

LA GEOLOGÍA EN RELACIÓN AL SISTEMA ECOLÓGICO EN EL PERÚ

Pedro Hugo Tumialán De La Cruz*

RESUMEN

El sistema ecológico en el Perú está relacionado mayormente a rasgos geológicos, dichos sistemas ecológicos se emplazan mayormente en suelos Cuaternarios. Se expone el sistema ecológico en el suelo Cuaternario en las pendientes de la Cordillera de los Andes Peruanos entre las cotas de 800 a 3600 msnm, entre las cotas de 3600 a 6000 msnm y en los suelos Cuaternarios en el fondo de los valles del Perú entre las cotas de 0 a 6000 msnm. Los sistemas ecológicos en la Cordillera de los Andes Peruanos sufren una activa acción por efecto de la geodinámica externa como son los huaycos, deslizamientos, desprendimientos, reptaciones, asentamientos, licuefacciones de arena y migraciones de arena por efecto eólico. La geodinámica interna, representada por los sismos, afecta a los sistemas ecológicos en el Perú; los sismos se produjeron, se producen y se producirán en el Perú porque éste se encuentra ubicado cerca a las placas tectónicas de convergencia (placas de Nazca y de Sudamérica). La actividad minera afecta al sistema ecológico en los lugares donde están ubicados los yacimientos en sus fases de exploración, explotación y abandono de las operaciones mineras y en los diferentes tipos de yacimientos en el Perú como en los pórfidos de cobre, en los yacimientos diseminados de oro de baja ley, en los yacimientos filonianos de plata, de oro y de tipo cordillerano polimetálico, en los de tipo eskarn, en estructuras mineralizadas tipo manto, entre otros tipos de yacimientos adicionales en el territorio peruano, en donde existe una gran actividad en defensa del sistema ecológico y en la mejora del medio ambiente.

Palabras clave: Geodinámica, medio ambiente, minería.

GEOLOGY WITH REGARD TO PERU'S ECOLOGICAL SYSTEM

ABSTRACT

The ecology system in Peru is related to geology characteristic, these ecology system are located in Quaternary soil. Exhibit the ecology system in Quaternary soil in the slopes of the Peruvian Andes Cordillera between 800 to 6000 msnm and in the bottom of the valley in the altitude of 0 to 6000 msnm. The ecology system in the Peruvian Andes Cordillera suffers the effect of the external geodinamic such as huaycos, landslides, yoosenings, crawlings, sinkings, sand liquefactions, and eolic sands. The interior geodinamic as earthquake affect the ecology system, because earthquake is in Peru all time by effect of convergence of plates tectonics located close to Peru (Nazca and Sudamerica plates). The mining activity affects the ecology system in places where are located the ore deposits in Peru during the exploration, exploitation and after the end of mining operation in many types of ore deposits as copper porfiry, gold disseminated of low grade, in veins of silver-gold veins of Cordillerano type, in skarn type ore deposit, and in mantle ore deposits, and in other types of ore deposit in the Peruvian territory with intense activity in improve the ecology system.

Keywords: Geodynamics, environment, mining.

* Departamento Académico de Ingeniería Geológica-Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica-Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima-Perú.
E-mail: phtumialan@hotmail.com

1. FENÓMENOS GEOLÓGICOS QUE AFECTAN LA ECOLOGÍA

Suelo de la era Cuaternaria donde se desarrolla la ecología

La era Cuaternaria cuya edad es de 1 millón de años está representada por los suelos originados por diferentes fenómenos geológicos (meteorización física, meteorización química, ríos, aluviones, acción de la gravedad, vientos, acción marina en el litoral, glaciares). En estos suelos se desarrollan los diferentes fenómenos ecológicos, de los cuales daremos una breve referencia (Odum, E.P. 1986).

