minera, como tal, realiza actividades extractivas de materiales metálicos y no metálicos, además de actividades de transformación

y de comercialización de estos materiales, por lo tanto, produce directamente emisiones de GEI e induce su emisión en otros sectores económicos como el de transporte y servicios.

De esta manera, a partir del IN-GEI puede concluirse que el nivel de contribución de la industria minera debe ser, al menos, igual a la suma de los ítems 1.A.6 Minería, 2.A Productos Minerales y 2.C Producción de Metal del IN-GEI, con lo cual su participación respecto de las emisiones totales llega a ser semejante al 10% en ambos inventarios.

Las tablas 3 y 4 muestran el total de las emisiones directas de GEI producidas por la industria minera según los IN-GEI, así como su nivel respecto de otra importante actividad como es la agricultura.

TABLA 4
Emisiones Industria Minera, miles de toneladas de CO₂.eq

	1994	2000
Minería No Metalica		
Cal, Cemento, etc.	1 989	2 000
Minería Metalica		
Explotación	842	1 356
Transformación	7 871	5 832
Total Industria Minera	10 702	9 188

Fuente: MINEM, 2006. Elaboración propia

Tabla 5
Emisiones sectoriales, miles de toneladas de CO₂.eq

	1994	2000
Total Emisiones	98 816	119 419
Industria Minera	10 702	9 188
Agricultura	22 809	22 544

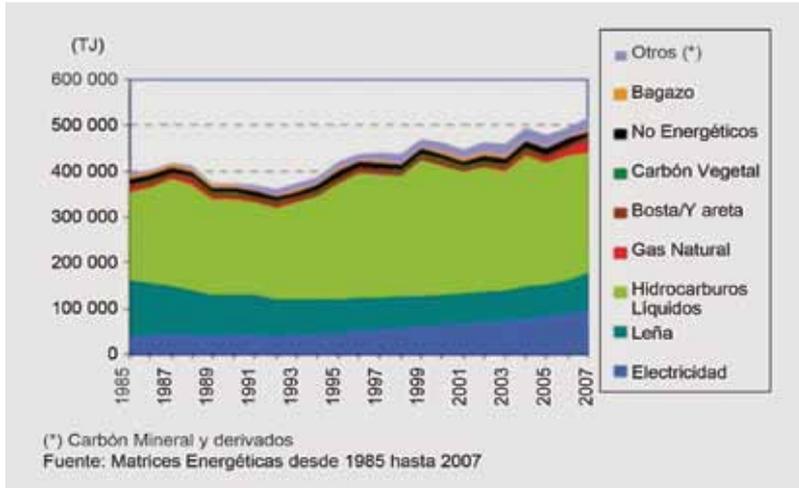
Fuente: MINEM, 2006. Elaboración propia

3.4.1 Nivel de contribución directa

El Balance Nacional de Energía 2007 (BNE-2007), elaborado por el Ministerio de Energía y Minas (MINEM, 2008), contabiliza el total anual de la energía consumida

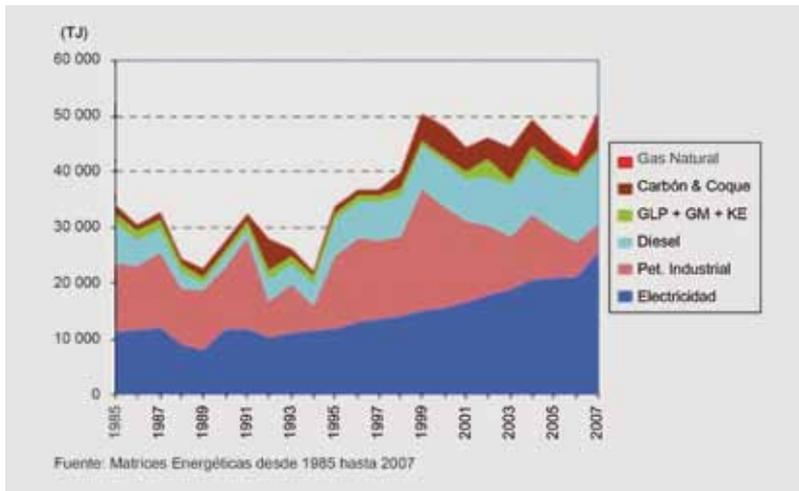
por los sectores económicos de acuerdo a su fuente de origen; de esta manera es posible saber cuánto combustible fósil se consumió y de qué tipo, como se aprecia en las Figuras 16 y 17.

FIGURA 16
Consumo energético total del Perú 1985-2007



Fuente: MINEM, 2008

FIGURA 17
Consumo energético del sector minero-metalúrgico



Fuente: MINEM, 2008

La información del BNE-2007 se presenta en la Tabla 5 (Consumo minero-metalúrgico) y los Factores de emisión – IPCC, en la Tabla 6. De los valores contenidos en estas tablas es posible estimar la cantidad de GEI emitidos por la quema de combustibles fósiles, utilizando los factores de emisión respectivos.

La Tabla 6 muestra el consumo energético por tipo de combustible del sector minero-metalúrgico durante los años correspondientes a los IN-GEI, y la Tabla 6 muestra los factores de emisión de CO₂ recomendados por el IPCC en sus *Directrices para los Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero*, versión revisada en 1996.

TABLA 6
Consumo minero-metalúrgico

	1994	2000
ENERGÍA PRIMARIA		
Carbón Mineral	0	4 672
Total E. Prim.	0	4 672
ENERGÍA SECUNDARIA		
Coque	920	1 039
Gas Lic. de Pet	84	237
Gas Natural		
Gasolina Motor	293	68
Kerosene	753	524
Diesel	4 058	8 005
Pet. Industrial	4 728	18 142
Gas Industrial		
Electricidad	11 297	15 518
Total E. Secund.	22 133	43 533
TOTAL ENERGÍA	22 133	48 205

Fuente: MINEM, 2008

La única fuente energética del sector que no tiene un factor correspondiente de emisión de CO₂ es la energía eléctrica, pues la cantidad de CO₂ que se produce por kilowatt de energía depende del tipo de central de generación eléctrica.

Antes de inventariar la procedencia de la energía eléctrica utilizada por el sector minero-metalúrgico, siguiendo el enfoque de arriba hacia abajo recomendado por la IPCC, se determinó la relación existente entre las emisiones de CO₂ del sector de generación eléctrica y la cantidad de energía que produjo en el mismo periodo.

TABLA 7
Factores de Emisión, IPCC

FACTORES DE EMISIÓN DE CARBONO (FEC)	
Combustible	FEC (t C/TJ)
FÓSILES LÍQUIDOS	
<i>Combustibles primarios</i>	
Petróleo crudo	20,0
<i>Combustibles/productos secundarios</i>	
Gasolina	18,9
Quer. para a. de reacción	19,5
Otros t. de queroseno	19,6
Gasóleo/fuelóleo	20,2
Fuelóleo residual	21,1
GLP	17,2
Coque de petróleo	27,5
Mat. primas de refinería	(20,0) ^(a)
Gas de refinería	18,2 ^(b)
Otros prod. del petróleo	(20,0) ^(a)
FÓSILES SÓLIDOS	
<i>Combustibles primarios</i>	
Carbón de coque	25,8
<i>Combustibles/productos secundarios</i>	
Bq. de lignito y prensadas	(25,8) ^(a)
Gas de horno de coque	29,5
Gas de horno de coque	13,0 ^(b)
Gas de alto horno	66,0 ^(b)

Fuente: IPCC, 2007

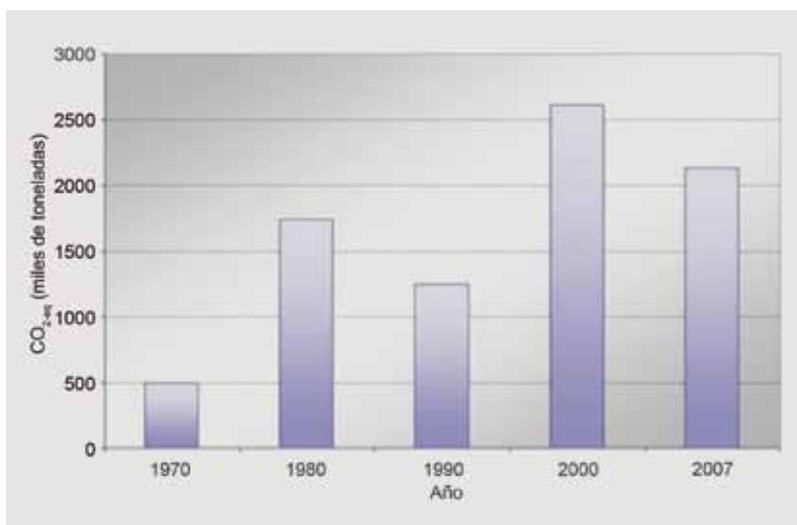
A partir de los datos del BNE-2007, los Factores de Emisión IPCC 1996 y el Factor de Emisión encontrado para la Energía Eléctrica, se obtuvo para 1994 una emisión de 843 mil toneladas de CO₂-eq, valor bastante cercano a las 841 mil toneladas del IN-GEI 1994. Sin embargo, para el año 2000, las emisiones estimadas ascienden a 2.610 millones de toneladas, prácticamente el doble del valor que consta en el IN-GEI 2000.

Se descarta que una mala elección de Factores de Emisión IPCC 1996 sea el origen de esta discrepancia, porque la diferencia entre los factores de emisión de

una misma familia es del orden de 1%. Aunque el consumo de energía eléctrica del año 2000 es casi 40% mayor al de 1994, se descarta también como origen de esta discrepancia el Factor de Emisión de CO₂ para la Energía Eléctrica, porque su valor para el año 2000 es casi 50% menor al correspondiente de 1994.

Por lo tanto, debido a que el método de cálculo empleado fue consistente con uno de los dos únicos casos disponibles (50%), y dado que el IN-GEI 2000, debido a su metodología consultiva, obligatoria pero no punitiva, no logró reunir información de todo el sector; se considera válido el método de cálculo mencionado. Siguiendo el método de cálculo de emisiones de GEI anteriormente descrito, se estimaron las emisiones de CO₂-eq para los años 1970, 1980, 1990, 2000 y 2007. Los resultados obtenidos se muestran en la Figura 18.

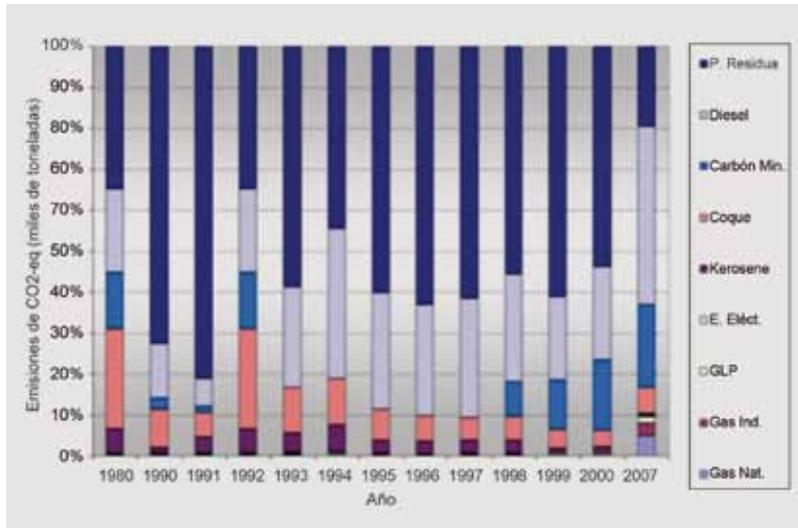
FIGURA 18
Niveles de consumo de combustible 1970-2007,
expresado en miles de toneladas



Fuente: MINEM, 2008. Elaboración propia

Para el periodo 1970-2007 se tiene una tasa de crecimiento promedio anual de 43 mil toneladas de CO₂-eq, mientras que para el periodo 1990-2007 la tasa de crecimiento promedio anual es de 53 mil toneladas de CO₂-eq. Esto quiere decir que las emisiones anuales de CO₂-eq del sector minero-metalúrgico han experimentado importantes fluctuaciones en los últimos 30 años.

FIGURA 19
Emisiones por tipo de combustible 1980-2007,
sector minero-metalúrgico



Fuente: MINEM, 2008. Elaboración propia

La Figura 19 muestra la composición de las emisiones de CO₂-eq del sector minero-metalúrgico por el tipo de combustible empleado para el periodo 1990-2000, y la compara con las emisiones de CO₂-eq de los años 1980 y 2007.

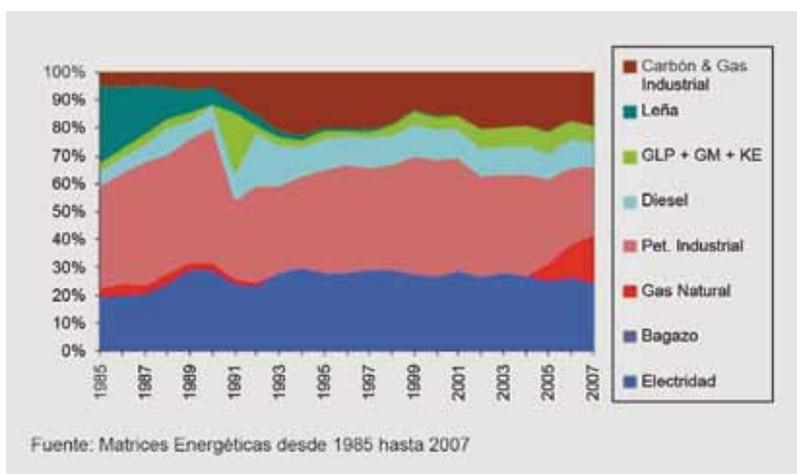
Respecto del sector minero de transformación, los IN-GEI no brindan suficientes referencias como para intentar replicar su cálculo. Solo se menciona, en ambos inventarios, que las empresas siderúrgicas son su principal fuente de información.

En cuanto al sector minero no metálico, los IN-GEI señalan a la producción de cal como la principal actividad generadora de GEI, incluso mayor que la producción de cemento, vidrio y ladrillo, lo cual dificulta la reevaluación de las emisiones porque, como en el caso anterior, no se cuenta con la información de empresas productoras.

Debido a los altos volúmenes de producción de las empresas cementeras respecto de las productoras de cal o de ladrillo, podría llamar la atención su relativa poca contribución a las emisiones de GEI, pero debe recordarse que desde el punto de vista del fenómeno de calentamiento global, las emisiones de metano valen 21 veces más que las de dióxido de carbono; por lo que una matriz energética basada en gas natural es potencialmente más adversa que una basada en diésel, y esta que una basada en consumo eléctrico, sobre todo con un sistema

de generación como el peruano (múltiples fuentes), en el que la producción de energía hidroeléctrica equivale al 50% de la demanda.

FIGURA 20
Fuentes energéticas 1985-2007, sector minero-metalúrgico



Fuente: MINEM, 2008.

En ninguno de los IN-GEI se consideraron las emisiones de metano provenientes de las minas de carbón. Sin embargo, de acuerdo al BNE-2007, la producción de carbón mineral se encuentra en aumento siendo los actuales niveles de producción semejantes a 3000 TJ¹⁷, por lo que los niveles de emisión de GEI deben ser del orden 100 mil toneladas de CO₂-eq.

3.4.2 Nivel de contribución indirecta de GEI

3.4.2.1 En el sector transporte

Las actividades propias de industria minera incluyen la comercialización de los minerales obtenidos en la mina. De hecho, mientras que a noviembre de 2009 existen más de 11,437 titulares mineros, operan solo unas 200 fundiciones, de las cuales menos de 10 procesan más del 90% de la producción de concentrados.

17 TJ: Tera Joule, equivale a un billón de Joules.

Lo común es que la producción minera realizada en la sierra viaje hacia la costa, ya sea para su procesamiento, almacenaje o venta. Salvo las líneas de tren o las tuberías que operan las compañías mineras más grandes, los concentrados deben desplazarse por carretera en camiones que llevan de 20 a 30 toneladas cada uno.

Las distancias por carretera desde los principales centros de producción de minerales hacia los principales centros de almacenamiento y venta se muestran en la Tabla 8.

TABLA 8
Ruta del transporte de concentrados

Ruta	Distancias (Km)
Pto. Matarani - Lima	982.4
Chosica - Pto. Callao	71.0
Pto. Matarani - Ilo	238.0
Moquegua - Ilo	86.2
La Oroya - Pto. Callao	177.4
Oyon - Pto. Callao	223.7
Toquepala - Pto. Matarani	207.1
Trujillo - Pto. Callao	551.6

Fuente: Elaboración propia

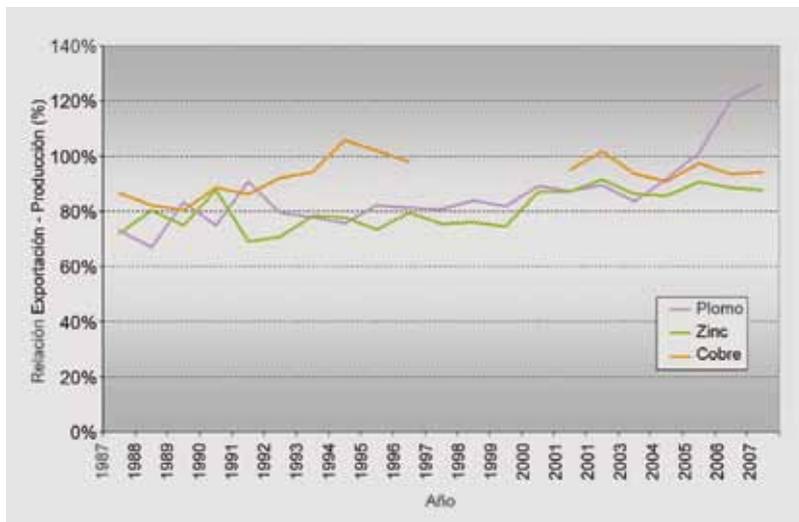
Debido a los grandes volúmenes involucrados, la exportación de minerales se realiza por vía marítima. La Figura 21 muestra como ha variado la relación producción/exportación de los principales metales industriales, en los últimos 20 años; entre los años 1997 y 2001, lamentablemente, no se cuenta con información.

En la Figura 21 se observa que históricamente se mantiene un promedio de exportaciones anuales equivalente al 80% del mineral producido. De esto puede desprenderse que, o los concentrados son transportados hacia la refinería, fundición y luego al muelle, o son directamente llevados hacia el muelle, dependiendo de la ganancia que obtuviera el dueño de los concentrados por una u otra acción.

La Figura 22 muestra la variación temporal en el mercado internacional de los precios de los principales metales que exporta el Perú. Obsérvese el *boom* minero (con una elevación de precios en más de 300%) a finales del año 2004.

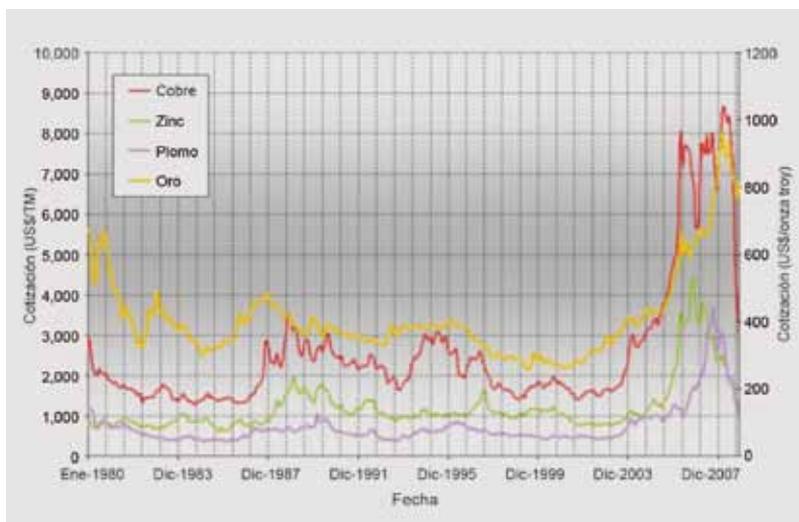
Con minerales a precios altos, el dueño de los concentrados trataría de exportarlos directamente para conseguir mayores ganancias, aunque para ello efectuara mayores desplazamientos y, por consiguiente, mayores emisiones de GEI.

FIGURA 21
Relación producción/exportación de los principales metales en el Perú, 1987-2007



Fuente: MINEM, 2009. Elaboración propia

FIGURA 22
Variación de los precios en el mercado internacional de los principales metales que exporta el Perú, 1980 - 2007



Fuente: SNMPE, 2008b. Elaboración propia

En esa misma coyuntura, el titular de la concesión minera trataría de aumentar su producción, aunque eso signifique un mayor gasto en personal, combustible y equipos, lo cual induce al aumento de las emisiones de GEI por el mayor desplazamiento, tanto dentro del área de operaciones de la concesión como fuera de ella, desde y hacia donde se encuentren sus proveedores.

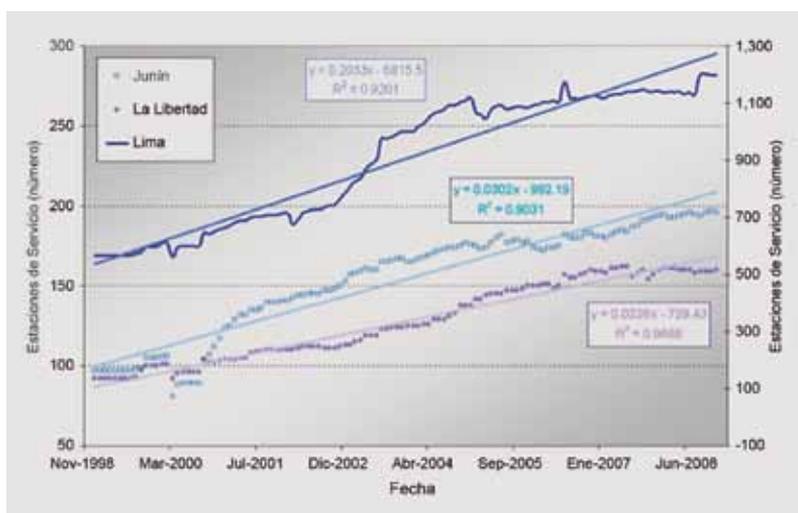
¿Cómo cuantificar el aumento de las emisiones de GEI inducidas en el sector transporte por la actividad minera?

Esta pregunta es más difícil de responder cuando se considera que no existe una línea base ni es posible construirla unisectorialmente. Se requeriría de información de garitas, peaje, aduanas, licencias, entre otros. Más aún, habría que determinar en cada uno de estos registros de tránsito si ya se llegó al término del periodo de crecimiento de actividad inducida por la minería, o todavía no.

Sin embargo, una evidencia cuantitativa (indirecta) del incremento inducido en el sector transporte por la industria minera se encuentra en las variaciones del número de estaciones de servicio presentes en una determinada localidad, pues, a mayor demanda de transporte, mayor demanda de combustible, y por tanto, mayor presencia de operadores (en un mercado ideal, no monopolístico).

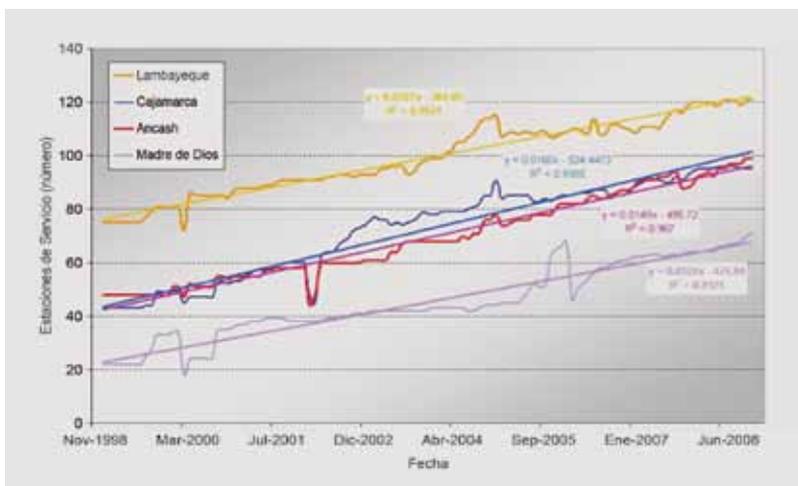
Para probar esta hipótesis se consultaron las estadísticas históricas de la Sociedad Nacional de Minería, Petróleo y Energía correspondientes a diversas localidades del Perú, y se elaboraron los gráficos mostrados en las figuras 23, 24, 25.

