

EVOLUCION GEOMORFOLOGICA Y PLACERES DE ORO EN LOS ANDES SURORIENTALES DEL PERU

M. Bonnemaïson*, M. Fornari *, A. Galloso **, G. Grandin *, G. Herail *
R. Jungbluth**, G. Laubacher *, W. Rodríguez **, J. Vergara **, J. Zegarra **

RESUMEN

Investigaciones científicas por oro en la vertiente altiplánica de la Cordillera Suroriental (área de Ananea-Ancocala) y en el piedmont amazónico (área de Quincemil-Mazuko) ponen en evidencia el papel primordial de la evolución geomorfológica en la génesis de los placeres auríferos tanto en ambiente glacial como en condiciones fluvio-torrenciales.

En el área de Ananea-Ancocala el oro detrítico se encuentra concentrado en los depósitos glaciales y fluvio-glaciales cuaternarios derivados de los esquistos epimetamórficos de la Formación Ananea (Siluro-Devónico). En la vertiente amazónica, el oro detrítico empezó a concentrarse a partir del Mioceno en depósitos fluvio-torrenciales del piedemonte. La génesis de los placeres ha sido aquí estrechamente controlada por la evolución del material detrítico durante su transporte de la Cordillera hacia el piedemonte. Las concentraciones económicas se encuentran en los depósitos aluviales recientes y generalmente resultan de varias etapas de reconcentración.

ABSTRACT

Scientific investigations for gold on the western slope of the South-eastern Andes (Ananea and Ancocala region), and in the amazonian piedemont (Quincemil and Mazuko region) evidenced the primordial part of the geomorphological evolution for gold placer genesis as much in glacial environment as in fluvio-torrential conditions.

On the western slope of the Eastern Andes the geological evolution of small intramontainous basins related to the Altiplano endoreic evolution was examined. This basins were filled up with volcanic and detrital continental sediments, some of them since the Miocene. During the Pliocene the uplifting of the Cordillera increases and later during the Quaternary, four glacial events were indentified by their respective deposits. In Ananea and Ancocala areas, gold placers are restricted to quaternary glacial and fluvio-glacial deposits, derived from Silurian and Devonian epimetamorphic shales and sandstones (Ananea Formation) of the Eastern Andes.

On the Amazonian slope, the geomorphological features show an intense head erosion and a tremendous embanking of the rivers in relation to the uplifting. During Middle Tertiary, a phase of cut erosion produced an appalachian morphology. Then, basins so as Quincemil basin, were individualized and filled up with fluvial sediments. This material, transported through the Araza river paleovalley to the amazonian foreland (Mazuko area), formed largest flat fans prograding to the amazonian plain.

* ORSTOM - 24, rue Bayard - 75008 PARIS y Misión ORSTOM - Casilla Postal 270 - LIMA 18.

** INGEMMET - Pablo Bermúdez 211 - LIMA 11.

An early quaternary compressional tectonic (folds and reverse faults) deformed the foothills and the foreland inducing a 50 km eastward migration of the deformation front. The constitution of gold placers were here strictly controlled by the evolution of the detrital material during his transport from the Cordillera to the foreland. Economic concentrations are ubicated in recent alluvial deposits and result generally from various re-concentration stages.

INTRODUCCION

La Cordillera suroriental y el Madre de Dios son muy conocidos en el Perú por su oro que da lugar a una activa extracción minera a escala artesanal o pequeña. La mayoría de las explotaciones corresponde a yacimientos detríticos recientes escalonados a lo largo de las unidades morfoestructurales caracterizando una transversal en esa parte de la cadena (Fig. 1).

En la vertiente altiplánica de la Cordillera oriental, entre Macusani y la frontera con Bolivia, se extienden pequeñas cuencas intramontañas (Macusani, Crucero, Ananea-Ancocala, Trapiche-Cojata) con un relleno complejo, empezando por depósitos aluviales y palustres intercalados de volcánicos y terminándose por acumulaciones glaciales y fluvio-glaciales a veces auríferos como en la cuenca de Ananea (Fornari et al. 1981 y 1982). Las cumbres de la Cordillera oriental (5000 a 6000 m de altitud) aíslan estas cuencas de la vertiente amazónica caracterizada por un fuerte encajonamiento de la red hidrográfica. Remanentes de depósitos aluviales (Fig. 1) auríferos siguen presentes en posición interfluvial, a veces ubicados a más de 1000 m por encima de los valles (Chabuca por ej.) y numerosas terrazas son auríferas. Al pie de la Cordillera oriental (Laubacher y al. 1982), entre 1500 y 400 m de altitud, una serie de cuencas (Pilcopata, Quincemil, San Gabán, Candamo) rellenas de potentes depósitos conglomeráticos fluvio-torrenciales jalonan el contacto con la Faja Subandina.

El oro se conoce en los sedimentos de dichas cuencas así como en las terrazas que bordean los ríos de esta región. Más abajo, el oro está presente en los aluviones del piedemonte actual de la Cordillera, tanto en los conglomerados de la Formación Mazuko deformados e integrados a la cadena andina, como en los depósitos recientes conservados a lo largo de los valles actuales. En esta región, que cubre aproximadamente 15000 km², el oro se conoce en los sedimentos desde el Mioceno. La naturaleza de dichos depósitos y la distribución del oro que contienen, depende de la historia morfológica de la región.

I. LOS GRANDES RASGOS DE LA GEOMORFOGENESIS

A partir del Cretácico terminal, la historia geológica de la Cordillera oriental se desarrolla en un ambiente continental (Laubacher 1978). Sin embargo, no se conoce bien ni la edad, ni la evolución de los depósitos continentales que caracterizan este largo período.

El presente trabajo, dedicado al estudio de las concentraciones de oro detrítico en las formaciones aluviales y fluvio-glaciales en las dos vertientes de la Cordillera oriental del Sur del Perú, enfoca principalmente aspectos de la evolución geomorfológica del Plioceno y Cuaternario.

1.1. Las cuencas intramontañas de la vertiente altiplánica

Las investigaciones sobre las cuencas intramontañas de Macusani, Crucero, Ananea-Ancocala, Trapiche-Cojata (Fig. 1) han permitido establecer la sucesión y los rasgos sobresalientes de las principales etapas de la evolución reciente en la zona Alta (Fornari et al.

