

ISSN - 0120 - 1425



# BOLETIN GEOLOGICO

## **SITUACION ACTUAL DEL ORO Y LA PLATA EN COLOMBIA**

GEOLOGIA, GENESIS, ASPECTOS MINEROS, RESERVAS Y PRODUCCION

Por:

HERNANDO LOZANO Q. y OSCAR H. PULIDO U.

**Geólogos  
Regional Ibagué**

**Volumen 27 - No. 3, pp. 1 - 56, 1986  
Bogotá - Colombia  
ISSN - 0120 - 1425**

**Bol. Geol  
Ingeominas**

REPUBLICA DE COLOMBIA

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES GEOLOGICO-MINERAS

## **SITUACION ACTUAL DEL ORO Y LA PLATA EN COLOMBIA**

GEOLOGIA, GENESIS, ASPECTOS MINEROS, RESERVAS Y PRODUCCION

Por:

HERNANDO LOZANO O. y OSCAR H. PULIDO U.

**Geólogos**  
**Regional Ibagué**



**Volumen 27 - No. 3, pp. 1 - 56, 1986**  
**Bogotá - Colombia**  
**ISSN - 0120 - 1425**

**Bol. Geol**  
**Ingeominas**

Derechos Reservados por:

INGEOMINAS: Instituto Nacional de Investigaciones Geológico - Mineras  
Diag. 53 No. 34-53, Apartado Aéreo No. 4865  
Bogotá 2, D.E., Colombia, S.A.

El Boletín Geológico se publica en tres (3) números cada año.  
Formato de Publicación: 17 x 24 cm .

(Entre septiembre de 1984 y Septiembre de 1986 no se publicó el Boletín Geológico).

## CONTENIDO

	Página
<b>RESUMEN</b> .....	6
<b>1. INTRODUCCION</b> .....	6
<b>2. USOS DEL ORO</b> .....	6
<b>3. AMBIENTE GEOLOGICO</b> .....	7
3.1. GEOQUIMICA .....	7
3.2. MINERALOGIA .....	7
3.3. TIPOS DE DEPOSITOS .....	8
3.3.1. "Stocks", diques y silos porfiríticos auríferos; cuerpos granfí- cos auríferos; aplitas y pegmatitas .....	9
3.3.2. Depósitos de metasomatismo de contacto (Skarn), ricos en oro .	9
3.3.3. Venas y filones (lodes), estovercas, cuerpos irregulares silicifi- cados y tubos (pipes), mineralizados con oro y plata, en zonas de fractura, falla, cizalla y brecha, localizados, esencialmente en terrenos volcánicos .....	9
3.3.4. Venas y filones (lodes) auríferos en zonas de falla, planos de dis- continuidad y pliegues de arrastre, localizados esencialmente en terrenos sedimentarios .....	9
3.3.5. Venas y filones (lodes), estovercas y zonas silicificadas con oro y plata, en ambientes geológicos complejos que incluyen rocas sedi- mentarias e ígneas intrusivas y extrusivas .....	10
3.3.6. Depósitos de oro diseminado y en estovercas, en rocas sedimen- tarias e ígneas intrusivas y extrusivas .....	10
3.3.7. Depósitos de oro en conglomerados de cuarzo (Quartz-pebble conglomerates) y ortocuarcitas .....	11
3.3.8. Depósitos de placer .....	11
3.3.9. Otras fuentes del oro .....	11
3.4. PROPSECCION .....	11
<b>4. EXPLOTACION Y METALURGIA</b> .....	12
<b>5. BREVE HISTORIA DE LA MINERIA DEL ORO EN COLOMBIA</b> .....	12
<b>6. MINAS DE ORO DE FILON</b> .....	14
6.1. ZONA ORIENTAL DE ANTIOQUIA .....	14
6.1.1. Distrito Zaragoza - Segovia - Remedios .....	14
6.1.2. Distrito de Puerto Berrío .....	16
6.2. ZONA CENTRAL DE ANTIOQUIA .....	16
6.3. ZONA CORDILLERA OCCIDENTAL .....	18
6.3.1. Proyectos mineros en ejecución .....	20
6.4. ZONA CAUCA - ROMERAL .....	21
6.4.1. Minas de Marmato .....	22
6.5. ZONA IBAGUE - SONSON .....	23
6.5.1. Distrito de Ibagué .....	24
6.5.2. Distrito de Sonsón .....	24
6.5.3. Distrito El Hatillo - Florencia .....	25
6.5.4. Distrito Cajamarca - Salento .....	25

6.6. ZONA VETAS - CALIFORNIA (SANTANDER) .....	26
<b>7. MINAS DE ORO DISEMINADO .....</b>	<b>26</b>
<b>8. MINAS DE ORO DE ALUVION .....</b>	<b>28</b>
8.1. ZONA CAUCASIA - BAGRE .....	29
8.2. ZONA DEL CHOCC .....	31
8.3. ZONA DE BARBACOAS .....	32
8.4. ZONA DEL SALDAÑA .....	32
8.5. ZONA SAN MIGUEL - LA SIERRA .....	33
8.6. ZONA AMALFI - ANORI .....	33
8.7. ZONA DEL GUAINIA .....	34
8.8. OTRAS ZONAS .....	34
<b>9. PRODUCCION DE ORO EN COLOMBIA .....</b>	<b>35</b>
<b>10. RESERVAS DE ORO EN COLOMBIA .....</b>	<b>35</b>
10.1. FILON .....	36
10.1.1. Segovia - Compañía Frontino Gold Mines .....	36
10.1.2. Guachavés - Prospecto El Diamante .....	36
10.1.3. Quibdó - Prospecto La Equis .....	42
10.1.4. Marmato - Minas Nacionales de Marmato .....	42
10.2. ALUVION .....	42
10.2.1. Nechí - Mineros de Antioquia .....	42
10.2.2. Saldaña - Mineros El Dorado .....	42
10.2.3. Maguí - Compañía Minera Colombiana Texas .....	42
10.2.4. Atrato - San Juan .....	42
10.2.5. Margento .....	43
<b>11. PRODUCCION MUNDIAL DE ORO Y ASPECTOS GENERALES SOBRE RESERVAS .....</b>	<b>43</b>
<b>12. ZONAS PROMISORIAS DE ORO EN COLOMBIA .....</b>	<b>47</b>
12.1. ORO DE FILON .....	47
12.2. ORO DISEMINADO .....	47
12.3. ORO DE ALUVION .....	50
<b>13. PLATA .....</b>	<b>50</b>
13.1. GENERALIDADES .....	50
13.2. USOS DE LA PLATA .....	50
13.3. AMBIENTE GEOLOGICO .....	52
13.3.1. Geoquímica .....	52
13.3.2. Mineralogía .....	52
13.3.3. Tipos de depósitos .....	52
<b>13.3.3.1. Plata como subproducto .....</b>	<b>52</b>
<b>13.3.3.2. Plata como principal constituyente .....</b>	<b>52</b>
13.3.4. Prospección .....	53
13.4. EXPLOTACION .....	53
13.5. METALURGIA .....	53
13.6. PRODUCCION NACIONAL .....	53
<b>14 REFERENCIAS .....</b>	<b>55</b>

## FIGURAS

1. Localización de minas y prospectos de oro de filón y de aluvión . . . . .	15
2. Zonas de oro de filón y localización de las principales minas . . . . .	17
3. Localización de las principales zonas de oro de aluvión . . . . .	30
4. Producción de oro en Colombia entre 1964 y 1985 . . . . .	38
5. Reservas y recursos mundiales de oro . . . . .	45
6. Proyección de la producción y demandas mundiales de oro entre 1980 y 2000 . . . . .	46
7. Areas promisorias y con posibilidades para oro de filón . . . . .	48
8. Areas promisorias y con posibilidades para oro diseminado . . . . .	49
9. Areas promisorias y con posibilidades para oro de aluvión . . . . .	51
10. Producción de plata en Colombia entre 1970 y 1980 . . . . .	54

## TABLAS

1. Minerales de oro . . . . .	8
2. Clasificación genética de depósitos de placer . . . . .	12
3. Distrito Vetas - California. Análisis y producciones . . . . .	27
4a. Producción, precio y valor de la producción de oro en Colombia desde 1923 a 1949 . . . . .	36
4b. Producción, precio y valor de la producción de oro en Colombia desde 1950 a 1984 . . . . .	37
5. Participación de grandes y pequeños productores por departamentos, en Antioquia, Chocó y Nariño entre 1969 y 1983 . . . . .	39
6. Producción de oro total de aluvión y veta por departamentos y porcentaje de participación entre 1970 y 1983 . . . . .	40
7. Producción de oro según grandes y pequeños productores, entre 1968 y 1984 . . . . .	41
8. Reservas de las minas de oro de El Silencio y Vera, Segovia . . . . .	42
9. Minas de Marmato. Reservas zona baja . . . . .	43
10. Reservas en aluviones de la región de Payán (Nariño) . . . . .	43
11. Aluviones de Uraudó . . . . .	44
12. Aluviones de Margento . . . . .	44
13. Producción mundial de oro en 1985 . . . . .	47
14. Clasificación mineralógica de los depósitos de plata del Perú . . . . .	52
15. Clasificación estructural de los depósitos de plata del Perú . . . . .	53

## RESUMEN

Colombia posee una importante tradición aurífera, que se remonta a tiempos precolombinos. En la actualidad, la producción anual nacional de oro es del orden US\$ 400 millones; representa el segundo renglón en la economía nacional después del café y ocupa aproximadamente a 30.000 personas. Incentivos en el precio, recientemente decretados por el Gobierno Nacional, elevaron la producción de oro durante 1985 a 35 toneladas, cifra sin precedentes en la historia del país.

El oro colombiano se extrae de depósitos de placer y de filón. Aunque aún no se han explotado mineralizaciones de oro diseminado, existen condiciones geológicas favorables para este tipo de depósito.

La mayor parte de la producción de oro proviene de depósitos de aluvión; más del 80% es producido por la pequeña y la mediana minería, en el occidente colombiano, principalmente en el Departamento de Antioquia que ocupa el primer puesto en el país.

Recientemente se han encontrado los depósitos de oro de la Comisaría del Guainía, que por sus condiciones geológicas similares a las de Sur Africa, Canadá y Brasil representan una posible reserva importante para nuestra economía.

En general Colombia tiene grandes posibilidades para la minería del oro, pues este metal está presente en rocas de diferentes ambientes y edades geológicas.

## 1. INTRODUCCION

De todos los elementos químicos, el oro ha sido desde tiempos remotos el máspreciado por el hombre. Producir oro a partir de otros metales, fue una de las mayores preocupaciones de los alquimistas, factor que influyó favorablemente en el desarrollo de la química. Referencias sobre el oro se encuentran en los manuscritos más antiguos de los hindúes, chinos y hebreos, concluyén-

dose que su descubrimiento se pierde en la antigüedad. La palabra "oro" se deriva de la voz latina "aurum" derivada a su vez de la voz hebrea "aor" que significa "luz".

A través de los tiempos, el brillo e inalterabilidad y en términos más generales la belleza del oro, han hecho que este elemento sea especialmente apreciado como artículo de joyería y como medio de expresión artística. Por varios siglos se ha convertido también en elemento de intercambio monetario internacional y símbolo de riqueza y prosperidad.

En las notas históricas sobre el oro publicadas en la Geografía Universal (1980), se destaca el importante papel que este metal precioso desempeñó en el descubrimiento y conquista del continente americano, y en la colonización y asentamientos de comunidades y pueblos en diferentes regiones de países, tales como Australia, Canadá, Estados Unidos, la Unión Soviética y Sur Africa.

El oro es un metal de color amarillo brillante, blando (dureza entre 2,5 y 3,0 en la escala de Mohs), pesado (peso específico entre 15,3 y 19,3), buen conductor del calor y la electricidad y con un punto de fusión relativamente alto (1.063°C). El oro es más maleable y dúctil que cualquier otro metal: de un simple grano de oro se puede estirar un hilo de 3.500 m; el mismo grano se puede reducir a una lámina de 1/10.000 de mm, casi hasta la transparencia; una onza (28,3 g) de oro podría ser convertida en una enorme sábana de 30 m<sup>2</sup>; esa misma onza puede volverse un hilo más delgado que un cabello y extenderse 90 km (Geografía Universal, 1980).

## 2. USOS DEL ORO

Los usos del oro según PRETORIUS (1981), se pueden agrupar en tres categorías que, en orden de importancia, son: 1) con fines monetarios; 2) en joyería y dentistería y 3) en la industria.

Con fines monetarios el oro cumple 2 objetivos; sirve como respaldo del papel

moneda y como protección contra la inflación, a través de la posesión de lingotes y de monedas oficiales.

En joyería, el oro generalmente se alea con plata, cobre y níquel. En ortodoncia el oro se usa en la construcción y en la soldadura de piezas dentales, debido a su alta resistencia al manchado y a la corrosión.

En la industria electrónica, el oro tiene aplicación en la construcción de circuitos integrados y semiconductores; también se utiliza como lubricante sólido de contactos eléctricos friccionantes. Cantidades menores de oro se emplean en medicina, en la fabricación de vestidos para bomberos y en el revestimiento de naves espaciales.

### 3. AMBIENTE GEOLOGICO

#### 3.1. GEOQUIMICA

Las principales características químicas y geoquímicas del oro son las siguientes: miembro del grupo IB de la Tabla Periódica de los elementos:

Símbolo químico: Au, Número atómico: 79  
Peso atómico: 196,97 Número de isótopos: 1

El contenido promedio de oro en la corteza terrestre se estima en 0,005 ppm (parte por millón). El contenido promedio, en ppm en rocas ígneas es de 0,0031 (ultramáficas y máficas), y 0,0023 (graníticas); en rocas sedimentarias es de 0,005 (calizas y areniscas), y 0,004 (shales) (ROSE et al., 1979).

En los meteoritos pétreos, cuya composición se considera similar a la del manto, el oro abunda de 40 a 70 veces más que en la corteza; en los meteoritos ferroniquelíferos, considerados de composición similar a la del núcleo terrestre, el oro abunda de 150 a 300 veces más que en las rocas de la corteza terrestre. Por tanto, el oro muestra la tendencia a concentrarse por debajo de la corteza y en mayor grado hacia el núcleo (ROSAS y MONROY, 1978).

**Asociaciones:** Se presenta como elemento siderófilo y, en menor proporción calcófilo; en depósitos de metales preciosos se asocia principalmente con Ag, As, Sb, Hg, Se y Te. En algunos depósitos de sulfuros, con Fe, Zn y Cu.

**Fuente Industrial:** oro nativo y telururos.

**Productos de meteorización:** existen algunas evidencias de cómo el oro, en algunos depósitos auríferos, puede disolverse localmente y luego reprecipitarse.

**Especies acuosas:** aniones complejos, coloides de oro metálico, y como oro absorbido en materia orgánica soluble.

**Respuesta biológica:** el oro puede entrar en plantas y ser concentrado en forma de complejo cianúrico.

**Movilidad:** en los depósitos auríferos es limitada, por lo inerte del oro nativo; en ambientes diferentes a los de depósitos, el valor extremadamente alto de la relación contenido promedio de oro en agua dulce/ contenido promedio de oro en rocas, sugiere una movilidad alta (ROSE et al., 1979).

#### 3.2. MINERALOGIA

En la Tabla 1 se indican los principales minerales de oro; de éstos, los más comunes son el oro nativo y los telururos. El oro nativo se caracteriza por cristalizar en una gran variedad de formas; las más comunes son grupos paralelos y agregados maclados. Cristales reticulados, dendríticos, arborescentes, filiformes y esponjosos, también son relativamente comunes. Las formas masivas están representadas por fragmentos redondeados (nuggets), granos aplanados y partículas muy finas (oro en polvo).

El oro nativo generalmente contiene cantidades variables de otros elementos. Entre los mencionados en la Tabla 1, la aleación natural oro-plata es la más común. Cuando el contenido de plata es de 20% o más, la aleación oro-plata se conoce con el



nombre de **electrum**. En la **maldonita** el contenido de bismuto alcanza hasta un 3%; en la **porpezita** u oro paladiano, el paladio alcanza hasta un 10%.

#### ELEMENTOS NATIVOS, ALEACIONES Y COMPUESTOS METÁLICOS

Oro	Au
Oro argentífero (electrum)	(Au, Ag)
Oro cupriano (cuproaurido)	(Au, Cu)
Oro paladiano (porpezita)	(Au, Pd)
Oro rodiano (rodita)	(Au, Rh)
Oro irídico	(Au, Ir)
Oro platínico	(Au, Pt)
Oro bismutiano	(Au, Bi)
Oro amalgamado	Au <sub>2</sub> Hg <sub>3</sub> (?)
Maldonita	
Sulfuro:	
Uytenbogardtita	Ag <sub>3</sub> AuS <sub>2</sub>
Telururos:	
Calaverita	Au Te <sub>2</sub>
Krenerita	(Au, Ag) Te <sub>2</sub>
Petzita	Ag <sub>3</sub> AuTe <sub>2</sub>
Muthmanita	(Ag, Au) Te
Magyagita	Pb <sub>5</sub> Au(Te, Sb) <sub>4</sub>
Silvanita	S <sub>5-8</sub> (Au, Ag) Te <sub>4</sub>
Antimoniuro:	
Auroestibita	
Seleniuro:	
Fischesserita	Ag <sub>3</sub> AuSe <sub>2</sub>

TABLA 1: Minerales de Oro. (Simplificada de BOYLE, 1979).

Los telururos de oro más importantes son: **krenerita**, **calaverita**, **silvanita**, **magyagita**, **muthmanita** y **petzita** (BOYLE, 1979). Generalmente, los telururos de oro ocurren en cantidades menores en la mayoría de los depósitos primarios de oro, llegando ocasionalmente a constituirse en minerales importantes, como es el caso de los depósitos de Cripple Creek, Colorado (U.S.A.) y Kirkland Lake, Ontario (Canadá).

La **auroestibita** es un mineral que generalmente está asociado con depósitos que contienen estibina (Sb<sub>2</sub>S<sub>3</sub>) y otros minerales de antimonio. La **fischesserita**, el seleniuro de oro y plata, se considera isométrico e isoestructural con el telururo **petzita**.

El oro es un constituyente traza de una gran variedad de minerales, en donde se presenta como elemento nativo, telururo, auroestibita y, probablemente, como cons-

tituyente de la red cristalina de varios minerales. BOYLE (1979) presenta un excelente resumen del contenido de oro en silicatos, elementos nativos, sulfuros, sulfosales, óxidos, etc.

### 3.3. TIPOS DE DEPOSITOS

Zonas de venas y filones (lodes), estovercas (stockworks), mantos y otros depósitos hipogénicos similares han sido tradicionalmente, junto con los placeres antiguos y recientes, las principales fuentes de oro en el mundo. Durante las últimas dos décadas, depósitos de oro diseminado, muchos de ellos con forma estratoconfinada (stratabound), desarrollados en calizas, shales calcáreos y esquistos, se han explotado en Estados Unidos, Canadá y Australia.

Entre los depósitos más productivos de oro se encuentran los llamados conglomerados de cuarzo (quartz-pebble conglomerates); algunos de ellos también contienen algo de uranio, tierras raras y pequeñas cantidades de elementos del grupo del platino. El oro también se obtiene como subproducto en muchos otros depósitos metálicos, entre los que se incluyen yacimientos de sulfuros de cobre y níquel asociados a rocas básicas, sulfuros masivos de plomo-zinc-cobre asociados a terrenos volcánicos y sedimentarios y a pórfidos cupríferos.

Varias clasificaciones de los depósitos de oro se han propuesto en los textos de geología económica (por ejemplo en SIMONS and PRINZ, 1973). En este artículo se presenta la sugerida por BOYLE (1979), basada principalmente en el ambiente geológico y geoquímico de los depósitos, apartándose un poco del origen del mismo, ya sea magmático, hidrotermal, sedimentario, etc. De acuerdo con BOYLE (1979), con el conocimiento de la geoquímica de los depósitos es posible discernir su origen y, sobretudo, predecir el ambiente donde se puedan prospectar depósitos similares.

La clasificación mencionada por BOYLE comprende esencialmente 9 categorías. Como la descripción detallada de cada categoría se escapa a los propósitos de este artículo, el lector interesado encontrará, en el texto de BOYLE información y referencias suficientes. Sin embargo, se presenta a continuación una descripción breve de las características principales, de cada grupo.

### 3.3.1. "STOCKS", DIQUES Y SILOS PORFIRITICOS AURIFEROS; CUERPOS GRANITICOS AURIFEROS; APLITAS Y PEGMATITAS

Los depósitos conocidos de esta categoría son relativamente escasos y, básicamente, corresponden a cuerpos intrusivos que contienen cantidades comerciales de oro, atribuido principalmente a procesos de segregación magmática.

Entre los ejemplos citados por BOYLE (1979) están algunas pegmatitas de Madagascar y el granito Dartmoor de Inglaterra.

### 3.3.2. DEPOSITOS DE METASOMATISMO DE CONTACTO (SKARN), RICOS EN ORO

El oro es un constituyente frecuente de los depósitos de skarn, en donde es posible obtenerlo como subproducto en explotaciones de cobre, plomo y zinc. También se conocen algunos skarns, que son explotados generalmente para obtener oro y plata.

Las zonas ricas en oro en los skarns, son irregulares y se definen por medio de muestreos y análisis. Los elementos que regularmente se asocian con el oro, en estos depósitos, son Fe, S, Cu, Ag, Zn, Pb, Mo, As, Bi y Te. Los elementos W y Au con frecuencia presentan una correlación negativa. Níquel Plate y French (Canadá) son dos ejemplos de skarn auríferos.

### 3.3.3. VENAS Y FILONES (Iodes), ESTOVERCAS, CUERPOS IRREGULARES SILICIFICADOS Y TUBOS (pipes), MINERALIZADOS CON ORO Y PLATA, EN ZONAS DE FRACTURA, FALLA, CIZALLA Y BRECHA, LOCALIZADOS, ESENCIALMENTE EN TERRENOS VOLCANICOS

Aunque estos depósitos ocurren en rocas volcánicas de todas las edades, tienden a concentrarse en rocas precámbricas y terciarias. Basaltos, andesitas, latitas y riolitas son rocas huéspedes favorables; en las rocas precámbricas, estas asociaciones se conocen como rocas verdes (greenstones).

La estructura de las venas y filones de cuarzo que predominar en rocas precám-

bricas, está caracterizada por la presencia de cristales de grano grueso, compactos e íntimamente intercrecidos; reemplazamientos y formas de cintas son comunes. En rocas más jóvenes, generalmente terciarias, la estructura se caracteriza por el desarrollo de formas de cocada, de peine y de crustificación, acompañadas frecuentemente por abundantes espacios vacíos; son también comunes el bandeamiento y pulsos repetitivos de mineralización.

Los procesos de alteración hidrotermal asociados en los alrededores de esta clase de depósitos, dentro de rocas precámbricas, son cloritización, carbonatización, sericitización, piritización, arsenopiritización y silicificación. En rocas más jóvenes, la propilitización (cloritización y piritización) es un tipo de alteración especialmente característico; también se desarrollan adularización, silicificación, caolinización, sericitización y algunas veces alunitización.

La relación Au/Ag varía desde 50/1 a 5/1 en depósitos en rocas precámbricas, hasta 1/1 en depósitos en rocas más jóvenes. Aunque existen excepciones, los minerales arsenopirita y pirrotita tienden a ser más comunes en depósitos precámbricos; galena, esfalerita, calcopirita y sulfosales tienden a ser más abundantes en depósitos más jóvenes.

Entre los numerosos ejemplos que se conocen de esta categoría, sobresalen los distritos de Yellowknife (Canadá), Mother Lode (U.S.A.), Tonopah (U.S.A.), Kalgoorlie (Australia) y Lebond (Indonesia).

### 3.3.4. VENAS Y FILONES (Iodes) AURIFEROS EN ZONAS DE FALLA, PLANOS DE DISCONTINUIDAD Y PLIEGUES DE ARRASTRE, LOCALIZADOS ESENCIALMENTE EN TERRENOS SEDIMENTARIOS

Incluye cuerpos tabulares o irregulares, formados cerca a zonas de fallas, por reemplazamiento de capas químicamente favorables. Estos depósitos, distribuidos por todo el mundo, se han desarrollado predominantemente en secuencias sedimentarias de origen marino que, en varios grados, han

sido plegadas, metamorfizadas e invadidas por cuerpos intrusivos. La mayoría de los depósitos de esta categoría está dentro de rocas metasedimentarias.