FIGURA 23
Ciudades con alta tasa de crecimiento en estaciones de servicio



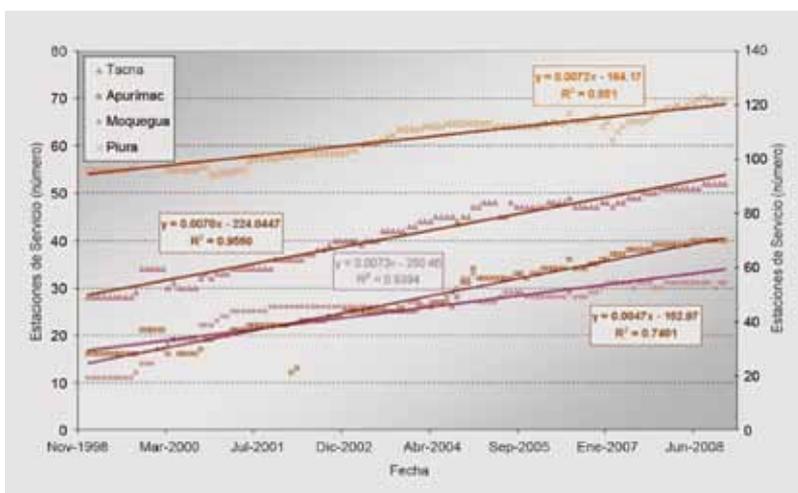
Fuente: SNMPE, 2009. Elaboración propia

FIGURA 24
Ciudades con modera tasa de crecimiento en estaciones de servicio



Fuente: SNMPE, 2009. Elaboración propia

FIGURA 25
Ciudades con baja tasa de crecimiento en estaciones de servicio



Fuente: SNMPE, 2009. Elaboración propia

El número de estaciones de servicio debería dar cuenta del tamaño de la población y de su parque automotor local asociado, de tal manera que, si la población crece, su demanda de transporte crece o su economía crece, el número de

estaciones también debería crecer para satisfacer la demanda y se llegue a un equilibrio.

En las figuras 23 a 25 se observa, en primer lugar, tres grupos de tasas de crecimiento históricas: *bajas* (≈ 2 nuevas estaciones cada año, Figura 25), *medias* (≈ 6 nuevas estaciones al año, Figura 24) y *altas* (más de 10 nuevas estaciones al año, Figura 23), por lo tanto, las irregularidades tipo “pico” en cada una de las series de tiempo corresponderían a un incremento de la demanda real o de la demanda esperada, no atribuible al crecimiento vegetativo de la población.

Conociendo la densidad poblacional de las ciudades del Perú, uno esperaría que las más pobladas posean el mayor número de estaciones de servicio, pero las Figuras 23 a 25 muestran que el número de estas se encuentra fuertemente influenciado por el tránsito que origina el flujo comercial; así, Lambayeque, con menor población que Cajamarca (INEI, 2007), cuenta con mayor número de estaciones; caso similar a lo que sucede entre Junín y La Libertad.

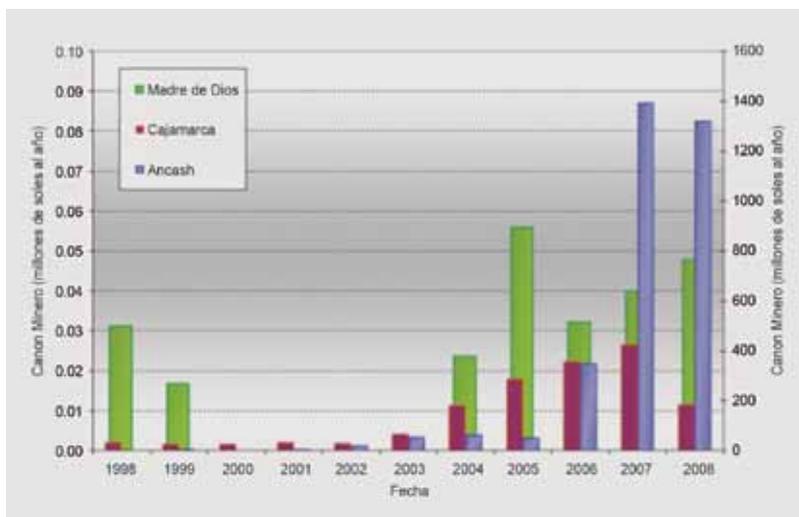
Finalmente, se observa que, en la mayoría de las series, los patrones temporales luego de crecer por encima de sus valores históricos durante el período 2003-2004 regresan paulatinamente a su ritmo vegetativo, hacia 2006. Además, apreciamos en la Figura 24 cuán parecidas son las series temporales correspondientes a Cajamarca y Ancash: las dos localidades que lideran el crecimiento de la gran minería, tanto en su nivel, tasa de crecimiento e, incluso, en la intensidad y duración de sus irregularidades.

La Figura 26 da cuenta de otro agente demandante de transporte y combustible producto del *boom* minero: las obras civiles que ejecutan los gobiernos regionales con recursos provenientes del canon minero.

Vista la concordancia directa entre las variaciones en el número de estaciones de servicio con el dinamismo económico del *boom* minero, se supone que toda la producción de la pequeña minería y un 10% de la producción históricamente no exportada (mediana minería) se trasladaron hacia Lima en busca de mejores precios.

Para facilitar el cálculo se seleccionaron, de manera referencial, tres rutas terrestres: Trujillo-Puerto del Callao (Ruta 1), La Oroya-Puerto del Callao (Ruta 2), y Matarani-Puerto del Callao (Ruta 3). Luego, se repartió el mineral en cantidades iguales y se supuso un rendimiento de 30 km/galón para camiones diésel de 20 y 30 toneladas. De esta manera se obtuvieron las emisiones promedio de CO₂-eq que se muestran en la Tabla 9.

FIGURA 26
Canon minero transferido al gobierno regional



Fuente: PCM, 2009. Elaboración propia

TABLA 9
Emisiones promedio de CO₂-eq según Ruta

	Ruta 1 (t CO ₂ -eq)	Ruta 2 (t CO ₂ -eq)	Ruta 3 (t CO ₂ -eq)	Total (t CO ₂ -eq)
2007	178	57	317	553
2006	155	50	277	482
2005	157	51	280	488
2004	158	51	281	490
2003	153	49	272	473
2002	144	46	257	447
2001	122	39	216	377
2000	104	33	185	322

Fuente: SNMPE, 2008b. Elaboración propia

A partir de los valores de la Tabla 9, se deduce que, si se consideran viajes de ida y vuelta para los camiones, el total de los minerales producidos y la complejidad de la red vial en la sierra del Perú, las emisiones totales de CO₂-eq inducidas en el sector transporte podrían llegar a ser unas 2000 toneladas de CO₂-eq.

3.4.2.2 En el consumo bienes y servicios

La industria minera, en su calidad de actividad extractiva no renovable, compensa al Estado peruano y a las poblaciones aledañas a sus operaciones de manera dineraria por los recursos que extrae.

También, por ser una actividad de riesgo, está obligada legalmente a compensar de manera dineraria a sus trabajadores por el menoscabo de su salud, y compartir con ellos parte de sus ganancias.

Además, la industria minera, con altos o bajos precios internacionales de los metales, no deja de ser una actividad de riesgo, por lo tanto, sus trabajadores siempre estarán mejor remunerados que el promedio nacional y utilizarán sus recursos de acuerdo con su *patrón de consumo*.

¿Cómo cuantificar las emisiones de GEI inducidas en el consumo de bienes y servicios?

La mejor manera es modelar conceptualmente al trabajador minero para establecer su *patrón de consumo*. Igualmente, deberían modelarse conceptualmente a los pobladores aledaños a las operaciones mineras como consumidores, para descubrir su aporte de emisiones de GEI.

Debido a los objetivos de este estudio, el análisis se limita a dos rubros: consumo de vehículos y consumo alimenticio.

En el *Perfil Sociodemográfico del Perú*, elaborado por el INEI en base al Censo Nacional 2007, se consigna a Cajamarca como el departamento con mayor cantidad de migrantes, los mismos que representan el 11% de su población. Le sigue Lima con 7.4%, Junín con 7.3% y Ancash con un 7.1% de población migrante, coincidentemente, estos son los principales centros mineros del país.

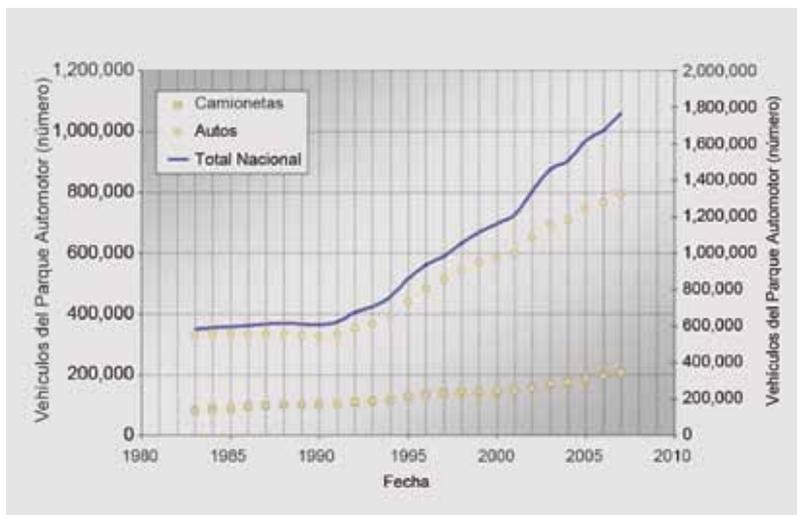
En el supuesto que mucha de esa población migrante participe de la actividad minera, su régimen laboral le permitiría compartir usos y costumbres que modificarían su *patrón de consumo* y que posteriormente trasladaría a su entorno familiar.

La evolución del consumo en el Perú de los principales alimentos industriales en los últimos años se muestra en la Figura 27.

Los cambios de consumo observados no solo corresponden a un consumidor probablemente más informado que prefiere productos de mayor calidad, sino, también, a un consumidor con suficiente poder adquisitivo como para triplicar en siete años su consumo de carnes más costosas.

El consumo cada vez mayor de queso, a partir de 2001, no debería sorprender, pues la elaboración de queso junto con la cría de cuyes constituye el núcleo de los programas de responsabilidad social de las empresas mineras.

Figura 27
Variación reciente en el consumo alimenticio en el Perú



Fuente: INEI, 2007. Elaboración propia

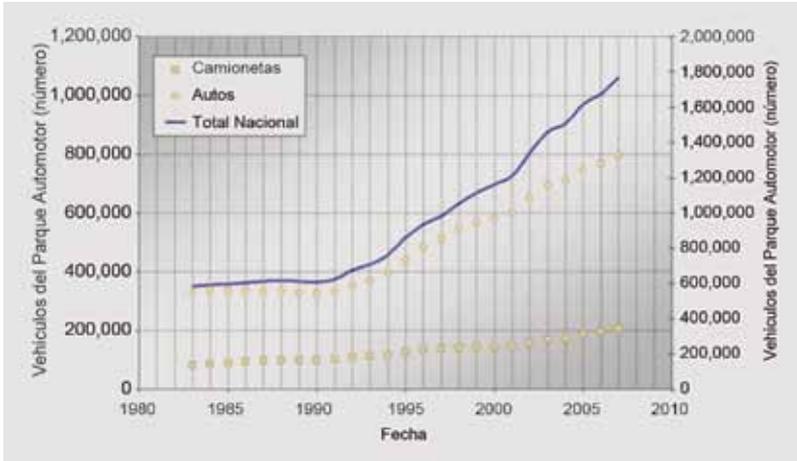
Respecto a la crianza de ganado vacuno, el Compendio Estadístico 2008 del INEI muestra que para 2007 este había crecido en un 20% con relación al 2001, manteniendo su proporción respecto al total del sector pecuario, por tanto, puede ser usado como índice para estimar su incremento de las emisiones de metano.

En base a las tasas de crecimiento del sector pecuario del INEI, durante 2007 se habrían emitido 819 mil toneladas de metano, es decir, 17.2 millones de toneladas de CO₂-eq, de las cuales 3.4 millones provendrían del ganado vacuno, un millón de toneladas más que en el año 2000. Tenemos así que, si la industria minera indujo al menos un 50% de su crecimiento, entonces sería responsable de la emisión de al menos 500 mil toneladas de CO₂-eq. En cuanto al consumo de vehículos motorizados, la Figura 28 muestra la participación de los automóviles (gasolineros) y camionetas dentro del parque automotor nacional, ilustrando notorios cambios de tendencias en las series temporales (SNMPE, 2009).

La Figura 29 muestra el número de vehículos incorporados cada año al parque automotor desde 1980. Se observa que durante el *boom* minero, por encima de cualquier pronóstico, por lo menos unos 50 mil automóviles y 10 mil camionetas ingresaron al parque automotor nacional.

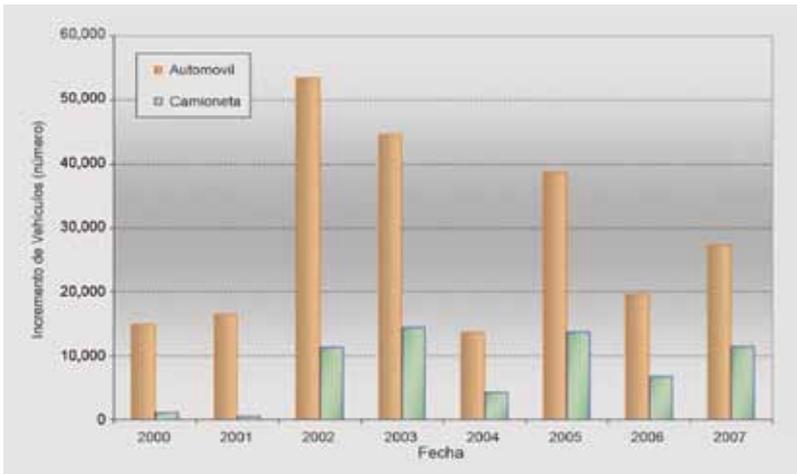
Si estos 60 mil vehículos circulan al menos 30 km al día, con una eficiencia de 30 km/galón, entonces en un año producirían unas 13 mil toneladas de CO₂-eq.

FIGURA 28
Número de vehículos motorizados en el Perú



Fuente: SNMPE, 2009. Elaboración propia

FIGURA 29
Incremento de vehículos motorizados



Fuente: SNMPE, 2009. Elaboración propia

3.4.2.3 En el cambio de uso de suelo

Los casos más ilustrativos acerca del cambio de uso de suelo y sus implicancias climáticas son los de la Minera Yanacocha y la Minera Casapalca, ubicadas en las regiones Cajamarca y Lima, respectivamente. La Figura 30 da cuenta de los cambios producidos en el uso de suelo como consecuencia de operaciones mineras.

FIGURA 30
Cambios en el uso de suelo (Izquierda: Minera Casapalca – Activos Mineros; Derecha: Laguna Yanacocha - Grufides)



Fuente: Website Activos Mineros, 2010; Website Grufides, 2010.

FIGURA 31
Reservorio San José, Minera Yanacocha



Fuente: Minera Yanacocha, 2010

La Minera Casapalca, en el marco del plan de cierre de la mina Yauliyacu, cubrió sus canchas de relaves con gras, practica común hoy en día. Sin embargo, la demanda hídrica de esta cobertura vegetal es mayor de la que se puede obtener

de manera natural en la zona. ¿Cómo se cubre esta demanda? ¿Cuánta energía se gasta? ¿Cuántas emisiones de GEI se inducen al mantener esta gran área verde?

Minera Yanacocha SRL no solo retiró agua del entorno de la laguna a la cual debe su nombre, sino que, con una ley media de un gramo de oro por tonelada, cada año en promedio remueve al menos cuatro mil metros cúbicos de tierra, alterando de esta manera principalmente el paisaje, los ecosistemas existentes, el albedo y el balance energético en esa zona de Cajamarca.

Sin embargo, gracias a la construcción de un embalse en el Tajo San José, el contenido de humedad en la atmósfera comenzaría a recuperarse¹⁸.

Con leyes medias de un gramo de oro por tonelada en las minas del norte, 120 gramos de plomo por tonelada en las minas del centro y cuatro gramos de cobre por tonelada en las minas del sur, cada año, en el Perú, se estarían removiendo al menos 272 mil metros cúbicos de tierra, el equivalente a una montaña de 160 metros de diámetro y 45 metros de alto.

3.2 Perspectiva nacional

3.2.1 Perspectiva económica poblacional

El INEI en sus *Proyecciones de la población del Perú 1995-2025* (1995) estimó una población nacional igual a 27.9 millones de habitantes para 2007 en un escenario de crecimiento demográfico bajo, 28.6 millones de habitantes en uno moderado, y 29.3 millones de habitantes en uno alto.

El *Boletín Especial N° 15 del INEI: Perú: Estimaciones y Proyecciones de la Población 1970-2025* (2002), estimó para 2007 una población de 28.7 millones de habitantes.

Tras el Censo Nacional 2007, el INEI en su *Perfil Sociodemográfico del Perú* estimó en 28.2 millones la población total del Perú, por lo tanto, esta habría evolucionado de acuerdo al escenario moderado de la publicación de 1995, y ligeramente por debajo de las estimaciones del documento de 2002.

Sin embargo, la tasa promedio anual del crecimiento poblacional a nivel nacional de acuerdo al Censo Nacional 2007 es de 1.5%, semejante a la del escenario de crecimiento demográfico alto del documento del INEI de 1995. Es así que puede

18 Esta hipótesis debería de corroborarse con las series históricas de humedad relativa de la zona, para con ellos realizar un análisis de tendencias.

esperarse que la población peruana se encuentre alrededor de 38 millones de habitantes en el año 2025.

Con un PBI precrisis creciendo a un promedio de 7% anual y un PBI postcrisis con un crecimiento esperado ligeramente menor a 5% anual, la perspectiva económica general sería semejante al periodo anterior del *boom* minero de 2004-2005 (SNMPE, 2008).

Estas tasas de crecimiento, relativamente altas para el desempeño histórico del PBI nacional, inducen modificaciones en los patrones de consumo del público en general, los casos más conocidos son el crecimiento de la venta de celulares, el incremento de la venta de automóviles nuevos (ANDINA, 2008-2010) y la proliferación de establecimientos de comida rápida.

Desde el punto de vista de las emisiones de GEI, estas perspectivas no conducen a una disminución de sus niveles, aunque su incremento sería moderado debido a la poca industrialización del país.

Sin embargo, un sector clave a tomar en cuenta es el agrario, porque de acuerdo a los IN-GEI es la mayor fuente de metano, pero, además, es el único sector que potencialmente podría equilibrar la balanza de emisiones de GEI a través del secuestro de carbono en la reforestación.

3.2.2 Perspectiva energética

A pesar del potencial eólico, fotovoltaico y geotérmico del país las perspectivas de crecimiento y desarrollo efectivo de estas fuentes de energía son incipientes.

La entrada en operación de centrales energéticas de ciclo combinado depende del margen de utilidad que esperan obtener los inversionistas. En el corto plazo no se prevé la operación de ninguna, debido a los bajos precios para el gas natural pactados por las generadoras térmicas, el tiempo de maduración de los proyectos hidroeléctricos y la coyuntura política electoral 2010-2011. Solo un agravamiento de la crisis internacional podría atraer inversionistas extranjeros para proyectos de esta naturaleza. La operación de nuevas centrales hidroeléctricas puede ser una realidad en el mediano plazo, pero, debido a la alta inversión requerida, se prevé que estarán orientadas a satisfacer demandas específicas. Hacen falta, entonces, proyectos de envergadura nacional.

Otras formas de generación eléctrica como la nuclear, tendrían el sobrecosto de la aceptación social, por lo que tampoco se prevé su operación.

La introducción de gas natural en la matriz de generación eléctrica no permitirá reducir las emisiones GEI, debido a que el gas natural emite cantidades importantes de metano lo cual contribuye al incremento de la temperatura de la Tierra.

Asimismo, de acuerdo a las *Directivas para Inventario de Emisiones del IPCC* (2006), ahora debe agregarse 3 kg de metano por cada TJ de diésel quemado, con lo cual, las emisiones de CO₂-eq de las centrales térmicas se incrementarían significativamente.

3.2.3 Perspectiva de la industria minera

Luego de la crisis de fines de 2008, el sector minero se recuperó rápidamente; los precios de los metales, particularmente del oro, aumentaron significativamente (MINEM, 2009).

La proporción del territorio nacional concesionado a la minería viene aumentando en los últimos años, el número de contratos de inversión en exploración suscritos por el gobierno se ha duplicado en los últimos 5 años, sin embargo del

TABLA 10
Estudios ambientales por estado de evaluación, MINEM agosto 2009

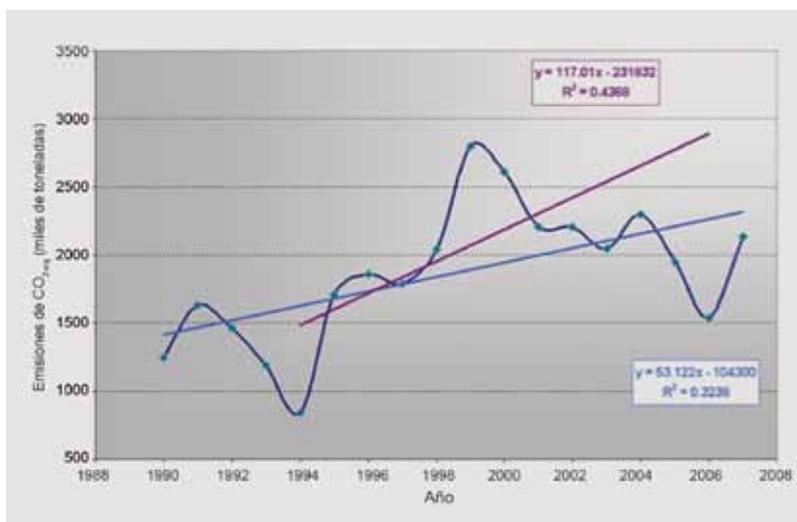
	Tipo de Estudio	Con evaluación concluida			En Evaluación	Total
		Aprobado	Desaprobado	Otros**		
Gran Mediana Minería	Estudio de Impacto Ambiental (EIA)	402	18	171	105	696
	Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA)	69				69
	Declaración de Impacto Ambiental para Exploración Categoría I (antes DJ)	917	7	175	59	1158
	Estudio de Impacto Ambiental Semi Detallado para Exploración (antes EA)	360	9	73	70	512
Pequeña Minería y Minería Artesanal	Declaración de Impacto Ambiental (DIA)*	107	32	237	11	387
	Estudio de impacto Ambiental semidetallado (EIASd)*	24	3	32	6	65
	Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA PPM/PMA)	36	1	362	21	420
	Plan de Cierre (PC)*	121	2	112	170	405
	Total	2036	72	1162	442	3712

Fuente: MINEM, 2009

total de territorio que se encuentra bajo concesión minera, sólo en el 1% se llevan a cabo operaciones de explotación, según informó el ministerio de Energía y Minas (MEM). Además, existen más de mil proyectos de exploración en cartera y solo unos cien planes de cierre, por lo tanto, el crecimiento futuro del sector se encuentra asegurado (MINEM – INGEMMET, 2009) (ver tabla 10).

Desde el punto de vista de las emisiones de GEI, es importante observar cómo el sector minero-metalúrgico ha podido reducir sus emisiones (2004-2008) (Figura 32).

FIGURA 32
Emisiones de GEI, sector minero-metalúrgico



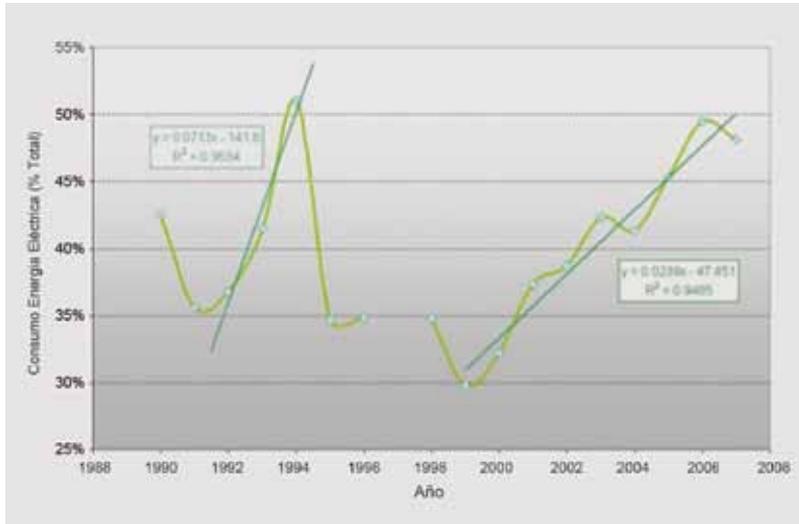
Fuente: MINEM, 2009. Elaboración propia

Aunque entre los años 1990 y 2007 las emisiones de GEI del sector minero crecieron con una tasa promedio anual de 53 mil toneladas de CO₂-eq, desde el año 2000 los niveles de emisión vienen experimentando significativas reducciones, en oposición a lo que ocurrió en la década de 1990.