1980 y 1981). Dichas cuencas altas (4100 a 4700 m de altitud), ubicadas al suroeste de la línea de cumbres mayores de la Cordillera, son separadas del Altiplano por los relieves de la Precordillera de Carabaya alta de 5000 a 5200 m.

El substrato de las cuencas es constituido por terrenos paleozicos (areniscas y pizarras del Paleozoico inferior, lutitas, areniscas, calizas y volcanitas del Paleozoico superior) y cretácico intruidos por intrusivos hercénicos y andinos.

Ignimbritas del área de Quelcayo y de la cuenca del Macusani (Fig. 3) han dado una edad de 4.2 ± 1.0 MA (BARNES et al. 1970) y 9.4 ± 0.3 MA (NOBLE et al. 1984). En la cuenca de Crucero, ignimbritas semejantes por su composición petrográfica, proporcionaron una edad de 17 MA por K/Ar (FORNARI et al en preparación), lo que sugiere que la cuenca de Crucero ya empezó a desarrollarse antes del Mioceno medio.

La evolución plio-cuaternaria de las cuencas de Ananea y Ancocala se caracteriza por las etapas siguientes:

1.1.1 Etapa de sedimentación palustre y fluvial ante-glacial (Plioceno)

Posteriormente al volcanismo ignimbrítico, una fase de erosión elaboró una topografía marcada por relieves importantes, que fue sepultada por la Formación Arco-Aja que comprende un miembro inferior palustre y un miembro superior fluvial conglomerático.

En el corte de referencia (al Este del pueblo de Ancocala), el miembro inferior, potente de unos 70 m, comprende argillitas más o menos arenosas de color gris azulado con abundantes restos vegetales y algunos niveles arenosos, bancos de gravas y pequeños cantos. Los aportes, de origen local, proceden del substrato. Un nivel cinerítico, que ha sufrido un leve transporte en un ambiente acuoso, se intercala en las argillitas. Una cinerita semejante, con misma posición estratigráfica se observa también en la cuenca de Pampa Blanca; una muestra de dicho nivel dio una edad de 3.79 MA. por K/Ar (LAUBACHER et al. 1984) lo que coloca la Formación Arco-Aja en el Plioceno y permite correlacionarla con la Formación La Paz de Bolivia (Martínez 1980) caracterizada también por varios niveles volcánicos (Toba Chijini a 3.28 ma., CLAPPERTON 1979).

El miembro superior está constituido por un material fluvial conglomerático de más de 50 m de potencia, con cantos redondeados y homométricos de naturaleza petrográfica variada correspondiente a las rocas que afloran aguas arriba.

Los cantos muestran un corte de alteración variable según su naturaleza, marcando la maduración del sedimento después de su deposición. El contacto con el palustre infrayacente es transicional y a veces erosional y las facies conglomeráticas progredan sobre las facies palustres. Dichas facies palustres se han reconocido en las cuencas de Macusani y de Ancocala—Ananea. En Trapiche y en Crucero sólo se ha observado una facies conglomerática. Las cuencas, sin comunicación entre ellas, han evolucionado cada una en función de sus condiciones propias. La formación Arco-Aja ha sufrido los efectos de una fase de compresión con anticlinales y sinclinales hectométricos y fallas inversas.

1.1.2 Etapa de erosión y glaciais

Posteriormente, la formación Arco—Aja sufrió varias etapas de erosión marcadas por el desarrollo de superficies de tipo "glacis".

- a) **Un glacis antiguo (gl—t₆)** se observó en las cuencas de Ancocala y de Macusani; en Crucero y Trapiche le corresponde también algunas formas altas de aplanamiento residuales. En la cuenca de Ancocala sólo se marca por un remanente aislado que se apoya muy arriba sobre los relieves de la Precordillera de Carabaya mientras que aguas abajo, se encuentra suspendido a unos 25 m por encima del río Carabaya. Dicho glacis aparece flexurado localmente por una falla del substrato. El glacis gl—t₆ es anterior a toda marca de glaciario.
- b) **Un glacis gl—t₅** se observa abajo del glacis gl—t₆. En la cuenca de Trapiche, dicho glacis forma una planicie poco inclinada, de varios kilómetros cuadrados, cuyo tope preservado deja observar un horizonte de alteración rojizo que puede alcanzar 3 m de espesor. En Ancocala, cuando este glacis se desarrolla sobre las ignimbritas en la ribera izquierda del río Carabaya, no se nota la alteración rojiza, mientras que dicha alteración queda parcialmente conservada sobre el material fluvial Arco—Aja en la ribera derecha. La pendiente muy suave de la superficie del glacis y el desarrollo de un horizonte de alteración tan potente sugiere un tiempo relativamente largo de estabilidad de los relieves.

1.1.3 Las glaciaciones antiguas (Fig. 2)

- a) **La glaciación Limata**
En la cuenca de Ancocala, la existencia de grandes bloques, de varias decenas de metros, a veces formando dos líneas curvas y casi concéntricas con amplitud de varios kilómetros, marcan la posición de dos arcos morrénicos antiguos. Los bloques son de cuarzo y de leucogranito procedente de la Cordillera oriental al Este. El alineamiento perfecto de los bloques nos conduce a descartar la posibilidad de un emplazamiento por movimiento en masa de tipo "huayco" o colada de barro. Los bloques sobresalen actualmente de la planicie de erosión reciente (río Carabaya y carretera hacia Sandía) mientras que más al NW (zona de Limata y trocha al pueblo de Ancocala) se encuentran enclavados en el horizonte de alteración rojiza del glacis gl—t₅, lo que indica que los bloques de esta glaciación, que llamamos **glaciación Limata**, se emplazaron anteriormente al glacis gl—t₅.

En la cuenca de Macusani, un afloramiento de una antigua morrena (con bloques de granito tipo "Coasa") preservada a más de 4400 m en la zona del Cerro Turnocuncaloma, corresponde muy probablemente a la glaciación Limata.

- b) **La glaciación Ancocala**
Se observó en Ancocala y en Pampa Blanca, pero también está presente en todas las otras cuencas. Se caracteriza por el grado de alteración avanzado del material morrénico de color ocre, más que por sus formas que, arrastradas o recubiertas por los episodios glaciales posteriores, no se notan más. La disposi-

ción del material sugiere que se trataba de lenguas glaciales extensas y achata-
das, relativamente poco espesas, que no se encavaron profundamente. Local-
mente fue posible observar el pasaje hacia los depósitos fluvio-glaciales corre-
lativos y delimitar así la extensión del hielo.

