

# METALOGENIA DEL NORTE DEL PERÚ

**Pedro Hugo Tumialán De la Cruz**

Universidad Nacional de Ingeniería, phtumialan@hotmail.com

**Jaime Zegarra Navarro**

Universidad Nacional Mayor de San Marcos, jzegarran@unmsm.edu.pe

## RESUMEN

Los departamentos Tumbes, Piura, Lambayeque, La Libertad, Ancash, Huánuco, Cajamarca, Amazonas, San Martín, Loreto, están ubicados al norte del Perú.

De oeste a este su fisiografía y geología es como se indica: Cordillera de la Costa en muy pequeña extensión, con rocas metamórficas del Precámbrico y Paleozoico. La Planicie Costera, con rocas sedimentarias y volcánicas del Mesozoico y rocas sedimentarias del Cenozoico. La Cordillera Occidental, con rocas intrusivas del Cretáceo superior-Paleógeno inferior que conforman el Batolito de la Costa al oeste de dicha Cordillera, con rocas volcánicas del Cenozoico al este de la referida Cordillera. Cordillera Interandina, con rocas sedimentarias del Mesozoico. Cordillera Oriental, con rocas metamórficas del Precámbrico, rocas metamórficas y sedimentarias del Paleozoico. Cordillera Subandina, con rocas sedimentarias del Mesozoico. Selva peruana, con rocas sedimentarias del Mesozoico y Cenozoico.

Desde el punto de vista de la metalogenia, se tiene los siguientes tipos de yacimientos ubicados en provincias metalogénicas y sus respectivas edades geológicas de mineralización (épocas metalogénicas).

En la Planicie Costera: Yacimientos de fosfatos (Bayovar-Piura) del Plioceno, yacimiento polimetálico de exhalación volcánica de Tambo Grande en el borde oeste del Batolito de la Costa (Piura), mineralizados en el Cretáceo medio.

En la franja Volcánica Cenozoica: Yacimientos diseminados de oro de Yanacocha (Cajamarca), Sipan (Cajamarca), Alto Chicaza (La Libertad) Pierina (Ancash), todos ellos de alta alta sulfuración. Yacimientos Cordilleranos polimetálicos tipo veta (La Libertad, Ancash). Todos ellos mineralizados en el Neógeno.

En la Cordillera Interandina: 3 yacimientos tipo pórfido de cobre-molibdeno (Cajamarca), 4 yacimientos tipo pórfido de cobre-oro-molibdeno (Cajamarca). Yacimientos polimetálicos Cordilleranos tipo veta (Cajamarca, La Libertad, Ancash, Huánuco). Yacimientos de oro diseminados en areniscas del Cretáceo inferior (La libertad, Ancash). Yacimientos de oro en diques de composición intermedia (Ancash). Yacimientos polimetálicos de reemplazamiento de calizas en

forma de cuerpos irregulares o mantos (Cajamarca, Ancash, Huánuco). Yacimientos polimetálicos tipo skarn (La Libertad, Ancash, Huánuco), siendo uno de ellos el gran yacimiento Antamina. Todos ellos mineralizados en el Neógeno.

En la Cordillera Oriental: Yacimientos Cordilleranos de oro de baja sulfuración en el Batolito de Pataz (La Libertad), mineralizados en el Pérmico-Carbonífero (Paleozoico).

En la Cordillera Subandina: Yacimientos polimetálicos tipo Mississippi Valley (San Martín); mineralizados en el Neógeno.

Lavaderos de oro en los ríos de las Cordilleras Oriental y Subandina, en la Selva (Cajamarca, Amazonas, La Libertad, San Martín, Loreto). Deposición de oro en el Cuaternario.

Por lo expuesto el norte del Perú ofrece una geología variada, muchos tipos de yacimientos formados en el Paleozoico, Mesozoico y Cenozoico, con excelentes zonas por explorar.

## ABSTRACT

The departments Tumbes, Piura, Lambayeque, La Libertad, Ancash, Huánuco, Cajamarca, Amazonas, San Martín, Loreto, are located at the north of Perú.

