4 ASPECTOS GEOLÓGICO-MINEROS

Evaluación geológico-minera [38]

El propósito es evaluar las labores y prácticas adelantadas por los mineros, en los diferentes sitios localizados en la región, detallando el conocimiento que de ellas tienen, las técnicas utilizadas en los avances y estimar una serie de factores inherentes al tema, para formular recomendaciones que conlleven un mejoramiento integral en esta actividad.

Localización geográfica

La zona de estudio está localizada al sur este de Mocoa. Es una franja de suelo paralela y hacia el sur del río Caquetá. Se observaron, secuencialmente, frentes activos de explotación en Puerto Limón, El Jauno y Santa Lucía (**Figura 1**). La capital está asentada en un valle, en los inicios de las estribaciones del flanco oriental de la cordillera central. En sí, es la ciudad capital colombiana más próxima a la llanura amazónica.

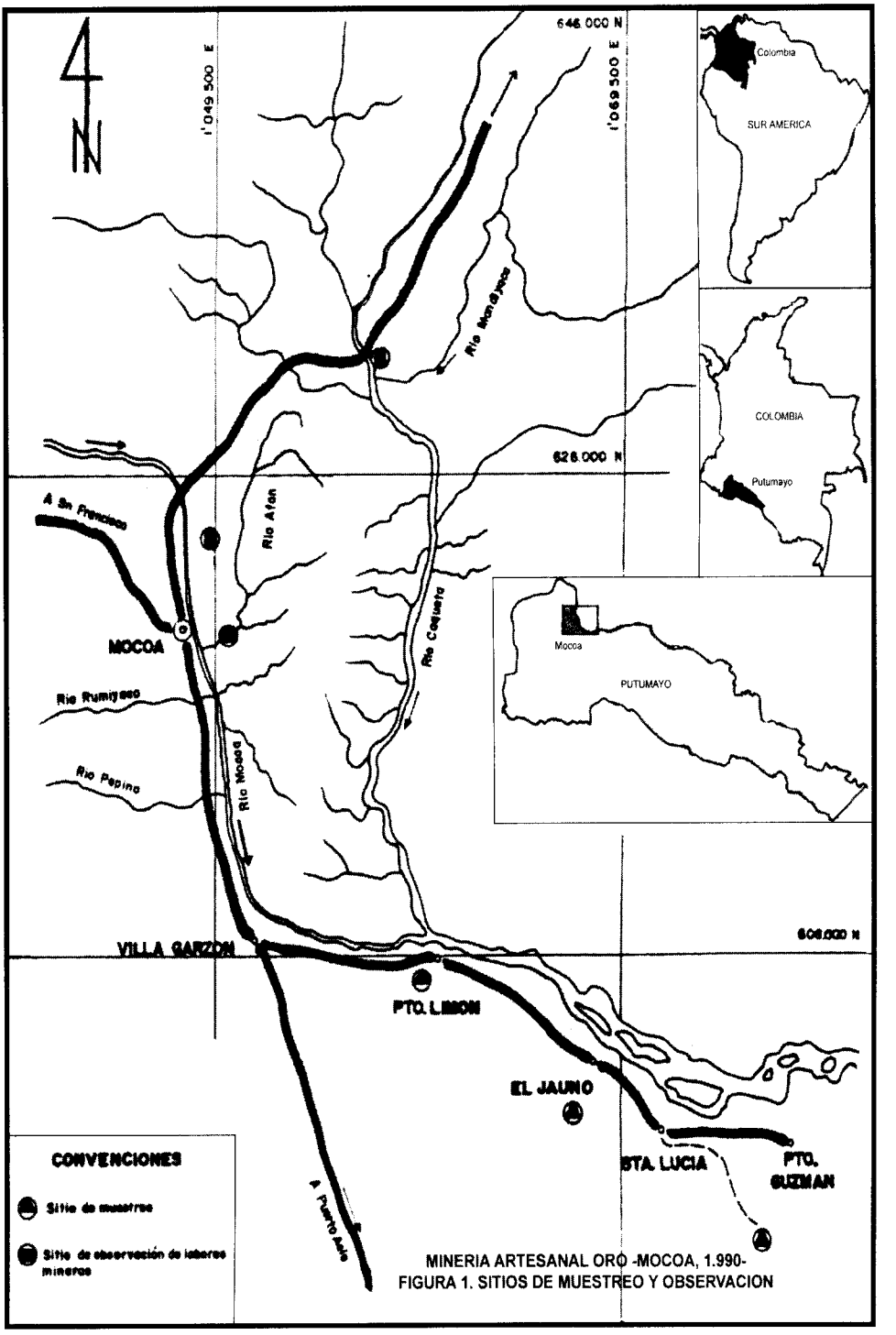
Alcances y limitaciones del estudio

Se hizo trabajo de campo que permitió una inspección visual reiterada del relieve y conocer la topografía del área en compromiso, se analizaron los cortes en la vía, como también frentes abandonados y en explotación de varios entables mineros. Se catearon algunas barrancas y hubo observación minuciosa del material, en los distintos trabajaderos. No se adelantaron apiques, cúbicos ni trincheras. Por lo anterior, los conceptos aquí emitidos se basan en el grado directo de observación, apreciación e inferencias asociadas, en lo que a la parte geológica concierne.

