

# METALOGENIA COMO GUIA PARA LA PROSPECCION MINERA EN EL PERU

N. Chacón(1), S. Canchaya(1), W. Morche(1), A. Aranda(1)

(1)INGEMMET, Av. Canadá 1470 - San Borja, Lima - Perú

## CONCLUSIONES PRINCIPALES

La Carta Geológica Nacional, que es una de las principales actividades que desarrolla el INGEMMET, constituye la fuente principal de información geológica básica, sobre todo en la franja costera, Cordillera Occidental y zona Altiplánica, para la aplicación de conceptos genéticos en la prospección de yacimientos metalíferos.

El INGEMMET está haciendo esfuerzos para culminar el Levantamiento Geológico de los cuadrángulos que faltan, que a pesar de su menor accesibilidad, por su ubicación en zonas montañosas de densa vegetación y por falta de vías de comunicación, son altamente prospectivas. Debido a ésto, a partir de la fecha se ha tomado la decisión de incluir en los boletines de cada nuevo cuadrángulo, aparte de la información geológica básica tradicional, los resultados de una prospección geoquímica regional (densidad del muestreo  $1 \times 10 \text{ km}^2$  aprox.), suministrando información geoquímica básica para orientar prospecciones futuras selectivas y mas detalladas, que podrán ser fácilmente implementadas por entidades privadas.

Las facilidades de hardware y software especializado con que actualmente cuenta el INGEMMET, ha hecho posible digitalizar toda la información geológica así como implementar una base de datos conexas, con la ubicación e información sucinta de los yacimientos a lo largo de todo el País. Esto nos ha permitido plotear selectivamente, las formaciones y estructuras mas favorables, así como la ubicación de los yacimientos asociados; con lo cual ha sido factible obtener una serie de conclusiones, que a continuación resumimos.

Los principales criterios empleados para reconocer zonas prospectivas son: rocas encajonantes favorables, controles estructurales y magmatismo asociado. Por este motivo, el mapa de afloramientos de rocas magmáticas que adjuntamos, viene a ser una de las principales herramientas para identificar zonas de interés; sobre todo si superponemos los mapas con el ploteo individualizado de las formaciones favorables.

En la era Precámbrica sólo existen pequeñas ocurrencias de Ni (Cu) y Cr; sin embargo, se asocian a rocas muy especiales (peridotitas y serpentinitas) y ocurren en áreas poco exploradas, pero de considerable extensión; por lo que son altamente prospectables.

Dentro de las rocas paleozoicas, que se circunscriben a la región sur oriental del Perú, se presentan yacimientos auríferos y polimetálicos que son la fuente primaria de los placeres de Au fluvioaluviales de Madre de Dios. Por lo que estas rocas paleozoicas, poco exploradas, representan un gran potencial aurífero primario y adicionalmente de metales como: Sn, Cu, Pb, Ag, Zn.

Los mas importantes yacimientos estratoligados en rocas sedimentarias carbonáticas, ocurren en formaciones triásico y jurásicas de gran extensión; cuyos afloramientos están relacionados a los ejes de anticlinales con dirección andina, por lo que para su prospección se debe considerar estos controles estructurales. En la Formación Oyotún, en el extremo norte del País hay algunos indicios de mineralización aurífera, asociados a intrusivos granodioríticos, cuya prospección inicial estuvo a cargo del INGEMMET.

Las formaciones jurásicas a cretácicas, son las de más amplia distribución en el País. Comprenden facies volcánicas submarinas (principalmente del tipo Kuroko), aflorantes en la Zona Costanera y en las estribaciones andinas de la Cordillera Occidental; y facies clástica y marinosedimentarias, que ocupan una gran extensión de la Cordillera Occidental y Oriental, incluyendo la meseta altiplánica.

En el Terciario predomina el régimen volcánico efusivo y explosivo a lo largo de gran parte de la Cordillera Occidental y del Altiplano del Sur, con mineralizaciones de Au, Ag y polimetálicos vinculados. Los mas importantes yacimientos de esta edad son del tipo diseminado en rocas porfiríticas, destacando los pórfidos actualmente en producción: Toquepala, Cuajone y Cerro Verde- Santa Rosa. Para la prospección de los diversos tipos de yacimientos de origen magmático de esta edad, se deben

considerar como indicadores: la ocurrencia de stocks subvolcánicos, estructuras y formaciones volcánicas (calderas, conos volcánicos erosionados y alterados, brechas, flujos piroclásticos), y, por supuesto, las alteraciones hidrotermales, especialmente la argilitización intensa con núcleos de silicificación. Felizmente, todos estos indicadores son fácilmente detectables por sensores remotos, como ha sido demostrado por INGEMMET en sus últimos proyectos de prospección en el Sur: Mazo Cruz, alineado con el distrito de Cacachara-Pavico (más al norte) a lo largo de una franja que viene desde el yacimiento de Berenguela en Bolivia.

Entre los yacimientos recientes se encuentran los depósitos auríferos de placeres en la zona de Madre Dios y otros asociados a cuencas fluviales similares, en el norte del País; representando un gran potencial de exploración; a la vez que exigen una explotación más racional y sistemática (actualmente trabajados predominantemente en forma artesanal). Además presentan otras sustancias, hasta ahora no consideradas, como un potencial minero adicional (Zr, tierras raras).

## 1. RASGOS GEOMORFOLOGICOS DEL PERU

La Cordillera de los Andes es el resultado de una serie de geológicos complejos que han ocurrido desde el Paleozoico hasta la actualidad.

Como resultado de la interacción de las placas tectónicas de Sudamérica y Nazca produjeron una cadena montañosa en el margen pacífico de Sudamérica, en el cual se evidencia la actividad de los fenómenos sedimentarios, tectónicos y magmáticos.

En el territorio continental del Perú, desde el Océano Pacífico hasta la Llanura Amazónica se presentan las siguientes zonas geomorfológicas sensiblemente paralelas a la Costa, pudiendo considerarse:

La Cordillera de la Costa que es una cadena montañosa litoral, que está bien definida en Punta de Paita y Punta la Negra, y se presenta de forma continua entre Pisco y Tacna.

La zona Costanera definida como una faja que se extiende entre la línea de Costa Pacífica al Oeste y el Batolito costanero al Este, comprende la llanura costanera.

La Cordillera Occidental que es la principal cadena montañosa de los Andes, la cual marca la divisoria continental de las aguas y fue formada durante el Mesozoico y Cenozoico. Un rasgo importante de esta cadena en el Sur del país, es la cadena de conos volcánicos que se extiende desde el límite con Chile hasta aproximadamente los 15° S.

La Cordillera Oriental que es un rasgo importante bien individualizado y continuo; aunque está disectada por cañones profundos ó casi ausente en el sector septentrional (6° S). Esta cordillera fue formada durante el Paleozoico y Cenozoico.

La zona Intercordillerana ubicada entre las Cordilleras Occidental y Oriental, y netamente individualizada en el sur del país donde está representada por

el altiplano del Collao y la cuenca del Lago Titicaca, las cuales se extienden hasta Uyuni en Bolivia. Esta zona se encuentra igualmente representada por la Pampa de Chumbivilcas en la cuenca del río Apurímac, en el centro del país, donde es más angosta.

El flanco sub-andino que corresponde al piedemonte de los Andes, limitado al Oeste por la Cordillera Oriental y al Este por la Llanura Amazónica, está caracterizado en tramos por un alineamiento montañoso al pie de la Cordillera oriental, el cual es más evidente en el norte del país hasta los 9° S y luego como una faja de colinas bajas.

Las Llanuras del Amazonas y del Madre de Dios que son amplias penillanuras que se extienden al Este de la zona sub-andina y en las que discurren los ríos Amazonas y Madre de Dios.

## 2. SINTESIS DE LA GEOLOGIA DEL PERU

La cordillera de los Andes cruza de noroeste a sureste al territorio peruano y está asociada mayormente a importantes y variadas concentraciones de minerales. La estructura andina actual es el resultado de la superposición de diferentes procesos sedimentarios y tectónicos, los cuales han ido modelando su forma y relieve desde el Precámbrico hasta nuestros días.

Las rocas más antiguas y que corresponden a tiempos Precámbricos con edades entre 600 a 2,000 millones de años (M.A.), se encuentran en la Costa Sur y en la Cordillera Oriental; entre el río Marañón y el río Huallaga; y están constituidas por gneises graníticos, esquistos, cuarcitas y rocas volcánicas metamorfizadas.

Las rocas del Paleozoico Inferior (de 550 a 400 M.A.) fueron originadas en un mar interior que ocupaba lo que hoy es la Cordillera Oriental y que llegaba en partes hasta la Cordillera Occidental y la Costa. Se trata de areniscas, limonitas, lutitas y cuarcitas, las mismas que por un proceso tectónico habido entre fines del Devónico y comienzos del Carbonífero (350 M.A.), fueron levantadas, plegadas, falladas y metamorfizadas pasando a esquistos y pizarras, cuyos afloramientos delineaban entonces la Cordillera Oriental.

Las rocas del Paleozoico superior distribuidas también en la Cordillera Oriental y que afloran asimismo en la Costa Sur y Noroeste, están constituidas por conglomerados, areniscas, limolitas, lutitas y calizas cuyo origen primero fue de ambiente continental durante el Carbonífero inferior y luego marino durante el Carbonífero superior y el Pérmico inferior (320 - 280 M.A.), dió lugar a la retirada de los mares, seguido luego de un volcanismo y erosión de los terrenos levantados, lo que originó sedimentos continentales rojizos con volcánicos en su parte superior.

A comienzos de la Era Mesozoica, durante el Triásico (250 M.A.) el mar invadió nuevamente el territorio peruano, teniendo esta vez como eje la Cordillera Occidental, habiéndose depositado secuencias carbonatadas en el centro de la cuenca y volcánicos en el margen occidental.

Durante el Jurásico y Cretáceo, el Continente Sudamericano se separó del Africa (Continente Gondwana), y empezó a migrar hacia el Oeste desplazándose parcialmente sobre la Placa Oceánica Pacífica ésto dio lugar a un volcanismo activo en la margen litoral sudamericana, originándose un arco de Islas Volcánicas y al interior un mar que llegaba por el este hasta la Cordillera Oriental.

Las rocas del Jurásico y Cretáceo (206 - 70 M.A.) están constituidas por volcánicos andesíticos en la Costa, y areniscas, cuarcitas, lutitas, limolitas, calizas, dolomitas y otras de origen marino en la Cordillera Occidental. Estas rocas Jurásico-Cretáceo se extienden con menor espesor en la Cordillera Oriental sobre el Paleozoico; así mismo se evidencian en la Faja Subandina y Llano Amazónico, donde los mares fueron someros, habiéndose depositado areniscas, arcillas y carbonatos a los cuales se asocian el petróleo y el gas.

A fines del Cretáceo (65 M.A.), se produjeron los primeros esfuerzos del Tectonismo Andino que dieron lugar al plegamiento, fallamiento y levantamiento de las unidades sedimentarias, delineándose desde entonces la Cordillera Occidental, y retirándose los mares de la Faja Andina. En esta época se emplazaron grandes cuerpos de rocas plutónicas que constituyen el Batolito de la Costa.

En la era Cenozoica que comenzó con el Terciario, hace 65 M.A., el volcanismo fue intenso en la Cordillera Occidental, y se mantuvo activo en el sur hasta el Cuaternario, habiéndose producido plegamientos, fallamientos y levantamientos por etapas.

Las rocas volcánicas del Terciario consisten en tobas, aglomerados y cenizas, así como lavas principalmente andesitas, intercalándose en algunos lugares con rocas sedimentarias formadas en medios lacustrinos.

En el Terciario, y especialmente durante el Mioceno y Plioceno (de 23 a 2 M.A.), la actividad vol-

cánica fue más activa a lo largo de la Cordillera Occidental, durante el Cuaternario (menos de 1 M.A.), lo ha sido en el Sur.

Depósitos aluviales, lacustrinos y de glaciación son los sedimentos cuaternarios en la Faja Andina; y depósitos aluviales y eólicos en la Costa, donde además tenemos depósitos marinos levantados como terrazas (tablazos) y depósitos recientes en las playas, todos ellos formados por arena, arcilla y cantos rodados. Los depósitos fluvio - aluviales en las terrazas de los ríos, están formados de conglomerados, limos y arcillas, adquiriendo gran espesor en la parte central de los valles de la Costa

### 3. METALOGENIA DEL PERU

#### GENERALIDADES

La cadena Andina Peruana, forma parte de los Andes Centrales y se caracteriza por presentar dos cambios mayores de dirección:

- La deflexión de Huancabamba en el norte.
- La deflexión de Arica en el sur.

Además presenta dos cambios relativamente menores y son las virgaciones de Cajamarca y de Abancay.

La estructura andina ha sido desarrollada a través de los ciclos de sedimentación y tectónicas hercínicas y andinas, sobre un basamento precámbrico y presenta predominantemente un magmatismo calco - alcalino.

Perú presenta dos provincias metalogénicas diferentes, una Occidental relacionada a la tectónica andina y una Oriental relacionada a tectónicas antiguas (orogenia - Precámbrica - Paleozoica y orogenia Hercínicas).

#### TIPOS DE YACIMIENTOS

##### a) Magmáticos

Entre estos yacimientos se han considerado:

a.1) Los depósitos de sulfuro de níquel y cobre en rocas ultrabásicas precámbricas de la Cordillera Oriental.

a.2) El depósito de cromo en Tapo, en un intrusivo ultrabásico precámbrico ubicado en la Cordillera Oriental.

##### b) Skarn

Estos yacimientos son abundantes en la región intercordillerana, siendo los más importantes los de Cu - Fe en el sur del Perú, relacionados al Batolito de Abancay; tales como Tintaya, Ferrobamba y Chalcobamba entre los de cobre, y Livitaca, Capacmarca y Pampachiri entre los de hierro.

Los del centro del País, relacionados a stocks dacíticos pequeños, como Antamina y Magistral (Ancash), Cobriza (Huancavelica) y Rondoní (Huánuco).

En la Cordillera Occidental se conocen otros Skarns polimetálicos como: Chungar, Santander, San Marino y Yauricocha. (Lima).

Relacionados al Batolito de la Costa se conocen Skarns de Cu y/o Fe, de escasa importancia económica, como los de Charcas (Ica), Aviator y Vale un Perú (Ancash); otros pequeños de Fe como Cascas (La Libertad) y Fátima (Ancash) y uno de W (Casma).