1.1.4 El glacis gl-t₄

Es una superficie de erosión con pendiente muy suave que se desarrolló posterior-
mente a la glaciación Ancocala. Su tope está marcado por un nivel de alteración ro-
jiza, recubierto por el material de las glaciaciones más recientes. Al Oeste del pueblo
de Ancocala el glacis gl-t₄ queda a pocos metros por encima del glacis gl-t₅ con
cual casi se paraliza. En partes poco erosionadas, el glacis gl-t₄ presenta material
de cobertura de tipo fluvio-torrencial no clasificado, bastante arcilloso y de color
ocre rojizo. La etapa del glacis gl-t₄ se caracteriza también, probablemente a su
final, por cavamientos de quebradas.

1.1.5 El glaciario reciente

Se caracterizan por amplios valles glaciales profundamente cavados y morrenas con
formas generalmente bien conservados que se distinguen nítidamente en el paisaje
y en las fotos aéreas.

- **La fase Chaquiminas** (avance máximo) corresponde a lenguas glaciales de
hasta unos 15 km de largo, bien canalizadas en valles profundamente cavados
en las formaciones anteriores. El avance de las lenguas glaciares provoca a
veces un cierre o un desplazamiento de los ejes de drenaje (Ananea, Ancocala,
Macusani), y su creciente un desbordamiento lateral del hielo (difluencia co-
mo en Pampa Blanca por ejemplo). En ciertos casos no hay morrena frontal
terminal y le corresponde grandes coladas de soliflucción y derrames de lodo.
El material morrénico bien compactado y de color gris ocre, ha sufrido una
leve evolución.

Después de la fase Chaquiminas, la evolución va hacia un retroceso generaliza-
do del hielo. La fusión se realizó en forma pulsada con etapas de estancamien-
to y de pequeñas crecidas que dejaron arcos morrénicos siempre internos en
relación con las morrenas Chaquiminas. Los episodios mayores diferenciados
en el valle del lago Rinconada corresponden a **las fases Islapampa, Rinconada
y Pampa Molino** marcadas por arcos morrénicos frontales.

Paralelamente al retroceso glacial general se desarrolló aguas abajo de las mo-
rrenas, una sedimentación fluvio-glacial y fluvial formando un sistema de tres
terrazas mayores escalonadas. La terraza holocena se caracteriza por un mate-
rial fino, limoarcilloso, con desarrollo frecuente de turbas y poco material
grueso de tipo torrencial o coladas de aluvión.

- **La evolución post-glacial** es relativamente lenta en las cuencas conectadas con
el lago Titicaca. El río Carabaya presenta una leve incisión con vertientes evo-
lucionando en forma de glacis. La fuerte erosión regresiva de los ríos del lado
oriental de la Cordillera está empezando a cruzar la línea divisoria de agua,
dando lugar al fenómeno de "captura" como por ejemplo el río Tambillo
que drena una parte de la cuenca de Ancocala hacia el río Inambari.

Datos cronológicos sobre la evolución reciente quedan escasos. Se nota que el retroceso actual de los heleros está destapando pequeños trabajos mineros antiguos (cerro Ccarhuari, Gavilán de Oro) que probablemente fueron sepultados por la crecida de la "Pequeña edad glacial".

1.2 El piedemonte amazónico de la Cordillera oriental (Fig. 1)

Sobre el piedemonte amazónico de la Cordillera oriental, el oro es conocido en varias regiones. (Raimondi, 1887), particularmente en la cuenca de Quincemil (Douglas 1932) y en el piedemonte de Mazuko.

1.2.1 La cuenca de Quincemil (Fig. 3)

Dicha depresión está rellena por potentes depósitos aluviales procedentes de la Cordillera principalmente por los valles de Marcapata (río Araza) y del Nusiniscato. La evolución de la cuenca corresponde a tres principales etapas (Laubacher et al. 1982):

- a) Erosión y elaboración de un relieve de tipo apalachense
- b) Relleno de la cuenca y fosilización de este relieve por dos formaciones distintas:

- en la base, la **Formación Huajumbre** descansa en fuerte discordancia angular sobre el substrato paleozoico y meso-cenozoico plegado y aparece en afloramientos discontinuos de menos de 10 m de potencia. El material de color gris-pardo a negro, es areno-limoso con restos vegetales, nódulos piritosos y delgados lentejones de gravas y cantos. Dicho material se depositó en condiciones reductoras en partes pantanosas de los paleovalles.

- por encima, la **Formación Cancao** constituye la mayor parte del relleno. Esta formación, muy conglomerática y potente de más de 250 m descansa en discordancia erosional sobre la Formación Huajumbre. El material es muy heterométrico (bloques, cantos, arenas y limos). La matriz arenosa contiene cuarzos bipiramídicos de origen volcánico procedentes de las ignimbritas de la Cordillera. El plano de imbricación de los cantos es bien inclinado (30° a 35°) y sugiere un emplazamiento por aguas de alta energía en régimen continuo. Una deformación tectónica en compresión NS afecta las formaciones Huajumbre y Cancao. Las estructuras son fallas inversas bastante planas asociadas con un plegamiento suave E-W (un pliegue observado).

- c) Diseción de la cuenca de Quincemil, jalonada por seis principales niveles de glaciares y terrazas (Fig. 4) conservados por encima del lecho de los ríos (Araza, Azulmayo, Nusiniscato, ...):

- Un sistema de tres terrazas recientes (T_1 , T_2 y T_3) escalonadas se ubica respectivamente a unos 3 m., 20 m. y 30–40 m por encima de los principales ríos.

- Arriba de este sistema, otras dos terrazas aluviales (T_4 y T_5) de la misma composición petrográfica, muestran un potente perfil de alteración fersialítica en su tope.

- El nivel aluvial T₆ es bastante continuo y corresponde a remanentes de abanicos aluviales emplazados en la desembocadura del río Araza y de sus grandes tributarios.
- vestigios de niveles más antiguos quedan conservados al norte de Quincemil a cerca de 850 m de altitud. Sin embargo, ninguna de estas superficies corresponde al tope del relleno de la cuenca por la Formación Cancao que aflora todavía en cumbres a 930 m de altitud o sea 300 m por encima del lecho del río Araza.

