

YACIMIENTOS DE MINERALES METÁLICOS DEL PERÚ

Ing. Pedro Hugo Tumialán De la Cruz.

Profesor Principal Dpto. Académico. Ing. Geológica

Resumen

Morfológicamente en el Perú se observa once zonas, con una mineralización metálica peculiar en cada una de ellas. Geotectónicamente hubo una Orogénesis Hercínica en la Cadena Costera en la Cordillera Oriental con un tectonismo Eohercínico en el Devónico Superior, tectonismo Neohercínico en el Permiano Medio; Orogénesis Andina en la Cordillera Occidental, Central y Subandina del Cretáceo Superior al Terciario Superior.

Los yacimientos metálicos tienen una distribución en franjas paralelas a la Cordillera de los Andes conocido como Provincias Metalogenéticas; de Oeste a Este se tiene: fierro, cobre dentro de ella oro en un cierto sector, plata y polimetálico, polimetálico, oro y polimetálico, lavadero de oro, con una geología peculiar en cada una de ellas. Estas Provincias Metalogenéticas se han mineralizado en diferentes Épocas conocido como Épocas Metalogenéticas, ellas se realizaron con el Paleozoico, Cretáceo Superior - Terciario Inferior, Terciario Superior, y el Cuaternario. Todo lo expresado se realizó por efecto del Tectonismo de Placas de convergencia conocido como Placa de Nazca y Placa de América que dio lugar a la formación de la Cordillera de los Andes, a su magmatismo y a su mineralización.

I.-LA MORFOLOGÍA DEL PERÚ

Al territorio peruano morfológicamente podemos dividirlo en once zonas, a saber (Figura 1):

01. Cordillera de la Costa.
02. Llanuras y depresiones Costaneras.
03. Cordillera Occidental.
 - 3.a Cadena de conos volcánicos.
04. Valles y depresiones interandinas.
05. Cuenca del Titicaca.
06. Cordillera Oriental

0.7 Cordillera Sub andina

08. Llanura del Amazonas.

09. Montaña del Shira.

10. Llanura de Madre de Dios.

1.1 Cordillera de la Costa

Viene de Paracas a Chile, con un ancho de 20 a 30 Km altura de 1,000 a 1,500 msnm. Al NW continua con restos en el Cerro Illescas, Silla de Paita y Cerro Amotape, con rumbo de NW a NE.

1.2 Llanuras y depresiones Costaneras

Pampas Costaneras al Sur de 15 a 45 Km de ancho, parte Central de 5 a 20 Km. de ancho, parte Norte en Sechura con 100 Km ancho.

1.3 Cordillera Occidental

Montaña de plegamientos formado en el Mesozoico-Cenozoico con pliegues, fallas, elongamiento de intrusivos, de rumbo NW, su presente altura se formó por movimientos epirogénicos hasta el Terciario Tardío y Cuaternario.

Cordillera Occidental, se halla entre las pampas Costaneras por el Oeste y el eje de los valles interandinos por el Este como el Valle del Marañón al N, Valle del Mantaro en el Centro, los valles de Apurímac, Vilcanota y Ayavirí al Sur. Al N el ancho de la Cordillera es de 130 a 150 Km, elevación máxima en el Paso de Porcuya con 2,138 msnm. Al S el ancho de la Cordillera es de 150 a 250 Km, la mayor cota en el Huascarán con 6,768 msnm. de altura.

1.3.1 Cadena de conos volcánicos

Desde el paralelo 15°S hasta la frontera con Chile, de 500 a 600 Km de longitud, hay volcanes, ejemplo: Yucamane, Tutupaca, Ubinas, Misti, Ampato, Solimana, su ancho es de 20 a 30 Km; de dirección al NW; todo esto se formó entre fines del Terciario y el Pleistoceno.

1.3.2 Valles y depresiones interandinas

Se ubica entre la Cordillera Occidental y la Cordillera Oriental, figura el Valle del Marañón de 550 Km. de largo, el Valle del Mantaro con 300 Km. de largo desde la meseta de Junín hasta Huanta, los valles de Apurímac, Vilcanota y Ayavirí con 350 Km.

1.3.3 Cuenca del Titicaca

Entre las Cordilleras Occidental y Oriental de origen tectónico.

1.4 Cordillera Oriental

Está al E de los valles interandinos, con montañas formadas en el Paleozoico. Al Norte con poca altitud, al Sur más elevada hasta 6,000 m de altura.