### c) Pórfidos de Cobre Molibdeno

Estos yacimientos están distribuidos en fajas o lineamientos, siendo actualmente los más importantes los que están relacionados espacialmente al Batolito de la Costa.

En la faja Sur del Perú existen tres yacimientos en operación: Toquepala, Cuajone y Cerro Verde-Santa Rosa. Se tiene además otros prospectos como: Marcahui, Almacén, etc.

Al norte de Lima sólo se conocen prospectos aislados sin valor económico, a excepción de Pashpap (Cu-Mo).

En la zona intercordillerana del Sur del Perú, existen algunos prospectos asociados a los yacimientos de Skarn, ligados al batolito de Abancay, como Quechuas y Panchita.

En el centro del Perú se conoce el yacimiento de Toromocho, que aparte de Cu contiene otros elementos, y Janchiscocha de Mo.

En el sector NE y E de la Cordillera Blanca, se conoce el pórfido El Aguila (Cu), Compaccha y California (Mo y W) y el Stockwork de Jacobamba (Mo y W).

En el Norte del Perú existe una faja que se extiende desde Cajamarca hasta el Ecuador, en ella se ubican Michiquillay, La Granja y Cañariaco que parecen estar asociados al Batolito de Pomahuaca de edad terciaria.

### d) Chimeneas de Brecha

Son yacimientos estrechamente relacionados a los pórfidos de cobre y se conocen en toda la faja cuprífera, característicamente son brechas de cuarzo turmalina con mineralización de Cu, tales como Cerro Negro y Rescate (al sur de Cerro Verde).

En el centro en la Cordillera Negra se conocen Llipa y Aija, y en el norte con mineralización de Cu-Mo y algo de W en la mina Turmalina. Además relacionada

a los volcánicos terciarios se conoce la brecha polimetálica de San Bosco (Puno) que no tiene turmalina.

### e) Volcanogénicos (En o asociados a rocas volcánicas).

Se conocen yacimientos de sulfuros de Cu, Cu con Zn y Pb y/o baritina de tipo manto o cuerpos, relacionados a las formaciones volcánico sedimentarias del Cretáceo medio a superior.

En la Costa Central del Perú, se encuentra los yacimientos de tipo manto con calcopirita, pirita, pirrotita y actinolita tales como Raúl, Condestable, Los Icas.

Al este de estos yacimientos están los cuerpos irregulares o mantos de baritina con esfalerita y pirita como Leonila Graciela, Budekú, Balducho, Palma, etc.

En el NW del Perú se encuentran yacimientos de sulfuros masivos de pirita, calcopirita y esfalerita, con tenores de plata como Tambo Grande y los prospectos Totoral y Potrobayo (Piura).

En la zona Norte del país se tiene yacimientos diseminados de oro, como Yanacocha y Maqui Maqui, emplazados en rocas de edad Miocénica (Volcánicos Porculla).

En el Sur del país se tienen prospectos por oro, que se encuentran emplazados en los Volcánicos Barroso de edad Miocénica; los principales son Mazo-Cruz y el Distrito Minero de Pavico-Cacachacra.

### f) Yacimientos tabulares de Hierro

Los cuerpos tabulares de magnetita masiva, piroxenos y apatita del Batolito de la Costa, como Acari y Yaurilla.

Pequeñas ocurrencias de hierro bandeado en rocas metamórficas precámbricas de la Cordillera de la Costa (Tarpuy, Matarani).

### g) Estratiformes y Estratoligados en rocas sedimentarias

#### g.1.) Asociación Pb- Zn en Calizas

Yacimientos de esta asociación ocurren en el Grupo Pucará (Trias Lias); ejemplos: San Vicente, Shalipaico y Carahuacra (Junín), Cercapuquio (Zn Cd).

En la Formación Santa (Valanginiano) se conocen El Extraño, Atalaya, Patria (Ancash).

#### g.2) Asociación Cu -V en Capas Rojas

Existen yacimientos relacionados a las capas rojas pérmicas, del Grupo Mito, como Landa (Apurímac),

Negra Huañusha (Junín); y a las capas rojas de fines del Cretáceo o comienzos del Terciario, como Desaguadero (Puno) y Sicuani (Cuzco).

El yacimiento de vanadio de Minasragra, asociado a capas rojas Cretáceo-Terciarias, posiblemente corresponde a este tipo.

### g.3) Asfaltitas Vanadíferas

En las formaciones calcáreas del Cretáceo superior, en el centro del Perú, a lo largo de una faja de 100 Km. en dirección andina, ocurren lutitas bituminosas, lentes y venillas de asfaltitas con algún contenido vanadífero, tales como: Sincos, Lacsacocha y Marcapacocha (Junín).

### g.4) Oro diseminado en sedimentos

Recientes descubrimientos, basados en anomalías de color, en areniscas de la Formación Chimú han reportado valores de oro de importancia económica, como en Angamarca y El Toro en La Libertad.

### h. Yacimientos filoneanos

En la faja cuprífera de la costa sur se conocen filones de paragénesis y edad variable:

- Vetas con calcopirita, piritita, hematita, magnetita, turmalina, actinolita y apatita, como Eliana, Monterrosas, Cobre Acarí (relacionadas a yacimientos vulcanogénicos).

- Vetas de calcopirita, piritita, especularita, cuarzo (relacionadas a pórfidos, como Tojones, Kiowa, Cinco Cruces).

- Asociación de calcita, piritita, calcopirita, bornita; en vetas o chimeneas, como Cuyahuasi, Diez hermanos.

- En la Cordillera Occidental se conocen asociaciones paragenéticas más complejas; así como vetas de metales nobles.

- Vetas polimetálicas (Casapalca, Colqui, Caudalosa, San Cristóbal, Andaychagua, etc.); que atraviesan rocas volcánicas, sedimentarias e intrusivas de edades diferentes.

- Vetas de tungsteno, siendo las principales: Pasto Bueno (Ancash) y San Cristóbal (Junín) que además contiene otros metales.

- Vetas mercurioarseníferas de la zona surcentral del País.

- Vetas argentíferas, como las de la franja PuquioCailloma.

- Vetas auríferas, como las de la franja Nazca Ocoña.

En la Cordillera Oriental se conocen filones cuarzoauríferos (PatazBuldibuyo), polimetálicos (Quenamari, San Rafael, Cecilia), de wolframio (Palca 11), estaño y cobre (San Rafael).

### i.) Yacimientos exógenos

Aquí debemos considerar las coberturas de oxidación y enriquecimiento supergénico; especialmente los asociados a mega-yacimientos de cobre como los del tipo diseminado en pórfidos.

También están los no menos importantes yacimientos intracrísticos, que a pesar de ser de pequeña magnitud, a veces contienen concentraciones de alta ley, no sólo de Pb-Zn, sino también de Ag. Se encuentran en las secuencias calcáreas de la zona central andina del País, por lo general relacionados a otros tipos de yacimientos preexistentes.

Sin duda los yacimientos exógenos más importantes son los que ocurren en placeres; éstos suelen ocurrir principalmente en bancos, llanuras de grava y depósitos de origen fluvio-glaciario. Los más importantes se encuentran en el sur del país, en el flanco este de la Cordillera Oriental y en la Llanura de Madre de Dios. En el norte en los ríos Pachitea, Marañón, Santiago, Chinchipe, Tigre y Pastaza y en el centro en el Río Negro.

### PROVINCIAS METALOGÉNICAS

La distribución de los diferentes tipos de yacimientos y metales indican una zonación metálica de los Andes Peruanos, que permiten establecer Provincias Metalogénicas,

Siguiendo en parte lo señalado por BELLIDO, E. (1972) y PONZONI, E. (1980) se considera una Provincia Metalogénica Occidental que abarca la Cordillera Occidental de los Andes y la Región Intercordillerana, y una Provincia Metalogénica Oriental que abarca la Cordillera Oriental de los Andes.

#### a) Provincia Metalogénica Occidental

Se puede distinguir una Sub Provincia Cuprífera ubicada en la costa flanco Andino entre el límite con Chile y la virgación de Cajamarca una Sub Provincia polimetálica en las cumbres de la Cordillera Occidental y el sector intercordillerano; esta subprovincia está bien desarrollada entre la virgación de Cajamarca al Norte y la virgación de Abancay al Sur, fuera de estos límites se encuentra mineralización cuprífera al norte la virgación de Cajamarca, lo mismo que al Sur de la virgación de Abancay en la que además hay yacimientos mayormente Auroargentíferos relacionados a los volcánicos terciarios.

##### a.1) Sub - Provincia Cuprífera

Una faja discontinua de yacimientos de hierro: Morritos Cerro Pelado (Tacna), Chaglianto (Moquegua), Tarpuy (Arequipa), Marcona y los cuerpos tabulares de Acarí y Yaurilla.

Al este de ésta se encuentra la faja cuprífera de la costa caracterizada por los pórfidos de Cu - Mo, chimenea de brecha, filones, yacimientos volcánogénicos y Skarns, que pierde continuidad de los 12° S hasta los 7° S.

Entre los 14°S y 16°S se presenta una importante área con mineralización aurífera.

### a.2) Sub- Provincia Polimetálica

Se ha dividido en tres fajas, los cuales de Este a Oeste son:

-Faja con mineralización predominante en rocas sedimentarias del Triásico - Jurásico.

-Faja con mineralización en rocas sedimentarias del Cretáceo y Terciario.

-Faja con mineralización con volcánicos terciarios.

### a.3) Faja Intercordillerana del Sur

Es la prolongación hacia el Sur de la Sub - Provincia, a partir de la virgación de Abancay pero con rasgos metalogénicos sustancialmente diferentes, prácticamente no se conocen yacimientos polimetálicos de importancia, con excepción de Canarias y Madrigal.

Se distinguen:

La zona de Cu-Fe de Apurímac-Cuzco caracterizada por numerosos yacimientos de Skarn de Cu - Fe. Antabamba, Ferrobamba, Chalcobamba y Tintaya.

La mineralización en los volcánicos miocénicos, caracterizado por filones predominantemente argentíferos.

### b) Provincia Metalogénica Oriental

Los rasgos metalogénicos de la Cordillera Oriental recién se están conociendo.

En el Sector Norte de la Cordillera Oriental, al Norte de la virgación de Abancay, entre los 13° y 7° S se caracteriza por contener:

- Los yacimientos de sulfuros de Ni -Cu en cuerpos ultrabásicos.

-El yacimiento de Cromo de Tapo.

-Una faja discontinua de filones auríferos entre 6° y 8° 40' S en rocas granitoides precámbricas como Pataz, Parcoy y Buldibuyo.

Un grupo de yacimientos de antimonio a los 9° 45' S Lllamaragra.

A los 11° 30'S es notable el prospecto Janchiscocha con vetas y stockwork de molibdenita.

Finalmente, a los 12° 30'S se encuentra el yacimiento cuprífero de Cobriza en forma de mantos.

En el sector Sur de la virgación de Abancay se observa:

-Una mineralización de oro en filones y filones - capas en formaciones del Paleozoico inferior como Santo Domingo, Chabuca, Ana María y Gavilán de oro.

-Una faja de mineralización de antimonio en rocas siluro-devónicas como Ticani, Magistral, San Alejandro, Sacssayhuamán.

-Una área con filones de Cu-Ni (Co) Ag. con algo de uranio asociado a intrusivos finihercínicos (250 MA) de la Cordillera de Vilcabamba - Minaspatá - Huamanapi.

-Una faja con yacimientos de Cu - Sn - Bi (W) ó W (Sn) con contenidos menores de molibdeno y oro, esta faja parece ser la prolongación de la Faja estannífera Boliviana, como los yacimientos de San Rafael, Quenamari, Marcapata y Palca 11.

### EPOCAS METALOGÉNICAS

Las fajas metalogénicas tienen evidentemente edades relacionadas a los eventos orogénicos y magmáticos que los originaron.

A la orogenia precámbrica de 2000 M.A. pertenecen las itabiritas del cratón de Arequipa, mientras que los sulfuros de Ni- Cu y el cromo de la Cordillera Oriental forman parte de la cadena precámbrica de 600 M.A. es probable que algo de la mineralización de oro de la Cordillera Oriental esté también ligada a estas orogenias.

Al Eohercínico podrían pertenecer los filones de oro y antimonio de la Cordillera Oriental del Sur, ya que los de oro se encuentran afectados por la esquistosidad de esa orogenia, mientras que en el Finihercínico se ubican los yacimientos de Cu , Ni, Ag, (Co), U de Vilcabamba, (relacionados a intrusivos de 250 M.A.) y algo más al Sur los de Cu - Sn - Bi (W); Cu - W (Sn) ó W -Mo (a veces con tierras raras) relacionados a intrusivos de 230 M.A. lo que es congruente con los datos señalados para el Norte de Bolivia (SCHNEIDER, 1977), en donde la mineralización de Sn y W está relacionada a intrusivos de 180 M.A..

Sin embargo existen yacimientos como San Rafael con edad de 24 M.A. (Arenas, M.,1980) que indicarían una nueva generación de yacimientos de Cu, Sn, W en el Mioceno.

En la Provincia Metalogénica Occidental, los yacimientos vulcanogénicos y los depósitos de Fe y de Cu de la faja cuprífera de la Costa, están relacionados a la subducción de la Placa Nazca a partir del Cretáceo superior.

El avance de la subducción hacia el Este originaría los yacimientos de cobre de la región intercordillerana Sur (Tintaya) 34 - 40 M.A., luego los de la Sub - Provincia polimetálica (alrededor de los 15 M.A.) y las vetas argentíferas en volcánicos (entre los 10 y 5 M.A. - Orcopampa 8 M.A. Huachocolpa 10 a 8 M.A.) siendo las vetas del nevado Portuguesa de 2 M.A. la última mineralización datada.

Los yacimientos singenéticos corresponden a la edad de los sedimentos de los cuales forman parte, siendo notables el Permiano Superior (Capas Rojas), el Triásico - Jurásico (Grupo - Pucará), el Cretáceo inferior (Formación Santa) y el Cretáceo terminal y Terciario (Capas Rojas).

### **Yacimientos Metálicos**

El origen de los recursos metálicos del Perú están relacionados a los ciclos orogénicos precámbricos, paleozoicos y sobre todo al andino.

A los ciclos precámbricos están asociados principalmente indicios de níquel y cromo en rocas ultrabásicas de la Cordillera Oriental.

A los ciclos paleozoicos se asocian mineralizaciones auríferas, en vetas y en mantos, y yacimientos estratoligados vulcanogénicos; así como mineralizaciones polimetálicas en vetas, ligadas a la actividad magmática eohercínica y tardihercínica.