1.2.2 El piedemonte en el área de Mazuko (Fig. 4)

Saliendo de la cuenca de Quincemil, el río Araza recorta en forma encañonada los relieves (1000 – 1100 m) de la Faja Subandina (Dávila et al. 1971) antes de desembocar en el río Inambari. En Puente Inambari, el río, atraviesa el último anticlinal fallado del Cretácico y Terciario inferior y, pasando las colinas bajas del área de Mazuko, entra en la llanura del Madre de Dios.

a) Constitución del piedemonte: Formación Mazuko

Damos este nombre a una formación detrítica de color gris a pardo, que comprende varias centenas de metros de arenas, limos y conglomerados bastante clasificados y compactados. Dicha formación yace en leve discordancia erosional sobre las Capas Rojas aguas abajo de Puente Inambari, pero aquí nunca se ha observado una paleotopografía diferenciada al piso de la Formación Mazuko. La sedimentación limosa y arenosa, con restos vegetales y paleosuelos de la parte basal pasa en forma progresiva a un material cada vez más conglomerático hacia el tope. Se notan variaciones laterales de las facies en relación con conos coalescentes. Hacia el Este, la granulometría de los sedimentos disminuye y mejora la clasificación. La composición de los clastos de la Formación Mazuko y de los minerales de la matriz, en la cual también están presentes los cuarzos bipiramídicos, es semejante a la de la Formación Cancao.

b) La Formación Mazuko es deformada por pliegues N100 a N110, con plano axial inclinado al sur. La fracturación asociada corresponde a fallas inversas EW, buzando en promedio hacia el S de 30° a 50°. La dirección de acortamiento es NS a NNE–SSW. Las fracturas de la fase NS recortan, en el anticlinal del Puente Inambari, pliegues que se atribuyen a una tectónica más antigua (oligo-miocena?).

c) La disección del piedemonte es más o menos marcada según que se debe a ríos alóctonos o ríos autóctonos.

Las formas de incisión las más hondas se deben a los ríos que salen de la Cordillera. El valle del río Inambari está jalonado por terrazas escalonadas. Como en Quincemil encontramos aquí un sistema de tres terrazas recientes bien conservadas. La más alta (T₃), ubicada a unos 30 m por encima del río Inambari muestra un perfil de alteración rojiza en su tope. Dichas terrazas siguen el río Inambari hasta la llanura del Madre de Dios donde el nivel de mayor extensión parece ser la terraza T₂. Tres

niveles antiguos se observan todavía en el área. El más alto (T₆) aflora en discordancia angular sobre la Formación Mazuko a unos 3 km al SSW de dicha localidad en la ribera derecha del río Inambari entre 400 y 440 m de altitud. El material, que se asemeja al nivel T₆ de Quincemil, es heterométrico, grueso y muy alterado, pero no muestra ninguna deformación tectónica.

Los ríos autóctonos (Chiforongo, Quebrada Seca, Dos de Mayo, Caishi-ve, Huaypetue,...) tienen un curso conforme con las estructuras tectónicas y siguen los sinclinales de la Formación Mazuko. Los aluviones de estos ríos proceden directamente de la erosión de la Formación Mazuko.

1.2.3 Geomorfogénesis del piedemonte amazónico de la Cordillera Oriental

El área de Mazuko está separada de la cuenca de Quincemil por los relieves de la Faja Subandina de manera que no hay continuidad entre los depósitos de ambas zonas. Proponemos correlacionar las formaciones Huajumbre y Cancao de Quincemil con la Formación Mazuko en base a semejanzas en la evolución litoestratigráfica y tectónica (Laubacher et al. 1982). Así mismo admitimos que la Formación Cancao equivale a la parte superior conglomerática de la Formación Mazuko y que la fase tectónica compresiva NS que afecta dichas formaciones en ambas zonas es una sola fase cuyo estilo varía del pie de la Cordillera hacia la Amazonía.

La geomorfogénesis del piedemonte amazónico es compleja y empieza después del primer plegamiento (oligo-mioceno?) que deforma las areniscas del Cretácico y las Capas Rojas eocenas de la Faja Subandina, hasta aguas abajo de Puente Inambari. Una fase de disección importante cava los valles andinos (Marcapata, alto San Gabán) y las cubetas intramontañas al pie de la Cordillera. Sigue una fase de relleno que empieza por depósitos en régimen palustre (Formación Huajumbre y Formación Mazuko pro-parte). La llegada de material grueso transportado por ríos caudalosos y de régimen continuo aumenta brutalmente la velocidad de relleno de la cuenca (Formación Cancao y Formación Mazuko pro-parte).

Paralelamente al relleno de las cuencas ocurre una progradación del piedemonte activo hacia el antepaís amazónico. Los ríos atraviesan las crestas de la Faja Subandina por valles epigénicos levemente encausados antes de desembocar en la llanura aluvial donde construyen inmensos abanicos achatados.

La reactivación de la disección post-Cancao (Plioceno terminal - Pleistoceno inferior) se relaciona con el levantamiento de la Cordillera que acompaña la deformación del piedemonte por la fase compresiva NS.

Dicha fase que se sobrepone a la tectónica oligo-miocena de la Faja Subandina, desplaza el frente de la deformación andina de más de 30 km. hacia el antepaís amazónico más allá al NE (Santa Rosa). Los ríos autóctonos de la zona de Mazuko - Santa Rosa se emplazan en conformidad con las estructuras de la fase NS. La deformación del piedemonte de Mazuko provoca una migración hacia el Este del piedemonte en construcción.