Aspectos geológicos generales

En general, esta franja presenta una disposición de un ambiente fluvial, conformada por sedimentos y la deposición de grandes fragmentos aislados de roca ígnea, material coluvial, aluvial empobrecido en aporte detrítico y por una sobrecarga de suelo rojo limo arcilloso, que descansa sobre un horizonte aluvial, y éste, a su vez, en una roca de arcillolita o peña. El río Mocoa tiene un encañonamiento y pendiente pronunciada hasta Villa Garzón, desembocando más abajo en el río Caquetá, frente a Puerto Limón, lugar donde ya ha suavizado su inclinación y se ha enriquecido en material clástico. La granulometría a lo largo del eje longitudinal del cauce del río Mocoa hasta Puerto Limón, y del río Caquetá, desde Puerto Limón hasta Puerto Guzmán, presenta una curva discontinua, muy rica en cantos de grandes a medianos, y pobre en gravas y arenas.

[38] Realizada con la muy especial participación del Ingeniero de Minas de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Héctor Velasco Vargas.



MINERIA ARTESANAL ORO -MOCOA, 1.990-
FIGURA 1. SITIOS DE MUESTREO Y OBSERVACION

Esta tendencia va cambiando, aguas abajo, al encontrarse una disposición ligeramente más uniforme, situación que favorece la formación de barras o bancos de grava gruesa, atrapadas sobre los montículos de finos, que logran viajar en suspensión dentro del agua.

Se observa, también, una serie de ensanchamientos del río, grandes islotes, con vegetación establecida y fatiga en su curso, que lo obliga a la formación de sucesivos meandros. Paralelas al río están las vegas conformadas por un manto de limos orgánicos de apreciable espesor (0.5 a 1.5 metros en promedio), que suprayacen a un aluvión plano y bien gradado. Ellas son periódicamente inundadas y empañetadas cada vez, al retirarse las crecientes. Con un nivel superior se encuentran las terrazas que rematan en forma de una meseta amplia y con un suave declive, con apariencia de contener potentes acuíferos en su seno o en sus cercanías, compuestas por típico material dejado por cursos de ríos de tamaño medio y por algunas grandes rocas que se encuentran en su superficie (véanse las **Figuras 2, 3 y 4**).

En relación con la colina, esta parece ser la cola o continuidad de las faldas del piedemonte que está al frente, entre Santa Lucía y El Jauno, y que fue cortada (la falda) por el río Caquetá, a través del tiempo, y presenta este perfil: a) Capote o sobrecarga: limo-arcilloso de 1 a 9 metros de potencia, b) Mina: aluvión de 0.5 a 4 metros de potencia, y c) Peña: arcilla amarilla dura, con costras de oxidación (arcillolita).

> *«El complejo ígneo de Mocoa está localizado al sur del Macizo Colombiano, donde las cordilleras Oriental y Central forman una sola cadena montañosa. Por lo tanto, se dificulta establecer el ambiente geológico de Mocoa, como correspondiente a una u otra cordillera. No se conoce, en detalle, la geología en esta parte sur de los Andes colombianos, y tanto el registro fósil como las dataciones radiométricas son muy escasas o no existen, dificultándose la interpretación correcta de los distintos eventos geológicos.*
>
> *«Este sistema está representado, principalmente, por tobas, brechas volcánicas y lavas de composición ácida a intermedia, granodiorita y cuarzomonzonita del batolito de Mocoa, y por pórfidos de composición variable y brechas hidrotermales, que intruyen las litologías anteriores. El complejo está emplazado en neises cuarzofeldespáticos y anfibolitas de posible edad precámbrica, y sedimentos marinos constituidos esencialmente por calizas y limolitas. Parece existir una relación comagmática entre las fracciones volcánicas intrusivas del complejo»* (Jaramillo, 1980).

Los rasgos descritos hacen suponer que tanto el río, como las vegas, las terrazas y la colina, fueron regados con oro en pequeñas cantidades, como consecuencia de la desintegración y erosión de las rocas presentes, que lo liberaron a través del tiempo, a medida que fueron aventados en alguna época de su formación.

Además, para la colina también se podría presumir su existencia como un suelo autóctono, «in situ», semejando la continuidad de otra colina descendente de la cordillera (la parte de la Bota Caucana), al frente de Puerto Limón, y que va a morir suavemente en dirección de Santa Lucía y Puerto Guzmán, para luego confundirse con el plano de la llanura.

Todos los sitios muestreados quedan sobre la colina, que, en su inicio (Puerto Limón) presenta desde una matriz limo arcillosa (barro gredoso) de gran potencia, con baja concentración de detritos y rocas aisladas, hasta la aparición de una sobrecarga mínima, sobre un suelo aluvial de gravas más finas.

El corte en el talud próximo a un box coulbert sobre la quebrada La Cristalina, entre Puerto Limón y El Jauno, da una idea para la tesis general expuesta, siendo complementada, en cuanto al origen de las pequeñas pepitas de oro contenidas allí, por la similitud en la calidad, tamaño, color y forma de otras muestras obtenidas en el río Caquetá, cerca a la confluencia del río Mandiyaco, en las faldas de Mocoa, en cercanía a la hidroeléctrica abandonada y en el río Afán Medio, frente al Churumbelo.

En resumen, se asume que el oro contenido en la región en estudio, tiene su origen en intrusivos del batolito de Mocoa, que han sido expuestos, meteorizados y arrastrados, tanto por los afluentes de, como por los ríos Mocoa y Caquetá.

Por los datos obtenidos y correlacionando información al respecto, el recurso mineral presente en esta zona en explotación se encuentra en poca cantidad, pero en toda su masa, condición que permite clasificarlo como un depósito marginal.

Zonas de laboreo

Se detectaron tres zonas productivas con métodos, desde artesanal hasta mecanizado: 1) Puerto Limón: minería artesanal, 2) El Jauno: minería de cerro, y 3) Santa Lucía : minería arrastrada.

1. Zona de Puerto Limón (sistema de agua montada o arrimada)

a. Descripción

Básicamente, consiste en aprovechar el agua nacida en un cerro o falda de éste para conducirla directamente por una zanja o acequia, excavada dentro del terreno hasta el barranco que se proponen trabajar o que están trabajando.