Las mineralizaciones de cobre, zinc, plomo, plata, estaño, tungsteno, etc., generalmente están asociadas al Ciclo Andino. La profusión de yacimientos en este ciclo y su distribución espacial, permite establecer provincias o franjas metalogénicas a escala regional, las que en general tienen disposición subparalela con respecto a la Cadena Andina.

A continuación se describen brevemente las principales ocurrencias agrupadas según el ciclo orogénico al cual se encuentran relacionadas.

### **Yacimientos Relacionados a los Ciclos Precámbricos**

Los terrenos precámbricos del Perú, no han contribuido significativamente en la producción minera del País hasta el presente; sin embargo, hay que señalar que se ha explorado muy poco, especialmente en la vasta región precámbrica al Norte de la Cordillera Oriental, que se extiende 25000 Km<sup>2</sup> entre Huánuco y Chachapoyas.

Los principales recursos mineros del Precámbrico del Perú están asociados a rocas ultrabásicas (GRANDIN & ZEGARRA, 1979).

### **Ocurrencias de hierro bandeado en la Cordillera de la Costa:**

Las rocas metamórficas precambrianas en la Cordillera de la Costa no contienen depósitos minerales de importancia económica; sólo se conocen pequeñas ocurrencias de Fe bandeado en el Macizo de Arequipa: Tarpuy y Matarani (FERNANDEZ CONCHA & AMSTUTZ, 1956).

### **Ocurrencias de Cromo, Níquel y Cobre en la Cordillera Oriental**

Al sur de Tarma, a un kilómetro de un macizo precámbrico, e incluidos en rocas permocarboníferas, ocurren los cuerpos de peridotitas y serpentinitas de Tapo de 5 km<sup>2</sup> de superficie; dichos cuerpos contienen cromita en pequeñas venillas decimétricas, intensamente deformadas (HARRISON, 1940).

En el gran macizo precámbrico del norte de la Cordillera Oriental, una serie de cuerpos ultrabásicos de serpentinas se alinean según la foliación de los esquistos; una decena de estos cuerpos ocurre en la zona de Tantamayo y una cuarentena en la zona de Huancapallac, al NW y al W de Huánuco, los cuales contienen sulfuros asociados finamente diseminados (pentlandita, pirrotita y sobre todo piritita). En algunos de estos cuerpos suelen ocurrir acumulaciones de espinela y apatita que presentan tenores de Ti de hasta 6%.

Las ocurrencias más interesantes de níquel de este macizo se encuentran al NE de Huánuco, cerca de Chinchao. Unos cuerpos ultrabásicos diferenciados de 6 Km. de longitud (San Luis) y los afloramientos de un sill, ubicado al Este de estos cuerpos (San José), contienen sulfuros segregados (pentlandita y calcopirita), donde el tenor de Níquel más Cobre suele sobrepasar el 1.5% (SOLER et al. 1986).

Se afirma que la fuente de ciertos placeres auríferos, así como algunos indicios de oro primario, provienen del Precámbrico. En la Cordillera Oriental del sur del Perú, en la región de Quincemil, se explota oro detrítico artesanalmente, el cual procede de zonas de drenaje que afectan anfíbolitas ordovícicas o quizás precámbricas (Tejada, Yanaorco, Pan de Azúcar, Magdalena, Maniri, etc.). Oro primario en vetas que cortan a dichas anfíbolitas fue explotado en Camanti y Chuntupunco, en la época colonial (SOLER et al. 1986).

### **Yacimientos Relacionados a los Ciclos Paleozoicos**

Los afloramientos paleozoicos más extensos se sitúan en la Cordillera Oriental; con excepción de su parte meridional (CLARK et al. 1990) ésta es una zona generalmente poco accesible y relativamente mal inventariada a nivel de recursos minerales; sin embargo, a continuación se hace un recuento de los principales:

### **Vetas y Yacimientos Estratoligados de Oro del Ordovícico**

Los más importantes yacimientos en el Paleozoico son de oro; éstos ocurren asociados con volcánicos marinos de edad ordovícica y granitoides de edad hercínica inicial. Las pizarras Ananea y los esquistos ordovícicos en la región sureste (área Marcapata-Sandia) contienen yacimientos estratoligados y en vetas, los cua-

les muestran deformaciones correspondientes al tectonismo hercínico inicial. Las más importantes ocurrencias estratoligadas de este grupo son: Gavilán de Oro, Untuca, Ana María, Carabarena (Pizarras Ananea), y La Rinconada (esquistos ordovícicos). Vetas que cortan esquistos ordovícicos ocurren en: Quince Mil, Manco Capac, Olachea, Candelaria, Benditani y Santo Domingo (CARDOZO & CEDILLO, 1990).

### **Vetas Auríferas Pre-Andinas y del Hercínico Temprano**

Importantes vetas de cuarzo auríferas ocurren en y alrededor de intrusiones granodioríticas del Hercínico inicial (?) del Batolito de Pataz en la región de Pataz-Buldibuyo-Parcoy (LOCHMANN & SCHREIBER, 1988; SCHREIBER, 1989; SCHREIBER et al. 1990). Hay otras vetas de menor importancia, relacionadas a intrusivos de posible edad pre-andina, las cuales ocurren en el área de Huachón cerca a Cerro de Pasco. Todas estas vetas constituyen la fuente de oro primario de las acumulaciones en placeres en los ríos de la Cuenca del Marañón (CARDOZO & CEDILLO, 1990).

### **Ocurrencia de pequeños yacimientos estratoligados en secuencias devónicas**

KOBE, (1990 a) reporta pequeñas ocurrencias estratoligadas de Ni-Co y Cu-Zn-Pb-Fe en el área del anticlinal Ultimátum, en secuencias devónicas de la Formación Excelsior, constituida por filitas, mármoles y volcánicos básicos.

### **Mineralización estratoligada? de Cu-(Ag) en rocas carbonáticas del Pensilvaniano**

Sólo se conoce el solitario yacimiento de Cobrizo emplazado en el Grupo Tarma del Pensilvaniano, ubicado en el flanco oeste de la Cordillera Oriental. Tradicionalmente, este yacimiento fue considerado como del tipo de skarn distal (PETERSEN, 1965; VALDEZ, 1983), sin embargo otras investigaciones (HUAMAN et al. 1990) sugieren un origen singenético de la mineralización.

### **Vetas Polimetálicas del Hercínico Tardío (?)**

La veta polimetálica de San Cristóbal es de 3 km de longitud y produce Cu, Pb, Zn y Ag; contiene además tungsteno y estaño (CAMPBELL, 1987). Atraviesa la secuencia paleozoica de la zona y está relacionada al intrusivo cuarzo-monzonítico Chumpe, de edad aún no determinada geocronológicamente, aunque muchos autores lo consideran del Terciario. Sin embargo, la mineralogía peculiar de la veta así como el hecho de que no corta la secuencia mesozoica estaría insinuando una edad Hercínica tardía. La veta Andaychagua, de 2 km de longitud, localizada a 4 km al Este de San Cristóbal, está siendo minada por Zn, Pb y Ag (LANDEO, 1986).

### **Ocurrencias de Estratoligados en Capas Rojas y Volcanoclásticos pérmicos**

Las capas rojas pérmicas del Grupo Mitu, en el área de Tarma, contienen pequeñas ocurrencias estratoligadas de Cobre, con algo de vanadio y quizás uranio.

Este es el caso del yacimiento Negra Huanusha (AMSTUTZ, 1956; KOBE, 1960; KOBE, 1990 b); mientras que en el Domo de Yauli (Abra de Chumpe y Tingo de Andaychagua) se da cuenta de la presencia de diseminaciones de pirita, bornita, calcopirita, esfalerita y galena en volcanoclásticos pérmicos del Grupo Mitu (KOBE, 1990 c).

### **Yacimientos Relacionados al Ciclo Andino**

En el Mapa Metalogénico del Perú se consideran las principales áreas metalogénicas y las unidades en que se encuentran los principales yacimientos peruanos. La gran mayoría están asociados al Ciclo Andino.

Según SOLER et al. (1986), las provincias metalogénicas y las unidades a la Costa de Zn, Pb, Ag, Cu, W, Sn, Au, U, etc., se pueden agrupar en cuatro segmentos principales: (1) Segmento Norte, (2) Segmento Central, (3) Segmento Centro Sur y (3) Segmento Sur.

### **EL SEGMENTO NORTE**

El Segmento Norte se inicia en la línea transversal a la cordillera desde el río Jequetepeque (San Pedro de Lloc, Prov. Pacasmayo), extendiéndose hasta el límite con el Ecuador.

Representa una importante reserva de carácter económico ya que comprende los sulfuros masivos de Tambogrande y sus similares, una franja con pórfidos de cobre y más al este yacimientos de oro diseminado.

En la Costa se presentan yacimientos de cobre en forma de cuerpos piritosos vulcanogénicos con cobre - zinc y plata. En la Cordillera Occidental, se presentan pórfidos cupríferos terciarios.

### **Yacimientos de sulfuros masivos en el Cretáceo Inferior**

Los yacimientos de sulfuros masivos están emplazados en las secuencias volcánico - sedimentarias de la cuenca marginal del Cretáceo inferior (Formación Ereo), formando menas de cobre - zinc - plata con ganga de pirita.

Los yacimientos más conocidos son Tambogrande (INJOQUE et al. 1979, POUIT, 1987), y los prospectos de Potrobayo y Totoral.

Debido a la ocurrencia de afloramiento de jaspe ferruginoso, por largo tiempo se consideró a



Tambogrande como un yacimiento de hierro de reemplazamiento hidrotermal (BELLIDO et al. 1969).

### **Brechas y pórfidos de cobre asociados con los stocks sub-volcánicos del Oligoceno-Mioceno del Norte del Perú.**

Numerosos yacimientos de cobre porfirítico están asociados a una cadena de stocks subvolcánicos entre Piura y Cajamarca. Los yacimientos más importantes son: La Huaca, Páramo, La Vega, Artesones, Cañariaco, La Granja, Tanta Huatay, Cerro Corona, El Molino y Michiquillay; el cuerpo de brecha Turmalina (Cu-Mo) también puede ser incluido en este grupo. Estos yacimientos podrían estar asociados a los intrusivos tonalíticos a granodioríticos del Batolito de Pomahuaca situados entre 30 y 40 km al este del eje del segmento de Piura del Batolito de la Costa (COBBING, et al. 1981).

### **Vetas y diseminaciones de oro, plata y cobre en volcánicos miocénicos**

Varias ocurrencias de este tipo de yacimientos de baja ley, asociados con alteraciones del tipo silicificación y argilización, de los cuales Yanacochoa y Maqui-Maqui se encuentran en explotación.

## **EL SEGMENTO CENTRAL**

El Segmento Central comprende el tramo más largo de la Cordillera Occidental, incluyendo la altas mesetas. Se inicia a la altura del río Jequetepeque, en el Departamento de Lambayeque, y llega por el Sur hasta la transversal Puerto de Lomas - Cangallo - San Miguel.

En este segmento ocurren varios metalotectos, siendo el más importante el del magmatismo Mioceno medio a superior, al que están genéticamente asociados yacimientos polimetálicos pirometasomáticos y filonianos. Está caracterizado por ser un segmento esencialmente polimetálico de zinc, plomo, plata, cobre, tungsteno, cadmio, etc.

En el sector Oeste, en la Costa y en la parte baja de la vertiente pacífica, existen una serie de yacimientos y prospectos de cobre y zinc con baritina, asociados al volcanismo Casma; también hay ocurrencias de cobre, wolframio, molibdeno, oro y baritina (Cu, W, Mo, Au, Ba), asociadas al Batolito de la Costa.

En este segmento se distinguen yacimientos estratoligados (mantos), vetas, skarns, diseminados y cuerpos. Los principales se describen en función de su edad, de los más antiguos a los más jóvenes:

### **Yacimientos estratoligados asociados al Triásico - Liásico del Grupo Pucará**

Este tipo de yacimientos se encuentran emplazados en rocas carbonatadas del Grupo Pucará de edad Triásico - Jurásico. Se trata de mantos de zinc y plomo paralelos a subparalelos con la estratificación.

El Yacimiento "tipo" más grande y mejor estudiado lo constituye la Mina San Vicente, ubicada en la Provincia de Chanchamayo, Departamento de Junín, al que se le consideraba originalmente del modelo "Mississippi Valley", es decir, a la mineralización de zinc y plomo se le asignaba un origen sinéctico en la sedimentación de la Cuenca Pucará.

Los yacimientos de la cuenca Pucará tradicionalmente han sido agrupados, en tres facies:

#### **Facies Occidental**

Yacimientos estratiformes polimetálicos localizados en la base de la secuencia transgresiva: con influencia volcánica (Carahuacra, Huaripampa; DELHEIMER, 1990); y del tipo "Mississippi Valley" (Shalipayco).

#### **Facies Oriental**

Yacimientos del tipo "Mississippi Valle" de Zinc - Plomo de San Vicente (FONTBOTE y GORZAWSKI, 1990; GORZAWSKI et al. 1990).

### **Yacimientos estratoligados de plomo-zinc del Jurásico Superior Cretáceo Inferior**

La mina Cercapuquio en el Perú Central es un buen ejemplo de yacimientos estratoligados de plomo - zinc asociados a sedimentos tipo "lagoon" del Jurásico superior.

La mineralización está alojada en parte por facies "paleosol" de la Formación Chaucha (CEDILLO, 1990), mostrando grandes similitudes con los yacimientos del tipo Mississippi Valley. Procesos kársticos intraformacionales han producido modificaciones en las menas primarias.

Una pequeña ocurrencia de menas de zinc, plomo y cobre, sin continuidad aparente, en la mina Azulcocha, en la formación Chaucha ha sido estudiada por MUÑOZ, (1994).

### **(1) Yacimientos estratoligados de plomo y zinc en la Formación Santa del Neocomiano.**

La Formación Santa fue depositada en una cuenca efímera (Valanginiano al Aptiano) de la Plataforma Occidental peruana. Mas de 80 depósitos y pequeñas ocurrencias han sido reconocidas en esta formación (SAMANIEGO, 1980).

Se pueden distinguir dos localidades paleogeográficas:

#### **Facies Occidental**

Sin influencia volcánica clara: El Extraño, Tuco - Chira, Malaquita, Venturosa, etc.; SAMANIEGO, 1980); Ishcay Cruz (FLORES, 1990).