El cuarzo es el principal mineral de ganga; calcita y ankerita son comunes pero no abundantes. Los minerales metálicos más comunes son piritita y arsenopiritita; galena, esferalita, calcopiritita y pirrotita se presentan algunas veces. Los minerales de interés en estos depósitos son oro nativo, piritita aurífera y arsenopiritita aurífera. Los telururos son escasos.

En promedio, los efectos de alteración hidrotermal en estos depósitos no son intensos, limitándose al desarrollo irregular de cloritización, sericitización y carbonatización. Piritita y arsenopiritita diseminadas en las rocas de los alrededores de estos depósitos, son una característica relativamente común.

La relación genética en detalle de estos depósitos con los intrusivos presentes en sus alrededores, no es completamente clara y, según BOYLE (1979), es posible que en algunos de ellos la fuente del oro se encuentre en las rocas sedimentarias mismas, de donde fue removido y concentrado por procesos geotérmicos producidos durante las épocas de metamorfismo e intrusión.

Los depósitos de Cariboo (Canadá), Salsigne (Francia) y varios del Slate Belt, en los Apalaches (U.S.A.), son ejemplos de esta categoría.

### 3.3.5. VENAS Y FILONES (Iodes) ESTOVERCAS Y ZONAS SILICIFICADAS CON ORO Y PLATA, EN AMBIENTES GEOLOGICOS COMPLEJOS QUE INCLUYEN ROCAS SEDIMENTARIAS E IGNEAS INTRUSIVAS Y EXTRUSIVAS

Los depósitos de esta categoría combinan casi todas las características descritas en las categorías anteriores. Son numerosos los depósitos que se agrupan en esta clase, y la mejor manera de ilustrarlos es a través de ejemplos específicos. BOYLE (1979) describe los de Alaska Juneau (Alas-

ka), Grass Valley (U.S.A.), Rossland Gold-Copper Belt (Canadá) y el distrito de Central City (U.S.A.).

### 3.3.6. DEPOSITOS DE ORO DISEMINADO Y EN ESTOVERCAS, EN ROCAS SEDIMENTARIAS E IGNEAS INTRUSIVAS Y EXTRUSIVAS

Estos depósitos cubren un amplio espectro y se caracterizan por tener tonelajes relativamente grandes con bajos tenores (menos de 0,5 onzas de oro por tonelada). Con pocas excepciones, el oro es el único elemento recuperable, acompañado algunas veces por cantidades menores de plata. BOYLE (1979) subdivide los depósitos en 3 grupos según se relacionen con: a) cuerpos intrusivos, b) flujos volcánicos y c) rocas sedimentarias específicas.

Los depósitos relacionados con cuerpos intrusivos ocurren en "stocks", diques y silos que han sido fracturados intensamente, brechados localmente y luego invadidos por cuarzo, oro y otros minerales. Los efectos de alteración hidrotermal varían según el tipo de roca. Silicificación, sericitización, feldspatización y piritización son comunes en rocas ácidas; carbonatización, sericitización, serpentización y piritización lo son en rocas intermedias y básicas.

Las mineralizaciones de Howey (Canadá), El Chivato (Chile) y Berezoush (U.R.S.S.) son ejemplos típicos de este grupo.

Las ocurrencias de oro diseminado en flujos volcánicos, generalmente contienen tenores demasiado bajos (menos de 0,01 onzas de oro por tonelada) para ser explotados comercialmente. Estas ocurrencias se encuentran en zonas de alteración irregulares, en donde la piritización es predominante.

Depósitos de oro diseminado asociados a rocas sedimentarias calcáreas (carlin type), a "iron formations" y a estratos tobáceos se incluyen en el tercer grupo de esta categoría. De éstos, los llamados "carlin type", descritos en detalle por RADTKE and

DICKSON (1974), son los más importantes; estos depósitos se presentan, preferencialmente dentro de shales calcáreo-carbonosos, cerca a zonas de fallas y acompañados por silicificación; el oro se encuentra principalmente, como elemento nativo de tamaño microscópico y su tenor promedio varía entre 0,24 y 0,31 onzas de oro por tonelada.

### 3.3.7. DEPOSITOS DE ORO EN CONGLOMERADOS DE CUARZO (QUARTZ-PEBBLE CONGLOMERATES) Y ORTOCUARCI-TAS

A esta categoría corresponden los depósitos de oro más grandes que se conocen y que han proporcionado algo más del 60% del oro producido en el mundo durante los últimos 60 años. HARGRAVES (1960) y BOYLE (1979) presentan numerosas referencias relacionadas con estos depósitos, conocidos principalmente en Sur Africa, Canadá y Brasil. Todos los depósitos productivos en esta categoría, son de edad precámbrica, se conocen algunos ejemplos fanerozoicos, pero no se ha probado aún su importancia económica.

Las zonas mineralizadas, en estos depósitos, ocurren en estratos o lentes elongados, de 0,3 a 3,0 m de espesor, localizados en secuencias sedimentarias espesas, dominadas por sedimentos clásticos. Sulfuros de metales básicos, uraninita, pirita, platinoides y oro son componentes comunes. En el distrito de Witwatersrand (Sur Africa), el tenor promedio de oro varía entre 0,2 y 0,4 onzas por tonelada. El origen del oro, en esta clase de depósitos, siempre ha sido motivo de controversia; PARK and MacDIARMID (1975) presentan un breve resumen de las 4 principales teorías, propuestas para explicar la génesis del distrito de Witwatersrand (Sur Africa).

### 3.3.8. DEPOSITOS DE PLACER

Estos depósitos se definen como acumulaciones mecánicas, formadas por procesos de meteorización y transporte que permiten la concentración de minerales pesados, en este caso el oro. Una clasificación genética sencilla, según EVANS (1980), se presen-

ta en la Tabla 2. Entre las principales fuentes de depósitos auríferos de placer están: 1) venas y filones auríferos, 2) depósitos de sulfuros auríferos, 3) depósitos polimetálicos con algo de oro, 4) minerales auríferos (pirita y otros sulfuros) en esquistos graníticos y otras rocas, 5) conglomerados y otros sedimentos auríferos, y 6) depósitos de placer antiguos (BOYLE, 1979). La densidad es el factor principal que opera en la formación de todas las clases de placeres.

En términos generales, los depósitos de oro de placer requieren 4 pasos fundamentales para su formación y permanencia: 1) existencia de oro en depósitos primarios, shales piritosos y otros tipos de rocas; 2) período de meteorización, en una superficie con topografía relativamente madura, que permita liberar el oro de los depósitos o rocas que lo contienen; 3) concentración del oro, generalmente por el agua y, 4) ausencia de glaciación (BOYLE, 1979). Ejemplos de depósitos de esta categoría se encuentran distribuidos ampliamente por casi todo el mundo.

### 3.3.9. OTRAS FUENTES DEL ORO

Existen otros depósitos minerales donde el oro puede obtenerse como subproducto. Según BOYLE (1979), los principales son: 1) depósitos de níquel y cobre asociados con rocas básicas (tipo Súdbury); 2) depósitos de sulfuros masivos, en terrenos volcánicos y sedimentarios (tipo Noranda-Bathurst y tipo Kuroko); 3) venas y filones (lodes) esencialmente con sulfuros polimetálicos, en terrenos volcánicos y sedimentarios; 4) depósitos de sulfuros diseminados (tipo pórfido de cobre); 5) shales y esquistos piritosos y cupríferos (tipo Kupferschiefer); 6) arenas cupríferas y argentíferas (tipo capas rojas); 7) depósitos de platino y 8) arenas negras.

## 3.4. PROSPECCION

En la selección de áreas para la prospección del oro se deberá, ante todo, adelantar un estudio detallado de las distintas clases de depósitos conocidos y su respectivo ambiente geológico favorable (ver: Tipos de

Modo de origen	Clase
Acumulación in situ durante meteorización	Placer residual
Concentración en un medio de transporte esencialmente sólido	Placer eluvial
Concentración en un medio de transporte esencialmente líquido (agua)	Placer aluvial Placer de playa
Concentración en un medio de transporte esencialmente gaseoso (aire)	Placer eólico

TABLA 2: Clasificación genética de depósitos de placer, según EVANS (1980).

Depósitos). Además, se deben conocer los principales modelos (genéticos, geométricos, de alteración hidrotermal, etc.) propuestos para el tipo de depósitos a prospectar. BOYLE (1979), BERGER and EIMON (1982), SILLITOE (1983) y BONHAM Jr. (1983) son algunos de los autores que tratan estos temas con detalle.

La prospección geoquímica es una de las principales herramientas utilizadas en la búsqueda de depósitos de oro. En la fase de reconocimiento, generalmente se toman muestras de sedimentos activos (finos y concentrados); en las fases de detalle se toman muestras de esquirlas de rocas y de suelos. Muestras de plantas, aguas y gases, también se han utilizado en prospección geoquímica.

Los elementos químicos, generalmente enriquecidos en la mayoría de los depósitos epigenéticos de oro son, en orden de importancia, Si ( $\text{SiO}_2$ , cuarzo), S ( $\text{FeS}_2$ , pirita), Ag, As, Sb, Te, B, Bi, Hg, Mo, W, Cu, Zn, Pb, Cd, Tl, Ba, Sr, Mn, Se, F, Cl, U y Th. La mayoría de estos elementos pueden ser, en determinados casos, elementos guías (pathfinders) importantes. Plata, arsénico y antimonio están presentes prácticamente en todo tipo de depósito epigenético de oro, sin importar la edad.

Básicamente, con geología y geoquímica detalladas se puede llegar a delimitar en superficie, zonas específicas de interés para mineralizaciones epigenéticas de oro. La

comprobación de su verdadera importancia hacia profundidad, necesariamente requerirá de etapas de perforación, muestreo y análisis de los núcleos obtenidos.

Una buena compilación de las principales técnicas de exploración y prospección de depósitos de placer auríferos, es presentada por ALVAREZ (1986).

#### 4. EXPLOTACION Y METALURGIA

Los métodos de explotación, en depósitos de oro, varían considerablemente dependiendo del tamaño, forma, profundidad y características físicas del depósito mismo y de las rocas que lo contienen.

En términos generales, los principales métodos de explotación utilizados son: dragados, en depósitos de placer localizados en un medio acuoso; tajo abierto (open pit), en depósitos de oro diseminado (bajo tenor - gran tonelaje) localizados cerca a superficie; métodos subterráneos, de túneles y de corte y relleno, en depósitos de venas y filones (lodes), y otros localizados a profundidad.

Concentración por gravedad, flotación, fundición, amalgamación y cianuración son los principales procesos de beneficio y metalurgia, utilizados en la recuperación del oro. Por lo general se requiere de la combinación de varios de estos métodos para lograr buenos resultados.

#### 5. BREVE HISTORIA DE LA MINERIA DEL ORO EN COLOMBIA

Antes de la conquista, la minería del oro era un factor importante en la economía de los indígenas. Con la llegada de los españoles se intensificó la exploración, hasta tal punto que la mayor parte de las regiones auríferas actuales se conocían desde esa época, aunque la contribución de los conquistadores en los sistemas de explotación fue muy escasa. En un comienzo los trabajos mineros se realizaban con la ayuda de los indígenas y posteriormente con esclavos.

RESTREPO (1979) calcula que hasta 1890 se habían producido en Colombia 653 millones de pesos en oro (peso español), de los cuales el 77% correspondía a minas de aluvión. SINGEWALD (1949) estima que esta producción representa cerca de mil millones de dólares y POVEDA (1981) asegura que fueron extraídos de las diferentes minas de Colombia, incluyendo Panamá, 1.640 toneladas de oro hasta finales del Siglo XIX.

La mayor parte de la fundación de ciudades localizadas en el occidente colombiano, tales como Cali, Popayán, Cartago, Santa Fe de Antioquia y en su parte central Ibagué y Mariquita, se realizó con el específico propósito de servir como centros de producción de oro, puesto que esta industria representó para los españoles la mayor fuente de sus ingresos.

Con anterioridad a 1860, la principal técnica de explotación de aluviones era el mazamorreo y en algunos casos la utilización de corrientes de agua para el barrido de los estériles. Estos métodos de explotación se observan aún en la actualidad. Para las minas de filón, luego de la apertura de los túneles que se realizaba a pica y pala, el material era triturado en forma manual.

La primera compañía extranjera que llegó al país fue la Frontino Gold Mines en 1864 para explotar las minas de filón de Remedios y Segovia, lo cual representó el inicio de la renovación de algunas técnicas de explotación; se empezaron a utilizar la dinamita y los molinos hidráulicos y esto trajo como consecuencia un incremento en la producción de oro. En 1890 fue traído por los franceses al país el primer molino californiano para las minas de Zaragoza. En 1901, el ingeniero John O'Brien instaló el primer elevador hidráulico en el río Porce para la Pato Gold Mines, e instaló en 1913 la primera draga eléctrica flotante en el río Nechí.

En 1911 existían aproximadamente 35 compañías extranjeras, en su mayoría con capital británico que después fue reemplazado principalmente por capital francés y norteamericano.

Por esta misma época se instaló otra draga en el río Condoto por la Anglo Colombian. Posteriormente la South American Gold adquirió los derechos de la Anglo Colombian e intensificó sus explotaciones por este mismo método en los ricos yacimientos del río San Juan en el Chocó y el río Telembí en Barbaças, Nariño. También han sido explotados por dragas los aluviones del río Cauca cerca a Buenos Aires, Cauca y del río Supía en Caldas, trabajos que comenzaron en 1940.

Algunos intentos de dragado se realizaron en el río Patía en 1937 por la AznaZú Gold Dredging Company, pero sin resultados favorables.

En 1940, el 55% de la producción de oro correspondía a compañías extranjeras, 15% a compañías colombianas y el 30% restante era extraído por barequeros. El 60% del total de producción provenía de aluviones.

En 1942 estaban instaladas 17 dragas en todo el país, principalmente en los ríos Nechí, San Juan, Cauca, Telembí y Supía.

En 1974, la Compañía Mineros de Colombia S.A. compró los derechos de la Frontino, de la Pato y la de Chocó Pacífico; posteriormente esta compañía dividió sus operaciones en dos filiales, Mineros de Antioquia y Mineros del Chocó; la primera asumió las explotaciones de Zaragoza, Segovia, Remedios y la explotación por medio de dragas en el río Nechí que antes pertenecía a la Pato y la segunda siguió laborando los aluviones de la cuenca del río San Juan que antes explotaba la Chocó Pacífico.

Recientemente se ha incrementado en forma notoria la participación de la pequeña y mediana minería en la producción de oro de Colombia.

Los departamentos productores son: Antioquia, Chocó, Nariño, Caldas, Quindío, Risaralda, Cauca, Tolima, Santander y últimamente Valle, Huila, Bolívar, Córdoba y la Comisaría del Guainía.

## 6. MINAS DE ORO DE FILÓN

En Colombia, el oro se extrae en su totalidad de minas de aluvión o de filón (Fig. 1). Aproximadamente el 20% de la producción proviene de minas de filón. Este tipo de minería ha sido tradicional en el país y por esta razón merece particular atención para tratar de determinar los diferentes aspectos relacionados con su génesis.

Aunque no se han realizado estudios de edades en minas de oro de filón, se asume que los procesos hidrotermales que dieron origen a los filones, están relacionados con eventos magmáticos que tuvieron lugar en los Andes Colombianos.

A continuación trataremos de diferenciar las zonas con filones que tengan características semejantes en cuanto se relaciona a época de formación, mineralogía, mecanismo de emplazamiento y dirección de los filones.

### 6.1. ZONA ORIENTAL DE ANTIOQUIA

Se determina en este estudio como zona oriental de Antioquia, el sector que corresponde únicamente a los distritos de Zaragoza, Segovia, Remedios y parcialmente el distrito de Puerto Berrío, descritos por RODRIGUEZ y PERNET (1983), (Fig. 2, No. 1). Esta diferenciación se hace debido a las características geológicas que presenta el área. En los sectores citados están presentes cuerpos de cuarzdiorita con variaciones a diorita y granodiorita, de edad Jurásica, que intruyen esquistos negros y esquistos cuarzo-feldespáticos del Paleozoico. Este intrusivo se presenta alargado en dirección norte-sur y es conocido hacia el norte como el Batolito de Segovia, con el cual aparentemente están asociadas la mayoría de mineralizaciones de filón, las cuales se localizan esencialmente en el plutón y algunas veces en la roca metamórfica encajante.

Esta zona está limitada al occidente por las Fallas de Otú y Palestina, y al orien-

te por la margen izquierda del río Magdalena, entre los municipios de Morales al norte y Nare al sur.

#### 6.1.1. DISTRITO ZARAGOZA - SEGOVIA-REMEDIOS

Este distrito es el más importante en Colombia; algunas de las minas se trabajan desde mediados del Siglo pasado y aún continúan en explotación. En el municipio de Segovia han sido de gran importancia las minas de filón de El Silencio, Cristales, San Nicolás, Gran Bulla, Cogote, Cecilia y Tres y Media. En Remedios figuran La Palmichala, La Botella, La Italia y Colombia; más hacia el norte en cercanías de Zaragoza se encuentran las mineralizaciones de San Antonio, La Caliente, El Desquite, La Aurora, Amansaguapos, La Aparecida y El Limón. En la margen derecha del río Nechí frente al corregimiento de Cuturú, se tiene referencia de la mineralización de La Alondra. La mayor parte de estas mineralizaciones tiene una dirección NE. Están compuestas por cuarzo, pirita, blenda, galena, calcopirita, con oro y plata libres y combinados con los sulfuros.

Sin lugar a dudas la mineralización más importante en el área es la mina de El Silencio, la cual tiene en la actualidad 44 niveles, sobre un filón con dirección N20°E y con inclinación 30° al SE. Esta mineralización está dividida y presenta estructuras de cola de caballo, lo cual en algunos sitios hace complicada la minería. El filón del Silencio se conoce por una distancia de 2 km y en el sur limita con las mineralizaciones de Tres y Media y Cecilia. La mineralización fue trabajada por la compañía Frontino Gold Mines y desde hace aproximadamente 10 años por compañías colombianas. Para el beneficio del mineral se cuenta con una planta de mollienda para 600 toneladas/día, complementada con tanques de cianuración.

Se encuentran en esta mineralización importantes concentraciones de galena y esfalerita con valores altos en oro, las cuales han sido exportadas en cantidades que alcanzan las 1.000 toneladas/año. Se estiman reservas de 3 millones de toneladas (RODRIGUEZ y PERNET, 1983),

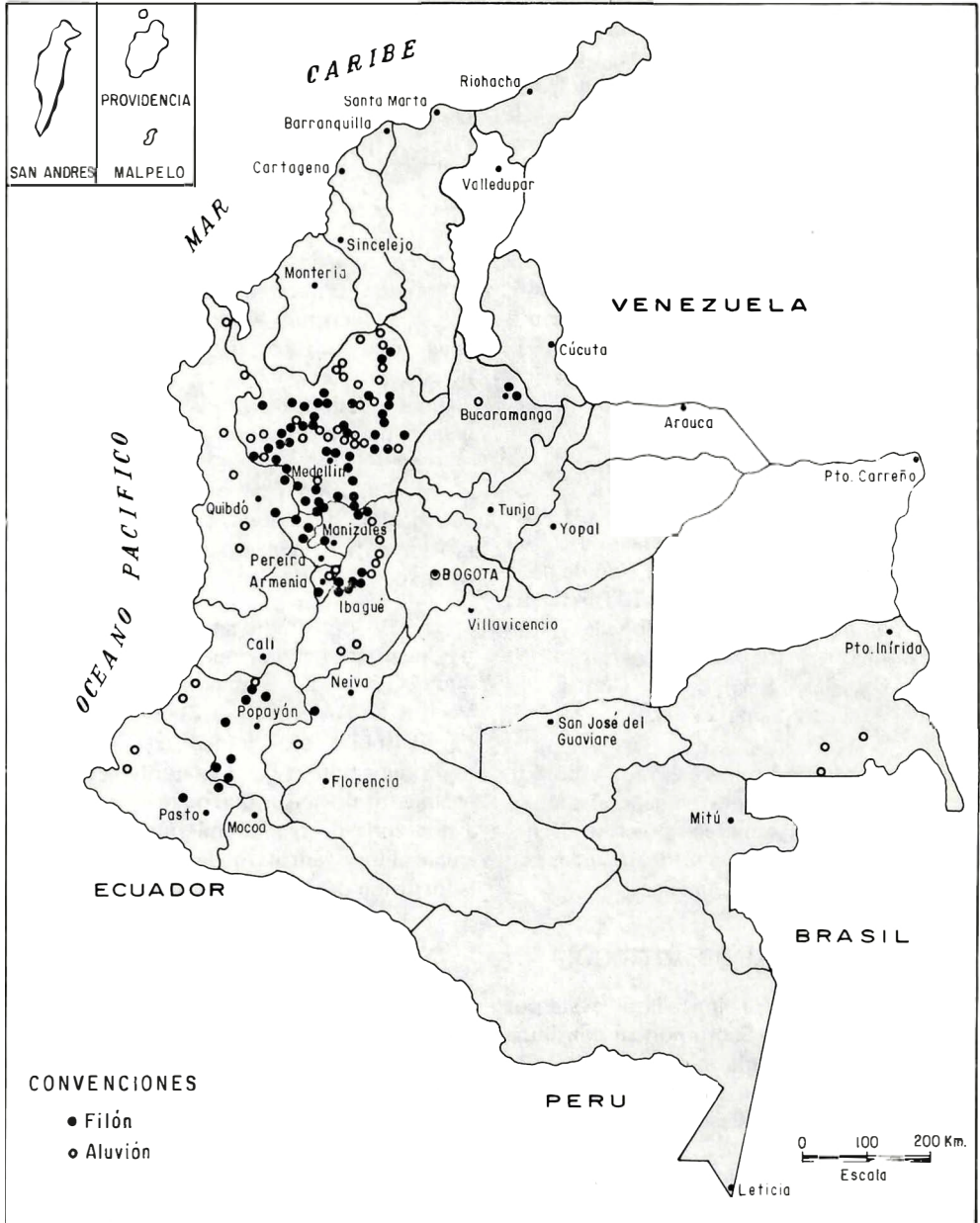


FIG. 1: Localización de las minas y prospectos de oro de filón y de aluvión.



Además de la mina del Silencio, existen otras que operan con métodos rudimentarios de extracción y beneficio, que fueron trabajadas por la Frontino Gold Mines; es el caso de La Bartola, Palmichala, San Nicolás, Marmajita, La María, Montezuma, Cogote y otras. Hacia la parte norte, cerca a Zaragoza, la mina de mayor importancia ha sido la de El Limón que presenta la mineralización con rumbo N5°E y con buzamiento de 45° al SW, con un espesor promedio de 0.60 m; últimamente su explotación se ha visto muy disminuida. Tiene reservas medidas de 50.000 toneladas e indicadas de 160.000, con un tenor promedio de 40 gramos de oro por tonelada (RODRIGUEZ y PERNET, 1983).

#### 6.1.2. DISTRITO DE PUERTO BERRIO

Por sus condiciones geológicas, esta área es similar a la anterior; sin embargo, las mineralizaciones existentes han sido de poca importancia y en la actualidad la mayoría están completamente abandonadas. Las mineralizaciones que se conocen son: El Vapor, Cabañas, Barrial, La Gómez, El Carmen, Arauca y Samarkanda.

La actividad minera es muy esporádica y artesanal; los filones en general son pobres en sulfuros y en metales preciosos. Estas mineralizaciones están siempre asociadas con rocas dioríticas de edad Jurásica.

### 6.2. ZONA CENTRAL DE ANTIOQUIA

Esta zona está limitada al oeste por la Falla del Espíritu Santo con su continuación sur; ésta es la falla más oriental del Sistema Romeral; al este su límite son las Fallas de Otú y de La Palestina (Fig. 2, No. 2).

En el sector aflora una secuencia de rocas precámbricas, paleozoicas y mesozoicas, las cuales son intruidas por un plutón de cuarzdiorita de edad Cretácea, conocido como el Batolito de Antioquia y por algunos stocks relacionados con este mismo cuerpo intrusivo.