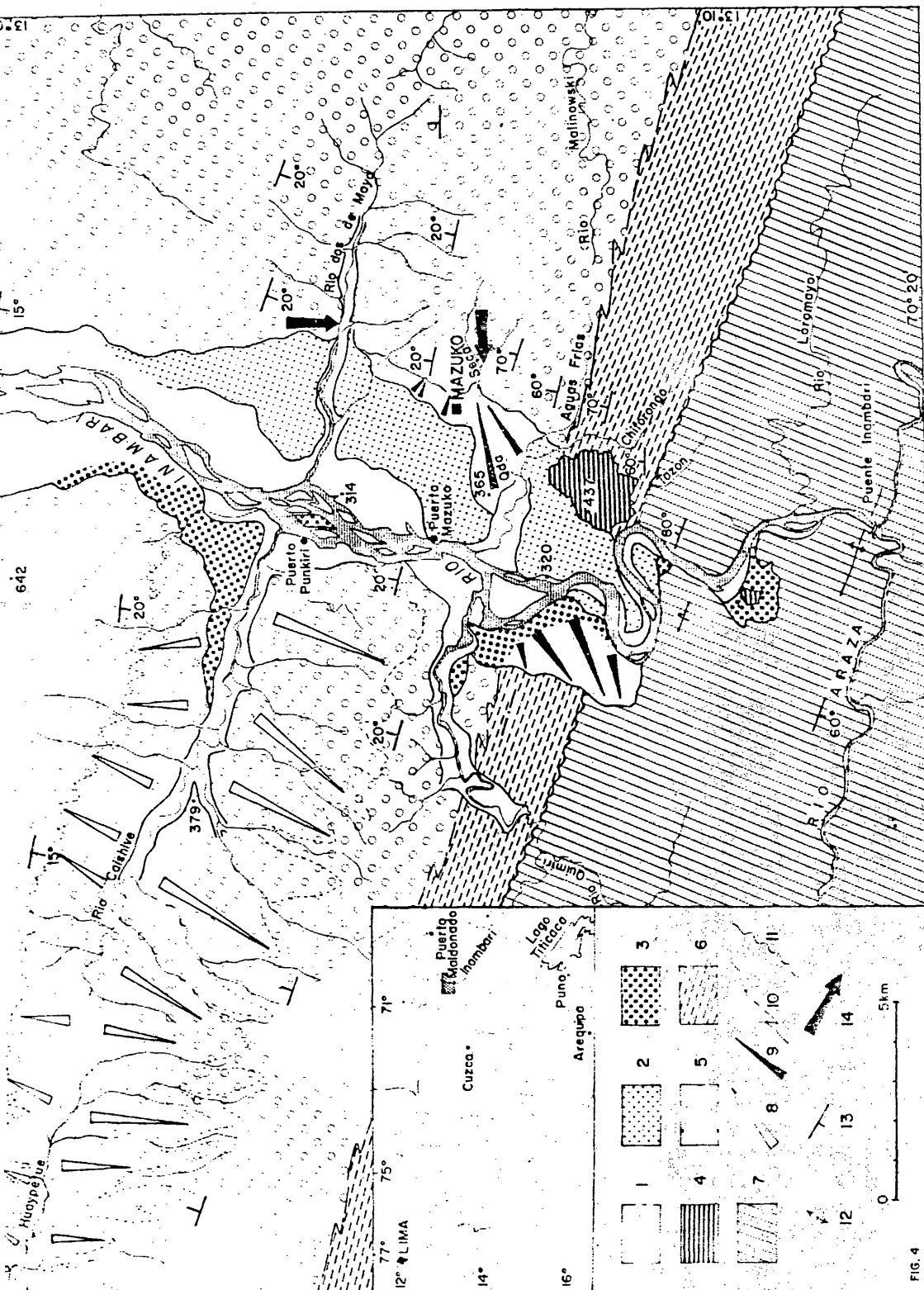


FIG. 4

La red hidrográfrica de algunos ríos de la Cordillera sufre una reorganización. Los ríos de la vertiente oriental al Este de San Gaban parecen haber tenido un curso más directo (N al NE) hacia el Madre de Dios (Fornari et al. 1981) antes de la fase NS. Después de dicho evento, se emplazó la actual rama NW-SE del Inambari que va del codo de Yanamayo a su desembocadura en el Madre de Dios, colectando los ríos Pacchani, Quitun, Coaza y San Gaban. Otros ríos como el Araza y el San Gaban han sido afectados por esta reorganización.

En conclusión, el piedemonte amazónico es composito:

- Cerca de la Cordillera, en la región de Quincemil el piedemonte se asemeja al piedemonte pacífico de los Andes (SEBRIER et al. 1982) y su evolución refleja sobre todo la importancia de las herencias paleogeomorfológicas (valles antiguos, volumen de relieves ya adquiridos) retocados por una tectónica de falla.
- En la región de Mazuko, el piedemonte es neoformado y más clásico: la disposición de los relieves es aquí directamente controlado por la deformación compresiva reciente.

2. CONCENTRACIONES AURIFERAS EN LOS DEPOSITOS RECIENTES

2.1 El oro detrítico en la zona alta: región de Ananea y Ancocala

En la zona alta, el oro detrítico se conoce principalmente en formaciones glaciales y fluvio-glaciales ya trabajadas desde la época pre-colombina. Actualmente siguen explotadas sea en forma artesanal, o mediante monitores (San Antonio de Poto) o dragas (por la NATOMAS en Pampa Blanca de 1960 a 1972). En la zona de Ananea-Pampa Blanca, que es la más rica, las leyes generalmente no pasan el medio gramo por m³ (promedio entre 0.2 y 0.4 gr/m³), pero el volumen de las reservas potenciales es importante.

La fuente del oro detrítico son los "mantos de cuarzo aurífero, las capas sulfuradas de las pizarras y areniscas de la Formación Ananea (Fornari et al. 1982) y vetas de cuarzo aurífero secantes a los esquistos y cuarcitas del Paleozoico inferior. Las cuencas de Trapiche, Pampa Blanca y Ancocala y la zona de Huacchani en el sector Este de la cuenca de Cruceiro, que todas colindan con terrenos de la Formación Ananea presentan concentraciones de oro detrítico. Las más conocidas por sus placeres son Pampa Blanca y Ancocala. El Paleozoico superior y el Cretácico al contrario no alimentan los placeres como lo demuestra la esterilidad en oro de las morrenas procedentes de la Precordillera de Carabaya y las cuencas no conectadas con afloramientos de Paleozoico inferior, como Macusani, no son auríferas.