1.4.1 Cordillera Subandina

Al E de la Cordillera Oriental, se formó a fines del Terciario, por plegamiento de los sedimentos Mesozoicos, Cenozoicos. Desde Tingo María (Huánuco) hasta la frontera con el Ecuador con cotas de 1,800 a 2,000 msnm. y cumbres hasta 3,000 msnm. de altura. Parte S entre el río Huallaga al Oeste y el río Ucayali al Este.

1.4.2 Llanura del Amazonas

Una vasta penillanura al E de la Cordillera Subandina y al N de las suaves colinas de Fitzcarrald que la separa de la llanura de Madre de Dios, altura de 100 a 400 msnm.

1.4.3 Montaña del Shira

Su rumbo es de N-S la cumbre más alta tiene 1,800 msnm.

Llanura de Madre de Dios.- Drenada por el río Madre de Dios, al Sur está la Cordillera Oriental, al W y NW las colinas de Fitzcarrald.

II.-EL GEOTECTONISMO DEL PERÚ

La orientación general de la Cordillera de los Andes es de rumbo NW-SE. Se produjo varias orogénesis, a saber:

2.1 Orogénesis Hercínica en la Cadena Costera y en la Cordillera Oriental

Tectonismo Eohercínico en el Devónico Superior con fallas de sobreescurrecimiento. Tectonismo Neohercínico en el Permiano Medio. El plegamiento es suave.

Los tectonismos Eohercínico y Neohercínico dieron lugar a la formación de la Cadena Costera y de la Cordillera Oriental con rocas antiguas del Precámbrico y del Paleozoico. Estos tectonismos también se produjeron en la Cordillera Occidental en las rocas profundas que se hallan debajo de las rocas sedimentarias y volcánicas del Mesozoico y Cenozoico.

La erosión generó molasas continentales rojas con material volcánico (grupo Mito del Pérmico Superior).

La fase magmática está representada por grandes intrusivos graníticos, granodioríticos y stocks básicos. Algunos de estos intrusivos tienen relación genética con la mineralización de Época Metalogénica del Paleozoico.



FIGURA N° 1: Mapa Morfológico del Perú

2.2 Orogénesis Andina.- Las rocas que forman el zócalo de los Andes son metamórficas y de edad Precámbrica, afloran en la Cordillera Oriental y en la Cordillera de la Cadena Costera.

En el Paleozoico en la faja Andina hubo 2 ciclos de sedimentación en ambientes de geosinclinales, cada ciclo terminó con etapas de tectonismo, magmatismo y posible mineralización, la primera afines del Devónico y la segunda, en el Pérmico Medio Tardío. Las rocas Paleozoicas y sus depósitos de minerales están mayormente en la Cordillera Oriental y en la Cadena Costera.

Los movimientos tectónicos del Mesozoico y Cenozoico son los responsables de la formación de los Andes.

El ciclo comienza en el Triásico Superior con una transgresión de W a E, que cubrió la mayor extensión del territorio actual depositando una serie de calizas, dolomitas y margas que en las porciones más occidentales son de fases volcánicas sedimentarias (grupo Pucará). Posible movimiento en el Jurásico

Medio. Al final del Jurásico quedaron definidos dos cuencas, una Occidental y otra Oriental, mediante un geoanticlinal, cuya posición coincide con la actual Cordillera Oriental.

En el Aptiano, se depositaron en la Cuenca Occidental sedimentos marinos y continentales, en el Albiano hubo una transgresión que invadió la Cuenca Oriental y depositó en el Cretáceo Medio y Superior, calizas, margas y lutitas.

El geosinclinal andino se acondicionó en el Triásico Tardío. Después de una breve etapa de deformación, intrusión en el Jurásico Medio, el geosinclinal siguió su desarrollo durante el Jurásico Tardío y el Cretáceo, terminando con varias fases del plegamiento y magmatismo entre fines del Cretáceo y el Terciario Superior y su etapa de mineralización.

El primer movimiento tectónico en la Cuenca Occidental sucede en el Cretáceo Superior y el Terciario Inferior. La erosión en el Terciario originó los sedimentos molásicos de las capas rojas. Su magmatismo originó el Batolito de la Costa (intrusivos de composición intermedia). El segundo tectonismo ocurre en el Terciario Medio, seguido por un intenso magmatismo plutónico y efusivo.