## **Facies Oriental**

Con vulcanismo contemporáneo: Huanzalá y Aída Unica (CARRASCAL y SAEZ, 1990).

### **(2) Yacimientos estratoligados de sulfuros masivos del Cretáceo inferior.**

En función a la roca encajonante y a sus características mineralógicas, se puede distinguir dos grupos principales:

Yacimientos alojados en la Formación Copara (Sur de Lima), con cobre predominante y zinc - bario subordinados (Raúl, Condestable, Los Incas, Manto San Martín). Estos yacimientos se interpretan como volcánico-exhalativos, formados en conexión con centros volcánicos subsidentes (CARDOZO & WAUSCHKUH, 1984; CARDOZO, 1990).

Ocurrencias de sulfuros masivos con baritina (Zn, Pb, Ag) en el Grupo Casma del Perú Central (VIDAL, 1987). Se trata principalmente de mineralización emplazada en rocas volcánicas (Juanita, María Teresa, Aurora Augusta); sin embargo en la franja oriental del Grupo Casma la mineralización se encuentra asociada a facies sedimentarias (Leonila-Graciela, Vidal 1980; Palma, STEINMÖLLER Y WAUSCHKUH, 1990) también ocurre en secuencias que intercalan volcánicos con calizas y lutitas de plataforma. En muchos casos (VIDAL, 1987) la mineralización está espacialmente relacionada a domos dacíticos y brechas tufáceas. Estos yacimientos estratoligados de baritina, pirita, esfalerita y pirrotita suelen ocurrir sobreyacentes a zonas de stockwork con cuarzo - sericita.

### **(3) Yacimientos estratoligados de plomo, zinc y plata en rocas del Cretáceo Superior**

Numerosos yacimientos estratoligados de plomo, zinc y plata son conocidos en rocas sedimentarias carbonatadas del Cretáceo superior en Hualgayoc, Cajamarca (CANCHAYA, 1990).

Los yacimientos ocurren en la Formación Chulec (Carolina, Porcia, Bella Unión, Manto Lourdes, Mansita, Los Negros, Santa Marta y Pilacones); en la Formación Pariatambo (Pozo Ricos), y en la Formación Pulluycana (Yanacancha, Quijote y Las Coloradas).

### **(4) Yacimientos asociados con el Batolito de la Costa del Cretáceo Superior**

La mineralización asociada al Batolito de la Costa está compuesta principalmente por vetas, mantos, skarns y diseminaciones. Entre los principales, se encuentran:

#### **a) Yacimientos en vetas de Cobre y Hierro**

Asociados con gabrodioritas precedentes al emplazamiento principal del Batolito de la Costa (Super

Unidad Patap). Los yacimientos más conocidos son: Acarí, Monterrosas y Manto Mojador (DUNIN - BORKOWSKI, 1969; PONZONI y VIDAL, 1982; CARDOZO y WAUSCHKUH, 1984; ATKIN et. al. 1985). También se tienen ocurrencias con asociaciones paragenéticas de calcopirita, magnetita, hematita (algo de cobalto), turmalina, actinolita y apatita, como: Eliana, Río Seco y Monterrosas; algunas veces acompañados de fuerte metasomatismo potásico (Cobre Acarí).

#### **b) Yacimientos en vetas, diseminaciones y skarns asociados con granotoides posteriores a la superunidad Patap**

Se tiene los siguientes:

#### **Yacimientos de tipo skarn relacionados a las unidades Incahuasi y Tiabaya.**

Estos yacimientos son del tipo skarn de cobre con algunos tenores de molibdeno y tungsteno (molibdenita y scheelita).

Están relacionados a contactos de rocas plutónicas de las unidades de Incahuasi y Tiabaya del Batolito de la Costa con rocas calcáreas del Cretáceo superior de las formaciones Characas, Lunche, Bella Asunta y Quitasol.

#### **Prospectos de pórfidos de cobre**

Son numerosos los pórfidos de cobre con contenido de oro y molibdeno. Ejemplo son: Marcahui, Cuco, Molletambo, Almacén, Los Pinos, Lunche, Surco, etc.

#### **Vetas de oro relacionadas a la superunidad Tiabaya**

Los yacimientos se presentan en una franja entre Palca y Ocoña; relacionados principalmente a rocas plutónicas de la superunidad Tiabaya del Batolito de la Costa. Los más representativos son: Sarmarica, Sol de Oro, Los Incas, San Luis, Posco y Ocoña, San Juan de Chorunga, Quimbalete, Clavelinas, etc.

#### **(5) Vetas en rocas del Oligoceno - Mioceno**

Vetas con mineralización polimetálica, se encuentran emplazadas en rocas mesozoicas sedimentarias, volcánicas y volcánico - sedimentarias del Oligoceno - Mioceno. Entre las principales se encuentra: Salpo, Santo Toribio y Hércules (relacionado a una caldera neogena, TRURNIT et. al. 1982), Colqui (KAMILI y OHMOTO, 1977), Río Pallanga, San Genaro, Caudalosa y Casapalca (RYE y SAWKILNS, 1974).

#### **(6) Cuerpos y vetas polimetálicas relacionadas a rocas volcánicas e hipabisales del Mioceno**

Yacimientos de este tipo se encuentran en el Centro y Norte del país. Se trata de cuerpos irregulares,

vetas polimetálicas y algunos yacimientos del tipo skarn, asociados a rocas hipabisales (subvolcánicas), del Mioceno.

Los principales yacimientos polimetálicos hidrotermales en el Perú Central tienen edades entre 15 y 7 M.A..

Representan la época metalogénica más importante de los Andes peruanos. Datos geocronológicos (SOLER y BONHOMME, 1988) indican que algunos depósitos de este grupo (Milpo - Atacocha, Uchucchacua), pertenecen a una edad Eoceno superior a Oligoceno inferior, pero esta posibilidad no disminuye la importancia metalogénica del Mioceno medio a superior.

a) Yacimientos complejos incluyendo vetas y cuerpos de reemplazamiento

Están normalmente zonados con un núcleo rico en sulfuros de cobre - arsénico (enargita, luzonita, tennantita, covelita y piritita), una zona intermedia de plomo y zinc, y la zona externa con sulfuros complejos.

Los principales yacimientos de esta categoría son :

Cerro de Pasco (EINAUDI, 1977), Huarón (THOUVENIN, 1983), Morococha (EYZAGUIRRE et al. 1975), Yauricocha (PETERSEN, 1975), Quiruvilca (BARTOS, 1987; BUKART - BAUMANN, 1988), Julcani (BENAVIDES, 1983), Huachocolpa (BIRNIE y PETERSEN, 1977). Los yacimientos de Morococha muestran una transición a la mineralización de pórfido de cobre (prospecto Toromocho).

El yacimiento estrato ligado Colquijirca y parte de la mineralización de la zona norte del distrito de Hualgayoc (cuerpos irregulares de piritita - enargita), se muestran similares a los yacimientos de esta categoría (VIDAL y CABOS, 1983).

Recientemente se han reportado en el distrito de Yauricocha los yacimientos de oro de Purísima Concepción que están alojados en sedimentos (ALVAREZ y NOBLE, 1988).

#### a) Cuerpos de Skarn

Los principales cuerpos de tipo skarn asociados algunas veces a vetas, son los siguientes : Santander (ZIMMERNINK, 1985), Milpo - Atacocha (GUNNESH et al. 1984), Uchucchacua (ALLPERS, 1980) y raura.

#### b) Cuerpos, vetas y diseminados asociados al Batolito de la Cordillera Blanca

Entre los yacimientos mas importantes se tiene : skarns polimetálicos (Magistral, Antamina y Contonga);

vetas de estaño (Tambillos), vetas de tungsteno (Pasto Bueno; LANDIS y RYE, 1974), (Mundo Nuevo y Tamboras); vetas polimetálicas con plata y poco tungsteno (Pusajirca); pórfidos de cobre (Aguila, Melchora) y pórfidos de Molibdeno - Wolframio (Compaccha, California y Jacobamba).

### EL SEGMENTO CENTRO - SUR

Este segmento centro - sur comienza a la altura de la transversal de Puerto Lomas - Cangallo - San Miguel y se prolonga hasta la transversal Mollendo - La Raya.

En la Costa está caracterizado por la presencia de yacimientos filonianos de plata genéticamente asociados al vulcanismo mioplioceno, y más al Este, por una provincia de yacimientos pirometasomáticos de cobre y hierro genéticamente asociados al botolito oligoceno de Andahuaylas - Yauri.

Entre los principales yacimientos tenemos en el segmento Centro - Sur se tienen los siguientes :

#### a) Vetas del Cretáceo superior asociadas a rocas plutónicas de la super unidad Tiabaya del batolito de la Costa.

Son vetas de oro generalmente relacionados a rocas plutónicas de la superunidad Tiabaya del Batolito de la Costa. Los depósitos están localizados en una franja entre Palpa y Ocoña, en el Sur del Perú, Ejemplos: Saramarca, Minas, Ocoña, Los Incas, Sol de Oro, Posco, San Juan de Chorunga, Quimbaleta, Clavelinas, etc.

#### b) Yacimientos de skarn del Oligoceno, relacionados al Batolito Andahuaylas - Yauri.

Estos depósitos son ricos en cobre (Chalcopirita), con un alto contenido de magnetita, El depósito principal de este grupo es Tintaya que muestra una transición a la mineralización de pórfido de cobre. Ejemplos son Katanga, Atalaya, Charcas, Sulfobamba, Ferrobamba, Livitaca, Corocohuayco, Quechua (SANTA CRUZ et al. 1979)

#### c) Vetas en volcánicos miocénicos de la Franja Puquio - Cailloma)

La franja mineralizada de Puquio - Cailloma está compuesta por vetas de plata, oro, cobre, plomo y zinc, emplazadas en volcánicos miocénicos.

Ejemplos de estos yacimientos son las minas : Idas, San Juan de Lozanéis, Sucuytambo, Arcata, Orcopampa, Cailloma, Shila y Santo Domingo. Las vetas están alojadas en volcánicos de los Grupos Tacaza y Barroso principalmente, contienen cantidades importantes de sulfuros de plata como mineral económico, acompañados por piritita, cuarzo y rodocrosita. Con excepción de Orcopampa, el contenido de oro en estas vetas es re-

lativamente bajo. Las alteraciones hidrotermales características son silicificación y propilitización (FORNARI y VILCA, 1978).

#### **d) Vetas y diseminados de uranio del Mioceno superior - Plioceno en el Sur del Perú.**

Las ocurrencias de uranio están emplazadas en ignimbritas peralcalinas de edad Mioceno superior - Plioceno (ARRIBAS y FIGUEROA, 1985). Se han estudiado anomalías a todo el largo de la Cordillera Oriental y la región Surandina, especialmente en Vilcabamba, sin resultados económicos positivos.

El yacimiento Macusani, en Puno, se considera el más importante y ha sido el más estudiado.

### **SEGMENTO SUR**

Este segmento comienza a nivel de la transversal de Mollendo - La Raya y sigue hasta el Norte de Chile y Bolivia, comprende la Cordillera Occidental, el Altiplano y la Cordillera Oriental.

En la vertiente pacífica se presenta como una provincia con pórfidos de cobre genéticamente asociados a unidades paleocenas del Batolito de la Costa. En la Cordillera Oriental se caracteriza una provincia polimetálica con estaño, wolframio y uranio (zinc, plomo, plata y antimonio), genéticamente asociada a manifestaciones del Oligoceno terminal y del Mioceno superior - Plioceno. Corresponde a un magmatismo peraluminoso de origen cortical. CLARK et al. 1990, subdivide este segmento en dos zonas estructurales: (1) Arco Principal y, (2) Arco Interno.

La región del Arco Principal comprende las cordilleras de la Costa Occidental en el Sur del Perú y Norte de Chile, ubicándose en el basamento paleozoico y precámbrico de facies granulita y anfíbolita del macizo de Arequipa. En esta región afloran rocas plutónicas y volcánicas del triásico al Cuaternario originadas en el Manto, que en su ascenso a la corteza continental andina asimilan elementos calco - alcalinos favoreciendo la formación de yacimientos (HARMON et al. 1984, BARRIERO y CLARK, 1984).

La región del Arco Interno, se encuentra en la Cordillera Oriental del Sureste del Perú y Noreste de Bolivia. La constituyen rocas volcánicas e intrusivas peralcalinas de composición intermedia a ácida con fuerte a moderado contenido peraluminico. en contraposición al Arco Principal, el Arco Interno se hospeda en una potente secuencia de rocas sedimentaria paleozoicas calcáreo - clásticas fuertemente deformadas.

#### **Mineralización del Mesozoico al Eoceno en el Arco Principal**

La Cordillera de la Costa expone plutones del Jurásico medio al Cretácico medio, pudiendo pertene-

cer al Jurásico inferior (BECKINSALE et al. 1985); existe también una faja de intrusiones más jóvenes que cortan a las intrusiones jurásicas.

En esta región se infiere que las rocas intrusivas félsicas en el segmento Toquepala del Batolito de la Costa fueron emplazadas por lo menos en ocho episodios.

Todos los plutones jurásicos están asociados a la mineralización hidrotermal con límites generalmente extendidos; así mismo, el emplazamiento de una dacita polifásica y probablemente un stock de latita porfirítica de edades comprendidas entre 52 y 57 M.A. (Eoceno inferior) están asociados a la ocurrencia de los depósitos de pórfido de cobre.

Entre los principales yacimientos del Arco Principal en rocas del Mesozoico al Eoceno, se enumeran los siguientes:

1) Distrito de Ite-Ilo, minas de Cu al NE de Ilo asociado a calcopirita - pirita - hematita (Santiago, Valparaíso y Licoma).

2) Distrito de Cocachacra, vetas de Cu-Au asociados a rocas granitoides.

3) Distrito de Toquepala-Quellaveco-Cuajone, los principales yacimientos están relacionados a stock intrusivos de rocas precambrianas e intrusivos del segmento de Arequipa y Toquepala del Batolito de la Costa, que intruyen en este sector a rocas precámbricas. Están incluidos en este grupo Cerro Verde-Santa Rosa (LEBEL, 1979; CEDILLO, 1982), Toquepala, Cuajone (MANRIQUE y PLAZOLES, 1975) y Quellaveco (KIHEN, 1979).

Las vetas de cobre en brecha de los prospectos Santa Catalina, Norvill, Cercana, Canaurade, así como el yacimiento de reemplazamiento estratiforme de Chapi, no son explotados actualmente.

