

Exploración geoquímica de los recursos auríferos en el sector de Saloa (Chimichagua), Cesar

Geochemistry exploration of the auriferous resources at Saloa's sector, Chimichagua, Cesar

COLCIENCIAS TIPO 5. REPORTE DE CASO

RECIBIDO: MAYO 12, 2014; ACEPTADO: JUNIO 28, 2014

Calixto Raúl Ortega Montero¹
caliortega@hotmail.com

Dino Carmelo Manco Jaraba²
dino_manco@hotmail.com.co

Elías Ernesto Rojas Martínez¹
elias.rojas@telecom.com.co

Sociedad Colombia de Geología (1)
Fundación Magdalena (2)

Resumen

En el desarrollo de la exploración geológica para metales preciados en el sector de Saloa, municipio de Chimichagua, se adelantaron acciones pertinentes a establecer el potencial aurífero en los aluviones presentes, determinar el carácter primario de las mineralizaciones en las rocas aledañas, efectuar la selección de áreas promisorias, delimitando su geometría, y finalmente establecer estrategias futuras de exploración. La cartografía adelantada permitió reconocer las unidades geológicas aflorantes en el área, como el trazado de la Falla Bucaramanga – Santa Marta, de carácter regional, con una dirección NW – SE, la cual probablemente condiciona la presencia de los depósitos aluviales auríferos. Se implementó una malla sistemática de muestreo en la llanura aluvial. Las muestras fueron concentradas en batea para su posterior análisis químico. Muestreos adicionales se realizaron sobre rocas y sedimentos activos en los drenajes presentes. Los resultados obtenidos permitieron detectar la existencia de zonas de alteración hidrotermal, discreta diseminación de sulfuros, costras de limonita, estableciéndose como la posible fuente del oro aluvial presente. Los concentrados de batea revelaron la presencia de oro en el 15% de las muestras, sin una distribución geográfica homogénea, confirmando la existencia de una anomalía geoquímica con concentraciones variables en los aluviones del área de Saloa.

Palabras Clave

Anomalía geoquímica; concentrados de batea; llanura aluvial; red sistemática de muestreo.

Abstract

In the development of the geological exploration for precious metals in the Saloa's sector, municipality of Chimichagua, pertinent actions were taken to establish with increased certainty the auriferous potential in the present alluvions, determining the primary character of the mineralization in the bordering rocks, making selection of promissory areas, delimiting its geometry and finally establishing future strategies of exploration. The geological mapping allowed identifying the geological units outcropping in the area, like the layout of the NW – SE Bucaramanga – Santa Marta's fault of regional character who probably conditions the presence of the auriferous alluvial deposits. A systematic net of sampling at the alluvial plain was established. The samples were concentrated with *batea* for their posterior chemical analysis. Additional samplings were made on rocks and active sediments in the present drainages. The obtained results allowed detecting the existence of zones of hydrothermal alteration, discreet dissemination of sulfides, limonite's scabs, which were established as the possible source of the alluvial gold. The *batea* concentrates revealed the presence of gold in 15% of the samples without a homogeneous geographical distribution, confirming the existence of an anomaly geochemistry with variable concentrations in the alluviums of Saloa's area.

Keywords

Anomaly geochemistry; alluvial plain; batea's concentrate; systematic net of sampling

Los autores desean expresar sus agradecimientos, al Capítulo Cesar Guajira de la Sociedad Colombiana de Geología y a la Secretaría de Minas del Departamento del Cesar.

I. INTRODUCCIÓN

Mediante el convenio suscrito en 1996 entre Ecocarbón y la Gobernación del Cesar se estipuló el *Plan de Ordenamiento y Desarrollo del Departamento del Cesar* (Agemces, 1996). Este plan recomendó un proyecto de prospección geológica para el municipio de Chimichagua, en el corregimiento de Saloa, donde habían sido reconocidas manifestaciones de oro aluvial.

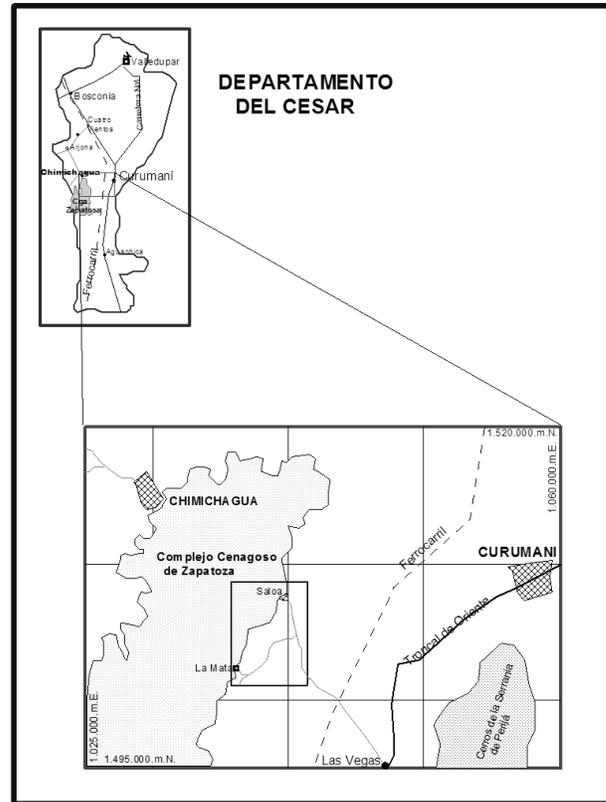
En desarrollo de esa recomendación, Impro Ltda., adelantó un estudio preliminar en 1998 bajo el auspicio del Departamento del Cesar, con la intención de precisar el carácter y la potencialidad de dichas manifestaciones. Este, por ser preliminar, solo determinó el carácter de las rocas huéspedes de esta mineralización, comprobó la existencia de una *anomalía geoquímica* y recomendando estudios geoquímicos de rocas y suelos en un área más amplia para poder determinar así su real potencial. Lo anterior fue el fundamento para la celebración del Convenio 357 de 2004, suscrito entre la Gobernación del Cesar y la Sociedad Colombiana de Geología, cuyo objetivo central es la ejecución del proyecto de exploración geológica de metales preciosos en el Departamento del Cesar, Fase 1, sector Saloa, Chimichagua, Cesar. La presente investigación ha sido extraída de ese trabajo e incluye las ejecuciones efectuadas y sus estrategias futuras de exploración.

El área está ubicada en las estribaciones de la Cordillera Oriental, en el extremo norte, a la altura de los Municipios de Pailitas, Curumani y Chimichagua, en el Departamento del Cesar. El flanco oriental del proyecto está representado por la Cordillera Oriental; su extremo norte y occidental limita con la Ciénaga de Zapatoza, en el Corregimiento de Saloa, y su parte sur con la población de Pailitas (Figura 1).