En el Terciario Superior tenemos pequeños plutones de composición intermedia que está a lo largo de la Cordillera Occidental y a ello está relacionado la mayor mineralización que se conoce en los Andes peruanos y de un potencial económico grande. La mineralización está relacionada a los episodios magmáticos ocurridos en las fases orogénicas y postorogénicas de la evolución de los geosinclinales Paleozoicos y Mesozoicos que originaron el Sistema Andino.

La mineralización asociada a la Orogenia Andina, tiene su máximo desarrollo en la Cordillera Occidental. La penillanura comenzó a levantarse por procesos epirogénicos en el Plioceno. El movimiento continuó a través del Cuaternario, con fallamiento en bloques y arqueamiento. El volcanismo post-orogénico afectó a rocas volcánicas más antiguas en la Cordillera Occidental, el Misti se formó en esta época. El levantamiento de los Andes alcanzó en el Pleistoceno una altura de 4,200 a 4,400 msnm.

2.3 Plegamiento en la Cuenca Subandina

En el Mesozoico y Cenozoico se depositaron en ciertas zonas al E de la Cordillera Oriental sedimentos marinos y continentales, que sufrieron los efectos de una deformación por compresión horizontal a fines del Mioceno y el Plioceno Inferior, generando la Cordillera Subandina.

2.4 Provincias Metalogénicas del Perú

Habiéndose expuesto un resumen sobre la Morfología del Perú y un resumen sobre el Geotectonismo del Perú, se explicará sobre los rasgos referente a las

Provincias Metalogenéticas del Perú, (Figura N°2, Figura N° 3), como guías de Exploración y Prospección Minera en el Perú (Bellido, E. De Montreuil, L. 1978).

Los depósitos son primarios, epigenéticos, mayormente de tipo hidrotermal, como vetas, mantos epigenéticos por reemplazamiento, metasomático de contacto, stockworks, depósitos tipo skarn, raros son los depósitos singenéticos (aluviales de oro, mantos singenéticos).

La exploración y Prospección Minera en el Perú en este artículo se dará pautas sobre la ubicación de los yacimientos de minerales conocido como Provincias Metalogenéticas.

Las Provincias Metalogenéticas están constituidas por franjas mineralizadas de rumbo NW concordante con la Cordillera de los Andes. Ellas son de Oeste a Este:

1. Provincia Metalogenética de Fe de la Cadena Costera.
2. Provincia Metalogenética de Cu del Batolito de la Costa y de la Planicie Costera, Sub-Provincia Metalogenética de Au-Cu como parte de la Provincia Metalogenética de Cu del Batolito de la Costa.
3. Provincia Metalogenética de Ag y polimetálica de la franja volcánica Cenozoica de la Cordillera Occidental.
4. Provincia Metalogenética Polimetálica de la franja sedimentaria Mesozoica de la Cordillera Occidental.
5. Provincia Metalogenética de Au y polimetálica de la Cordillera Oriental.

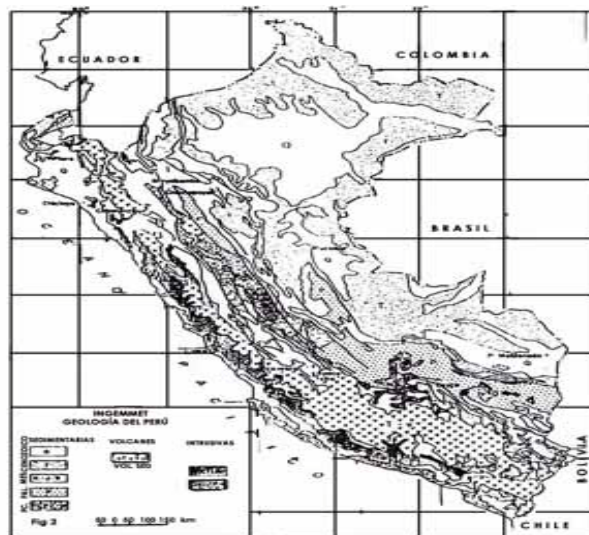


FIGURA N° 2: Morfología y Geotecnismo del Perú

2.5 Provincia Metalogenética de Fierro de la Cadena Costera.

Geología.- Gneiss y esquistos asociados con granitos rojos del Precámbrico al Paleozoico, rocas metamórficas y sedimentarias del Paleozoico.