From west to east its physiography and geology are: Coast Cordillera in small extension area, by Precambrian and Paleozoic metamorphic rocks. The Coast Plaine, with Mesozoic sedimentary and volcanic rocks and Cenozoic sedimentary rocks. The Occidental Cordillera, with upper Cretaceous – Lower Paleogene intrusive rocks from the Coast Batholith at west of this Cordillera, with Cenozoic volcanic rocks at east of this Cordillera. Interandean Cordillera, with Mesozoic sedimentary rocks. Oriental Cordillera, with, Precambrian metamorphic rocks, Paleozoic metamorphic and sedimentary rocks. Subandean Cordillera with Mesozoic sedimentary rocks. Peruvian Jungle, with Mesozoic and Cenozoic sedimentary rocks.

According the metallogeny, show the following ore deposits placed in metallogeny provinces and its geological mineralization ages (metallony epochs).

The Coast Plaine: Pliocene phosphates ore deposits (Bayovar-Piura), exhalation volcanic polymetallic

ore deposit of Tambo Grande in west limit of Coast Batholith (Piura) mineralized in the medium Cretaceous.

In the Cenozoic volcanic Frame: Gold disseminated ore deposits of Yanacocha (Cajamarca), Sipan (Cajamarca), Alto Chicama (La Libertad), Pierina (Ancash), they are of high sulfuration. Polymetallic Cordilleran vein type ore deposits (La Libertad, Ancash). These ore deposits was mineralized in the Neogene.

In the Interandean Cordillera: 3 copper – molybdenum porphyry ore deposits (Cajamarca), 4 copper – gold – molybdenum porphyry ore deposits (Cajamarca). Polymetallic Cordilleran vein type ore deposits (Cajamarca, La Libertad, Ancash, Huánuco,). Gold disseminated ore deposits in sandstone of lower Cretaceous (La Libertad, Ancash). Ore deposits of gold in dikes of intermedium composition (Ancash). Limestone replace polymetallic ore deposits as irregular bodies or mantos (Cajamarca, Ancash, Huánuco). Skarn polymetallic ore deposits (La Libertad, Ancash, Huánuco), one of them is the big ore deposit Antamina. All of them were mineralized in the Neogene.

In the Cordillera Oriental: Gold Cordilleran vein type ore deposits of lower sulfuration in the Pataz Batholith (La Libertad), mineralized in the Permian – Carboniferous (Paleozoic).

In the Subandean Cordillera: Mississippi valley polymetallic ore deposits (San Martín), mineralized in the Neogene.

Gold placer ore deposits in the rivers of Oriental and Subandean Cordilleras, in the Jungle (Cajamarca, Amazonas, La Libertad, San Martín, Loreto); gold deposition in the Quaternary.

For these considerations the north of Perú offers a complete geology, many types of Paleozoic, Mesozoic and Cenozoic ore deposits, with excellent places for exploitation.

## **GEOLOGÍA**

La fisiografía y geología se observan en la Fig. 1 y Fig.2. De oeste a este se tiene:

La Cordillera de la Costa, con rocas del Precámbrico, Paleozoico y Mesozoico que afloran en Paíta, Illescas y Amotape.

Planicie Costera, con rocas sedimentarias y volcánicas del Mesozoico y sedimentarias del Cenozoico.

Cordillera Occidental, con el Batolito de la Costa del Cretáceo superior al Paleógeno inferior, al este la Franja Volcánica Cenozoica.

Cordillera Interandina, ubicada al este de la Cordillera Occidental, con rocas sedimentarias del Mesozoico, muchos consideran a la Cordillera Interandina como parte de la Cordillera Occidental.

Cordillera Oriental, con rocas metamórficas del Precámbrico, metamórficas y sedimentarias del Paleozoico y Mesozoico.

Cordillera Subandina, con rocas sedimentarias del Mesozoico.

Llanura de la selva, con rocas sedimentarias del Mesozoico y Cenozoico (Chacón, N., et al 1996).

## **EVOLUCIÓN TECTÓNICA Y ÉPOCAS METALOGÉNICAS DE MINERALIZACIÓN**

Ciclo orogénico del Precámbrico en la Cordillera de la Costa y en la Cordillera Oriental, sin mineralización de yacimientos importantes.

Ciclo orogénico del Paleozoico con los tectonismos Eohercínico y Tardiercínico que afectaron a la Cordillera Oriental, al tectonismo Tardiercínico está relacionada la mineralización de oro en el Carbonífero del Batolito de Pataz. Correspondiente a la época metalogénica del Paleozoico.