A. Geología

El área está localizada en la parte más septentrional de la cordillera Oriental; está constituida por rocas metamórficas y sedimentarias cuya edad está comprendida entre el Precámbrico – Ordovícico y el Terciario Superior. Son fácilmente identificables dos sectores: el oriental, de relieve topográfico expresivo, donde afloran las rocas más antiguas, *gneísses*, esquistos, filitas y volcanos, sedimentarios de edades que van desde el Precámbrico – Ordovícico hasta el Jura – Triásico; y el occidental, en la planicie del Cesar, que corresponde a las partes plana y semiplana, rellenadas por sedimentos de las Edades Terciaria y Cuaternaria (IGAC, 1996; Ecocarbón – Corpocesar, 1996).

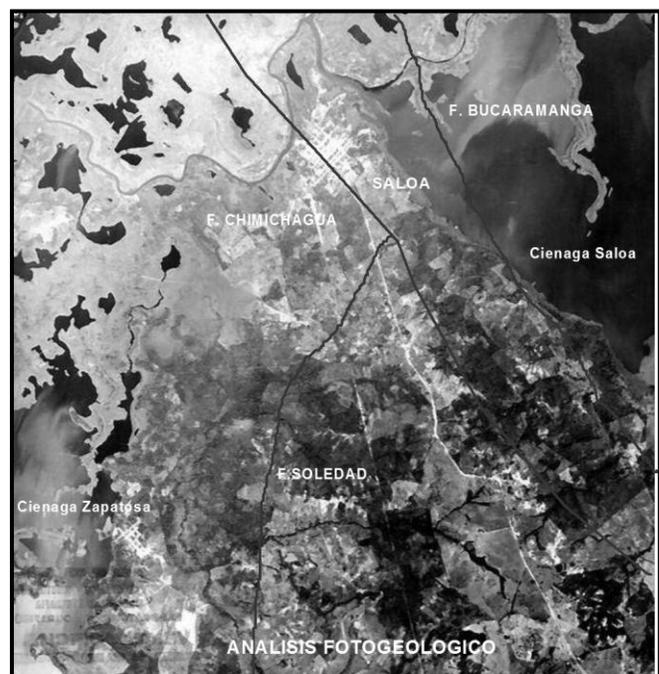
Figura 1. Localización del área de estudio



B. Fotogeología

Se realizó un análisis fotogeológico de las unidades de rocas y estructuras mayores presentes, empleándose las fotos áreas, identificándose rasgos de estructurales, al igual que unidades litológicas.

Figura 2. Análisis fotogeológico



Vuelos	Sobres	Año	Fotos
C2434	S 35881	1991	215-218
C2498	S 36516	1992	169-172
C2506	S 36588	1993	79-82

Posteriormente, con control de campo mediante perfiles transversales, se pudo constatar las unidades estratigráficas presentes, tomando como base la nomenclatura expresada por Ingeominas para la información geológica regional (ver Figura 2).

C. Litoestratigrafía

Gneis de Bucaramanga (Peb)

Esta unidad aflora dentro del área de estudio, en la Finca El Recreo, El Jairo; en este sector el gneis se encuentra con alto grado de meteorización, está constituida por gneisses cuarzo feldespático, hornbléndico – biotítico, presenta una estructura bandeada, con diques de cuarzos con un rumbo N30°W y un buzamiento S70°E. Se encuentra a manera de una delgada franja y un buzamiento S70°E, en la Finca El Recreo, en contacto fallado con los metasedimentos de la Quebrada La Virgen.

El nombre de *gneiss de Bucaramanga* fue propuesto por Ward et al., en 1971 y 1973, para un conjunto de rocas metamórficas que afloran al oriente de la ciudad de Bucaramanga, y es considerado como un paraneis o un gneis pelítico. Se le asigna una edad precámbrica 940 +/- 5 m.a., por dataciones radiométricas de K/Ar en hornblenda.

Unidad metasedimentaria de la Quebrada La Virgen (Pzmv)

Se trata de una secuencia de metarenitas grises de grano fino o medio, metalimolitas grises verdosas localmente rojizas, filitas gris verdosas o violáceas, metaconglomerados de color gris claro a rosado y metalodolitas grises a gris verdoso. En el km 6 de la carretera que conduce de la localidad de Las Vegas a Curumaní, Finca Buena Vista, se encontró una secuencia de 70 m de esta unidad, constituida por una secuencia de cuarcitas, filitas grises verdosas con foliación, micaceas; diques y venas de cuarzo lechoso, los diques presentan un rumbo N32°W, buzamiento 30°NE.

Royero (1997), en estudios de Ingeominas, sitúa la secuencia metasedimentaria de la Virgen en el Silúrico y la correlaciona con los metasedimentos de Manaure.

Complejo intrusivo - extrusivo (Jlg- v)

Esta unidad se encuentra aflorando como cinturón

continuo y a manera de apófisis, al este de la vía Pailitas – Curumaní, Km 14 desde Pailitas, y en el sector de Guaimaral al norte, hasta las Sabanas de los Entierros por la vía que conduce a la localidad de Zapatosa en el sur; en los alrededores del Arroyo Guaimalito al oriente de la vía Las Vegas – Saloa, y en la localidad de El Trébol.

Se encuentra constituida por una roca ígnea intrusiva cuarzodiorítica de composición ácida, compuesta principalmente por cuarzo, plagioclasas y feldespatos alcalino (ortoclasa), moscovitas como mineral accesorio, de estructura fanerítica. En algunos sectores, como en el sur, se encuentra meteorizada; hacia el norte y en la localidad de El Trébol, esta roca se encuentra en contacto con la roca ígnea extrusiva, contacto que también se observa en la vía Saloa – Las Vegas en cercanía de Guaimaral. Esta roca extrusiva fue clasificada por análisis micro petrográfico como un pórfido andesítico, donde la goethita (30%) y la plagioclasa (40%) constituyen los minerales más abundantes, la goethita es de hábito esferulítico donde se aprecian bandas de intercrecimiento *zonación*.

Su origen muy posiblemente es de la alteración de silicatos férricos y magnésicos. La plagioclasa aparece como pequeños cristales tabulares 0,2 mm dentro de la matriz, hay presencia de fenocristales de Sanidina (20%), tabulares euhedrales de (1.5-2 mm) de longitud con maclado Carlsbad simple, en menor proporción (7%) fenocristales euhedrales de Nefelina de 0.7-1 mm de diámetro, el (3%) restante está representado por minerales opacos. Se considera la goethita como alteración de piroxenos, clinopiroxenos y algunos olivinos.