2.1.1 Distribución del oro en las formaciones recientes

Cerca de 150 muestras fueron sacadas en cortes naturales (taludes y quebradas). En algunos casos se han cavado pozos profundos y muestreado antiguos pozos (zona de Ancocala). De cada muestra de unos 75 kg de material se obtuvo un concentrado cuyo contenido fue amalgamado en Laboratorio y luego pesado. De esta manera la ley se obtiene en mg/t. Por conveniencia en el presente trabajo, se ha convertido la ley en mg/m³ considerando para el material aurífero una densidad promedio de 2. Las leyes obtenidas por este método están en buena concordancia con los datos de sondeos realizados anteriormente por la compañía NATOMAS en Pampa Blanca.

- a) **La Formación ante-glacial Arco-Aja**
Su miembro inferior, de granulometría fina está prácticamente desprovisto de oro; de las 27 muestras analizadas sólo se detectó oro en 3 de ellas. Al contrario, en el miembro superior, conglomerático, se encontró oro en más de la mitad de las muestras (16 sobre 28) pero siempre con leyes muy bajas (6 mg/m³ de promedio). Estos datos establecen que la Formación Arco-Aja no presenta ningún potencial aurífero.
- b) **Los sedimentos de las glaciaciones antiguas**
De la glaciación Limata sólo quedan bloques aislados y ninguna acumulación sedimentaria potente. Los testigos de la glaciación Ancocala están representados a la vez por morrenas y por sedimentos fluvio-glaciales.
En la zona de Ancocala una gran parte de las excavaciones por oro realizadas por los habitantes del pueblo están situadas en los sedimentos morrénicos. En este sector se sacó un número reducido de muestras (8). Su ley promedio es de 120 mg/m³; sólo una muestra dio una ley baja (6 mg/m³), habiendo sido agrupadas las restantes.
En Pampa Blanca (Fornari et al. 1982) se ha procesado 17 muestras de sedimentos morrénicos pertenecientes a la glaciación Ancocala que dieron una ley media de 258 mg/m³ con un amplio intervalo de variación (de 7 mg/m³ a 1900 mg/m³). En esta misma zona, 15 muestras fueron sacadas de sedimentos fluvio-glaciales. El promedio de la ley es de 314 mg/m³ (mínimo 13 mg/m³, máximo 1820 mg/m³); este valor es superior de unos 20 o/o al que fue medido en el material morrénico.
- c) **Los sedimentos de las glaciaciones recientes**
En la cuenca de Ancocala la ley media de 34 muestras sacadas en morrenas recientes derivadas de la Formación Ananea es de 51 mg/m³. Pero dos grupos de muestras aparecen: diez de ellas proceden de los alrededores del pueblo de Ancocala y tienen una ley de 158 mg/m³ mientras que las 24 otras muestras localizadas en otros sitios (Limata, Nacaria, Saracocha...) sólo tienen 7 mg/m³ de oro (13 muestras son estériles).

En el área de Pampa Blanca y Ananea, la ley promedio de 51 muestras procedentes de las morrenas recientes es de 156 mg/m³, pero variaciones espaciales aparecen claramente. En Pampa Blanca la ley media es de 202 mg/m³, en la morrena lateral que va desde Viscachani hasta Chaquiminas de 126 mg/m³, con una decrecencia marcada entre Viscachani (168 mg/m³) y el valum frontal de Islapampa (83 mg/m³). El material fluvio glacial derivado de este conjunto de morrenas recientes refleja, siempre con un incremento ligero, la ley de los sedimentos de los cuales deriva. Se estudió en Islapampa la transición entre el arco morrénico frontal y el material fluvio-glacial; la ley media de 31 muestras procediendo del fluvio-glacial es de 93 mg/m³ mientras que la ley media de las 12 muestras en la morrena frontal es de 83 mg/m³. En este caso el "enriquecimiento" asociado a la removilización fluvio-glacial es de un 12 o/o.
- d) **Los sedimentos fluviales del río Carabaya**
La ley media es baja (20 mg/m³) y muy variable. Muchos afluentes del Carabaya proceden de zonas estériles (Grupo Ambo que aflora sobre la orilla izquierda por ejemplo) y los aluviones que traen contribuyen a "diluir" las le-

yes en el valle del Carabaya. De todos modos, el muestreo realizado en este valle no es muy satisfactorio porque sólo se hizo a partir de cortes naturales poco profundos.

- e) **En resumen, la génesis de las concentraciones de oro detrítico en los sedimentos plio-cuaternarios de la zona alta queda controlada por la asociación de ciertos procesos geomorfológicos y de un substrato mineralizado. Sólo los sedimentos derivados de la erosión de relieves ubicados en afloramientos de la Formación Ananea tienen oro. La diferencia de edad de un mismo fenómeno no parece tener influencia en la génesis de los placeres (no hay diferencia de ley entre las morrenas recientes y las antiguas que derivan de una misma cuenca). Los fenómenos de removilización pueden conducir a un incremento de la ley (paso del glacial al fluvio-glacial) pero esto debe de ser matizado. La mezcla de aportes estériles y mineralizados conduce siempre a una disminución de la ley.**

2.2. Las concentraciones auríferas en el piedemonte amazónico

Los placeres fluvio-torrenciales y aluviales de la vertiente amazónica y del Madre de Dios se ubican en distintos conjuntos geomorfológicos y niveles orográficos. Aporoma (2000 m), Nusiniscato (1000 a 500 m), Huaypetue (450 a 350 m) y Laberinto (250 m) son algunos de los principales placeres que jalónan el transporte del material aurífero de la Cordillera hacia la Amazonía. Las zonas de Quincemil y de Mazuko donde se realizaron los estudios sobre las condiciones de génesis de los placeres en ambiente fluvio-torrencial y aluvial, se ubican en el piedemonte, respectivamente entre 1000 a 500 m y 450 a 300 m de altitud.

2.2.1 Area de Quincemil

La proximidad de la Cordillera, fuente primaria del oro detrítico del piedemonte amazónico y del Madre de Dios, tiene una fuerte influencia en los aportes directos de dicha cordillera, y por lo tanto crea una cierta variabilidad y complejidad en las condiciones de génesis de los placeres del área de Quincemil.

El muestreo se realizó en los alrededores de la localidad de Quincemil y a lo largo del río Huajumbre. El procesamiento utilizado es el mismo que en la zona alta.