El Fe en 2 áreas, la primera entre Paracas y Chala y la segunda entre Mollendo y Tacna. Primera zona en Marcona. Las soluciones mineralizantes en Marcona migraron de un intrusivo de composición intermedia que aflora al Oeste del área mineralizada, reemplazan a calizas Paleozoicas formando depósito de Fe tipo skarn. Entre Mollendo - Tacna tenemos vetas, entre ellos el Cerro Morritos, cerca a Sama, el yacimiento de Tarpuy. Todos ellos de alta temperatura.

2.6 Provincia Metalogenética de Cobre del Batolito de la Costa y de la Planicie Costera, Sub-Provincia Metalogenética de Oro - Cobre como parte de la Provincia Metalogenética de Cobre del Batolito de la Costa.

Geología.- Batolito Andino del Cretáceo Superior al Terciario Inferior con predominio de las tonalitas, granodioritas, adamelitas y dioritas (1,500 Km de longitud, de 30 a 40 Km de ancho). Al Oeste la Planicie Costera con rocas sedimentarias y volcánicas del Mesozoico y sedimentarias del Cenozoico. En el lado Oriental rocas sedimentarias del Mesozoico superpuestas por rocas volcánicas del Cenozoico. Tiene vetas, pipes, mantos de sustitución en rocas estratificadas más antiguas que el Batolito y como techo de este, mineralización diseminada, pórfido de Cu al S del País. Los depósitos de reemplazamiento son más escasos.

Los pórfidos de Cu de Cerro Verde, Cuajone, Quellaveco, Toquepala están en rocas intrusivas (monzonita, diorita y granodiorita en el Batolito de la Costa), o en rocas volcánicas encajonantes de aquellas. La mineralización genéticamente está relacionada a stocks de dacita, monzonita cuarcífera y pórfido cuarcífero, más jóvenes que el Batolito; con chalcopirita, piritita, poca bornita, poca esfalerita, pues galena, poca enargita, poco molibdeno. Las alteraciones hidrotermales son intensas, de la parte central de mayor temperatura a la parte externa de menor temperatura, las alteraciones son: potásica, sericítica, argílica y propilítica.

Entre Nazca a Ocoña se emplazan yacimientos de Au-Cu, son vetas en el Batolito, transversales al rumbo del Batolito; Au en el cuarzo, en la piritita, en la chalcopirita, en la galena. Actualmente se explota muchas minas de Au en el batolito de la costa entre Nazca y Ocoña.

De Nazca a Mala, Cu en vetas en rocas del Batolito, en formaciones sedimentarias y volcánicas adyacentes al Batolito con chalcopirita, bornita poca galena con piritita, cuarzo. En el lado oriental del Batolito hay pequeñas vetas y yacimientos metasomáticos. Al Oeste del Batolito los yacimientos de exhalación volcánica de Condestable, Raúl; al Este del Batolito los yacimientos de exhalación volcánica de Perú Bar en Chosica y Palma con mineralización hidrotermal en volcánicos

Mesozoicos y en algunos horizontes de caliza Mesozoica. De Mala a Chiclayo, la mineralización de Cu es de menor intensidad.

De Chiclayo a Tumbes, Cu de Tambo Grande como yacimiento de exhalación volcánica del Mesozoico en Piura, el famoso yacimiento de fosfatos de Sechura del Terciario Medio. Los lavaderos de oro del Cuaternario del río Puyango en Tumbes. Son yacimientos hidrotermales de alcance hipotermal, mesotermal a epitermal.

2.7 Provincia Metalogenética de Plata y Polimetálica de la Franja Volcánica Cenozoica de la Cordillera Occidental.

Geología.- Rocas volcánicas del Cenozoico, ocupan la porción alta al N y Centro del Perú, afloran principalmente al Oeste de la divisoria, pero en la región meridional la franja volcánica se extiende a ambos lados de la divisoria de la Cordillera Occidental con un ancho de 150 Km a 200 Km. Las rocas volcánicas en referencia descansan discordantemente sobre rocas sedimentarias y metamórficas plegadas del Mesozoico.

En esta provincia Metalogenética hay mayor cantidad de yacimientos de Ag ligados a procesos de vulcanismo como diatremas, estratos volcanes, calderas, stock subvolcánicos. Al Sur de la prolongación de la dorsal de Nazca los yacimientos son más ricos en Ag. Cerca de la dorsal de Huancabamba hace 8 años se ubicó el yacimiento de Au más grande del País ligado a procesos de vulcanismo tipo porfirítico conocido como el yacimiento de Au de Yanacocha.

Se tiene el pórfido de Cu de Cañariaco en Lambayeque, el pórfido de Cu la Granja en Cajamarca, el pórfido polimetálico de Jehuamarca en Lambayeque, estos tres depósitos porfiríticos del Terciario Inferior.