En algunos sectores esta roca se torna de coloración verdosa debido a la presencia de malaquita, se presenta además una roca piroclástica constituida por agregados no clasificados de granos angulosos asentados en una matriz argilácea de color castaño oscuro, efervesce en contacto con el HCl, los fragmentos son partículas de 0.05-1mm de diámetro; composicionalmente contiene: 13% de feldespatos, 25% de fragmentos de cuarzo, 30% de cemento argilácea ferrosa, 25% de cemento carbonatado de segundo orden y 7% de opacos y material metálico; según Castro (1989) se le denomina *tuff de ceniza*, presenta una coloración de color rosado violáceo, se le pueden observar cristales de cuarzo dentro de una matriz afanítica, rellenando estructuras vacuolares.

Esta unidad se encuentra cubierta de manera discordante por sedimentos Cuaternarios.

Unidad La Quinta Volcanoclástica (Jqv)

Esta unidad se encuentra aflorando paralela a la vía Curumaní – Pailitas, margen derecha, como un cuerpo continuo, caracterizándose por una geomorfología abrupta de altas pendientes. Está constituida por: tobas cristalinolíticas, lodolitas y arenitas, cubiertas por una alternancia de arenitas tobáceas, lodolitas y arenitas rojo grisáceo, seguidas por arenitas intercaladas con arenitas tobáceas y lodolitas; a continuación se observan tobas y cristalinolíticas alternadas con lapillitas conglomerados capas aisladas de lodolitas, conglomerados lodosos y lavas; continúan lavas predominantemente dacíticas que varían a andesíticas, silos pseudoestratiformes cruzan la sección anterior, son macizos sin estructura de flujo, texturalmente porfíricos con gran variedad de tamaños en los fenocristales, su composición varía de andesita a andesita basáltica y basalto, predominando la primera. Hacia el techo de la unidad afloran rocas efusivas pseudoestratificadas de composición riolítica y riodacítica de color rosado a rosado grisáceo, con esporádicas intercalaciones de tobas cristalinolíticas, rosado grisáceo, que varían a lapillitas y aglomerados.

Las facies de la unidad volcanoclástica indican una sedimentación continental – epicontinental fuertemente influenciada por un volcanismo explosivo andesítico de intensidad fluctuante, que alcanzaría un paroxismo a finales del Jurásico medio; la Edad se ha establecido indirectamente con base en sus relaciones estratigráficas, ubicándola en el Jurásico medio, aunque podría extenderse hasta el Jurásico superior (Clavijo, 1996).

Esta unidad se encuentra en contacto fallado con los metasedimentos de la Quebrada La Virgen y hacia el norte en cercanía a Curumaní en contacto discordante con depósitos Cuaternarios.

Sedimentitas de Arjona (Tpa)

Se encuentra aflorando, a manera de pequeños cuerpos aislados en los sectores de la Vereda Los Mangos, Mata de Guillín, Guillín Viejo, en cercanía a la localidad de Soledad, al sur del Corregimiento de La Mata, en la Vereda El Castillo, en la Quebrada La Peña, en la vereda el Amparo, en la intersección de la línea férrea y la vía Saloa – Las Vegas, al SE de Saloa. Geomorfológicamente corresponde a pequeñas elevaciones o colinas que en algunos sectores yacen alargados evidenciando un control estructural por las Fallas Bucaramanga – Santa Marta, la Falla Chimichagua y la Falla Soledad.

En esta unidad se alcanzan a diferenciar tres niveles descritos de base a techo así:

Un nivel inferior, constituido por areniscas de grano medio a fino poco cementadas, de color amarillento a gris localmente rojizo en algunos sectores, de granos subredondeados, micáceas, con estratificación plana paralela, presentando delgadas láminas de yeso.

Un nivel intermedio, constituido por una arenisca cuarzosa de grano fino, matriz limosa, color amarillento a crema, poco cementada; presenta bandas silíceas estratificadas y láminas de minerales de hierro; en la parte de la localidad de Soledad, presenta una intercalación de arcillolitas abigarradas con ocasionales niveles conglomeráticos constituido por gravas de cuarzo y gradando de grano medio a grueso, conglomerática con cantos que oscilan entre 0,5 y 3 cm de diámetro; hacia la base, este nivel muestra una arenisca de grano fino de coloración café oscura con presencia de lixiviación, de estructura masiva, compacta, ferruginosa, la cual se aprecia en el sector de la Quebrada La Peña, presentando estructura de ondulitas (Ripple Mark), y en la vereda Los Mangos.

Un nivel superior, constituido por una arenisca de matriz limosa, conglomerática, con cantos que van desde 20 cm a 4 cm de diámetro, de coloración amarillenta a violácea, con presencia de minerales de hierro. Presenta lixiviación y, hacia la base de este nivel, gradación disminuyendo el tamaño de los cantos hasta volverse ligeramente conglomerática.

En el sector de Los Mangos se encuentran unos fuertes buzamientos encontrados, rocas trituradas, alto grado de fracturamiento, lo que evidencia la presencia de fallas que afectan esta parte de la secuencia.

A esta unidad se le asigna una edad post – Eoceno asociada a la denominada *Fosa de Ariguani* que se localiza al oeste y sur de Arjona.

Depósitos recientes

Corresponden a los sedimentos más recientes acumulados por las corrientes en las zonas plana y semiplana.

Se diferencian dos niveles dentro de este depósito en el área del proyecto, un nivel gravoso (Qllg) hacia la parte superior, y otro limo arenoso (Qllal), hacia la base.

- Nivel gravoso (Qllag). Este nivel se encuentra aflorando en un gran sector de los corregimientos de Saloa y La Mata. Está constituido por una matriz arenosa de coloración amarillo pardo, con cantos redondeados a subredondeados, que se encuentran orientando guardando una proporción casi plano paralela, con tamaños que oscilan entre 10 cm a 3 cm de diámetro, constituido principalmente por cuarzo lechoso, *cherts*, fragmentos líticos, restos de laminilla de oro retrabajado y relíctos de cerámicas indígenas; este nivel presenta lentes gravosos que se acuñan en algunos sectores y muestra un espesor de hasta 4m.
- Nivel Limo Arenoso (Qllal). Este nivel se encuentra aflorando en la parte central del área del corregimiento de Saloa, extendiéndose al sur hasta la localidad de Soledad y la Vereda el Castillo. Está constituido por granos tamaño arenas, dentro de una matriz limo arenoso de color pardo oscuro con presencia de moscovita, ocasionalmente se observan partículas finas de oro, y minerales de hierro. Presenta gradación a arcilloso tomando una coloración rojiza. Hacia el norte con los límites de la Ciénaga de Zapatosa, se presenta un material limoso de coloración gris oscura a negra, producto de la sedimentación de material fino en épocas de crecientes de la interacción río – ciénaga. Su acumulación también es ayudada por las formas plano cóncavas del relieve en donde se encuentran ubicadas las ciénagas. Cubriendo estos niveles se encuentra un nivel de suelo que alcanza un espesor de 20 cm (Figura 3).