**Región Tarata:** Pequeños plutones de granitoides, hospedados principalmente en estratos mesozoicos marinos yacen al SE del stock del distrito de Toquepala, pero estas intrusiones no son consideradas por PITCHER et al. (1985) en su revisión del segmento SE del batolito de la Costa.

**Distrito de Challatita:** WILSON y GARCIA, (1962) hacen referencia a la mineralización de cobre (malaquita) en la Mina Cerro.

**Distrito Lluta ó Cercana:** Distrito minero de cobre, plomo y plata, compuesto por vetas de cuarzo con óxidos de hierro enriquecido con sulfuros (VARGAS, 1975).

**Distrito de Ataspaca:** Comprende 16 pequeñas minas, un prospecto de cobre y dos prospectos de plomo - plata (VARGAS, 1975).

## Mineralización del Mioceno y Oligoceno en el Arco Principal

La mineralización polimetálica hacia el continente del Arco Principal es incompleta, pero los datos registrados para los distritos de Cacachara, Santa Lucía, Mañazo y Pucará (Putina) demuestran la actividad hidrotermal ocurrida episódicamente sobre un intervalo de menos de 20 M.A. (Oligoceno a Mioceno superior).

1) Distrito Cacachara-Pavico: Diseminados de plata - plomo - zinc (Pavico), vetas de cuarzo (Cacachara), con mineral de plata como pirargirita, tetrahedrita y polibasita.

2) Distrito Santa Lucía: Mineralización hidrotermal de Ag con Cu, Pb y Au de la mina Santa Bárbara (ARENAS, 1977, WASTENEYS, 1990, WASTENEYS y CLARK en Prensa); vetas de Cu con Ag en la mina Tacaza; Ag con Cu, Pb y Zn en la formación Copacabana y Ag-Cu de la mina Berenguela; y plata en el Prospecto Cayachira.

3) Distrito de Mañazo: Mineralización en vetas y stockwork relacionados con pequeños stocks de dioritas y granodioritas. Comprende: vetas de Au-Cu de la mina Los Rosales (FLETCHER et al. 1989); pipe "phreatic" brechado de Pb-Zn-Ag de la mina Santa Mestres; y alterción hidrotermal, Au con Cu, Pb y Ag de la mina Lotita.

4) Distrito de Cabanillas: Vetas de wolframita y molibdenita con ganga de cuarzo (San Judas Tadeo y Porvenis). Placeres auríferos en el valle del plutón Cerro Yaretane, procenientes de vetas de oro con ganga de cuarzo y pirita. Yacimientos de wolframio con molibdeno y oro en el Basamento Andino.

5) Área de Putina - Pucará: la minería de antimonio es a pequeña escala en las localidades del Altiplano NO de Juliaca en el Distrito de Santa Rosa y Putina. Vetas de estibina contienen galena argentífera, esfalerita, scheelita y wolframita están hospedadas por los estratos clásicos del Paleozoico Inferior (NEWELL, 1949; LAUBACHER, 1978 a y b). La ocurrencia de casiterita y/o sulfuros de estaño en depósitos de precordillera indican que esta área constituye la transición entre los Arcos Principal e Interno. (PETERSEN, 1960). Vetas de Antimonio con plomo, plata y estaño (Liliana - Maurilla 3).

## Mineralización del Mesozoico en el Arco Interno

La relación de la edad del reemplazamiento de la mineralización en el estadio más inferior del desarrollo del Arco Interno está lejos de ser completada (CLARK, 1990), sin embargo, el magmatismo granitoide polifásico del Jurásico y del batolito de Carabaya están implicados en la presencia de un amplio rango de elementos litófilos (W, Sn, Mo) y depósito de oro.

La extensión limitada de muchas de las capas rocosas mineralizadas puede reflejar el profundo nivel de exposición del sistema magmático hidrotermal, el que no guarda relación con la mineralización observada en el Paleozoico de la Cordillera Oriental. El sistema de vetas de argentita está asociado con el stock "Tipo I" del cretácico superior en una área limitada.

1) Distrito de Condorquiña - Limacpampa: El yacimiento Condorquiña de Sn, (PETERSEN, 1960).

2) Distrito de Ananea: La producción de oro en las gravas fluvio-glaciares de las cuencas Ananea - Ancocala, al Sur de la Cordillera de Apolobamba persiste esporádicamente hasta el presente (FORNARI et al. 1982, 1988). Los placeres de oro detríticos que tienen su origen en los taludes de los nevados Ananea y Nacaria de 5,000 m.s.n.m. donde se ubican las minas Ana María y Gavilan de Oro, están asociados a casiteria y wolframito.

3) Distrito de Olachea: Vetas de Cu-Ag (UCUNTAYA, ZAMBRANO et al. 1965). Sistema de vetas de Pb, Ba y Mn (Pio X).

4) Distrito de Coasa: Mineralización hidrotermal del rocas granitoides del Batolito Carabaya. El prospecto minero Volcán con mineralización de cobre en vetas y skarn (ROBERTSON, 1978; KONTAK, 1985).

5) Distrito de Aricona: Prospecto polimetálico Cerrote ú Orcoque, con mineralización de Cu, W, Mo y Sn (ROBERTSON, 1978, GUERRERO, 1980, CANDIOTTI y GUERRERO, 1983 y KONTAK, 1985).

6) Distrito de Crucero: Vetas de sulfuros y óxidos de Pb-Cu y Zn con valores de oro, en las minas Cerro del Inca Azul y Casa de Plata. Vetas de Cu y Sn agrupadas como mina Tamborapa, Prospectos Tres Marías y mina Rescate.

## Mineralización Cenozoica del Arco Interno

Los yacimientos más importantes del área del Arco Interno fueron emplazados durante el estadio más temprano de magmatismo peralumínicos del Cenozoico en el Oligoceno superior, representado por el stock monzogranítico con minerales de cordierita, biotita y sillimanita epizonal. La asociación es compleja, con ocurrencia de estaño con cobre, plomo, zinc, plata, bario y probablemente manganeso; quizás refleja relación petrogenética íntima entre el magma anatóxico y basalto fundido derivado del manto (KONTAK et al. 1986; CLARK et al., en preparación).

En el Cenozoico del Arco Interno hay ausencia notoria de oro. La veta en Palca 11 se formó en esta época (FARRAR et al., 1990 b), con mineralización de tungsteno, estaño y cobre, mientras que los yacimientos de San Rafael-Quenamari y Santo Domingo el tungsteno se encuentra como elemento traza.

### 1) Mineralización asociada con los plutones graníticos del Oligocénico superior

Los distritos del San Rafael-Quenamari y Santo Domingo están asociados con sistemas de vetas laterales: Sn, Cu y Ag (Quenamari); Pb, Zn, Ag, Cu y Sn (Santo Domingo); Zn, Pb, Cu, Sn y Ba (San Rafael); y estaño (Condoriquiña).

En adición a las vetas indicadas existen otro tipo de mineralización en la región del Carabaya. Probablemente contemporánea a los yacimientos de manganeso (Minas Minastira y San Francisco). En estas minas se representan lentes estratoligados de magnetita y otros óxidos de manganeso alojados en calizas del grupo Copcabana y Tarma.

La mineralización más importante de esta región es el distrito de Cecilia-San Antonio, con mineralización de Zn, Pb y Ag, de edad desconocida, siendo la mina Cecilia la que más se ha trabajado. Los yacimientos comprenden vetas de hasta 12 m. de potencia con sulfuros masivos y cuerpos estratoligados.

Distrito de Picotani: vetas cortan rocas sedimentarias y leucogranito. En el flanco sur del Cerro Lintere las vetas contienen especularita, hematita, caolinita y carbonatos (veta D), o piritita y cuarzo (veta C). En contraste, la veta mayor del distrito (B), expuesta más al Sur en el valle al Oeste del Cerro Lintere, contienen esfalerita masiva rica en hierro, con casiterita tabular y acicular y poca piritita, marcasita y pirrotita, arsenopiritita, Chalcopiritita, fluorita y cuarzo. (Minsur, prospecto Jéscica).

La mineralización de Uranio ha sido estudiada cerca del área Llojarani Grande, en el margen Norte de la meseta de Picotani. Contiene diseminaciones de autunita probablemente pitchblenda.

Los yacimientos fluvio-glaciales de oro vienen siendo explorados y explotados por muchos años.

### Mineralización de uranio y antimonio en el distrito de Macusani.

La meseta de Quenamari hospeda yacimientos de uranio. La mineralización comprende stockworks y vetillas de pitchblenda con melnikovita. Los yacimientos más importantes son: Chapi Alto, Pinocho y Chilcuno V, hospedados en tobas volcánicas. La mineralización no ha sido datada pero por relaciones de campo se infiere que no es más antigua que el Mioceno superior. En lo que respecta a su génesis, se acepta que es del tipo hidrotermal, contemporánea con el volcanismo (GOODELL y WATERS, 1981; VALENCIA y ARROYO, 1985).

El mergen sur de Macusani (Quenamari), es poco conocido, se sabe que presenta mineralización de Pb, Zn y Ag (Campo Corani) y de estibina (Campo

Revancha y Collpa (Kolpa)). No existe mayor información geológica, pero se conoce que es del tipo vetas.

### (2) Vetas asociadas con el stock del Oligoceno en la región sur de la Cordillera Oriental.

Dos tipos de yacimientos son reconocidos (CLARK et al. 1983) (1) Vetas de Sn, Cu, Zn, Pb y Ag (San Rafael y Quenamari), y (2) Vetas de Zn, Pb, Cu y Ag (Cecilia).

### 3) Vetas de tungsteno asociadas a las intrusiones subvolcánicas del Mioceno superior de la Cordillera Oriental.

El ejemplo principal es el yacimiento Palca 11 con mineralización de tungsteno compuesto básicamente de wolframio y scheelita con Zn, Cu, Sn, Ag y Pb.

## LA FRANJA FERRIFERA DE LA COSTA

a) Yacimientos de reemplazamiento de hierro relacionado a los intrusivos subvolcánicos del Jurásico medio.

Estos tipos de depósitos que están representados por la mina Marcona, son resultados de reemplazamiento de rocas mesozoicas y paleozoicas (en parte concordante a las capas). Su origen está relacionado a la Formación Rio Grande (ATKIN et al. 1985; INJOQUE et al. 1988).

## YACIMIENTOS EXOGENOS

### a) Yacimientos de placeres.

De gran importancia son los yacimientos de placer de oro en la cuencas de los ríos: Madre de Dios é Inambari (Sureste), y Santiago, Cenepa, Chichipe y Marañón. Otro importante yacimiento de placeres de oro es el de San Antonio de Poto (Puno), de origen glacial (KIHLEN, 1985).

### b) Depósitos intrakársticos

Se encuentran asociados a los yacimientos estratoligados en sedimentación de plataforma Triásico-Jurásico, en sedimentos lagunares del Jurásico superior y en rocas corbónicas del Cretácico superior. Algunos depósitos han sufrido concentraciones de importancia en los procesos durante el reciente modelado geomorfológico de los Andes. Los procesos karsticos afectan a las rocas carbonatadas de diferentes edades que contienen la mineralización.

Los yacimientos intrakársticos se presentan en diferentes formas (CANCHAYA, 1986): (a) cuerpos mineralizados tabulares, como resultado del llenado de fracturas y fallas (parte de Pozos Ricos, Porcia, Cañón en Hualgayoc); (b) cuerpos mineralizados sigmoidal-fusiformes (parte de Huaripampa y Carahuacra, en el

área del Domo de Yauli); (c) forma de rosario o en cuerpos escalonados (Omhla en Morococha); (d) Mantos mineralizados (Cañón, Mario en Hualgayoc), Cercapuquio (CEDILLO, 1990); (e) relleno mineralizado intergranular y/o intersticial (parte de Pozos Ricos, en Hualgayoc); y (f) cuerpos mineralizados irregulares (Ponciano en Hualgayoc). Los principales minerales económicos son esfalerita, galena y sulfuros-sulfosales de plata. El depósito kárstico de Azulcocha (MUÑOZ, 1988), emplazado en calizas del Grupo Pucará, es un caso especial, ya que a pesar de ser el más estudiado a la fecha, no es claro el origen meteórico o hidrotermal de las soluciones mineralizantes.

### c) Yacimientos de enriquecimiento supérgeno

Numerosos yacimientos están enriquecidos por procesos supérgenos; resultando a veces por este proceso cuerpos de proporciones económicas y leyes muy interesantes, como los que se formaron en importantes yacimientos como: Yauricocha, Cerro de Pasco y también en las cabeceras de los grandes pórfidos de la franja cuprífera del sur del País (Cerro Verde, Toquepala, Cuajone, etc.).

## 4. NUEVOS CONCEPTOS APLICADOS EN LA BUSQUEDA DE YACIMIENTOS

### Yacimientos Epitermales en Rocas Volcánicas

Actualmente, principalmente para la prospección de yacimientos epitermales, se cuenta con una nueva herramienta muy potente y práctica: la interpretación de imágenes satelitales, las cuales se están aplicando, con mucho éxito, sobre todo para definir: anomalías de color, asociadas a zonas de alteración, estructuras favorables y aparatos volcánicos.

En lo que respecta al Perú, en los últimos años se han efectuado intensas actividades de prospección y/o exploración tanto por parte del Estado, a través de INGEMMET, como por Empresas Mineras. Estas actividades han estado dirigidas mayormente a prospectar yacimientos epitermales en rocas volcánicas del Terciario-Cuaternario; es así como se ha descubierto los yacimientos de Yanacocha, Maqui-Maqui y están en estudio los prospectos de Cerro Corona y Tantahuatay en el Norte, entre otros.

En la Región Sur del País INGEMMET ha prospectado "Mazo Cruz" y las empresas privadas están explorando en el área de la Cordillera del Barroso, (Baños del Indio), Pistala, Suches, Arihua, Ontacota, Huayllura y en la Cordillera de Huanzo (Shila), etc.

### Yacimientos Epitermales en rocas sedimentarias

Con respecto a estos yacimientos se debe mencionar las manifestaciones de diseminación aurífera que se presentan en la formación Chimú, como en Santa Rosa (angamarca), El Toro y San José (Huamachuco), que

se caracterizan por ocurrir en zonas de cizallamiento con brechamiento hidrotermal en horizontes estratigráficos favorables, con respecto a cuerpos de brecha hidrotermales a través de estructuras con tendencias verticales.

Estas manifestaciones podrían considerarse como un nuevo tipo de depósito aurífero epitermal en Sudamérica (MONTROYA et. al.).