El barranco es derrumbado manualmente y el material, apilonado en su base, es arrastrado con el azadón hasta la brecha. Allí se bate en contracorriente, hasta desmenuzarlo lo más posible. La carga, distribuida a lo largo del canalón, es limpiada sacando constantemente el material grueso. Dos condiciones son necesarias para

MINERIA ARTESANAL ORO - MOCOA, 1.990 -

FIGURA 2 CORTE TRAMO VILLA GARZON - PUERTO LIMON

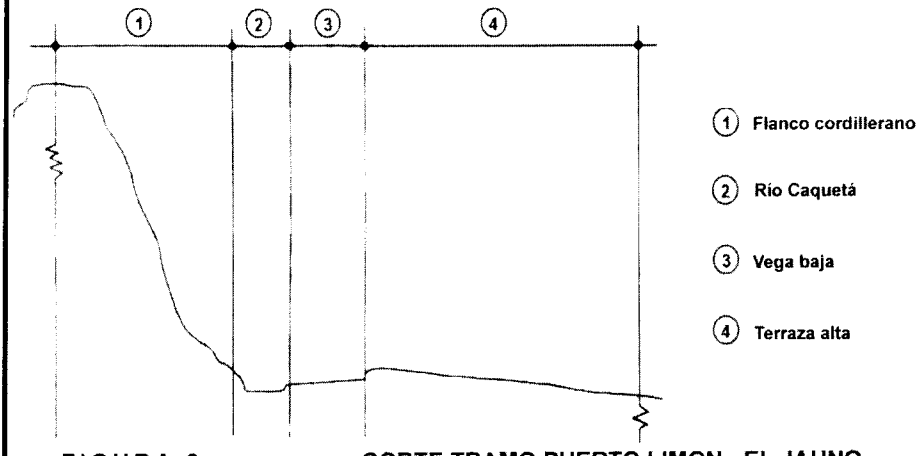


FIGURA 3 CORTE TRAMO PUERTO LIMON - EL JAUNO

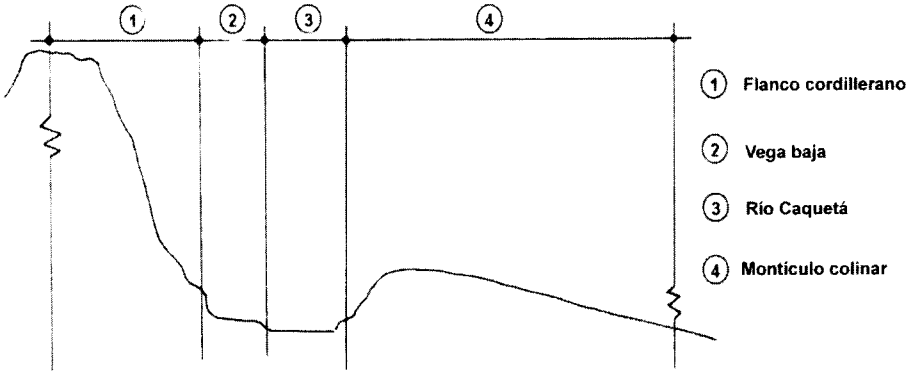
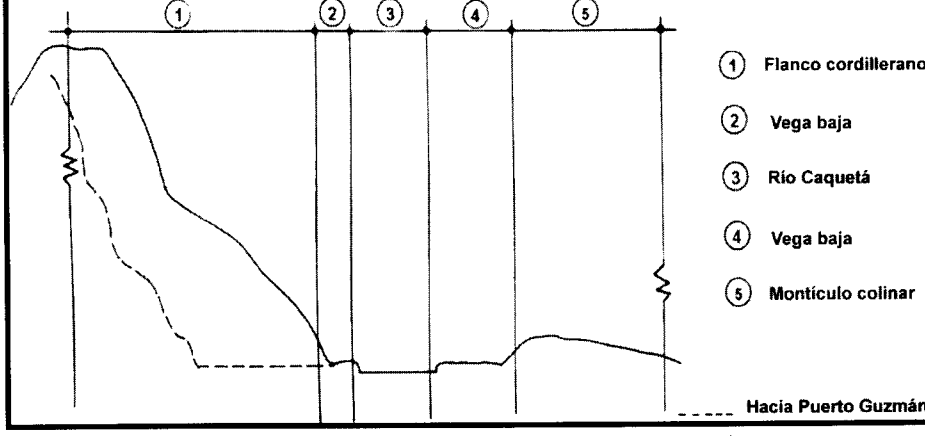


FIGURA 4 CORTE TRAMO EL JAUNO - SANTA LUCIA - PUERTO GUZMAN



poder desarrollar este método: tener un nacimiento de agua, falda arriba, y tener pendiente o caída en el descole. Cuando el perfil del terreno presenta pendientes contrarias a la dirección de la caída natural del agua, es necesario instalar canales de palma de chonta, hasta encontrar nuevamente el terreno y así garantizar el suministro del agua. Cada semana se lava con batea el material dejado finalmente en el lecho de la brecha, para, así, recuperar el oro (**Figura 5**).

b. Herramientas utilizadas

Barras, palas, azadones, cachos, conchas de coco, bateas y canales hechas de corteza de palma de chonta o bombona.

c. Producción

Un frente normal de producción requiere de dos o tres trabajadores, dependiendo del caudal y fuerza del agua bajada. Ellos se reparten las tareas entre preparar el tajo (tumbar, socolar y arrastrar troncos), tumbar barranco, sacar las piedras grandes y batir la masa dentro del canalón. Se labora en jornadas normales de lunes a viernes, mientras que el sábado, una señora hace la tambada y lavada de la semana. Se producen 15 gramos de oro por semana, en promedio, luego de remover de 20 a 25 metros cúbicos de terreno.

d. Costos

Con excepción del trabajo humano y el desgaste normal de las herramientas, no hay otras inversiónes en esta modalidad (**Cuadro 2**).