A la zona central descrita por

RODRIGUEZ y PERNET (1983), se adicionan en esta investigación las mineralizaciones filonianas presentes en los municipios de Amalfi y Anorí, y se exceptúan las descritas en dicho informe como el área de Sonsón. Estarían entonces incluidos, además de los municipios mencionados, Santa Rosa de Osos, Carolina, Barbosa, Guadalupe, Gómez Plata, San Vicente, Concepción, Cisneros, Yolombó, Yalí, San Roque, San Rafael y San Carlos.

Asociados al Plutón Cretácico tanto en la zona de contacto como dentro del Intrusivo, se encuentran venas de cuarzo mineralizadas con sulfuros, principalmente pirita, blenda, galena, calcopirita, arsenopirita y en algunas ocasiones estibina. Los sulfuros en general no sobrepasan el 10%.

Los filones de cuarzo presentan gran variedad de direcciones sin ningún predominio específico, con espesores por lo general no mayores de 1 m.

Es importante anotar que algunas minas localizadas en los municipios de Amalfi y Anorí, como La Bramadora, Miniatura, El Violín, La Arroyave, La Constancia, La Italia, El Roblal, La Trinidad, con una mineralogía semejante, siguen aparentemente un lineamiento norte-sur que puede corresponder a una zona de fracturamiento invadida por emanaciones hidrotermales relacionadas con la intrusión del Batolito de Antioquia.

De acuerdo con las descripciones mineralógicas de RODRIGUEZ y PERNET (1983) para cada mina, se delimitó el tipo de sulfuros y aparentemente se puede establecer que en todas las minas está presente la pirita, y en cantidades variables la arsenopirita. En general las minas del sector centro-oriental, situadas en los municipios de Barbosa (mina El Cadillo), Cisneros, Yolombó, Yalí, San Roque (minas Malasia, Topacio, La Mechuda), San Rafael (Las Camelias) y San Carlos, que están localizadas dentro del Batolito de Antioquia, presentan concentraciones mayores de calcopirita, pero a medida que se acercan al contacto más norte con la roca encajante, las concentraciones de plomo y zinc aumentan como en las mineralizaciones si-

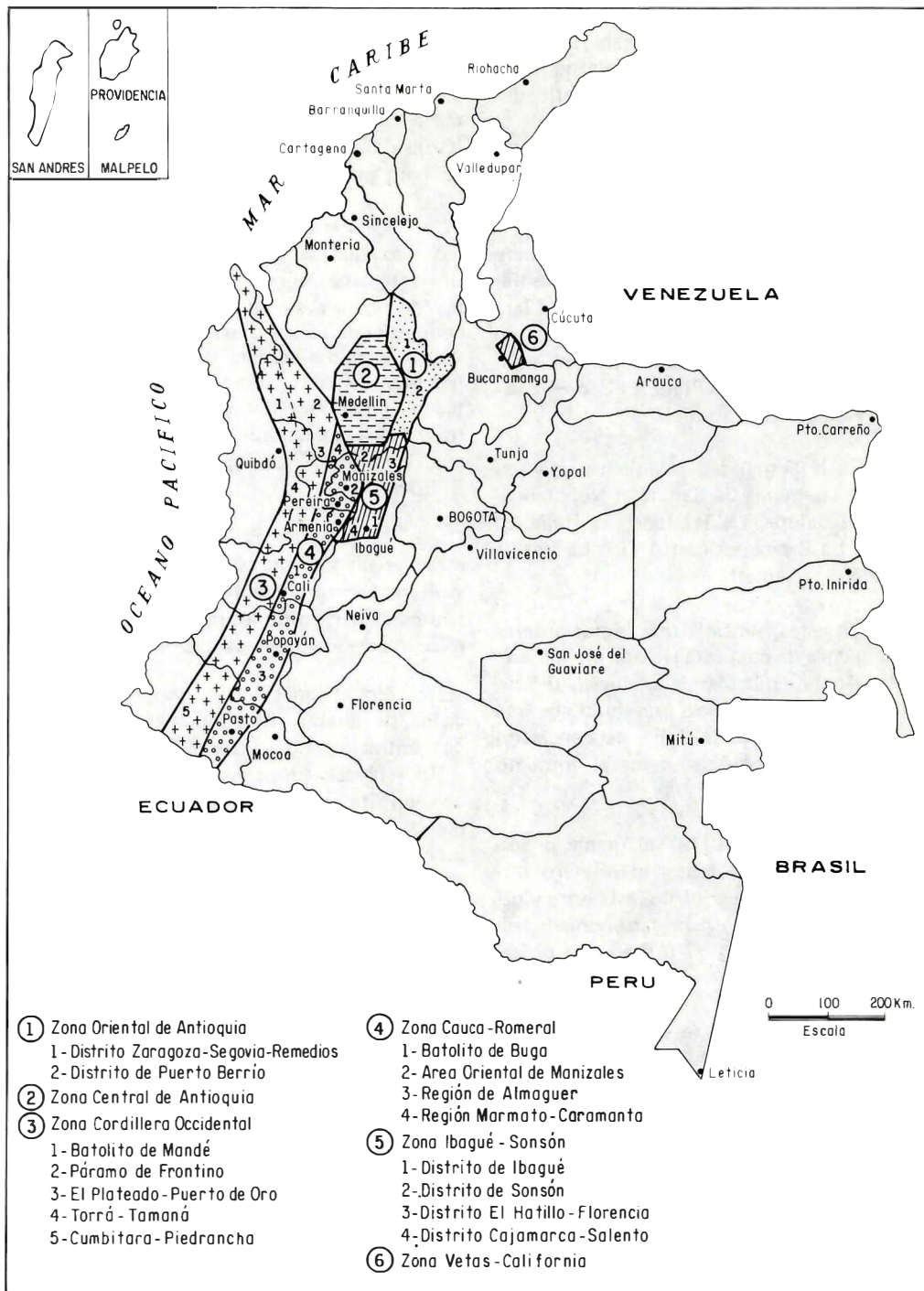


FIG. 2: Localización de las zonas de oro de filón y de las principales minas.

tudas en los municipios de Amalfi (La Vetilla y La Leona), Anorí (Bramadora, El Violín, Trinidad), Gómez Plata (San Rafael) y Santa Rosa (Veta Vieja, Luis Brand y El Criadero); esto significa que, las cantidades de galena y blenda aumentan. Finalmente, es notorio el enriquecimiento de antimonio en las minas de Guadalupe (El Machete y El Oso) y Carolina.

Durante el Siglo pasado y a comienzos de éste, tuvieron gran importancia las minas de La Primavera en San Pedro, La Clara en Amalfi, El Arroyave y La Constancia en Anorí, Dos Bocas y Quebradita en Yalí, Santa María en Gómez Plata, El Oso en Guadalupe y Berlín en Yarumal.

En la actualidad solamente están en actividad las minas de San Juan Nepomuceno en Guadalupe, La Trinidad, La Italia, El Violín y La Bramadora en Anorí, La Vetilla y La Leona en Amalfi.

De estas minas la más importante es la Bramadora, la cual está situada en la carretera de Anorí, en la margen izquierda del río Porce. El filón de cuarzo presente tiene una dirección aproximada N30°E y está encajado en esquistos paleozoicos, cerca al contacto con el Batolito de Antioquia.

OQUENDO (1979) distingue 3 episodios de mineralizaciones, el primero formado por pirita, arsenopirita, esfalerita y galena, el segundo por pirita, arsenopirita, pirrotita y calcopirita y el último por pirita, arsenopirita y estibina.

La minería que se adelanta en la zona central de Antioquia es a pequeña escala, utilizando molinos de pisones y sistemas de cianuración para el beneficio del oro; actualmente el sistema más avanzado lo tiene la mina de La Bramadora.

### 6.3. ZONA CORDILLERA OCCIDENTAL

La Cordillera Occidental coincide geológicamente hablando con lo que se ha definido como terrenos Cañasgordas y Dagua (INGEOMINAS, 1986). (Fig. 2, No. 3).

Las rocas que afloran en este sector están representadas por vulcanitas compuestas por basaltos toleíticos y rocas sedimentarias constituidas por turbiditas, calizas y tobas. Esta secuencia, correspondiente al Cretáceo, se presenta normal hacia el norte (Grupo Cañasgordas) y con metamorfismo de bajo grado hacia el sur (Grupo Dagua).

La secuencia está intruida por plutones terciarios de composición calco-alcalina. Entre los más conocidos podemos mencionar de norte a sur el Batolito de Mandé de composición cuarzodiorítica con hornblenda, los stocks dioríticos de Cerro de Frontino, Morro Gacho, Morro Pelado, Cerro Plateado, Farallones del Citará, Cerro de Torrá y hacia la parte sur los Cerros de Piedranca, Cumbitara, La Esperanza, El Vergel y El Edén.

En general las minas de oro de filón están asociadas con estos cuerpos intrusivos y se encuentran comúnmente en la zona de contacto, dentro de los plutones o en diques relacionados con los mismos.

Los filones están constituidos por ganga de cuarzo, ocasionalmente calcita y concentraciones de sulfuros que varían de 5 a 10% representados por pirita, calcopirita y arsenopirita; ocasionalmente se encuentran blenda y galena. El oro se presenta libre y asociado a las piritas. El espesor de las venas es variable; oscila entre 0.20 m y 1.5 m. Es importante señalar que la dirección o rumbo de los filones en la parte norte, es bastante constante y fluctúa entre E-W y N50°W, aunque algunas veces se observan orientaciones N-S. Hacia la parte sur esta característica cambia y la mayoría de los filones toma direcciones NE.

En esta zona se han reportado más de 120 mineralizaciones de oro y plata de filón, las cuales se han concentrado en la parte norte, en los Departamentos de Antioquia, Chocó y Risaralda, y hacia la parte sur en el Departamento de Nariño. Es interesante observar que no se han reportado y posiblemente no existen mineralizaciones de este tipo en el sector de la Cordillera Occidental correspondiente al Departamento del Valle.

Las regiones más importantes de norte a sur son las siguientes:

a) **Batolito de Mandé.**- A este plutón se han asociado varias de las minas encontradas en los municipios de Murindó-Urrao, Dabeiba, la parte occidental de Frontino en Antioquia, y Quibdó (Chocó)(Fig.2. No. 3.).

La única mina en actividad actualmente es La Equis, situada hacia el oriente de Quibdó, en la carretera que comunica a esta ciudad con Medellín. Esta mineralización está ubicada en la zona de contacto de rocas volcánicas básicas con el Batolito de Mandé.

b) **Parámo de Frontino.**- Este sector está compuesto por un intrusivo diorítico conocido en la región como los Cerros de Páramo de Frontino, Morro Pelado y Morro Gacho, los cuales están localizados en los municipios de Abriaquí, Caicedo y la parte oriental de Frontino y Urrao (Antioquia) (Fig. 2, No. 3). Este plutón intruye los sedimentos de la Formación Penderisco. Es posiblemente la zona con mayor tradición minera de la región, a la cual están asociadas las mineralizaciones de La Primavera, El Porvenir, El Guamo y Piedras; las más importantes, actualmente en explotación, son las minas de El Cerro o San Diego (RODRIGUEZ y PERNET, 1983).

c) **El Plateado - Puerto de Oro.**- Esta área está comprendida entre los municipios de Salgar, Bolívar, Betania y Andes en Antioquia, El Carmen y Bagadó en el Chocó y noroccidente del municipio de Mistrató en Risaralda (Fig. 2, No. 3). En este sector, cuerpos intrusivos conocidos como los Farallones del Citará y Cerro Plateado intruyen la unidad volcánicosedimentaria de la Formación Penderisco .

En esta área las mineralizaciones, además de pirita, calcopirita y arsenopirita, presentan contenidos de galena, blenda y en algunos casos estibina como en las minas de San Pablo y Santa Inés (GUARIN, 1971). Otras mineralizaciones importantes en la re-

gión son las del Plateado, Farallones, Taparató y Santa Rita. En la actualidad están en explotación las minas de Dabeiba y Argelia en Bagadó y La Moravia, San Felipe y Las Camelias en el sector de Puerto de Oro municipio de Mistrató en Risaralda.

d) **Torrá - Tamaná.**- En esta región (Fig. 2, No. 3) aunque no se han reportado mineralizaciones filonianas en los intrusivos dioríticos presentes en los cerros de Torrá y Tamaná, localizados en los municipios de San José del Palmar, Sipí y la parte oriental de Nóvita en el Departamento del Chocó, y más exactamente en los ríos Irabubú e Ingará que constituyen el nacimiento del río Tamaná, es posible que en el futuro se encuentren mineralizaciones auríferas de importancia, puesto que actualmente se explotan aluviones altos de tenor importante en los alrededores del Cerro de Torrá (HERNAN GOMEZ, comunicación verbal).

e) **Cumbitara - Piedrancha.**- En el área comprendida en los municipios de Cumbitara, Los Andes, Guachavés, Samaniego y Mallama en el Departamento de Nariño (Fig. 2, No. 3) afloran varios cuerpos plutónicos de composición cuarzdiorítica y posible edad Eoceno - Mioceno conocidos como Cumbitara, Piedrancha, Nambí y El Vergel que intruyen la secuencia metavolcánica sedimentaria del Grupo Dagua. A estos plutones están asociadas las minas de Nueva Esparta, Risaralda, La Palmera, El Páramo, Lucero Andino, Golondrina y Canadá en Los Andes; La Gitana, El Dimante, La Dorada y El Tábano en Santa Cruz; El Balso, La Morena y El Granito en Cumbitara; Río Cristal en Samaniego y La Dorada en Mallama. La mayor parte de estas mineralizaciones está en producción (CALVACHE, Jefe Zona Minera Pasto, comunicación escrita).

De acuerdo con el Estudio para la Formulación del Plan Nacional de Desarrollo Minero por CACERES y RAMIREZ (1985), en la región existen minería de subsistencia, pequeña y mediana minería. La minería de subsistencia la definen como trabajo independiente que se realiza en socavones en forma manual con picas y barras sin equipos

adicionales. Las labores se llevan a cabo en terrenos baldíos o de propiedad de los mineros.

La pequeña minería está organizada por medio de cooperativas que poseen algunos molinos para beneficio comunitario.

Algunas empresas medianas cuentan con campamento, compresor, martillos neumáticos, molino californiano de 5 pisonos, transporte por cable, planta eléctrica, etc.; este tipo de minería emplea entre 20 y 30 obreros y explota minas con tenores entre 5 y 10 gramos de oro por tonelada. Se muelen de 60 a 100 toneladas de material al mes, el cual produce de 800 a 1.000 gramos de oro. Para 1982, los costos de funcionamiento fueron del orden de \$270.000 al mes. El costo del montaje de una de estas minas es de \$3'200.000 aproximadamente.

Comúnmente se explotan filones de cuarzo con dirección NE y concentraciones de oro-plata, pirita, calcopirita, arsenopirita y cantidades menores de blenda y galena. La concentración de sulfuros no es mayor del 10%.

Luego de la molienda se extrae el oro libre que se encuentra en buena cantidad; se utiliza comúnmente mercurio para amalgamación. Algunas minas tienen equipos de cianuración por percolación o agitación, cuando las arenas tienen algún contenido de oro. Los contenidos de arsenopirita impiden parcialmente estos procesos.

### 6.3.1. PROYECTOS MINEROS EN EJECUCION

En la zona de la Cordillera Occidental descrita anteriormente, además de las minas de El Cerro que han tenido amplia tradición y de las explotaciones de Risaralda y Nariño, es importante comentar dos proyectos que en esta región están en ejecución actualmente: a) La Equis en el Chocó y b) El Diamante en Nariño.

a) **Proyecto La Equis.**- Este yacimiento está localizado a unos 30 km al E de la cabecera municipal de Quibdó cerca a la carretera que se comunica con Medellín.

Está constituido por un filón de 2 m de espesor emplazado en rocas diabásicas cerca al contacto occidental con el Batolito de Mandé. La mineralización está constituida por oro y plata acompañados por sulfuros como esfalerita, galena y calcopirita, con los siguientes tenores: Oro 12 gr/ton, plata 19 gr/ton, zinc 11 %, plomo 2% y cobre 1%.

La empresa que actualmente explota este yacimiento es la Colombian Mineral Resources Ind. El método de beneficio es el de cámaras y pilares utilizando perforadoras neumáticas y explosivos. En la iniciación del proyecto se procesarán 15.000 toneladas de mineral proveniente de la zona de oxidación y en la segunda etapa se beneficiarían 96.000 toneladas.

La mina en plena producción beneficiará 100 toneladas al día y se espera obtener 20 toneladas de concentrados. La explotación está calculada para 4 años (CACERES y RAMIREZ, 1985).

b) **Proyecto El Diamante.**- Este depósito está localizado en el municipio de Guachavés, Departamento de Nariño; la mineralización está situada en la zona de contacto entre la cuarzodiorita de Piedrancha y rocas volcánico-sedimentarias del Grupo Dagua.

Los filones de cuarzo están localizados en la zona de fracturamiento que tienen dirección NE. Este yacimiento está compuesto por una veta principal y dos vetas secundarias; el espesor varía entre 0,7 m y 1,5 m, y puede llegar hasta los 5,6 m. El filón se conoce por una longitud de 800 m. La mineralización consta de oro, plata, pirita y arsenopirita; como minerales accesorios se encuentran calcopirita, esfalerita y galena.

En esta mineralización el INGEOMINAS y la Japan International Cooperation Agency (JICA), realizaron en 1984 un estudio preliminar de factibilidad, el cual incluyó trabajos de geología de campo, prospección geofísica y geoquímica. Se realizaron 15 perforaciones con profundidades que varían entre 80 y 200 m, por medio de las cuales se

calcularon 451.200 toneladas de reservas con un tenor de oro de 7.0 gr/ton y plata 110 gr/ton.

De acuerdo con el diseño de la explotación por medio de trabajos subterráneos, se pueden extraer 50 toneladas de mineral diarias, durante 10.6 años. En este mismo sector se conocen otras mineralizaciones como La Marina y La Gitana que tienen una explotación artesanal e intermitente.

#### 6.4. ZONA CAUCA - ROMERAL

Esta área coincide con el sector que se ha definido como terreno Cauca-Romeral (INGEOMINAS, 1986), el cual está comprendido entre las Cordilleras Central y Occidental y limitado por los sistemas de fallas conocidos como Río Cauca al occidente y Romeral al oriente (Fig. 2, No. 4).

Esta región ha presentado desde el Jurásico una gran actividad tectónica, producida principalmente por la zona de subducción que forma el límite entre corteza oceánica y corteza continental. Por esta razón se encuentra gran variedad de litologías en forma de segmentos elongados bastante cataclisados, de basaltos, metasedimentos, metagabros, esquistos azules, anfibolitas granatíferas, fragmentos de secuencia ofiolítica, etc.; todo este conjunto está intruido por plutones calcoalcalinos con edades que oscilan entre el Cretáceo y Neoterciario.

Los filones hidrotermales con oro que se encuentran en esta zona se presentan asociados a los diferentes cuerpos intrusivos y tienen muy diferentes espesores, direcciones y tipos de mineralización, pero en general son venas de cuarzo con cantidades variables de sulfuros no mayores de 15%, preferencialmente pirita, blenda, galena y ocasionalmente calcopirita.

De acuerdo con la edad de los intrusivos, mencionamos las siguientes áreas mineralizadas:

a) **Batolito de Buga.**- El Batolito de Buga, de composición cuarzodiorítica y de edad Cretáceo, intruye rocas volcánicas de composición básica. A este cuerpo están

asociadas algunas venas de cuarzo con oro y plata, las cuales tienen espesores no mayores de 0,30 m; se trabajan actualmente, en forma muy rudimentaria, las mineralizaciones de La Victoria y El Retiro en el municipio de Ginebra y San Espedito en Guacarí, Departamento del Valle.

b) **Area Oriental de Manizales.**- En la zona de contacto entre los metasedimentos de la Formación Quebradagrande y el intrusivo cuarzodiorítico de edad Terciario inferior del Stock de Manizales, se presentan varias mineralizaciones que están constituidas por filones de cuarzo con espesores que varían entre 0.30 y 1 m. La mineralización consta de oro, plata y trazas de blenda, esfalerita y ocasionalmente calcopirita. La dirección de las venas varía entre N60°E y N80°E con buzamientos fuertes entre 70° y 80° principalmente al noroeste. En la actualidad todas las minas están abandonadas pero sobresalieron anteriormente las de Farallones, La Coqueta, El Diamante, Morisca y La Cascada. El sistema de minería era subterráneo y se utilizaban molinos de pisones y tanques de cianuración.

Promediando el valor de 3 muestras tomadas por LOPEZ (1971) en la mina de Farallones, los resultados fueron de 3 gr/ton de oro y 301 gr/ton de plata. Para la mina La Coqueta 8.46 gr/ton oro y 282.8 gr/ton de plata.

c) **Región de Almaguer.**- En el estudio para la Formulación del Plan de Desarrollo Minero (CACERES y RAMIREZ, 1985), se define como zona de Almaguer a un grupo de minas de filón que tuvieron gran importancia en los Siglos XVIII y XIX, pero que actualmente sólo son explotadas por pequeñas cooperativas mineras que operan en los municipios de Almaguer, Bolívar, La Vega, La Sierra en el Departamento del Cauca y San Pablo, La Unión y Buesaco en el Departamento de Nariño. Las mineralizaciones están constituidas por venas de cuarzo con pirita, calcopirita y pirrotina, relacionadas con pórfidos hipobasales de composición dacítica-andesítica de edad Post-Mioceno que intruyen esquistos del Paleozoico y

rocas volcánicas básicas del Cretáceo (ARANGO y PONCE, 1980). Los cuerpos porfiríticos más conocidos son los de Cerro Bolívar, Cerro Gordo, Lerma, La Campana y La Jacoba.

Se utilizan en promedio de 2 a 8 trabajadores por mina. Se extraen aproximadamente 10 toneladas de material al mes, las cuales son trituradas en molinos antioqueños de 4 pisones. El oro se obtiene por amalgamación y ocasionalmente por cianuración. Las minas activas son: Cerro Gordo en Bolívar, La Concepción en Almaguer, El Esfuerzo en San Pablo, La Amelia y El Albión en Buesaco; esta última es la mejor organizada del sector.

d) **Región de Marmato - Caramanta.**- La región está localizada en los municipios de Caramanta, Valparaíso, Tamesis y Titiribí en Antioquia y Riosucio, Marmato y Supía en Caldas. Las características de fracturamiento, grado de tectonismo y mezcla de unidades litológicas en este sector son más intensas, puesto que adicionalmente al sistema de Fallas de Romeral y El Cauca, se presenta otro en dirección NW que atraviesa los anteriores y que se ha denominado Sistema Salento (LOZANO, 1985), y está representado en el área por la Falla de La Pintada.

Este intenso fracturamiento ha traído como consecuencia la intrusión de cuerpos plutónicos que han acompañado a eventos volcánicos, los cuales se sucedieron entre el Mioceno y el Pleistoceno y están representados por domos porfiríticos de composición diorítico-andesítica, cenizas, piroclastos y en algunos casos basaltos. A esta secuencia se le dio el nombre de Formación Combia (GROSSE, 1926; DE PORTA, 1974). Estas intrusiones hipoabisales afectaron metasedimentos, esquistos, anfibolitas, serpentinas y sedimentos carboníferos del Terciario.

Este sector ha sido importante en la explotación de minas de oro desde la Colonia, aunque en la actualidad varias de estas minas han sido abandonadas como las de El Conde, en Caramanta, El Zancudo en Titiribí,

Vendecabezas y Vigía en Riosucio y en la cuenca del río Arquía, La Esperanza, El Pital, El Chispero y Potosí (LOPEZ, 1971). Están en actividad las minas de Marmato y Echandía.

En general las minas se encuentran en las zonas de fracturas de los cuerpos porfiríticos. El rumbo de los filones varía entre  $N45^{\circ}W$  y  $N65^{\circ}W$ , con buzamientos de  $60^{\circ}$  y  $70^{\circ}$  al suroeste; esporádicamente tienen dirección  $N10^{\circ}E$  y buzamientos fuertes. El espesor de los filones varía de 0,30 a 2 m; contienen comúnmente cuarzo y algunas veces calcita. En algunos sectores es notoria la poca presencia de ganga de cuarzo. Los sulfuros asociados son pirita, blenda, marmatita, calcopirita, galena y ocasionalmente arsenopirita. El contenido de sulfuros es de 10% aproximadamente; el oro libre es bastante escaso y se encuentra principalmente asociado con pirita y blenda.