Una posible explicación a estas reducciones puede ser el consumo cada vez mayor de energía hidroeléctrica, por el sector. La Figura 33 muestra la evolución del consumo eléctrico del sector minero-metalúrgico.

De allí que la importancia que el MINEM incorpore en la Guía de Elaboración de Estudios de Impacto Ambiental, indicaciones específicas para medir la emisión de GEI y proponer medidas de mitigación.

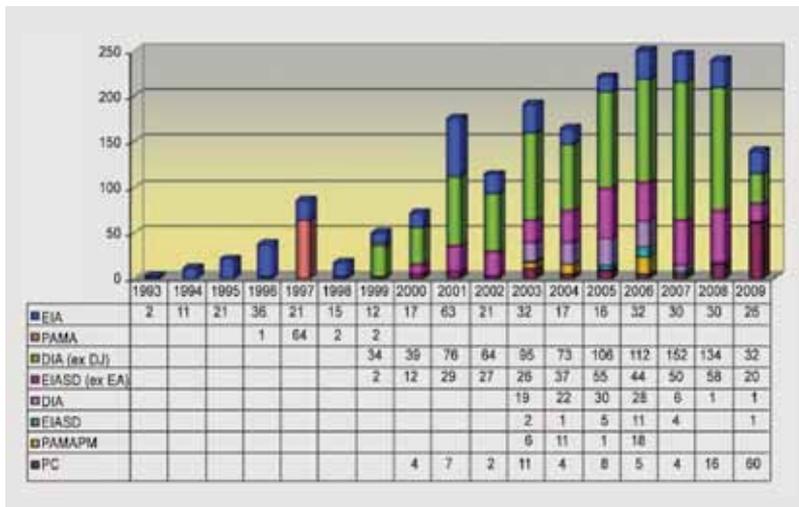
FIGURA 33
Consumo eléctrico, sector minero-metalúrgico



Fuente: MINEM, 2009. Elaboración propia

La Figura 34 muestra la evolución del número de estudios ambientales aprobados por el Ministerio de Energía y Minas (el estudio es obligatorio a partir de 1993).

FIGURA 34
Estudios ambientales aprobados, MINMEM (agosto 2009)



Fuente: Website MINEM (Agosto 2009)

Sin embargo, la tendencia de las emisiones de GEI por parte del sector minero-metalúrgico, continúa siendo al alza, más aún en el actual contexto de expansión de la actividad minera.

En esta hipótesis, la Figura 32 advertiría que ya se alcanzó el mínimo de emisiones de CO₂-eq correspondiente al volumen actual de la actividad minera; si como evaluamos continúa la tendencia a la ejecución de proyectos mineros, las emisiones de CO₂-eq podrían llegar hasta las 4 millones de toneladas en los próximos 6 u 8 años, bajo un escenario de crecimiento moderado.

3.2.4 Perspectiva climatológica

El IPCC, a finales de la década de 1990, diseñó un conjunto de escenarios para evaluar los posibles cambios climatológicos que experimentaría el mundo durante el siglo XXI a causa del fenómeno de calentamiento global. Sin embargo, debido a que los países que son los mayores emisores de GEI no ratificaron el Protocolo de Kyoto, muchos de estos escenarios han perdido vigencia.

El Perú por sí solo no puede impedir ni desacelerar el fenómeno del calentamiento global, debido a que el nivel de sus emisiones es muy bajo (\approx 2% de las emisiones de Estados Unidos). La Tabla 11 ilustra nivel de las emisiones de GEI del país.

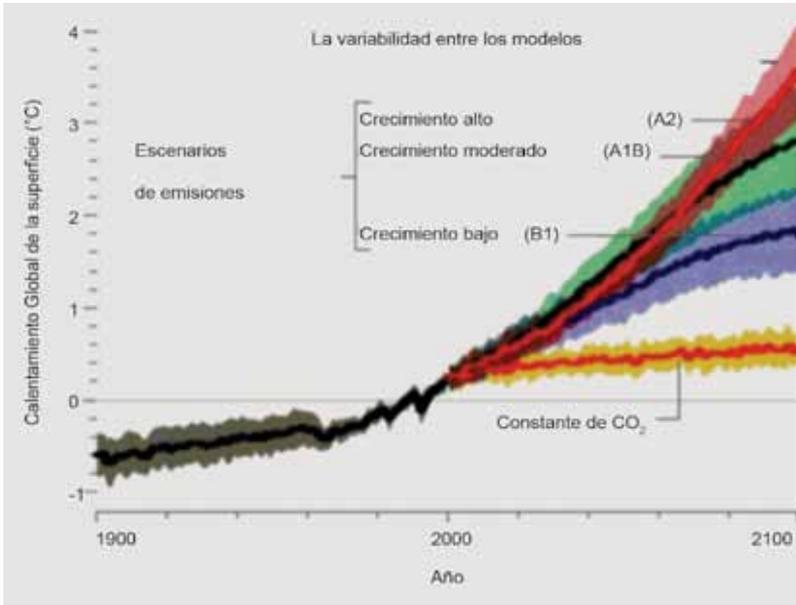
TABLA 11
Emisiones de GEI en el Perú, millones de toneladas CO₂-eq

	1994	2000	2007
Perú	99	119	147
EUA	6150	7008	7150

Fuente: UNFCCC, 2009. Elaboración propia

En los últimos años, al comparar las temperaturas y el nivel de precipitaciones que se registraron en muchas partes del mundo, con los valores pronosticados de acuerdo a los escenarios de IPCC, resultó que las variaciones de estos parámetros fueron mayores que las estimadas en el peor escenario; por tanto, los análisis y las acciones de prevención deberían tener al peor escenario como el más probable (IPCC, 2008).

FIGURA 35
Variabilidad del calentamiento esperado



Fuente: Adaptado de IPCC, 2008.
Elaboración propia.

La densidad de los datos recogidos en los IN-GEI, sobre los cuales se han elaborado los pronósticos tanto para el Perú como para toda Latinoamérica, es menor que la empleada en el hemisferio norte, debido a que el número de estaciones meteorológicas es menor; por consiguiente, subyace en ellos una mayor incertidumbre. Sin embargo, constituyen la única herramienta pública con que cuenta la sociedad civil para analizar los posibles cambios climatológicos, prever sus impactos y proponer alternativas de mitigación y adaptación. La Figura 36 muestra la densidad de estaciones meteorológicas en el mundo.

Cómo se señaló en la sección 1.1, en base a los escenarios de emisiones de GEI propuestos por el IPCC para el siglo XXI, diversas instituciones de investigación han evaluado los efectos que el incremento de GEI en la atmósfera terrestre tendría sobre el clima a nivel mundial; utilizando sofisticados modelos computacionales que intentan reproducir las complejas interacciones físicas y químicas que se producen en la atmósfera y los océanos, junto con sus más poderosas herramientas de cálculo.

Por ejemplo, en Inglaterra The Met Office ha desarrollado a lo largo de varios años un Modelo de Circulación Global (GCM, por sus siglas en inglés) al que

FIGURA 36
Estaciones meteorológicas que reportan internacionalmente



Fuente: World Weather Information Service, 2009

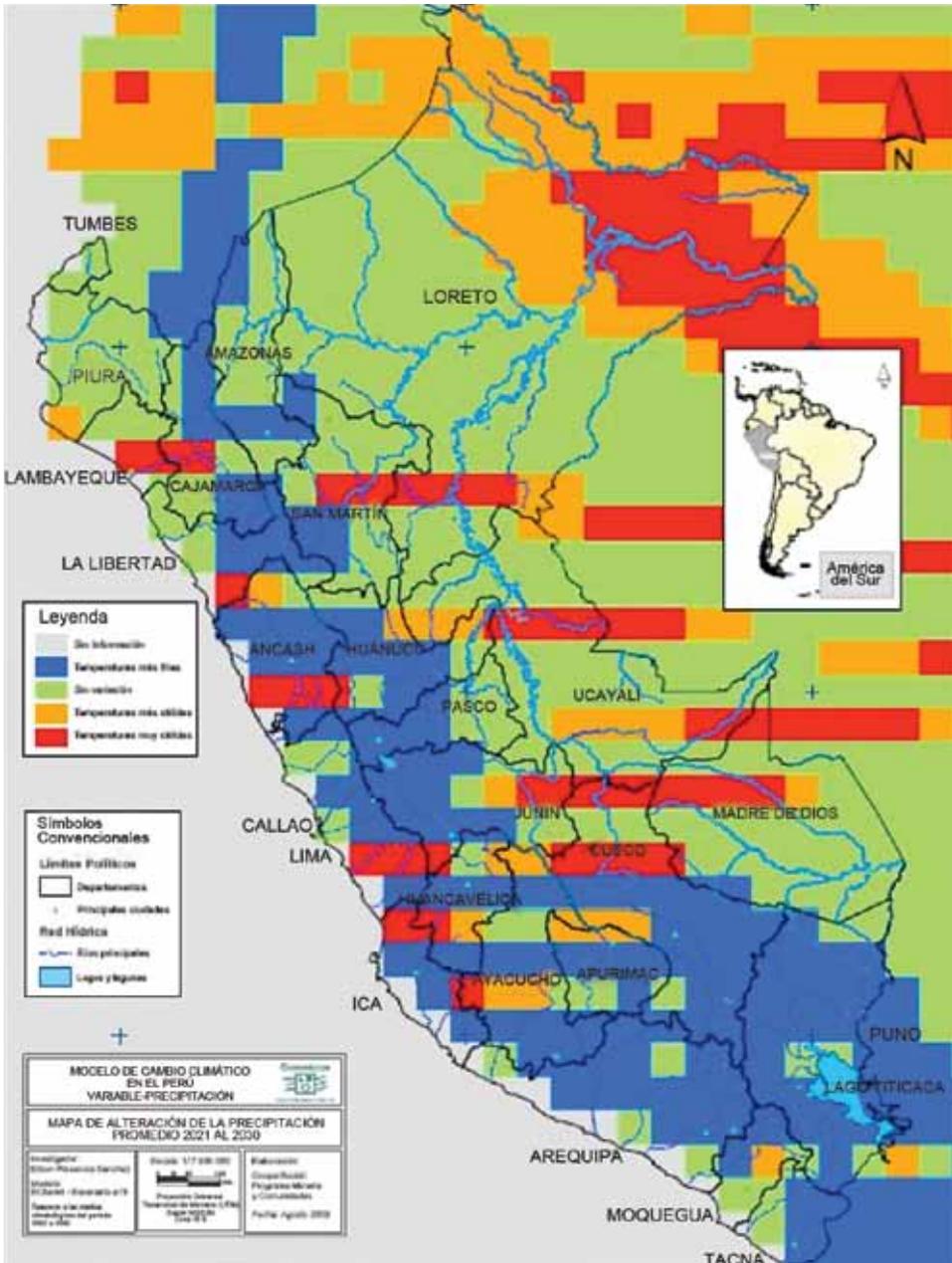
denomina HadCM, el cual toma en cuenta las interacciones Océano-Atmósfera y no necesita ajustes en los flujos de radiación desde y hacia la Tierra (MET OFFICE, 2011). En Estados Unidos, The National Center for Atmospheric Research (NCAR) ha desarrollado un GCM al que denomina PCM2 (USDE, 2001) y así, cada una de las instituciones consultadas por el IPCC para elaborar su Cuarto Informe de Evaluación del Panel Intergubernamental sobre el Cambio Climático (IPCC, 2008) utiliza un GCM que enfatiza cierto aspecto de las interacciones que moldean el clima del planeta, de ahí que evalúe los probables impactos promediando los distintos pronósticos de los modelos.

Para Latinoamérica, uno de los modelos que posee resultados muy cercanos al promedio es el ECHam4 de Alemania (IPCC, 2008; CHOU, 2006; Seiler, 2009).

La Figura 37 muestra los cambios esperados en las temperaturas atmosféricas promedio del Perú entre los años 2020 y 2029, respecto de las temperaturas promedio existentes entre 1960 y 1990, de acuerdo con la evaluación climatológica que realizó The Tyndall Center for Climate Change Research de Inglaterra para el escenario A1Fi utilizando el modelo computacional ECHam4 desarrollado en Alemania; cuyos valores se encuentran disponibles para el público en general a través de su portal web (<http://www.tyndall.ac.uk>).

La Figura 38 muestra los cambios esperados en el total de las precipitaciones anuales del Perú entre los años 2020 y 2029, respecto del total de precipitaciones anuales promedio observadas entre 1960 y 1990, de acuerdo con el escenario A1Fi utilizado por el modelo computacional ECHam4 (Alemania).

FIGURA 37
Variación en las temperaturas promedio 2020-2029 respecto a las presentes entre 1960-1990, según el modelo ECHam4 de Alemania



Fuente: Tyndall Center for Climate Change Research, 2010. Elaborado por CooperAcción

FIGURA 38
Variación en las precipitaciones anuales promedio 2020-2029 respecto de las presentes entre 1960-1990



Fuente: CooperAcción

3.3 Vulnerabilidad, cambio climático y minería

Países desarrollados como Estados Unidos, Canadá o Reino Unido, son algunos de los principales emisores de GEI. Estos países poseen mecanismos de vigilancia y control más estrictos que los existentes en los países en vía de desarrollo; asimismo, la sociedad les exige velar porque las empresas mejoren su desempeño ambiental reduciendo sus emisiones GEI. Ante esta situación, muchas empresas se han trasladado, o han abierto sucursales o subsidiarias en países emergentes que generalmente cuentan con estándares ambientales menos exigentes.

Como ejemplo, en el sector minero-metalúrgico podemos citar a Doe Run Perú, subsidiaria de Renco Group y operador de la fundición metalúrgica de La Oroya, que sin cumplir los compromisos ambientales suscritos con el Estado Peruano, mantuvo altas tasa de emisión de partículas de plomo, y gases como CO₂, NO_x y SO_x, hasta su paralización de labores en junio de 2009. Sin embargo, de reiniciar operaciones manteniendo su desempeño ambiental, aumentará la vulnerabilidad frente al cambio climático, debido a que sus emisiones contribuyen a alterar la composición atmosférica local y regional, provocando que la atmósfera se vuelva más seca y haya mayor facilidad para el transporte aéreo de estos gases y de contaminantes atmosféricos.

Según las previsiones del Servicio Nacional de Hidrología y Meteorología del Perú (SENAHMI), en los próximos años habrá periodos cortos de lluvias intensas, alternados con periodos, mucho más largos, de sequía. La industria minera no se encuentra preparada para estos fenómenos, ya que no ha incluido planes de contingencia, ni tampoco se les ha exigido en los estudios de impacto ambiental, medidas indispensables para adaptar sus operaciones a los efectos del cambio climático.

En los momentos más secos, el viento arrastrará las partículas más livianas de las canchas de relaves y las distribuirá sobre las fuentes de agua y los campos agrícolas y pastizales, generando contaminación.

En los momentos de lluvias intensas se producirán hasta tres **problemas ambientales**: por un lado el agua reaccionará químicamente con los metales contenidos en los relaves produciendo aguas ácidas; por otro **lado**, estas aguas se filtrarían al subsuelo contaminando las fuentes de agua subterránea; y por último, cuando se produzcan lluvias extremas, las relaveras que no se encuentren preparadas para soportar altas precipitaciones, se desbordarán contaminando grandes extensiones de tierras. Un caso emblemático es el de la empresa minera Río Pomba Cataguases de Minas Gerais en la frontera con Río de Janeiro en Brasil que, en diciembre de 2006, dejó sin agua potable a más de 150 mil personas

al producirse la rotura de dos diques de relaves mineros que arrojó al río más de dos millones de metros cúbicos de barro mezclado con bauxita y sulfato de aluminio, debido a las intensas lluvias. En el Perú, el caso más reciente ha sido el de la Mina Caudalosa en el departamento de Huancavelica (2010), que por las intensas lluvias rebalsó la cancha de relave contaminando dos ríos, lo que afectó la flora y la fauna y puso en riesgo la salud de la población.

Si bien el Perú, aporta 0.4% al calentamiento global (MINAM, 2009), y la contribución de las actividades minero-metalúrgicas a los gases de efecto de invernadero es de 10% del total nacional, su relevancia debe ser evaluada en cuanto a los cambios climáticos locales que produce. Los cuales acompañados de una gestión ambiental deficiente y una débil fiscalización ambiental, hace aún más vulnerable al país, que de por sí posee condiciones naturales de riesgo.

Las actividades mineras a cielo abierto, como se ha dicho, producen cambios en el uso del suelo, en el régimen de vientos y en los cursos de agua que afectan los ecosistemas, destruyen la cobertura vegetal, realizan movimientos de grandes cantidades de tierras, y represan las aguas generando cambios climáticos en los niveles locales. Asimismo, la actividad minera insume grandes cantidades de energía y utiliza combustibles fósiles para su funcionamiento. Si estas situaciones van acompañadas de eventos como el Fenómeno de El Niño, que produce sequías prolongadas o lluvias torrenciales; o movimientos sísmicos de magnitud por la ubicación del territorio en la zona del Círculo de Fuego del Pacífico, la vulnerabilidad del país se incrementa.

Las actividades metalúrgicas demandan grandes cantidades de energía en los procesos de remoción de humedad (secado), calentamiento de menas (tostado), fusión, recristalización, destilación, electrólisis, entre otros. Esta energía también se obtiene de combustibles fósiles o de presas hidroeléctricas. Para cubrir la demanda energética de los procesos mencionados se recurre al carbón, al petróleo o la electricidad; por lo tanto, directa o indirectamente se emiten GEI de acuerdo al volumen de las operaciones y a la eficiencia termodinámica de los equipos y las instalaciones empleadas.

Nuevamente, si se toma el ejemplo de La Oroya, un efecto directo de carácter local producido por la fundición es el identificado por el estudio realizado por la Universidad de San Luis, Missouri, Estados Unidos: las partículas de plomo, azufre, cadmio, selenio, entre otros metales pesados, son arrastradas por los vientos encontrándose estos metales en la sangre de los pobladores de ciudades alejadas de esta localidad, lo que incluye a niños, niñas y mujeres gestantes. En un contexto de cambio climático, donde el clima se volverá más seco, estas partículas tendrán mejores condiciones para desplazarse a mayores distancias.

En el caso de La Oroya, existe una relación negativa entre cambio climático y contaminación ambiental, ya que ambos fenómenos, *al combinarse*, potencian sus impactos negativos en la población y su medio de vida, en especial de la más pobre, que depende de los recursos naturales para su sobrevivencia. A la emisión de gases tóxicos, se agrega la contaminación del agua del río Yauli, con consecuencias graves para la producción agropecuaria. Estos efectos son acumulativos, ya que se refieren a varias operaciones mineras y a la fundición.

Según el MINEM (2009), la cartera de proyectos mineros se estima en 16 mil millones de dólares de inversión en los próximos años, a pesar de los recurrentes desastres naturales, dada la vulnerabilidad del país. Llama la atención que la relación entre cambio climático y minería todavía no sea tomada en cuenta en las políticas públicas de actividades vinculadas a industrias extractivas.

Tómese en cuenta que la vulnerabilidad ante fenómenos naturales y ante la contaminación ambiental tiene un impacto diferenciado para varones y mujeres. Por ejemplo, en la Oroya, las mujeres son las que mayores problemas tienen con respecto a la contaminación. Ellas, en el proceso de gestación portan el plomo a través del cordón umbilical contaminando al feto.

De acuerdo con los últimos informes de Naciones Unidas, las mujeres en épocas de desastres corren mayor riesgo frente al cambio climático, por su papel tradicional como las principales usuarias y administradoras de los recursos naturales, tutoras y trabajadoras no remuneradas, (PNUD, 2010).

3.4 Estudio de casos

3.4.1 Piura

El departamento de Piura se encuentra ubicado en el Norte del Perú. Su territorio comprende desde el Océano Pacífico, en el Oeste, hasta la Cordillera de los Andes, en el Este. Se caracteriza por tener un clima cálido y seco, aunque llega a ser extremadamente lluvioso ante la presencia del Fenómeno de El Niño. El Perú tiene en Piura los puntos más bajos de la Cordillera de los Andes, por lo que son frecuentes los trasvases de humedad, atmosférica, hacia sus dos lados.

De acuerdo al Censo Nacional de 2007, Piura tiene una población de 1.6 millones de habitantes, de los cuales el 74% es población urbana (en 1981, lo era solo el 50%), y crece a uno de los ritmos más bajos del país con una tasa promedio anual de 1.3% ocupando el puesto número 15.

La refinería de Talara, en la provincia del mismo nombre, constituye un importante polo de desarrollo económico, que favorece la concentración de las poblaciones en las zonas urbanas de la costa; mientras que, a pesar del crecimiento sostenido de la agricultura de exportación y el turismo, las zonas rurales al Este de su territorio, no llegan a alcanzar significativos índices de desarrollo humano.

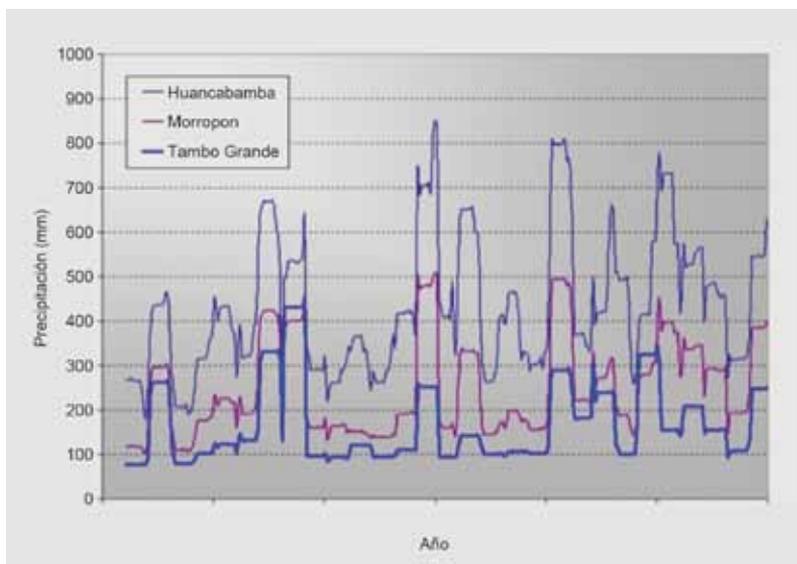
Existe una presión desde el Estado para que se realicen actividades mineras metálicas en Piura; el INGEMMET continúa otorgando concesiones y en noviembre de 2010 estas alcanzaron 1 millón 1,487 hectáreas, que representa el 28.5% del territorio regional. Piura es considerada una de las regiones más vulnerables del país frente al cambio climático, por ser escenario de episodios recurrentes del fenómeno El Niño. La política de concesiones mineras tampoco ha tomado en cuenta la situación especial de Piura, que vive un proceso creciente de desertificación; como tampoco toma en cuenta que las concesiones se están otorgando en las cabeceras de cuenca de los ríos que alimentan las represas de San Lorenzo y Poechos, que sustentan las actividades agropecuarias y de agroexportación de la región; igualmente viene otorgando concesiones mineras en la zona del páramo andino y los bosques de neblinas, que son áreas que proveen servicios ambientales estratégicos, como la captación y redistribución de agua.

La minería viene dejando en Piura, a marzo de 2010, 13 pasivos ambientales en la provincia de Huancabamba y uno en la provincia de Sechura. Estos pasivos, al no tener ningún tratamiento, están contaminando los suelos y las fuentes de agua con metales pesados y el Estado, en su debilidad, no ha identificado quién debe hacerse responsable de su remediación. La Figura 39 ilustra la ubicación de los pasivos en la provincia de Huancabamba.

La Figura 40 muestra las regiones geográficas de Piura y Cajamarca, sobre las cuales diversos modelos de circulación global han realizado predicciones climatológicas para el siglo XXI en base a los escenarios del IPCC. Cada cuadro tiene un tamaño aproximado de 100 x 100 km, las zonas de páramo húmedo se muestran superpuestas en color verde claro, mientras que las zonas amarillas corresponden al área de amortiguamiento del área natural protegida, que se muestra en verde oscuro.