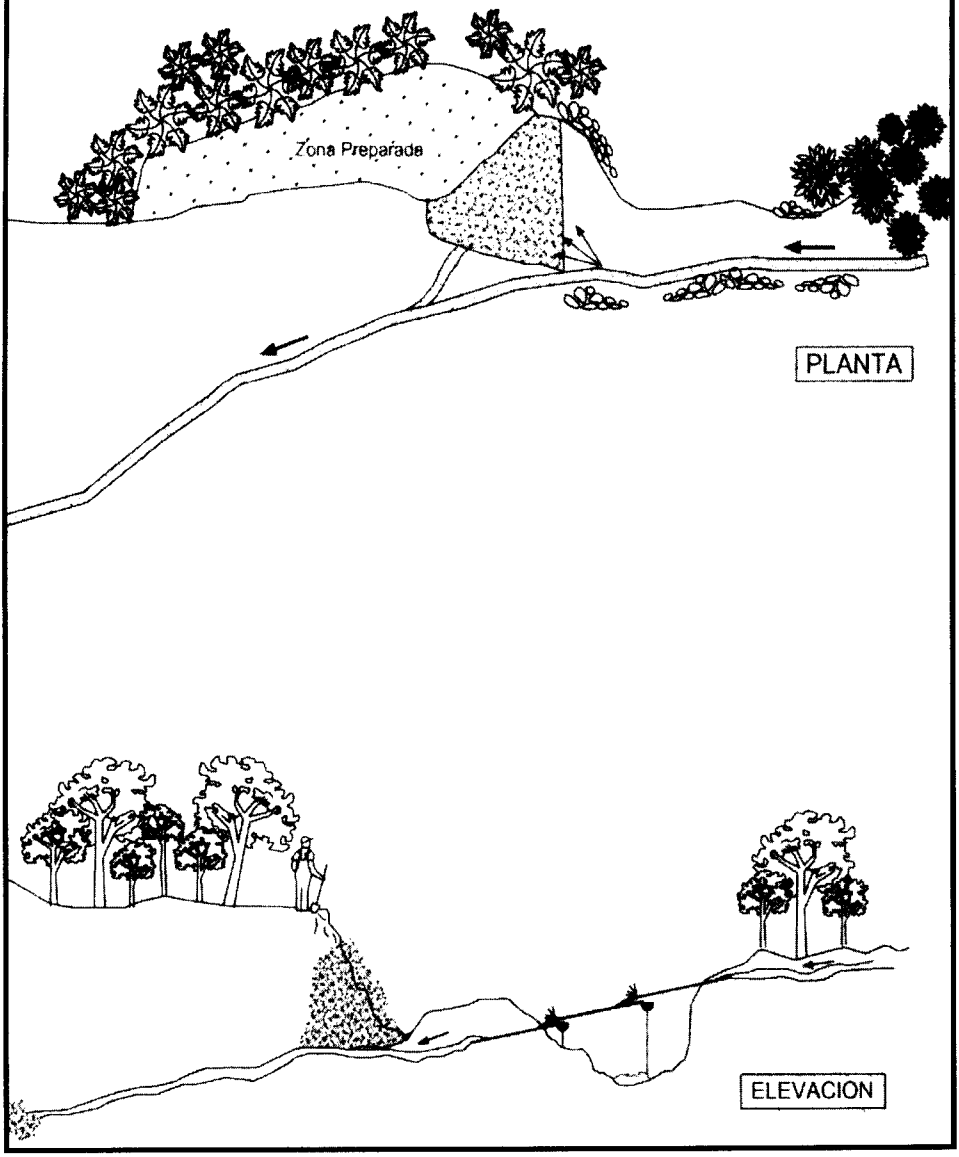
Cuadro 2
Valor promedio en pesos de herramientas para el «entable» en minería artesanal del sistema de «agua montada». Mocoa, 1990. [39]

HERRAMIENTA/UTENSILIO	UNIDAD DE MEDIDA	VALOR UNITARIO $
Barra	Unidad	7.500
Batea	Unidad	5.000
Pala	Unidad	2.000
Azadón	Unidad	2.000
Cachos	Juego	1.000
Concha de coco	Unidad	400
TOTAL	**(-)**	**17.900**

[39] Para conversiones en dólares se recomienda consultar las tablas de tasas de cambio desde 1950 presentadas en el Anexo correspondiente.

MINERIA ARTESANAL ORO -MOCOA, 1.990-

FIGURA 5. PLANTA Y ELEVACION DEL SISTEMA AGUA MONTADA



2. Zona de El Jauno (sistema minería de cerro)

a. Descripción

Es una variante del método anterior, con la diferencia de que aquí el agua no es suministrada por gravedad y sin fuerza, sino que hay que impulsarla por una motobomba desde una fuente que está en un nivel inferior al del frente de trabajo. También se necesita de caída o tonga para garantizar la deposición final de las colas. El barranco es cortado por un chorro de agua a presión que lo ataca en su pata y a ras de la peña, provocando el derrumbe por falseo del bloque. Esta caída ayuda a la desintegración del material, para ser más disgregado por la acción del chorro de agua. Paralelamente, se limpia en forma manual de la carga vegetal y de troncos. Las piedras grandes se lanzan a lado y lado de la brecha, originando montículos o cargueros.