La vida vegetal y la vida animal en el suelo Cuaternario en las pendientes de las cordilleras de los Andes Peruanos entre las cotas 800 a 3600 msnm

En las diferentes Cordilleras del Perú, la vegetación (chacras) y la vida animal se desarrollan en un suelo Cuaternario; en este suelo cuyo espesor puede ser de unos cuantos metros o decenas de metros se emplazan las pendientes de los cerros. La agricultura en los Andes Peruanos es muy típica desde la época del Preincanato e Incanato, quienes con mucho criterio, en estas pendientes, realizaron cortes horizontales en el suelo Cuaternario para formar andenes para la agricultura, los cuales impidieron un drenaje rápido de las aguas y así se evitó la erosión del suelo por las aguas. Esta técnica se emplea hasta la fecha. En el suelo Cuaternario de las faldas de los cerros de la zona Quechua (800 a 2000 msnm) en la Cordillera Occidental se tiene, además, árboles frutales, sembríos de tunas; en las faldas de los cerros de la Cordillera Subandina (800 a 1000 msnm) existe mayor vegetación, muchos arbustos, y se las conoce como la zona de la Selva. En ella, el hombre andino se dedica a la agricultura, al pastoreo y a otras actividades artesanales, comercio y actividades profesionales.

El suelo Cuaternario, en referencia, está formado por piedras de gran tamaño, de mediano y de granos de menor tamaño tipo gravilla, arena, limo, arcilla. Los agricultores andinos cogen las piedras de gran y mediano tamaño y las agrupan en pequeños montículos, o las toman para cercar sus propiedades, en esa forma preparan el suelo Cuaternario para la agricultura. Los que hemos caminado por esas Cordilleras contemplamos zonas con neblina permanente, en donde crecen los diferentes tipos de papa, sobre todo, la papa huayro muy codiciada para su consumo. El reino animal

en este ecosistema está representado por los animales domésticos que conocemos, como ganados vacuno, equino, porcino, lanar, caprino y otros, aves de corral, aves de campo, animales del subsuelo (gusanos), moscas, abejas y otros.

El suelo Cuaternario es como una gran capa de sábana que cubre los inmensos cerros (Odum, E.P. 1986); y debajo de él tenemos roca compacta, pétrea dura, de edad más antigua como: rocas del Paleógeno-Neógeno (1 a 63 millones de años), Cretáceo (63 a 135 millones de años), Jurásico (135 a 180 millones de años), Triásico (180 a 230 millones de años), Paleozoico (230 a 600 millones de años). Los conjuntos de cerros forman la Cordillera y el conjunto de cordilleras forman los Andes Peruanos. En esas rocas compactas, duras y más antiguas que el suelo suelto deleznable del Cuaternario no hay agricultura.

El suelo Cuaternario, explicado, es producto de la desintegración física y química, conocida como meteorización de las rocas antiguas (Neógeno-Paleógeno, Cretáceos, Jurásicos, Triásico, Paleozoico) por acción de la lluvia, oxígeno y el cambio de temperatura. Si esa roca primaria fue de tipo caliza, el suelo Cuaternario será básico (pH mayor de 7); o si esa roca primaria fue del tipo con predominio de sílice, será un suelo ácido (pH ligeramente menor de 7). Los suelos básicos y ácidos deben neutralizarse para la agricultura. Muchas veces un suelo ácido se puede convertir en básico adicionándole caliza molida (a base de carbonato de calcio) o adicionándole cal (óxido de calcio que se obtiene por cocción de caliza o travertino). Todo esto conduce a la rama de la Agronomía, tema que no tratamos.

La vida vegetal y la vida animal en el suelo Cuaternario en las pendientes de las cordilleras de los Andes peruanos entre las cotas 3600 a 6000 msnm

Al indicar las cotas 3600 a 6000 msnm, estamos refiriéndonos a la zona Puna y zona de los glaciares. La zona Puna está comprendida entre los 3600 a 4900 msnm.

Sistema ecológico en la zona puna: La vegetación es más rala respecto a la vegetación entre las cotas 800 a 3600 msnm. En esta altura de las cordilleras, el glaciar ha intervenido en el esculpido de la superficie formando suelos morrénicos Cuaternarios, transportado por los glaciares; estas morrenas Cuaternarias tienen bloques grandes, medianos y de menor tamaño de rocas. Las

morrenas Cuaternarias, actualmente, se ven como acumulaciones, las cuales se comportan como represas naturales, represan aguas de deshielo de los glaciares y de las lluvias formando una serie de lagunas glaciares Cuaternarias, que se ubican en forma escalonada. Este aspecto podemos observarlo en el camino desde la parte alta de Ticlio hasta La Oroya, donde vemos en forma escalonada las lagunas Victoria, Huacracocha (parte alta de Morococha), Morococha (desaparecida por el relleño de relaves de la mina en el mismo Morococha), Huascacocha, y el gran valle glaciar de Yauli en forma de U cerca de La Oroya; todas ellas de edad Cuaternaria (menos de 1 millón de años).

