
CARACTERISTICAS DE LAS MINERALIZACIONES VETIFORMES EN EL DISTRITO MINERO BAGRE-NECHI, ANTIOQUIA

CHARACTERISTICS OF LODE MINERALIZATIONS IN THE BAGRE-NECHÍ MINING DISTRICT, ANTIOQUIA

*Catalina Londoño Herrera¹, Juan Camilo Montoya García²,
Oswaldo Ordóñez Carmona³ & Jorge Julián Restrepo Álvarez⁴*

1. Ingeniera Geóloga, 2. Estudiante Ingeniería Geológica

3. Geólogo, MSc, PhD., 4. Geólogo, MSc.

Facultad de Minas, Universidad Nacional de Colombia, Medellín-Colombia

calondonh@gmail.com

Recibido para evaluación: 30 de Septiembre de 2009 / Aceptación: 15 de Octubre de 2009 / Recibida versión final: 5 de Noviembre de 2009

RESUMEN

El distrito minero Bagre-Nechí es conocido históricamente por las explotaciones de oro en depósitos de placer asociados a terrazas y aluviones del Neógeno, generados por el río Nechí. Actualmente, se adelantan campañas de exploración en la zona sobre manifestaciones de oro vetiforme. Se referenciarán dos zonas en el distrito, una parte norte en inmediaciones del Municipio de Nechí donde se presentan estructuras vetiformes con espesores mayores a 2m y persistencia en el rumbo mayor a 2 km, encajadas en rocas intrusivas de composición cuarzdiorítica, migmatitas y gneises cuarzo-feldespáticos. Hacia la zona sur del distrito en los Municipios de El Bagre y Zaragoza son reconocidas dos estructuras vetiformes, la veta La Ye y El Carmen caracterizadas por tener espesores entre 1 y 3m, se encuentran encajadas en rocas intrusivas que localmente presentan importantes variaciones de facies ígneas desde dioritas a granodioritas, intruidas en algunos sectores por diques afaníticos de composición básica a intermedia.

Las mineralizaciones se encuentran estructuralmente controladas y se sugiere en este trabajo una asociación directa con zonas de cizalla paralelas al posible esfuerzo principal responsable de una antigua dinámica dextral a lo largo de la falla Otú, apoyando la idea de que las mineralizaciones son de tipo *Orogenic Gold Deposit*.

PALABRAS CLAVES: Batolito de Segovia, Mina la Ye, Mina El Carmen, Oro Orogénico, Antioquia, Colombia.

ABSTRACT

The Bagre- Nechí mining district is known historically by its exploitations of gold in placer deposits associated with Neogene terraces and alluvial deposits formed by the Nechí River. Currently, exploration campaigns are being carried out in lode gold manifestations. Two zones within the district will be referred, a northern zone, in the surroundings of the Nechí municipality, where quartz vein structures with thickness over 2m and strike persistence over 2Km, hosted by quartz-diorite intrusive rocks, migmatites and quartz-feldspar gneisses. Towards the south zone of the district in El Bagre and Zaragoza municipalities, two vein structures are known, La Ye and El Carmen veins, characterized for presenting thickness between 1 and 3m, they are hosted by intrusive rocks that locally present important igneous facies variations from diorites to granodiorites, intruded in some sectors by aphanitic dykes from basic to intermediate composition.

Mineralizations are structurally controlled and this work suggests a direct association to shear zones parallel to the possible main stress responsible of the ancient dextral dynamic along Otú fault, supporting the idea that mineralizations are Orogenic Gold Deposit type.

KEY WORDS: Segovia Batholith, La Ye mine, El Carmen mine, Orogenic Gold, Antioquia, Colombia.

1. INTRODUCCIÓN

El distrito minero Bagre-Nechí se encuentra ubicado en la parte más occidental del terreno Chibcha, al Este de la falla Otú; para esta zona se desconoce la continuidad de las unidades geológicas que conforman este terreno, la edad absoluta de las rocas, procesos mineralizantes y el ambiente de formación de los mismos. Adicional a ello no se conocen trabajos previos publicados.