## 5. AREAS POTENCIALMENTE PROSPECTIVAS

Teniendo como base el Mapa Geológico del Perú, y considerando los factores tectónicos, así como el emplazamiento de cuerpos intrusivos y las manifestaciones de minerales metálicos se han determinado unidades litoestratigráficas prospectivas (metalotectos) con posibilidades de albergar yacimientos económicos.

Así se debe considerar:

### Formación Sandia

Bajo esta denominación se considera a una secuencia ordovícica de aproximadamente 3500 m. de potencia, que se localiza en el flanco subandino de la Cordillera Oriental del Sur del Perú. Litológicamente consiste de cuarcitas blanquecinas intercaladas con lutitas y lutitas arenosas.

Asociadas a esta formación se encuentran mineralizaciones de oro en vetas y mantos como en la Rinconada, Quince Míl, Manco Cápac, Olaechea, Sto. Domingo, etc., los que por erosión y posterior acumulación forman los placeres auríferos de la cuenca del río Madre de Dios.

### Formación Ananea

Consiste de una potente secuencia de pizarras de edad silúrico-devónica que afloran en las partes altas de la Cordillera Suroriental en Puno y que alberga una serie de estructuras mineralizadas como Gavilán de Oro, Untuca, Sta. María, etc., las cuales por procesos de erosión y deposición originan los depósitos detríticos glaciares en sus alrededores, y los depósitos fluviales en la ceja de selva y llanura de Madre de Dios.

### Grupo Pucará

De edad entre el Triásico medio y el Jurásico inferior consiste de calizas grises en estratos macizos, calizas dolomíticas y dolomitas gris amarillentas en capas, y hacia el techo calizas negras.

El yacimiento de San Vicente con mineralización estratiforme de Zinc del tipo cebrá, se ubica en el distrito de Chanchamayo, provincia de Tarma, departamento de Junín.

Existen otros yacimientos estratiformes cercanos a la mina San Vicente como Siete Jeringas al Sur y llano Cateador al Norte.

Al este de San Ramón en las proximidades del río Chanchamayo se ubican los depósitos del tipo skarn en calizas del Grupo Pucará en contacto con rocas ígneas.

El Grupo Pucara, de amplia distribución en los Andes Centrales y el flanco subandino del Norte de Perú, merece explorarse entre las altitudes 5° y 8° Sur, en especial en el departamento de Amazonas, donde en Bongorá y en Balsas existen prospectos con buenas perspectivas económicas.

### Volcánicos Oyotún

Los Volcánicos Oyotún de edad Jurásico inferior afloran en los Departamentos de Cajamarca y La Libertad, son rocas de las cuales es posible ubicar depósitos diseminados, sulfuros masivos, y algunas estructuras vetiformes con contenidos de oro.

El INGEMMET ha venido trabajando en estos volcánicos, habiéndose encontrado a la fecha algunos indicios favorables, como son los prospectos San Ignacio, San Ignacio II y San Ignacio III, Tocaconas, Linderos, etc.

**Prospecto Linderos**, ubicado en la provincia de Jaén, departamento de Cajamarca, entre las cotas 1000 y 1700 m.s.n.m. y comprende los sectores de Coyota, Limón y Los Bancos.

**El Sector Coyota**, tiene una extensión prospectiva de 6000 Ha., y se encuentra emplazado en los volcánicos Oyotún, el que consta de derrames andesíticos con textura porfirítica, e intercalaciones de tobas, brechas y tobas lapilli.

- En la parte alta del Cerro Coyota se tiene un sombrero de hierro "Gossan" de 600 m. x 100 m., cuyos afloramientos de magnetita masiva y hematita, tienen a veces calcita y óxidos de cobre con microfracturas; además hay relictos de pirita y calcopirita.

La zona de alteración hidrotermal alrededor del "Gossan", tiene forma elongada y dirección N-S y mide aproximadamente 1000 m. x 300 m. y consta de una intensa silicificación, seguida por una argilitización avanzada, decreciendo en intensidad hasta llegar a una propilitización hacia las zonas periféricas.

La mineralización se presenta de las siguientes formas :

a ) Relleno de las fisuras, las que son de poca potencia y longitud, con cuarzo y esporádicamente pirita y calcopirita en las zonas de silicificación y en brechas.

b) Diseminado y en stockworks de pirita, calcopirita y contenidos menores de galena.

c) En horizontes con tendencia a mineralización masiva de pirita, calcopirita, y en sectores tetraedrita, ocurriendo a veces la galena en cristales aislados, en una matriz silíceas en el cuerpo de brecha.

En las trincheras realizadas en los sectores de mayor alteración y brechamiento, se observa sulfuros de aspecto masivo, notándose un incremento de calcopirita, siendo a su vez más continua la presencia de bornita y calcosina, existiendo inclusive cobre nativo.

### Sector Los Bancos

Se encuentra a 3 km al NE del Cerro Coyota donde se puede observar un segundo sombrero de hierro, el cual mide 300 m. x 150 m. aproximadamente y consiste de magnetita, hematita y limonita.

El halo de alteración tiene más o menos 1000 m. x 250 m., existiendo zonas en silicificación, argilitización y sericitización.

### Sector Limón

Este sector tiene una extensión de interés prospectivo de 9900 Has. y fue detectado como anomalía geoquímica en la fase de prospección geoquímica regional realizada por INGEMMET y la Cooperación Peruano-Alemana entre los años 1986 y 1988.

La zona consiste en rocas volcánicas de la formación Oyotún, las que están intruídas por un cuerpo dioríticos.

Análisis químicos realizados en concentrados de sedimentos de quebrada, dieron valores de oro de 1.47 g/Tm, mientras que los sedimentos arrojan 0,094 ppm. de Au.

### Prospecto San Ignacio II

Se ubica en la provincia de San Ignacio, en el departamento de Cajamarca donde se han realizado algunos muestreos geoquímicos de sedimentos de quebrada que arrojan valores de oro entre 0.02 ppm. y 0.18 ppm.

### Sector Nuevo Trujillo

Se ubica en rocas de la formación Oyotún, las que se encuentra intruídas por rocas de composición granítica a granodirítica; presenta alteraciones como propilitización que es la alteración predominante en la zona, siguiendo la silicificación y argilitización en algunos sectores.

Existen zonas con cuarzo - sericita - pirita, y cuarzo - pirita, en los alrededores de Miraflores; y cerca al caserío Jorge Chávez, hay sectores con abundante cuarzo - pirita - limonitas y cantidades menores de arcillas.



Los valores de oro en rocas varían entre: 0.04 ppm en una zona de piritización y 0.21 en venillas con cuarzo. En sedimentos varían entre 0.16 - 0.97 ppm. en muestras preconcentradas.

### Prospecto San Ignacio III

Esta área anómala comprende rocas de la formación Oyotún y Goyllarisquizga, las que se encuentran intruidas por plutones de composición diorítico y granodiorítica o granítica.

En este sector predomina la alteración de tipo propilítico, donde los muestreos geoquímicos en sedimentos de quebrada arrojan valores anómalos que varían entre 0.06 y 0.10 ppm. de oro.

### Prospecto San Ignacio

La geología del área comprende rocas de la formación Oyotún, que infrayace a la formación Goyllarisquizga con discordancia angular, con una facies volcánica de conglomerados que cubren gran parte del área y que corresponden a la formación Namballe.

En la zona de Tomaque predomina la silicificación, siendo la estructura mineralizada catalogada como paleoplaceres-manto. En la base de la formación Goyllarisquizga existe un conglomerado cuarcífero de 0.7 m. de potencia con valores bajos de oro, pero en algunos sectores dió valores más altos, los que varían entre 0.03 y 4.55 g/Tm con potencia variable entre 0.25 y 1.80 m.

### Las Huaquillas

La mineralización aurífera de la zona Los Socavones en las Huaquillas tiene como caja a una zona aplítica que está asociada genéticamente a una roca diorítica de probable edad Cretácico inferior. La mena de oro aflora conjuntamente con vetillas de sulfuros base en una faja de varias decenas de metros de ancho de aplita, la cual ha sido intensamente alterada a sericita, cuarzo y pirita, con un amplio halo esterno y una dominante alteración propilítica, la cual se extiende hacia el intrusivo diorítico y a los volcánicos Oyotún.

Los contenidos de oro varían entre 1.69 g Au/Tm y 9.98 g Au/Tm.

### Grupo Goyllarisquizga

#### Formación Chimú

La formación Chimú del Cretácico inferior contituida principalmente por areniscas cuarzosas, lutitas carbonosas y mantos de carbón, forma parte del Grupo Goyllarisquizga.

La existencia de yacimientos y/o prospectos auríferos epitermales, en areniscas de la formación Chimú

han sido repotadas en Santa Rosa (Angasmarca), El Toro y San José (Huamachuco); en dichos prospectos se evidencian alteraciones hidrotermales, pequeñas intrusiones andesíticas, y fallamientos asociados, que son los controles guías para prospectar yacimientos de este tipo (MONTAYA et. al).

### Formación Santa

La formación Santa pertenece a la secuencia Miogeosinclinal Andino Occidental del Cretácico Inferior y forma parte del Grupo Goyllarisquizga, consiste en calizas con lutitas en la base (Neocomiano inf.), existiendo a lo largo y ancho de ella, decenas de prospectos y distritos mineros como son:

- Area de la mina El Extraño
- Area de Pueblo Libre - Caraz
- Distrito minero de Tuco - Chira
- Distrito minero de Pachapaqui
- Distrito minero de Huallanca - Huanzá
- Distrito minero de Pacllón Llamac
- Area de la mina Gran Bretaña
- Area de la mina Cercapuquio

Existen más de 80 yacimientos, prospectos y/o minas en explotación con Pb, Zn, Ag, (Cu), las que tienen como rocas encajonantes a la formación Santa en el norte y centro del Perú.

En estas áreas, existe una marcada congruencia entre horizontes de sulfuros y las rocas encajonantes de la formación Santa.

Las facies litológicas que contienen los sulfuros de Pb, Zn, Ag, (Cu), están compuestas principalmente por lutitas margosas a margas, calizas dolomíticas con intercalaciones de chert en forma de capas y/o concreciones, y ocasionalmente alternancias de material vulcanogénico (tufitas - calizas tufáceas, etc.).

### Grupo Casma/Volcánico Ereo

Es una secuencia volcánico - sedimentaria de edad Albiano - Cenomaniano que afloran en la franja litoral del Norte del Perú.

Se caracteriza por su filiación metalogenética con yacimientos vulcanogénicos exhalativos similares a los del tipo Kuroko, con mineralización de zinc, plomo, cobre, etc.

Los yacimientos que tienen como roca huésped a los volcánicos sedimentarios Casma/Ereo son:

Tambo Grande en Piura; Leonila Graciela en Cocachacra, Lima; María Teresa en Huaral, Mina Palma de antioquia, río Lurín; además de los prospectos Totoral y Potrobayo en Piura, y el sector de Ceniceros en Chao, Trujillo.

También se consideran a las Minas de Raúl y Condestable que están emplazadas en el Grupo Quilmaná, correlacionable con el Grupo Casma, pero cuya mineralización es mayormente cuprífera.

### Grupo Calipuy

Bajo la denominación de la formación Calipuy, COSSIO, (1964) designó así a una potente secuencia de 2000 m. de volcánicos continentales terciarios en el segmento Norte de la Cordillera Occidental de Perú, esta secuencia consiste en derrames piroclásticos principalmente de composición andesítica, dacítica y riolítica, así como tobas andesíticas y riolíticas con intercalaciones de lutitas.

Posteriormente J. WILSON, (1984) la elevó al rango de Grupo, por presentar dos unidades volcánicas, separadas por una discordancia, a las cuales denominó, volcánicos Llama (unidad inferior) y volcánicos Porculla (unidad superior).

Los volcánicos llama están constituidos desde la base hacia el techo, por un conglomerado basal y encima una secuencia de piroclásticos y derrames, siendo algunos de ellos porfiríticos, con algunas tobas andesíticas.

Los volcánicos Porculla, fueron descritos por BALDOCK J. (1971), como una potente secuencia de volcánicos ácidos que afloran en la cresta de la Cordillera Occidental, en el abra de Porculla, en discordancia con el basamento metamórfico Precámbrico-Paleozoico.

Consisten en bancos gruesos, subhorizontales de derrames dacíticos son interrelaciones de andesitas, siendo los piroclásticos más abundantes que los derrames.

Entre las manifestaciones de mineralización típica para este grupo se tiene: Yanacocha y Maqui Maqui (Volc. Poculla), y el prospecto Cerro Corona, todos ellos en el Departamento de Cajamarca, un poco más al sur, se encuentra Salpo y Quiruvilca.

### Grupo Tacaza

En la región meridional y central de la Cordillera Occidental se encuentra una potente secuencia de rocas volcánicas de edad Terciario medio a superior datadas entre 15.8 y 36.5 M.A., que sobreyacen a las Capas Rojas eocénicas, plegadas y erosionadas. En la región meridional se les conoce como Volcánicos Tacaza, y en el centro como Volcánicos Casapalca y Volcánicos Castrovirreyna.

Los Volcánicos Tacaza aflora ampliamente en el área de Puno, sierras altas de Arequipa y Moquegua, partes occidentales del Cuzco, Sur de Apurímac, etc., constituyendo en una potente serie (1000 a 3000 m.) de derrames lávicos, brechas de flujo, aglomerados, tufos de grano fino a veces brechoides, cuya composición es

mayormente andesítica y dacítica; y en menor escala, riolítica y riodacítica.

En estas rocas ocurren una serie de yacimientos epitermales aurífero-argentíferos, los cuales ocurren como rellenos o reemplazamientos de fracturas individuales, a todo lo largo de la cadena volcánica Circum Pacífica y en especial en los Andes Peruanos y Chilenos. El concepto de su génesis volcanogénica ha evolucionado en los últimos años, hasta la idealización de un modelo epitermal de estos yacimientos, donde la mineralización de metales preciosos y básicos sigue patrones de alteración vertical y horizontal conspicuas. Arcata es un modelo típico de esta clase de yacimientos.

Dentro de los volcánicos Tacaza se encuentran una serie de depósitos de oro y plata, como son: Jarhuarazo, Tumiri, Santo Domingo, San Martín - Farallón, Sucuitambo, San Miguel, Paco Paco, Cailloma, Orcopampa, etc.

### Grupo Barroso

Compuesto por volcánicos de edad Mioceno a Reciente (desde 8 M.A. aprox.), que se manifiesta en la Cordillera Occidental y en la zona Altiplánica del Sur, y que aflora en la Cordillera del Barroso, cerca a la zona limítrofe con Bolivia (área de Mazo Cruz) y que se extiende hacia la región de Arequipa (Área de Coropuma, Ubinas y Pichu-Pichu).