En la Figura 41 se observa una alta variabilidad climatológica espacial y temporal. Tanto Huancabamba como Tambogrande tienen grandes extensiones de territorio concesionado para actividades mineras, por lo que para realizar una evaluación ambiental, que pueda indicar si se pueden o no realizar actividades mineras, se requeriría un análisis detallado de los registros meteorológicos

FIGURA 41
Precipitaciones anuales esperadas en Piura

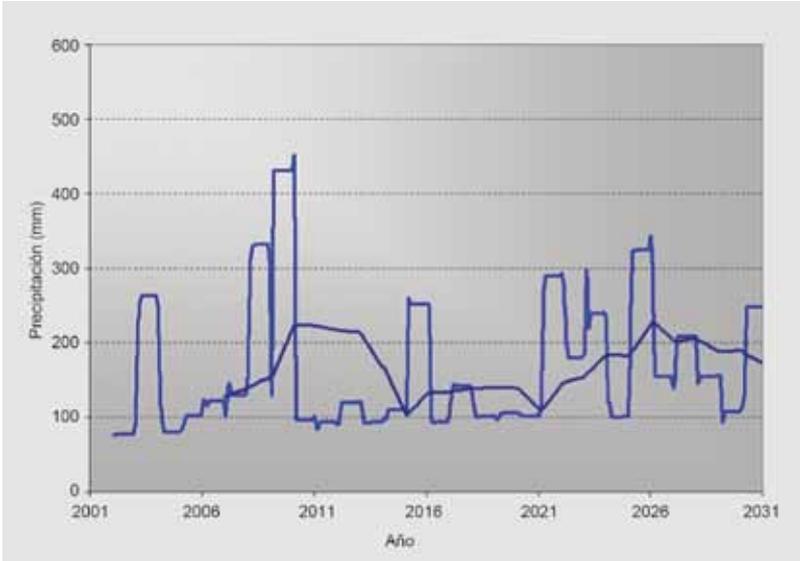


Fuente: Elaboración propia

históricos para cualquier estimación del balance hídrico, y de la vulnerabilidad ante fenómenos climatológicos extremos; así como tomar en cuenta las variaciones esperadas en precipitación por el cambio climático global. De igual manera, deberían tomarse en cuenta estos aspectos para futuros proyectos de infraestructura civil, porque debido a que las condiciones climatológicas están cambiando, los tiempos de retorno para las máximas lluvias, calculados en base solo a la información histórica, cada vez tendrían menos posibilidad de ser acertados.

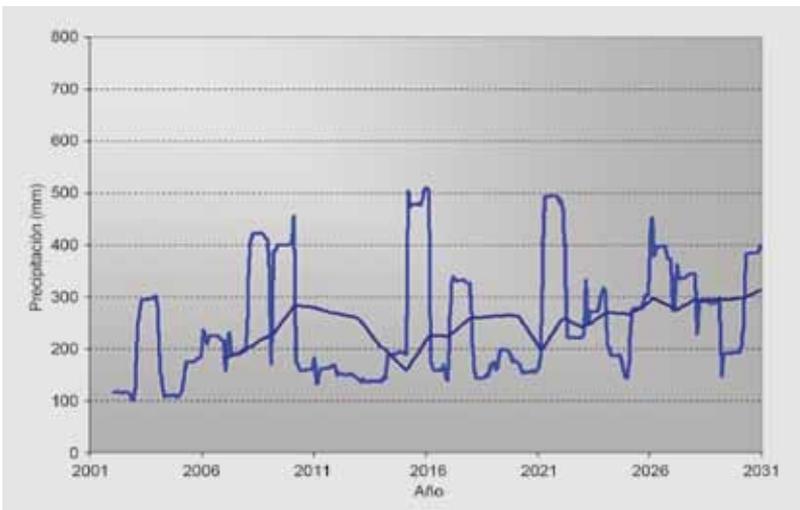
Las Figuras 42, 43 y 44 muestran las precipitaciones anuales esperadas para las distintas regiones de Piura-Cajamarca durante los primeros 30 años del siglo XXI, de acuerdo al escenario A1Fi evaluado por el modelo ECHam4 (Alemania), y dan cuenta de cómo la percepción del fenómeno (la línea oscura es el promedio de 5 años) puede inducir a tomar decisiones equivocadas al respecto. Esto puede llevar, por ejemplo, a malas campañas agrícolas o al mal cálculo de la necesidad y envergadura de obras de infraestructura y saneamiento; pues, aunque parezca un año seco (precipitación debajo de la línea oscura) la cantidad de precipitación puede llegar a ser el doble de lo que se tenía al inicio del siglo.

FIGURA 42
Precipitaciones anuales esperadas en Tambo Grande, Piura. 2001-2030



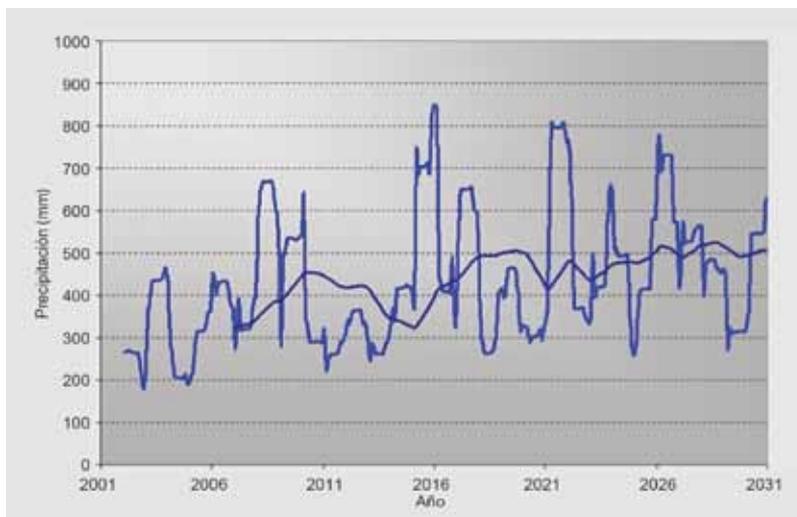
Fuente: Elaboración propia

FIGURA 43
Precipitaciones esperadas en Morropón, Piura, 2001-2030



Fuente: Elaboración propia

FIGURA 44
Precipitaciones anuales esperadas en Huancabamba,
Piura, 2001-2030



Fuente: Elaboración propia

4.3.2 La Oroya

La ciudad de La Oroya se encuentra a 3,750 metros sobre el nivel del mar, y está ubicada en el departamento de Junín, en la Sierra Central del Perú; constituye un importante centro minero y comercial debido principalmente a su ubicación geográfica cercana a Lima (185 km).

Cerca de esta ciudad se encuentran varios proyectos mineros en plena explotación, como Austria-Duvas o Morococha, otros ejecutando su plan de cierre y unos pocos en etapa de exploración, como el Proyecto Toromocho de la empresa minera Chinalco. Relativamente cerca, existen también varias lagunas de origen glaciar y extensas balsas de relaves, muchas veces cubiertas por un espejo de agua, dos de las más grandes se encuentran en el distrito de Morococha, una de ellas antes fue una laguna, y el distrito le debe su nombre, mientras que la otra se llama Huascacocha. y tiene una extensión de 27 Km².

La Fundición de La Oroya, ubicada a cientos de metros de la ciudad, la provee de dinamismo y ha contribuido, paradójicamente, tanto a su bienestar económico como al deterioro de la salud de sus pobladores.

La Figura 45 muestra una cuadrícula de aproximadamente 100 x 100 km¹⁹ sobre la región geográfica que contiene a La Oroya; esta cuadrícula representa la resolución espacial a la que trabajan todos los GCM (*Modelo climático global*), que han elaborado pronósticos climatológicos en base a los escenarios del IPCC; es decir, el pronóstico de los GCM para La Oroya en realidad lo es para toda el área que encierra el cuadrado en el que se encuentra (*es decir un millón de hectáreas*).

FIGURA 45
Grilla de modelos globales sobre la zona de La Oroya, Junín



Fuente: Elaboración propia

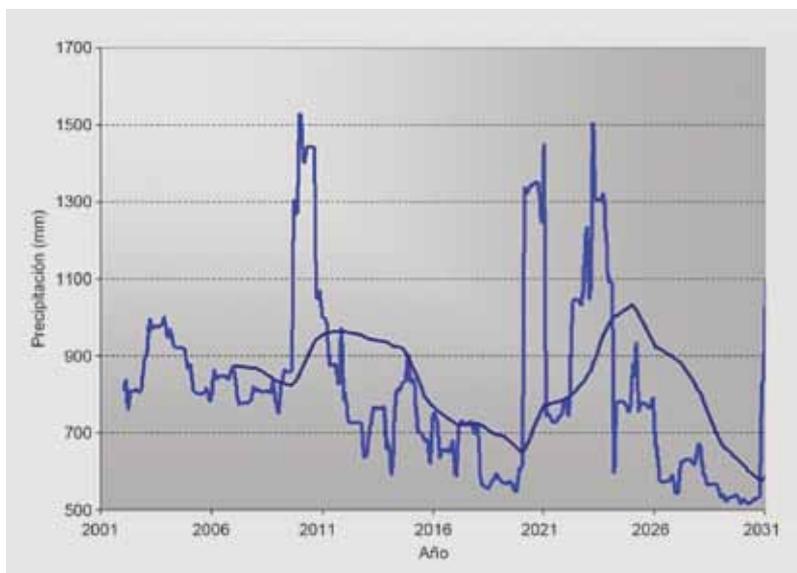
La Figura 46 muestra el total de precipitación anual esperado para la región geográfica que contiene a La Oroya durante los primeros 30 años del siglo XXI, de acuerdo al escenario A1Fi evaluado por el modelo ECHam4 (Alemania).

De la figura 46, se desprende que se esperan periodos con precipitaciones anuales del doble de magnitud que lo usual entre los años 2010-2011, el 2020-2021 y alrededor del 2024, alcanzando más de 1300 milímetros de lluvia, tanta como históricamente se ha registrado durante años con el fenómeno de El Niño o el año posterior.

También es importante destacar dos periodos con escasa precipitación previstos entre el 2012-2020 y 2025-2030; de manera que, en el mediano plazo, se espera una disminución de las precipitaciones.

19 Cada cuadrícula equivale a un millón de hectáreas.

FIGURA 46
Precipitaciones anuales esperadas en La Oroya, Junín



Fuente: Elaboración propia

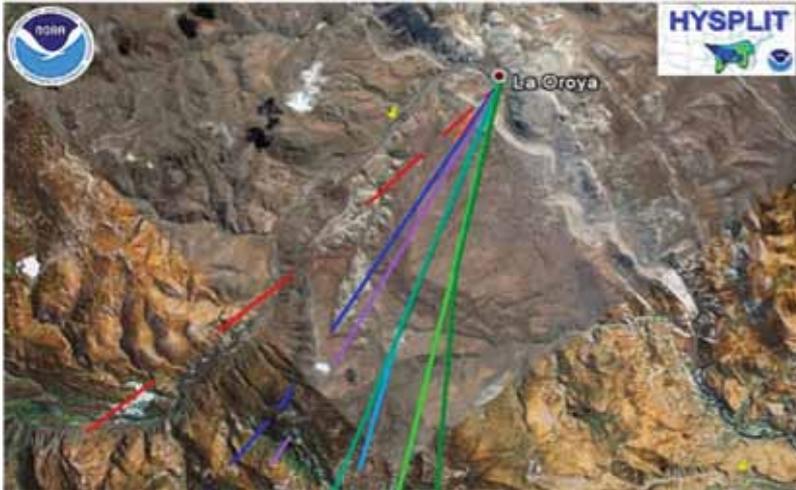
Como consecuencia de estos años de sequía, los glaciares de la zona retrocederían y los ríos disminuirían su caudal, con lo cual las concentraciones de metales pesados y otros contaminantes disueltos en sus aguas tenderían a aumentar. Además, se tendría una atmósfera más seca y, por tanto, mayor facilidad para el transporte de material particulado y contaminantes atmosféricos.

Las Figuras 47, 48 y 49 muestran las trayectorias que habrían seguido los vientos provenientes de la Fundición La Oroya en las fechas 15/7/2009, 15/8/2009 y 14/9/2009 (escogidas arbitrariamente), según los registros de la Estación Marcavalle de La Oroya. Estas trayectorias fueron estimadas mediante el modelo HySplit de la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica de los Estados Unidos (NOAA, por sus siglas en inglés).

De las figuras 47, 48 y 49 se concluye que los registros de la Estación Marcavalle, en La Oroya, probablemente no guarden relación directa con las emisiones de la fundición.

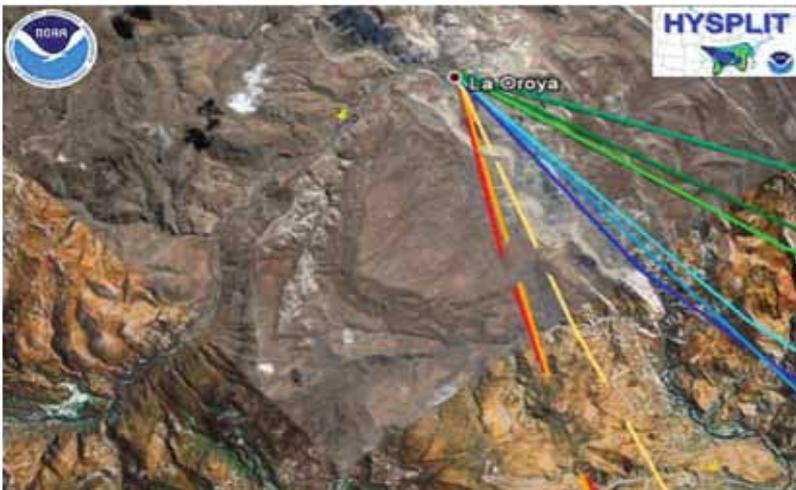
Como se ha mencionado anteriormente, en la elaboración de este documento no se contó con información directa de las empresas, por lo que, sin saber los volúmenes de consumo de combustibles fósiles de la fundición, difícilmente se podrían estimar sus emisiones de GEI.

FIGURA 47
Trayectorias de vientos, 15 de julio de 2009



Fuente: Elaboración propia

FIGURA 48
Trayectorias de vientos, 15 de agosto de 2009



Fuente: Elaboración propia

Sin embargo, es indudable que en los niveles de contaminación ambiental existentes en La Oroya influyen significativamente tanto su conformación geográfica como sus condiciones climatológicas, por lo que, ante pronósticos de climas más secos, la dispersión de contaminantes atmosféricos será mayor.

FIGURA 49
Trayectorias de vientos, 15 de setiembre de 2009



Fuente: Elaboración propia

4.3.3 Huancayo

La ciudad de Huancayo se encuentra a 3,249 msnm, y está ubicada en el valle del río Mantaro, en el departamento de Junín. Tiene un clima lluvioso y frío, caracterizado por temperaturas muy marcadas.

Las tablas 11a y 11b muestran comparativamente las temperaturas extremas promedio de los últimos años y los valores esperados de acuerdo al *Atlas Climatológico* de la Cuenca del Mantaro (IGP-2005)

TABLAS 11a y 11b
Temperaturas extremas, julio y diciembre 2005-2009

Año	Registrados Julio		Climatológicos 1960-2002		Año	Registrados Diciembre		Climatológicos 1960-2002	
	T. Máx.	T. Mín.	T. Máx.	T. Mín.		T. Máx.	T. Mín.	T. Máx.	T. Mín.
2005	20.4	-0.6	19.1	0.4	2004	19.8	7.1	19.7	6.1
2006	19.4	-0.9	19.1	0.4	2005	19.5	7.0	19.7	6.1
2007	19.6	1.6	19.1	0.4	2006	21.1	6.8	19.7	6.1
2008	19.9	0.1	19.1	0.4	2007	20.4	5.9	19.7	6.1
2009	19.9	1.3	19.1	0.4	2008	20.4	6.5	19.7	6.1

Fuente: Instituto Geofísico del Perú
 Elaboración propia

Las tablas 12a y 12b dan cuenta del total mensual de las precipitaciones registradas en la estación Huayao (centro de la ciudad), respecto al valor esperado de acuerdo al *Atlas*.

TABLAS 12a y 12b
Precipitaciones mensuales, julio y diciembre

Año	Registrados Julio	Climatológicos 1960-2002	Año	Registrados Diciembre	Climatológicos 1960-2002
	PP Acum.	PP Acum.		PP Acum.	PP Acum.
2005	3.3	7.0	2004	51.6	94.0
2006	0.0	7.0	2005	37.2	94.0
2007	1.1	7.0	2006	60.5	94.0
2008	6.4	7.0	2007	46.7	94.0
2009	1.7	7.0	2008	40.4	94.0

Fuente: Elaboración propia

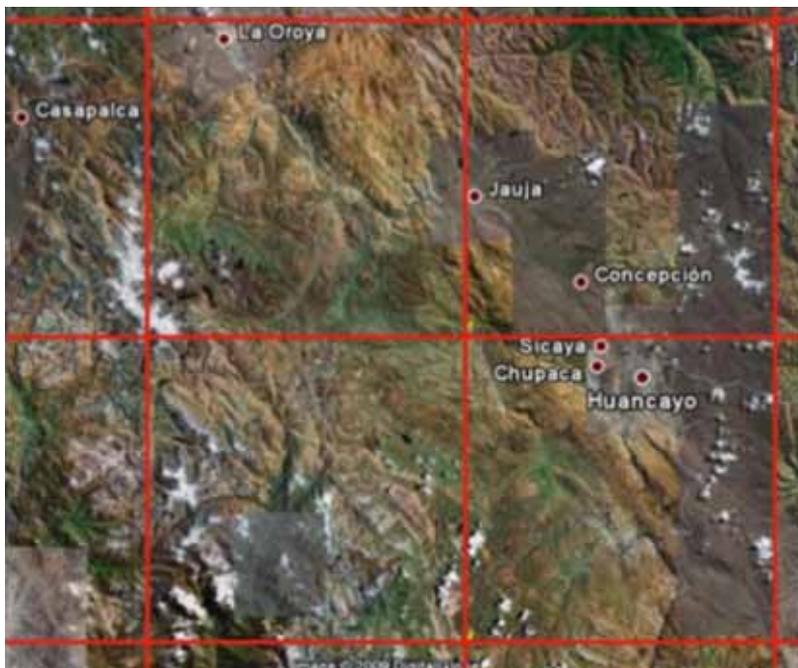
De las series de tablas 11 y 12 se concluye que el clima en Huancayo está experimentando cambios, principalmente en la cantidad de precipitaciones, por lo que cabría indagar sobre cuáles factores, que favorecen las precipitaciones en la zona, han cambiado en los últimos años.

La Figura 50 muestra una cuadrícula de aproximadamente 100 x 100 km sobre la región geográfica que contiene a Huancayo; esta cuadrícula representa la resolución espacial a la que trabajan todos los GCM que han elaborado pronósticos climatológicos en base a los escenarios del IPCC; es decir, el pronóstico de los GCM para Huancayo en realidad lo es para toda el área que encierra el cuadrado en el que se encuentra.

La Figura 51 muestra el total de precipitaciones anuales esperado para la región que contiene a Huancayo durante los primeros 30 años del siglo XXI, de acuerdo al escenario A1Fi evaluado por el modelo ECHam4 (Alemania).

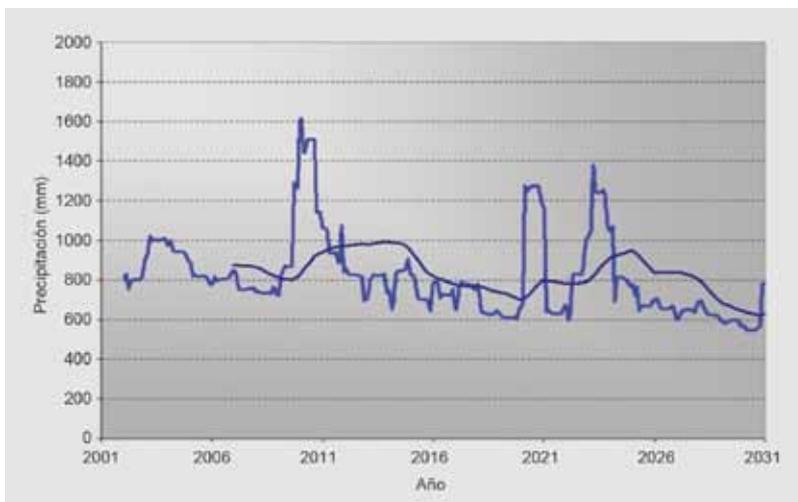
En la Figura 51 se observa que las precipitaciones estimadas por el IPCC para Huancayo tienden a disminuir con el tiempo, (*en otras palabras, se proyecta que en 20 años (para el año 2031 aprox.) la cantidad de precipitación decrecerá por lo menos en 200mm*). Esto coincide con los pronósticos realizados por el IGP y el SENAMHI (IGP, 2005; SENAMHI, 2010; Silva, 2009; Takahashi, 2009; Oria, 2009); aunque dichos estudios sugieren que la tendencia del pronóstico en realidad depende de la resolución espacial y el horizonte temporal que se imponga a la simulación numérica.

FIGURA 50
Grilla de los modelos globales sobre Huancayo, Junín



Fuente: Elaboración propia

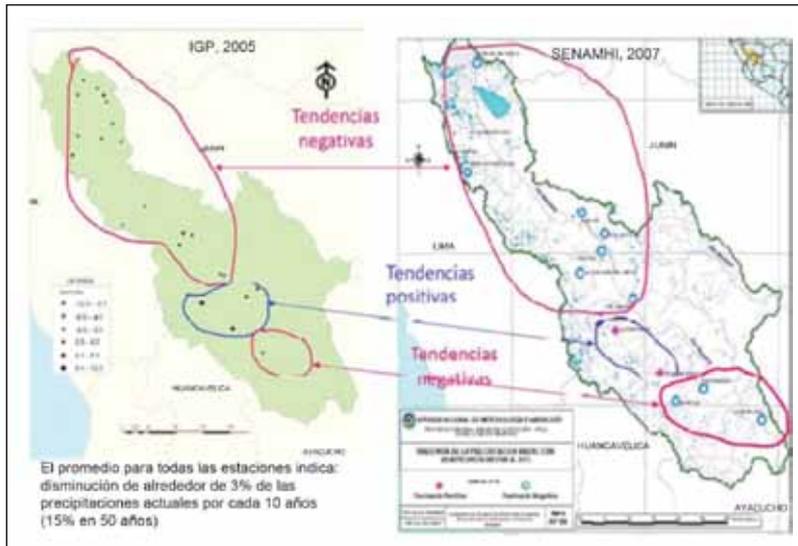
FIGURA 51
Precipitaciones anuales esperadas en Huancayo, Junín



Fuente: Elaboración propia

La Figura 52 muestra algunas estimaciones realizadas por el SENAMHI y el IGP para el valle del Mantaro.

FIGURA 52
Precipitaciones estimadas en Huancayo, Junín



Fuente: IGP, 2005 / SENAMHI, 2007

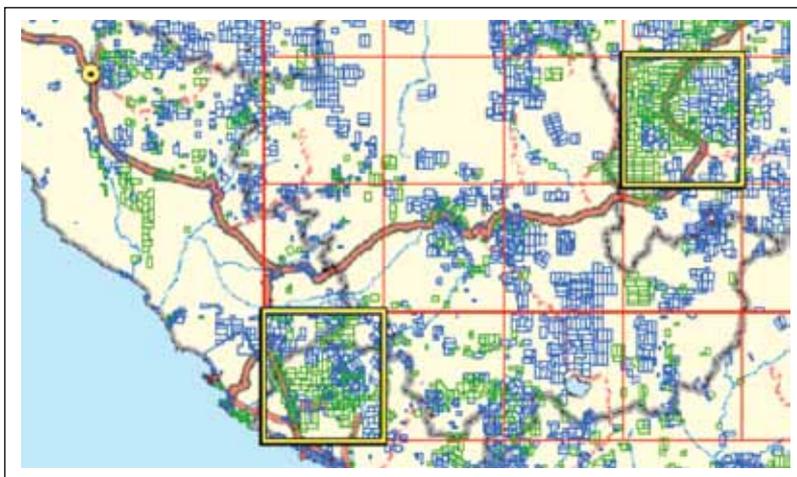
4.3.4 Ica-Arequipa / Ayacucho-Apurímac

La región fronteriza entre los departamentos de Ica, Arequipa, Ayacucho y Apurímac es una zona de importante actividad minera, sobre todo de mediana y pequeña minería, así como de minería artesanal.

La Asociación Regional de Productores Mineros Artesanales del Sur Medio y Centro del Perú (AMASUC) tiene a los distritos de Río Grande, Yanaquihua, Mariano Nicolás Valcárcel Urasqui, Atico, Chaparra y Huanu Huanu en Arequipa, así como a los de Pullo, Sancos y Otocha en Ayacucho, como los de mayor actividad.