El minero (operador del chorro), rocía el suelo, lo revuelve y bate con el chorro, para luego hacer varias barridas y garantizar que al «canalón de brecha» le entre carga fina y más uniforme. Aquí, nuevamente es limpiada la brecha de los contaminantes que aún quedan. Un trabajador está recorriéndola permanentemente de abajo hacia arriba, arrastrando con los cachos el remanente grueso para lanzarlo después fuera del canalón. Para garantizar un rendimiento económico, la motobomba no debe estar instalada a más de 180 ó 200 metros de distancia del tajo, si es de 16 caballos, y si la manguera no tiene que salvar pendientes pronunciadas. En el caso de que haya que elevar notoriamente el agua y sobrepasar la longitud anotada, es necesario instalar una motobomba de 16 caballos cerca de la fuente, para que le suministre agua en cadena a otra bomba de 9 ó 16 caballos, que será la encargada de romper el barranco.

b. Herramientas y equipo

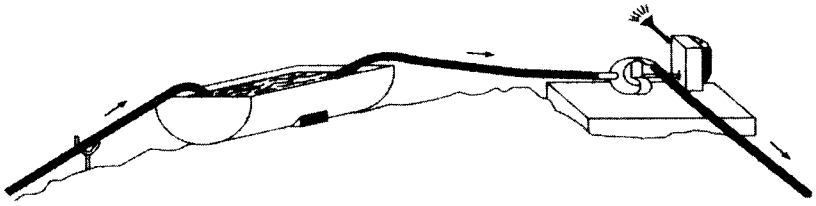
Para la transferencia del agua se usa un tanque gasolinero (caneca) acostado, abierto por un lado, que sirve para almacenamiento provisional. En resumen, este método es utilizado para trabajar cerros o terrenos que permitan botar, por gravedad, el material procesado (**Figuras 6 y 7**). Motobomba, manguera de dos pulgadas, abrazaderas, boquillas, barras, cachos, batea, totuma, manilas, etc.

c. Producción

El entable típico consta de dos motobombas, unos 300 metros de manguera y todos los accesorios descritos. Para operarlo, en promedio se requieren cuatro trabajadores, así: un minero, uno en el frente y dos brecheros. Estos últimos acompañan al del frente, cuando recién cae la barranca. Entre ellos debe haber alguno que entienda de mecánica. De lo contrario, se hace necesario emplear un mecánico fijo.

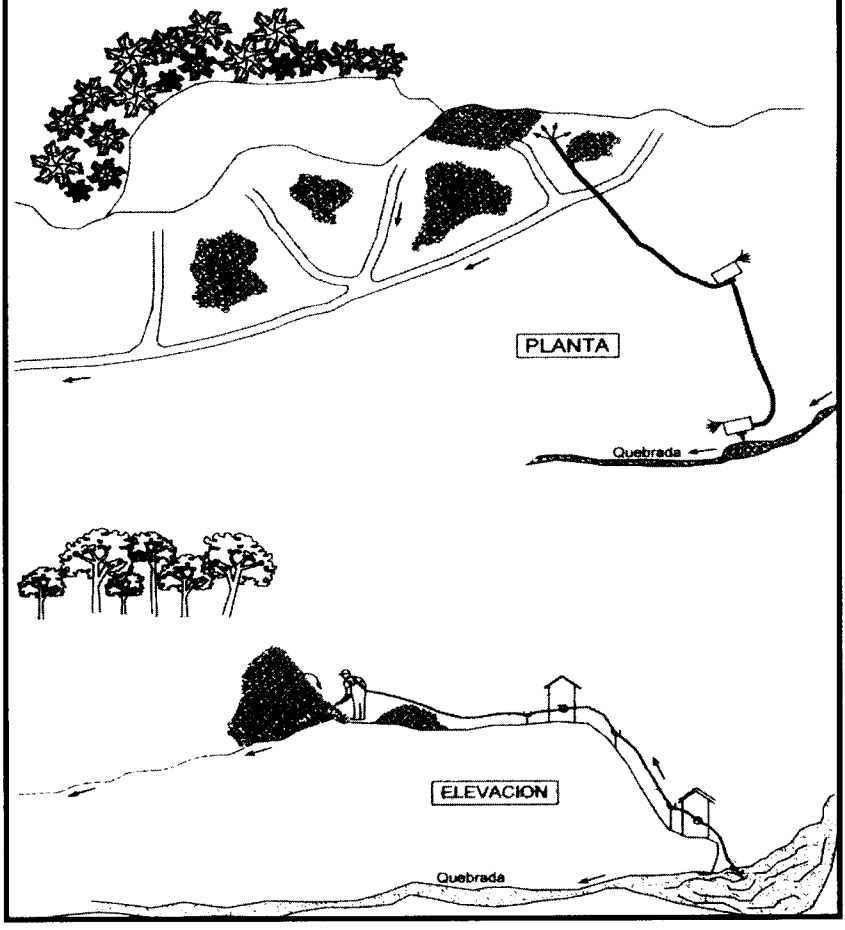
MINERIA ARTESANAL ORO -MOCOA, 1.990-

FIGURA 6. TRANSFERENCIA DE AGUA



MINERIA ARTESANAL ORO -MOCOA, 1.990-

FIGURA 7. PLANTA Y ELEVACION DEL SISTEMA MINA DE CERRO



En verano cavan un pozo donde instalan la chupadera o construyen una tupia (pequeña represa) para almacenar suficiente agua. Se producen, entre 15 y 30 gramos por semana, avanzando en condiciones normales de operación y sin golpes de suerte, que se presentan cuando aparece alguna mancha, mata o cogollo. Es necesario mover, aproximadamente, 60 metros cúbicos de tierra, por semana. Bajo las condiciones de precio, costos y producción, este sistema ha definido un valor límite mínimo de 15 gramos de oro por semana, para no abandonar el corte (se podría asumir como un tenor establecido en peso/tiempo).

d. Costos

Aparte del esfuerzo humano y el deterioro usual de herramientas y mangueras, hay un consumo de un tambor de 55 galones/semana para dos motores y 1/4 de aceite/motor, para un gasto/semana de $24.000, por concepto de combustible: $ 20.000 el tambor más $ 3.000 de aceite y $ 1.000 de transporte. Estos son gastos periódicos y fijos. Los gastos por reposición de repuestos y otros, no están calculados. Sin embargo, en el **Cuadro 3** se detallan promedios de costos de herramientas y/o utensilios de trabajo en este sistema de minería, obtenidos durante el trabajo de campo en septiembre de 1990.