En toda esta zona de suelo glaciar Cuaternario se aprecia el ichu y algunos arbustos como queñuales. De manera local, en el valle glaciar de Pumapampa (Ancash), se encuentra la famosa Puya de Raimondi, conocida en la zona como *cuncush*, de 6 metros de altura con miles de flores. La puya fue estudiada por Antonio Raimondi, su nombre científico es *puirrea gigantea*. La agricultura sobre este suelo Cuaternario es seleccionada, la siembra es para vegetales que soportan bajas temperaturas como el olluco y la maca, muy conocida en Junín por su gran poder de nutrición. En esta zona frígida viven las vicuñas (Pampas Galera, Ayacucho), llamas, alpacas, zorros, cóndores, águilas y gaviotas. Todos estos suelos glaciares Cuaternarios se emplazan sobre rocas compactas, duras, más antiguas (Neógeno-Paleógeno, Cretáceo, Jurásico, Triásico, Paleozoico) cerca de las cumbres con nieve perpetua Cuaternaria; esta nieve cubre las rocas más antiguas que el Cuaternario, generalmente sin suelo Cuaternario.

Merecen una mención muy especial las mesetas, representadas por un suelo horizontal a gran altura; en el Perú tenemos la meseta del Bombón en Junín (4200 msnm de altura) y la meseta del Altiplano en Puno (3900 msnm). En la meseta del Bombón se emplazan pueblos progresistas como Junín, Carhuamayo, Cerro de Pasco, Colquijirca y otros; cuya ocurrencia de vegetación y animales ya se expuso. Geológicamente estas mesetas fueron lagos rodeados de cerros, en éstos se depositó el material erosionado de los cerros en el Cuaternario, y en el tiempo geológico sufrieron un drenaje natural quedando la meseta actual, y como resto de ese gran lago ha quedado el lago Junín, cuyo estudio del sistema ecológico sería un buen tema para una tesis de maestría en Gestión Ambiental, y en el Sur del Perú, el lago Titicaca. Similar a los casos anteriores, el suelo Cuaternario de estas mesetas está sobre roca dura y compacta más antigua.

El hombre de estas zonas de puna y glaciares se dedica mayormente al pastoreo, muchos emigran a otras zonas por razón de trabajo y de estudio o para realizar otras actividades. Justamente la gran mayoría de las minas del Perú están sobre los 3800 msnm, muchos lugareños de esta región se dedican a la minería o al comercio para abastecer a los mineros de Quiruvilca, Yanacocha, Pierina, Casapalca, San Genaro, Julcani, Cailloma, Arcata, Shila, Raura, Uchucchacua, Iscaycruz, Antamina, Cerro de Pasco, Milpo, Atacocha, Quiruvilca, Yauricocha, Morococha, Huarón, Tintaya, Marsa, Horizonte, Poderosa, Minsur y otros.

La vida vegetal y la vida animal en el suelo Cuaternario en los valles del Perú entre las cotas 0 a 6000 msnm

Los pueblos y ciudades del Perú están cerca a los ríos, por cuanto el agua significa vida. Estos ríos discurren por los valles fluviales (en forma de V, formados por los ríos), valles aluvionales (en forma de V, formados por aluviones), valles glaciares (en forma de U, formados por los glaciares), los cuales forman terrazas (superficiales horizontales que representan antiguos lechos de ríos, de aluviones y de glaciares). En esas terrazas fluviales, fluviales-aluvionales y glaciares no sólo se ubican las ciudades sino, también, sirven de terreno para el cultivo; gran parte de las carreteras pasan por esas terrazas.

La terrazas referidas son suelos del Cuaternario que descansan sobre roca compacta y dura, más antigua que el Cuaternario.