En los últimos lustros, volcánicos jóvenes, como los que constituyen el Grupo Barroso, se han convertido en un blanco importante para la prospección de yacimientos epitermales auro-argentíferos.

Uno de los últimos descubrimientos de mineralización epitermal se evidencia en el área de Mazo Cruz, objetivo de investigaciones recientes de INGEMMET.

### Área Mazo Cruz

El área de Mazo Cruz, se ubica en la provincia de El Collao, departamento de Puno, entre cotas 3,900 y 5,100 m.s.n.m.

Los volcánicos Barroso de composición andesítica y de amplia distribución en el área de Mazo Cruz se manifiestan como edificios volcánicos prominentes (5,000 m.s.n.m.) formando complejos distribuidos a lo largo de fallas regionales (Falla Llusta) ó emplazados hacia los flancos de éstas (Falla Lluma).

Dentro de las estructuras volcánicas se pueden diferenciar eventos más antiguos que han sufrido intensa actividad tectónica con fuerte erosión y aparatos volcánicos relativamente jóvenes con poca erosión, que conservan aún la forma cónica original. Aparentemente la mineralización ha sido causada por el ascenso de pulsos magmáticos muy recientes, que han aprovechado zonas fracturadas para su emplazamiento; los que han

desarrollado zonas de alteración, siendo las más características, las argílicas con un núcleo de silicificación intensa.

Dentro del área de Mazo Cruz los sectores más prospectivos son Yulaca y Japo, que presentan características de yacimientos epitermales con diseminación aurífera asociada a la alteración hidrotermal, controlada por los lineamientos tectónicos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AMSTUTZ, G.C. (1956) A note on a peculiar association of copper with fossil plants in Central Perú.- Bol. Soc. Geol. Perú, **30**: 5-11.
- ALPERS, C. (1980) Mineralogy paragenesis and zoning of the Luz vein, Uchucchacua, Peru, AB degree Harvard Univ. 137 p.
- ALVAREZ A. & NOBLED. (1988) Sedi-mentary rock-hosted disseminated precious metal mineralization at Purísima Concepción, Yauricocha district, central Peru. Econ Geol **83**: 1368-1378 p.
- ARENAS, M. (1977) Minas Santa Bárbara, reservas de mineral, posibilidades, plan de explotaciones y desarrollos.- Rep. priv. Minsur, S.A.; 44 p.
- ARRIBAS, A. & FIGUEROA, E. (1985) Geología y metalogenia de las mineralizaciones uraníferas de Macusani, Puno (Perú).- En: Uranium deposits in volcanic rocks. Proc Meeting El Paso Texas, April 1984, Int Atom Energy Agency, Vienna, 273-254 p.
- ATKIN, P. & INJOQUE, L. & HARVEY, K. (1985) Cu-Fe-amphibole mineralization in the Arequipa segment.- In: Pitcher, W., ATHERTON, M., COBBING, E., BECKINSALE, R., [eds] Magmatism at a plate edge: the Peruvian Andes. Blackie, Glasgow; 261-270 p.
- AUDEBAUD, E. et al (1973) El metamorfismo precámbrario de baja presión en los Andes orientales del Perú.- Bol. Estud. Espec. Perú **3** ; 69-75 p.
- BARREIROS, B. A. & CLARK, A. H. (1984) Lead isotopic evidence for evolutionary changes in magma-crust interaction, central Andes, southern Peru.- En: Earth Planet. Sci. Letters, **69**:30-42 p.
- BARTOS, P. (1987) Quiruvilca, Peru: mineral zoning and timing of wall-rock alteration relative to Cu-Zn-Ag vein fill deposition.- En: Econ. Geol. **82**:1431-1452 p.
- BECKINSALE, R. D. & SANCHEZ-FER-NANDEZ, A. W. & BROOK, W. & COBBING, E. J. & TAYLOR, W. P. & MOORE, N. D. (1985) Rb-Sr whole-rock isochron and K-Ar age determinations for the Coastal batholith of Peru.- En: PITCHER et al. Magmatism at a plate edge: The Peruvian Andes: Glasgow, Blackie; 177-202 p.
- BENAVIDES, J. (1983) Alteración y mineralización en un sector del distrito minero de Julcani.- En: Bol. Soc. Geol. Perú **72**:99-110 p.
- BELLIDO, E. (1969) Sinopsis de la Geología del Perú.- Bol. Serv. geol. min. Perú **29** ; 54 p.
- BELLIDO, E. & DE MONTREUIL, L. GIRARD, D. (1969) Aspectos generales de la metalogenia del Perú.- XI Conv. Ing. Min. Lima; 96p.
- BELLON, H. & LEFEVRE, C. (1976) Données geochronométriques sur le volcanisme andin dans le sud du Pérou. Implications volcanotectoniques.- C.R. Acad. Sciences Paris **283** ; 1-4 p.
- BIRNIE, R. & PETERSEN, U. (1977) The paragenetic association and compositional zoning of lead sulfosalts at Huachocolpa, Peru.- En: Econ. Geol. **72**:983-992 p.
- BURKART-BAUMANN, I. (1980) Sulfosales simples y complejas del yacimiento Quiruvilca.- En: Bol Soc Geol Peru **77**:1-6 p.
- CAMPBELL, A.R. (1987) A sulfur isotopic study of the San Cristóbal tungsten-base metal mine, Perú.- Mineralium Deposita. **22**: 42-46 p.
- CANCHAYA, S. (1990) Stratabound Ore Deposits of Hualgayoc, Cajamarca, Peru.- En: FONT-BOTE at al. Stratabound Ore Deposits in the Andes; Springer (Heidelberg): 569-582 p.
- CANDIOTTI, H. & GUERRERO, T. (1983) Ocurrencia de un yacimiento tipo albita-greisen de Cu-W-Sn y Mo - Carabaya- Puno.- En: Bol. Soc. Geol. Perú **71**:69-78 p.
- CANEPÁ, C. (1990) Vanadiferous Occurrences in the Pariatambo Formation and at Sincos, Central Peru.- En: FONTBOTE at al. Stratabound Ore Deposits in the Andes; Springer (Heidelberg): 595-597 p.
- CARDOZO, M. (1990) The Copara Metallotect in Central Peru: Geologic Evolution and Ore Formation.- En: FONTBOTE at al. Stratabound Ore Deposits in the Andes; Springer (Heidelberg): 395-412 p.
- CARDOZO, M. & CEDILLO, E. (1990) Geologic Metallogenic Evolution of the Peruvian Andes.- En: FONTBOTE et al. Stratabound Ore Deposits in the Andes; Springer (Heidelberg): 35-60 p.
- CARDOZO, M. & WAUSCHKUHN, A. (1984) The Copara and Patap metallotect on the western side of central Peru.- In: Wauschkuhn A. Kluth C. Zimmermann R (eds) Syngeneses and epigenesis in the formation of mineral deposits; Springer, (Heidelberg): 616-646 p.
- CARRASCAL, R. & SAEZ, J. (1990) Stratabound Polymetallic Ore Deposits of the Santa Metallotect in the Huanzalá and Pachapaqui Mining Areas in Central

- Peru.- En: FONTBOTE et al. *Stratabound Ore Deposits in the Andes*; Springer (Heidelberg): 555-568 p.
- CEDILLO, E. (1982) *Geologie, Mineralogie und hydrothermale Umwandlung der Brekzie der "porphyry copper"-Lagerstätte Cerro Verde, Arequipa, Peru*. Thesis Univ Heidelberg, 98 p.
- CEDILLO, E. (1990) *Stratabound Lead-Zinc Deposits in the Jurassic Chaucha Formation, Central Peru*.- En: FONTBOTE et al. *Stratabound Ore Deposits in the Andes*; Springer (Heidelberg): 537-554 p.
- CHACON, A.N. (1989) *Metalogenia del Eugeosinclinal Albiano-Cenomaniano en la Cuenca Nor-Occidental del Perú*. Tesis, Universidad Mayor de San Marcos, 180p.
- CLARK, A. H. & PALMA, V.V. & ARCHI-BALD, D.A. & FARRAR, E. & ARENAS, M. J. & ROBERTSON, R.C.R. (1983) *Ocurrences and age of tin mineralization in the Cordillera Oriental, southern Peru*.- En: *Econ Geol* **78**:514-520 p.
- CLARK, A. H. & FARRAR, E. & KONTAK, D. J. & LANGRIDGE, R. J. (1990) *Geologic and Geochronologic Constraints on the Metallogenic Evolution of the Andes of Southeastern Peru*.- En: *Econ. Geol.* **85**:1520-1583 p.
- CLARK, A. H. & TOSDAL, R. M. & FARRAR, E. & PLAZOLLES, A. (1990a) *Geomorphological environment and age of supergene enrichment of the Cuajone, Quellaveco and Toquepala porphyry copper deposits, southeastern Peru*.- En: *Econ Geol* **85**:1651-1668 p.
- COBBING, P. & OZARD, J. & SNELLING, N. (1977) *Reconnaissance geochronology of the crystalline basement rocks of the coastal cordillera of southern Peru*.- *Bull. Geol. Society of America* **88** ; 241-243 p.
- COBBING, P. & PITCHER W. (1979) *El Batolito costanero en la parte Central del Perú*.- *Bol. Estud. Especs. Perú* **7** ; 1-40 p.
- COBBING, E. J. & PITCHER, W. S. & WILSON, J. & TAYLOR, W. & SNELLING, N.J. (1981) *Estudio geológico de la Cordillera Occidental del Norte del Perú*.- *Bol. Estud. Especs. Perú* **10** ; 252 p.
- DALHEIMER, M. (1990) *The Zn-Pb-(Ag) Deposits Huaripampa and Carahuacra in the Mining District of San Cristóbal, Central Peru*.- En: FONTBOTE et al. *Stratabound Ore Deposits in the Andes*; Springer (Heidelberg): 279-291 p.
- DALMAYRAC, B. & LAUBACHER, G. & MAROCCO, R. (1988) *Caracteres Generales de la Evolución Geológica de los Andes peruanos*. *Bol. Estud. Especs. Perú* **12** ; 313 p.
- DUNIN-BORKOWSKI, E. (1969) *Der Acari Pluton (Peru) als Beispiel der Differentiation des tonalitischen Magmas (mit einem Anhang Über die ihn durchquerenden Stöcke und Gänge)*.- *Geol Rundsch* **59** 1141-1180 p.
- EINAUDI, M. T. (1977) *Environment of ore deposition at Cerro de Pasco, Pasco, Peru*.- *Econ Geol* **72**; 893-924 p.
- EYZAGUIRRE, R. & MONTOYA, D. & SILBERMAN, M. & NOBLE, D. (1975) *Age of igneous activity, Morococha district, central Peru*.- *Econ. Geol.* **70**; 1123-1126 p.
- FARRAR, E. & YAMAMURA, B. K. & CLARK, A. H. & TAIPE, J. (1990b),  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  ages of magmatism and tungsten-polymetallic mineralization, Palca, Choquene district, southeastern Peru.- En: *Econ Geol* **85**:1669-1676 p.
- FERRARIS, F. & VILA, T. (1990) *Volcanic Sulfur Deposits in the Andes of Northern Chile*.
- FLORES, G. (1972) *Yacimientos Minerales de Amianto y Fluorita en el Perú* ; 10 p.- En: FONTBOTE et al. *Stratabound Ore Deposits in the Andes*; Springer (Heidelberg):691-702 p.
- FLORES, G. (1990) *Geology of Iscaycruz Ore Deposits in the Santa Formation, Central Peru*.- En: FONTBOTE et al. *Stratabound Ore Deposits in the Andes*; Springer (Heidelberg): 583-594 p.
- FONTBOTE, L. & GORZAWKI, H. (1990) *Genesis of the Mississippi Valley-type Zn-Pb deposit of San Vicente, central Peru: geological and isotopic (Sr, O, C, S) evidences*.- *Econ. Geol.* **85**:5
- FORNARI, M. & VILCA, N. C. (1978) *Mineralización argentífera asociada al vulcanismo Cenozoico en la faja Puquio-Cailloma*.- *Bol Soc Geol Peru* **60**:101-128 p.
- FORNARI, M. & HERAIL, G. & LAUBACHER, G. (1982) *El oro en la Cordillera Sur-Oriental del Perú: el placer fluvia-glacial de San Antonio de Poto y sus relaciones con la mineralización primera de la Rinconada*.- En: *Cong Latinoamericano Geología, 5th, Buenos Aires, Argentina, Actas* **4**:369-386 p.
- FORNARI, M. & HERAIL, G. & LAUBACHER, G. & DELAUNE, M. (1988) *Les gisements d'or des Andes sud-orientales du Pérou*.- En: *Géodynamique* **3**:139-161 p.
- GOODELL, P. C. & WATERS, A. C. [Eds] (1981) *Uranium in volcanic and volcanoclastic rocks*.- *Studies in Geology*, **13**:331 p.

-GORZAWSKI, H. & FONTBOTE, L. & FIELD, C. & TEJADA, R. (1990) Sulfur Isotope Studies in the Zinc-Lead Mine San Vicente, Central Peru.- En: FONTBOTE et al. Stratabound Ore Deposits in the Andes; Springer (Heidelberg): 305-312 p.

-GUERRERO, T. (1980) Geología del Prospecto Sarita: Lima.- En: Rep. priv. Soc. Explor. del Sur (SOCSUR); 16 p.

-GUNNESCH, K. A. & GUNNESH, A. & BAUMANN, A. & DELGADO, H. (1984) Investigaciones mineralógicas y metalogenética en las áreas mineras de Milpo, Atacocha y Machcán (Perú Central).- Bol Soc Geol Perú **72**: 1-14 p.

-HARMON, R. S. & BARREIRO, B. A. & MOORBATH, S. & HOEFS, J. & FRANCIS, P. W. & THORPE, R. S. & DERUELLE, B. & McHUGH, J. & VIGLINO, J. A. (1984) Regional O-Sr-, and Pb-isotope relationships in late Cenozoic calc-alkaline lavas of the Andean cordillera.- En: Geol Soc London Jour. **141**:803-822 p.

-HUAMAN, M.A. & ANTUNEZ DE MAYO-LO, E. & RIVERA A.M. (1990) Geology of the Cu-(Ag,Bi) Stratabound Deposit Cobriza, Central Peru.- En: FONTBOTE et al. Stratabound Ore Deposits in the Andes; Springer (Heidelberg): 129-136 p.