Hacia el norte del distrito, en inmediaciones del municipio de Nechí, recientemente se han reconocido una serie de estructuras mineralizadas encajadas predominantemente en migmatitas y gneises cuarzo-feldespáticos con biotita y hornblenda sugeridos como del precámbrico, al igual que rocas intrusivas de composición cuarzodiorítica, asociadas con el batolito de Segovia de edad Jurásica. Hacia la parte sur en el municipio de El Bagre y Zaragoza se presentan importantes variaciones de facies ígneas que van desde dioritas hasta granodioritas y en menor proporción gabros, intruídas en algunos sectores por diques afaníticos de composición básica a intermedia. Además de ello, aparecen zonas importantes de deformación dúctil en los cuerpos intrusivos, donde es posible encontrar rocas miloníticas.

Este trabajo es el primero en presentar las principales características geológicas y estructurales tanto de las unidades litológicas como de las estructuras vetiformes auríferas presentes en el Distrito Minero Bagre-Nechí, el cual servirá como base para la construcción de un modelo genético que permita entender los procesos mineralizantes y sus ambientes geodinámicos generadores, estudios que se encuentran en desarrollo como parte de un proyecto de investigación financiado por Colciencias.

2. MÉTODOS

Los datos contenidos en este artículo son producto de una visita de reconocimiento en donde se estudiaron y analizaron las principales características y relaciones genéticas de los cuerpos vetiformes, las rocas encajantes y los diques que cortan la mineralización. También se reconocieron las principales características de zonas de cizalla y de deformación que permitieron establecer el régimen mecánico y el nivel estructural en el cual se emplazaron las vetas. Adicionalmente se recolectaron muestras para posteriores estudios petrográficos y metalogénicos que en su conjunto permitirán entender la relación entre la mineralización y las unidades existentes con el fin de determinar un modelo genético para este distrito.

3. MARCO GEOLÓGICO

El distrito minero Bagre-Nechí se encuentra ubicado al Noreste del Departamento de Antioquia en el flanco oriental de la cordillera Central geográfica (Figura 1). Se reconocen dos dominios geológicos limitados por la falla Otú, la cual separa el terreno Tahamí (Sector occidental) del Terreno Chibcha (Sector Oriental) (Restrepo y Toussaint, 1988).

El sector occidental lo conforman gneises cuarzo-feldespáticos y aluminicos junto con esquistos verdes (actinolíticos-cloríticos) y esquistos moscovíticos, agrupados regionalmente como Complejo Cajamarca (Maya y González, 1995). Edades radiométricas para estas rocas muestran edades permo-triásicas correspondientes con un evento orogénico entre 230 y 250 Ma. Ordóñez-Carmona *et al.*, (2006) presenta una edad para estas unidades de 226 ± 17 Ma isócrona Sm-Nd en las granulitas del Retiro, edad validada por dataciones realizadas en otras unidades correspondientes a este complejo como el gneis de las Palmas de 223 Ma U-Pb SHRIMP (Ordóñez-Carmona, 2001) el gneis de Abejorral de 274 ± 9.6 U-Pb (Vinasco *et al.*, 2006) entre otras.

El sector oriental está conformado por gneises cuarzo-feldespáticos, anfíbolitas y mármoles de edad precámbrica agrupadas en la unidad Gneis de San Lucas (Clavijo *et al.*, 1995), que se prolonga desde la Serranía de San Lucas al norte (Bogota y Aluja, 1981) hasta el suroeste de Puerto Berrío. Estas rocas son intruídas por el Batolito de Segovia de edad Jurásica (Franz *et al.*, 2007) y se encuentran suprayacidas en inconformidad por los metasedimentos ordovícicos de la Cristalina.

Feininger *et al.*, (1972) sugiere una edad precámbrica para estas rocas debido a su relación estratigráfica con los metasedimentos del ordovícico y correlacionan esta unidad con las granulitas de la Sierra Nevada de Santa Marta. Ordóñez-Carmona *et al.*, (1999) obtuvieron para estas rocas en la región de Puerto Berrio (Milonitas del Vapor) una edad mínima sugerida de metamorfismo Rb-Sr (Isócrona) de 894 ± 36 Ma, que confirma la sugerida edad precámbrica.