De 0 a 800 msnm en la Costa Peruana en los valles de los ríos que bajan de la Cordillera se tiene un sistema ecológico abundante, con grandes plantaciones de caña de azúcar, de arroz, en el norte; grandes plantaciones de algodón, en el centro y sur; abundancia de árboles frutales, cultivos de alimentos de consumo diario; multitud de animales domésticos y aves. El hombre costeño es bastante extrovertido, trabaja en las grandes haciendas, algunos como ganaderos, y la mayor parte en diversas actividades profesionales, técnicas y en el comercio.

De 0 a 800 msnm en la Selva Peruana, los ríos están como meandros con terrazas inmensas como playas; en ellas hay escasez de rocas pétreas como cantos rodados y cantos angulosos, abunda el limo y la arcilla, mayormente, de color rojiza, conocida como suelo laterítico; este suelo es Cuaternario y descansa sobre sedimentos más antiguos y más compactos, y sobre él crece toda la vegetación.

Los valles de los 800 a los 3800 msnm están en la Cordillera Occidental, Cordillera Interandina, Cordillera Oriental y Cordillera Subandina de los Andes Peruanos. Su ecología es similar a la descrita para las faldas de los cerros comprendidos entre las cotas mencionadas. Muchas terrazas Cuaternarias de estos valles tienen riego y siembra permanente. Su ecología es similar a la de las pendientes de los cerros comprendidos dentro de estas cotas.

Esta zona, sobre todo los valles entre los 1800 a 2500 msnm, sufre permanentemente el fenómeno de los aluviones (huaycos) con gran poder destructivo y con problemas adicionales de deslizamientos, desprendimientos, asentamientos, agrietamientos, represamiento de agua de los ríos e inundaciones que afectan a los sembríos, a las construcciones civiles, a las cementeras con un cambio negativo sobre la ecología de la zona. Sucede en la época de invierno en la Sierra (enero, febrero y marzo).

Los valles de los 3800 a 6000 msnm son del tipo glaciar, tienen la sección transversal en forma de U, gran parte de la ecología fue explicada en la ecología de las pendientes de la cordillera, sólo nos queda adicionar que el clima es frígido por efecto de los cambios de temperatura y que las rocas se desintegran.

Geodinámica externa en los Andes Peruanos que afectan los sistemas ecológicos

Los valles entre las altitudes de 1800 a 2500 msnm sufren grandes fenómenos de geodinámica externa que afectan su ecología, sobre todo en los meses de enero, febrero y marzo por las intensas lluvias en la Sierra. Entre estos fenómenos tenemos: aluviones, desprendimientos, asentamientos, agrietamientos, represamiento de agua de los ríos e inundaciones por dicho represamiento.

Aluviones: Son desplazamientos de lodos del aluvión cargados con enormes rocas a gran velocidad, con un gran poder destructor de toda obra de Ingeniería Civil (viviendas, carreteras, puentes, zonas de sembrío). Todo río que baja de la Sierra de 6000 a 2500 msnm es un trecho de recolección de rocas y material suelto que bajan a gran velocidad; de los 2500 a 1800 msnm deposita todo el material transportado y arrasa con todo; de los 1800 a 0 msnm el río sólo va turbio, sin las rocas que fueron depositadas a una altitud mayor (Figura N.º 1).

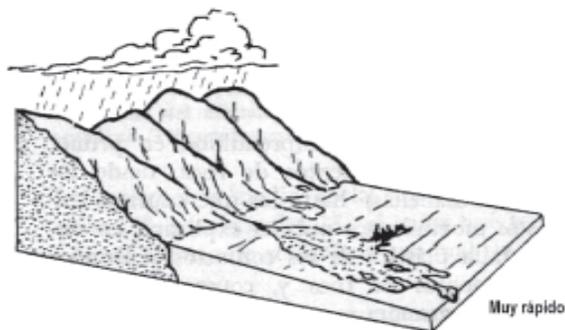


Figura N.º 1. Aluvión.