Cuadro 3
Valor promedio en pesos de herramientas y otros para el «entable» completo en el sistema de «minería de cerro». Mocoa, 1990.

HERRAMIENTAS Y/O	UNIDAD DE MEDIDA	VALOR $
Motobomba 9 HP	Unidad	456.000
Motobomba 16 HP	Unidad	555.000
Manguera 2"x300	Metro	120.000
Abrazaderas	Juego	10.000
Barrax2	Unidad	15.000
Pala	Unidad	2.000
Batea	Unidad	5.000
Cachosx2	Juego	2.000
Totuma	Unidad	400
TOTAL	**(-)**	**1.165.400**

3. Zona de Santa Lucía (sistema minería arrastrada)

a. Descripción

Allí existe una explotación minera a cielo abierto, como las anteriores, pero el terreno de avance es muy plano y no es posible lograr directamente el descole o el vertimiento final del desecho, debido a la falta de pendiente natural. Esto ha obligado a los mineros a implementar un mecanismo adicional que les permita sacar la mina.

El sistema tiene las mismas características que una mina de cerro, pero con terreno plano, más una bomba de baja presión con boca y salida ancha, accionada por un motor que succiona el material derrumbado, clasificado y depositado en un foso, que se encuentra al final de la brecha. En el foso hay permanentemente un trabajador que saca todos los materiales grandes (palos, raíces, troncos, hierbas y piedras), que puedan taponar la manguera y atascar las paletas de la bomba. Luego, el material es elevado por la bomba pantanera hasta su altura y la expulsa por su boca de salida, a través de un tubo que al final se incrusta herméticamente en una casilla localizada en la cabeza de un cajón recuperador inclinado, el cual está soportado sobre unos apoyos de madera, garantizando con esta posición un procesamiento continuo, sin taponamiento de la escombrera. La casilla obliga al cambio de dirección del material elevado y el golpe ayuda a su disgregación.

Como no hay adecuada longitud de la brecha ni destongue directo, no es posible recuperar allí los valores auríferos (o su asentamiento por gravedad en la brecha), lo que conlleva al uso obligatorio del cajón de madera o canalón recuperador aéreo. El canalón tiene una longitud aproximada de 5 a 6 metros, equipado con sus aditamentos atrapadores, que son: la frazada de una tela de un costal no tupido, que se coloca directamente sobre las tablas, y, encima de ésta, una malla o parrilla de hierro con retículas figuradas en cuadros o en elipses. La eficiencia de este dispositivo, en relación a la recuperación, se mide por los muestreos hechos al material finalmente botado. Si se observa que hay escape de oro, se modifica la inclinación. Se colocan trampas transversales a la longitud del cajón, instalando palos rollizos cada 30 ó 50 centímetros, cambiando el costal por otro más o menos denso en su tejido, o regulando el caudal de entrada. Se ha previsto que los escombros se depositen en áreas que no vayan a ser trabajadas en el futuro, para no enterrar reservas. Además, para los tres sistemas, el botadero deberá estar siempre en un sitio aguas abajo del suministro (**Figura 8**).