Las rocas ígneas que intruyen el basamento fueron agrupadas por Feininger *et al.*, (1972) en el llamado Batolito de Segovia. Hacia el norte en la Serranía de San Lucas su prolongación se conoce con el nombre de batolito de Norosí (Bogotá y Aluja, 1981). Es un cuerpo alargado en sentido norte-sur, que coincide con el sentido tectónico regional. Está constituido en su mayoría por dioritas, con amplias variaciones texturales y composicionales (dioritas, gabros y granodioritas).

Adicionalmente hay rocas volcánicas básicas relacionadas con sedimentitas marinas (lutitas, arcillolitas, lodolita y areniscas) localizadas al Este de la falla Otú, entre las fallas Nus y El Bagre (Feininger *et al.*, 1972). Estas rocas tienen una edad Cretácico inferior, Hauteriviano-Aptiano (González, 1992) datadas por restos fósiles de amonitas en lutitas carbonosas en el río Pocuné, Tiguí y el Bagre.

Otras unidades sedimentarias presentes son la Formación Cauca y la Formación Tarazá conformadas por areniscas y conglomerados poco consolidadas del Neógeno además de aluviones recientes.

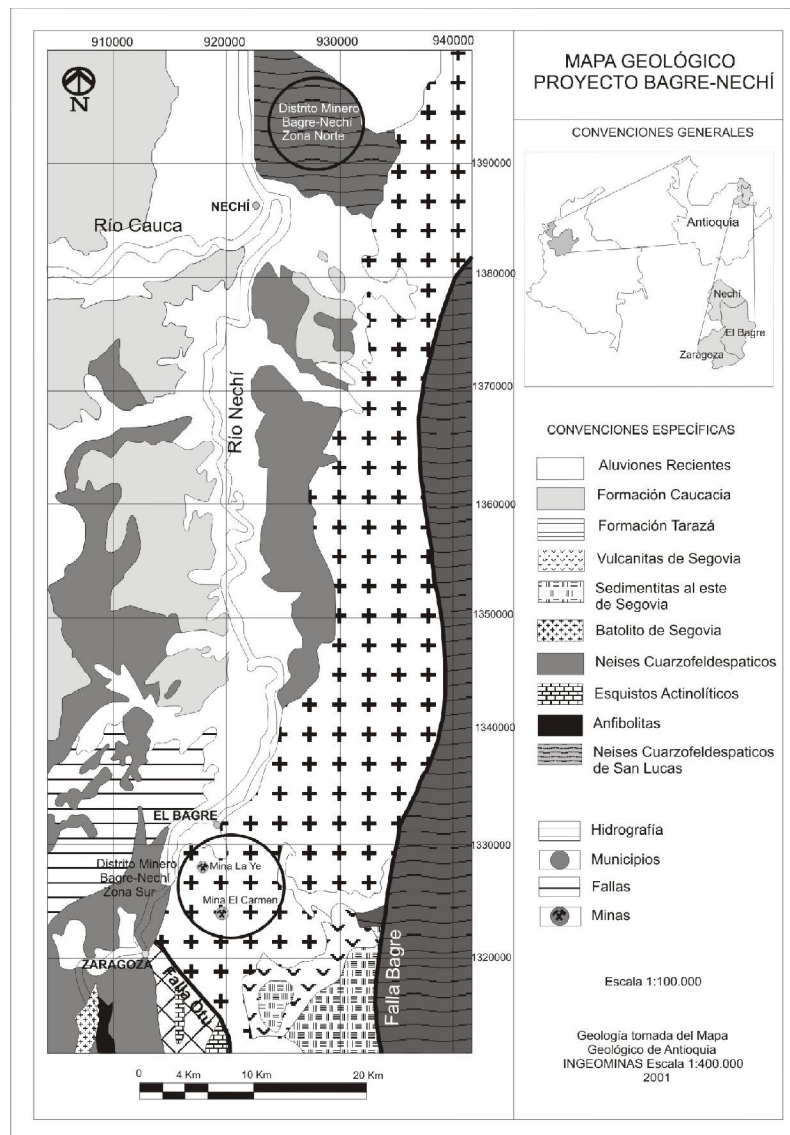


Figura 1. Mapa Geológico Regional (Municipios de Zaragoza, El Bagre y Nechí)

En la zona de estudio se encuentran las fallas Otú y Bagre, cuya cinemática indica un carácter sinistral. La falla Otú es la expresión más septentrional del sistema de fallas Otú-Pericos la cual limita el terreno Chibcha del Tahami (Restrepo & Toussaint, 1988). En inmediaciones de los municipios de Zaragoza y El Bagre la falla Otú muestra una inflexión hacia el oeste mostrando un marco favorable para la liberación y generación de estructuras distensivas favorables para albergar mineralizaciones.