En estos dos niveles se concentró el programa de muestreo de concentrados de batea.

D. *Análisis tectónico*

Se visualizaron, por análisis fotogeológicos, estructuras regionales, logrando prolongar en el área el trazo de las siguientes:

Falla Santa Marta – Bucaramanga

Es el trazo estructural más importante del área; la cruza de SE a NW y sirve de límite al área abrupta montañosa y la zona de planicie aluvial. Su trazo rectilíneo y su carácter no se evidencian en el área. Coloca en contacto las formaciones más antiguas (gneis de Bucaramanga y

metasedimentos juratriásicos) con las más recientes, juratriásicas, parcialmente, rocas terciarias y sedimentos cuaternarios.

Falla de Chimichagua

Con dirección SE – NW cruza las poblaciones de Saloa y Chimichagua. Interrumpe su trazo al estrellarse con la Falla Santa Marta – Bucaramanga en cercanía a la población de Las Vegas. Su trazo rectilíneo coloca en contacto a la unidad Sedimentitas de Arjona con el complejo ígneo intrusivo y efusivo a la altura de la localidad de El Trébol y provoca el truncamiento y alargamiento de algunas colinas de pequeña elevación donde se encuentra aflorando la Unidad Sedimentitas de Arjona, afectando también sedimentos recientes.

Falla de Soledad

Con dirección N – S, cruza la población de Soledad, desprendiéndose de la Falla de Chimichagua, al Sur de Saloa. Afecta a los sedimentos recientes, a la pequeña elevación situada al SE de la localidad de Saloa, donde aflora la unidad Sedimentitas de Arjona, generando un alargamiento de la misma y sirve de límite occidental del complejo ígneo juratriásico.

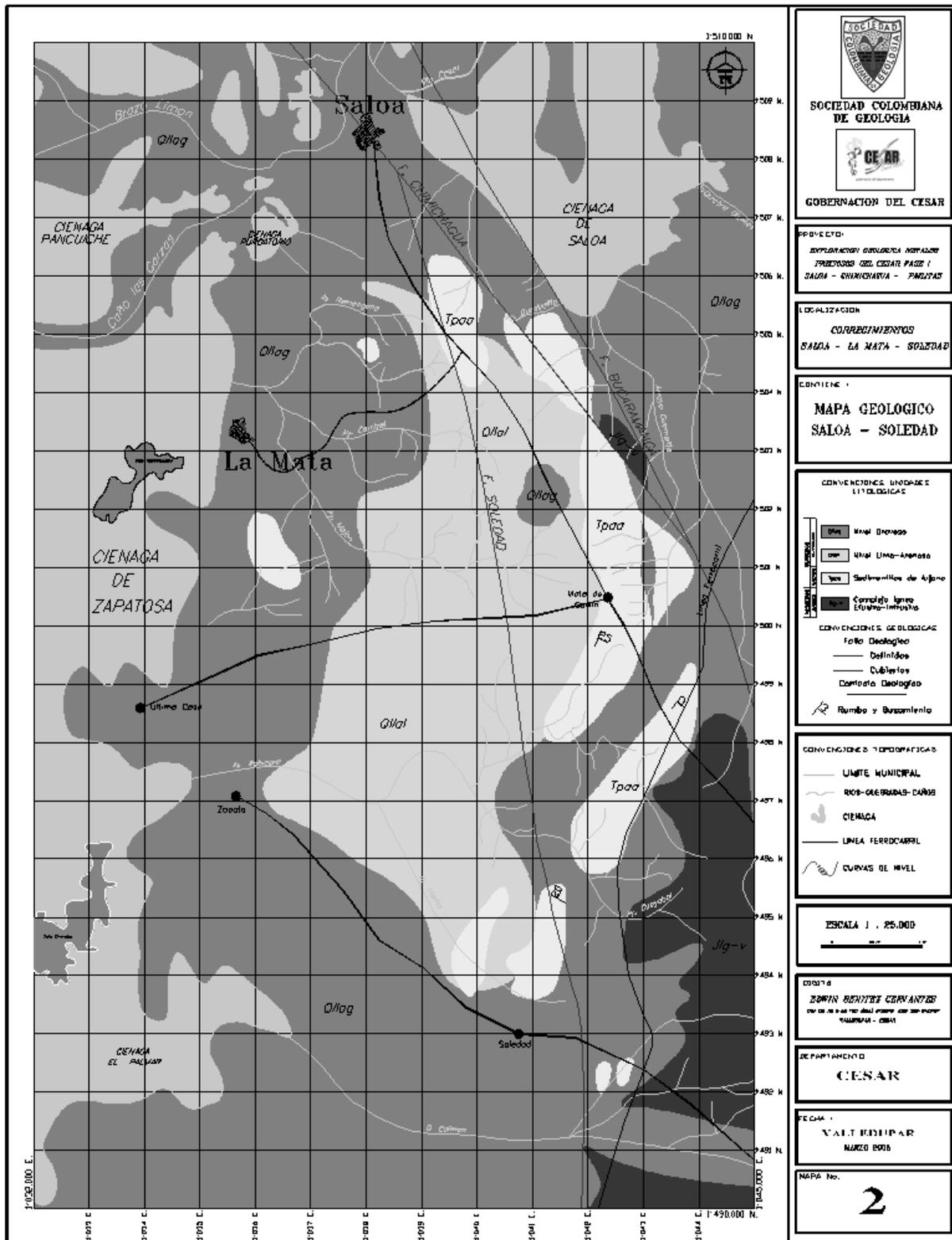
Falla de Caracolí

Su trazo ocupa el extremo oriental del área en forma rectilínea y dirección N – S. En el área coloca en contacto los sedimentos juratriásicos volcanogénicos y los metasedimentos paleozoicos de la Quebrada La Virgen, se considera como una falla satélite de la Falla de Bucaramanga – Santa Marta.

Existe evidencia de tectónica en la formación Sedimentitas de Arjona en los sectores de Guillín Viejo y la vereda Los Mangos, esta área se encuentra limitada por las Fallas de Santa Marta – Bucaramanga y Chimichagua.

Se observa en este sector un alto grado de fracturamiento de las rocas, muchos fragmentos de rocas trituradas y cambios en los rumbos y buzamientos. Las observaciones preliminares, referidas a tipo de rocas, manifestaciones minerales, zonas de alteración, análisis de estructuras y/o fallamiento, en conjunción con la información existente, permitieron determinar los siguientes sectores para el desarrollo de prospección detallada y el muestreo sistemático (Escobar, 1998).