Deslizamientos: Es un fenómeno muy común en las laderas de los valles desde los 800 a los 6000 msnm. Se produce por exceso de lluvia que humedece el suelo Cuaternario, es el deslizamiento de una masa de suelo en una superficie curva llamada superficie de deslizamiento. Una manera de evitar el deslizamiento es drenando bien las aguas en la parte más alta del deslizamiento. Este fenómeno afecta a las carreteras, a veces a otras construcciones civiles y a los sembríos (Fig. N.º 2).

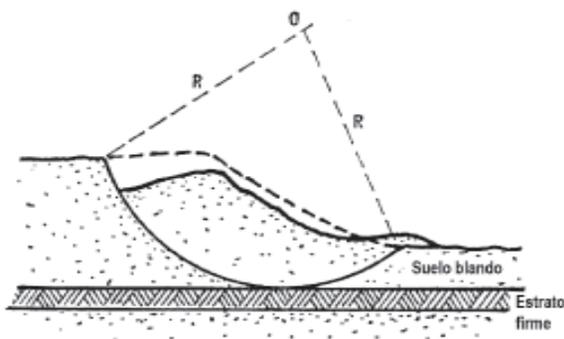


Figura N.º 2. Deslizamiento rotacional.

Desprendimiento: Es la caída caótica de rocas de los cerros por inestabilidad de la pendiente del cerro, provocado por las lluvias, tiene los mismos efectos negativos a la ecología que el deslizamiento.

Asentamientos: Provocados por exceso de lluvia, varias zonas de las terrazas Cuaternarias de los valles sufren hundimientos, conocidos como asentamientos, que afectan a las viviendas, carreteras, puentes, con cambio ecológico negativo.

Agrietamientos: Por los fenómenos de deslizamientos, desprendimientos y asentamientos, se observan fracturas o grietas que indican una inestabilidad del terreno que debe remediarse, muchas veces antes de que ocurran esos fenómenos se observa primero el agrietamiento.

Represamiento de agua e inundaciones: Por efecto de los deslizamientos y desprendimientos muchos ríos son represados temporalmente formándose una laguna temporal que afecta a la ecología de la zona. Por ejemplo, el deslizamiento, el desprendimiento de Mayamarca (Huancaavelica, en 1978) provocó el represamiento del río Mantaro, con el tiempo el mismo río socavó la presa natural y consiguió su curso normal.

Implicancia de los sismos en la ecología del Perú

En el Perú hubo sismos, hay sismos y habrá sismos porque estamos cerca de la confluencia de las placas convergentes de Nazca y Sudamérica. Somos testigos de sismos ocurridos en el Perú con grandes destrozos, como: los sismos de 1942 (Lima), 1970 (Áncash), 1997 (Ica) y 2001 (Tacna). Estos sismos son peligrosos desde la escala VII a mayor escala de Mercalli.

Por los sismos se han producido aludes (Áncash-1970), aluviones (Áncash-1970), deslizamientos, desprendimientos, agrietamientos, asentamientos, represamiento de ríos e inundaciones, afloramiento de agua subterránea (Ancash-1970), licuación de arena (arena que se humedece y pierde cohesión) y grandes destrucciones de obras de Ingeniería Civil. Todos estos fenómenos afectan profundamente a la ecología del lugar. Solución: toda construcción de ingeniería civil debe ser antisísmica (Fig. N.º 3).

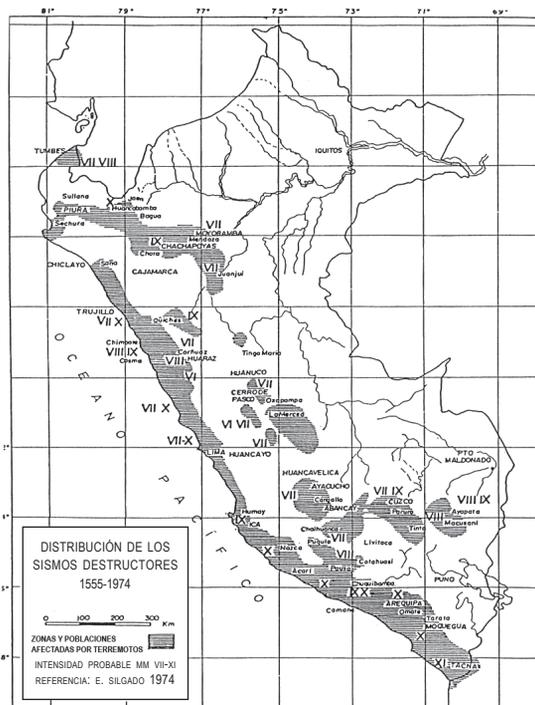


Figura N.º 3. Distribución de los sismos destructores en el Perú.