En general, la mayoría de las minas de esta región tienen contenidos altos en plata en comparación con oro; este fenómeno se aprecia más claramente en las minas de Echandía.

Las minas más importantes del sector son las de Marmato, las cuales se explotan preferencialmente en la zona alta; en la zona baja se han realizado algunos trabajos de exploración. Debido a la importancia de esta mineralización, se comenta en forma más detallada a continuación.

#### 6.4.1. MINAS DE MARMATO

Este es un resumen basado en la información obtenida del Estudio para la Formulación del Plan Nacional de Desarrollo Minero (CACERES y RAMIREZ, 1985).

Las mineralizaciones de Marmato se explotaron con anterioridad a la venida de los españoles. Entre 1825 y 1925 el sector fue trabajado por compañías extranjeras; después de esta época las minas pasaron a propiedad de la nación. Hasta 1940 fueron arrendadas a empresas colombianas y en 1981 el Ministerio de Minas y Energía las

otorgó a la Empresa Colombiana de Minas, ECOMINAS.

La zona alta se explota en pequeña escala por el sistema de contratos o permisos; la zona baja se tiene reservada para negociaciones que le permitan a ECOMINAS mejores beneficios.

Las condiciones geológicas de estas minas son semejantes a las que se describieron para todo el sector, los pórfidos dioríticos están intruidos principalmente en rocas del Complejo Ofiolítico del Cauca. Las mineralizaciones filonianas están relacionadas con los cuerpos intrusivos hipoabisales. Cuando los filones no son muy distantes entre sí, se presenta diseminación de la mineralización en las rocas. Según LOZANO (1985), debido al intenso fracturamiento pueden presentarse condiciones propicias para encontrar también depósitos de oro diseminado. Los filones están rellenando las fracturas, las cuales tienen una dirección  $N40^{\circ}W$  con buzamientos al suroeste entre  $60$  y  $90^{\circ}$ . El contenido de sulfuros es de  $20\%$  máximo, siendo pirita el más común ( $98\%$ ), y algo de marmatita, calcopirita y pirrotina (hasta  $2\%$ ).

La mayor parte del oro ( $70\%$ ), se encuentra en estado libre. En Marmato se han identificado 10 filones, con espesores que varían desde pocos centímetros hasta 2.5 m.

Las reservas de la zona alta son difíciles de calcular puesto que las explotaciones que se realizan están localizadas en antiguos frentes, donde se extraen solamente las "anchaduras" y las ramificaciones de filón principal.

En la zona alta, actualmente están trabajando cerca de 50 mineros y el material extraído se procesa en tres molinos californianos de propiedad de ECOMINAS. El beneficio del oro se realiza por cianuración. Los mineros pagan aproximadamente el  $12\%$  del producto bruto a ECOMINAS.

El tenor para la zona alta es de aproximadamente 10.2 gramos de oro por tonelada. La producción es la siguiente:

AÑO	Gramos de oro
1980	43.291
1981	61.313
1982	74.733
1983	70.941

Para la zona baja se tiene proyectada una explotación de 100 ton/día, durante 10 años.

## 6.5. ZONA IBAGUE-SONSON

Esta zona está ubicada en el sector de la Cordillera Central, que comprende el sur de Antioquia, el oriente del Viejo Caldas y el norte del Tolima, donde están entre otros los municipios de Sonsón, Nariño, Argelia, Aguadas, Samaná, Manzanares, Pensilvania, Fresno, Líbano, Casabianca, Santa Isabel, Anzoátegui, Salento, Cajamarca e Ibagué (Fig. 2, No. 5).

En este sector las rocas más abundantes pertenecen al llamado Grupo Cajamarca, de edad Paleozoica, compuesto por esquistos negros y verdes, y en menor proporción por capas de cuarcita. Se presentan además varios plutones de composición intermedia, con edades que oscilan entre el Jurásico y el Terciario. Los más representativos son los Batolitos de Ibagué y de Sonsón de edad Jurásica, el Complejo Igneo de Samaná, el Stock de Mariquita de edad Cretácea y los Intrusivos de El Bosque, El Hatillo y Florencia de edad Terciaria. En este sector está localizado el conocido Complejo Volcánico del Ruiz, Tolima, compuesto por varios aparatos volcánicos cuya actividad se presenta desde el Terciario superior hasta la actualidad.

Esta zona está limitada al oriente por la Falla principal de Romeral, al occidente, en la cuenca del río Magdalena por la Falla de Mulato, ambas con dirección N-S, al norte por la Falla de Montebello y al sur por la Falla de Salento, éstas con dirección NW.

Los filones son de origen hidrotermal y están relacionados con las diferentes épocas magmáticas mencionadas anteriormente; se localizan preferencialmente en zonas de intenso fracturamiento, formadas por la in-



tersección de los principales sistemas de fallas como el Sistema Palestina con dirección N30°E y el Sistema Salento con dirección N45°W (LOZANO, 1985).

En este sector de la Cordillera Central se conocen alrededor de 170 mineralizaciones de filón de oro y plata. La mayoría fueron trabajadas en forma intermitente. En la actualidad solamente están activas las minas de Las Animas y La Sonrisa en Santa Isabel, el Papayo y Cirpes en el Líbano.

De acuerdo con la distribución y las relaciones geológicas de las mineralizaciones en este sector, es posible diferenciar cuatro distritos mineros:

#### 6.5.1. DISTRITO DE IBAGUE

La actividad minera en este distrito ha sido bastante continua; se conocen entre otras las minas de La Moravia, Las Mercedes, El Pañuelo, El Carmen, Pico de Oro, Tesorito, El Pensil, Malta, La Servilleta y La Aurora (Municipio de Ibagué), y La Tolda, Miscelánea, Santa Teresita, El Encanto, La Milagrosa, El Porvenir, La Palmita, Purgatorio, Malavar, La Marfa, La Sonrisa y Las Animas (Municipio de Santa Isabel). En la actualidad solamente están en actividad las dos últimas minas. Otras son El Vergel, El Toro, El Banco, La Selvita, La Plata, El Papayo y Cirpes (Municipio del Líbano), las dos últimas actualmente en actividad, y La Platilla, Obdulía, El Dorado, La Manta, Pueblo Viejo, El Cristo, Calamonte, El Socorro y Jiménez (Municipio de Falan).

Los filones de oro y plata en este distrito están localizados en la zona de contacto entre el Batolito de Ibagué y la roca encajante consistente en esquistos, cuarcitas y shales. Esta zona está particularmente fracturada y fallada en dirección general NE.

Los filones tienen un estricto control estructural siguiendo la dirección de fallamiento principal N20°E, aunque existen algunas excepciones como la mina de Las Animas en Santa Isabel con dirección N50°W. Las mineralizaciones son causadas por procesos hidrotermales cuyas soluciones

rellenaron cavidades. Los filones presentan comúnmente cuarzo lechoso, crustificaciones y drusas. Los espesores son muy variables; oscilan entre 0,30 y 3 m. Localmente se observa silicificación y a veces sericitización. La mineralización está compuesta por cuarzo, acompañado de pirita, con algo de calcopirita, galena, esfalerita, argentita y oro libre. La relación es de una parte de oro por dos a cuatro de plata; las concentraciones de oro varían entre 5 y 20 gramos por tonelada.

No se conoce cual es el origen de las mineralizaciones, pero pueden estar relacionadas con procesos hidrotermales tardíos del enfriamiento del Batolito de Ibagué o con emanaciones más recientes que ocuparon esta zona de fracturamiento.

Solamente existen cuatro minas activas: La Sonrisa y Las Animas en Santa Isabel; Cirpes y El Papayo en El Líbano. Estas mineralizaciones han sido trabajadas en forma intermitente desde comienzos del Siglo. Todas estas minas tienen molinos de piones, vagonetas para el transporte del material y tanques de cianuración.

#### 6.5.2. DISTRITO DE SONSON

Se asigna el nombre de Distrito de Sonsón a un área relativamente pequeña, comprendida entre los municipios de Sonsón, Nariño y Argelia en el Departamento de Antioquia y Aguadas en el Departamento de Caldas.

En esta región aflora el Batolito de Sonsón, de composición cuarzodiorítica, de edad Jurásica que intruye rocas metamórficas del Paleozoico. Además se presentan algunos pequeños cuerpos intrusivos terciarios.

En la zona de contacto de este conjunto de rocas ígneas se encuentran mineralizaciones de oro y plata junto con cuarzo, pirita, blenda, pirrotita, arsenopirita y marcasita. Los filones son de poco espesor y generalmente se presentan en enjambres sin una orientación general definida.

En Nariño se conocen las minas de Nechí, Las Mangas, El Vergel, Los Piratas, La Cascada y Siglo XX. En Argelia se presentan las mineralizaciones de San Andrés, El Carmelo y Tesorito. En Sonsón se encuentran las minas de San Vicente, La Elvira, La Sierra, Purima, El Banquillo, La Peña y Maitamac (RODRIGUEZ y PERNET, 1983). En Aguadas está la mina de La Palma.

Actualmente todos los trabajos de minería de filón de este distrito se encuentran abandonados.

### 6.5.3. DISTRITO EL HATILLO - FLORENCIA

En el Distrito El Hatillo - Florencia se encuentra un gran número de mineralizaciones que aparentemente están asociadas con el cuerpo intrusivo de edad Terciaria, de composición cuarzodiorítica, con biotita y hornblenda y con variaciones locales a granodiorita (BARRERO y VESGA, 1976). Este cuerpo está elongado en dirección nort-sur; una porción ha sido desplazada por acción de la Falla de Palestina. A este plutón se le ha dado el nombre de Stock de El Hatillo en el Departamento del Tolima y Stock de Florencia a la parte desplazada en el Departamento de Caldas; aflora en el área de los municipios de Falan y Fresno (Tolima); Marquetalia, Manzanares, Samaná y Pensilvania (Caldas).

Se conocen en Caldas las siguientes mineralizaciones: Guayaquil, La Morena, Viscaya, El Rubí, La Rica, La Vela, La Pola, Santa Fe, Sebastopol, San Cayetano, Tesorito, La Culebra, Guacas, Mandalay y La Gruta.

En el Tolima se conocen: La Platilla, Obdulía, El Dorado, La Manta, Pueblo Viejo, El Cristo, Calamonte, El Socorro, Jiménez, Colombia y La Cabrera.

Este distrito se caracteriza por la presencia de filones de cuarzo con espesores inferiores a 1 m, que siguen controles estructurales entre N45°E y N20°E. Las emanaciones hidrotermales, además de la formación de los filones, presentan comúnmente alte-

ración de la roca encajante y se observan definidas zonas de sericitización, cloritización, silicificación y piritización. Las mineralizaciones además del cuarzo, contienen pirita, galena, blenda y en algunos casos calcopirita. La concentración de sulfuros es abundante y puede llegar en algunos casos hasta el 30%. La concentración de oro generalmente es baja, inferior a 10 gr/ton, pero en cambio la plata es abundante; una gran parte de los datos de los análisis tomados de BUENAVENTURA (1975), muestra entre 100 y 1000 ppm de plata.

La mayoría de las minas en el sector de Falan fueron trabajadas intensamente a comienzos de Siglo. La última actividad minera de este distrito se presenta en 1972 en la mina de Guayaquil en Pensilvania, Caldas. Esta mineralización aunque está localizada un poco distante del Stock de Florencia tiene características mineralógicas y de emplazamiento similares a las otras minas del área.

### 6.5.4. DISTRITO CAJAMARCA - SALENTO

En este sector se presentan varios apófisis de pórfidos dacíticos emplazados en el Terciario superior, con los cuales están relacionadas varias mineralizaciones de oro y plata de tipo hidrotermal (LOZANO et al., 1984). Estos filones tienen formas tabulares acordonadas y ramificadas, con espesores entre 0.20 y 1 m; están compuestos por cuarzo, pirita, argentita, galena, blenda y arsenopirita. La dirección predominante es NE con inclinación fuerte, siguiendo la dirección de foliación de las rocas encajantes, que corresponden a esquistos paleozoicos pertenecientes al Grupo Cajamarca (BUITRAGO y BUENAVENTURA, 1975).

En zonas cercanas a estos cuerpos intrusivos se presentan las mineralizaciones de Montecristo II, Cristales, Bolívar, Sincelejo, El Brillante, San Antonio, San José, El Zafiro y La Julia. En zonas un poco más alejadas se encuentran las mineralizaciones de La Esmeralda, Polanco, El Danubio, Tohecito, Montecristo I, Bermellón, El Carmen, La Sonrisa, La Perla, La Virginia y Las Nieblas. Esta última mina localizada al oriente del

municipio de Salento, presenta en la parte alta galena, argentita, blenda y arsenopirita, y fue explotada entre 1971 y 1974. Todas las minas de esta región están actualmente abandonadas.

Aunque no pertenece a ninguno de los distritos auríferos descritos anteriormente, merece especial mención la de la mina Pavo Real, localizada en la margen izquierda del río Luisa, en los límites de los municipios de Rovira y Valle de San Juan en el Departamento del Tolima.

La mineralización consiste en venas de cuarzo con oro libre muy fino, oro en pirritas, íntimamente relacionada con fracturas que se encuentran atravesando conglomerados polimícticos litificados de la Formación Luisa.

En la actualidad la explotación se realiza por medio de túneles muy superficiales que siguen preferentemente las zonas afectadas por fenómenos supergénicos. Este material es transportado rudimentariamente y triturado en un molino de 6 pisonos para extraer el oro libre; los concentrados los tratan en tanques de cianuración.

## 6.6. ZONA VETAS.- CALIFORNIA (SANTANDER)

Esta zona, una de las más importantes del país, ha sido conocida desde la colonia; su explotación ha sido casi permanente. Está localizada en los municipios de Vetas y California en el Departamento de Santander y es la única mineralización conocida y explotada en la Cordillera Oriental; por sus características geológicas se considera como un distrito minero (Fig. 2, No. 6). En el área se encuentran rocas metamórficas pre-devonianas, rocas ígneas mesozoicas, paraneises y neises hornbléndicos ocasionalmente migmatíticos; cuerpos tonalíticos son frecuentes en los sectores de Vetas y La Baja. Rocas sedimentarias suprayacen estas unidades, las cuales son intruidas por diques de pórfidos dacíticos que parecen ser los causantes de las mineralizaciones (OTERO y ANGARITA, 1975). La impregnación de sulfatos de hierro

y malaquita son frecuentes en los sectores mineralizados. Aparentemente los filones tienen un control estructural producido por la Falla de Cucutilla que tiene dirección NE. En el sector de Vetas la dirección de los filones es N-NW y en El Volcán, N-NE. Se presentan varios grupos de filones como el del río La Baja, los cuales tienen cada uno de 250 a 300 m de ancho y se han podido observar en un kilómetro de longitud. La mineralización consta de cuarzo, pirita, calcopirita, arsenopirita, galena, esfalerita, tetrahedrita con oro y plata; son comunes las zonas de silicificación. En los sectores mineralizados se observan definidos sectores con limolita, carbonatos y sulfatos de hierro y cobre. En la mina San Celestino se observa además uraninita (OTERO y ANGARITA, 1975).

En el distrito de Vetas - California se encuentran las minas de San Celestino, El Cuatro, La Mascota, Asturias, El Diamante, El Cristo, El Silencio, Trompeteros, La Colombo, Santa Isabel, El Volcán, San Antonio, La Araña y La Tosca. La explotación se realiza por medio de túneles y el material se tritura en molinos de pisonos o de bolas; luego, los concentrados son tratados en tanques de cianuración. A continuación se presenta la Tabla 3, donde se resumen los análisis y producciones (tomada de OTERO y ANGARITA, 1975).

## 7. MINAS DE ORO DISEMINADO

Depósitos de oro diseminado, conocidos también con los nombres de oro "invisible", oro "disperso", tipo carlin, o de explotación por métodos masivos, son un nuevo e importante tipo de depósitos de oro que se exploran y explotan extensamente en la actualidad en el oeste de los Estados Unidos y en muchos otros países. Estos depósitos, caracterizados por tener bajo tenor pero alto tonelaje, se encuentran relacionados principalmente con rocas volcánicas y subvolcánicas, rocas sedimentarias (carlin type), brechas hidrotermales, skarns y pórfidos cupríferos.

Aunque en el territorio colombiano aun no se explotan depósitos de oro disemi-

nado, existen condiciones geológicas para prospectar este tipo de mineralización. PULIDO (1984), menciona áreas promisorias para prospectar depósitos de oro diseminado en los departamentos de Tolima, Huila y parte del Viejo Caldas. En concepto de LOZANO (1985), las mejores posibilidades para depósitos de oro diseminado se encuentran en la parte media y en el flanco occidental de la Cordillera Central de Colombia, especialmente en los sectores de Marmato (Caldas), Suárez (Cauca), Buga (Valle) y Ca-

jamarca (Tolima).

En el reconocimiento regional para la localización de mineralizaciones de oro diseminado en tres zonas ubicadas en los departamentos de Caldas, Quindío y Tolima, PULIDO (1985a) menciona dos áreas de interés: Gallinazo (Municipio de Villamaría, Caldas) y San Antonio (Municipio de Cajamarca, Tolima). El primero está relacionado con un stock subvolcánico argilizado y el segundo con un cuerpo de brecha hidrotermal.

MINAS	Prod. kilo/mes	Oro gr/ton	Plata gr/ton	Cobre %	Plomo %	Zinc %
San Celestino	4	0.50 a 61.00	2.9 a 77.33	0.02 a 0.31	1.20 a 1.40	1.23 a 37.82
El Cuatro	2	0.50 a 12.80	3.50 a 292.80	0.04 a 0.16	0.31 a 0.60	0.05 a 0.24
La Mascota	0.5	2.00 a 92.80	10.00 a 808.40	0.05 a 1.20	0.04 a 2.66	0.30 a 1.10
Asturias	2	2.00 a 41.50	16.00 a 76.50	1.57	1.49	0.57
El Diamante	0.5	0.37 a 6.25	7.75 a 67.50	0.06 a 0.19	1.32	28.34
El Cristo	0.5	—	—	—	—	—
El Silencio	0.5	3.75 a 26.80	12.75 a 235.20	0.02 a 0.15	0.09	0.16
Trompeteros	1	1.15 a 7.00	12.75 a 43.75	—	—	—
La Colombo	.75	0.50 a 1.50	6.15	—	—	—
Santa Isabel	.75	1.00 a 12.50	9.50 a 36.75	—	—	—
El Volcán	6	3.00 a 37.25	3.50 a 85.50	0.007 a 0.018	0.51 a 0.95	0.08 a 0.44
San Antonio (abandonada)	—	—	—	—	—	—
La Tosca		1.00 a 2.50	10.00 a 119.75	—	—	—

\* Simplificada de OTERO y ANGARITA (1975)

TAB. 3: Distrito Vetas - California. Analisis y producciones\*

En investigaciones detalladas de geología y geoquímica de superficie, realizadas por PULIDO (1985b) en la zona de San Antonio, Cajamarca, Tolima, se confirmó la presencia de valores anómalos de oro (0,60 ppm en rocas y 0,51 ppm en suelos) asociados con cuerpos de brechas hidrotermales localizados dentro de rocas metamórficas del Grupo Cajamarca. Varias de estas brechas están relacionadas especialmente con zonas de fallas, desarrollando formas parecidas a tubos (pipes).

El cuerpo de brecha principal tiene, en superficie, una forma semicircular de 65 por 35 m y consiste de fragmentos angulares a subredondeados de esquistos y rocas porfiríticas, embebidos en una matriz muy fina que por zonas presenta abundantes drusas.

En las brechas de San Antonio los principales efectos de alteración hidrotermal son silicificación y sericitización; pirita, el mineral metálico más común (2% del volumen), se presenta diseminado y rellenando drusas. Los mejores valores de oro (hasta 4,30 ppm) se relacionan con drusas ricas en óxidos de hierro. Concentraciones anómalas de Ag, As, Sb, Cu, Mo, W y Ba tienden a presentar patrones de distribución similares al de Au.

Al parecer, las brechas de San Antonio se formaron durante un proceso de actividad hidrotermal ascendente, genéticamente relacionado con la actividad magmática que generó los pórfidos dacítico-andecíticos presentes en el área, durante el Terciario superior.

## 8. MINAS DE ORO DE ALUVION

Se definen como depósitos de aluvion o de placer, las acumulaciones de arenas, gravas y otros materiales detríticos que contienen cantidades económicas de minerales o metales usualmente pesados y resistentes como oro, platino, estaño, etc. Generalmente estos materiales son el producto de la meteorización de rocas que contienen mineralizaciones primarias, que luego por me-

dió de agua son transportados y acumulados cuando la corriente pierde energía, principalmente en algunas trampas geológicas.

Estos depósitos fueron los primeros en ser trabajados por el hombre y han producido las dos terceras partes del oro en el mundo. En la época de la Colonia, estos yacimientos fueron también de gran importancia (WEST, 1972). Actualmente más del 80% de la producción de oro en Colombia proviene de este tipo de depósitos, con tenores que en nuestro país no sobrepasan comúnmente 0.60 gr/m<sup>3</sup>. En otras partes del mundo se han reportado mayores concentraciones.

En Colombia estas acumulaciones se han producido en varias épocas geológicas: En el Precámbrico, en las Formaciones Tunué y Roraima que afloran en las Comisarías del Vaupés y Guainía; en sedimentos terciarios en el Tolima, Formación Gualanday; en sedimentos continentales del Terciario superior, localizados en la región conocida como el Bajo Cauca al noroeste de Antioquia; en materiales no consolidados posiblemente pertenecientes al Plio-Pleistoceno, localizados en la parte alta de la cuenca del río Porce en los municipios de Amalfi-Anorí, Departamento de Antioquia; y aluviones recientes localizados principalmente en los valles interandinos de las Cordilleras Central y Occidental, además de las referencias que se tienen de algunas concentraciones en los ríos de El Oro y Suratá en Santander. Recientemente se han descubierto los depósitos del río Curiari, Guainía y Naquén en el oriente colombiano, cerca a la frontera con el Brasil.

La explotación de los aluviones se realiza por diferentes tipos de mineros: barequeros o mazamorreros a nivel artesanal; la pequeña minería, representada por grupos de personas que utilizan motobombas y elevadores; mediana minería con inversiones importantes en maquinaria, como volquetas, retroexcavadoras, bulldozer; y gran minería representada por la extracción de oro con dragas de cucharas.

A continuación describiremos en forma general las zonas más importantes del país donde se explotan actualmente aluviones auríferos.

### 8.1. ZONA CAUCASIA - BAGRE

Esta zona está situada en la parte baja del río Nechí e incluye su desembocadura en el río Cauca. Esta área pertenece a los municipios de Zaragoza, Bagre, Nechí, Caucasia, Cáceres, Taraza y Valdivia, Departamento de Antioquia (Fig. 3, No. 1).

La acumulación de materiales auríferos se presenta en sedimentos del Terciario superior y en aluviones recientes depositados en una gran trampa geológica, formada por los movimientos relativos de las Fallas de Zaragoza y Caucasia; con direcciones E-W, las fallas han producido el hundimiento de un bloque central donde se acumulan materiales transportados por procesos fluviales predecesores y actuales de los ríos Cauca y Nechí (LOZANO, 1985).

La tectónica del bloque caído es bastante compleja, pero es posible determinar dos direcciones predominantes de fallas, unas en sentido N-S de carácter regional y otras en sentido E-W paralelas a las Fallas de Zaragoza y Caucasia que mencionamos anteriormente. Muy posiblemente, movimientos relativos de estas últimas fallas han tenido influencia en la depositación de aluviones con mayores o menores concentraciones de oro. Además de estos factores tectónicos, es importante anotar que los sedimentos terciarios y las gravas auríferas se localizan principalmente en un gran sector de la margen izquierda del río Nechí. En la margen derecha solamente se encuentran algunos aluviones auríferos formados por movimientos tectónicos locales. Estos fenómenos son aparentemente el resultado de un ligero basculamiento del bloque central hacia el oriente. Este mecanismo ha traído como consecuencia, la depositación paulatina de gran cantidad de sedimentos preferencialmente en el sector oeste del río Nechí.