Figura 3. Mapa geológico



Serranía de las Vegas, sector Occidental

Las razones que permitieron seleccionarla como área de exploración detallada son:

Los afloramientos observados determinaron la existencia de un complejo cuarzo diorítico intercalado con un pórfido andesítico, tobas intermedias donde se

observan remanentes de alteración hidrotermal; las determinaciones establecidas en estudios anteriores ubican anomalías en rocas para oro; la forma alargada de la serranía está directamente relacionada con el trazo de las Fallas Santa Marta – Bucaramanga y la de Soledad, lo que genera alguna posibilidad cogenética con la mineralización existente.

Zona plana aluvial (Saloa – Soledad)

Es un sector eminentemente plano cubierto por suelos y la geofoma predominante corresponde a colinas de baja altura representadas por sedimentos terciarios de la unidad Sedimentitas de Arjona.

El área fue seleccionada para investigación detallada por los siguientes criterios: los trabajos anteriores evidenciaron la existencia de valores anómalos para oro en algunos sectores de esta planicie; las noticias de extracción de oro en estos aluviones hace parte de la tradición oral en el área, nativos de la región adelantan labores de barequeo con ayuda de bateas lavadoras; la triple intersección de las Fallas de Chimichagua, Soledad y Santa Marta – Bucaramanga en este sector, no deja de ser un llamativo factor de atención de una posible selección genética con la mineralización; y la proximidad de la serranía al oeste de Las Vegas, con señales visibles de alteración hidrotermal y áreas mineralizadas por otros minerales, principalmente cobre.

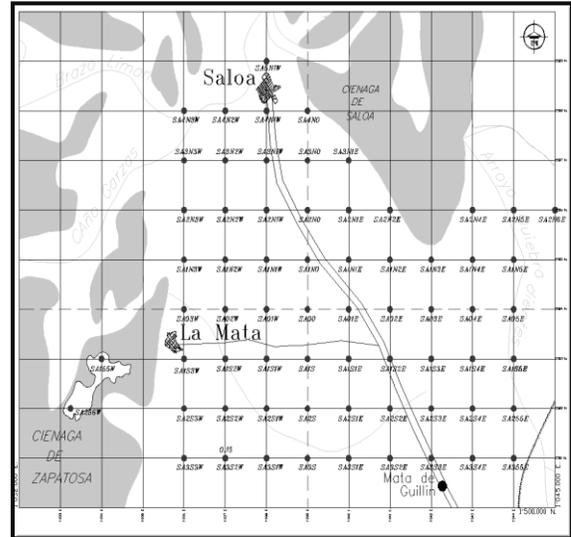
II. METODOLOGÍA DE EXPLORACIÓN

La exploración fue adelantada con fundamento en los lineamientos de Álvarez (1986), Camacho (1999), Ministerio de Minas (1999), Naciones Unidas – Ingeominas (1977), Ortiz (1991), y Rescan (1999), en las áreas seleccionadas.

En el sector de la serranía de las Vegas se realizó una cartografía a escala 1.25.000, efectuándose observaciones de tipo geológico, litológico y estructural, realizándose recorridos a pie por los senderos y vías que la atraviesan, estableciendo el tipo de roca y sus manifestaciones minerales, alteración hidrotermal y grado de meteorización.

Esta labor se complementó con un muestreo de rocas y sedimentos activos recolectados en los principales cauces que la irrigan. En la llanura aluvial se realizó un muestreo sistemático, mediante la confección de una malla rígida cuadrada, tomándose una muestra de sedimento por apique cada kilómetro, en un área de 60 km² (Figura 4).

Figura 4. Mapa de localización de los apiques



En cada sitio de muestreo se excavó un apique de 50 cm de largo por 50 cm de ancho, con una profundidad de 1 m en promedio, o hasta que el nivel freático lo permitiese.

En cada sitio de apiques se levantó una columna litológica escala 1:5 efectuándose una descripción detallada de sus componentes, tipo de roca, color, texturas, estructuras, contacto, espesores, minerales, etc.

La muestra tomada fue sometida al proceso con batea, obteniéndose el concentrado del mismo, que posteriormente fue sometido al análisis químico correspondiente. En este sector, en áreas seleccionadas, se realizaron levantamientos de sondeos eléctricos verticales [S.E.V.] que complementaron la interpretación del subsuelo.

A. Muestreo y análisis

La metodología empleada en la etapa de muestreo de los apiques corresponde a la propuesta por las Naciones Unidas e Ingeominas en el Proyecto Metales Preciosos en el Occidente Colombiano (1977):

- limpieza y apertura de trocha, donde fuese necesario, para la ubicación del apique;
- excavación del apique de acuerdo con las medidas mencionadas;
- extracción del material a muestrear y su colocación sobre un plástico, para evitar su contaminación;
- selección del material por medio de la técnica del cuarteo;

- lavado en batea;
- obtención del concentrado de batea; y
- preparación de muestras, secado, tamizado y empaque para su remisión a los laboratorios respectivos.

B. Concentrados de batea

De los apiques realizados, acordes con la malla diseñada para tal fin, se recolectaron 52 muestras de sedimentos de concentrado de batea de 1 Kg, que fueron analizadas en los laboratorios de geoquímica de Ingeominas por el método de absorción atómica para identificación de oro (Tabla 1).

Tabla 1. Muestras de sedimentos de concentrados de batea, obtenidos de los apiques, analizadas por absorción atómica para la determinación de oro

Numero de la muestra	Nombre de la muestra		
1	SA3S	26	SA03E
2	SA3S2W	27	SA04E
3	SA1S1W	28	SA05E
4	SA1S	29	SA1N5E
5	SA1N2W	30	SA1N4E
6	SA1N0	31	SA3S1W
7	SA3N0	32	SA2S1W
8	SA4N1W	33	SA3S3W
9	SA3N2W	34	SA2S2W
10	SA1N2E	35	SA2S3W
11	SA1N1E	36	SA2N0
12	SA3S4E	37	SA2N1W
13	SA3S2E	38	SA1N1W
14	SA1S2E	39	SA3N1W
15	SA1S4E	40	SA2N2W
16	SA2N1E	41	SA1S3W
17	SA2S3E (SP)	42	SA1S5W
18	SA2S4E	43	SA4N0
19	SA1S5E	44	SA5N1W
20	SA02E	45	SA1S2W
21	SA03W	46	SA1S1E
22	SA02W	47	SA2S1E
23	SA01W	48	SA2S2E
24	SA00	49	SA3S3E
25	SA01E	50	SA3S5E

C. Rocas y sedimentos activos

Se recolectaron cuatro muestras de un 1 Kg de sedimentos activos en drenajes prometedores dentro del área del complejo ígneo intrusivo – efusivo; estas muestras fueron sometidas a análisis geoquímicos por el método de

espectrometría en los laboratorios de geoquímica de Ingeominas (Tabla 2).