La Figura 53 muestra el catastro minero de la región geográfica que contiene a la frontera interdepartamental Ica, Arequipa, Ayacucho y Apurímac superpuesta con las regiones, sobre las cuales diversos modelos de circulación global han elaborado pronósticos climatológicos para el siglo XXI en base a los escenarios del IPCC.

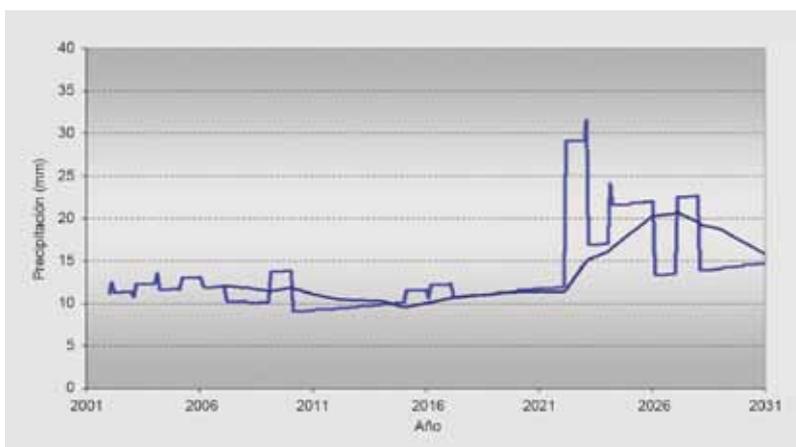
FIGURA 53
Catastro minero, zona sur medio (Ica, Arequipa, Ayacucho)



Fuente: IGP, 2005 / SENAMHI, 2007

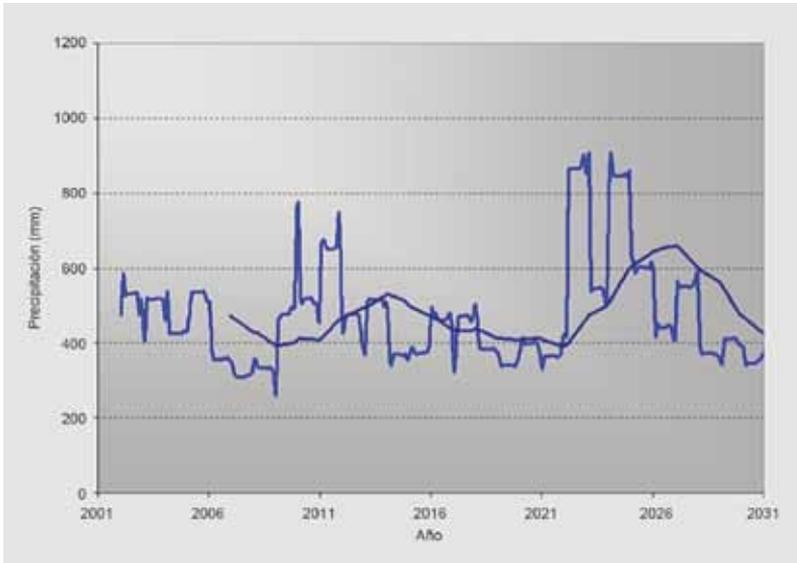
En la Figura 53 destacan dos zonas por ser las más densas en denuncias mineras, la mayoría de estos denuncias se encuentran en trámite. El total de precipitaciones anuales esperado durante los primeros 30 años del siglo XXI, de acuerdo al escenario A1Fi evaluado por el modelo ECHam4 (Alemania) para cada una de estas dos zonas, se muestra en las figuras 54 y 55.

FIGURA 54
Precipitaciones anuales esperadas, zona Ica-Arequipa



Fuente: Elaboración propia

FIGURA 55
Precipitaciones anuales esperadas, zonas Ayacucho-Apurímac



Fuente: Elaboración propia

En los pronósticos de precipitaciones mostrados en las dos figuras anteriores se observa primero una disminución de las mismas durante la primera década; luego, eventualmente, años con precipitaciones muy intensas durante la segunda década; y finalmente, el incremento de las precipitaciones anuales durante la tercera década del siglo XXI.

4.3.5 Ilo

La ciudad y puerto de Ilo se encuentra en el departamento de Moquegua, a 1,280 km de la ciudad de Lima. Cuenta aproximadamente con 70 mil habitantes, quienes según el INEI, en su mayoría inmigrantes, probablemente atraídos por la prosperidad económica de esta ciudad que cuenta con una de las más importantes fundiciones del país, así como con una importante actividad pesquera.

La Fundición de Ilo es operada desde 1952 por Southern Perú Copper Corporation, cuenta con 4 hornos con capacidad para 1,320 toneladas cada uno, y es parte de un complejo metalúrgico que produce 290 mil toneladas de blister de cobre al año.

La Figura 56 muestra la magnitud de las operaciones de la Fundición de Ilo vista desde 3000 msnm. La imagen data de noviembre de 2005 y la impresionante humareda proviene de la chimenea principal, de 115 metros de altura. Actualmente, cuenta con un sistema que ha reducido sus emisiones en más del 90%.

FIGURA 56
Complejo metalúrgico SPCC



Fuente: Imagen proporcionada por Asociación Civil Labor, 2011

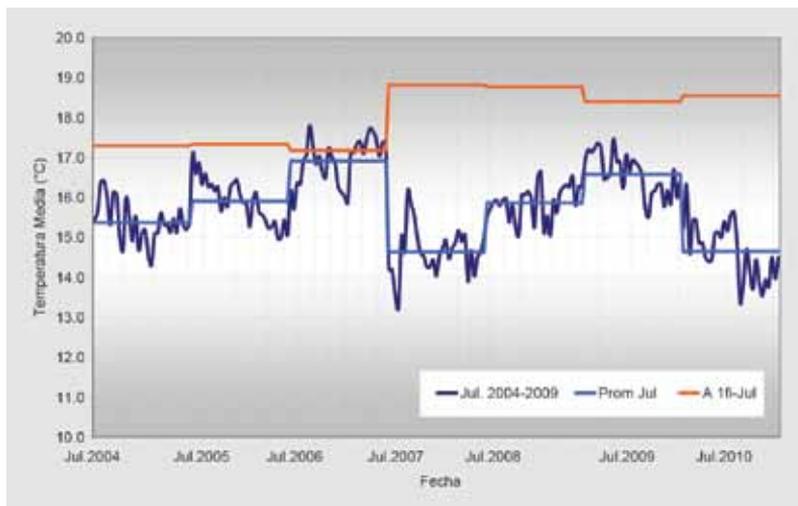
El impacto de las actividades mineras en Ilo a lo largo de su historia se deja ver en el paisaje, en la economía y en los cambios de estilos de vida de sus trabajadores y pobladores alrededor de la fundición.

Investigaciones realizadas en el ámbito de influencia directa de las minas de Toquepala y Cuajone entre los departamentos de Tacna y Moquegua (Balbín, 1995) estiman que la disponibilidad y calidad del agua ha disminuido a causa de la actividad minera; también se evidencia la pérdida de más de 20 mil hectáreas agrícolas y una constante disputa por la gestión de los escasos recursos hídricos en esta zona.

Tras consultar los registros meteorológicos del SENAMHI, entre 2004 y 2009, se observa una tendencia creciente de las temperaturas medias hasta el año 2007, cuando disminuye en un promedio de 2°C; coincidentemente, en esas fechas también entró en operación el sistema recuperador de dióxido de azufre de la fundición.

La Figura 57 compara las temperaturas promedio registradas durante los años 2004-2009 en la Estación Meteorológica de Punta Coles (SENAMHI) en Ilo, con las estimadas por el modelo ECHam4 bajo el escenario A1Fi del IPCC, para el mismo periodo.

FIGURA 57
Temperaturas medias en Ilo - Moquegua



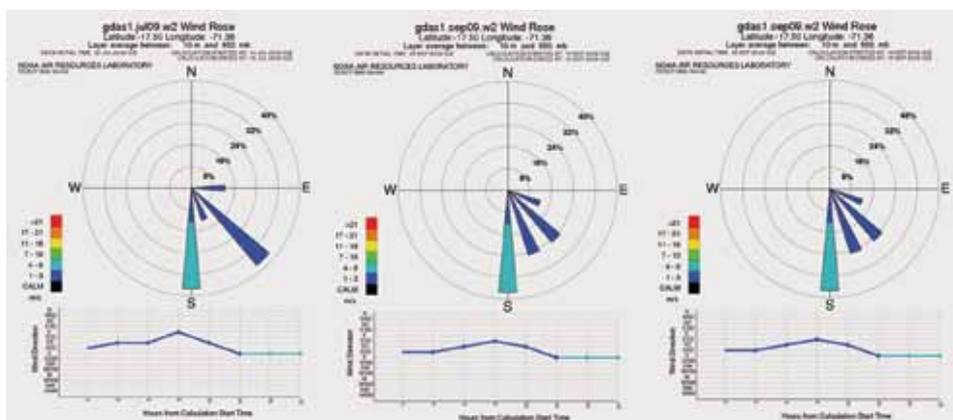
Fuente: SENAMHI / IPCC 2010. Elaboración propia

El gran parecido en los registros hasta 2007, tanto en los niveles como en las tendencias, valida la aproximación realizada, puesto que, debido a la resolución espacial de los modelos de circulación global actuales, la región que comprende

la ciudad de Ilo no cuenta con un pronóstico propio, sino que se le asigna el del cuadrante más cercano. Las diferencias a partir de 2007 pueden ser explicadas por el hecho de que el escenario A1Fi del IPCC no previó la modernización de la fundición.

La Figura 58 muestra la dirección predominante de los vientos en la zona de Ilo durante los días 14 de julio, agosto y setiembre de 2009.

FIGURA 58
Rosas de vientos típicas en Ilo – Invierno, 2009



Fuente: READY, 2009

De la Figura 58 se desprende que el 14 de agosto de 2009 predominaron los vientos procedentes de la dirección S-SE. Ese día, a las 10 a.m., el satélite GOES-12 de la Administración Nacional Atmosférica y Oceánica de los Estados Unidos (NOAA, por sus siglas en inglés) capturó una imagen en el espectro visible, la región correspondiente a Ilo se muestra en la Figura 59.

La sugerente forma de penacho irregular no guarda relación con la imagen del espectro infrarrojo, la cual da cuenta de la cantidad de humedad y de nubes (Figura 60) ni con las retro trayectorias estimadas por el modelo HySplit de la NOAA para las 10 a.m., pero sí por las correspondientes trayectorias para los vientos que pasaron por Ilo a las 6 a.m. (ver Figura 61).

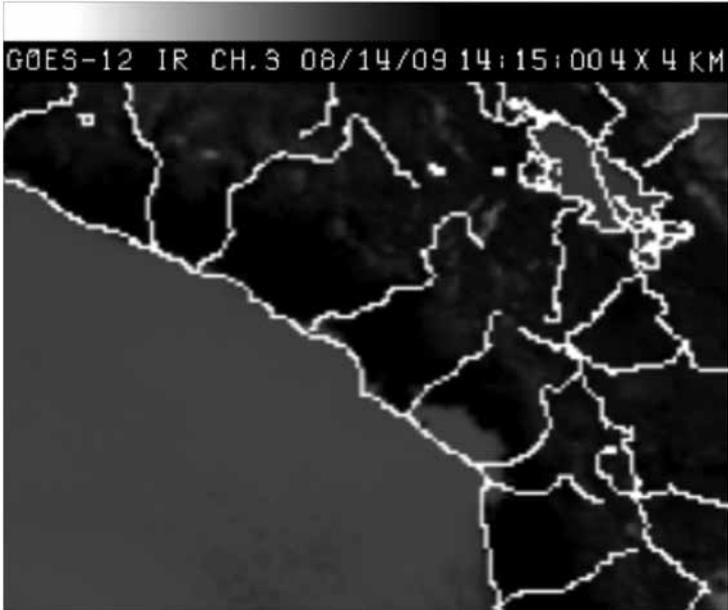
Estos hechos sugieren que la opacidad de la imagen del satélite en el espectro visible no se debe a nubes, sino a material particulado o gases opacos a la luz visible transportados a una altura semejante a 1,500 msnm, producidos por la fundición, pero también por otros emisores como la reciente planta térmica generadora de electricidad.

FIGURA 59
Imagen GOES-12, espectro visible, 14/8/2009



Fuente: GOES, 2009

FIGURA 60
Imagen GOES-12, espectro IR, 14/8/2009



Fuente: GOES, 2009

FIGURA 61**Retro-trayectorias de vientos, 14/8/2009, 6:00 a.m.**

Fuente: HYSPLIT, 2009

Para la región de Ilo, si a los impactos del fenómeno de cambio climático global se suman los impactos locales que produce una economía impulsada por grandes inversiones dentro de una sociedad con patrones de consumo, como los mostrados en las figuras 27 a 29, y que crece a un ritmo acelerado a través de la progresión de sus estaciones de servicio (figuras 23 a 25); el panorama se presenta muy sombrío aun con la poca información disponible, pues su realidad roza con uno de los peores escenarios futuros del IPCC.

Estos hechos sugieren la necesidad de realizar estudios más profundos y de mayor ámbito espacial y temporal a fin de evaluar los efectos ambientales que la fundición ha producido y seguirá produciendo en el ecosistema de la bahía de Ilo.

4.3.6 Las Bambas

El Proyecto Minero Las Bambas se ubica entre las provincias de Cotabambas y Grau, al extremo sudeste del departamento de Apurímac, a más de 4,000 msnm. Aunque geográficamente se encuentra a 72 km de la ciudad del Cusco en línea de aire, la distancia que los separa por carretera es de 260 km.

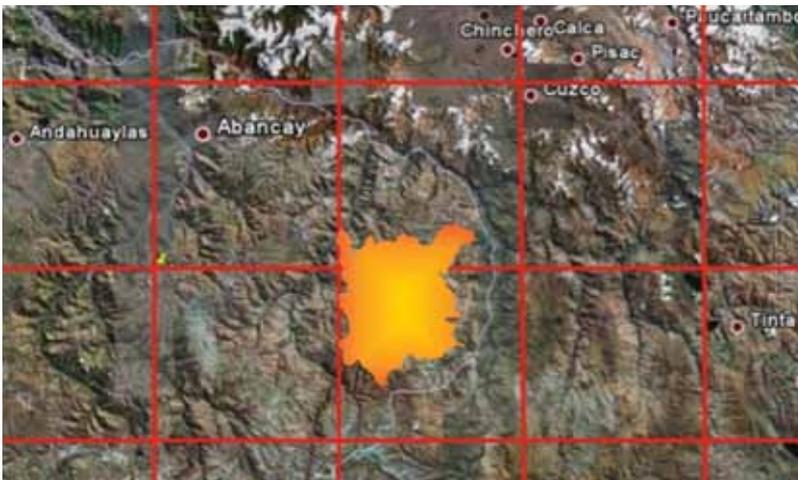
El desarrollo del Proyecto Minero Las Bambas comprende cuatro etapas: exploración de los yacimientos y factibilidad, construcción, operación y cierre de la mina. Al momento de redactar este informe se encontraba en ejecución la etapa de exploración, habiéndose construido vías de acceso y plataformas de trabajo para las actividades de perforación y la instalación de campamentos temporales a una prudente distancia de las comunidades aledañas al proyecto.

La construcción de la mina incluye, entre otras actividades, el diseño y la construcción de presas de relaves, botaderos de mineral estéril, tajos, y vías de acceso vinculadas con el régimen de precipitaciones esperado para la zona durante el tiempo de vida de la mina.

El cierre de la mina conlleva la ejecución de una serie de actividades relacionadas con el régimen de precipitaciones esperado para la zona, luego del cese de las actividades extractivas. Entonces, siendo un hecho el fenómeno de cambio climático global, los métodos de diseño ya no deberían aplicarse con las series históricas de precipitación, sino con las series estimadas para el futuro.

La Figura 62 muestra la región geográfica que contiene a la zona de influencia del Proyecto Minero Las Bambas, sobre la cual diversos modelos de circulación global han elaborado pronósticos climatológicos para el siglo XXI, en base a los escenarios del IPCC.

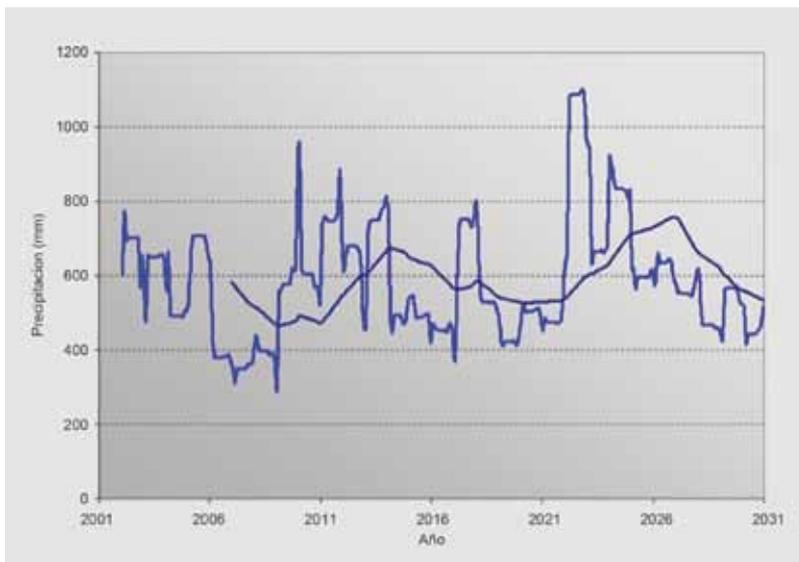
FIGURA 62
Grilla de los modelos globales sobre el área de influencia del Proyecto Minero Las Bambas



Fuente: Elaboración propia

La Figura 63 muestra el total de precipitaciones anuales esperado para Las Bambas (proyección 2001-2031), ante el escenario A1Fi evaluado por el modelo ECHam4 (Alemania).

FIGURA 63
Precipitaciones anuales esperadas en el área de Las Bambas



Fuente: IPCC, 2008. Elaboración propia

4. Propuestas de acción frente A los impactos del cambio climático²⁰

4.1 Hacia una gestión integrada del agua

La gestión de los recursos hídricos en el Perú, a cargo del Ministerio de Agricultura, se ha caracterizado por ser sectorial. Históricamente se abocó a administrar los recursos físicos, es decir al otorgamiento de permisos, licencias y autorizaciones sobre el uso del agua, dejando de la lado otros aspectos. Es por ello que en los últimos años se viene apostando por desarrollar una gestión integrada de los recursos hídricos (GIRH), con el objetivo de resolver problemas como la limitada participación de la sociedad en la gestión del agua.

La GIRH no es un concepto nuevo y se aplica en otros países desde la década pasada. Es entendida como “un proceso que promueve la gestión y el desarrollo coordinados del agua, la tierra y los recursos relacionados, con el fin de maximizar el bienestar social y económico resultante de manera equitativa, sin comprometer la sostenibilidad de los ecosistemas vitales” (GWP Technical Advisory Committee, 2000)

La implementación de un modelo GIRH supone tomar en cuenta las siguientes dimensiones (Van der Zaag, 2008):

- Los recursos hídricos considerando todos los componentes del ciclo hidrológico como cantidad, calidad y oportunidad. En la planificación a mediano y largo plazo, en un contexto de escasez y cambio climático, la confrontación o balance hídrico son insuficientes.

20 **CooperAcción**, Carlos Pereyra, 3 de enero 2012.

- Todos los usuarios y actores del agua deben estar implicados en las decisiones, pues cada uno de ellos representa intereses y derechos diversos que deben ser reconocidos, incluyendo los derechos y demandas de la Naturaleza.
- Las diversas escalas en que el agua debe ser gestionada, la distribución espacial de los recursos hídricos y los arreglos institucionales en cada una de estas escalas para una gestión gobernable y sostenible. Dos elementos importantes son las cuencas y micro cuencas y la identificación de ámbitos que, por su naturaleza de reserva hídrica, deben ser conservados y protegidos.
- Las fluctuaciones en el tiempo de la oferta y demanda deben ser tomadas muy en cuenta. Notamos que las demandas crecen, pero la oferta natural de agua se mantiene, en algunos casos corre el riesgo de reducirse por efecto del cambio climático o abusos de los usuarios (contaminación, sobreexplotación, entre otras). Esto nuevamente obliga a reservar zonas de protección de fuentes de agua.
- Los estudios hidrológicos deben considerar las relaciones verticales: lo que se altere en la superficie del suelo afectará la circulación de agua en las capas subterráneas del territorio y la circulación de agua en estado de vapor a la atmósfera; y las relaciones horizontales: los cambios en las partes altas de las cuencas afectarán las dotaciones en las zonas bajas o entre los distintos componentes del ciclo hidrológico.

Todo sistema de gestión del agua²¹ y otros recursos naturales debe contar con los siguientes cinco roles (Pereyra, 2008):

- En el rol normativo, se deben generar las políticas y leyes que regulen el funcionamiento de los sistemas de gestión del agua en sus niveles nacional, regional y local. Se deberán considerar los sistemas normativos consuetudinarios al momento de la asignación y concretización de los derechos.
- La fiscalización y regulación es un servicio administrativo que debería ser independiente de la gestión de los conflictos, la protección del recurso y la gestión de los sistemas de uso.
- Para una adecuada gestión de los conflictos sociales por el agua, deben mane-

21 El sistema de gestión del agua está compuesto por todos aquellos actores u organizaciones e instituciones que tienen algún mandato (regulatorio, normativo, de gestión o uso) relacionado con el agua. En el Perú está normado por el artículo 11 de la Ley de Recursos Hídricos. Es necesario señalar que la GIRH es un conjunto de principios y enfoques que deben de aplicarse en el sistema nacional.

jarse en el ámbito en que se producen y estimular la negociación equilibrada entre las partes. Cuando los conflictos desbordan estos ámbitos, deberán establecerse procedimientos e instancias para manejarlos, como algún tipo de veeduría para garantizar que las partes tengan un poder equiparable.

- La protección del recurso es un rol fundamental para la sostenibilidad y gobernabilidad futuras, por lo que debería ser totalmente independiente de los otros roles.
- Sistemas de gestión de uso de agua administrados por los propios usuarios organizados.

4.2 Legislación y políticas públicas en materia de agua y minería

4.2.1 DS 014-94 EM. Texto Único Ordenado de la Ley General de Minería

Las atribuciones de la Dirección General de Minería del MINEM, establecidas por el artículo 101 del DS 014- 94 EM en junio de 1992, son: “otorgar títulos de concesiones, imponer sanciones y multas a los titulares de derechos mineros que incumplan con sus obligaciones, aprobar y fiscalizar los programas de vivienda, salud, bienestar y seguridad minera”. Para evitar conflictos de intereses, las funciones de promoción de la actividad privada y su fiscalización deberían ser mandato de distintos organismos.

En términos de responsabilidades, a las empresas mineras a tajo abierto se les obliga a establecer medidas de estabilización del terreno. Sin embargo no tienen la obligación de mantener la estabilidad del ciclo hidrológico, un imperativo frente a los impactos del cambio climático. Tampoco se establece ninguna sanción cuando sus actividades modifican el ciclo hidrológico. Incluso, los riesgos que podrían generar sus actividades no se reflejan en el costo del agua para la minería (RADA Ayacucho, 2011), cuya retribución económica pagada al Estado, 0.03048 S/mc, es inferior al que paga la industria: 0.04634 S/mc.

4.2.2 DS 016-93 EM Reglamento para la Protección Ambiental en la Actividad Minero-Metalúrgica

En su artículo 4, esta norma aprobada en mayo de 1993 señala al MINEM como autoridad ambiental para los proyectos mineros. Esto fue conveniente cuando aún no existía un ministerio específico para lo ambiental. Pero desde su crea-

ción, dicha atribución debe reasignarse al MINAM para mantener el principio de autoridad única ambiental y separar los roles de promoción y fiscalización ambiental minera.

En su artículo 10 sobre el Programa de Adecuación y Manejo Ambiental (PAMA), la norma solo pide incluir en el estudio las posibles afectaciones a la calidad y flujo de aguas superficiales por descargas de aguas contaminadas y alteración de los acuíferos. Estas son medidas parciales e insuficientes pues contradicen el principio de integralidad del ciclo hidrológico planteado en los lineamientos de la gestión integral de recursos hídricos. Sería muy importante reconsiderar esto ya que si el cambio climático va a afectar definitivamente el ciclo hidrológico, los impactos serán agravados por las alteraciones que genera la actividad minera de socavón o tajo abierto.

Por otro lado, en términos de adaptación y prevención del cambio climático, el decreto no toca el tema de los cambios en el albedo ni en la cobertura vegetal del suelo por causa de la minería a tajo abierto. Asimismo, los dragados y la minería informal a cielo abierto también generan estas afectaciones, que deberían ser sancionadas.