Por lo general, en estos yacimientos de Ag se tiene el siguiente zonamiento de la parte superior a la inferior: Ag, Pb, Zn; el Pb y Zn no son de leyes comerciales. En estos yacimientos de Ag el Au es un subproducto, excepto a ello es Yanacocha.

La profundidad de estos yacimientos de Ag, es menor de 450 m, son de alcances epitermal. Mineralógicamente tiene sulfosales de Ag, argentita, con cuarzo gris, rodocrocita, rodonita, baritina, pirita, poca galena, poca esfalerita.

En esta franja volcánica cenozoica se tiene también yacimientos polimetálicos de Pb-Zn-Ag-Cu del tipo cordillerano, con un zonamiento de la parte superior a la parte inferior de Pb-Zn-Ag-Cu, en estos yacimientos la Ag está a profundidad, tiene una mayor profundización que llega a 700 m como en Madrigal, Pacocochoa, El Farallón. Son de alcance epitermal mesotermal.

Por procesos de meteorización en yacimientos de Ag se tiene de la parte superior a la parte inferior; zona lavada, zona oxidada, zona mixta de óxido con sulfuro, zona de sulfuros. La más rica en la zona mixta de óxido con sulfuro.

De N a S en esta Provincia Metalogenética se tiene las siguientes zonas: Yanacocha - La Granja con Au y Cu. Salpo - Quiruvilca. Cordillera Negra. Canta - Huarochirí con yacimientos de Ag como Casapalca, Huámpar, Millotingo, Santa Catalina; yacimientos polimetálicos como Pacococha, El Farallón. Castrovirreyna con yacimientos de Ag como El Dólar, San Genaro, Caudalosa, Julcani; yacimiento polimetálico de la Virreyna. Puquio - Cailloma con yacimientos de Ag como San Juan de Lucanas, Rubí, Condoroma - Palca Santa Lucía

2.8 Provincia Metalogenética Polimetálica en la Franja Sedimentaria Mesozoica de la Cordillera Occidental.

Geología.- Grandes afloramientos de calizas del Triásico-Jurásico; depósitos clásticos del Neocomiano-Aptiano; calizas, margas, lutitas del Cretáceo Medio al Superior. Estas rocas del Mesozoico fueron intruídas por intrusivos del Terciario Superior mayormente tipo stocks de composición intermedia, hay algunos balolitos como el Batolito de la Cordillera Blanca al N del terciario Superior; el Batolito de Abancay - Yauri del Cretáceo Superior al Terciario Inferior en el Sur. Las rocas sedimentarias y metamórficas del Mesozoico están plegadas cuyos ejes son concordantes a la Cordillera de los Andes, por el proceso de tectonismo se tiene fallas transversales - diagonales - paralelas a los ejes de los plegamientos, algunas de ellas al mineralizarse dieron lugar a estructuras mineralizadas.

En esta Provincia Metalogenética abunda los yacimientos tipo Cordillerano ligado a intrusivos de composición intermedia de donde migraron las soluciones mineralizantes que tienen controles estructurales, fisiográficos, mineralógicos, litológicos definidos. En esta Provincia Metalogenética hay una gran cantidad de distritos mineros con un zonamiento definido de mayor a menor temperatura en plano horizontal y plano vertical se tiene Cu-Zn, Zn-Pb, Pb-Ag.

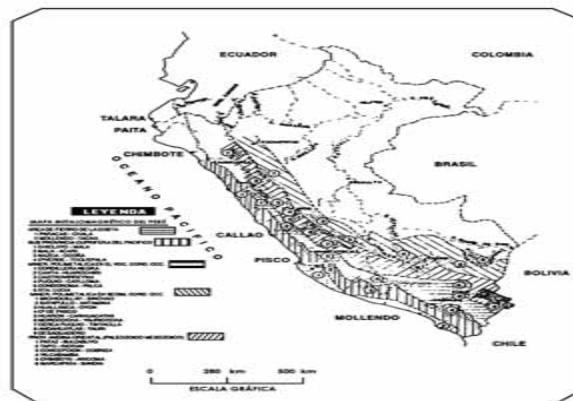


FIGURA N° 3: Provincias Metalogenicas del Perú

Esta Provincia Metalogenética produce el mayor porcentaje de Pb, Zn, con alta proporción de Cu, Ag. También de esta zona proviene el W y Hg, asimismo como subproducto metalúrgico se tiene In, Cd, Ta, Se, Te, Bi, asimismo, Au, Sb, As, Sn y otros.