Tabla 2. Muestras de sedimentos activos de la unidad Complejo Intrusivo Extrusivo (Jlg- v) analizadas por espectrometría

Muestra #	Nombre de la muestra	Ubicación
1	Δ M-25	Q. Guamal, sector Guamal
2	Δ M-37	Sector Guamal
3	Δ M-41	Quebrada Totumito
4	Δ M-43	Finca Manantial

Adicionalmente se tomaron seis muestras de rocas en zonas de alteración hidrotermal visibles o mineralizadas, en el cuerpo ígneo intrusivo – efusivo de la parte central del área. De ellas, a tres se les realizó análisis espectrográfico en los laboratorios de Ingeominas (ver Tabla 3), y a cuatro análisis petrográfico en los laboratorios de la Universidad Industrial de Santander [UIS] (ver Tabla 4).

Tabla 3. Muestras de rocas de la unidad Complejo Intrusivo – Extrusivo (Jlg- v) analizadas espectrográficamente

Numero de muestras	Nombre de la muestra	Ubicación
1	Δ M-29	Δ 29
2	Δ M-9	Δ 9
3	Δ M-7	Δ 7
4	Δ M-30	Δ 30

Tabla 4. Muestras de rocas de la unidad Complejo Intrusivo Extrusivo (Jlg- v) analizadas petrográficamente

Numero de muestras	Nombre de la muestra	Ubicación
1	Δ M-4	Δ4
2	Δ M-14	Δ14
3	ΔM-30	Δ30

III. RESULTADOS

A. Interpretación geoquímica

Complejo ígneo intrusivo – efusivo

El muestreo de rocas y sedimentos activos fue concentrado en los afloramientos del complejo ígneo intrusivo – efusivo fundamentalmente, subordinados de la Serranía de las Vegas.

Los análisis macro petrográficos y micro petrográficos constataron la existencia de un cuerpo ígneo cuarzodiorítico, intercalado con un pórfido de composición andesítica, con zonas de alteración hidrotermal erráticas sin un patrón de zonación definida y fundamentalmente afectada por la intensa silicificación con vetillas de cuarzo, fenómeno presente a lo largo de este

cuerpo, más evidente en sus extremos norte (muestras de roca 39 y 20) y Sur (muestras 44 y 33), y un desarrollo de cristales de ortoclasa y epidota, que evidencia una alteración potásica notoria en el flanco occidental de este cuerpo (muestras 38, 39 y 40).

Todo el conjunto presenta diseminación de sulfuros, principalmente de cobre en proporción de (1-2 %) de la roca bastante alterada limonitizadas por efecto de la intensa meteorización. Es evidente una fuerte alteración por carbonización (posiblemente del tipo dolomita), se observan vetas cruzadas de calcita y dolomita, hay alteración a clorita, el mineral apatito también aparece como producto de alteración, se presentan pequeñas concentraciones de cuarzo policristalino (muestra 29). La presencia de pirita es escasa en todo el conjunto, impregnaciones de malaquita y otros minerales de cobre

son visibles en sectores asociados a las rocas volcánicas, son sectores mineralizados erráticos y no obedecen a ningún patrón definido. Aunque este cuerpo presenta rasgos de un pórfido cuprífero, no se puede realizar esa afirmación con las investigaciones ejecutadas hasta el momento.

Los resultados espectrográficos señalan que en rocas solamente se pudo establecer la existencia de valores anómalos para Cobre en las muestras: M-14: 10.000 ppm y M-30: 15.000 ppm.

Sedimentos activos

La muestra M-25 presenta algunos valores interesantes, sin ser espectaculares (ver Tabla 5): manganeso, 1.000 ppm; titanio, 2 ppm; plata, 2 ppm; boro, 15 ppm; cobalto, 15 ppm; cobre, 50 ppm; y plomo, 50 ppm.

Tabla No. 5 Resultados de los análisis espectrográficos de las muestras de rocas y sedimentos activo del complejo ígneo

Determinación	Limites (mínimo – máximo)	M-25	M-37	M-41	M-43	M-4	M-14	M-30
Hierro Fe %	0.05 - 20%	3	1.5	0.7	1.5	3	1.5	3
Magnesio Mg %	0.02 - 10%	0.7	0.3	0.1	0.5	7	10	G10
Calcio Ca %	0.05 - 20%	1.5	0.7	0.15	0.1	15	0.7	7
Titanio Ti %	0.002 - 5%	2	0.2	0.15	0.2	0.7	0.7	0.7
Manganeso Mn ppm	10 - 5000 ppm	1000	500	200	150	1500	300	200
Plata Ag ppm	0.5 - 5000 ppm	2	L1	L1	L1	5	2	10
Arsénico As ppm	200 - 10000 ppm	L200	L200	L200	L200	L200	L200	L200
Oro Au ppm	10 - 1000 ppm	L10	L10	L10	L10	L10	L10	L10
Boro B ppm	10 - 2000 ppm	15	L10	L10	15	15	L10	20
Bario Ba ppm	20 - 20000 ppm	300	700	1000	300	700	300	300
Berilio Be ppm	1 - 1000 ppm	1.5	1.5	1	1.5	2	1	1
Bismuto Bi ppm	10 - 1000 ppm	L10	L10	L10	L10	L10	L10	L10
Cadmio Cd ppm	20 - 500 ppm	L20	L20	L20	L20	L200	L20	L20
Cobalto Co ppm	5 - 200ppm	15	L5	L5	10	30	50	30
Cromo Cr ppm	10ppm - 10%	30	10	10	30	30	70	150
Cobre Cu ppm	10 - 20000 ppm	50	15	L10	15	30	10000	15000
Galio Ga ppm	10 - 2000 ppm	30	15	10	30	30	15	15
Lantano La ppm	20 - 1000 Ppm	150	50	20	20	20	20	20
Molibdeno Mo ppm	5 - 2000 Ppm	L5	L5	L5	L5	L5	L5	L5
Niobio Nb ppm	10 - 1000 Ppm	15	10	15	10	10	L10	L10
Níquel Ni ppm	5Ppm - 10%	15	10	L5	10	15	15	50
Plomo Pb ppm	10 - 20000Ppm	50	10	10	10	L10	L10	15
Paladio Pd ppm	10 - 1000 Ppm	L10	L10	L10	L10	L10	L10	L10
Platino Pt ppm	10 - 1000 Ppm	L10	L10	L10	L10	L10	L10	L10
Antimonio Sb ppm	100 - 10000Ppm	L100	L100	L100	L100	L100	L100	L100
Escandio Sc ppm	5 - 100 ppm	15	L5	L5	L5	15	15	15
Estaño Sn ppm	10 - 1000Ppm	L10	L10	L10	L10	L10	L10	L10
Estroncio Sr ppm	100 - 500 ppm	200	100	100	100	200	200	200
Vanadio V ppm	20 - 10000 Ppm	150	30	L20	20	70	70	200
Tungsteno W ppm	50 - 10000Ppm	L50	L50	L50	L50	L50	70	70
Ytrio Y ppm	10 - 200 Ppm	200	15	L10	50	70	50	70
Zirconio Zr ppm	20 - 20000 Ppm	G1000	150	150	70	300	200	200
Zinc Zn ppm	200 - 10000 Ppm	L200	L200	L200	L200	L200	L200	L200

B. *Llanura aluvial*

El análisis por absorción atómica de concentrados de batea del muestreo sistemático produjo los resultados que se presentan en la Tabla 6.