4.2.3 DS 020-2008 EM Reglamento Ambiental para las Actividades de Exploración Minera

Esta norma, en su artículo 31, permite actividades mineras de exploración en zonas sensibles como bofedales. En realidad, no debería permitirse de ninguna manera aguas arriba. En el peor de los casos, solo aguas abajo del bofedal. Por otro lado, no debiera permitirse ninguna actividad en las áreas naturales protegidas.

Nuevamente se duplica la autoridad ambiental, por lo que su artículo 3 debería reformarse y entregar la función al MINAM.

4.2.4 DS 019-2009-MINAM Sistema Nacional de Evaluación de Impactos Ambientales (SEIA)

La ley 27446 del SEIA, promulgada el 10 de abril de 2001, en su artículo 7 establece que le corresponde al MINAM revisar de manera aleatoria los EIA aprobados por las autoridades competentes en los tres niveles de gobierno. Asimismo, el artículo 8 del reglamento de esta ley dice que “las autoridades competentes deben remitir al MINAM los EIA que esta les requiera”.

Lo anterior implica en primer lugar la separación entre la autoridad rectora ambiental (MINAM y ANA) y la autoridad competente de cualquier sector productivo. En segundo lugar, la autoridad rectora solo opina sobre los EIA y esta opinión queda a discreción de la autoridad competente. En el caso del agua, la ANA tiene igual o menor rango que la autoridad competente y sus opiniones no necesariamente son tomadas en cuenta.

Por otro lado, el literal i) del artículo 7 del reglamento de la ley 27446 faculta al MINAM a emitir opinión técnica de oficio. Sin embargo, esto se ve entrampado por el hecho de que nunca contará con todos los EIA en proceso, puesto que las autoridades competentes de los EIA solo “deben remitir al MINAM los EIA que éste les requiera” (literal g) del artículo 8 del reglamento). Además, el MINAM sólo puede solicitar a las “autoridades competentes de los EIA” solo aquellos que se identifiquen en el “procedimiento de revisión aleatoria de EIA aprobados”, según RM 239-2010 MINAM (24/11/2010).

Finalmente, el MINAM no emite opinión sobre los EIA por lo mencionado arriba, ni la ANA por estar en Agricultura. Esta es una de las principales fuentes de los conflictos socioambientales, pues la autoridad rectora en el tema ambiental sólo puede opinar sobre unos pocos estudios y después de que han sido aprobados. Peor aún, sus opiniones retrospectivas no tienen efectos sobre ellos.

El MINAM comenzó a revisar los EIA de los últimos diez años (sólo unos pocos seleccionados aleatoriamente - artículo 17, literal a) de la ley 27446) en 2011. Los EIA aprobados en 2011, recién los revisará en 2012 y así sucesivamente.

El literal c) del artículo 7 de la ley 27446 indica que la solicitud de certificación ambiental deberá contar con “una propuesta de términos de referencia para el EIA”. El artículo 8.2 indica que la resolución de la autoridad competente deberá “b) aprobar los términos de referencia propuestos”. El artículo 9 indica que la autoridad competente podrá establecer los mecanismos para la clasificación y definición de los términos de referencia de los EIA, lo que los somete a su discrecionalidad. Por último, el artículo 10.1 “Descripción de la acción y antecedentes de su área de influencia”, deja prácticamente libre al proponente la definición del área de influencia²², que luego es ratificada por el consultor que elabora los EIA²³.

22 En el anexo II del reglamento de la Ley 27446, punto 3 “Línea de base”, en su literal a) se menciona que “la propuesta de identificación y evaluación del área de influencia será ratificada o modificada por la autoridad competente al dar conformidad a los términos de referencia”. Como la autoridad rectora ambiental, no se da al MINAM los medios para evaluar ex-ante estos EIA, la definición de las áreas de impacto directo e indirecto, queda a la discreción de la autoridad competente, promotora de la inversión.

23 En el caso de minas Conga, queda claro que las “autoridades competentes”, promotoras de la inversión, no han tomado en cuenta estos elementos.

Esto es poco transparente, pues la definición de las áreas de influencia directa e indirecta del proyecto queda a cargo de la libre interpretación de la empresa y el consultor que elabora el estudio, quien a fin de cuentas es pagado por ella. Para el caso específico del agua, esto resulta muy grave pues el ciclo hidrológico es sumamente complejo y su ámbito de influencia es mucho más que el área donde se explotan los minerales.

En términos de contenidos de los EIA, el literal b) del punto 3 “Línea de base” del anexo III del reglamento de la ley 27446, señala que entre otros temas deben considerarse: “la hidrografía, hidrológicos, hidrogeología y balance hídrico”. Esta definición es oscura y contradice su numeral 5, literal a) que en términos de caracterización del impacto ambiental ordena que se “analice la situación ambiental de la línea base, comparándola con las transformaciones esperadas en el ambiente producto de la implementación del proyecto”, lo que obliga a considerar “todas las transformaciones esperadas” en los sistemas naturales, siendo uno de los más importantes el ciclo hidrológico en la cuenca.

Hay una gran diferencia entre balance hídrico y balance hidrológico. El primero se puede hacer sobre cualquier extensión de terreno, sea una laguna, bofedal, terreno de cultivo, lisímetro o el área de asentamiento de una operación minera. En cambio, un balance hidrológico se elabora sobre el territorio donde se desarrolla el ciclo hidrológico, es decir la cuenca. Esta confusión es lo que ha ocurrido en los proyectos Minas Conga, Cerro Quilish, Candarave, entre otros.

El artículo 53 del reglamento DS 019.2009-MINAM, de conformidad con el artículo 81 de la Ley de Recursos Hídricos, indica que para la aprobación de los EIA se debe contar con la opinión favorable de la ANA. Sin embargo, como la ANA no cuenta aún con su Consejo Directivo, estas coordinaciones o relaciones interinstitucionales están poco desarrolladas. Por otro lado, el reglamento faculta a la ANA para opinar solo en caso de que el EIA haya sido aprobado, pero no la faculta para opinar sobre los términos de referencia.

4.3 Responsabilidades delegadas, compartidas y exclusivas de los gobiernos regionales y locales

Entre los principales problemas de los gobiernos regionales para afrontar con éxito el reto de la gestión de la actividad minera y la implementación de políticas ambientales y de adaptación al cambio climático, podemos mencionar las débiles capacidades profesionales, el escaso desarrollo de instrumentos de gestión y falta de experiencia para gobernar eficazmente. Estos problemas deberían abordarse

prioritariamente, puesto que la combinación de impactos del cambio climático con el crecimiento acelerado de la población, su concentración en ciudades de mediano tamaño y el incremento de la actividad minera de tajo abierto, van a provocar impactos combinados cuyos efectos serán mayores que la simple suma de todos ellos.

Ya que las transferencias de capacidades no van al mismo ritmo y nivel que las transferencias económicas, los presupuestos para capacitación y fortalecimiento de los gobiernos regionales y locales deberían crecer tanto como lo ha hecho el presupuesto de alfabetización. Un tema de discusión actual es si los aportes del canon minero a los gobiernos locales deberían emplearse en remediar los pasivos ambientales, o más bien en promover medidas básicas para establecer un desarrollo local económico y ambientalmente sostenible como el ordenamiento territorial, ejecución del acondicionamiento territorial, zonificación ecológica económica y planes estratégicos, entre otros.

La combinación de impactos del cambio climático, la minería a tajo abierto y la creciente urbanización del territorio deberían contemplarse en la legislación de los gobiernos regionales y locales, con medidas de “siembra y cosecha de agua” y “estabilización del ciclo hidrológico”, tanto urbana como rural y con carácter obligatorio para los agentes que las provocan.

Los gobiernos regionales deben retomar el proceso de descentralización y regionalización, no solo para la delegación o transferencia de competencias y responsabilidades a las regiones, sino también para la creación de las bases para que sean efectivamente ejercidas. Deben también mejorar la transparencia en la asignación y gasto de los recursos del canon minero, que implica el desarrollo y fortalecimiento de capacidades locales especialmente en el tema de la gestión pública.

La Estrategia Nacional sobre Cambio Climático, aprobada mediante Decreto Supremo 086-2003-PCM el 24 de octubre de 2003, es de cumplimiento obligatorio y debe ser incluida en las políticas, planes y programas sectoriales y regionales, en concordancia con lo establecido por la Ley Orgánica de Gobiernos Regionales aprobada el 16 de noviembre de 2002.

Debido a la derogación expresa del capítulo X del Reglamento de Áreas Naturales Protegidas señalada en el artículo 1 del DS 015-2007-AG 15/03/07, ya no pueden crearse nuevas Áreas de Conservación Municipal. Sin embargo, las establecidas antes de la derogación continúan vigentes bajo el amparo único de los gobiernos locales.

Conforme a la Ley Orgánica de Municipalidades, los gobiernos locales pueden actualmente establecer, conservar y administrar parques zonales, parques

zoológicos, jardines botánicos y bosques naturales. También pueden “proponer la creación de áreas de conservación ambiental” (artículo 73 de la Ley Orgánica de Municipalidades). Conforme al artículo 79, las municipalidades provinciales son las encargadas de aprobar un Plan de Acondicionamiento Territorial de nivel provincial “que identifique las áreas urbanas y de expansión urbana, así como las áreas de protección o de seguridad por riesgos naturales, las áreas agrícolas y las áreas de conservación ambiental”.

Los gobiernos regionales afectados por actividades extractivas, de acuerdo a cifras oficiales, cuentan con presupuestos equivalentes a los programas nacionales de asistencia alimentaria, alfabetización, mejoramiento de cuencas o electrificación rural que no ejecutan por diferentes razones: falta de ideas, creatividad, planes plausibles de desarrollo regional, carencia de profesionales que los formulen, poca experiencia, entre otras dificultades.

La Ley Orgánica de Gobiernos Regionales 27867 señala en su artículo 8 como principio rector de las políticas y la gestión regional la “sostenibilidad: la gestión regional se caracteriza por la búsqueda del equilibrio intergeneracional en el uso racional de los recursos naturales para lograr los objetivos de desarrollo, la defensa del medioambiente y la protección de la biodiversidad”. No hay nada explícito, sobre todo en los gobiernos regionales de sierra y selva, sobre dictar normas de hidrología urbana para tratamiento de las aguas pluviales y su eventual reincorporación al ciclo hidrológico (mediante lagunas artificiales en las ciudades que compensen la impermeabilización de la urbanización, como políticas de “cosecha y siembra de agua urbana y rural” y de “estabilización del ciclo hidrológico” urbano y rural). Esto se puede interpretar de manera general de la lectura del artículo 9.i; en competencias exclusivas: artículo 10.1.e; y en competencias compartidas: 10.2.d.

El artículo 25 de la Ley de Recursos Hídricos señala que los gobiernos regionales intervienen en la elaboración de los planes de gestión de las cuencas, participan en los Consejos de Cuenca y desarrollan acciones de control y vigilancia en coordinación con la autoridad nacional. Ello podría ser un argumento para que los gobiernos regionales asuman más funciones de conservación de los recursos hídricos.

Hay tres gobiernos regionales que cuentan con estrategias sobre cambio climático: Piura (el Decreto Regional 014-2005/G.R.P-PR estableció aprobar, oficializar y promover el uso público y privado del estudio “Evaluación local integrada y estrategia de adaptación al cambio climático en la cuenca del río Piura”), Junín y Amazonas. Sin embargo, tienen dificultades para implementarlas. En buena medida, sus propuestas no son operativas puesto que no hay

capacidades suficientes. Entonces se hace necesario que el MINAM desarrolle planes, programas, instrumentos y metodologías adaptables a la diversidad de contextos de las regiones.

Se requiere que las gerencias de Recursos Naturales y Medio Ambiente de los gobiernos regionales (como parte de sus obligaciones) doten de instrumentos técnicos y financieros a los Grupos Técnicos Regionales para que sean efectivos. Actualmente, se los deja librados a sus limitadas posibilidades de formular un proyecto SNIP, pero con poca responsabilidad y compromiso desde el gobierno regional.

4.4 Propuestas de políticas públicas sobre los recursos hídricos

Separación y asignación a instancias diferentes de los literales (a), (e) y (r) del artículo 101 del DS 014-94 EM de la Ley General de Minería.

Establecer como obligación de la minería de tajo abierto mantener la estabilidad del ciclo hidrológico en las cuencas afectadas por sus operaciones. La autoridad nacional debe contar con los balances hidrológicos integrales y por cuenca.

El artículo 84 de la Ley General del Ambiente debe concordarse con el artículo 99. El primero considera a todos los recursos como disponibles para el aprovechamiento humano en los mercados, sin entender que el ser humano no es el único ser viviente en la tierra y que su existencia depende de otras formas de vida, vegetal y animal, que prestan servicios ambientales en la cadena alimenticia y el control y equilibrio natural entre las especies. Por otro lado, el cambio climático va a exigir que todas las especies procesen adaptaciones que a su vez van a influir en la cadena de servicios ambientales. De esta manera se tendría un firme apoyo legal para afirmar la intangibilidad de las lagunas alto andinas y las zonas de recarga de acuíferos.

Por otro lado, el DS 016-93 EM, en términos de adaptación y prevención de los impactos del cambio climático, no toca el tema de los cambios en el albedo ni la cobertura superficial y vegetal del suelo por causa de la minería a tajo abierto sobre todo en el contexto peruano de gran incremento de las operaciones mineras, que ocupan el 15% del territorio nacional. Por tanto en los PAMA y EIA (artículo 26) se deberían incluir medidas para tratar estas posibles afectaciones y al ciclo hidrológico en su conjunto.

La combinación de los efectos de la expansión de la minería a tajo abierto con los impactos del cambio climático, hacen imperativo que las medidas señaladas

en los artículos 78 y 79 de la Ley General del Ambiente cambien su actual carácter voluntario por obligatorio.

El reglamento ambiental para las actividades de exploración minera, DS 020-2008 EM, duplica la autoridad ambiental. Su artículo 3 debería reformarse para que entregue la función al MINAM. Por otro lado, no debería permitirse ninguna actividad extractiva en las ANP que tengan características de reserva hídrica.

Adscribir la ANA al MINAM para lograr una gestión nacional del agua transectorial y contar con una autoridad ambiental única.

Problemas: las autoridades rectoras (MINAM y ANA) tienen dificultades en ejercer la rectoría y fiscalización ambiental del país.

Acciones: modificar el DS 016-93 EM “Reglamento para la protección ambiental en las actividades minero metalúrgicas”, en su artículo 4, para reasignar la rectoría ambiental al MINAM.

Reajustar la ley 27446 para facultar a la ANA a emitir opinión sobre los términos de referencia de los EIA y sus resultados.

Solicitar a la Presidencia del Consejo de Ministros constituir el Consejo Directivo de la ANA, para darle legalidad y legitimidad.

Reformar la Ley de Recursos Hídricos, de tal manera que el financiamiento de la ANA provenga exclusivamente del tesoro público y no de aportes de los actores de la gestión del agua.

Resultados: la autoridad nacional ejercerá sus funciones rectoras con total independencia. Ante la incertidumbre en la oferta de agua por el cambio climático, aplicará el principio precautorio por su importancia como recurso estratégico para el desarrollo de la nación.

Políticas de generación y análisis de información relevante para la gestión transectorial del agua como obligación del Estado, que incorpore la información generada por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú.

Problemas: la combinación de efectos del cambio climático y los impactos de las industrias extractivas sobre el ciclo hidrológico, amenazan los medios de vida de la población.

Acciones: el SENAMHI debería pasar al MINAM, de tal manera de articular la información hidro-climática con el análisis de tendencias del cambio climático y las propuestas de mitigación.

Aprovechar y aplicar el Convenio de la Organización Meteorológica Mundial sobre la libre disposición de la información hidrológica.

Incrementar el número de estaciones meteorológicas haciendo transparente sus resultados, que “constituyen la única herramienta pública con que cuenta la sociedad civil para analizar los posibles cambios climatológicos, prever sus impactos y proponer alternativas” (Placencia, 2011).

Resultados: las autoridades contarán con los instrumentos técnicos y científicos para ejercer su rol de rectoría y fiscalización. La sociedad peruana contará con los datos e información adecuada para realizar su rol de vigilancia ambiental.

Políticas de certificación y fiscalización ambiental coherentes (hoy en la OEFA-MINAM) y modernizar los EIA como instrumentos de carácter obligatorio.

Problemas: es contraproducente que el MINEM tenga como indicador de eficiencia “el número de EIA aprobados” si tiene como función su aprobación.

La industria minera no está preparada para adaptarse y mitigar los cambios del clima, a pesar de los indicios existentes.

El conocimiento de los efectos del cambio climático contienen un alto grado de incertidumbre, sin embargo hay indicios de que las empresas no se preparan adecuadamente para los cambios. Por ejemplo, no incorporan en sus diseños estas incertidumbres, como el aumento de las lluvias, lo que puede llevar a desastres como el de Mina Caudalosa en Huancavelica.

La deficiente gestión ambiental de las empresas, agravada por una débil fiscalización ambiental del Estado, constituye una seria amenaza a la gobernabilidad del país.

Tal como está establecido el SEIA, incluyendo sus normas colaterales, es fuente generadora de desconfianza y conflictividad. No hay mención en estas normas sobre los efectos acumulativos de las diferentes operaciones extractivas ni su responsabilidad en el agravamiento de los impactos del cambio climático e incremento de la vulnerabilidad climática del país, las cuencas y las poblaciones, en particular con relación al agua.

Acciones: las leyes que constituyen el SEIA deben revisarse, adecuarse y concordarse con los otros cuerpos legales (Ley Ambiental, Ley de Recursos Hídricos, entre otras) de tal manera que efectivamente faciliten el rol rector del MINAM en cuestiones ambientales y la ANA en temas de agua.

Se recomienda realizar una auditoría al SEIA, utilizando los criterios de la GIRH, entre otros, para verificar si las autoridades competentes y autoridades rectoras cuentan con los medios, instrumentos y espacios para realizar eficazmente sus funciones.

Reforzar la capacidad de opinión técnica de oficio del MINAM, que le otorga el literal i) del artículo 7 del reglamento (DS 019-2009-MINAM).

Modificar el carácter de los EIA para que sean obligatorios, no voluntarios.

La definición de las áreas impactadas directa e indirectamente por un proyecto minero debe tomar en cuenta las potenciales afectaciones al ciclo hidrológico en toda la cuenca.

La Ley 27446 y su reglamento (el literal b) del punto 3 “Línea de base”, del anexo III) debería modificarse y hacer transparente la obligatoriedad del estudio de las afectaciones al ciclo hidrológico en la cuenca, sobre todo en zonas del territorio nacional donde están en riesgo las fuentes alternativas de regulación natural del agua por el impacto del cambio climático sobre los glaciares. Estos ajustes implican tanto el anexo II como el IV del reglamento de la ley 27446.

Las medidas de mitigación deben tomar en cuenta, además de las propiedades de almacenamiento y regulación de las lagunas, los flujos de evaporación, evapotranspiración, infiltración y flujos subterráneos aguas abajo de la cuenca.

Una posibilidad de financiamiento para la realización de los EIA es el establecimiento de fondos de fideicomiso.

Resultados: el adecuado ajuste de la normativa relacionada con los impactos ambientales posibilitará una mejor adaptación institucional al cambio climático. Aportará también una reducción de la conflictividad social en torno al agua, el ambiente y las actividades extractivas.

Política de ordenamiento territorial y afianzamiento de sus mecanismos con una visión de resultados a futuro.

Problemas: existe el riesgo de que recursos naturales estratégicos para el desarrollo de la nación se vean afectados, como la diversidad biológica y las reservas futuras de agua.

No siempre se comprende adecuadamente el rol del ordenamiento territorial ni la urgente necesidad de implementarlo.

Acciones: debería reforzarse la implementación de políticas de ordenamiento territorial y transformarlas en políticas de Estado (leyes) con mecanismos de asistencia técnica, financiera y objetivos claros que se puedan cumplir.

Dotar a esta ley de los diversos instrumentos para hacerla viable y aceptable por la sociedad, tal como se señala anteriormente como estrategia de sostenibilidad.

Resultados: al establecer las áreas de reserva de recursos naturales y de uso de la tierra, se reducirán los conflictos socioambientales.

Política efectiva de remediación de los pasivos ambientales, para que se resuelvan antes de que la empresa minera abandone las faenas.

Hay más de seis mil pasivos ambientales mineros en el Perú, muchos de los cuales no tienen un responsable directo.

El cierre de mina debe de ser muy riguroso, previsto con antelación y con recursos financieros presupuestados y asignados. Las empresas deberán internalizar los costos de los pasivos ambientales e incluirlos en sus costos directos.

4.5 Líneas de acción para políticas públicas sobre los recursos hídricos

En el mediano plazo, los efectos del cambio climático impactarán en los ecosistemas frágiles de alta montaña, en particular la agro-bio-diversidad, los sistemas agrícolas tradicionales y las estrategias de seguridad alimentaria de amplios grupos humanos. Estos sistemas, que proporcionan servicios ambientales e hidrológicos, deberían ser identificadas por su alta precipitación (no solo lluvia, también niebla o “lluvia escondida”), su capacidad de rendimiento hídrico (porcentaje de retención, almacenamiento o transferencia a la cuenca baja del total de la humedad atmosférica), su importancia económica para la cuenca baja, su importancia cultural para las comunidades aledañas y su importancia biológica.

Hay que separar y asignar a instancias diferentes de los literales (a), (e) y (r) del artículo 101 del DS 014-94 EM de la Ley General de Minería. Establecer

como obligación de la minería de tajo abierto mantener la estabilidad del ciclo hidrológico en las cuencas afectadas por sus operaciones. Para ello, la autoridad nacional debe contar con los balances hidrológicos integrales y por cuenca.

El artículo 84 de la Ley General del Ambiente debe concordarse con el artículo 99. El primero considera a todos los recursos como disponibles para el aprovechamiento humano en los mercados, sin entender que el ser humano no es el único ser viviente en la tierra y que su existencia depende de otras formas de vida, vegetal y animal, que prestan servicios ambientales en la cadena alimenticia y el control y equilibrio natural entre las especies. Por otro lado, el cambio climático va a exigir que todas las especies procesen adaptaciones que a su vez van a influir en la cadena de servicios ambientales. De esta manera se tendría un firme apoyo legal para afirmar la intangibilidad de las lagunas alto andinas y las zonas de recarga de acuíferos.

El DS 016-93 EM, en términos de adaptación y prevención de los impactos del cambio climático, no toca el tema de los cambios en el albedo ni la cobertura superficial y vegetal del suelo por causa de la minería a tajo abierto sobre todo en el contexto peruano de gran incremento de las operaciones mineras, que ocupan el 15% del territorio nacional. Por tanto en los PAMA y EIA (artículo 26) se debería incluir medidas para tratar estas posibles afectaciones al albedo y cobertura de suelos y al ciclo hidrológico en su conjunto.

La combinación de los efectos de la expansión de la minería a tajo abierto con los impactos del cambio climático, hacen imperativo que las medidas señaladas en los artículos 78 y 79 de la Ley General del Ambiente cambien su actual carácter voluntario por obligatorio.

El reglamento ambiental para las actividades de exploración minera, DS 020-2008 EM, duplica la autoridad ambiental. Su artículo 3 debería reformarse para que entregue la función al MINAM. En su artículo 31 permite actividades mineras de exploración en zonas sensibles como bofedales. No debería permitirlo de ninguna manera aguas arriba del bofedal y, si se permite, sólo aguas abajo. Por otro lado, no debería permitirse ninguna actividad en las ANP que tengan características de reserva hídrica.

La información para la toma de decisiones en la gestión del agua está bastante desactualizada. Esto afecta de forma y fondo la asignación de derechos a comunidades, usuarios y empresas, y es uno de los principales detonantes de la conflictividad. Debería crearse una nueva institución, como la ex Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN) para formular los estudios de balance hidrológico con enfoque de gestión integrada en cada una de las cuencas del Perú (veintiuna cuencas de tercer nivel). Esto podría

ser financiado con los aportes extraordinarios de las industrias extractivas y de agencias multilaterales.

Se debe también establecer un marco legal adecuado para proteger otros ecosistemas estratégicos como los páramos, las lagunas, las albuferas, los bofedales y la recuperación de las lomas de la costa, entre otros, con criterios para su identificación y priorización. Es importante “promover el ordenamiento territorial y de los recursos naturales aplicando el principio de subsidiariedad” (Chávez, 2010).

Es urgente aprobar, financiar e implementar el Plan Nacional de Adaptación y Mitigación Frente al Cambio Climático, explicitando su presupuesto e implementación. Hay que vincularlo con el proceso de descentralización y regionalización para la delegación o transferencia de competencias y responsabilidades y el establecimiento de las condiciones básicas (entendidas como proceso) para que sean efectivamente ejercidas en un plazo determinado.