SHLEMON (1970) distingue siete

diferentes unidades de gravas terciarias y recientes, que están presentes desde el sitio de Dos Bocas, que corresponde a la desembocadura del río Porce en el Nechí y a la localidad de Cuturú situada hacia el norte entre las poblaciones de Nechí y El Bagre.

A comienzos de Siglo, ingenieros ingleses y canadienses exploraron la región y a causa de los positivos resultados se constituyó la compañía Pato Gold Mines, que estuvo trabajando inicialmente con monitores en el sector de Dos Bocas y posteriormente con dragas en la zona del río Pato, perteneciente a Zaragoza. En 1951 esta compañía se trasladó por razón de sus operaciones al municipio del Bagre. En 1974 la Pato Consolidated Gold Dredging Ltda., fue vendida a Mineros de Colombia S.A. y en noviembre de ese mismo año se conformó la compañía Mineros de Antioquia S.A. como filial de la anterior. En la actualidad la compañía Mineros de Antioquia opera con 6 dragas en la cuenca del río Nechí, en jurisdicción de los municipios de Zaragoza, Caucasia y El Bagre.

La región de Caucasia-Nechí es actualmente la zona más importante en explotación de oro de aluvión en Colombia. En 1983 aportó el 53% de la producción nacional, en 1984 el 56% y se prevé un aumento debido al auge de nuevas explotaciones. De esta producción, la compañía Mineros de Antioquia extrajo en 1983 el 32.5%, en 1984 el 25% y en 1985 aproximadamente el 18%. Aunque en esos años la Compañía aumentó ligeramente su producción, se aprecia una reducción en el porcentaje de aporte a la producción de la región, debido al incremento del aporte de la pequeña y mediana minería que va aumentando substancialmente (RODRIGUEZ et al., 1985).

En este sector están laborando en forma permanente tanto barequeros como pequeñas y medianas empresas mineras. Además de las explotaciones de la compañía Mineros de Antioquia, se citan en la cuenca del río Nechí las minas de: Los Colonos, La Vega, El Naranjal, El Real, Los Corrales, El Doblón, Pichincha, Los Angeles, El Dorado,



FIG. 3: Localización de las principales zonas de oro de aluvión.

Palanca y La Concha. Existen otras explotaciones en los nacimientos y parte media del río Cacerf y en las márgenes del río Cauca entre Cáceres y Caucasia. Recientemente se están explotando algunos aluviones antiguos en la cuenca del río Man. Las minas mencionadas anteriormente se están explotando por medio de retroexcavadoras y bulldozer; el transporte a las tolvas se realiza por medio de volquetas y el lavado se lleva a cabo en canalones metálicos o de madera con longitudes hasta de 36 m. Usualmente los dos primeros segmentos de los canalones van sellados y se utiliza en ellos mercurio para la retención de la mayor parte del oro. El agua para este proceso se extrae de los cauces de los ríos por medio de potentes motobombas.

## 8.2. ZONA DEL CHOCO

En el Departamento del Chocó se presentan dos cuencas importantes para oro y platino de aluvión. Hacia la parte central y norte se encuentra la cuenca del río Atrato que va a desembocar al Golfo de Urabá; la minería está concentrada principalmente en los municipios de Quibdó, Acandí y Unguía. Hacia el sur se localiza la cuenca del río San Juan que desemboca en el Pacífico (Fig. 3, No. 2); la minería está concentrada en los municipios de Bagadó, Tadó, Condoto, Istmina, Andagoya y Nóvita.

El material aluvial de estas cuencas es transportado por un sistema de drenajes que baña la Cordillera Occidental, donde afloran rocas sedimentarias y volcánicas del Cretáceo intruidas por plutones de diorita de edad Terciaria; se observan además algunos cuerpos ultramáficos. En esta zona se conocen varias mineralizaciones filonianas posiblemente relacionadas con los intrusivos terciarios. La meteorización de las rocas es intensa debido al clima húmedo tropical, y por consiguiente, el aporte a los cauces es abundante.

En el Chocó la práctica del barequeo es intensiva; aún no se ha desarrollado la mediana minería. El asentamiento de la gran minería se presenta en la cuenca del río San Juan, donde se creó en septiembre de 1926

la compañía minera Chocó Pacífico S.A., la cual era subsidiaria del grupo South American Gold and Platinum Co., que posteriormente se convirtió en la International Mining Co., en 1974 Mineros de Colombia S.A. compró las acciones de la Chocó Pacífico y en 1977 la Cooperativa de Ahorro y Crédito de los Trabajadores de la Empresa Mineros de Colombia adquirió todas las acciones de la misma, para denominarse Compañía Mineros del Chocó S.A. Esta última entró en liquidación y actualmente se encuentra en concordato. El campamento principal, talleres y laboratorios están ubicados en Andagoya, en la desembocadura del río Condoto al río San Juan; existen otros campamentos en la represa de La Vuelta en el río Andaguada, en Bebedó sobre el río San Juan y en Santa Rosa sobre el río Tamaná. Debido a los problemas que ha tenido esta compañía, se piensa en la creación de una nueva con el nombre de Metales Preciosos del Chocó.

En la actualidad, la compañía está trabajando con cuatro dragas en regulares condiciones de mantenimiento y funcionamiento. Existe una quinta que está hundida en el río San Juan, un poco más al sur de la desembocadura del río Tamaná.

Aunque los mejores aluviones han sido trabajados, existen varios sectores evaluados y apropiados para el trabajo de draga como Basin Flat (Bloque 6), Muriñita y Toro Bravo en el río Condoto, Santa Rosa en el río Tamaná y Primavera en el río San Juan, además de los bloques 7 y 9 en el mismo río cerca a Puerto Santos. La compañía está interesada en evaluar los sectores de Suruco, Opagodó, Paimado-Bebedó, Chambo Caliente y Tamaná Sur.

En 1970 la producción del Chocó fue de 29.500 onzas troy que correspondía al 14,6% de la producción nacional; en 1980 fue de 34.328 onzas que representó el 7%; en 1983 fue de 34.600 onzas troy que correspondía al 8% de la producción nacional. Estos descensos relativos se deben principalmente, a los problemas financieros y técnicos que ha tenido la empresa Mineros del



Chocó. En la actualidad la producción está aproximadamente en 36.000 onzas troy producida totalmente por barequeros y la pequeña minería de aluvión. INGEOMINAS y NACIONES UNIDAS en 1976, llevaron a cabo un programa de exploración y evaluación en algunas áreas del Chocó y sus resultados se comentarán en el Capítulo de Reservas.

Se debe destacar que el Departamento del Chocó es el primer productor de platino en Colombia, principalmente explotado en los aluviones de los ríos Condoto, Cajones y Tamaná. Esta producción también ha disminuido ostensiblemente debido a los problemas citados anteriormente.

### 8.3. ZONA DE BARBACOAS

Se le asigna este nombre a una extensa zona que comprende los municipios de Barbacoas, San José, Maguí, Salahonda, El Charco, Mosquera e Iscuandé en el Departamento de Nariño (Fig. 3, No. 3). En este sector, hacia la Costa del Pacífico, se han venido acumulando desde el Terciario superior hasta épocas recientes, grandes cantidades de material aluvial proveniente de la erosión de la parte andina, donde afloran rocas metamórficas e ígneas con abundantes sectores ricos en oro filoniano. Como consecuencia del levantamiento de un bloque tectónico que tiene como límite norte la Falla de Policarpa, se produce un basculamiento hacia el Pacífico, el cual es el causante de estos grandes aluviones (LOZANO, 1985).

En la zona se conocen tres clases de aluviones: (1) terrazas altas, bien consolidadas de poca extensión, con valores muy altos de oro; (2) aluviones de piedemonte poco consolidados, los cuales abarcan extensiones mayores que las anteriores y presentan también contenidos altos de oro; las mejores exposiciones se presentan en el Alto Telembí y en sus afluentes, los ríos Yambí y Yacula, y (3) los aluviones más recientes poco consolidados, depositados en los antiguos canales de los ríos Bajo Telembí, Patía, Guelmambí, Maguí, Iscuandé y Tapaje; estos aluviones cubren áreas muy extensas y

por lo general el contenido de oro es bajo.

Los aluviones de Barbacoas han sido objeto de explotación a todos los niveles: a escala artesanal se trabajan principalmente en Barbacoas, Cambana, Payán, El Charco e Iscuandé; a pequeña escala la mayor actividad se concentra en el Alto Telembí, Yambí, Yacula, Guelmambí, Teraimbe y Nansalví; hasta 1971 se explotaron a gran escala con dragas, los aluviones del Bajo Telembí y el Guelmambí (CACERES y RAMIREZ, 1985). De esta área se obtiene aproximadamente el 2% de la producción nacional.

### 8.4. ZONA DEL SALDAÑA

La minería de aluvión en el Departamento del Tolima, está localizada en la parte sur y más específicamente en el sector que drena la cuenca del río Saldaña, en los municipios de Ataco, Chaparral y Coyaima (Fig. 3, No. 4).

En esta zona afloran rocas correspondientes al Jura-Triásico pertenecientes a las Formaciones Luisa (conglomerados), Payandé (calizas) Saldaña (shales y rocas volcánicas). Estas unidades son intruidas por el Batolito de Ibagué de edad Jurásica y composición cuarzodiorítica. En la zona aurífera está presente el Sinclinal de Ataco, formado en la parte basal por rocas sedimentarias marinas del Cretáceo y en la parte superior por la Formación Gualanday de origen continental. Suprayaciendo estas unidades y principalmente en el sector de Coyaima se presenta la Formación Honda, de origen continental, compuesta por bancos de conglomerados y areniscas sucias. En el sector de Chaparral se encuentran algunos flujos de lodo del Cuaternario. El material aurífero se presenta en aluviones recientes transportados y depositados en la cuenca del río Saldaña.

El espesor de estos aluviones varía entre 5 y 20 m. La cinta aurífera se localiza comúnmente en la parte inferior, inmediatamente encima de la roca basal, con un espesor promedio de 0.70 m.

La explotación en la zona, la reali-

zan grupos de tres a cinco personas que excavan apiques verticales de 1 m de diámetro con profundidades que en algunos casos alcanzan 20 m; una vez encontrada la cinta se construyen pequeños túneles radiales. El material aurífero es extraído en baldes y malacates y luego es lavado en superficie; este tipo de trabajo se lleva a cabo principalmente en las minas de Santa Rosa y Mesa de Pole en Ataco. El oro superficial es obtenido por barequeros. En esta zona no se han desarrollado sistemas más avanzados de minería, aunque existe un proyecto importante de Mineros El Dorado, para trabajar con dragas de cuchara los aluviones de Ataco. El aporte del área es del orden del 1% de la producción nacional (CACERES y RAMIREZ, 1985).

### 8.5. ZONA SAN MIGUEL - LA SIERRA

Se describe como zona San Miguel La Sierra, parte de un sector de la vertiente occidental del río Magdalena bañada por los ríos La Miel, Samaná y Nare, localizada en los corregimientos de San Miguel (Sonsón) y La Sierra (Nare), Departamento de Antioquia (Fig. 3, No. 5). Esta zona es de reciente desarrollo, aunque por largo tiempo fue trabajada por barequeros. En el área, además de la minería de subsistencia existe pequeña y mediana minería.

La geología del sector corresponde a la unidad litológica conocida como Formación Honda, consistente en sedimentos continentales del Terciario compuestos por lutitas rojas con intercalaciones de areniscas y gravas, que suprayace rocas metamórficas del Paleozoico e intrusivos néisicos del Triásico-Jurásico. También afloran rocas sedimentarias terciarias más recientes conocidas como Formación Mesa, compuesta por lutitas, arenas tobáceas y gravas con cantos de rocas volcánicas. Se presentan también terrazas y aluviones recientes depositados por los ríos anteriormente mencionados.

La pequeña minería con motobombas y canalones, trabaja principalmente bancos de gravas de la parte basal de la Formación Honda en el sector de La Palmera, parte

alta del río La Miel y en el área de La Ceiba, parte alta del río Samaná al occidente de San Miguel. La mediana minería está localizada en terrazas y aluviones recientes del río Nus en el sector de La Sierra. No se tienen datos sobre producción pero es un sector que empieza a involucrarse a la economía del país.

### 8.6. ZONA AMALFI-ANORÍ

En el área de los municipios de Amalfi-Anorí, en el Departamento de Antioquia (Fig. 3, No. 6) aparentemente depositados en una antigua penillanura con ligera inclinación hacia el norte, se encuentran varios restos de aluviones antiguos posiblemente del Terciario superior, que se denominan en la región como "minas de cerro". La característica más importante de este material es el alto contenido de cristales sueltos de andalucita y chiastolita, provenientes de la meteorización de los esquistos aluminicos. Estos aluviones se formaron con anterioridad a un sollevamiento reciente que originó el cañón del río Porce. Estos materiales reposan en la parte alta de la cuenca, a más de 1.000 m de altura sobre el cauce actual.

El sitio donde está ubicada la mina de La Viborita en Amalfi, tenía la configuración de un ambiente kárstico, producto de la disolución de carbonatos de los mármoles y dolomitas que afloran en este sector. En los cerros orientales aledaños a esta mina se encuentran señales de deslizamiento de material aluvial, que se depositó en forma secundaria debido a la destrucción y colapso de las cavernas de mármol, para formar el amplio valle encerrado de La Viborita, donde actualmente se explota oro de aluvión. Este material tiene el mismo origen de los aluviones auríferos de San Antonio, Las Animas, San Benigno, Chamuscados, Vallecitos y Madre seca que se encuentran en el flanco izquierdo del río Porce en los alrededores de Anorí. Estas minas han sido explotadas en forma intermitente. El principal problema en la explotación es el abastecimiento de agua, puesto que, como hemos mencionado, están localizadas en las partes altas y por consiguiente no se encuentran fuentes grandes de agua disponibles para la minería. Es

necesario, entonces, almacenar agua en pequeños lagos artificiales durante el invierno para los posteriores trabajos de explotación.

A excepción de la mina de La Viborita, la explotación de estos aluviones o "minas de cerro" se realiza por métodos artesanales. No se tienen datos sobre la producción.

### 8.7. ZONA DEL GUAINIA

Citaremos finalmente, de acuerdo a la descripción de LOZANO (1985, p. 43-46), las importantes posibilidades auríferas que se encuentran en la parte sur de la Comisaría del Guainía, bañada por los ríos Inírida, Guainía y Cuiari, este último cerca al límite con el Brasil (Fig. 3, No. 7). Esta zona tiene una extensión de 30.000 km<sup>2</sup> y presenta características geológicas muy semejantes a los yacimientos de Witwatersrand en Sur Africa, los cuales producen aproximadamente el 60% del oro en el mundo y a otros depósitos como Blind River en Canadá y Cerro Jacobina en el Brasil.

Las rocas que afloran en el área están constituidas principalmente, en la parte basal, por el Complejo Migmatítico de Mitú de edad Precámbrica (2.000 m.a.), compuesto por neises cuarzofeldespáticos, anfibolitas, cuerpos graníticos y granodioríticos y diques de diabasa; suprayaciendo este complejo se presenta una unidad sedimentaria, compuesta en la parte inferior por conglomerados y areniscas cuarzosas y en la parte superior por shales, depositados en un ambiente fluviodeltáico a marino. Esta secuencia tiene un espesor de 1.000 a 1.800 m y ha sido correlacionada con la Formación Roraíma de edad Precámbrica (1.800 m.a.); también es posible que se trate de la Formación Tunué. Aunque las anomalías de uranio encontradas hasta el momento están relacionadas con cuerpos ígneos, es posible que algunos valores de ese elemento estén presentes en las rocas sedimentarias.

El oro observado en algunas muestras tiene carácter detrítico y se presenta en forma de láminas dobladas y deformadas,

dentro de los bancos de areniscas que en algunos sectores son piritosos.

Las zonas que actualmente están en explotación en forma artesanal, se encuentran en el río Cuiari situado en la parte sur de la Serranía de Caranacoa y en Caño Tigre y San Nicolás, afluentes del río Guainía, localizadas hacia el norte de la Serranía de Naquén. El material aurífero se presenta en coluviones en las laderas de estas serranías o en aluviones situados en los caños y ríos que drenan la Formación Roraíma.

Esta zona debe ser intensamente estudiada y evaluada, porque el país puede tener en este sector un inmenso potencial aurífero, que puede redundar en el desarrollo de esta apartada región cercana a los límites con Venezuela y Brasil.

Actualmente en la zona se encuentran aproximadamente 3.000 personas dedicadas a la explotación de oro en las zonas aledañas a las Serranías de Naquén y Caranacoa. Los sistemas de extracción son bastante rudimentarios; se explota con bateas, palas, picas, motobombas y pequeños canalones. No conocemos datos de producción de esta zona, pero se tiene la certeza de que un porcentaje apreciable de producción proviene de esta región.

### 8.8. OTRAS ZONAS

Existen pequeñas explotaciones mineras en los drenajes de las Cordilleras Central y Occidental que contribuyen apreciablemente a la producción de oro del país; se realizan en forma artesanal con motobombas y en varios casos con draguetas. Mencionaremos en forma general algunos de estos sectores: río Porce, arriba de Dos Bocas, Departamento de Antioquia; río Supía, Departamento de Caldas; Región de Guapi, ríos Timbiquí e Iscuandé al occidente de los departamentos de Cauca y Valle; ríos Páez y Madalena en el sector de Betania y Buziraco (El Valle del Diablo) en Neiva, Departamento del Huila.

Otros pequeños aluviones se están explotando en Puerto Umbría, San Pedro, Sibundoy, Colón, Villa Garzón y Mocoa en Putumayo.

## 9. PRODUCCION DE ORO EN COLOMBIA

Colombia ha sido un permanente productor de oro desde la época de La Colonia; en el Siglo pasado ocupó el primer puesto en el plano internacional. En 1985 ocupó el cuarto puesto en América después de Canadá, Estados Unidos y Brasil y el octavo en el mundo (MILLING, et al., 1986). Se calcula que desde 1537 hasta 1900, Colombia produjo 1.640 toneladas (POVEDA, 1981). En lo que lleva corrido del presente Siglo se han producido aproximadamente 850 toneladas que representan más del 50% de la producción total del país en todas las épocas.

Aunque la producción de oro en Colombia ha aumentado rotoriamente en los últimos años, su posición como país productor ha retrocedido debido a los programas de incremento minero en otros países.

La producción colombiana ha respondido directamente al precio nacional e internacional, como puede apreciarse en la Tabs. 4a y 4b. Entre 1932 y 1935 el oro pasó de US\$20.67 a US\$35.00 la onza troy. Por esta razón, la producción comienza a recuperarse hasta alcanzar un máximo de 656.000 onzas troy en 1941, para luego paulatinamente decrecer debido a la inflación. Nuevamente en 1970, el precio se incrementa a US\$37 y va aumentando en forma notoria hasta 1980 cuando alcanza un valor sin precedentes de US\$613 la onza troy. La reacción en la producción colombiana solamente comenzó hasta 1973, como respuesta a un incremento de más del 15% en la pequeña y mediana minería. La producción ha seguido variando con relación a los precios como se puede observar en la Figura 4. En marzo de

1984, la Junta Monetaria aprobó un aumento del 30% en el precio interno de la onza troy, para contrarrestar el diferencial cambiario. Esta medida tuvo una reacción rápida elevando la producción en 1984 a 730.000 onzas troy y en 1985 a las cifras sin precedentes de 1.151.000 onzas troy, por un valor de US\$403 millones. Este sobreprecio se disminuyó en noviembre de 1985 al 15%, nuevamente se redujo en mayo de 1986 a sólo el 9% y fue eliminado totalmente por Acuerdo de la Junta Monetaria el 17 de agosto de 1986.

El departamento con mayor producción es Antioquia con más del 75% de la producción promedio nacional en los últimos diez años; le sigue el Chocó y Nariño. Estos tres departamentos contribuyen con más del 90% del total nacional (Tab.5). El restante 10% lo aportan Santander, Cauca, Tolima, Caldas, Bolívar, La Comisaría del Guainía, Huila y Putumayo.

Por otra parte, más del 80% del oro que se explota actualmente en el país, proviene de la minería de aluvión (Tab.6). En los últimos quince años, ha sucedido un importante fenómeno en la minería de oro del país: en 1970, aproximadamente el 75% del oro, era producido por la gran minería, mientras que en la actualidad, cerca del 90% es producido por la pequeña y mediana minería que en los últimos años se ha incrementado rotoriamente (Tab. 7).

La minería del oro representa la segunda fuente de generación de reservas de divisas después del café, y emplea alrededor de 30.000 personas. Se estima que en Colombia el 96% de la producción de oro se utiliza como reservas institucionales y el 4% restante para usos industriales como joyería, ornamentación y dentistería.

## 10. RESERVAS DE ORO EN COLOMBIA

La evaluación de reservas en los depósitos de oro del país, es muy escasa. Se han adelantado pocos estudios por parte del INGEOMINAS, NACIONES UNIDAS y al-

gunas compañías particulares. A continuación resumiremos los datos compilados por CACERES y RAMIREZ (1985) en los Estudios para la Formulación del Plan Nacional de Desarrollo Minero.

## 10.1. FILON

### 10.1.1. SEGOVIA - COMPAÑIA FRONTINO GOLD MINES

Minas de filón de El Silencio y Vera, localizadas en el municipio de Segovia. Las reservas se presentan en la Tabla 8.

### 10.1.2. GUACHAVES - PROSPECTO EL DIAMANTE

Estudio preliminar desarrollado en el área de El Diamante, Paraíso, Bomboná, mu-

nicipio de la Cruz (Guachavés) Departamento de Nariño, elaborado por INGEOMINAS y la JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (1984). Se trata de un sector de minas de filón explotado a pequeña escala desde hace 40 años. La investigación se llevó a cabo por medio de estudios de campo, geofísica, geoquímica y quince perforaciones que alcanzaron profundidades entre los 80 y 200 m, con un total de 2.093 m perforados. Con base en estos estudios se determinaron las siguientes reservas clasificadas como indicadas:

Veta V - 1	39.310	4.7	44
Veta V - 2	48.270	5.4	25
Veta V - 3	363.620	7.5	129

TOTAL	451.200	7.0	110
-------	---------	-----	-----

(Tomado de INTEGRAL. El Oro 1984)

TAB. 4a. PRODUCCION, PRECIO Y VALOR DE LA PRODUCCION DE ORO EN COLOMBIA\*

Período	Producción onzas troy	Tasa de crecimiento	Precio prom. US\$/O.T.	Precio prom. interno \$/O.T.	Valor prod. oro (miles \$)
1923	275.738		20.67	21.24	5.856
1924	299.587	9.0	20.67	21.24	6.363
1925	252.485	- 16.0	20.67	21.24	5.362
1926	178.593	- 29.0	20.67	21.24	3.793
1927	160.757	- 10.0	20.67	21.24	3.414
1928	143.355	- 11.0	20.67	21.24	3.044
1929	136.576	- 5.0	20.67	21.24	2.900
1930	158.732	16.0	20.67	21.24	3.371
1931	194.274	22.0	20.67	21.24	4.126
1932	248.242	28.0	20.67	21.24	5.272
1933	298.242	20.0	23.40	31.19	9.302
1934	344.140	15.0	34.94	53.93	18.559
1935	328.991	- 4.0	35.00	59.02	19.417
1936	389.500	18.0	35.00	54.87	21.371
1937	442.222	14.0	35.00	55.13	24.379
1938	520.715	18.0	35.00	55.67	28.988
1939	570.017	9.0	35.00	54.77	31.219
1940	631.927	11.0	35.00	54.77	34.610
1941	656.019	4.0	35.00	54.77	35.930
1942	596.018	- 9.0	35.00	54.77	32.643
1943	666.601	- 9.0	35.00	54.77	33.372
1944	553.530	- 2.0	35.00	54.77	30.316
1945	506.695	- 8.0	35.00	54.77	27.751
1946	437.176	- 14.0	35.00	54.77	23.944
1947	383.027	- 12.0	35.00	58.19	22.288
1948	335.260	- 12.0	35.00	58.60	19.646
1949	359.475	7.0	35.00	63.30	22.754

\*Tomado de CACERES y RAMIREZ, 1985.