Orogénesis Andina del Mesozoico y Cenozoico con el tectonismo de la Fase Mochica del Jurásico tardío y Cretáceo inferior, tectonismo de la Fase Peruana del Cretáceo superior, tectonismo de la Fase Incaica en el Oligoceno, tectonismo de la Fase Quechua 1 entre el Paleógeno y Neógeno, tectonismo de la Fase Quechua 2 del Neógeno.

Esta Orogénesis Andina fue causante de la mineralización de la Cordillera Occidental (Batolito de la Costa, Franja Volcánica Cenozoica), de la Cordillera Interandina y de la Cordillera Subandina. Correspondiente a las épocas metalogénicas del Cretáceo medio, Paleógeno y Neógeno.

Posterior a las épocas de mineralización referidas se tiene el tectonismo de la Fase Quechua 3 en el Plioceno y Cuaternario, al cual están relacionados los lavaderos de oro y los yacimientos no metálicos de la Planicie Costera; correspondientes a las épocas metalogénicas del Neógeno y Cuaternario.

## **TIPOS DE YACIMIENTOS EN EL NORTE DEL PERÚ**

### **YACIMIENTOS DE MINERALIZACIÓN NO METÁLICA DE FOSFATOS**

Fosfatos de Bayovar (Piura), del Mioceno con interstratificación menor de diatomitas, tienen un gran potencial. Evaporitas de salmueras de  $\text{Cl}_2\text{Mg}$  (Piura), del Cuaternario, tienen una buena reserva (Dunín-Borkowski, E. 1996).

### **YACIMIENTO DE EXHALACIÓN VOLCÁNICA MARINA**

Tambogrande, es un yacimiento polimetálico de exhalación volcánica marina, ubicado en Piura al oeste del Batolito de la Costa (Fig. 2, Fig. 3),

formado en el Cretáceo medio en la parte superior del Grupo Lomas (Injoque, J.; Miranda, C.; Dunin-Borkowski, E. 1979).

### **YACIMIENTOS RELACIONADOS A DIQUES DE INYECCIÓN MAGMÁTICA FÉLSICA**

Existen diques dacíticos con reactivación de mineralización de oro en los diques que cortan a las granodioritas del Neógeno de la Cordillera Blanca, entre ellos tenemos a los yacimientos Yanamina (Ancash), Nueva California o Tumpa (Ancash) (Tumialán, P.H. 1999).

### **PÓRFIDOS DE COBRE**

En el norte del Perú los pórfidos de cobre se emplazan en la Franja Sedimentaria Mesozoica de la Cordillera Interandina en el departamento de Cajamarca (Fig.1, Fig. 2). Dos pórfidos de cobre están en la fase de exploración (Cerro Corona y Río Blanco). Cinco pórfidos de cobre están explorados (Galeno, Chalguagón, Perol, Michiquillay, La Granja). De estos pórfidos de cobre con mineralización de Cu y Mo (Río Blanco, Michiquillay, La Granja); mineralización de Cu, Mo y Au (Cerro Corona, Galeno, Chalhuagón, Perol). Mineralización de pórfido de Cu en el intrusivo félsico más mineralización tipo skarn en las calizas del Mesozoico en contacto con los stocks de los intrusivos félsicos (Galeno, Perol, Chalguagón) (Llosa, F. et al. 1999). El norte del Perú tiene un gran potencial en pórfidos de cobre con mineralización de Cu-Mo, Cu-Mo-Au en los yacimientos referidos. Ninguno de los 7 yacimientos de pórfido de cobre mencionados está en explotación (Fig. 3).

### **YACIMIENTOS TIPO SKARN**

Los yacimientos tipo skarn en el norte del Perú están en la Franja Sedimentaria Mesozoica de la Cordillera Interandina, y en la Cordillera Negra de la Cordillera Occidental en el departamento de Ancash (Fig.1, Fig.2). Intrusivos félsicos del Paleógeno-Neógeno intruyen calizas del Cretáceo, formándose los cuerpos tipo skarn en las calizas.

Entre los yacimientos tipo skarn consideramos al yacimiento polimetálico Magistral (Ancash). Al megayacimiento de Antamina (Ancash) con mineralización de Cu-Zn-Mo-Pb-Ag, el skarn está en calizas de las Formaciones Jumasha y Celendín del Cretáceo medio en contacto con intrusivo de cuarzo monzonita del Neógeno (Petersen, U. 1965). Prospectos polimetálicos tipo skarn en la Cordillera de Huayhuash (Fig. 3).