-INGEMMET (1975) Mapa Geológico del Perú-Escala 1/1'000,000.

-INJOQUE, J. & MIRANDA, C. & DUNIN-BORKOWSKI (1979) Estudio de la génesis del yacimiento Tambogrande y sus implicancias.- Bol. Soc. geol. Perú, **67**: 73-99.

-KAMILLI, R. J. & OHMOTO, H. (1977) Paragenesis, zoning, fluid inclusions and isotopic studies of the Finlandia vein, Colqui district, central Peru.- Econ. Geol. **72**:950-982 p.

-KIHLEN, A. (1979) Geologie de porphyre cuprifère de Quellaveco (Pérou): Etude pétrogénétique des alterations et des fluides associés. Thesis INLP Nancy, 167 p.

-KOBÉ, H. W. (1960) Cu-Ag deposits of the Red-Bed type at Negra Huanusha in Central Perú.- Schweiz. Mineral Petrogr. Mitt. **40**: 163-176.

-KOBÉ, H. W. (1990a) Stratabound Sulfide Occurrences in the Paleozoic of the Yauli Dome, Central Peru.- En: FONTBOTE et al. Stratabound Ore Deposits in the Andes; Springer (Heidelberg): 113-122 p.

-KOBÉ, H. W. (1990b) Stratabound Cu-(Ag) Deposits in the Permian Mitu Red-Bed Formations, Central Perú.- En: FONTBOTE et al. Stratabound Ore Deposits in the Andes; Springer (Heidelberg): 123-127 p.

-KOBÉ, H. W. (1990c) Metallogenic Evolution of the Yauli Dome, Central Perú. A Summary.- En: FONTBOTE et al. Stratabound Ore Deposits in the Andes; Springer (Heidelberg): 267-278 p.

-KONTAK, D.J. & CLARK, A. H. & FARRAR, E. & PEARCE, T. H. & STRONG, D. F. & BAADS-GAARD, H. (1986), Petrogenesis of a Neogene shoshonite suite, Cerro Moromoroni, Puno, SE Peru.- En: Canadian Mineralogist, **24**:117-135 p.

-KONTAK, D. J. & CLARK, A. H. & FARRAR, E. & STRONG, D. J. (1985) The rift-associated Permian-Triassic magmatism of the Eastern Cordillera: A precursor to the Andean orogeny.- En: PITCHER et al. Magmatism at a plate edge: The Peruvian Andes: Glasgow, Blackie; 36-44 p.

-LAHARIE, R. (1975) Tectogénesis, Orogénesis y Volcanismo en los Andes del sur del Perú.- Bol. Inst. Frances de Estudios Andinos, Tomo **4** ; 173 - 198 p.

-LANDEO, N. (1986) Contribución al estudio de la mineralogía y alteraciones hidrotermales de la Veta Andaychagua (Distrito minero de San Cristóbal - Yauli).- Tesis Univ.Nac.Ing.; 47p.

-LANDIS, G. P. & RYE, R. O. (1974) Geologic, fluid inclusion and stable isotope studies of the Pasto Bueno W-base metal ore deposit, northern Peru.- Econ Geol **65**:1025-1059 p.

-LE BEL, L. (1979) Etude des conditions de formation du porphyre cuprifère de Cerro Verde - Santa Rosa (Pérou méridional) pris dans son contexte plutonique.- Thesis, Univ Lausanne. 160 p.

-LOCHMANN, D. & SCHREIBER, D. (1988) Gold-quargänge am Kontakt zwischen Grundgebirgs-serien und einer batholitischen Intrusion (Provinz Pataz-La Libertad-Perú).- Geowissenschaftliches Lateinamerika-Kolloquium, 11th, Hannover, Tagungsheft, 86p.

-LYNNE, F. (1985) Geochronology and petrochemistry of the Upper

-Tertiary Volcanic Arc, Southernmost Peru, Central Peru.- M. Sc. Thesis; University Queen's Kinston, Ontario, Canada; 317 p.

-MANRIQUE, J. & PLAZOLLES, A. (1975) Geología de Cuajone.- Bol. Soc. Geol. Peru **46**:137-150 p.

-MEGARD, F. (1979) Estudio Geológico de los Andes Centrales del Perú.- Bol. Estuds. Especs. Perú **8** ; 227 p.

-MONTROYA, D & NOBLE, D.P. & EYZA-GUIRRE R. "Depósitos minables a gran escala en rocas encajantes de la formación Chimú" Mining Journal.

- MORCHE, W; TEJADA R.; MORY B. (1994) Alteración y Mineralización de las anomalías auríferas epitermales (Sulfato - Acido) de Mazo Cruz, Puno. Resúmenes extendidos del VIII Congreso Peruano de Geología 1994 (pag. 18-22).
- MUÑOZ, C. (1988) Geologie und Mineralogie der Lagerstätte Azulcocha, Zentralperu - Neuere Beobachtungen. Tagungsheft 11. Geowiss Lateina-merika - Koll Hannover, 101 p.
- NEWELL, N. D. (1949) Geology of the Lake Titicaca region, Peru and Bolivia.- En: Geol Soc America Mem 36:104 p.
- OLADE (1979) Resultados Dataciones Absolutas (K-Ar).- Proyecto de Investigaciones de geotermicas del Perú ; 7 p.
- PALACIOS et al (1991) Geología de la Cordillera Occidental y Altiplano al oeste del lago Titicaca.- Bol. Carta geol. nac. Perú 42 ; 253 p.
- PETERSEN, G. (1960), Sobre Condoriquiña y otros depósitos de estaño en el Perú.- En: Soc Nac Minería Petróleo, Perú. vol 72, ser 2:36-44 p.
- PETERSEN, U. (1965) Major ore deposits of Central Perú.- Econ. Geol. 60: 408-473.
- PETERSEN, U. (1975) Nuevas investigaciones de yacimientos peruanos.- Seminario: Paragénesis, zonamiento y exploración. Univ. Católica, Lima; 27 p.
- PIRVU, N. (1976) Geologia preliminar sobre algunos yacimientos de Baritina y Bentonita en el Perú.- Inst. geol. min. Perú ; 28 p.
- PITCHER, W. et al (1985) Magmatismo al Borde de una Placa en los Andes Peruanos.- British Geological Survey.- Universidad de Liverpool ; 328 p.
- PITCHER, W. S. & ATHERTON, M. P. & COBBING, W. J. & BECKINSALE, R. D. [Eds] (1985) Magmatism at a plate edge: The Peruvian Andes. Glasgow, Blackie; 328 p.
- PONZONI, S.E. (1980) Metalogenia del Perú.- INGEMMET; 68 p.
- PONZONI, E. & VIDAL, C. (1982) Cooper mineralization and magmatic hidrothermal brines in the Río Pisco section of the Peruvian Coastal Batholith, a discussion.- Econ Geol 77:1951-1954 p.
- POUIT, G. (1987) L'amas sulfuré a Cu(Zn) de Tambogrande dans le Crétacé dur Nord Pérou. Historique de la Recherche.- Chron. Rech. Min. 489: 43-49.
- RIVERA, M.H. (1988) Metalogenia del Perú: Resumen. Curso Internacional de Metalogenia en Quito 1987. Memorias Univ. Central. Quito., pp 165-173.
- RIVERA, M, H (1988) Mineralización y apreciaciones metalogénicas en la Zona Norte del Perú. Curso Internacional de Metalogenia en Quito 1987. Memorias Univ Central de Quito, pp 177-197.
- RIVERA, M, H (1986) Relaciones metalogénicas de la mineralización del W-Sn en el Circum Pacífico, NW de Bolivia y SE del Perú. Resúmenes Bibliográficos INGEMMET. 21 p.
- ROBERTSON, R. C. R. (1978) Investigaciones sobre los yacimientos metalíferos del Departamento de Puno, Perú. Lima, Perú.- En: Inst. Cient. Téc. Minera, Unpub. rept 56 p.
- RYE, R. O. & SAWKINS, F. J. (1974) Fluid inclusions and stable isotope studies on the Casapalca Ag-Pb-Zn-Cu deposit, central Peru.- Econ Geol 69:181-205 p.
- SAMAME, B.M. (1979) El Perú Minero.-1er. Vol. Yacimientos.- Tomo 4.- Editora Perú.
- SANCHEZ, A. (1978) Geocronología de las Rocas Igneas y Basamento Metamórfico del Perú.- Tesis para optar el Grado de Ing. Geol. U.N.S.A. ; 82 p.
- SANCHEZ, A. (1982) Edades Rb-Sr en los segmentos Arequipa Toquepala del Batolito de la Costa del Perú.- V Congreso Latinoamericano de Geología, Argentina; 487-504 p.
- SANCHEZ, A. (1983) Nuevos Datos K-Ar en algunas Rocas del Perú.- Bol. Soc. Perú 71 ; 193-202 p.
- SANTA CRUZ, S. & GUERRERO, T. & CASTILLA, F. & CARO, E. (1979) Geología de yacimientos de cobre en skarn en la región Sur-Oriental del Perú.- Bol Soc Geol Peru 59:153-176 p.
- SAMANIEGO, A. (1980) Stratabound Pb-Zn-(Ag-Cu) ore occurrences in Early Cretaceous sediments of north and central Peru. A contribution to their metallogenesis.- Tesis, Univ. Heidelberg, 208 p.
- SCHREIBER, D.W. (1989) Zur Genese von Goldquarzgängen der Pataz-Region im Rahmen der geologischen Entwicklung der Ostkordillere Nordperus (unter Berücksichtigung der Distrikte La Mina, Parcoy und Buldibuyo.- Heidelberger Geowiss Abh v. 19, 235 p.
- SCHREIBER, D.W. & FONTBOTE, L. & LOCHMANN, D. (1990) Geologic Setting, Paragenesis, and Physicochemistry of Gold Quartz Veins Hosted by Plutonic Rocks in the Pataz Region.- Econ. Geol. 85: 1328-1347.
- SOLEP, P. & GRANDIN, G. & FORNARI, M. (1986) Essai de synthèse sur la métallogénie du Pérou.- Géodynamique 1 (1): 33-68.

- SOLER, P. & BONHOMME, M. (1988) New K-Ar ages determinations of intrusive rocks from Cordillera Occidental and Altiplano of Central Peru: Identification of magmatic pulses and episodes of mineralization.- *J. South Am Earth Sci* 1: 169-177 p.
- STEINMÜLLER, K. & WAUSCHKUHN, A. (1990) Palma: A Nonmetamorphic Stratabound Massive Zn-Ba Occurrence in the Eastern Casma Group of Central Peru.- En FONTBOTE et. al Stratabound Ore Deposits in the Andes; Springer (Heidelberg); 412-420 p.
- TEJADA R.; MORCHE W.; MORY B. (1994) Prospección Geológica minera de depósitos hidrotermales en volcánicos Plio-Pleistocenos utilizando Imágenes Satelitales - Proyecto Mazo Cruz-Puno. Resumen Extendidos del VIII Congreso Peruano de Geología 1994 (Pag. 34-37)
- THOUVENIN, J. M. (1983) Les minéralisations polymétalliques a Zn-Pb-Cu-Ag de Huarón (Pérou Central). Minéralographie de minerais et pétrographie des alterations des épontes.- Thesis, E N S Mines, Paris, 223 p.
- TOSDAL et al (1981) K-Ar Geochronology of the Late Cenozoic Volcanic Rocks of the Cordillera Occidental, Southernmost Peru.- *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 10 ; 157-173 p.
- TURNIT, P. & FESEFELDT, K. & STE-PHAN, S. (1982) A caldera of Neogene age and associated hydrothermal ore formation, Ticapampa-Aija mining district, Cordillera Negra, Department of Ancash, Peru.- En: Amstutz, G. C. et al. Ore genesis. Springer (Heidelberg), 528-552 p.
- UNESCO (1983) Mapa Metalogénico de América del Sur.-
- VALENCIA, J. & ARROYO, C. (1985) Consideraciones geoquímicas de los indicios uraníferos de Macusani, Puno (Perú): Uranium deposits in volcanic rocks.- En: Internat. Atomic Energy Agency Symposium, El Paso, Texas, April 2-5, 1985, Proc. 275-288 p.
- VALDEZ, M. (1983) Alteración y mineralización hidrotermal del manto Cobriza - Mina Cobriza.- *Bol. Soc. geol. Perú*; 72: 111-126 p.
- VARGAS, A. (1975) Geología minera del departamento de Tacna.- En: *Bol. Soc. Geol. Peru.* 46:187-205 p.
- VIDAL, C. (1980) Mineral deposits associated with the Coastal Batholith and its volcanic country rocks.- Thesis, Univ Liverpool, 239 p.
- VIDAL, C. & CABOS, R. (1983) Zoneamiento de las alteraciones y menas hidrotermales en Hualgayoc, Cajamarca.- *Bol Soc Geol Perú* 71:117-120
- VIDAL, C. (1987) Kuroko-type deposits in the Middle Cretaceous marginal basin of central Peru.- *Econ Geol* 82: 1409-1430 p
- WASTENEYS, H. A. (1990) Epithermal silver mineralization associated with a mid-Tertiary diatreme: Santa Bárbara, Santa Lucía district, Puno, Peru.- Unpub Ph.D. Thesis, Kingston, Queen's Univ., 367 p.
- WASTENEYS, H. A. (1990) Mineralogical zoning in an epithermal silver vein system, Santa Bárbara mine, Santa Lucía District, southeastern Peru [abs].- En: *Geol. Assoc. Canada Mineralog. Assoc. Canada Program with Abstracts*, 15:137 p.
- WINKELMANN, L & RIVERA, M, H, & RODRIGUEZ, M,P & TAIPE, J (1988): Contribución a la metalogénia de los Yacimientos de Sn-W de la Faja Estanífera al SE del Perú y NW de Bolivia. *Sociedad Geológica del Perú*, vol. 78, pp 121-130 ,dic. 1988 VI Congreso Peruano de Geología-1987.
- ZAMBRANO, R. & LAVI, P. & EYZA-GUIRRE, R. (1965) Programa de inventario y evaluación de los recursos naturales del departamento de Puno.- En: Capítulo 3: *Geología Recursos Mineros*, 2:42 p.
- ZIMMERNINK, W. (1985) Geology and mineralogy of Felicidad and Santander: two Peruvian skarn-type deposits in Cretaceous (sedimentary) host rock (with a case study of various garnet types).- Thesis, Univ Heidelberg, 170 p.