La minerología y su secuencia paragenética son complejas. Como gangas se tiene pirita, cuarzo, arsenopirita, pirrotita, marcasita, fluorita, calcita, oropimente, rejalgar baritina, magnetita, hematita. Molibdeno como subproducto de yacimientos porfiríticos de Cu como en Toromocho - Morococha, en Cerro Corona ubicado en Hualgayoc, en Michiquillay, como subproducto en yacimientos tipo skarn de Cu en Tintaya, en Antamina; uranio como anomalía en Colquijirca, Vanadito con asfaltitas bituminosas de la formación Pariatambo en Minaragra en Cerro de Pasco.

Hay diferentes tipos de alteración hipógena de cajas de alta a baja temperatura como: endoskarn, exoskarn, greissen, potásica, silicificación, sericitización alunitización, argilización, propilitización, simple decoloración. Todo ello es guías de controles litológicos para ubicar los cuerpos mineralizados.

En esta Provincia Metalogenética está los grandes yacimientos tipo skarn polimetálicos (Raura, Morococha, Atacocha, Milpo), skarn de cobre (Antamina, Tintaya). Se tiene los diferentes yacimientos polimetálicos filonianos en las diferentes zonas de carácter hidrotermal de alcance hipotermal, mesotermal, epitermal. Con una producción intensa permanente como en Hualgayoc, Sayapullo, Algamarca, Huarón, Cerro de Pasco, Morococha, Atacocha, Yauricocha, Desaguadero. En esta Provincia Metalogenética se tiene 3 grandes pórfidos de Cu mineralizados en el Terciario Medio como en Michiquillay y Cerro Corona, en Cajamarca, Toro Mocho en Morococha del Terciario Superior. Hay cuerpos simples de reemplazamiento en caliza como en Hualgayoc y otros yacimientos en contacto de caliza con intrusivo.

Además, existe mantos singenéticos ligados a exhalación volcánica y sedimentación química marina, mantos singenéticos de sedimentación química marina simple, o como horizontes de reemplazamiento epigenética; los mantos en referencia existe en Hualgayoc, Huanzalá, Iscaycruz, Morococha, Carahuacra, San Cristóbal, Colquijirca, y otros.

Hay lavaderos de oro del Cuaternario en el río Chinchipe cerca de la frontera con el Ecuador.

Las zonas mineralizadas de N a S son: Sinchao - Michiquillay, Sayapullo - Antamina, Huallanca - Oyón, Pasco, Huarón - Carhuacayan, Morococha - Yauricocha, Cercapuquio - Tinyaclla, Lircay - Huancavelica, Andahuaylas - Yauri y Desaguadero.

2.9 Provincia Metalogénica de Oro y Polimetálica de la Cordillera Oriental.

Geología.- Rocas metamórficas (gneiss, esquisto, fillita, migmatita, anfibolitas) del Precámbrico, aflora en el Valle del Marañón, Huánuco, Huaytapallana, Vilcabamba, Lareas, etc. constituyen el espinazo de la Cordillera Oriental.

Como rocas del Paleozoico afloran rocas del Ordoviciano Medio a Superior con discordancia y rocas del Devónico que fueron afectados por una primera fase de la orogénia Herciniana en el curso del Devónico Tardío.

En el Paleozoico Superior se tiene rocas del Grupo Ambo constituido por lutitas, margas y calizas del Pensivalniano y Pérmico Inferior.

Los movimientos orogénicos del Pérmico Medio Tardío (segunda fase de la orogénia Herciniana) afectaron a las formaciones citadas con plegamientos y con magmatismo.

La erosión posterior originó las rocas del Mitu (continental) con volcanismo.

La caliza Pucará de edad Triásica Jurásica tienen plegamientos igual que el Mitu por los movimientos orogénicos del ciclo Andino.

En las rocas Precámbricas y Paleozoicas de la Cordillera Oriental están alojados numerosos cuerpos intrusivos (granitos, granodioritas, dioritas, etc.), son de edad Paleozoica al Terciario Medio como batolito (Pataz-Buldibuyo), o como stocks.