TAB. 4b: PRODUCCION, PRECIO Y VALOR DE LA PRODUCCION DE ORO EN COLOMBIA.\*

Período	Producción onzas troy (1)	Tasa de crecimien. (2)	Precio Promedio		Valor Producción oro			P.I.B. Nacional
			US\$/O. T. (3)	Interno \$/O. T. (4)	Oro (Miles de \$)	Sector Minero (Miles de \$) (5)	Sector Minero	
1950	379.412	6.0	35.00	63.37	24.043			0.003
1951	430.723	14.0	35.00	78.60	33.854	94.975	0.36	0.004
1952	422.240	1.9	35.00	87.85	37.093	105.450	0.35	0.004
1953	437.297	4.0	35.00	87.85	38.416	111.180	0.35	0.004
1954	373.467	15.0	35.00	106.60	39.811	105.482	0.38	0.003
1955	380.826	2.0	35.00	140.15	53.372	135.056	0.40	0.004
1956	438.350	15.0	35.00	172.00	75.396	171.657	0.44	0.005
1957	325.114	26.0	35.00	219.60	71.395	196.105	0.36	0.004
1958	371.715	14.0	35.00	198.42	73.755	210.763	0.35	0.004
1959	397.881	7.0	35.00	243.51	96.888	251.339	0.39	0.004
1960	433.947	9.0	35.00	241.84	104.945	290.757	0.36	0.004
1961	401.064	8.0	35.00	289.53	116.120	319.549	0.36	0.004
1962	396.825	1.0	35.00	288.98	114.674	407.399	0.28	0.002
1963	324.514	18.2	35.00	321.14	104.214	444.399	0.23	0.002
1964	364.991	12.0	35.00	353.16	128.900	488.900	0.26	0.002
1965	316.267	-13.0	35.00	589.74	186.515	520.800	0.36	0.003
1966	275.267	-13.0	35.00	606.14	166.850	588.000	0.28	0.002
1967	257.588	-6.0	35.00	583.00	150.173	598.800	0.25	0.002
1968	238.557	-7.0	41.90	656.76	156.740	673.300	0.23	0.002
1969	217.965	-10.0	35.20	745.63	162.521	648.600	0.25	0.002
1970	201.518	-8.0	37.38	757.80	152.589	936.543	0.16	0.001
1971	188.842	-6.0	43.63	918.50	172.843	1.073.573	0.16	0.001
1972	186.816	-1.0	64.90	1.414.90	260.085	2.205.250	0.12	0.001
1973	216.243	16.0	112.25	2.500.10	526.789	3.464.971	0.15	0.002
1974	267.894	23.0	159.18	4.388.90	1.144.553	2.637.856	0.43	0.004
1975	311.321	17.0	161.05	4.904.80	1.526.967	3.724.800	0.41	0.004
1976	300.307	-4.0	124.84	4.264.40	1.383.244	4.564.714	0.30	0.003
1977	263.437	-12.0	147.72	5.687.00	1.606.570	5.583.423	0.29	0.002
1978	257.632	-2.0	193.30	7.504.80	2.250.905	7.910.459	0.29	0.003
1979	265.609	3.0	307.15	12.961.20	5.882.384	12.778.441	0.46	0.005
1980	497.028	87.0	613.02	28.638.00	13.810.668	25.074.106	0.55	0.009
1981	516.617	4.0	459.73	24.689.00	11.097.759	23.720.678	0.47	0.006
1982	459.559	-11.0	375.61	23.669.50	13.231.117	24.290.694	0.55	0.005
1983	426.517	-7.0	424.11	32.813.80	13.995.997	31.618.176	0.44	
1984	730.670	71.3	360.38	45.324.50	16.334.043			

## Fuente:

(1) Banco de la República.

(2) 1923-1970 Hugo López y Mariano Arango. "La Pequeña y Mediana Minería en el Bajo Cauca y Nechí, 1977"; 1970-1983 - Banco de la República.

(3) 1923-1970 Hugo López y Mariano Arango. "La Pequeña y Mediana Minería en el Bajo Cauca y Nechí 1977"; 1970-1983 Cálculos IEC con base en datos del Banco de la República.

(4) (1) x (3)

(5) Ministerio de Minas y Energía.

\*Tomado de CACERES y RAMÍREZ (1985).

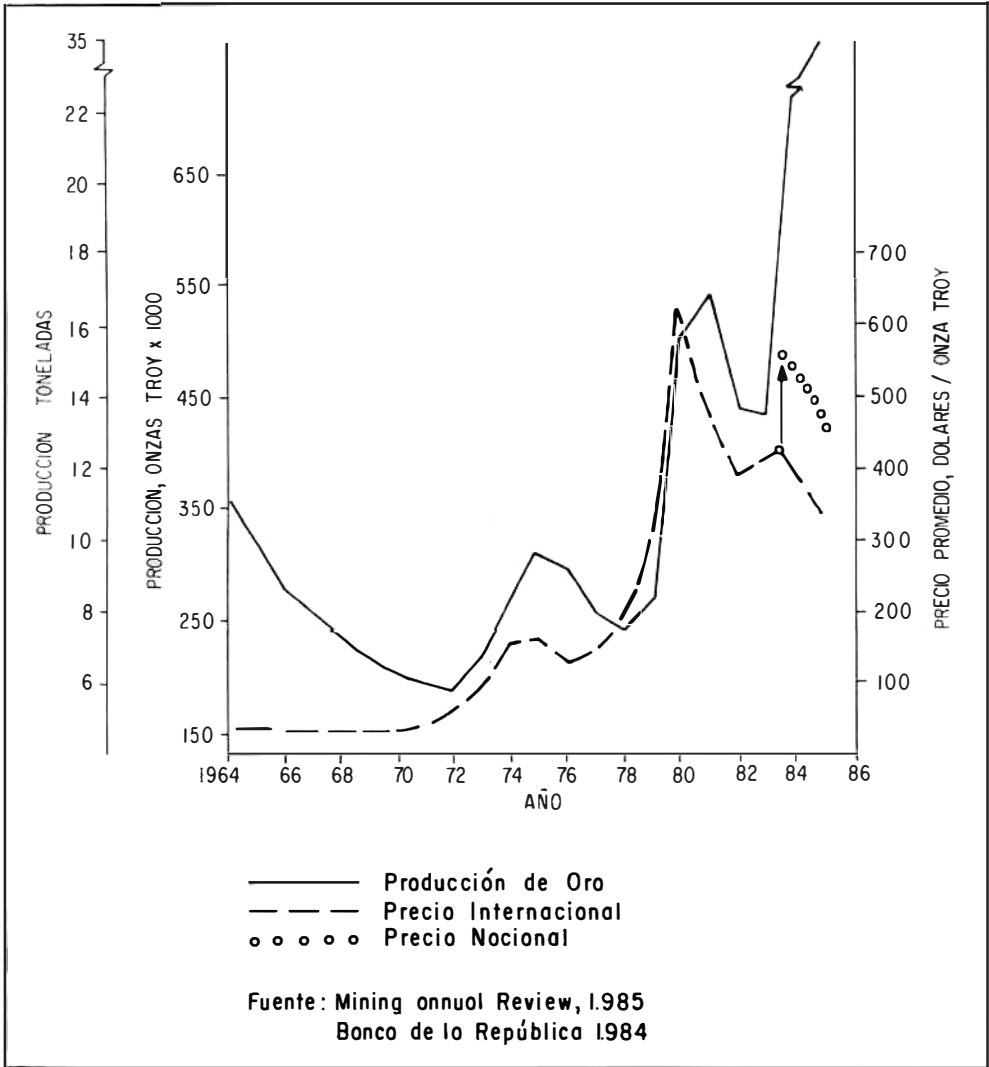


FIG. 4: Gráfico de producción de oro en Colombia y de precios entre 1964 y 1985.

TAB. 5: PARTICIPACION DE GRANDES Y PEQUEÑOS PRODUCTORES POR DEPARTAMENTOS\*  
(Onzas Troy)

AÑO	ANTIOQUIA			CHOCO			NARIÑO			
	GRANDES	%	PEQUEÑOS	GRANDES	%	PEQUEÑOS	GRANDES	%	PEQUEÑOS	%
1969	135.825	84	26.052	18.935	64	10.514	13.464	86	2.216	14
1970	114.588	76	35.852	18.036	61	11.551	9.166	86	1.457	14
1971	100.752	78	28.539	16.896	58	12.223	19.445	89	2.460	11
1972	105.103	78	30.211	16.558	56	12.919	8.760	30	1.436	70
1973	95.434	61	60.245	16.493	48	18.097	2.062	26	5.897	74
1974	48.555	26	133.853	11.608	33	23.161	—	—	11.095	100
1975	65.350	31	144.188	17.281	43	22.638	—	—	6.760	100
1976	68.839	31	155.849	14.651	39	22.468	—	—	8.400	100
1977	71.464	34	139.731	9.672	36	17.230	—	—	7.650	100
1978	68.901	33	138.762	6.588	35	12.137	—	—	6.055	100
1979	61.371	29	146.997	7.104	26	20.191	—	—	10.607	100
1980	66.251	22	241.549	6.622	19	27.706	—	—	16.727	100
1981	64.958	15	355.462	6.109	17	30.880	—	—	19.446	100
1982	59.692	16	321.799	2.497	6	39.139	—	—	16.618	100
1983	68.940	20	273.597	0.167	0.4	36.474	—	—	16.499	100

Fuente: IEC con datos del Ministerio de Minas y Energía.

\* Tomado de CACERES y RAMIREZ, 1985



TABLA 6  
PRODUCCION ORO TOTAL, ALUVION Y VETA POR DEPARTAMENTOS Y PORCENTAJE DE PARTICIPACION  
(Onzas Troy)

	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
Antioquia total (1)	148.156,33	129.442,84	132.315,65	146.580,43	156.827,08	186.209,21	220.737,90	207.529,1	204.482,37	200.274,11	237.164,13	410.664,9	364.516,25	339.878,26
Aluvión (2)	58,8	58,6	61,4	62,4	69,0	74,0	74,0	71,7	76,9	73,4	79,6	88,1	84,7	81,0
Veta (3)	41,2	41,4	38,6	37	31,0	26,0	26,0	28,3	23,1	26,6	20,4	15,3	19,0	19,0
Bolívar	—	—	—	—	9,07	27,75	—	13,33	14,21	59,32	3,042,42	6,006,58	3,268,13	6,530,02
Aluvión	—	—	—	—	100	100	—	100	100	100	100	100	100	100
Veta	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Caldas	4.506,91	3.062,82	2.002,16	4.163,56	7.097,19	8.186,06	6.576,40	3.601,8	3.632,35	3.691,39	6.402,42	6.393,81	6.997,5	5.746,76
Aluvión	2,1	99,2	100	100	100	98,0	97	0,4	0,02	1,0	1,07	4,5	4,9	4,9
Veta	97,9	99,8	100	100	100	99,0	99,9	99,6	99,9	99,0	99,9	99,5	96,1	97,8
Cauca	3.177,06	2.659,99	3.386,52	4.241,63	4.725,07	5.873,94	5.485,88	2.619,83	2.486,1	3.384,13	4.980,44	5.507,75	6.114,17	6.089,99
Aluvión	75,8	69,5	73,5	70,8	59,9	74,5	77,4	66,6	68,4	76,4	51,3	51,1	57,7	75,2
Veta	24,2	30,5	26,5	29,2	40,1	25,5	22,6	31,6	23,6	23,6	48,7	48,9	42,3	24,8
Córdoba	—	68,76	28,13	34,0	165,47	348,61	243,73	100,8	39,95	91,6	795,04	1.309,29	561,76	367,08
Aluvión	—	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Veta	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Chocó	24.657,03	29.118,76	22.344,63	25.367,09	33.310,99	38.257,76	37.003,00	18.914,59	13.538,89	27.382,76	35.097,97	36.380,52	40.871,51	35.651,6
Aluvión	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Veta	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Nariño	10.622,91	21.304,78	10.195,58	7.241,6	10.039,48	6.074,83	7.259,01	7.089,86	6.136,53	10.492,77	15.616,01	17.565,7	15.860,81	15.816,04
Aluvión	97,4	99,2	99,6	72,6	47,7	74,0	77,9	60,6	55,3	53,2	52,3	45,5	42,5	56,3
Veta	2,6	0,8	0,4	27,4	52,3	26,0	22,1	39,4	44,7	46,8	47,7	54,5	57,5	43,7
Risaralda	59,29	19,73	175,13	181,92	300,78	522,42	571,68	399,29	302,56	535,05	1.819,37	643,81	399,37	244,08
Aluvión	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Veta	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Santander	1.838,15	2.276,03	3.290,24	5.123,36	4.932,13	5.103,38	4.247,05	1.315,73	942,63	2.238,42	15.017,7	6.542,08	4.841,55	6.805,42
Aluvión	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Veta	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Putumayo	—	—	—	5,94	165,79	—	95,02	120,95	29,14	12,8	358,43	236,32	239,69	42,37
Aluvión	—	—	—	100	100	—	100	100	100	100	100	100	100	100
Veta	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Tolima	20,77	50,86	85,33	66,41	494,35	2.428,78	191,29	153,33	1.481,08	3.507,95	6.784,9	10.402,57	3.449,42	6.619,76
Aluvión	100	100	100	100	33,3	10,0	28,2	10,0	53,0	23,6	100	70,4	58,5	55,3
Veta	—	—	—	—	66,7	90,0	71,8	100	47,0	76,3	—	29,6	41,5	44,7
Valle	469,65	519,78	1.128,99	1.590,66	2.294,22	5.226,42	4.675,91	562,83	550,81	2.114,45	4.867,84	3.266,04	3.391,96	5.164
Aluvión	100	100	100	100	100	100	99,5	97,0	98,1	96,6	83,0	96,0	93,1	90,0
Veta	—	—	—	—	—	—	0,5	3,0	1,9	3,4	17,0	4,0	6,9	10,0
Total Nacional	193.503,00	188.524,35	174.952,36	195.194,60	220.911,57	250.259,1	287.087,05	242.421,5	233.636,2	253.874,65	331.906,67	504.919,5	450.512,1	428.965,98
Aluvión	64,7	68,2	67,2	65,0	69,2	75,5	75,2	72,2	76,0	73,3	75,8	82,1	79,3	79,3
Veta	35,3	31,8	32,8	35,0	30,8	24,5	24,8	24,0	26,7	24,2	15,3	17,9	17,9	20,0
1) Total Departamento oro aluvión más veta. 2) Porcentaje de Participación oro aluvión con respecto total departamento (1) 3) Porcentaje de Participación oro veta con respecto total Dpto.														

FUENTE: Cálculos IEC

\*Tomado de Cáceres y Ramírez, 1985

TAB. 7: PRODUCCION DE ORO SEGUN GRANDES Y PEQUEÑOS PRODUCTORES\*

AÑO	GRANDES PRODUCTORES			PEQUEÑOS PRODUCTORES			TOTAL		
	ONZAS TROY	% DEL TOTAL	VARIACION %	ONZAS TROY	% DEL TOTAL	VARIACION %	ONZAS TROY	VARIACION %	VARIACION %
1968	180.350	76.4	7.5	55.814	23.6	10.8	236.344	8.3	
1969	168.347	77.2	6.7	49.745	22.8	- 10.9	218.092	- 7.7	
1970	140.516	69.4	- 16.5	61.812	30.6	- 24.3	202.328	- 7.2	
1971	135.125	71.9	- 3.8	52.684	28.1	- 14.8	187.809	- 7.2	
1972	131.065	69.5	- 3.0	57.641	30.5	9.4	188.706	0.5	
1973	113.564	52.4	- 13.4	103.020	47.6	78.7	216.584	14.8	
1974	85.485	31.9	- 24.7	182.409	68.1	77.1	267.894	16.2	
1975	82.362	26.5	- 3.7	228.959	73.5	25.5	311.321	16.2	
1976	83.190	27.7	1.0	217.117	72.3	- 5.2	300.307	- 3.5	
1977	80.807	30.7	- 2.9	182.630	69.3	- 15.9	263.437	- 12.3	
1978	73.759	28.6	- 8.7	183.873	71.4	0.1	257.632	- 2.2	
1979	69.347	26.1	- 6.0	196.262	73.9	6.7	265.609	3.1	
1980	68.573	13.8	- 1.1	428.455	86.2	118.3	497.028	87.1	
1981	73.702	14.3	7.5	442.915	85.7	3.4	516.908	3.9	
1982	63.412	13.8	- 14.0	396.149	86.2	- 10.5	459.560	- 11.0	
1983	65.779	15.4	3.7	360.739	84.6	- 8.9	426.517	- 7.2	
1984	74.223	10.1	12.8	656.447	89.9	82.0	730.670	71.3	

Fuente: Informes anuales del Gerente (1975, 1981, 1982). Banco de la República

\* Tomado de CACERES y RAMIREZ, 1985.

TAB. 8: Reservas de las minas El Silencio y Vera, Segovia\*.

Categoría las reservas	Reservas (toneladas)	Tenor oro (gr/ton.)	Espesor vetas m
Medidas	218.000	19,7	1,58
Indicadas	155.000	19,7	1,58
Inferidas	1'725.000	15,9	0,9

\* Tomado de INTEGRAL. El Oro, 1984.

### 10.1.3. QUIBDO - PROSPECTO LA EQUIS

Mina de filón localizada en el municipio de Quibdó, Departamento del Chocó. La información fue suministrada por Colombian Mineral Resources Inc. Las reservas se calcularon por medio de 1.200 m de perforaciones, las cuales dieron como resultado la determinación de 111.000 toneladas medidas de mineral y 12.000 toneladas indicadas. Los tenores son: oro 12 gr/ton, plata 19 gr/ton; zinc 11%, plomo 2% y cobre 1%.

### 10.1.4. MARMATO - MINAS NACIONALES DE MARMATO

Esta mineralización de filón está localizada en la zona baja de Marmato en el Departamento de Caldas. Estas minas están otorgadas en aporte a la Empresa Colombiana de Minas ECOMINAS. Se calculan 475.200 toneladas de reservas medidas e indicadas, de las cuales son recuperables el 70%. Con un ritmo de explotación de 100 ton/día, se estima la vida de la mina en cerca de 10 años (Tab. 9).

## 10.2. ALUVION

### 10.2.1. NECHI - MINEROS DE ANTIOQUIA

Aluviones del río Nechí; aunque no fue posible contar con datos sobre la magnitud de las reservas, el Departamento Técnico de la Empresa estima que éstas son aproximadamente de 10.000 kg de oro, de los cuales el 30% se consideran como marginales, es decir, que el contenido es menor de 70 mg/m<sup>3</sup> de oro.

### 10.2.2. SALDAÑA - MINEROS EL DORADO

Las reservas medidas por esta compañía en los aluviones del río Saldaña en Ataco, Departamento del Tolima, investigadas mediante perforaciones y trabajos de geofísica son de aproximadamente 51,5 millones de m<sup>3</sup> de material, con un contenido promedio de 163 mg/m<sup>3</sup>. Este depósito se encuentra en un área de 200 ha.

### 10.2.3. MAGUI - COMPAÑIA MINERA COLOMBIANA TEXAS

Aluviones de la región de Payán Municipio de Maguí, Departamento de Nariño. Las reservas de estas minas discriminadas para cada una de las licencias que tiene la Compañía en la zona, se presentan en la Tabla 10).

### 10.2.4. ATRATO - SAN JUAN

Entre 1974 y 1976, el INGEOMINAS en colaboración con Naciones Unidas adelantó un programa de investigación, en las cuencas de los ríos Atrato y San Juan, con el propósito de evaluar los aluviones auroplatiníferos de este sector. Se escogieron cuatro áreas de cuyas investigaciones se presenta el siguiente resumen:

**Area de Acandí - Unguía.-** Esta zona está situada en la parte norte del Chocó, en los límites con Panamá; se estima que el río Tolo tiene entre 60 y 90 millones de m<sup>3</sup> de gravas auríferas con un tenor aproximado de 98 mg/m<sup>3</sup>.

**Area de Murrí - Penderisco.-** Está localizada en el municipio de Urao al suroeste del Departamento de Antioquia. Los mejores valores para oro fueron encontrados en pequeños depósitos de aluvión, localizados en los ríos Pabón y Penderisco, donde se analizaron muestras hasta con 607 mg/m<sup>3</sup>; para el cálculo del volumen se deben investigar las diferentes terrazas que presenta el sector.

**Area de los ríos del Bajo San Juan.-** En el río Brea, tributario del río Calima que desemboca unos 2 km antes de Puerto Pati-

TAB. 9 : Minas de Marmato. Reservas zona baja (en ton)\*

VETAS RANGO	PORVENIR		SANTA				TOTAL
	NORTE	SUR	INES	MUCURA	MELLIZOS	GRUPO SUR	
<b>Medidas</b>	37.352	37.544	43.459	32.355			150.710
<b>Indicadas</b>							
GRADO 1	27.720						27.720
<b>Indicadas</b>							
GRADO 2	112.210	83.300	62.785	38.569			269.864
<b>Inferidas</b>					425.880	656.880	1'082.760
<b>Total reservas por vetas</b>	177.282	120.844	106.244	70.924	425.880	656.880	1'558.054
<b>Tenor de oro por veta gr/ton</b>	11.54	13.37	7.62	5.27			10.19

\* Tomado de INTEGRAL. El Oro, 1984.

ño, se encontraron terrazas con espesores hasta de 6 m y con un tenor promedio de 152 mg/m<sup>3</sup>. La subárea de Dominó está situada 2 km al oriente de Puerto Patiño. Se excavaron 32 apiques que dieron tenores bajos con excepción de un pequeño sector. Se determinaron 100.000 m<sup>3</sup> con tenor promedio de 140 mg/m<sup>3</sup> de oro.

**Area de Río Sucio.-** Los trabajos detallados se concentraron en el río Uraudó afluente del río Sucio, en un sitio localizado al occidente de la población de Mutatá, Departamento de Antioquia. Con base en 68 pozos en un área de 50 hectáreas, se calcularon las reservas que se enuncian en la Tabla 11.

#### 10.2.5. MARGENTO

Estos aluviones están localizados en la margen izquierda del río Cauca, entre los municipios de Caucasia y Nechí, en el Departamento de Antioquia. En 1977 la compañía Canadiense Bijau Mines Limited, realizó un programa de excavación de apiques en estos aluviones. Los resultados se compilan en la Tabla 12.

Licencia No.	Vol. estéril m <sup>3</sup>	Vol. Aluvión m <sup>3</sup>	Reservas en metal gr	Tenor o-o mg/m <sup>3</sup>
8704	3'888.607	3'087.437	1'011.466	330
8705	3'265.150	4'875.750	1'935.722	397
9706	800.375	2'557.500	1'121.378	438
Total	7'954.132	10'520.687	4'068.566	388

TAB. 10: Reservas en aluviones de la región de Patiño (Nariño)\*.

## 11. PRODUCCION MUNDIAL DE ORO Y ASPECTOS GENERALES SOBRE RESERVAS

De acuerdo con la revista Gold (1986), la producción de oro en el mundo ha venido aumentando continuamente desde 1980; en 1985 esta producción alcanzó un incremento comparativamente mayor, debido al precio internacional y a los incentivos que los diferentes países productores han ofrecido en sus respectivos precios internos.

Sin tener en cuenta los países comunistas, la producción en 1985 fue de 1.212,8 toneladas. El primer productor sigue siendo Sur Africa (Tab. 13), con un 55%. Mientras este país presenta una ligera disminución en su producción, en otros países se observa un notorio incremento en 1985 respecto al año anterior, como en Nueva Guinea (74%), Australia (46%), Colombia (25%), Filipinas (18%), Brasil (15%), Estados Unidos (14%) y Canadá (3%).

TAB. 11: Aluviones de Uraudó \*

	LEY DE CORTE (Au + Pt, mg/m <sup>3</sup> )	
	No. 1 (250-100)	No. 2 (300-150)
Volumen descapote (m <sup>3</sup> )	537.100	547.600
Profundidad promedio del aluvión (m <sup>3</sup> )	2.79	2.45
Volumen Aluvión (m <sup>3</sup> )	864.300	690.900
Tenor promedio Au, Pt (mg/m <sup>3</sup> )	693	787
Conenido de Au, kg	539.07	489.37
Contenido de Pt, kg	59.89	54.37
Relación <u>Descapote</u> <u>Aluvión</u>	0.62	0.79

\*Tomado de INTEGRAL, 1984.