En la Cordillera Negra yacimiento tipo skarn en mantos de Pb-Zn-Ag, sin presencia en superficie de un intrusivo, es un yacimiento de skarn distal.

### **YACIMIENTOS DE REEMPLAZAMIENTO Y RELLENO EN CALIZAS**

Se mineralizaron en la Franja Sedimentaria Mesozoica de la Cordillera Interandina (Fig. 1, Fig. 2), son yacimientos polimetálicos, se presentan como mantos, cuerpos y vetas; las soluciones hidrotermales de los alcances mesotermal a epitermal han reemplazado y rellenaron a calizas del Mesozoico. Estos yacimientos no tienen minerales de los yacimientos tipo skarn por que se han formado a menor temperatura.

Mencionaremos como este tipo de yacimiento en el distrito minero de Hualgayoc (Cajamarca) a los yacimientos: Sinchao (cuerpo irregular, polimetálico), Pozos Ricos (filoniano, plata), Porcia (filoniano, plata), Mesa de Plata (filoniano, plata), Predilecta (filoniano, plata), Paccha (filoniano, polimetálico), Colorada (manto, oro), Consulado (manto-oro). En Ancash en la Cordillera de Huayhuash (vetas y mantos polimetálicos). En Huánuco el manto polimetálico de Huanzalá en calizas de la Formación Santa del Cretáceo inferior (Carrascal, R.; Sáez, J.; Soler, P. 1993), Acostambo (manto, cobre en Huacrachuco-Huánuco).

### **YACIMIENTOS DE ORO Y PLATA EN ARENISCAS – CUARCITAS – PIZARRAS**

Mineralización de oro-plata en la Franja Sedimentaria Mesozoica de la Cordillera Interandina en cuarcitas de la Formación Chimú del Cretáceo inferior (Fig.1, Fig.2, Fig. 3). El yacimiento de Ag, Cu, Au de Algamarca (Cajamarca) como vetas. Los yacimientos diseminados de Au en La Arena, la Virgen, El Toro, Santa Rosa (La Libertad) (Montoya, D. 1999). Cuerpo diseminado en el yacimiento Yanaico (Ancash). Yacimiento filoniano de plata Mercedes (Huánuco). Vetas y mantos de mineralización de Au en pizarras-areniscas de la Formación Chicama en Cabana (Ancash).

### **YACIMIENTOS TIPO CORDILLERANO**

Son yacimientos tipo veta, yacimientos polimetálicos y de oro de baja sulfuración, relacionados a intrusivos de composición intermedia, son yacimientos hidrotermales (catatermal a mesotermal), con profundidad de mineralización que pueden llegar y sobrepasar los 1000m, tienen una alteración hipógena de cajas representado por silicificación, sericitización, argilización y propilitización. Su zonamiento de menor a mayor temperatura es Pb-Zn-Ag-Cu.

Yacimientos Cordillerano en la Cordillera Occidental en la Franja Volcánica Cenozoica: Quiruvilca (La Libertad) (Bartos. P. 1987), es un yacimiento polimetálico. En la Cordillera Negra (Ancash), yacimientos polimetálicos en el Distrito

Minero de Ticapampa (Collaraca, Hércules, Coturcán, Tarugo, Huancapetí). Mineralización de oro en el yacimiento Colquirrumi (Ocros) (Fig. 1, Fig. 2, Fig.3).

En la Cordillera Interandina en la Franja Sedimentaria Mesozoica el yacimiento de oro Trinidad (La Libertad), el yacimiento de tungsteno Pasto Bueno (Ancash) (Landis, G. P & Rye, R. 1974).

En la Cordillera Oriental, yacimientos de oro de baja sulfuración en el Batolito de Pataz (La Libertad) del Carbonífero, entre ellos tenemos: Poderosa, Real Aventura, Horizonte (anteriormente se le llamaba Parcoy), Marsa, Buldibuyo; estos yacimientos en el departamento de La Libertad. Coricocha (Huánuco) en fillitas del Complejo Maraón del Precámbrico (Fig. 1, Fig.2, Fig.3).