- a) **En la Formación Cancao** que conforma la mayor parte del material detrítico de la cuenca de Quincemil, se han detectado concentraciones ínfimas de oro mediante nuestro muestreo. Las leyes son generalmente inferiores a 1 mg/m³ con un máximo de 5 mg/m³. Estos valores no son quizás realmente representativos del contenido aurífero de la Formación Cancao; por un lado porque no se ha podido muestrear un perfil completo de la Formación Cancao y por otro lado porque el muestreo realizado fue limitado a una zona restringida de la cuenca que sobre todo parece reflejar la pobreza de los aportes del valle de Marcapata.
- b) **En viejas altas superficies** recortando la Formación Cancao existen concentraciones auríferas notables según los testimonios de la gente del

área, que trabajan en tiempo de lluvias. Hemos encontrado trazas de estas explotaciones en ciertas cumbres. Se trata aquí de concentraciones de tipo residual, o de placeres aluviales antiguos post-Cancao y ante-T₆.

- c) **Las terrazas modernas y las playas de los ríos autóctonos** han proporcionado leyes diez a cien veces más elevadas que la Formación Cancao con una concentración siempre mayor en el bedrock. El río Huajumbre y su tributario el Palcamayo, drenan únicamente la formación Cancao, lo que implica que las concentraciones encontradas en las terrazas bajas de dichos ríos proceden de la removilización del oro de zonas, niveles o superficies, todavía mal localizadas, de dicha formación. En el caso de los ríos Magdalena, Pan de Azúcar, Garrote y Maniri que nacen en las faldas del cerro Kamanti (Fig. 4), el oro de las terrazas modernas puede derivar de mineralizaciones primarias del substrato Precámbrico anfibolítico de dicho cerro (antigua mina de oro de Kamanti, Fornari et al. 1981). Las terrazas del valle andino de Marcapata (río Araza) proporcionan leyes muy bajas o nulas, lo que sugiere que dicho valle nunca fue una fuente importante de oro para la cuenca de Quincemil. Además en el caso de la Formación Cancao el oro parece haber sufrido una fuerte dilución en el cuantioso material fluvio-torrencial.
- d) **En resumen, la génesis de los placeres** utiliza en la cuenca de Quincemil varios modos de concentración o reconcentración:
- concentración de oro de origen local, poco transportado, directamente derivado del substrato circundante: por ejemplo los placeres del río Magdalena.
 - removilización "in situ" por ríos autóctonos del oro almacenado en los conglomerados rellenando la cuenca. Es el caso del río Huajumbre y de sus tributarios, y la Formación Cancao desempeña así el papel de colector intermediario (Fayzulín 1968).
- En muchos casos (río Araza, río Nusiniscato), los placeres resultan de la combinación de varios modos.

2.2.2 Area de Mazuko (Fig. 5)

La zona de Mazuko, ubicada a unos 50 km al ENE del pie de la Cordillera Oriental (Fig. 1), difiere de la cuenca de Quincemil por su menor altitud y su posición más externa. Dicha situación influye profundamente sobre el ambiente deposicional del material aluvial, las modalidades de la concentración y el tipo de partículas de oro (granulometría, forma y composición).

La zona de Mazuko-Huaypetue es una de las más activas zonas de explotación aurífera del sur del Perú y el oro se trabaja aquí en el lecho de los ríos y en las terrazas bajas. También se mencionan explotaciones en zonas altas de interfluvios (posiblemente en niveles de reconcentración superficial).

Las fuentes del oro: no existen aportes locales de oro primario como en Quincemil y todo el oro presente en el área llegó después de un transporte más o menos largo, e interrumpido por etapas de reconcentración en formaciones aluviales.