b. Herramientas y equipo

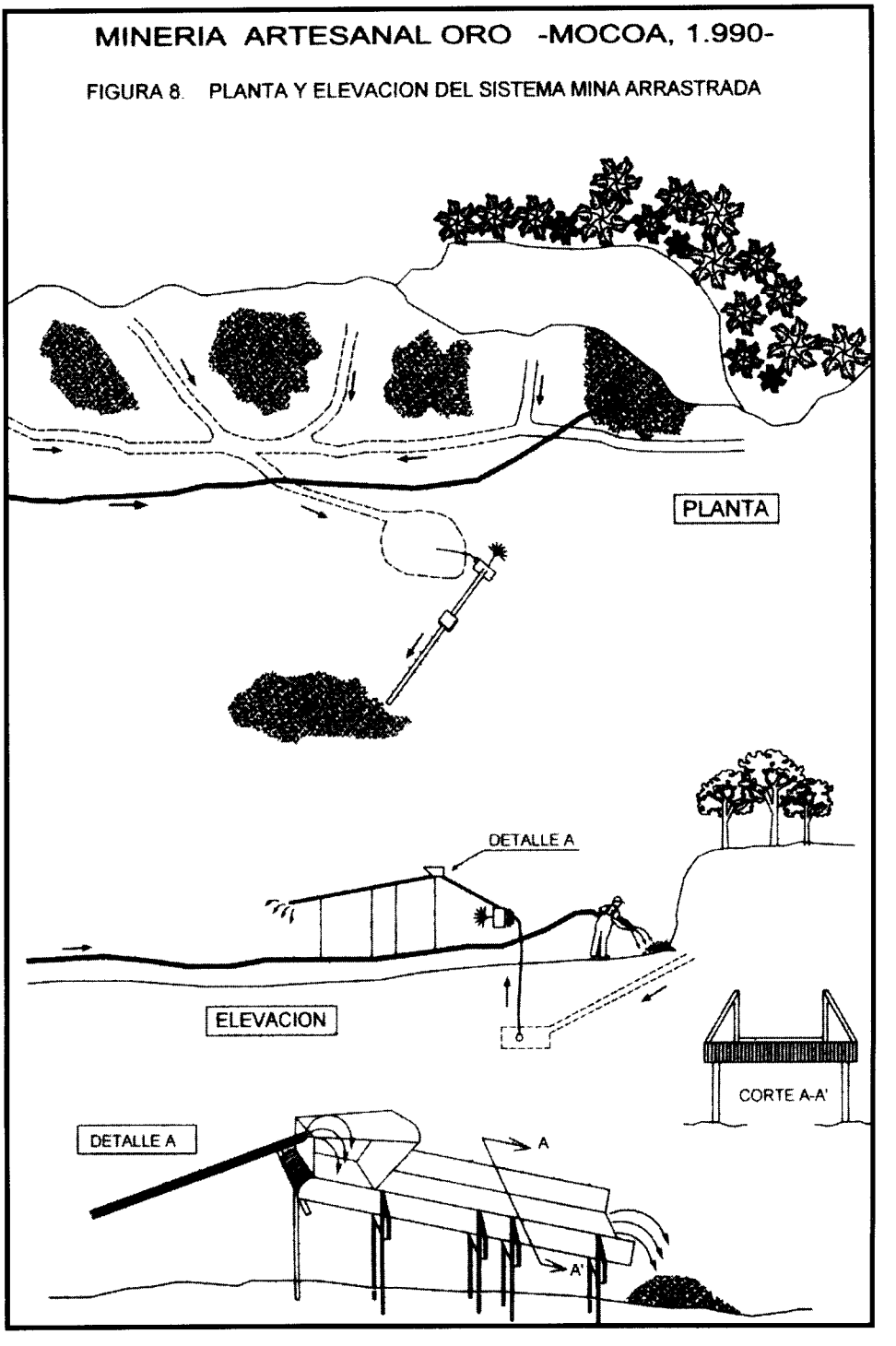
El mismo usado en la mina de cerro, más una granada, una manguera de 4 pulgadas, con alma de acero de 3 a 6 metros, tres abrazaderas grandes, una elevadora hidráulica (bomba pantanera), tubo PVC de 4 pulgadas por 5 metros y un canalón completo.

c. Producción

Se requiere de cuatro trabajadores por unidad productora: un minero, un brechero que también asiste el frente, uno en el pozo para limpieza final y un asistente para las tres máquinas y el canalón.

Por semana se pueden lavar hasta 40 gramos, y con 15 gramos se abandona el frente, por pobre. Hay un volumen promedio de tierra derrumbada, de unos 60 metros cúbicos, por semana.

FIGURA 8. PLANTA Y ELEVACION DEL SISTEMA MINA ARRASTRADA



d. Costos

Operar en esta zona resulta más costoso. Las tres máquinas (dos motobombas encadenadas para desbarrancar y la motobomba pantanera) consumen alrededor de 70 galones de gasolina por semana, o sea 1,3 tambores, 1/4 de aceite por máquina, para un valor total aproximado de $ 35.000 semanales, incluyendo transporte al sitio de labores. Al valor estimado del equipo del sistema de agua montada, se le adicionan otros valores promedio, tal cual como queda expuesto en el **Cuadro 4**.

En todos los métodos usados, antes de iniciar es necesario preparar el lote que van a trabajar, tumbando los grandes árboles, desmontando la maleza y retirando los troncos.

Cuadro 4
Valor promedio en pesos de herramientas y otros para el «entable» en el sistema de «minería arrastrada». Mocoa, 1990.

HERRAMIENTAS Y/O	UNIDAD DE MEDIDA	VALOR PESOS
Manguera (alma reforzada) de 4"x6	Metro	200.000
Abrazadera grande 4"x3	Unidad	12.000
Elevadora pantanera	Unidad	600.000
Tubo PVC 4"x5	Metro	10.000
Canalón completo 16"x6	Metro	25.000
Subtotal	**(-)**	**847.000**
Entable minería cerro	**(-)**	**1.165.400**
TOTAL	**(-)**	**2.012.400**

Perspectivas de desarrollo de la actividad minera

La colina se presume pobremente impregnada con oro, pero uniforme, de una extensión apreciable y con buenas aguas, factores que garantizan, para la clase de minería dada, una continuidad en la explotación de esta reserva marginal tal vez por un período mayor de diez años, aun con un incremento moderado del número de unidades productoras en la región.

Esta apreciación se fundamenta en que los frentes antiguos y trabajaderos muy viejos, observados hoy, recubiertos por vegetación y montículos ennegrecidos por el sol, son susceptibles de relaboreo, pero bajo otras condiciones, no usando agua montada sino avanzando con apoyo mecánico.

El agotamiento de la reserva es función de la clase de minería que se impulse, como también el aumento de ella depende de la adición de nuevas zonas que, probablemente, los mineros vayan cateando en sus potenciales trabajos exploratorios. No se sabe si en el plano de la llanura haya posibilidades de continuar.

Desde Puerto Limón hasta Santa Lucía hay una red de quebradas que bajan al río Caquetá. Entre ellas: San Pedro, El Jauno, La Cristalina, El Platanillo, Toroyaco, El Mandur, La Chorrera, El Salado, El Caimán y Pacayaco. Todas ellas, al cruzarlas por los pontones de la carretera paralela al río, se las ve que vienen con sus aguas turbias, como seña de la continua explotación, faldas arriba y en parajes bien adentro.

Es notorio el no uso de cajones de madera o laberintos para la recuperación del oro. Esto se ha dado por cuatro factores: 1) Falta conocimiento de su bondad, 2) Práctica heredada del pasado, 3) El no comercio en la región de parrillas atrapadoras, y 4) El oro sacado es de tamaño grande (1 x 2 mm, en promedio).