II. IMPLICANCIA DE LOS YACIMIENTOS PERUANOS EN LA ECOLOGÍA

Consideramos el capítulo de implicancia de los yacimientos peruanos en la ecología por cuanto la industria minera en el Perú ofrece buenas posibilidades de trabajo en ecología y medio ambiente. Además porque el Perú fue, es y será minero. Ocupa a nivel mundial el 3.º lugar en producción de estaño, 3.º lugar en producción de plata, el 4.º lugar en producción de plomo y zinc, el 7.º lugar en producción de cobre y el 8.º lugar en producción de oro.

Los tipos de yacimientos más comunes en el Perú son 1) Estructuras mineralizadas tipo veta, corta a los estratos de rocas sedimentarias y metamórficas, además está en rocas intrusivas y volcánicas; ejemplo, vetas de Morococha, Andaychagua, Casapalca; 2) Estructuras mineralizadas tipo manto, es paralelo a las estructuras mineralizadas; ejemplo, Colquijirca; 3) Estructuras mineralizadas tipo cuerpo, generalmente se emplazan entre intrusivo y caliza; ejemplo, Milpo, Cerro de Pasco. 4) Estructuras mineralizadas de vetillas que se cruzan, conocidas como *stockwork*, que da lugar a los famosos yacimientos diseminados de baja ley y de gran tonelaje; si es de cobre, es un pórfido de cobre, como el pórfido de cobre de Toquepala; si es de oro, es como el yacimiento diseminado de Yanacocha, Pierina.

2.1. Implicancia de la minería en la fase de exploración geológica

La actividad minera se inicia con la fase de exploración geológica, en esta fase se evalúan los rasgos geológicos de la zona y se ve la posibilidad de ocurrencia de mineralización económica. Además, se levantan los planos geológicos, se realiza prospección geoquímica (distribución de leyes anómalas de elementos metálicos), prospección geofísica (ubicar zonas anómalas de propiedades físicas del terreno relacionadas a mineralización); se inician perforaciones diamantinas para interceptar estructuras mineralizadas (vetas, mantos, cuerpos mineralizados). En esta fase no se observa deterioro de la ecología de la zona (Soanez, M. 1998).

2.2. Implicancia de la minería en la fase de la explotación

La explotación minera ha afectado tremendamente la ecología de la zona minera y de sus alrededores. La explotación puede ser subterránea y superficial a tajo abierto.

En la explotación minera subterránea, aparentemente, no se observa detrimento de la ecología, el agua subterránea ácida se drena por gravedad o es bombeada a la superficie como en Cerro de Pasco, esa agua subterránea contamina el sistema hidrológico de la zona minera y de sus alrededores.

La explotación minera superficial tiene mayor implicancia en la ecología superficial con el cambio del paisaje, acarreo de material a zonas de acumulación, problema de los ruidos, los microsismos y la polución de la atmósfera con polvo como resultado de los disparos.

El mineral extraído de la explotación subterránea y superficial es tratado en las plantas de concentración de minerales, los relaves de dichas plantas son almacenados en lugares especiales conocidos como zonas de relaves, a su vez estos relaves son represados por presas construidas con todas las normas ingenieriles. Estas relaveras contienen restos de reactivos nocivos, restos de diferentes tipos de minerales en mayor proporción pirita (S_2Fe) que se oxidan y son fuentes permanentes para formar aguas ácidas por efecto de las lluvias; el polvo de esas partículas finas contamina la atmósfera y deteriora la ecología de la zona y, sobre todo, contamina su sistema hidrológico (riachuelos, ríos, laguna). Como los yacimientos minerales son recursos no renovables, muchas minas agotaron su reserva y abandonaron la zona (Turmalina, Cobre Acarí, Bonanza, Hierro Acarí, Santa Bárbara, Madrigal, San Juan de Lucanas, Millotingo, Pacococha, Castrovirreyna, Ticlio, Farallón, Huampar, Alianza, Hualgayoc, Sayapuyo, Santón, Marta, Buldibuyo y otros). Estas compañías mineras que no trabajan han dejado relaveras sin tratamiento posterior para mitigar su impacto ambiental y son focos permanentes que afectan la ecología de la zona y, sobre todo, acidifican su sistema hidrológico.