### YACIMIENTOS PEGMATÍTICOS

De alta temperatura, con fenocristales de cuarzo, feldspatos, micas, minerales raros. En el Batolito de la Costa el yacimiento Samanco-Adán (Ancash) (Petersen, G. 1961) (Fig.2).

### YACIMIENTOS RELACIONADOS A VOLCANISMO CONTINENTAL

La Franja Volcánica Continental es del Cenozoico (Paleógeno-Neógeno), tiene un ancho de 30 a 50km (Fig. 2). En este ambiente se han formado yacimientos filonianos epitermales de plata-oro de baja sulfuración, antimonio, polimetálicos tipo yacimientos cordilleranos expuestos anteriormente; todos ellos relacionados a stocks de intrusivos félsicos del Paleógeno-Neógeno. Yacimientos diseminados de oro-plata de baja ley de alta sulfuración, relacionados a centros volcánicos y stocks de intrusivos félsicos (Fig. 3). La mineralización está relacionada al tectonismo Andino (Fase Incaica del Paleógeno, Fase Quechua 1 del Paleógeno-Neógeno, Fase Quechua 2 del Neógeno), la Fase 3 del tectonismo Andino del Plioceno y Cuaternario se produjo posterior a la mineralización hipógena-primaria.

Como yacimientos filonianos epitermales de Ag-Au de baja sulfuración se tiene a Salpo (La Libertad), Urumalqui (La Libertad), Acococha (Cordillera Negra-Ancash) (Fig. 3).

Yacimientos diseminados de oro y plata de baja ley de alta sulfuración consideramos a Sipán (Cajamarca), Yanacocha (Cajamarca) (Bartra, R. 1999), Alto Chicama (La Libertad), Pierina (Cordillera Negra-Ancash) (Fig. 3).

### YACIMIENTOS DE LAVADEROS DE ORO

Los yacimientos de lavaderos de oro se han formado por proceso de erosión de yacimientos primarios de oro, transporte y depositación en los ríos.

Lavaderos de oro en los ríos Cénepa (Amazonas), Santiago (Amazonas), Chinchipe (Cajamarca) (Olivari, J. 1990); estos ríos traen la erosión de la mineralización primaria de oro de la Cordillera del Condor en el Ecuador. Lavaderos de oro en los ríos Huallaga (Huánuco-San Martín), Pachitea (Huánuco), Maraón (La Libertad), Chuquicara (Ancash) (Fig. 3).

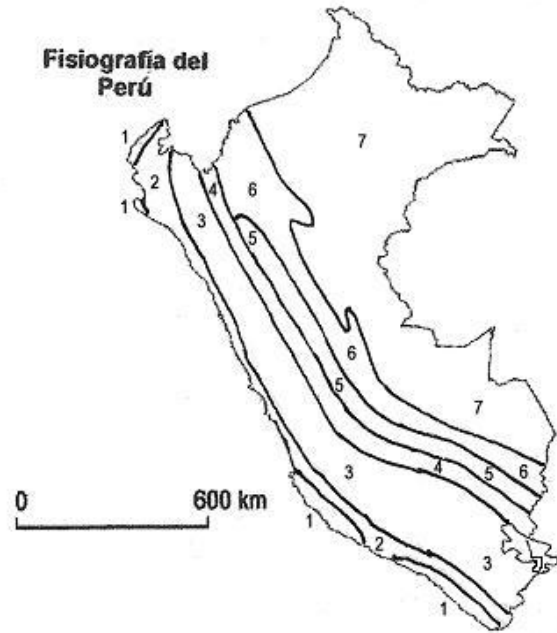
### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bartra, R. (1999) – Geología del distrito minero de Yanacocha. Pro EXPLO 1999, pág. 13-22.
- Campián, M. (2000) - Yacimiento de Zn-Pb tipo Mississippi Valley de San Vicente-Perú Central. Posgrado UNMSM, pág. 1-20.
- Carrascal, R.; Saez, J.; Soler, P. (1993) – El yacimiento estratoligado (Pb-Zn-Cu-Ag) de Huanzála (Huánuco-Perú Central): discusión genética. Bol. Soc. Geol. Perú, Vol. 71, pág. 1-15.
- Chacón, N. et al (1996) – Metalogenia como guía para la prospección minera en el Perú. INGEMMET, Lima, pág. 1-61.
- Dunin-Borkowski, E. (1996) – Minerales Industriales del Perú: oportunidades de negocios. INGEMMET, Lima, pág. 1-184.
- Landis, G.; Rye, R. (1974) – Fluid inclusión, and stable isotope studies of the Pasto Bueno tungsten-base metal ore deposit, northern Peru. Economic Geology Vol.69-Nº7, pág. 1025-1059.
- Llosa, F.; Georgel, J.; Véliz, J. (1999) – Los pórfidos Au-Cu de Minas Conga (Chalguagón, Perol). Pro EXPLO 1999, pág. 177-195.
- Montoya, D. (1999) – Yacimiento aurífero Santa Rosa. Pro EXPLO 1999, pág. 93-99.
- Petersen, G. (1961) – Sobre algunas pegmatitas en el litoral peruano. Minas, Rev. Fac. Ing. Minas, UNI, pág. 15-20.
- Petersen, U. (1965) – Regional Geology and major ore deposits of Central Peru. Economic Geology Vol. 60-Nº3, pág. 407-476.
- Olivari, J. (1990) – Métodos de minado en yacimientos auríferos de más de 20m de espesor. CEPECT – UNMSM, pág. 242-252.
- Tumialán, P. H. (1999) – Geología Económica del Yacimiento de Oro de Tumpa (Nueva California). Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica de la UNMSM, pág. 25-33.