Siguiendo las recomendaciones de la Defensoría del Pueblo, debería culminarse el Plan Nacional de Demarcación Territorial para que la Dirección Nacional Técnica de Demarcación Territorial desarrolle el proceso de demarcación y organización del territorio y tenga mejores condiciones para continuar los procesos de ordenamiento. Así los gobiernos regionales y locales incorporarán mecanismos de asistencia técnica y financiera que desarrollen y fortalezcan sus capacidades.

Adicionalmente, se deben diseñar medidas de “políticas de poblamiento, que impliquen que en los espacios planificados se desarrollen las mejores condiciones de servicios estatales y empresariales para la población” (Chávez, 2010).

Para que la adaptación al cambio climático sea comprendida como tema de desarrollo para los tomadores de decisiones del Gobierno, las propuestas de políticas deben tener, adicionalmente, un fundamento económico. Por lo tanto, es necesario realizar estudios que apoyen esta perspectiva y complementen el trabajo técnico que ya se viene realizando en el tema (Chávez, 2010).

Como instrumentos para la planificación de medidas de adaptación al cambio climático, se hace necesario realizar estudios de tendencias de las variables hidroclimáticas en las veintiuna cuencas identificadas por la ANA (unidades hidrográficas del tercer nivel) consignadas en el documento “Delimitación y codificación de las unidades hidrográficas del Perú”. Entre otras cosas, estos estudios detallados de cuencas deberán identificar los efectos del cambio climático, los escenarios y las tendencias de las variables hidro-climáticas, con las cuales se podrá identificar los impactos en los medios de vida de las comunidades, usuarios o empresas. Una medida adicional y de nivel local es la “promoción de inventarios de saberes y

tecnologías locales relacionadas con el tema de adaptación al cambio climático” (Chávez, 2010).

La Presidencia del Consejo de Ministros debe constituir el Consejo Directivo de la ANA y asegurar la participación de la sociedad civil. Asimismo debe culminar el proceso de saneamiento de la demarcación territorial.

Se requiere una evaluación transparente de las licencias de agua otorgadas hasta el momento por el Estado. Los actuales registros administrativos de derechos de agua (RADA) son confusos y están mal manejados. En ciertos casos, entran en contradicción con la información procedente de otras fuentes.

Es importante la propuesta de creación e implementación del Sistema Nacional de Observación del Clima (SNOC), pero no está claro cómo resolver el tema de la transparencia de esta información²⁴.

Se deben promover mecanismos financieros para que las empresas extractivas cubran los costos ambientales de sus actividades y puedan remediar o mitigar el cambio del régimen de escorrentía, la desertificación local (por secamiento del subsuelo) y afectaciones a los derechos de agua de comunidades y usuarios locales.

Hay que sensibilizar al sector empresarial sobre el hecho de que “los negocios no pueden funcionar si los ecosistemas y los servicios que estos brindan – como agua dulce, biodiversidad, fibra, alimentos y clima - son degradados o desequilibrados”. Promover la responsabilidad social y ambiental del sector privado, considerando los compromisos asumidos por organismos como ICMM, articulados con la Ley de Áreas Naturales Protegidas y su reglamento.

24 Una posibilidad es aplicar el convenio de información de la Organización Meteorológica Mundial (OMM).

Bibliografía

- ALA Ayacucho. (2011). *La retribución económica del uso de agua con fines mineros en la RADA Ayacucho*.
- Barandiarán, Alberto (2011). "Cambio climático e industrias extractivas en el Perú". Lima: CooperAcción.
- Chávez, Denisse (2010). "Marco normativo e institucional referido al cambio climático y su relación con la industria minera".
- Defensoría del Pueblo (2005). "Ciudadanos sin agua: análisis de un derecho vulnerado". Informe Defensorial 94. Lima.
- Defensoría del Pueblo (2007). "El derecho al agua en zonas rurales: el caso de las municipalidades distritales". Informe Defensorial 124. Lima.
- Campos García, Héctor y Chávez Torres, Sandra (2008). "La regulación del sector minero en el Perú: reflexiones y propuestas desde una visión administrativista". En: *Derecho & Sociedad* 29. Lima.
- De Echave, José (2010). "Pobreza desigualdad y desarrollo en el Perú. Informe Perú 2009-2010" Lima: Oxfam.
- Evaluación de los Ecosistemas del Milenio: Síntesis del Equipo sobre Empresas e Industria. "Ecosistemas y Bienestar Humano: Oportunidades y desafíos para las empresas y la industria". [<http://www.scribd.com/doc/36077762/Consejo-de-la-Evaluacion-de-los-Ecosistemas-del-Milenio>]

- Frederiksen, Harald (2001). "Consideraciones institucionales y financieras en el manejo de los recursos hídricos". Módulo IV Curso GIRH. Lima.
- Kloff, Sandra; Obot, Emmanuel; Steiner, Richard and Clive Wicks (2008). "A proposed contribution to an oil and gas strategy". Climate Change, Energy Change & Conservation – CEESP. Policy Matters. Issue 16, Octubre.
- Global Water Partnership, Technical Advisory Committee (TAC), 2000. Integrated Water Resources Management, TAC Background Papers N° 4. Disponible en www.gwpforum.org/gwp/library/TACNO4.PDF
- Knight Piesold Consulting (2010). *EIA Proyecto Conga, Resumen ejecutivo*. Lima: MYSRL.
- MINAM (2010). "Segunda comunicación nacional del Perú a la CMNUCC". Lima: Minam.
- MINAM; "Plan de acción de adaptación y mitigación frente al cambio climático". [<http://www.scribd.com/doc/46045830/Plan-de-Accion-de-Adaptacion-y-Mitigacion-frente-al-Cambio-Climatico-Publicacion>]
- Pereyra, Carlos (2008). "Estrategias de financiamiento sostenible de sistemas de gestión de los recursos hídricos". En Curso GIRH/NUFFIC. Lima: IPROGA.
- Placencia, Edson (2011). *Cambio climático y minería*. Lima: CooperAcción.
- Ribaudo, Marc et al (2006). "Políticas de manejo sostenible del agua en la agricultura en relación con su medio ambiente: la experiencia de América del Norte".
- SENAMHI (2009). "Escenarios Climáticos del Perú al año 2030". Lima.
- Torres G, Fidel (2008). "Páramos, Jalcas y Bosques de neblina en el norte del Perú".
- Van der Zaag, Pieter (2008); UNESCO-IHE; en Curso GIRH, Módulo 1, IPROGA.
- UICN (2011). *Las áreas protegidas de América Latina; situación actual y perspectivas de futuro*. [<http://data.iucn.org/dbtw-wpd/edocs/2011-019.pdf>]

Marco normativo peruano:

- Ley de Recursos Hídricos 29338.
- Ley de Minería; DS 014-94 EM; TUO.
- Reglamento de Pasivos Ambientales de la Actividad Minera N 28271.
- Sistema Nacional de Evaluación de Impactos Ambientales, SEIA. Ley 27446, 10/04/2001.
- DS 019-2009-MINAM; Reglamento de la Ley 27446.
- RM N° 239-2010 MINAM (24/11/2010); Procedimiento de Revisión Aleatoria de EIA aprobados.
- DS 014- 94 EM, de junio del 1992.
- Estrategia Nacional de Cambio Climático; Decreto Supremo N° 086-2003-PCM, del 24 de octubre de 2003.

5. Conclusiones

Durante el siglo XX, el uso intensivo de combustibles fósiles para la generación de energía, sumado a patrones de consumo desmedido y la búsqueda de un bienestar económicamente insostenible de los países desarrollados, hicieron crecer de tal manera las emisiones de gases de efecto invernadero que su contenido en la atmósfera alcanzó niveles sin precedentes en la historia. Para la comunidad científica internacional ya no hay dudas: las temperaturas medias están aumentando en todo el mundo a un ritmo cada vez mayor y así lo evidencian los registros meteorológicos de todos los países.

Naciones industrializadas como Estados Unidos, Canadá o el Reino Unido son las principales emisoras, a pesar de contar con mecanismos de vigilancia y control más estrictos que los países en vías de desarrollo. Al mismo tiempo, muchas industrias se trasladaron a países emergentes donde generalmente los estándares ambientales son menos exigentes. Pero no existe lugar en el planeta libre de los impactos del cambio climático global, que pueden intensificarse si se alcanzan mayores niveles de industrialización y crecimiento económico a expensas de más emisiones.

Satisfacer las necesidades de la creciente población mundial demanda un mayor consumo de recursos naturales, especialmente combustibles fósiles. Aunque los gobiernos del mundo y la sociedad internacional han incrementado su nivel de información, conciencia y acción frente al fenómeno del cambio climático global, al día de hoy no se logra detener su avance y no existen razones para suponer que en el corto plazo la situación será diferente. Cualquier estrategia global de adaptación al cambio climático debería partir de una reducción significativa de las emisiones y una renovada capacidad de ahorro energético.

En base a los Inventarios Nacionales de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero que cada país remite a la CMCC, se estima que el Perú emite el 0.4% del total mundial y que el 50% de sus emisiones provienen de la deforestación de la Amazonía. Durante 2007, en el Perú se emitieron 109 millones de toneladas de dióxido de carbono y 1.5 millones de toneladas de GEI equivalentes a 147 millones de toneladas de CO₂-eq. Estos números marcan un crecimiento del 60% desde 1994, con una tasa de crecimiento anual de 4.4%, cuatro veces mayor a la de Estados Unidos en el mismo periodo.

En el mediano plazo, los efectos del cambio climático impactarán ecosistemas frágiles de alta montaña, en particular la agro-bio-diversidad, la actividad agrícola tradicional y las estrategias de seguridad alimentaria de la población. Estos sistemas, que proporcionan servicios ambientales críticos, reciben abundantes precipitaciones (no solo lluvia, también niebla o “lluvia escondida”), ofrecen un gran rendimiento hídrico (porcentaje de retención, almacenamiento o transferencia a la cuenca baja) y tienen gran importancia económica y significación cultural para las comunidades cercanas. El desplazamiento de plagas a zonas donde antes no podían sobrevivir, facilitado por el calentamiento global, y la migración masiva de especies animales y vegetales, alterarán a su paso los equilibrios de los ecosistemas. El cambio climático genera riesgos y la formulación de estrategias para minimizarlos debe entenderse como *adaptación*. La evaluación del riesgo climático es entonces una tarea compleja, con serias incertidumbres, que requiere una aproximación multidisciplinaria.

Calentamiento global y minería

Las primeras empresas ligadas al sector financiero que alertaron sobre las consecuencias del cambio climático global fueron las aseguradoras. Los desastres relacionados con fenómenos climáticos extremos como el huracán Katryna en 2005, que causó daños materiales por 75 mil millones de dólares (el más costoso en la historia de Estados Unidos) y provocó la muerte de 1836 personas, llevaron al borde de la quiebra a varias empresas. Para la industria minera el cambio climático global representa también una amenaza ambiental y un riesgo comercial muy significativo. A pesar del desarrollo tecnológico y poder económico de las empresas mineras multinacionales, las operaciones extractivas, como toda infraestructura de gran escala, pueden ser más vulnerables a los fenómenos climáticos de lo que se supone.

Australia es uno de los mayores exportadores mundiales de carbón y un 80% de su electricidad depende de él. Los australianos emiten a la atmósfera la mayor cantidad de carbono per cápita del mundo y su carbón contribuye con el 8.3% de las emisiones derivadas del combustible a nivel mundial. A comienzos del año 2011 el país sufrió las peores inundaciones de los últimos cincuenta años, que afectaron una superficie equivalente a las de Francia y Alemania. Las aguas anegaron las principales minas de carbón del estado de Queensland, que aportan el 35% de la producción exportable del país estimada en 259 millones de toneladas anuales. La industria carbonífera padeció meses de trastornos y retrasos por los daños permanentes en puertos, ductos y vías férreas (Reuters, 2011).

Los efectos de los fenómenos climáticos en las operaciones mineras pueden incluir demoras, caída de ingresos, aumento de los costos de producción, escasez de mano de obra, daño medioambiental, pérdida de reputación y legados negativos de la minería al resto de la sociedad. La industria necesita replantearse si los enfoques actuales de diseño de infraestructura ofrecen una base adecuada para su gestión eficaz frente a los fenómenos climáticos de gran intensidad que podrían afectarla. Si las empresas mineras más poderosas, que cuentan con la tecnología y recursos suficientes como para planificar a largo plazo sus operaciones, están tan expuestas a los riesgos del cambio climático, la situación de las comunidades locales no puede ser mucho mejor.

En el Perú un caso significativo fue el de Mina Caudalosa, en el departamento de Huancavelica: en julio de 2010 rebalsó una presa de relaves por las intensas lluvias y contaminó los ríos Escalera, Huachocolpa, Opamayo, Lircay, Urubamba y Cachi, utilizados por la población como fuente de agua para consumo humano. El Ministerio del Ambiente declaró la zona en emergencia por 90 días y la pluma de contaminación se extendió por 110 kilómetros. El Poder Judicial ordenó la suspensión de las actividades en la mina, pero el “accidente” ya había afectado la flora y fauna, y puso en riesgo la salud de la población.

Las industrias extractivas, en particular la minería, producen impactos ambientales que de manera directa e indirecta contribuyen con el cambio climático a nivel global. También generan cambios climáticos locales en el entorno de sus operaciones. Según las previsiones del Servicio Nacional de Hidrología y Meteorología del Perú (SENAHMI), el futuro nos depara periodos cortos de lluvias intensas alternados con periodos de sequía muy prolongados. Sin embargo, la industria minera no está preparada para fenómenos climáticos muy intensos, no existen planes de contingencia ni se les exige medidas de adaptación en sus estudios de impacto ambiental.

Agua, minería y cambio climático

Mediante de la Resolución 64/292 del 28 de julio de 2010, la Asamblea General de las Naciones Unidas reconoció explícitamente el derecho humano al agua y al saneamiento, reafirmando que son esenciales para la realización de todos los derechos humanos. En noviembre de 2002, el Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales adoptó la Observación General 15 sobre el derecho al agua. El artículo 1 establece que “El derecho humano al agua es indispensable para una vida humana digna”²⁵. El gobierno nacional debe contar con políticas claras de defensa de los derechos humanos y los recursos naturales, que acompañen sus políticas económicas y brinden soluciones efectivas a la población.

Una región sufre estrés hídrico cuando la oferta de agua es inferior a la demanda. De acuerdo al Censo Nacional de 2007, más del 54% de la población y más del 70% de las industrias peruanas se ubican en la zona costera, donde solo se dispone del 2% del agua dulce del país. Al ubicarse en las cumbres andinas, cabeceras de cuenca y ecosistemas frágiles que brindan servicios ambientales como la producción de agua, la minería pone en riesgo la sostenibilidad de las actividades económicas y los medios de vida de las poblaciones vulnerables aguas abajo. La demanda crece, pero la oferta natural de agua se mantiene y en algunos casos corre el riesgo de reducirse por el abuso de los usuarios (sobreexplotación y contaminación). Las fluctuaciones entre oferta y demanda hídrica serán cada vez más intensas.

La gestión hídrica en el Perú se abocó históricamente a administrar los recursos físicos (otorgamiento de permisos, licencias y autorizaciones de uso) y dejó de lado una gestión que aliente la participación de la sociedad en el manejo del agua. La información para la toma de decisiones en la gestión del agua está desactualizada. Esto afecta de forma y fondo la asignación de derechos a comunidades, empresas y otros usuarios, y es uno de los detonantes de la conflictividad social. Debería crearse una nueva institución, como la ex Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN) para formular los estudios de balance hidrológico con enfoque de gestión integrada en cada una de las cuencas. Una gestión integrada supone que todos los usuarios y actores vinculados a ella participen de las decisiones. Cada uno representa intereses y derechos diversos que deben ser reconocidos, incluso los derechos y demandas de la Naturaleza. Debemos avanzar hacia sistemas de gestión de uso del agua administrados por los propios usuarios

25 [http://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/human_right_to_water.shtml]

organizados. Los estudios hidrológicos de los proyectos mineros deben considerar las relaciones verticales: lo que se altera en la superficie del suelo afectará la circulación de agua tanto en las capas subterráneas como en la atmósfera; y las relaciones horizontales: los cambios en las partes altas de las cuencas afectarán las dotaciones en las zonas bajas o entre los distintos componentes del ciclo hidrológico.

Es responsabilidad del Estado identificar los ámbitos que, por su naturaleza de reserva hídrica, deben ser particularmente conservados y protegidos. Los debates sobre la exclusión de la minería de determinadas zonas sensibles, como medida de adaptación al cambio climático, están muy presentes en la agenda ambiental y social de varios países de la región. Las autoridades ambientales de Colombia excluyeron a la minería de los páramos²⁶. En Argentina se aprobó la Ley 26639 de Presupuestos Mínimos para la Preservación de los Glaciares y Ambiente Periglacial, que prohíbe las actividades extractivas o grandes obras de infraestructura que pudieran dañarlos²⁷. Hay un creciente consenso sobre la necesidad de restringir las actividades de alto impacto en zonas críticas por sus servicios de generación y regulación hídrica, que ya se ven seriamente afectados por el calentamiento global. La movilización social fue protagonista central en el logro de esos avances.

Las emisiones anuales de CO₂-eq del sector minero-metalúrgico en el Perú han experimentado importantes fluctuaciones en los últimos treinta años. Considerando el ciclo de expansión de la actividad en la última década (en 2008 el Perú exportó minerales por un valor récord de US\$ 18,600 millones) la tendencia actual del sector es al aumento de las emisiones. La industria minera en su conjunto sería directamente responsable del 10% de las emisiones de gases de efecto invernadero que emite el Perú. El procesamiento de los minerales obtenidos de las minas demanda grandes cantidades de energía debido a la naturaleza endotérmica de sus procesos. Para cubrir la demanda energética se recurre al carbón, el petróleo o la energía hidroeléctrica. Por tanto, emiten GEI directa e indirectamente de acuerdo al volumen de las operaciones y la eficiencia de los equipos e instalaciones.

Si consideramos el incremento en la demanda de energía, productos y servicios que la industria genera y su importancia en la economía nacional, se estima que su responsabilidad en las emisiones totales podría llegar al 20%. A noviembre de 2009 existían más de 11,437 titulares mineros y unas 200 fundiciones, de las

26 <http://www.paramo.org>

27 <http://www.glaciares.org.ar>

cuales menos de diez procesan más del 90% de los concentrados. La mayor parte de la producción minera de la sierra viaja hacia la costa. Salvo las vías férreas o ductos de las empresas grandes, los concentrados deben trasladarse por carretera en camiones que llevan de 20 a 30 toneladas cada viaje.

Género, conocimientos tradicionales y adaptación

El cambio climático se ha convertido en una amenaza para la soberanía alimentaria de los pueblos andinos. El aumento de las temperaturas, la intensidad inusual de las precipitaciones, las sequías y tormentas, erosionan suelos, cultivos y bosques, distorsionando la secuencia temporal y espacial de las actividades agropecuarias. En cada catástrofe ambiental se pierden vidas humanas e infraestructura productiva y social. El gobierno nacional debería generar programas de mitigación del cambio climático considerando las diferencias de género, físicas y culturales de la población.

La vulnerabilidad ante los fenómenos climáticos naturales y la contaminación ambiental tienen un impacto diferenciado en hombres y mujeres. En la Oroya las mujeres enfrentan mayores problemas que los hombres por la contaminación: desde la gestación transmiten el plomo al feto a través del cordón umbilical. En épocas de desastres, las mujeres corren mayores riesgos frente al cambio climático por su papel tradicional de usuarias y administradoras de los recursos naturales, tutoras y trabajadoras no remuneradas (PNUD, 2010).

Los saberes tradicionales son un conjunto de prácticas, señas, conocimientos, actitudes y valores de los pueblos indígenas, resultado de una tradición ancestral de diálogo con la naturaleza transmitida de generación en generación, que se enriquece con los saberes de otras culturas y la sociedad actual. Las señas, llamados también indicadores climáticos, advierten las ocurrencias del clima venidero. El diálogo con la naturaleza se constituye en eje articulador de las acciones orientadas a restablecer los sistemas productivos. Para los indígenas y campesinos, la crisis climática se debe a la falta de respeto de los seres humanos hacia la Naturaleza.

Medioambiente, conflictos y gobernabilidad

El hecho que el MINAM no emita opinión sobre los EIA de los proyectos mineros es una de las principales fuentes de conflictos socio ambientales. Se debe reforzar

también la implementación de políticas de ordenamiento territorial y dotar a los gobiernos sub nacionales de recursos técnicos y financieros para su desarrollo. Siguiendo las recomendaciones de la Defensoría del Pueblo, debería culminarse el Plan Nacional de Demarcación Territorial para que la Dirección Nacional Técnica de Demarcación Territorial desarrolle el proceso de organización del territorio contribuyendo al desarrollo de procesos de ordenamiento territorial. Los gobiernos regionales y locales incorporarán mecanismos de asistencia técnica y financiera que desarrollen y fortalezcan sus capacidades.

Es urgente aprobar, financiar e implementar el Plan Nacional de Adaptación y Mitigación Frente al Cambio Climático y determinar su presupuesto. Hay que vincular el plan con el proceso de descentralización y regionalización para la delegación o transferencia de competencias y responsabilidades. Hay que establecer las condiciones básicas (entendidas como proceso) para que esas competencias sean efectivamente ejercidas. Para ser coherentes con la Estrategia Nacional de Cambio Climático, la Ley General del Ambiente y la Ley de Recursos Hídricos, se deben proteger las cabeceras de cuenca y los ecosistemas productores de agua de forma consistente con una política de ordenamiento del territorio. El Congreso de la República debe promover la actualización de la normativa que rige las industrias extractivas, para incorporar en ella medidas concretas de prevención, mitigación y adaptación al cambio climático.

Hay que exigir un manejo eficiente de los recursos naturales, la diversificación de las fuentes de energía y una mejor gestión ambiental del territorio, con los gobiernos locales y la sociedad civil como aliados estratégicos del cambio y la fiscalización ambiental. El Estado requiere dotarse de una autoridad ambiental autónoma, que asegure el cumplimiento de la ley, a cargo de la supervisión e implementación de instrumentos de rigurosa protección ambiental.

Se deben fortalecer las capacidades de prevención de impactos climáticos en todas las etapas de desarrollo de los proyectos mineros, impedir la proliferación de pasivos ambientales, adoptar la metodología de evaluaciones ambientales integradas, desarrollar guías metodológicas rigurosas, incorporar nuevos instrumentos para el ordenamiento territorial y la zonificación ecológica económica, y exigir una mayor calidad en los estudios ambientales de acuerdo a los mejores estándares internacionales. El Estado debe recuperar presencia en zonas de influencia minera, para fortalecer su institucionalidad y capacidades al abordar las dimensiones sociales y ambientales del enorme reto que implica para el Perú el fenómeno del cambio climático.

El gobierno nacional debe incorporar políticas y planes de desarrollo en los posibles escenarios futuros del cambio climático, así como medidas y acciones

de adaptación que se articulen en planes locales, regionales y nacionales. Estos procesos deben desarrollarse de manera participativa y recogiendo la opinión y los conocimientos ancestrales de todos los peruanos. Deben impulsarse campañas educativas que comuniquen los conceptos científicos sobre el cambio climático, revaloricen el conocimiento de las comunidades campesinas e indígenas y promuevan la participación de los estudiantes en la búsqueda de alternativas de mitigación y adaptación, de acuerdo a su realidad. Hay que incrementar los esfuerzos para cambiar la matriz energética, fomentando la utilización de la energía eólica, solar, hídrica y otras energías renovables a través de reformas fiscales o estímulos económicos, entre otras medidas. La sociedad peruana espera del gobierno nacional una posición firme y ambiciosa ante las Naciones Unidas, que exija compromisos vinculantes de reducción de emisiones, mitigación y adaptación frente al cambio climático.

Débiles capacidades profesionales, escaso desarrollo de instrumentos de gestión y falta de experiencia para gobernar eficazmente son los principales obstáculos que encuentran los gobiernos regionales ante el reto de la actividad minera y la implementación de políticas de adaptación al cambio climático. Solo tres gobiernos regionales cuentan con estrategias frente al cambio climático: Piura, Junín y Amazonas. Sin embargo, encuentran serias dificultades para implementarlas. En buena medida, sus propuestas no son operativas puesto que no hay capacidades suficientes. Entonces se hace necesario que el MINAM desarrolle planes, programas, instrumentos y metodologías adaptables a la diversidad de contextos regionales.