Tabla 6. Resultados del análisis por absorción atómica para oro en los sedimentos de concentrados de bate (técnica AA, LC=0.11)

Solicitud	Tipo	Referencia	ppm
7802	Sedimentos	1-SA3S	<LC
7803	Sedimentos	2-SA3S2W	0.15
7804	Sedimentos	3-SA1S1W	<LC
7805	Sedimentos	4-SA1S	<LC
7806	Sedimentos	5-SA1N2W	<LC
7807	Sedimentos	6-SA1NO	<LC
7808	Sedimentos	7-SA3NO	0.19
7809	Sedimentos	8-SA4N1W	0.37
7810	Sedimentos	9-SA3N2W	<LC
7811	Sedimentos	10-SA1N2E	<LC
7812	Sedimentos	11-SA1N1E	<LC
7813	Sedimentos	12-SA3S4E	<LC
7814	Sedimentos	13-SA3S2E	<LC
7815	Sedimentos	14-SA1S2E	<LC
7816	Sedimentos	15-SA1S4E	<LC
7817	Sedimentos	16-SA2N1E	0.11
7818	Sedimentos	17-SA2S3E SP)	<LC
7819	Sedimentos	18-SA2S4E	<LC
7820	Sedimentos	19-SA1S5E	<LC
7821	Sedimentos	20-SA02E	<LC
7822	Sedimentos	21-SA03W	<LC
7823	Sedimentos	22-SA02W	<LC
7824	Sedimentos	23-SA01W	<LC
7825	Sedimentos	24-SA00	<LC
7826	Sedimentos	25-SA01E	0.29
7827	Sedimentos	26-SA03E	<LC
7828	Sedimentos	27-SA04E	<LC
7829	Sedimentos	28-SA05E	<LC
7830	Sedimentos	29-SA1N5E	<LC
7831	Sedimentos	30-SA1N4E	<LC
7832	Sedimentos	31-SA3S1W	<LC
7833	Sedimentos	32-SA2S1W	<LC
7834	Sedimentos	33-SA3S3W	<LC
7835	Sedimentos	34-SA2S2W	<LC
7836	Sedimentos	35-SA2S3W	<LC
7837	Sedimentos	36-SA2NO	<LC
7838	Sedimentos	37-SA2N1W	<LC
7839	Sedimentos	38-SA1N1W	<LC
7840	Sedimentos	39-SA3N1W	<LC
7841	Sedimentos	40-SA2N2W	<LC
7842	Sedimentos	41-SA1S3W	<LC
7843	Sedimentos	42-SA1S5W	<LC
7844	Sedimentos	43-SA4N0	<LC
7845	Sedimentos	44-SA5N1W	<LC
7846	Sedimentos	45-SA1S2W	<LC
7847	Sedimentos	46-SA1S1E	<LC

Solicitud	Tipo	Referencia	ppm
7848	Sedimentos	47-SA2S1E	<LC
7849	Sedimentos	48-SA2S2E	<LC
7850	Sedimentos	49-SA3S3E	<LC
7851	Sedimentos	50-SA3S5E	<LC
7852	Sedimentos	51-SA2S6W	<LC
7853	Sedimentos	52-SA2S3E (IF)	<LC

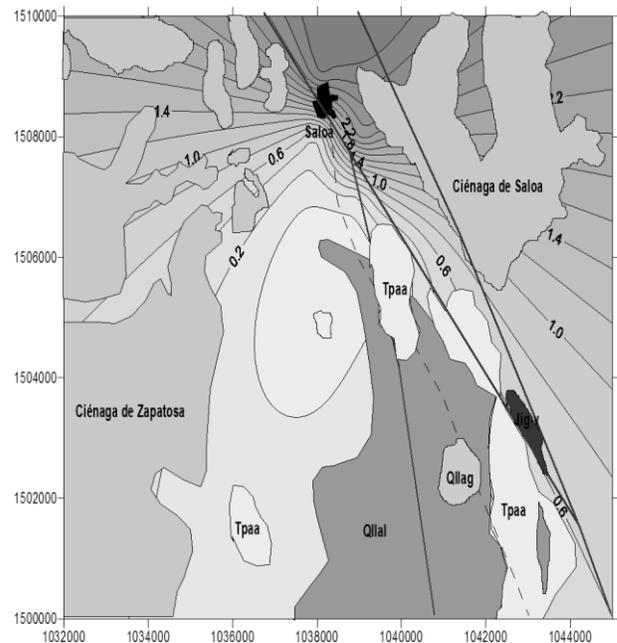
De las 52 muestras analizadas, 46 (84.6%) no presentan valores por encima del límite de detección. Los valores restantes, el 15.4% positivos en la presencia de oro, presentan la siguiente distribución y concentración:

- muestras SA3S2W, con 0.15 ppm (aislada);
- muestra SA3N0, con 0.19 ppm;
- muestra SA4N1W, con 0.37 ppm;
- muestra SA2N1E, con 0.11 ppm;
- muestra SA01E, con 0.29 ppm;
- muestra SA4N0, con 2.52 ppm; y
- muestra SA5N1W con 3.18 ppm.

Todas las muestras hacen parte del mismo sector; son llamativos los valores 2.52 y 3.18 ppm de las muestras SA4N0 y SA5N1W.

Los valores anómalos en concentrados de batea no se presentan en una distribución geográfica homogénea; se cree, precisamente, que ese es el comportamiento de este tipo de mineralización y que por lo tanto se podría delimitar en este sector la existencia de una anomalía geoquímica para oro (Figura 5).

Figura 5. Mapa de anomalías geoquímicas



C. *Potencial del depósito*

Aluviones Auríferos

Los análisis efectuados por absorción atómica a las 52 muestras en concentrados de batea sobre la malla de apiques diseñada, señala claramente la existencia de ciertos sectores con anomalías geoquímicas para oro.

Sector Norte

Comprendido entre los linderos establecidos por los apiques SA2N a SA5N y SA1E a SA1W, es una zona aluvial de 6000 hectáreas y valores entre 0.11 y 3.18 gr/Ton, en concentrados de batea. En este sector se agrupan los mayores valores 2,52 y 3,18 gr/Ton en concentrados de batea, por una profundidad promedio de 1.2 metros de los apiques, se puede establecer reservas medidas a esta profundidad de $14,1 \times 10^6$ gramos de oro en este sector, en base a los resultados obtenidos en los concentrados de batea.