A continuación transcribimos los interesantes comentarios presentados por LOPEZ (1986), en el Estudio sobre la Minería de Oro en Colombia: "El oro junto con la plata se encuentra entre los minerales cuyas reservas conocidas son apenas suficientes para atender la demanda acumulativa mundial durante los próximos 15 años o aún menos. En 1979 las reservas mundiales se estimaron en 40.000 toneladas a un precio promedio para el metal de US\$500 onza troy, para las próximas dos décadas (Fig. 5). De este total de reservas, Suráfrica controla el 47% y la Unión Soviética el 21%, mientras que los Estados Unidos se encuentra en una tercera posición con sólo el 11%. Para los recursos se tiene aproximadamente la misma distribución mundial. El dominio de Suráfrica y la Unión Soviética en la producción mundial de oro, también se ha manifestado en forma notoria a partir de 1950.

El déficit de la oferta mundial de oro que empezó a aparecer en 1976, se considera que continuará hasta finales del Siglo XX. La máxima demanda mundial del metal se anticipa para 1990, mientras que la producción alcanzaría su pico en 1995. A partir de este último año la demanda y la producción declinarán lentamente, pero la demanda lo hará en forma más moderada, con lo cual se aumentaría el déficit en la oferta en el año 2.000 (Fig.6).

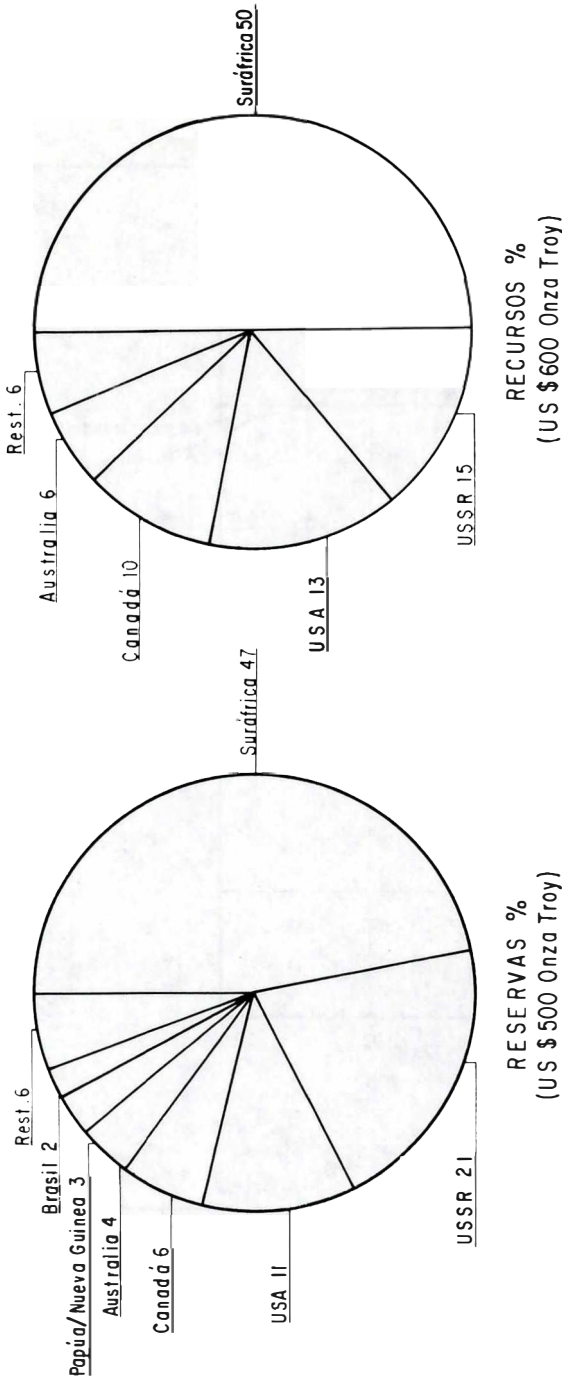
Todos los pronósticos con diferentes proyecciones de precios indican que Suráfrica perderá ante la URSS el liderato mundial en la producción de oro, y que esto probablemente ocurrirá hacia el año 1992.

La conclusión más importante que se debe sacar de estos pronósticos, es que entre 1985 y 1995 se producirán cambios revolucionarios en la oferta del oro mundial, a

TAB. 12: Aluviones de Margento \*

Localización	Area (Has)	Espesor Promedio (pies)	Volumen explotable (yardas <sup>3</sup> )	Tenor (gr/yd <sup>3</sup> )	Conten. (kilos Au)
Terraza Alta de Santa Catalina	38.93	11.5	1'534.000	0.466	715
Terraza Alta de Buenos Aires	54.38	11.0	936.000	0.824	772
Terraza Baja de Los Medios	3.17	11.0	98.000	0.523	51
TOTALES	96.48	11.1	2'568.000	0.602	1.538

\*Tomado de INTEGRAL. El Oro, 1984.



Reservas determinadas en 1979, empleando precio de US \$ 500/onza troy y recursos para las próximas dos décadas,\* utilizando precios de US \$ 600/onza troy

FUENTE: ECONOMIC GEOLOGY, Volume 76, Nº 7

\* Tomado de López (1986)

FIG. 5: Reservas mundiales de oro en 1979 y recursos para las próximas dos décadas.

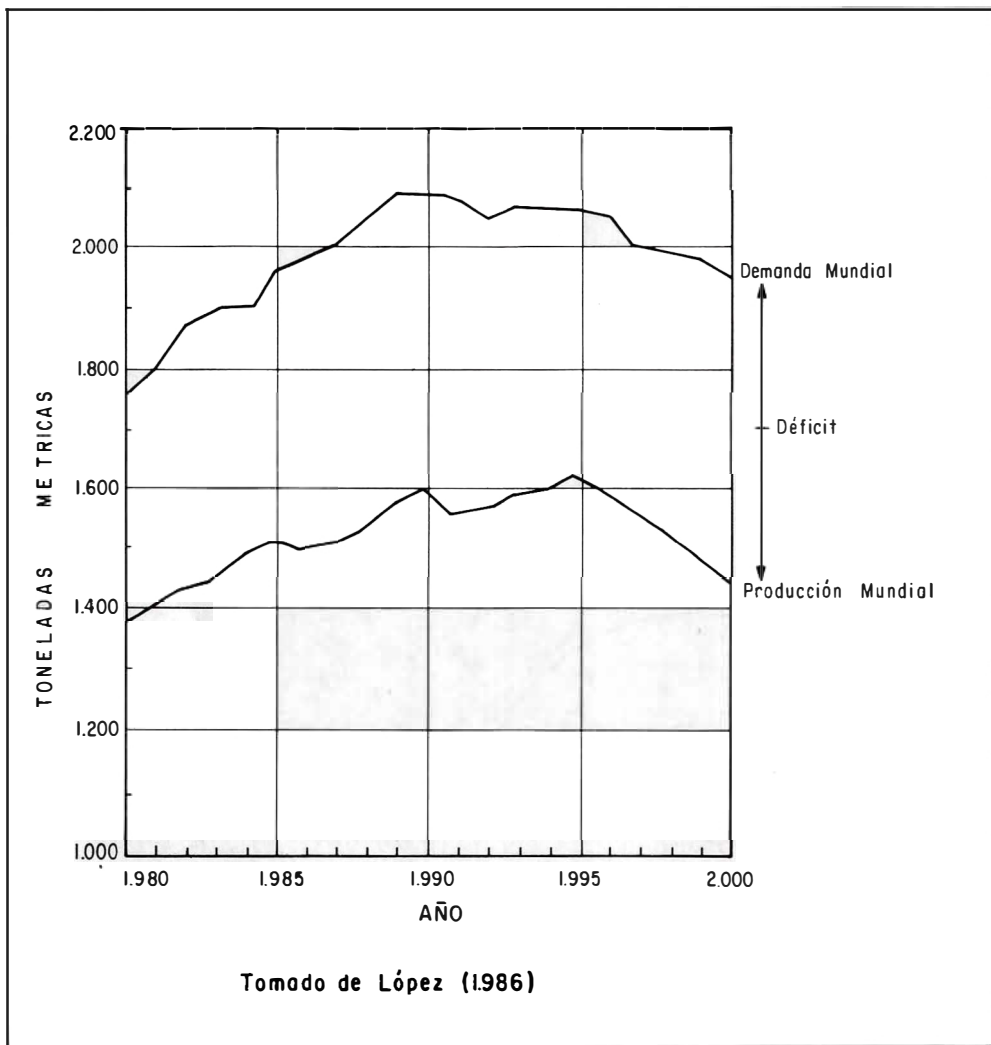


FIG. 6: Proyección de la producción y demandas mundiales de oro entre los años de 1980 y 2000.

TAB. 13: Producción Mundial de Oro, 1985 (enero a septiembre).\*

1.	Sur Africa	673.3
2.	Canadá	86
3.	Estado Unidos	79
4.	Brasil	63.3
5.	Australia	57
6.	Filipinas	38.5
7.	Papua - Nueva Guinea	33.2
8.	Colombia	26.4
9.	Chile	18.2
<b>La producción mundial fue</b>		<b>1.212.8</b>

\* Tomado de Gold, 1986

\*\* Toneladas

Nota: La producción real de Colombia en los doce meses de 1985 fue de 35.8 toneladas.

pesar de los aumentos recientes en la producción de Canadá, USA, Brasil y Australia. Estos cambios en la estructura mundial de la minería del oro, junto con los problemas políticos de Suráfrica y la inflación mundial, permiten anticipar aumentos significativos del precio del metal en los próximos años.

La situación descrita favorece indudablemente el desarrollo y la explotación de nuestros recursos auríferos y en efecto, ya se empieza a notar el interés de compañías extranjeras, principalmente norteamericanas, en la exploración de los depósitos minerales dispersos en casi toda la geografía nacional".

## 12. ZONAS PROMISORIAS DE ORO EN COLOMBIA

Por las características geológicas de su territorio, Colombia cuenta con inmensas posibilidades de contener depósitos de oro de filón, diseminado y de aluvión. Los sitios de interés están localizados en el sector andino y en el Escudo de La Guayana. A continuación se resumen las conclusiones de LOZANO (1985) en su Estudio Oro y Plata en Colombia, Areas Promisorias.

Aunque en Colombia desde la época de la Colonia, se han extraído grandes cantidades de oro principalmente en el sector Andino, el país cuenta con excelentes posibilidades de encontrar nuevos yacimientos.

### 12.1. ORO DE FILON

En la Cordillera Central, las áreas con mejores posibilidades para prospectar oro de filón son las zonas de intersección de las fallas de tipo Palestina (dirección N30E), con las fallas de tipo Salento (dirección N55W).

En estos sectores se produce un intenso fracturamiento, el cual facilita la realización de eventos hidrotermales y la intrusión de cuerpos ígneos. Estos fenómenos se observan más comúnmente en el norte de la cordillera, en la zona comprendida entre las ciudades de Ibagué y Sonsón (Fig. 7, No. 1) y en la parte sur, entre las ciudades de Popayán y Pasto (Fig. 7, No. 2).

Otro sector de gran importancia está relacionado con la zona de contacto entre rocas metamórficas del Paleozoico y cuerpos intrusivos, principalmente del Jurásico, donde la parte superior o epizona que es el sector más propicio para eventos hidrotermales, esté protegido de la erosión. La zona patrón para estas mineralizaciones es Segovia (Fig. 7, No. 3), pero secuencias similares se pueden encontrar en la Sierra Nevada de Santa Marta (Fig. 7, No. 4) y en la parte sur de la Cordillera Central, situada entre las poblaciones de Pitalito y Mocoa (Fig. 7, No. 5).

### 12.2. ORO DISEMINADO

En nuestro concepto, las mejores posibilidades para depósitos de oro diseminado se encuentran en la parte media y en el flanco occidental de la Cordillera Central de Colombia (Fig. 8). En este sector se presenta una zona de inestabilidad regional, producida por el contacto entre la corteza oceánica y la corteza continental, por lo cual se han efectuado varios eventos intrusivos.

Las áreas con mejores condiciones están donde se combinan, además de los factores anotados anteriormente, sectores de gran fracturamiento ocasionados por la intersección de las fallas de los Sistemas Romeral, Salento y Palestina. Estos sitios son más favorables para la realización de eventos volcánicos y la formación de brechas hidroter-



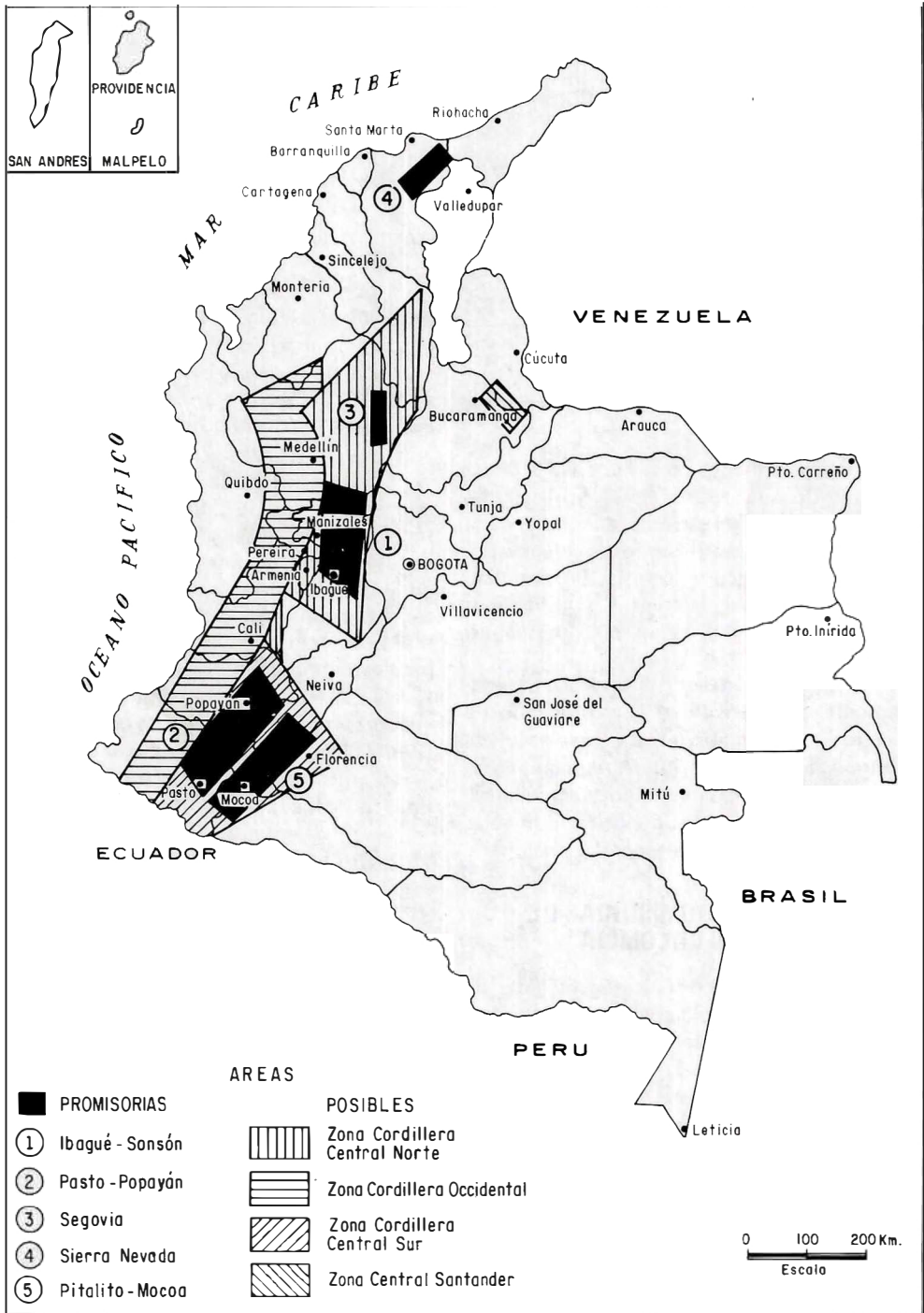


FIG. 7: Areas promisorias y con posibilidades para oro de filón en Colombia.

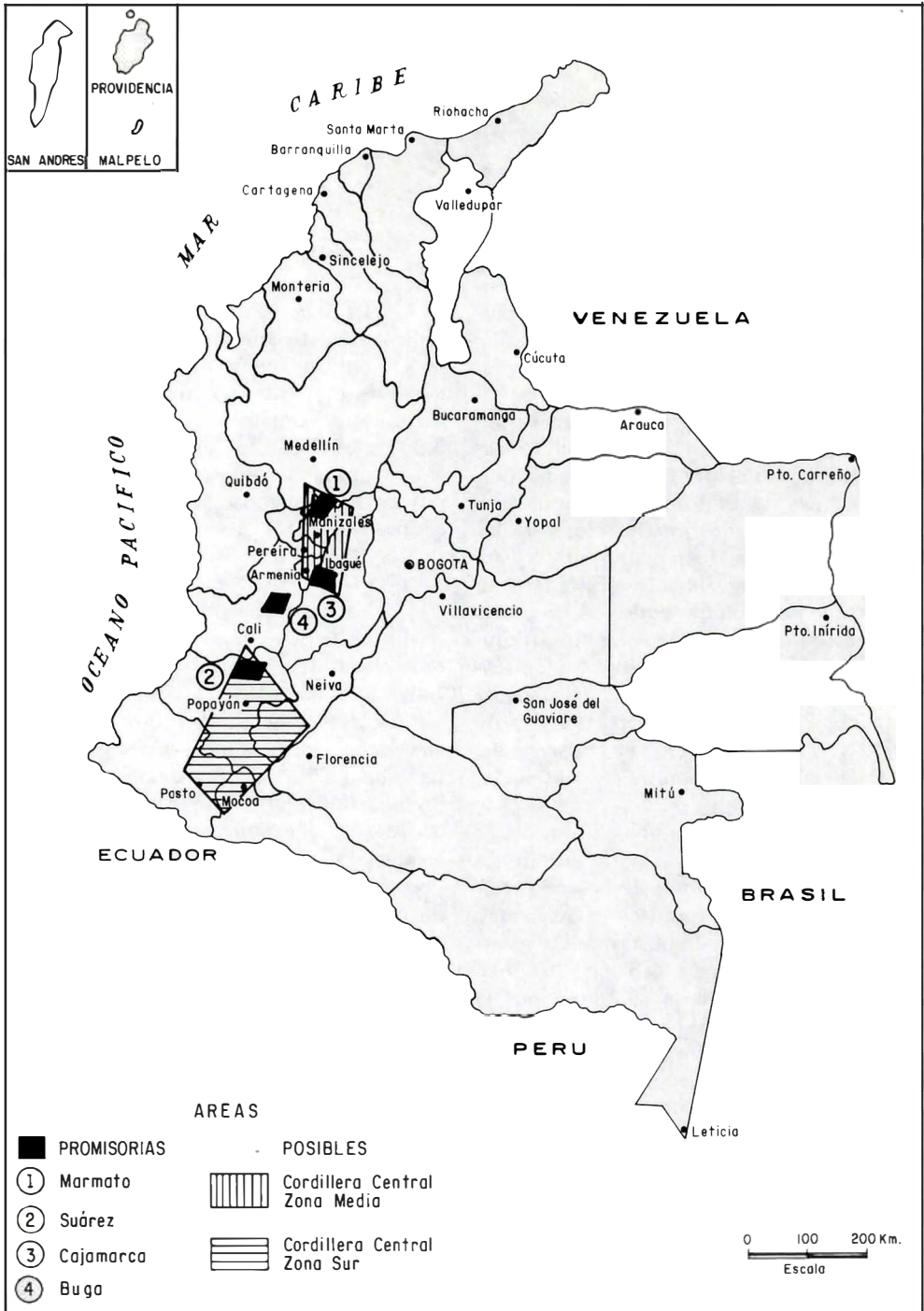


FIG. 8: Areas promisorias y con posibilidades para oro diseminado en Colombia.

males e intrusivas. Por esta razón recomendamos como zonas promisorias los sectores de Marmato en Caldas (Fig. 8, No. 1), Suárez en el Cauca (Fig. 8, No. 2), Norte de Cajamarca en el Tolima (Fig. 8, No. 3) y Buga en el Valle (Fig. 8, No. 4).

### 12.3. ORO DE ALUVION

En los depósitos de oro de aluvión se encuentran las mejores perspectivas para el hallazgo y explotación a corto plazo de importantes yacimientos del metal.

De acuerdo con la interpretación geológica, en el mecanismo de formación de los depósitos de placer del río Nechí en Antioquia y del río Saldaña en el Tolima, juegan un papel primordial los movimientos tectónicos recientes, que producen escalones o trampas aprovechados por los ríos para las acumulaciones de los materiales auríferos que transportan. Basados en este modelo se seleccionaron como promisorias (Fig. 9), las zonas de Mutatá - Barranquillita, Riosucio, Murrí - Penderisco y Quibdó en la cuenca del río Atrato. Además, la zona de la Costa del Pacífico en el Departamento de Nariño y el área de Caucasia en la cuenca del río Cauca situada al noreste de Antioquia.

Especial mención merece el sector del Alto Magdalena, en la parte correspondiente a los Departamentos de Tolima y Huila, donde aflora la Formación Gualanday con una extensión de 25.000 km<sup>2</sup>. De acuerdo con la interpretación geológica regional, esta unidad sedimentaria se formó por la acumulación de materiales provenientes de la erosión del "Bloque Levantado del Tolima Grande" durante el Eoceno. En esta zona debieron existir importantes yacimientos de oro de filón que junto con las otras rocas, fueron erosionados, transportados y acumulados en paleocanales en algunos niveles de la Formación Gualanday.

Por último, posiblemente la zona con mayores perspectivas en el país está situada al sur de la Comisaría del Guainía, donde las minas de oro de aluvión y de oro de coluvión, se formaron por la desintegración de

rocas sedimentarias del Precámbrico, que tienen condiciones geológicas muy semejantes a las que se explotan actualmente en Sur Africa, Canadá y Brasil, en la zona es necesario realizar un estudio geológico sistemático.

## 13. PLATA

### 13.1. GENERALIDADES

La plata es un metal de color blanco brillante, relativamente escaso en la naturaleza, y muy resistente a la oxidación. Parece que este metal, usado en la fabricación de utensilios y ornamentos desde hace unos 3.000 años A. C., fue descubierto junto con el oro, probablemente en los primeros tiempos de la humanidad. La palabra plata se conoce en latín como "argenteum", que significa "Luna o Diana".

La plata se explotó durante la Edad Media en varios países de Europa, pero su producción fue relativamente pequeña. Un aumento importante en la producción se presentó con el descubrimiento del continente americano, donde grandes yacimientos se detectaron en Potosí (Bolivia), Guanajuato y Pachula (México), y Nevada (U.S.A.). Canadá, México y Estados Unidos han ocupado, en distintas épocas del Siglo XX, el primer lugar como productores de plata en el mundo occidental (AGETON, 1970); en los últimos años, sin embargo, Perú los ha desplazado.

La plata funde a 960°C, tiene una dureza entre 2,5 y 3,0 en la escala de Mohs, un peso específico entre 10,1 y 11,1 y es muy dúctil y maleable. En la naturaleza ocurre comúnmente asociada con el oro.