En esta forma todos los distritos mineros del Perú hasta 1994 sufrieron un decremento de su ecología. En 1994 el Gobierno Peruano dio una serie de leyes a favor de la ecología de las zonas mineras. Es así como se inicia el estudio de especialistas en Conservación del Medio Ambiente y de la Ecología, siendo en el Perú una Profesión reciente y con mucho futuro, y es la razón porque se implementaron Facultades de Medio Ambiente y Ecología en las universidades.

Zonamiento regional del Perú

(Tumialán, P.H. 2003), (Figura N.º 4)

1. Fisiografía: Cordillera de la Costa.
 - A. Geología: Rocas metamórficas y sedimentarias del Precámbrico al Paleozoico.
 - I Metalogenia: Hierro (Marcona y otros); X2
 - Época metalogenética: Paleozoico.
 2. Fisiografía: Planicie Costera.
 - B. Geología: Rocas sedimentarias y volcánicas del Mesozoico y rocas sedimentarias del Cenozoico.
 - II Metalogenia: Cobre (Raúl, Condestable), X1 polimetálico (Colquisiri, Tambo Grande); X1
 - Época metalogenética: Cretáceo medio.
 3. Fisiografía: Cordillera Occidental.
 - C. Geología: Rocas intrusivas del Cretáceo superior al Paleógeno inferior del Batolito de la Costa.
 - III Metalogenia: Cobre (Toquepala, Quellaveco, Cuajone, Cerro Verde y otros); X3. Entre Nasca y Ocoña oro (Ocoña, Cruz de oro, Calpa, Esperanza del Inca, Jaquí y otros); X2.
 - Época metalogenética: Paleógeno inferior.
 - D. Geología: Franja Volcánica Cenozoica.
 - IV Metalogenia: Oro (Yanacocha, Pierina); X3. Plata (Arcata, Cailloma, San Genaro y otros); X3. Polimetálico (Casapalca, Quiruvilca y otros); X3.
 - Época Metalogenética: Neógeno.
 4. Fisiografía: Cordillera Interandina.
 - E. Geología: Rocas sedimentarias del Mesozoico.
 - V Metalogenia: Polimetálicos (Gualgayoc, Antamina, Raura, Cerro de Pasco, Milpo, Atacocha, Morococha, San Cristóbal, Tintaya y otros); X3.
 - Época metalogenética: Paleógeno-Neógeno.
 5. Fisiografía: Cordillera Oriental.
 - F. Geología: Rocas metamórficas y sedimentarias del Precámbrico al Paleozoico.
 - VI Metalogenia: Oro (Marsa, Horizonte, Poderosa y otros); X3. Polimetálicos (Cobriza, Minsur); X3.
 - Época metalogenética: Paleozoico.
 6. Fisiografía: Cordillera Subandina.
 - G. Geología: Rocas sedimentarias del Mesozoico.

X1 = significa trabajo esporádico en ecología.

X2 = significa trabajo permanente en ecología.

X3 = significa trabajo intenso y permanente en ecología.