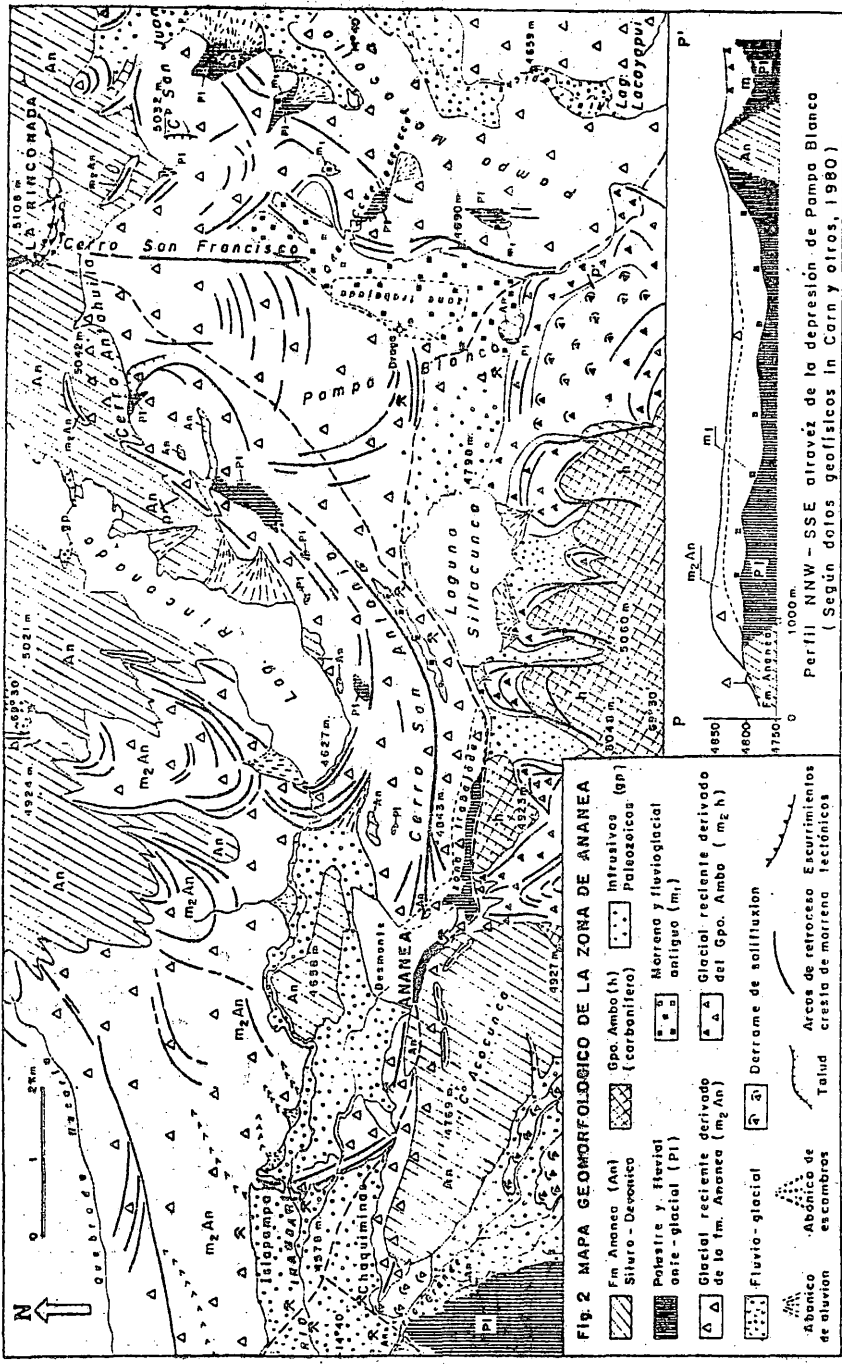


FIG. 2 MAPA GEOMORFOLÓGICO DE LA ZONA DE ANANEA

- Fm Ananea (An)
- Situro - Devonico
- Paleozoicos (gp)
- Intrusivos (gp)
- Gpo. Ambo (h)
- Paleozoicos (gp)
- Morrena y fluvio-glacial antiguo (m₁)
- Polastre y fluvial
- Morrena y fluvio-glacial
- Glacial reciente derivado de la fm. Ananea (m₂An)
- Fluvio-glacial
- Derrame de acifixion
- Abónico de escambros
- Talud
- Arcos de retroceso
- Escurrimientos
- Talud
- Escurrimientos

Perfil NNW - SSE através de la depresión de Pampa Blanca
(Según datos geofísicos in Carn y otros, 1980)

La fuente principal del oro de los placeres en terrazas de la región de Mazuko y Huaypetue es el oro detrítico de la Formación Mazuko. Del miembro superior conglomerático de dicha formación, potente de unos 100 a 150 m. se sacaron 17 muestras en cortes naturales de las Quebradas Secas y Dos de Mayo. Las leyes obtenidas son erráticas, pero en general mucho más elevadas que en la Formación Cancao de Quincemil: la gran mayoría de las muestras proporcionó valores entre 5 y 10 mg/m³ y tres de ellas dieron entre 40 y 50 mg/m³. Ninguna muestra estuvo inferior a 2 mg/m³. La formación Mazuko corresponde así a un verdadero "colector intermediario" con un potencial

aurífero mucho más elevado que la Formación Cancao de Quincemil. Las zonas fuentes del oro de la Formación Mazuko quedan todavía mal definidas. Sin embargo, su potencial aurífero considerable sugiere más bien que los aportes proceden de zonas más ricas en oro que la zona de Quincemil posiblemente de las zonas del Colorado, Nusiniscato, San Gaban y otras partes de la vertiente de la Cordillera Oriental.

La reconcentración del oro de la Formación Mazuko se realiza gracias a la red aluvial autóctona de los ríos Aguas Secas, Chiforongo, Dos de Mayo, Malinowski, Caishive, Huaypetue,... que corren enteramente sobre terrenos de dicha formación. Se mencionan también concentraciones económicas (informes inéditos del Banco Minero del Perú) en un nivel del tope de la formación Mazuko (grava superior), de algunos metros de potencia, y que podría representar a un horizonte aluvial muy rico de la Formación Mazuko, o a un nivel de reconcentración superficial del mismo tipo que se menciona en el tope de la Formación Cancao de Quincemil.

Una fuente de menor importancia lo constituye el oro traído por el río Inambari desde la Cordillera y las partes aguas arriba del piedemonte: llegando en el área de Mazuko, este oro alóctono se mezcla con el oro autóctono de la Formación Mazuko y, lo que no queda depositado en las terrazas propias del río Inambari, esta exportado hacia la llanura Amazónica.

En resumen, en el área de Mazuko, con ubicación mucho más alejada de la Cordillera Oriental que la cuenca de Quincemil, la influencia de la localización de las fuentes primarias de oro se hace mucho más difusa. Criterios como la disposición favorable de la red hidrográfica (ausencia de dilución por aportes estériles), una evolución geomorfológica lenta (que favorece la concentración durante el transporte), removilizaciones de concentraciones antiguas, tienen un papel importante en la génesis de las concentraciones auríferas del piedemonte. En la Formación Mazuko, las concentraciones parecen localizarse en abanicos anchos y achatados de los paleoríos que desembocan de la Faja Subandina. Esta formación constituye un verdadero colector intermediario que alimenta los placeres de la región de Mazuko y Huaypetue.

3. CONCLUSION

En el sur de la Cordillera Oriental peruana, las cuencas de la zona alta sólo tienen oro en ciertos sedimentos glaciales y fluvio-glaciales cuaternarios. Las variaciones espaciales de las leyes en las morrenas y materiales fluvio-glaciales derivados son muy fuertes de un valle a

otro lo que sugiere que los indicios primarios son estrechamente localizados. En cada uno de estos conjuntos, las leyes varían en función de las condiciones de depósito, siendo los más ricos los sedimentos fluvio-glaciales que las morrenas y es en los sectores donde se ha realizado la removilización que los incrementos de leyes son los más importantes. Los sedimentos anteglaciales (fluviales y palustres) son estériles o tienen leyes bajísimas lo que parece ser debido a un transporte por redes fluviales que drenan una cuenca amplia en la cual los terrenos estériles abundaban. Esto explica una "dilución" del oro y una bajada de las leyes. Un fenómeno semejante explica las bajas leyes de los aluviones fluviales actuales del valle del Carabaya.

Sobre el piedemonte amazónico, el oro es contenido en conglomerados fluviales y fluvio-torrenciales. Las leyes varían de un lugar a otro de manera mucho menos brutal que en la zona alta lo que es debido al modo mismo de formación de éstos placeres. Una parte del oro que contienen ha sido removilizado de sitios diferentes de la Cordillera y concentrado con el cavamiento de los valles y la otra parte procede de la erosión de los terrenos (Formación Mazuko por ejemplo) que constituyen el piedemonte mismo.