La mineralización mayor lo constituye yacimientos de Au en el Norte en Pataz - Buldibuyo como vetas con grandes posibilidades, vetas de Au en intrusivos del Carbonífero y en rocas metamórficas Ordovícicas y del Precámbrico mineralizadas en el Carbonífero. Similar aspecto en el Sur en Marcapata - Sandía, Mantos auríferos en la Cordillera de la Ananea en rocas Ordovícicas en los yacimientos de Ana María, Gavilán de Oro, cuya erosión formó las morrenas auríferas del Cuaternario de San Antonio de Poto.

La profundización de los yacimientos de Au en Pataz-Buldibuyo es mayor de 1,000 m, la minerología es simple, Au en los siguientes minerales: cuarzo grisáceo, cuarzo lechoso, pirita, pirrotita, arsenopirita, esfalerita, galena. Sus vetas son concordantes al rumbo de la Cordillera con varias etapas de mineralización y un tectonismo posterior a la mineralización bastante compleja. Con alteración hipógena intensa de sus cajas como sericitización, argilización, propilitización. Son yacimientos hidrotermales de alcance epítermal, mesotermal e hipotermal.

Con relación a los yacimientos polimetálicos en la Cordillera Oriental se tiene el prospecto de Zu en Bongará en Amazonas en rocas del Mesozoico, yacimientos de Ag en San Gregorio (Cerro de Paseo) en rocas del Paleozoico Inferior, mantos singenéticos de Zu en calizas Pucará del Jurásico en el yacimiento de San Vicente

(Junín), mantos de Cu tipo skarn en horizonte calcáreo del Paleozoico en Cobriza (Huancavelica), vetas pegmatíticas de W, Cu, Zn, Pb, Ag en rocas del Paleozoico en Palca 11 (Puno).

Lavaderos de Au del Cuaternario en los ríos Cenepa, Comaina, Santiago, Chinchipe al N cerca de la frontera con el Ecuador, en los ríos Marañón, Ucayali, Pachitea, Chuquicara en la Cordillera de los Andes; en los ríos Madre de Dios, Inambari, Tambopata en el Sur.

2.10 Época metalogenética

Las diferentes Provincias Metalogenéticas expuestas no se mineralizaron en una misma época geológica, éstas se mineralizaron en diferentes épocas geológicas. A cada época geológica de mineralización se le considera como Época Metalogenética (Guilbert, J. Park, C. 1986).

Las Épocas Metalogenéticas marcadas en la mineralización del Perú que dieron lugar a las Provincias Metalogenéticas son:

- Época Metalogenética del Paleozoico, en la Cordillera Oriental y Cordillera de la Costa.
- Época Metalogenética del Cretáceo Superior - Terciario Inferior, en la Planicie Costera, en el Batolito de la Costa.
- Época Metalogenética del Terciario Medio, en la Cordillera Oriental, en la Franja Sedimentaria Mesozoica de la Cordillera Occidental.
- Época Metalogenética del Terciario Superior, en la Franja Volcánica Cenozoica de la Cordillera Occidental y en la Franja Sedimentaria Mesozoica de la Cordillera Occidental.
- Época Metalogenética del Cuaternario en los lavaderos de oro.

III.- Tectónica de Placas respecto a las Provincias Metalogenéticas y Épocas Metalogenéticas en el Perú.

La Cordillera de los Andes se formó por efecto de fuerzas de compresión de la Placa de América y la Placa de Nazca. La Placa de Nazca, corteza de la litósfera migra de Oeste a Este y se sumerge paulatinamente debajo de la Placa de América. La corteza de la Placa de América migra de Este a Oeste, por la resistencia que ofrece a esta migración la Placa de Nazca se formó la Cordillera de los Andes (Sutulov, A. 1978).

El plano de contacto entre ambas placas se conoce como línea de Benioff (Figura N°4, fig.5), es una zona de subducción, conocido en su parte superior como la

gran fosa tectónica Perú - Chile, que corre paralelo a la Costa Peruana y materializado en el fondo oceánico. Esta gran falla tiene un buzamiento al Este con un ángulo de 26°.

El alineamiento del rumbo de la Cordillera de los Andes no es constante, el rumbo general es NW tiene inflexiones en el Codo de Arica, en la deflexión de Abancay, en la deflexión de Huancabamba y la presencia de la dorsal de Nazca de rumbo NE (cadena submarina en la Placa de Nazca).