La combinación de los impactos del cambio climático, la minería a tajo abierto y la creciente urbanización del territorio deberían complementarse en la legislación regional y local, con medidas de siembra y cosecha de agua y estabilización del ciclo hidrológico. Los gobiernos locales deben propiciar y comprometer la participación ciudadana de hombres y mujeres, garantizando el flujo de conocimientos y constante información sobre el medioambiente. El Estado y las universidades deben promover la investigación sobre los impactos del cambio climático (el Perú podría ser líder en la materia). Hay que formular políticas de generación y análisis de información relevante para la gestión transectorial del agua, que incorpore la información generada por el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú. Debe formularse un plan para incrementar el número de estaciones meteorológicas que aporten resultados transparentes. La propuesta de creación e implementación del Sistema Nacional de Observación del Clima (SNOC) debe incorporar los conceptos de transparencia y libre acceso a la información. De esta forma, las autoridades contarán con los instrumentos técnicos y científicos para

ejercer su rol de fiscalización y la sociedad peruana contará con la información adecuada para la vigilancia ambiental.

Como elementos importantes para la planificación de medidas de adaptación al cambio climático, se hace necesario realizar estudios de tendencias de las variables hidro-climáticas en las veintiuna cuencas identificadas por la ANA²⁸. También deben estudiarse las sinergias (impactos agregados) del fenómeno global del cambio climático y las industrias extractivas en la población y los ecosistemas. Con más de seis mil pasivos ambientales mineros, muchos de los cuales no tienen un responsable directo, el Perú necesita una efectiva política de remediación y que los nuevos pasivos se resuelvan antes de que la empresa minera abandone las faenas.

La deficiente gestión ambiental de las empresas, agravada por una débil fiscalización ambiental del Estado, constituyen actualmente una seria amenaza a la gobernabilidad del país. La planificación y las políticas de ordenamiento territorial son imprescindibles y el análisis de largo plazo más urgente que nunca. Hay que transformar las iniciativas en políticas de Estado con mecanismos de asistencia técnica y financiera, con objetivos claros que se puedan cumplir.

28 Autoridad Nacional del Agua, "Delimitación y codificación de las unidades hidrográficas del Perú". En: <http://www.ana.gob.pe/>

Referencias

ALA Ayacucho. (2011). La retribución económica del uso de agua con fines mineros en la RADA Ayacucho.

Asociación Regional de Productores Mineros Artesanales del Sur Medio y Centro del Perú (2009). *Los Centros Mineros del sur medio y centro del Perú – AMASUC*. Consultado en <http://mineriartesanalperu.pe>

Barandiarán, Alberto (2011). “Cambio climático e industrias extractivas en el Perú”. Lima: CooperAcción.

Bebbington, A. (2007). *Minería. Movimientos sociales y respuestas campesinas*. Lima: Instituto de Estudios Peruanos.

Belew, B. (2009). *The Earth's 10 Most Amazing Holes*. National Geographic Chanel, Estados Unidos.

Berner, Robert A. y Zavareth Kothavala (2001). *Geocarb III: A revised model of atmospheric CO₂ Over Phanerozoic Time*. In American Journal of Science, Vol. 301, February, 2001, P. 182–204. Department of Geology and Geophysics, Yale University.

British Geological Survey (2007). *World Mineral Production by Commodity*. British Geological Survey, consultado en <http://www.bgs.ac.uk/>

Broecker W. S. (1975). Climatic Change: Are We on the Brink of a Pronounced Global Warming? *Science Magazine*.

Broecker, W.S. (agosto, 1975). *Climatic change; are we on the brink of a pronounced global warming?* *Science* 189(4201), pp. 460-3.

- Bustamante Dawson, J., R. Michelena y J. Coronado. *Principales Impactos del Cambio Climático en el Perú*. Centro Internacional de la Papa. Consultado en <http://www.cipotato.org>
- Campos García, Héctor y Chávez Torres, Sandra (2008). "La regulación del sector minero en el Perú: reflexiones y propuestas desde una visión administrativa". En: *Derecho & Sociedad* 29. Lima.
- Canchanya Alzamora E. (2010). Reportaje Perú, 67% de la población huancaína desconoce efectos del calentamiento global. Consultado en <http://www.reportajeperu.com/noticia/345/67-de-la-poblacion-huancaina-desconoce-efectos-del-calentamiento-global>
- Chávez, Denisse (2010). "Marco normativo e institucional referido al cambio climático y su relación con la industria minera".
- Chia Chou, J.; D. Neelin; Jien-Yi Tu; Cheng-Ta Chen (2006). *Regional Tropical Precipitation Change Mechanisms in ECHAM4/OPYC3 under Global Warming*.
- China Mining Association (2009). *Jiangsu Province launches initiative for energy efficiency*. China: China Mining Association.
- Consortio Transportadora Callao (2009). Nota de Prensa 03/7/2009. Callao: Consortio Transportadora Callao.
- CooperAcción (2008). *Informe de Pasivos Ambientales Mineros*. Lima: CooperAcción.
- CooperAcción y Municipalidad Provincial de Espinar (2009). *Plan de Gestión de Recursos Hídricos de la subcuenca del Río Salado*. Lima: CooperAcción.
- De Echave, José (2010). "Pobreza desigualdad y desarrollo en el Perú. Informe Perú 2009-2010" Lima: Oxfam.
- Defensoría del Pueblo (2005). "Ciudadanos sin agua: análisis de un derecho vulnerado". Informe Defensorial 94. Lima.
- Defensoría del Pueblo (2007). "El derecho al agua en zonas rurales: el caso de las municipalidades distritales". Informe Defensorial 124. Lima.
- El Comercio (2009). Sepa invertir en mineras juniors. *El Comercio*, 31/7/2009.
- EstrucPlan S.A. (2009). *Impactos de la Minería a cielo abierto*. EstrucPlan website, Argentina. Consultado en <http://www.estrucpla.com.ar>
- Evaluación de los Ecosistemas del Milenio: Síntesis del Equipo sobre Empresas e Industria. "Ecosistemas y Bienestar Humano: Oportunidades y desafíos

para las empresas y la industria". [<http://www.scribd.com/doc/36077762/Consejo-de-la-Evaluacion-de-los-Ecosistemas-del-Milenio>]

Federación Nacional de Trabajadores Mineros, Metalúrgicos y Siderúrgicos del Perú (2009). Crónica de los conflictos de Doe Run en el Perú. FNTMMSP, 22/06/2009, Perú

Frederiksen, Harald (2001). "Consideraciones institucionales y financieras en el manejo de los recursos hídricos". Módulo IV Curso GIRH. Lima.

Fundación BBVA (2008). Premio Fronteras del Conocimiento – Cambio Climático Consultado en <http://www.fbbva.es>

Germany Government (2009). *Gridded Model Output*. Max Planck Institute for Meteorology, Alemania. Consultado en <http://www.mpimet.mpg.de>

Global Water Partnership, Technical Advisory Committee (TAC), 2000. Integrated Water Resources Management, TAC Background Papers N° 4. Disponible en www.gwpforum.org/gwp/library/TACNO4.PDF

Gobierno de Argentina (2004). *Inventario de Gases de Efecto Invernadero 2000 - Sector Ganadería*. Buenos Aires: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

Gobierno de Chile y Sociedad Nacional de Minería (2009). *Protocolo de Acuerdo para la Eficiencia Hídrica en la Minería*. Santiago de Chile: Iniciativa Nacional de Eficiencia Hídrica.

Gobierno de España (2008). *Informe de Inventarios de Gases de Efecto Invernadero 1994-2000*. Madrid: Ministerio del Ambiente.

Gobierno del Perú (1998). Evaluación Ambiental Territorial - Grupo de Cuencas de la Costa Sur. Ministerio de Energía y Minas. Consultado en <http://www.minem.gob.pe>

Gobierno del Perú (1998). Informe sobre generación de emisiones y/o vertimientos de residuos de la industria minero metalúrgica. Ministerio de Energía y Minas. Consultado en <http://www.minem.gob.pe>

Gobierno del Perú (2000). Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 1990. Ministerio del Ambiente. Consultado en <http://www.minamb.gob.pe>

Gobierno del Perú (2006). Inventario Nacional de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero 2000. Ministerio del Ambiente Consultado en <http://www.minamb.gob.pe>

- Gobierno del Perú (2008). Anuario Minero 2001. Ministerio de Energía y Minas. Consultado en <http://www.minem.gob.pe>
- Gobierno del Perú (2008). Balance Nacional de Energía 2007. Ministerio de Energía y Minas, Perú. Consultado en <http://www.minem.gob.pe>
- Gobierno del Perú (2008). *Compendio Estadístico 2008*. Lima: Instituto Nacional de Estadística e Informática.
- Gobierno del Perú (2008). *Línea de Base de Minería Informal en La Libertad, Moquegua y Pasco*. Ministerio de Energía y Minas, Perú. Consultado en <http://www.minem.gob.pe>
- Gobierno del Perú (2009). *64° Reporte de Conflictos Sociales*. Lima: Defensoría del Pueblo.
- Gobierno del Perú (2009). *Catastro Minero del Perú – diciembre 2008*. Lima: Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico.
- Gobierno del Perú (2009). Contratos de Inversión en Exploración – Suscritos. Ministerio de Energía y Minas, Perú. Consultado en <http://www.minem.gob.pe>
- Gobierno del Perú (2009). Distribución de Recursos a Gobierno Regionales y Locales. Presidencia del Consejo de Ministros, Perú. Consultado en <http://sd.pcm.gob.pe/default.aspx>
- Gobierno del Uruguay (2009). *Inventario Nacional de Gases con Efecto Invernadero 2002*. Montevideo: Ministerio de Vivienda, Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente.
- Gobierno Provincial de Córdoba (1985). *Ley Provincial de Córdoba del Medio Ambiente. Ley 7343 / 85*. Córdoba: Gobierno Provincial de Córdoba.
- GOES (2009). The Global Online Enrollment System. The Official U.S. Government Web Site Consultado en <https://goes-app.cbp.dhs.gov/>
- Grace, P. (2002). Global Change Impacts on Rice-Wheat Provision. Cooperative Research Centre for Greenhouse gases, SKM - Australia. Consultado en [http://www.gecafs.org/gecafs_meetings/2002_03_15/GECAFS_IGPFS_GEC_impacts_and_feedbacks_GRACE.ppt#268,1,Global Change Impacts on Rice-Wheat Provision and the Environmental Consequences](http://www.gecafs.org/gecafs_meetings/2002_03_15/GECAFS_IGPFS_GEC_impacts_and_feedbacks_GRACE.ppt#268,1,Global%20Change%20Impacts%20on%20Rice-Wheat%20Provision%20and%20the%20Environmental%20Consequences)
- Gratton, P. (2000). Mining industry's climate change performance improves again. The Mining Association of Canada. Consultado en <http://www.mining.ca>

- Grupo Intergubernamental de Expertos sobre El Cambio Climático (2008). Cuarto Informe de Evaluación del IPCC: "Cambio Climático 2007". Grupo Intergubernamental de Expertos sobre El Cambio Climático. Consultado en <http://www.ipcc.ch>
- Grupo Sotomayor (2009). Hitos de la Industria Pesquera. Grupo Sotomayor website, Perú. Consultado en <http://www.sotomayor.com>
- Guarisma Álvarez J. G. (2009). El conocimiento del calentamiento global. Consultado en <http://www.analitica.com/medioambiente/7997159.asp>
- Gutiérrez Matta, Félix (2003). Cosecha del Agua. International Strategy for Disaster Reduction website, Estados Unidos. Consultado en <http://www.unisdr.org/>
- Halweil, B. (2004). *La situación del mundo 2004*. Madris: Editorial Icaria.
- HYSPLIT (2009). Hybrid Single Particle Lagrangian Integrated Trajectory Model. Air Resource Laboratory – NOAA – USA. Consultado en http://www.arl.noaa.gov/HYSPLIT_info.php
- Iglesias, A. N. (2008). Conflictos y escenarios del cambio climático mundial en Latinoamérica. Reflexiones para el análisis de los espacios urbanos y metropolitanos. Universidad Complutense, *Anales de Geografía* 15.
- INCCA (2001) Integrated Climate and Carbon. (UCRL-ID-143593) Consultado en e-reports-ext.llnl.gov/pdf/244414.pdf
- Instituto Geológico Minero Metalúrgico - INGEMMET (2008), *Catastro de Derechos Mineros del Perú*. Lima.
- Instituto Geológico Minero Metalúrgico - INGEMMET (2009), *Catastro de Derechos Mineros del Perú*. Lima.
- INGEMMET (noviembre 2010). *Catastro de Derechos Mineros del Perú*. Lima.
- Instituto de Ingenieros de Minas del Perú (2007). *El Hombre y los Metales del Perú*. Lima: Instituto de Ingenieros de Minas del Perú.
- Instituto Geofísico del Perú – IGP.(2005). *ATLAS CLIMÁTICO de precipitación y temperatura del aire en la Cuenca del Río Mantaro*. Lima: Consejo Nacional del Ambiente - CONAM.
- Investor Group on Climate Change (2009). *Group Overview*. Investor Group on Climate Change. Consultado en <http://www.igcc.org.au>
- IPCC (2007). Cambio Climático 2007 - Impacto, Adaptación y Vulnerabilidad. Consultado en *Intergovernmental Panel on Climate Change* <http://www.ipcc.ch/>

pdf/assessment-report/ar4/wg2/ar4-wg2-frontmatter-sp.pdf]. Climate, 19, 4207-4223 - American Meteorological Society

Kloff, Sandra; Obot, Emmanuel; Steiner, Richard and Clive Wicks (2008). "A proposed contribution to an oil and gas strategy". Climate Change, Energy Change & Conservation – CEESP. Policy Matters. Issue 16, Octubre.

Knight Piesold Consulting (2010). EIA Proyecto Conga, Resumen ejecutivo. Lima: MYSRL.

Markandya A., B. Richard, T., T. y H. Alistair (2004). Metodología para valorar los costes de los impactos del cambio climático. *Revista Ekonomiaz* 57.

Martinelli, J. J. (28/07/2009). Terminales Portuarios Mineros. *Diario Expres*.

Martínez Arzanz y Vela, N. de (1943), *Historia de la Villa Imperial de Potosí* (MDXLV-MDLXXVII). Buenos Aires: Emecé editores.

Maslin, M. (2004). *Historia sobre el efecto invernadero y calentamiento global de la tierra*. Oxford: Universidad de Oxford.

Medina Elizalde, M. (2009). Aspectos confusos sobre calentamiento global. Consultado en <http://ciencias.jornada.com.mx/investigacion/ciencias-de-la-tierra/investigacion/aspectos-confusos-sobre-calentamiento-globa>

Met Office climate prediction model: HadCM3 (2009). Consultado en <http://www.metoffice.gov.uk/research/modelling-systems/unified-model/climate-models/hadcm3>

Middendorf, E. (2009). Perú: Observaciones y estudios sobre el país y sus habitantes durante una permanencia de 25 años, en *Ernest W. Middendorf Vida y Obra*. Lima: Biblioteca Nacional del Perú.

MINAM (2009), Taller de Diálogo Interministerial sobre Cambio Climático. Lima: Oficina de Comunicaciones del Ministerio del Ambiente.

MINAM (2010). "Segunda comunicación nacional del Perú a la CMNUCC". Lima: Minam.

MINAM; "Plan de acción de adaptación y mitigación frente al cambio climático". [<http://www.scribd.com/doc/46045830/Plan-de-Accion-de-Adaptacion-y-Mitigacion-frente-al-Cambio-Climatico-Publicacion>]

Minera Yanacocha (2010). Operaciones, PAD. Consultado en <http://www.yanacocha.com.pe/category/operaciones/>

- Minería del Perú (2009). PERÚ: Directorio de empresas que están explorando. Minería del Perú website, Perú. Consultado en <http://www.mineriadelperu.com>
- Mining Australia (19/11/2007). Mining slow to energy efficiency. *Mining Australia News*.
- Mullard, B, (2009). Mineral Resources - Climate Change Background Paper. Australian' State of New South Wales website, Australia. Consultado en <http://www.dpi.nsw.gov.au>
- Municipalidad Provincial de Ilo (2004). Inventario de Emisiones de Fuentes Fijas. Municipalidad Provincial de Ilo, Perú. Consultado en <http://www.mpi.gob.pe/>
- Newmont Mining Co. (2009). Energy Efficiency and Climate Change. Beyond The Mine Journey, Estados Unidos. Consultado en <http://www.newmont.com>
- United States Government. (2006). Production of S2F10, S2OF10, and S2O2F10 by Spark discharges in SF6. Consultado en Oak Ridge National Laboratory <http://www.ornl.gov>
- Oria, C. (2009). Indicadores de Cambio Climático y Proyecciones Futuras en la Cuenca del Río Mantaro. Presentación en la Conferencia Macrorregional "Cambio Climático en la Cuenca del Río Mantaro: Balance de 7 años de estudios" Huancayo, 18 y 19 de noviembre, 2009
- ORNL (2009). The Global Carbon Cycle. Oak Ridge National Laboratory. Consultado en <http://www.esd.ornl.gov/iab/iab2-2.htm>
- Pajuelo, R. (2005). *Medio Ambiente y Salud en La Oroya*. Lima: CooperAcción
- Pereyra, Carlos (2008). "Estrategias de financiamiento sostenible de sistemas de gestión de los recursos hídricos". En Curso GIRH/NUFFIC. Lima: IPROGA.
- Perú 21 (2001). *Incumplimiento de Doe Run crea nuevo foco de conflicto*. Perú 21, 23/6/2001.
- Placencia, Edson (2011). Cambio climático y minería. Lima: CooperAcción.
- Portal de la Minería Artesanal (2008). Capacitarán a mineros informales de Cajamarca para impulsar su formalización. Consultado en <http://mineriartesanalperu.pe>
- PricewaterhouseCoopers (2009). Impactos Financieros del Cambio Climático – Seminario. PricewaterhouseCoopers, 5/2/2009. Consultado en <http://www.pwc.com/cl/es>

- Quintana, M. J. (1807). *Vida de Españoles Célebres*. Madrid: Imprenta Real 1807. p. 203 y Ax 6
- READY (2009). Real-time Environmental Applications and Display System. Air Resource Laboratory – NOAA. Consultado en <http://ready.arl.noaa.gov/index.php>
- República de Chile (2005). Ley N° 20.017/2005 “Modificatoria Código de Aguas”.
- República del Perú (2009). Ley N° 29338, Marzo del 2009, “Ley de Recursos Hídricos”.
- Revista Área Minera (14/07/2009). Multan a mineras y eléctricas por extracción ilegal de aguas. *Revista Área Minera*. Consultado en <http://www.aminera.cl>
- Ribaudo, Marc et al (2006). “Políticas de manejo sostenible del agua en la agricultura en relación con su medio ambiente: la experiencia de América del Norte”.
- Roberts, D. (2002). Expansión de fundición de Ilo comenzará a fin de año. *Business News America*,.
- Rofi, D. A. (1/9/2007). El agua, entre la minería y la producción. *Diario La Nación de Argentina*.
- Romero, E. y C. Contreras (2006). *Historia Económica del Perú*. Lima: Fondo Editorial de la UNMSM.
- Rossi, R. (7/1/2008). Perú aportó el 8,2% de la producción mundial de oro. Mercosur Noticias website, consultado en www.mercosurnoticias.com
- Rostworowski, M. (1981). *Recursos Naturales Renovables y Pesca, siglos XVI y XVII*. Lima: Instituto de Estudios Peruanos.
- Rostworowski, M. (2004). *Costa Peruana Prehispánica*. Lima: Instituto de Estudios Peruanos.
- Sami T. M. (2005). *Reduction of Nitrous Oxide at Egyptian Fertilizers Facilities*. Workshop For Fertilizer In Egypt, Abril 2005. Egipto.
- Santacruz Bendezú, C. (2009). Balance y Perspectivas del Sector Minero. Lima: Sociedad Nacional de Minería Petróleo y Energía.
- Seiler Ch. (2009). Fundación Amigos de la Naturaleza Bolivia. Implementación y validación de un modelo climático regional para Bolivia. Consultado en www.fan-bo.org
- SENAMHI (2009). “Escenarios Climáticos del Perú al año 2030”. Lima.

- SENAMHI (2010). *Escenarios de cambio climático en la cuenca del Río Mantaro para el año 2021*. Lima: MINAM – Ministerio del Ambiente
- Shady, R. y Leyva C. (eds) (2001). *La Ciudad Sagrada de Caral-Supe*. Lima: Instituto Nacional de Cultura.
- Silva Y. (2009). Variaciones en el Clima del Valle del Mantaro Durante los Últimos 85 Años. Presentación en la Conferencia Macroregional “Cambio Climático en la Cuenca del Río Mantaro: Balance de 7 años de estudios” Huancayo, 18 y 19 de noviembre, 2009
- SNMPE (2008a). *Impacto Económico de la Actividad Minera en el Perú*. Lima: Sociedad Nacional de Minería Petróleo y Energía.
- SNMPE (2008b). *Minería en Cifras - 2007*. Sociedad Nacional de Minería Petróleo y Energía, Perú. Consultado en <http://www.snmpe.org.pe>
- SNMPE (2009). *Estadísticas Minero-Energéticas*. Sociedad Nacional de Minería Petróleo y Energía Consultado en <http://www.snmpe.org.pe>
- Southern Copper Corporation (2009). *Environment Overview*. Southern Copper Corporation website, Perú. Di Consultado en <http://www.southernperu.com>
- Takahashi, K. (2009). Cambio Climático, Investigación e Incertidumbre. Presentación en la Conferencia Macroregional “Cambio Climático en la Cuenca del Río Mantaro: Balance de 7 años de estudios” Huancayo, 18 y 19 de noviembre, 2009
- The International Fertilizer Industry Association (2009). IFA Database. IFA website, Francia. Disponible en: <http://www.fertilizer.org>
- Tord, L. (2003). La pesca en el Perú prehispánico, en *Libro de Oro de la Pesquería Peruana*. Lima: Sociedad Nacional de Pesquería.
- Torres G, Fidel (2008). “Páramos, Jalcas y Bosques de neblina en el norte del Perú”.
- Tyndall Centre for Climate Change Research (2009). High-resolution gridded datasets. Tyndall Centre for Climate Change Research website, Inglaterra. Consultado en <http://www.tyndall.ac.uk>
- UICN (2011). Las áreas protegidas de América Latina; situación actual y perspectivas de futuro. [<http://data.iucn.org/dbtw-wpd/edocs/2011-019.pdf>]
- U.S. Department of Energy (20XX). Lawrence Livermore National Laboratory. S. L. Thompson

- United Kingdom Government (2009). Climate Projections. Met Office, Inglaterra. Consultado en <http://www.metoffice.gov.uk>
- United Nations (2009a). World Population Prospect – The 2008 Revision. Department of Economic and Social Affairs, Estados Unidos. Consultado en <http://www.un.org/esa/desa>
- United Nations (2009b). World Weather Information Service. World Meteorological Organization. Consultado en <http://worldweather.wmo.int/>
- United Nations Framework Convention on Climate Change (2009). Greenhouse Gas Inventory Data. UNFCCC. Consultado en <http://unfccc.int>
- United States Government (2006). Global Mitigation of Non CO2 Greenhouse Gases. Environmental Protection Agency, Estados Unidos. Consultado en <http://www.epa.gov>
- United States Government (2008). Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks 1990-2007 Environmental Protection Agency, Estados Unidos. Consultado en <http://www.epa.gov>
- United States Government (2006). International Energy Annual 2006. Energy Information Administration. Consultado en <http://www.eia.doe.gov>
- Van der Zaag, Pieter (2008); UNESCO-IHE; en Curso GIRH, Módulo 1, IPROGA.
- Weisner, R. (noviembre 2008). Minería y problemas de déficit hídrico. *Revista MinErgía*.
- Zevallos, M. (ed.) (2009). Amazonía. *Revista Bajo La Lupa*, 12.
- Zevallos, M. (ed.) (2009). Calentamiento Global. *Revista Bajo La Lupa*, 14.
- Zevallos, M. (ed.) (2009). Medio Ambiente. *Revista Bajo La Lupa*, 6

Marco normativo peruano:

- Ley de Recursos Hídricos 29338.
- Ley de Minería; DS 014-94 EM; TUO.
- Reglamento de Pasivos Ambientales de la Actividad Minera N 28271.
- Sistema Nacional de Evaluación de Impactos Ambientales, SEIA. Ley 27446, 10/04/2001.
- DS 019-2009-MINAM; Reglamento de la Ley 27446.

- RM N° 239-2010 MINAM (24/11/2010); Procedimiento de Revisión Aleatoria de EIA aprobados.
- DS 014- 94 EM, de junio del 1992.
- Estrategia Nacional de Cambio Climático; Decreto Supremo N° 086-2003-PCM, del 24 de octubre de 2003.