Para obviarlo, el cajón recuperador, en estas minas, ha sido reemplazado por la brecha en tierra, con la ventaja de no tener que invertir en su compra, pero con la desventaja de tener que tambar una mayor longitud en cada lavada, como de procesar mayor volumen de arenas negras (jagua), cada fin de semana.

No se usa el mercurio (azogue), porque estrictamente no se necesita. El tamaño de las pepitas es tal que no amerita una amalgamación. Además, porque su precio podría hacer más que antieconómica la explotación.

La eficiencia promedio es más bien baja (para una unidad completa o entable). Razones como falta de observancia en un horario fijo para el laboreo, escasa posibilidad de encontrar oportunamente un determinado repuesto y la falta de previsión de los dueños para asegurarse de ellos, hace que se pierda mucho tiempo y, por consiguiente, se baje la producción.

Establecer un tenor promedio para la colina implicaría ejecutar una red de apiques o perforaciones, con previa localización en un plano topográfico, y conocer el valor en mg/m3 para cada prospección. De esta forma se trazarían polígonos de áreas de influencia alrededor de cada apique. La suma de volúmenes y el tenor promedio de los apiques permitirían conocer el tenor medio de la reserva.

Todo esto haría parte de una buena propuesta para adelantar otro estudio en profundidad, desde este punto de vista.

Efectos e impactos ambientales

Es evidente que toda explotación minera a cielo abierto requiere de la remoción de biomasa al talar los árboles y de suelo orgánico (descapote) para poder sacar la cinta que contiene los valores.

Sin embargo, los destapes actuales en la zona de estudio, pueden ser controlados desde el punto de vista de conservación de los ecosistemas, por razones como las siguientes:

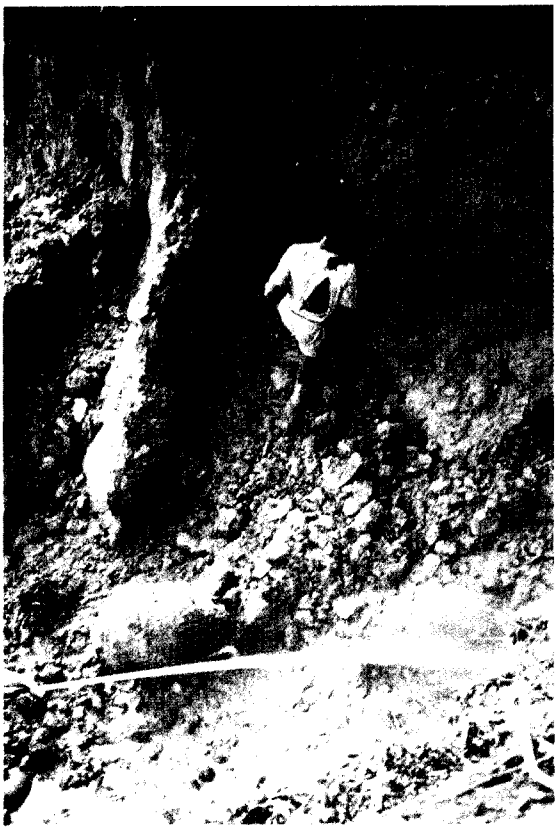
- Movimiento de bajos volúmenes de material.

- La matriz es limo arcillosa roja, material que aunque se disgregue, sigue conservando sus propiedades plásticas, ocasionando apelmazamiento de las colas en algún lugar de su recorrido, antes de alcanzar la quebrada o el río.

- Lo anterior indica que al río no se vierten grandes volúmenes de sedimentos sólidos. Lo poco que llega hace parte de la suspensión coloidal dentro del agua enrojecida, turbia o sucia.

- Al ser expulsados, los cargueros (arrumes de piedra a lado y lado de las brechas) salen acompañados de material cohesivo y orgánico, posibilitando, nuevamente, el nacimiento de vegetación.

- En el área de estudio no se utiliza el mercurio para el amalgamamiento del oro, lo cual constituye merma en la lesión al ecosistema regional.



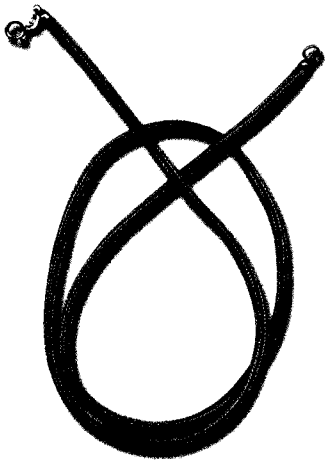
13

14

15

13 Romper el barranco, horadar la peña, son tareas que se hacen con barra, pica y un potente chorro de agua, servido por motobombas de 9 ó 16 caballos. La boquilla en la punta de la manguera, manejada con maestría, permite cortar la tierra y desprenderla: es la mina de cerro en el puro frente de trabajo, hacia abajo queda el canalón.

14 Y en el canalón los hombres deben esforzarse durante largas horas en posiciones que les permita sacar piedras, ramas, cogollos, material de desecho, y batir esa mezcla de barro para que este se vaya y quede solamente el objeto de toda esta lucha: el oro.



15 Pocos mineros de esta zona usan el canalón de madera. Parece ser que el tamaño de los gránulos del oro no hace indispensable una trampa distinta a la del canalón de tierra con sus traviesas y su batuqueo hacia uno y otro lado. El canalón de madera no es apetecido, a pesar de sus bondades: muchas de las colas, que llevan oro muy fino en tamaño, se quedan atrapadas en las telas de costal cebollero, superpuestas sobre mallas metálicas.