**Fig. 1 Fisiografía del Perú**

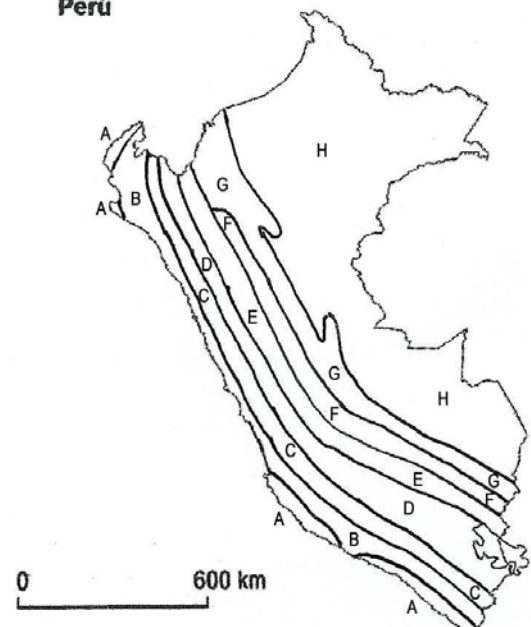
1. Cordillera de la Costa
2. Planicie Costera
3. Cordillera Occidental
4. Cordillera Interandina
5. Cordillera Oriental
6. Cordillera Subandina
7. Llanura de la Selva



**Fig. 2 Geología del Perú**

- A. Rocas metamórficas del Precámbrico y Rocas metamórficas y sedimentarias del Paleozoico y Mesozoico.
- B. Rocas sedimentarias y volcánicas del Mesozoico y sedimentarias del Cenozoico.
- C. Batolito de la Costa del Cretáceo superior y Paleógeno inferior.
- D. Franja volcánica Cenozoica.
- E. Franja sedimentaria Mesozoica.
- F. Rocas metamórficas del Precámbrico y Rocas metamórficas y sedimentarias del Paleozoico y Mesozoico.
- G. Franja sedimentaria Mesozoica.
- H. Rocas sedimentarias del Mesozoico y Cenozoico

**Geología del Perú**



**Fig. 3 Metalogenia del Perú**

- I. Pegmatitas, hierro, polimetálicos. Época Metalogénica: Paleozoico y Mesozoico.
- II. Cobre, polimetálicos, fosfatos y evaporitas. Época Metalogénica: Cretáceo medio, Neógeno y Cuaternario.
- III. Cobre, oro, pegmatitas. Época Metalogénica: Paleógeno inferior.
- IV. Oro, plata, polimetálico. Época Metalogénica: Paleógeno y Neógeno.
- V. Polimetálico, cobre, oro, plata. Época Metalogénica: Paleógeno y Neógeno.
- VI. Oro, polimetálico. Época Metalogénica: Paleozoico, Paleógeno y Neógeno.
- VII. Polimetálico. Época Metalogénica: Paleógeno y Neógeno.
- VIII. Lavadero de oro. Época Metalogénica: Cuaternario.

**Metalogenia del Perú**