Sector Centro – Sur

Está representado por sectores separados pero no muy distantes entre sí: SA01E, con valores de 0.29; SA2S3E, con 0.38; y SA3S2W con 0.15 gr./Ton en concentrados de batea.

Estos resultados, considerados bajos, permiten ampliar el cálculo de reservas en 1.4×10^6 gramos de oro adicionales con base en los concentrados de batea, a la profundidad de los apiques un metro en promedio.

La muestra SA2S3E corresponde a la unidad terciaria aflorante en el sector de Guillín Viejo.

Serranía La W de Las Vegas

Las observaciones de campo y determinaciones analíticas permitieron establecer la existencia de sectores mineralizados a lo largo de este cuerpo. Los resultados analíticos también señalan la ubicación de valores anómalos en cobre asociados al efusivo, pero sin presentar una distribución regular dentro del complejo ígneo (muestras 25, 37, 43 y 4). Es evidente la existencia de zonas de alteración hidrotermal, principalmente silicificación y epidotización, en forma errática, sin obedecer a ninguna zonación o distribución regular, con sulfuros diseminados (1 – 2 %) en algunos casos. No es posible en consecuencia determinar un potencial de minerales en este cuerpo ígneo con las investigaciones efectuadas hasta el momento.

IV. CONCLUSIONES

Se pudo confirmar la existencia de concentraciones anómalas para oro, por medio de los concentrados de batea en los aluviones del área de Saloa, mediante la estrategia de exploración empleada en la detección y evaluación de este tipo de depósitos.

Las concentraciones de oro justifican el establecimiento de un programa de exploración más detallado que permita determinar con mayor precisión las reservas existentes y conlleve a la implementación de una explotación futura.

Se puede considerar inicialmente el complejo ígneo intrusivo – efusivo como fuente de origen de la mineralización de oro aluvial, básicamente por la presencia de zonas de alteración hidrotermal que lo afectan.

Las concentraciones anómalas están relacionadas en forma directa con el trazo de fracturas importantes en el área, básicamente la zona de intersección de las Fallas de Bucaramanga – Santa Marta y de Soledad, considerándolas como facilitadoras de las mineralizaciones, permitiendo el ascenso del complejo ígneo intrusivo – efusivo.

Se descartan las otras unidades geológicas cartografiadas en el área, se exceptúan la zona aluvial y el complejo ígneo intrusivo – efusivo como relacionadas a la mineralización, ya sean cogenéticas o huéspedes. Vale la pena aclarar que en el nivel superior de las Sedimentitas de Arjona, en el sector de Mata de Guillín y Guillín Viejo, los análisis arrojaron un valor anómalo en esta sección (apique SA2S3E).

El área de estudio está cubierta por sedimentos de origen flúvio-lacustre recientes, conformados por arenas, gravas y limos, con un espesor variable que alcanza los 20 m en las partes más bajas. Estos se encuentran sobre una secuencia de rocas sedimentarias semi consolidadas de edad terciaria constituidas por areniscas de diferentes granulometrías y arcillolitas cuyo espesor supera los 200 m.

Los análisis geoquímicos realizados en la zona aluvial permitieron establecer unas zonas de anomalías geoquímicas que corresponde a una franja alargada ubicada al norte de la localidad de Saloa y cuyos valores oscilan de sur a norte de 0.10 a mayores de 2.0 gr. /ton de oro en concentrados de batea. No pudo establecerse el cierre de dicha anomalía debido a que los sitios de muestreo ubicados en algunos sectores no se pudieron realizar por encontrarse en zonas inundadas en la época de realización del presente estudio.

En la serranía ubicada al oeste de la localidad de Las Vegas se pudo determinar, a partir de análisis geoquímicos, valores anómalos de cobre asociados a las rocas volcánicas, pero esta mineralización no obedece a patrones homogéneos y continuos.

La evaluación de los resultados geológicos y geoquímicos obtenidos en el presente estudio arrojó unas reservas medidas de 15.5×10^6 gr. de oro en concentrados de batea para el área anómala ubicada al norte de Saloa y puntualmente al centro y sur del área aluvial seleccionada.

V. REFERENCIAS

- Agemces (1996). *Plan de ordenamiento y desarrollo minero del Cesar*. Valledupar, Colombia: Gobernación del Cesar / Ecocarbón
- Álvarez, J. (1986). *Exploración y Prospección de Placeres* [ponencia en Taller Latinoamericano sobre Prospección y Explotación de Oro Aluvial, Medellín, Colombia.
- Camacho, J. (1999). Propuesta de adecuación del beneficio de minerales aurífero [tesis]. Universidad de Caldas, Manizales, Colombia
- Castro, A. (1989). *Petrografía básica, textura, clasificación y nomenclatura de rocas*. Madrid, España: Thomson-Paraninfo
- Clavijo, J. (1996). *Mapa geológico de Colombia, Plancha 75 - Aguachica. Memoria explicativa*. Bucaramanga, Colombia: Ingeominas
- Ecocarbón - Corpocesar. (1996). *Atlas ambiental del Departamento del Cesar*. Valledupar, Colombia: Corpocesar
- Escobar, W. (1998). *Exploración aurífera Saloa*. Valledupar, Cesar: Gobernación del Cesar/ Mineralco / Impro
- Ingeominas. (1977). *Proyecto metales preciosos en el occidente colombiano* [informe inédito].
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi [IGAC]. (1996). *Características geográficas del Departamento del Cesar*. Bogotá, Colombia: IGAC
- Ministerio de Minas (199). *Técnicas de Extracción Aurífera*. Bogotá, Colombia: MinMinas
- Ortiz, D. (1991). *Geología minera del oro de veta. Texto guía*. Bogotá, Colombia: Colciencias
- Rescan Environmental Services [Rescan]. (199). *Seminario taller sobre técnicas en la recuperación del oro*. Medellín, Colombia: Misión Canadiense / Ingeominas
- Royero, J.M. (1997). *Mapa geológico de Colombia, Plancha 65, Tamalameque. Memoria explicativa*. Bucaramanga, Colombia: Ingeominas
- Ward, D., Goldsmith, R., Cruz, B., Jaramillo, C., & Restrepo, H. (1973). Geología de los cuadrángulos H-12, Bucaramanga y H-13, Pamplona, Departamento de Santander. *Boletín Geológico 21* (1-3), 1-132

CURRÍCULOS

Calixto Raúl Ortega Montero. Geólogo Sénior, Consultor.

Dino Carmelo Manco Jaraba, Ingeniero de Minas, Fundación Universitaria del Área Andina sede Valledupar. Colombia.

Elías Ernesto Rojas Martínez, Geólogo, Especialista en Minería a Cielo Abierto.