El tectonismo por efecto de la convergencia de las Placas referidas se han producido en la orogenia Eohercínica en el Devónico Superior, en la orogenia Neohercínica en el Pérmico Medio con un proceso de magmatismo de rocas ácidas, intermedias y básicas los cuales se emplazaron en la Provincia Metalogenética de Fe de la Cadena Costera y en la Provincia Metalogenética de Au y polimetálica de la Cordillera Oriental. Las soluciones residuales respectivas de este magmatismo en una Provincia Metalogenética fue rica en Fe, en la otra Provincia Metalogenética fue rica en Au y polimetálicos. Debe expresarse que el magmatismo de la Provincia Metalgenética de Au y polimetálica de la Cordillera Oriental está más alejada de la fosa tectónica Perú - Chile.

El tectonismo por efecto de la convergencia de las Placas referidas en la orogenia del Cretáceo Superior - Terciario Inferior dio lugar a la emersión de la Cordillera Occidental de los Andes con un magmatismo intenso en su borde Oeste de la Cordillera Occidental que dio lugar al emplazamiento del Batolito de la Costa principalmente, cuyas soluciones residuales fueron ricos en Cu, Au-Cu que dio lugar a la Provincia Metalogenética de Cu del Batolito de la Costa y Planicie Costera y de la Subprovincia Metalogenética de Au-Cu del Batolito de la Costa en Nazca-Ocoña. El Batolito de la Costa es mayormente de composición intermedia a ácida.

La convergencia de las Placas dio lugar en el Terciario un tectonismo intenso con un magmatismo fuerte de efusión de rocas volcánicas a lo largo de la Cordillera de los Andes a E del Batolito de la Costa y al Oeste de la Franja Sedimentaria Mesozoica de composición mayormente andesítica a dacítica. La orogenia del Terciario Medio dio lugar al magmatismo de rocas ígneas intermedias con mineralización poco frecuente en la Provincia Metalogenética de la franja sedimentaria Mesozoica polimetálica de la Cordillera Occidental, en casos muy ocasionales en la Provincia Metalogenética de Au y polimetálica de la Cordillera Oriental. Este magmatismo dio origen a las soluciones residuales polimetálicas.

El proceso de la convergencia de Placas en el Terciario Superior dio lugar a una orogenia con un magmatismo intenso de composición intermedia que se emplazaron en la Provincia Metalogenética de Ag. y polimetálica de la franja volcánica Cenozoica, y en la Provincia Metalogenética polimetálica de la franja sedimentaria Mesozoica de la Cordillera Occidental. La primera está al Oeste de la segunda Provincia Metalogenética; es decir, la primera está más cercana a la fosa

tectónica Perú - Chile, por esa razón esa provincia Metalogenética tiene más Ag que la segunda.

Expresamos, al Sur de la prolongación de la dorsal de Nazca, entre la dorsal de Abancay y el Codo de Arica tenemos Fe en la Cadena Costera; Cu, Au-Cu, pórfidos de cobre en el Batolito de la Costa, mayor cantidad de Ag en la franja volcánica Cenozoica, Au, W, Sn en la Cordillera Oriental.

Entre la dorsal de Nazca y la deflexión de Huancabamba. Poco cobre en la Planicie Costera, ausencia de Au en el Batolito de la Costa, menos Ag en la franja volcánica Cenozoica respecto al Sur. Una gran cantidad de mineralización polimetálica en la franja sedimentaria Mesozoica. Buena mineralización de Au en la Cordillera Oriental.

En la deflexión de Huancabamba, en la parte S cercana a la deflexión el gran yacimiento porfirítico de Au de Yanacocha en la franja volcánica Cenozoica. En la parte S cercana a la deflexión el gran distrito minero polimetálico de Hualgayoc.

Este proceso de tectonismo de la convergencia de las Placas de América y Nazca, la dorsal de Nazca, cambios de rumbo de la Cordillera en el Codo de Arica, en la deflexión de Abancay, en la deflexión de Huancabamba han dado al Perú un País rico en yacimientos de minerales de diferentes tipos. Por ello el Perú fue un País Minero, es un País Minero y será un País Minero. Lo cual se presta a un excelente campo de acción para los jóvenes geólogos a especializarse en el Campo de Yacimientos de Minerales y Geología Minera.



Figura 4: Principales Placas Tectónicas del Globo Terráque. La Litosfera puede separarse en seis grandes placas y en varios fragmentos de placas más pequeños rodeados por márgenes constructivos a lo largo de las dorsales oceánicas, márgenes destructivos marcados por trincheras submarinas y márgenes permanentes indicados por los largos escarpes del piso oceánico. (Reimpreso de John Dewey, Scientific American, páginas 56-57, mayo de 1972)