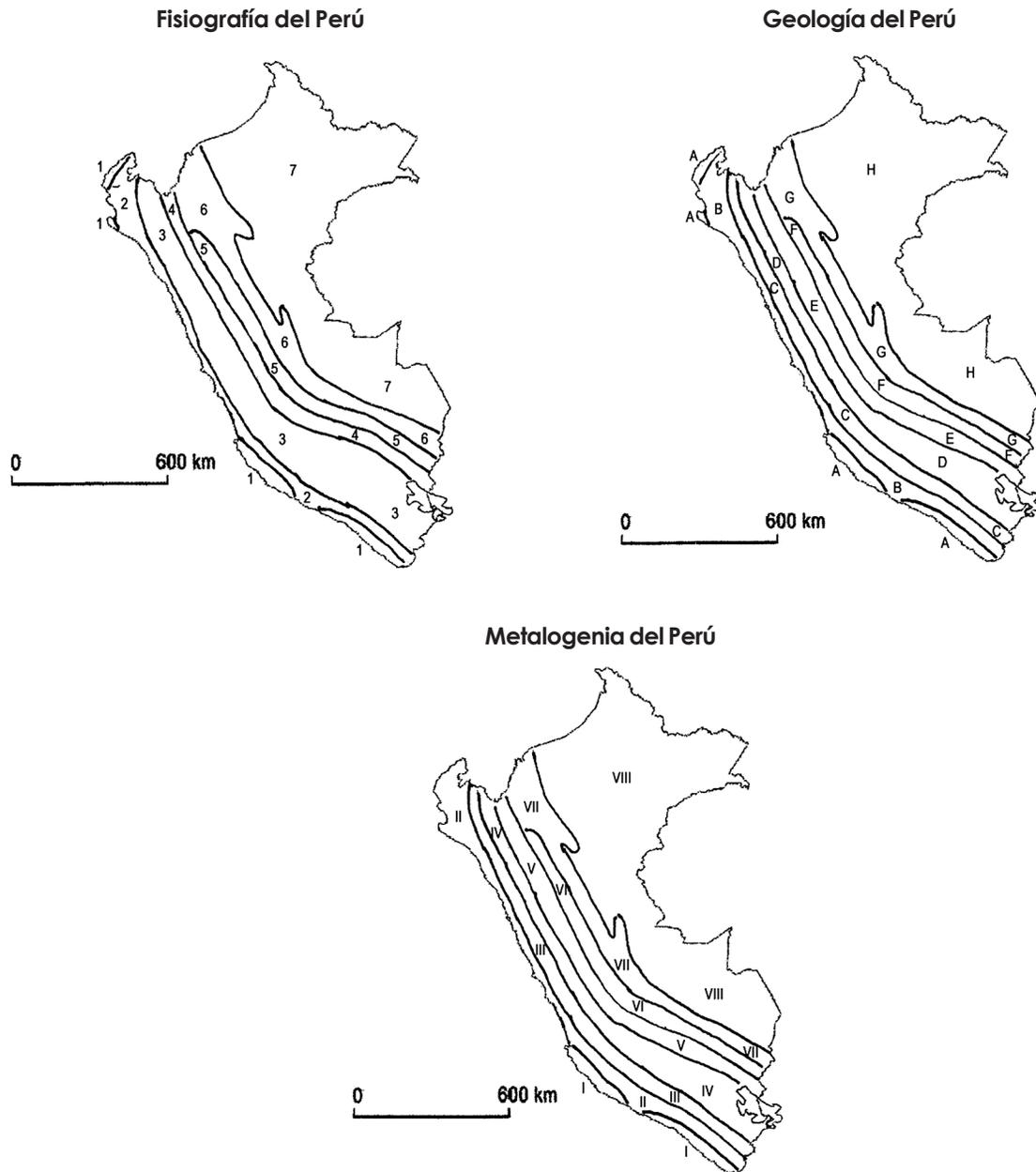


Figura N.º 4. Mapas Fisiográfico, Geológico, y Metalogénico del Perú.

VII Metalogenia: Polimetálico (San Vicente y otros); X2.

Época metalogénica: Peleógeno-Neógeno.

7. Fisiografía: Llanura de la selva.

H. Geología: Rocas sedimentarias del Mesozoico y Cenozoico.

VIII Metalogenia: Lavaderos de oro (Madre de Dios, Tambopata, Inambari y otros); X2.

Época metalogénica: Cuaternario.

III. BIBLIOGRAFÍA

1. Odum, E.P. 1986. *Fundamentos de Ecología*. Editorial Interamericana, México, 423 pp.
2. Seonez, M. 1998. *Ecología industrial*. Ediciones Mundi-Prensa, México, 522 pp.
3. Tumialán, P.H. 2003. Compendio de Yacimientos Minerales del Perú. Boletín N.º 10 de la Serie B del INGEMMET, 630 pp.