### 13.2. USOS DE LA PLATA

Según DRAKE (1982), los principales usos de la plata, en orden de importancia, son: en material fotográfico, productos eléctricos y electrónicos, aleaciones y equipos de soldadura, joyería, vajillas y cubiertos, como catalizador, en monedas, medallo-

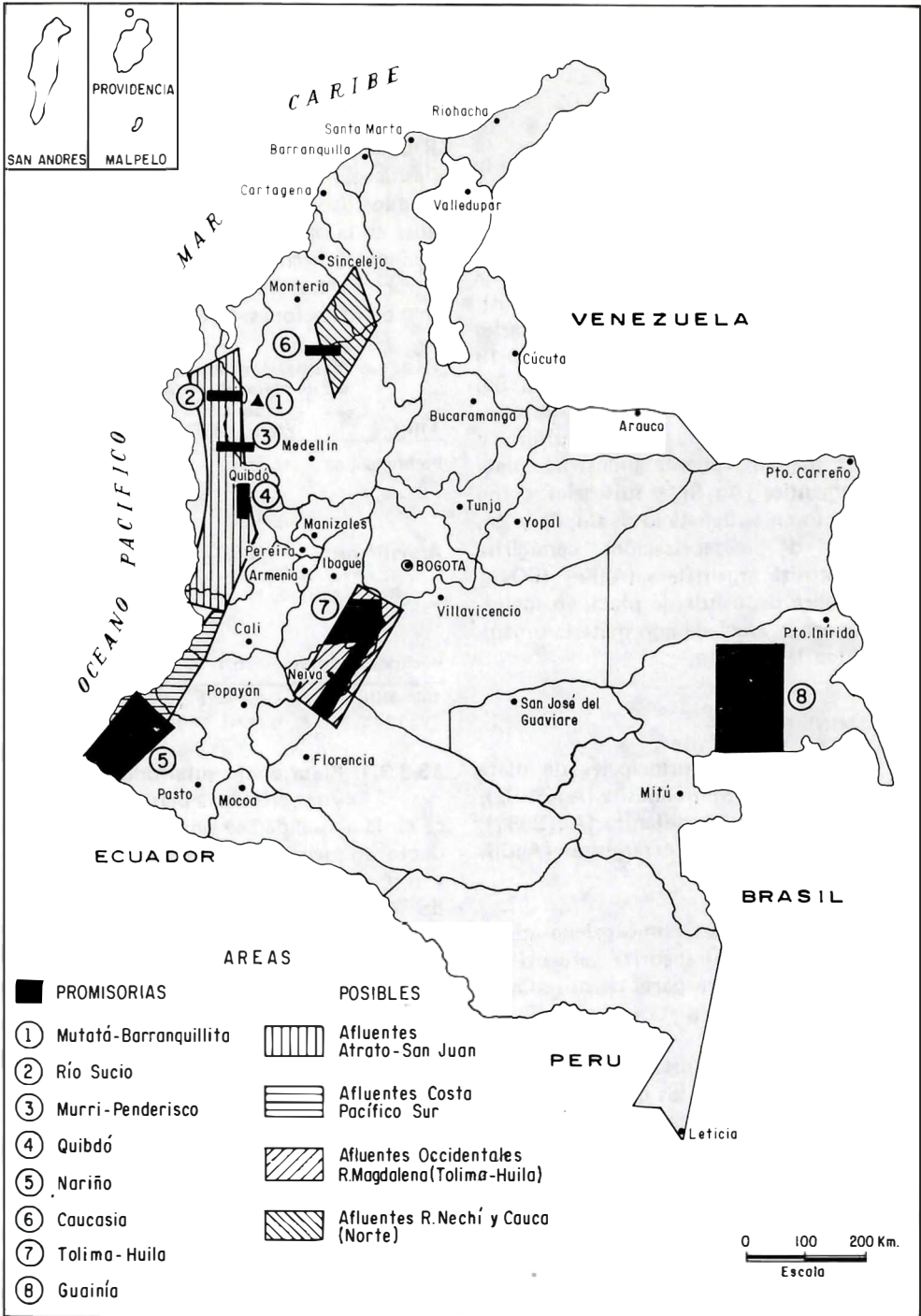


FIG. 9: Areas promisorias y con posibilidades para oro de aluvión en Colombia.

nes y objetos conmemorativos, en dentistería y medicina, en espejos y otros.

### 13.3. AMBIENTE GEOLOGICO

#### 13.3.1. GEOQUIMICA

Las características geoquímicas de la plata según ROSE et al, (1979) son:

Símbolo químico: Ag; No. Atómico: 107,87. El contenido promedio en ppm, en rocas ígneas es 0,60 (ultramáficas), 0,1 (máficas), 0,037 (graníticas); en rocas sedimentarias es de 0,1 (calizas), 0,25 (areniscas), y 0,19 (shales). Asociaciones: calcófilo: con Au, Sb, As, Pb, Zn, Cu y Hg, en depósitos de sulfuros; es un elemento traza en varios sulfuros y minerales máficos. Fuente industrial: plata nativa, argentita ( $Ag_2S$ ), y sulfosales; como subproducto en el beneficio de Cu, Pb y Zn. Productos de meteorización: cerargirita ( $AgCl$ ); jarosita argentífera ( $AgFe_3(SO_4)_2(OH)_6$ ) sobre depósitos de plata; en suelos, probablemente asociada con materia orgánica y óxidos de Fe y Mn.

#### 13.3.2. MINERALOGIA

Los minerales principales de plata son: argentita ( $Ag_2S$ ), polibasita ( $Ag_9SbS_6$ ), proustita ( $Ag_3AsS_3$ ), estefanita ( $Ag_5SbS_4$ ), pirargirita ( $Ag_3SbS_3$ ), cerargirita ( $AgCl$ ), y plata nativa (Ag).

Otros minerales como galena argentífera ( $PbS$ ) y tetrahedrita argentífera ( $Cu_3(Sb, As)S_3$ ) tienen parte de su red cristalina reemplazada por plata.

La aleación natural oro-plata es común en la mayoría de los depósitos epitermales de metales preciosos. Cuando el contenido de plata es de 20% o más, la aleación oro-plata se conoce con el nombre de electrum.

#### 13.3.3. TIPOS DE DEPOSITOS

La clasificación propuesta por HEYL et al, (1973), para los depósitos de plata, sigue vigente. Básicamente, estos depósitos

pueden agruparse en dos categorías: (1) aquellos en que la plata se obtiene como subproducto, y (2) aquellos en que la plata es el principal constituyente.

ENGINEERING and MINING JOURNAL (agosto, 1984, p. 46) presenta las clasificaciones propuestas por A. Benavides, para los depósitos argentíferos del Perú, país líder en la producción de plata en el mundo occidental, según su mineralogía y según su estructura. Las Tablas 14 y 15 presentan dichas clasificaciones.

TAB. 14: Clasificación mineralógica de los depósitos de plata del Perú\*.

Tipo	Producción Plata % 1983	Ejemplos
Polimetálicos	59,2	Raura, Casapalca, Julcani, Milpo, Cerro de Pasco, etc.
Argentíferos	35,7	Arcata, Orcopampa, Caylloma, Uchchacua, San Genaro.
Pórfidos de cobre	5,1	Cuajone, Toquepala.

\*Simplificada de Engineering and Mining Journal, V. 1985, No. 8, August, 1984.

**13.3.3.1. Plata como subproducto.**- La mayor parte de la plata, que se produce en la actualidad se obtiene como subproducto en depósitos de cobre, plomo, zinc y oro, entre los que sobresalen los de pórfido (porphyry copper), venas y filones (lodes), sulfuros masivos y reemplazamientos. Cantidades importantes de plata también se obtienen a partir de algunos placeres.

**13.3.3.2. Plata como principal constituyente.**- En el mundo existen distritos argentíferos famosos como Tonopah (Nevada, USA), Potosí (Bolivia) y Pachuca (México) en donde aún existen minas en explotación. En la actualidad se conocen depósitos de venas y reemplazamientos en rocas volcánicas (Creede, Delamar y Virginia City en USA; Chanarcillo en Chile) y en rocas sedimentarias clásticas (Taylor, Calico y Hardshell en USA; Real de Angeles en México) en los que la plata es el principal mineral recuperable. BERGER and EIMON (1982) y

TAB. 15: Clasificación estructural de los depósitos de plata del Perú \*

Estructura	Producción Plata, %1983	Ejemplos
Venas	59.8	Casapalca, Julcani, Morococha, San Cristóbal, etc.
Estratos (Mantos)	12.2	Uchucchacua, Brocal.
Cuerpos Irregulares	22,9	Atacocha, Cerro, Raura.
Pórfidos de Cobre	5.1	Toquepala, Cuajone.

\* Simplificado de Engineering and Mining Journal, V. 185, No. 8, August, 1984.

BONHAM Jr and GUILLES (1983) entre otros autores, describen las principales características de depósitos epitermales, en los que la plata puede llegar a ser el principal mineral.

WASTON (1983) presenta una clasificación de los depósitos de plata de bajo tenor - gran tonelaje, los que divide en dos categorías: (1) diseminados, y (2) estovercas (stockwork). Las dos categorías pueden estar, algunas veces, espacial y genéticamente relacionadas.

#### 13.3.4. PROSPECCION

En términos generales, las técnicas para prospectar depósitos de plata u oro-plata epitermales son las mismas utilizadas para prospectar oro, descritas en este informe. En la prospección geoquímica de depósitos de plata, los elementos comúnmente analizados en muestras de sedimentos y suelos, son Pb, Cu, Zn, Hg, Ag y As. De éstos, el plomo es el más importante, dado que el contenido de plata, regularmente está por debajo del límite de detección de la mayoría de los métodos analíticos.

En los depósitos de cobre, plomo y zinc, donde la plata se obtiene como subproducto, las técnicas de prospección están controladas por las usadas normalmente para detectar dichos metales básicos, descritas en los capítulos correspondientes.

### 13.4. EXPLOTACION

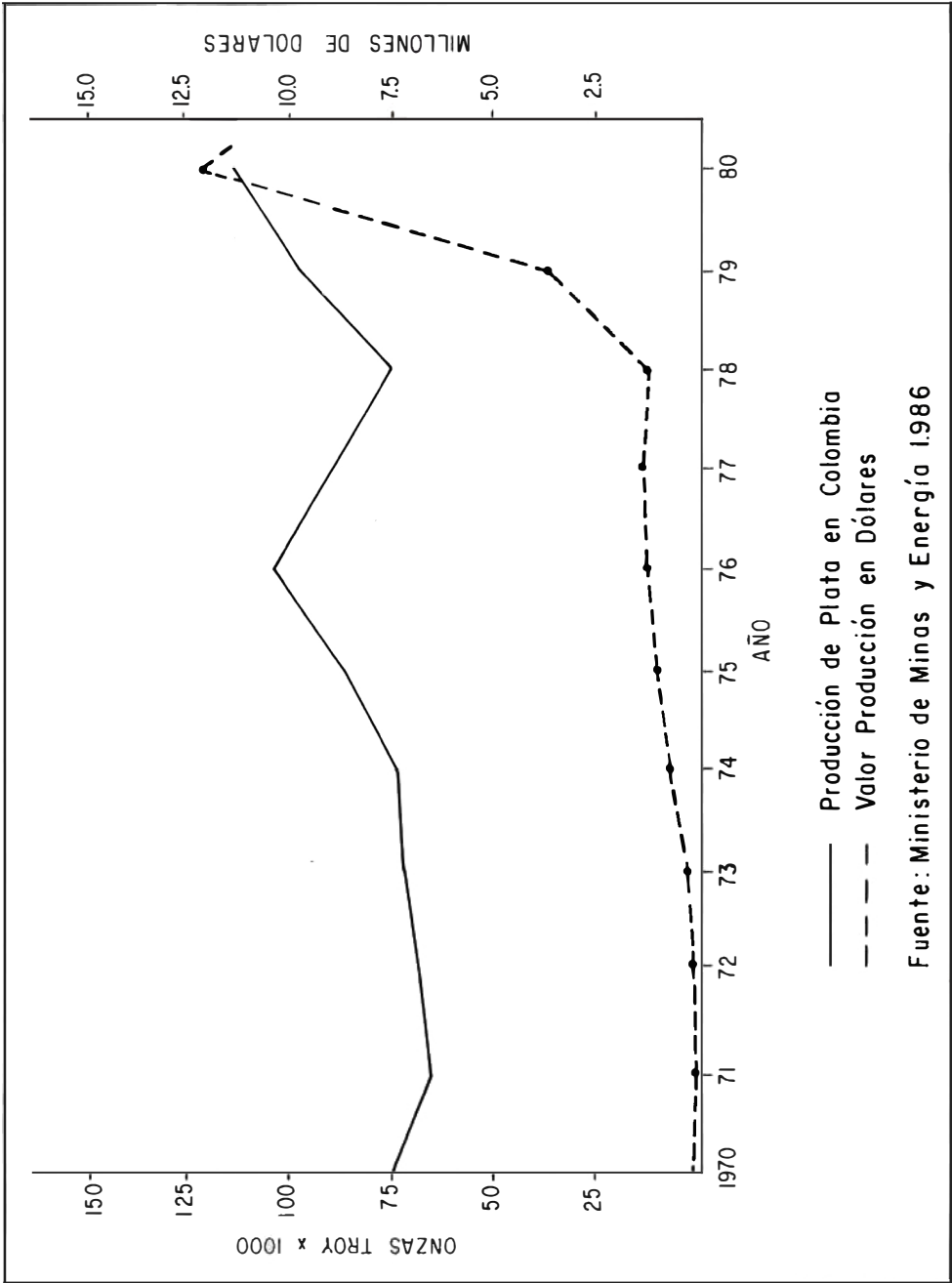
Los depósitos de plata, sea éste el producto principal o un subproducto, se explotan por medio de una variedad de métodos, que dependen de la forma del depósito, su tamaño, topografía, profundidad, etc. En términos generales, los depósitos diseminados se explotan por el método de tajo abierto; en los depósitos de venas y filones (lodes) se utilizan los métodos subterráneos tradicionales.

### 13.5 METALURGIA

Tradicionalmente la plata se ha recuperado por copelación o amalgamación. Varios procesos (Augustin, Patio, Patera, etc.) han sido utilizados en diferentes épocas (AGETON, 1970), los que se escogen según la mineralogía de cada depósito. En los depósitos de plomo-plata, ésta se recupera generalmente por el proceso Parkes, que consiste en agregar zinc al material fundido; al enfriar la mezcla, se forma una aleación casi insoluble de zinc-plata, fácilmente separable, la que sometida a copelación, libera la plata.

### 13.6. PRODUCCION NACIONAL

La producción de plata en Colombia es muy escasa como se puede apreciar en la Figura 10. La plata comúnmente ha sido un subproducto en la explotación de oro de filón, extraída principalmente de las minas de Vetas y California en Santander, las minas de Segovia y Remedios en Antioquia y las de Marmato en Caldas. En algunos sectores se aprecia un contenido mayor de plata como en las minas La Mariela en Caramanta, La Estera en Buriticá, La Cancana en Yolombó y Amalfi, localizadas en el Departamento de Antioquia. Además se pueden mencionar la mina Echandía en Marmato, Caldas y la mina de Las Nieblas en Salento, Quindío. Es notoria, en el gráfico de la Figura 10, la relación en las producciones de oro y plata donde existen máximos en 1976 y 1981.



Fuente: Ministerio de Minas y Energía 1.986

F G Producción de plata en Colombia entre 1970 y 1980.

## 14. REFERENCIAS

- AGETON, R.W., 1970.- *Silver*, in: Mineral facts and problems, U.S. Bureau of Mines. Bull 680, p. 723-737.
- ALBERS, J.P., ETAYO, F., et al., 1983 - *Evaluación de los Recursos Minerales no Combustibles de Colombia*. Publ. Geol. Esp. Ingeominas (Bogotá) 14-II, pp. 1-55.
- ALVAREZ, J., 1986.- *Exploración y prospección de placeres*, en: Memorias del Primer Taller Latinoamericano sobre Oro Aluvial, Medellín, Colombia, p. 1-72.
- ARANGO, J.L y PONCE, A., 1980.- *Reseña explicativa del Mapa Geológico del Departamento de Nariño*. Inf. 1818. Ingeominas, Bogotá, 40 p.
- BANCO DE LA REPUBLICA, 1984.- *Producción de oro, plata, mineral de hierro y sal* (Tab). Revista del Banco de la República, Vol. LVII, No. 686, p. 126.
- BARRERO, D. y VESGA, C.J., 1976. *Mapa Geológico del Cuadrángulo K-9 Armero y parte sur del J-9 La Dorada*. Ingeominas.
- BERGER, B.R. and EIMON, P.I., 1982.- *Comparative models of epithermal silver-gold deposits*. AIME Preprint 82-13 SME-AIME mtg Dallas, Texas.
- BONHAM, H.F. Jr., 1983. *Characteristics of bulk-mineable gold-silver deposits in cordilleran and island arc settings*. Nevada Bureau of Mines. 16 p.
- BONHAM, H.F., Jr. and GUILLES, D.L., 1983.- *Epithermal gold-silver deposits: the geothermal connection*. Nevada Bureau of Mines. 15 p.
- BOYLE, R.W., 1979.- *The Geochemistry of gold and its deposits*. Geological Survey Canadian Bulletin 280, 584 p.
- BUENAVENTURA, J.A., 1975.- *Ocurrencias minerales en la región norte del Departamento del Tolima*. Inf. 1688, Ingeominas. 397 p.
- BUITRAGO, C.J., y BUENAVENTURA, J. A., 1975.- *Ocurrencias minerales en la región central del Departamento del Tolima* Inf. 1698. Ingeominas. 503 p.
- CACERES, I. y RAMIREZ, Y., 1985.- *Estudio para la Formulación del Plan Nacional de Desarrollo Minero*. Instituto de Estudios Colombianos, Informe interno del Ministerio de Minas y Energía. 526 p.
- DRAKE, H.J., 1982.- *Silver*, in: Minerals Yearbook, Vol. I, Metals and Minerals. U.S. Dept. of the Interior, Bureau of Mines, p. 751-765.
- ENGINEERING AND MINING JOURNAL, 1984. *Peru's rising silver profile*. V. 185, No. 8, p. 46-49.
- EVANS, A.M., 1980.- *An Introduction to ore geology*. Geoscience Texts, V. 2, ELSEVIER, New York, 231 p.
- GEOGRAFIA UNIVERSAL, 1980. *El Oro*. Edición especial No. 3, 3A editores, S.A., México, 112 p.
- GROSSE, E., 1926. *El Terciario Carbonífero de Antioquia*. 1 Vol., 261 p.
- GUARIN, G., 1971. *Ocurrencias minerales del Departamento de Risaralda*. Inf. 1636, Ingeominas. 66 p.
- HARGRAVES, R.B., 1960.- *A Bibliography of the geology of the witwatersrand System*. Witwatersrand, Econ. Geol. Res. Unit. Inform. Circ. No. 1, 41 p.
- HEYL, A.V., HALL, W.E., WEISSENBORN, A.E., STAGER, H. K., PUFFETT, W.P. and REED, B.L., 1977.- *Silver*, in: United States Mineral Resources, U.S. Geol. Survey Prof. Paper 820, p. 263-275.
- INGEOMINAS, 1986. *Mapa de Terrenos*.
- INGEOMINAS - NACIONES UNIDAS, 1976 - *Programa de Metales Preciosos de las Cuencas de los ríos Atrato y San Juan, Departamentos del Chocó y Antioquia, Colombia*. Informe Técnico.
- INTEGRAL, 1984. *El Oro*. Inventario Minero. Documento Adicional. Estudios para la Formulación del Plan Nacional de Desarrollo Minero. Informe Ministerio de Minas y Energía.
- JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY, 1984. *Estudio preliminar de factibilidad del desarrollo del área El Diamante Paraíso - Bomboná, Departamento de Nariño*. Proyecto de Ingeominas, 191 p.
- LOPEZ, J.H., 1971.- *Ocurrencias Minerales del Departamento de Caldas*. Inf. 1602, Ingeominas, 118 p.
1986. *Estudio sobre la minería de oro en Colombia*. Boletín J.V.H. Fundación Gutiérrez, 27 p.



- LOZANO, H., PEREZ, H. y MOSQUERA, D., 1984.- *Prospección geoquímica para oro, plata, antimonio y mercurio, en los municipios de Salento, Quindío y Cajamarca, Tolima*. Ingeominas. Bol. Geol. Vol. 27 No. 1, 169 p.
- LOZANO, H., 1985.- *Oro y Plata en Colombia- Areas Promisorias*. Memorias VI Congreso Latinoamericano de Geología, Bogotá, Colombia. Tomo III, p. 35-92.
- MILLING, G., GREEN, S. and T., 1986.- *Gold*. Consolidated Gold Fields PLC-London.
- MINING JOURNAL REVIEM, 1985.- *Precious Metals* Publ. Mining Journal, London p. 39.
- MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA, 1986.- *Energía y minas para el desarrollo social*. Memorial al congreso Nacional, 1982-1986. Ministro Iván Duque Escobar. Bogotá.
- OQUENDO, G., 1979.- *Estudio geológico de las mineralizaciones en el área del Guadalupe, Bramadora, Antioquia*. FAC. Minas, Medellín (Tesis de grado, inédito), 171 p.
- OTERO, A. L. y ANGARITA, L., 1975.- *Ocurrencias minerales en el Departamento de Santander del Sur*. Inf. 1686. Ingeominas, 54 p.
- PARK, C.F., Jr., and MacDIARMID, R.A., 1975.- *Ore Deposits*, ed. 3: New York, McGraw-Hill Co., Ind. 522 p.
- PORTA (J. de), 1974.- *Léxique Stratigraphique International* V Centre National de la Recherche Scientifique, París.
- POVEDA, G., 1981.- *Minas y Mineros de Antioquia*. Banco de la República, 175 p.
- PRETORIUS, D.A., 1981.- *Gold, Geld, Gilt: Future Supply and demand: ECON. GEOL.*, V. 76, p. 2032-2041.
- PULIDO, O. H., 1984.- *Areas promisorias para prospeccion depósitos de metales preciosos, en los Departamentos de Tolima, Huila y parte del Viejo Caldas (Colombia)*. Inf. 1934. Ingeominas (Ibagué): 33 p.
- 1985a.- *Proyecto oro diseminado. Fase I: Reconocimiento regional en tres zonas de los Departamentos de Caldas, Quindío y Tolima, Colombia*. Inf. 1947. Ingeominas (Ibagué): 60 p.
- 1985b.- *Proyecto oro diseminado. Fase II: Geología y geoquímica del área de San Antonio, Cajamarca, Tolima*. Inf. 1948. Ingeominas (Ibagué): 84 p.
- RADTKE, A.S., and DICKSON, F.W., 1974.- *Genesis and vertical position of fine-grained disseminated replacement-type gold deposits in Nevada and Utah, USA*, in: Problems of ore deposition. Fourth IAGOD Symposium (Varna): 1: 71-78.
- RESTREPO, V., 1979.- *Estudio sobre las minas de oro y plata en Colombia*. FAES. 259 p.
- RODRIGUEZ, C.J. y PERNET, A., 1983.- *Recursos Minerales de Antioquia*. Ingeominas. Bol. Geol. Vol. 26 No. 3, 116 p.
- RODRIGUEZ, P.A., GIL, G.H., et al., 1985.- *Análisis de los efectos ocasionados por las explotaciones auríferas en la zona de Zaragoza- El Bagre - Cuturú, Departamento de Antioquia*. Ingeominas. Inf. Interno. 54 p.
- ROSAS, H., y MONROY, G., 1978.- *Oro y Plata*, en: Recursos Minerales de Colombia. Pub. Geol. Esp. Ingeominas (Bogotá) 1: 403-427.
- ROSE, A.W., HAWKES, H.E., and WEBB, J.S., 1979.- *Geochemistry in mineral exploration*. Academic Press, New York. N.Y., 658 p.
- SHLEMON, R., 1970.- *Estudio geomorfológico de los aluviones del río Nechí, Antioquia*. Inf. interno para la Pato Consolidate Gold Dredging Co.
- SILLITOE, R.H., 1983.- *Styles of low-grade gold mineralization in volcano-plutonic arcs*. AIME Precious Metals Symposium, Reno, Nevada, 1980. Proceedings, report 36, Nevada Bureau of Mines, p. 52-68.
- SIMONS, F.S., and PRINZ, W.C., 1973.- *Gold*, in: United States mineral resources, Brobst D.A. and W.P. Pratt, eds., U.S. Geol. Surv., Prof. Pap. 820, p. 263-275.
- SINGEWALD, Q.D., 1949.- *Mineral Resources of Colombia*. U.S. Geological Survey. Bulletin No. 964, p. 57-143.
- UTTER, T., 1984.- *Gold Deposits in Colombia-their Metallogenesis and Some Fundamental Facts About Prospecting for Precious Metals*. Mineral Resources and Development. Vol. 20. Institute for Scientific Cooperation, Tubingen, p. 92-108.
- WASTON, B.N., 1983.- *Bulk-Tonnage, Low-grade silver deposits updated 1980*. AIME Precious Metals Symposium, Reno, Nevada, 1980 Proceedings, report 36, Nevada Bureau of Mines, p. 36-41.
- WEST, R., 1972.- *La Minería de Aluvión en Colombia Durante el Periodo Colonial*. Traducción de J.O. Melo Imprenta Nacional, Bogotá, D.E.