4. RELACIONES DE CAMPO Y GEOLOGÍA LOCAL

En el distrito Minero Bagre-Nechí se reconocen 3 unidades geológicas, las cuales son descritas de la más antigua a la más reciente.

Rocas Metamórficas de alto grado. Aunque a esta latitud la falla Otú está cubierta bajo los sedimentos neógenos, las rocas en la margen derecha del río Cauca al frente de Nechí se atribuyen tentativamente al terreno Chibcha. Se caracterizan por la presencia dominante de gneises cuarzo-feldespáticos con hornblenda y biotita. La textura de la roca es bandeada y localmente se observan zonas de migmatización con presencia de leucosoma granítico mostrando fusión parcial. Presenta variaciones composicionales y texturales (diferencias en tamaño de grano), bandas de anfibolita y gneis biotítico (Figura 2a), lo que podría sugerir un protolito volcánico-sedimentario. Los mejores afloramientos de esta unidad se pudieron observar en el sector de Santa Elena (Nechí) sobre el margen derecho del Río Cauca como en la Quebrada Santa Elena (Nechí).



Figura 2. Unidades Litológicas. (a)Facies Gneis en núcleo, (b)Cuarzodiorita Sector el Carmen.

Rocas ígneas intrusivas. Esta unidad aflora en el 70% del distrito Bagre-Nechí, presentando facies dioríticas, cuarzodioríticas y graníticas. Las zonas donde se observa, se caracterizan por la escasa presencia de roca fresca, y el predominio de saprolito y suelos areno-arcillosos. Esta unidad se compone de cuarzo, feldespato, hornblenda y biotita (Figura 2b). Es común encontrar la presencia de diques básicos y silíceos intruyendo las diferentes facies del batolito, como pudo observarse en la Quebrada San Pedro.

Localmente, se encuentran zonas de cizalla con la presencia de rocas miloníticas con planos de esquistosidad penetrativos de tendencia N-S, presentando estructuras SC y pliegues de arrastre. Asociada a estas rocas se encuentran estructuras vetiformes con sulfuros espacialmente concordante con la dirección del cizallamiento y la foliación de las rocas miloníticas,

indicando una relación genética entre ellas. Estas rocas hacen parte de las intrusiones agrupadas en el Batolito de Segovia datado como Jurásico (Feininger *et al.*, 1972). Recientemente, Frantz *et al.*, (2007) obtuvieron una edad U-Pb en circón por ICP-MS de 154 ± 1.6 Ma.

Depósitos Recientes. Se presentan amplios depósitos aluviales que conforman las terrazas y llanuras de inundación de los ríos Cauca y Nechí. Estos depósitos están conformados por bloques y gravas embebidos en una matriz areno-limosa poco consolidados con interés económico dado que algunos paquetes presentan oro. Igualmente, hacen parte los depósitos aluviales localizados en las cuencas de las quebradas afluentes al río Nechí.

5. GEOLOGÍA ECONÓMICA

En los municipios de El Bagre y Nechí históricamente se han conocido explotaciones de oro de tipo aluvial desarrollados a lo largo de los Ríos Cauca, Nechí y Bagre (Tiguí) y en sus depósitos asociados, mientras que la minería de tipo vetiforme ha sido más desarrollada hacia el municipio de Zaragoza. Para este trabajo son descritas las principales características generales de algunas mineralizaciones representativas en el Distrito Minero Bagre-Nechí para el cual se referencian dos sectores: una zona norte (inmediaciones municipio Nechí) y una zona sur (Municipios de El Bagre y Zaragoza).

En el distrito Minero Bagre-Nechí hacia la parte sur, se reconocen dos sistemas correspondientes a las principales estructuras vetiformes objeto de explotación: Veta La Ye (N20W/52SW) y Veta El Carmen (N5E/45SE); mientras que hacia la parte norte en inmediaciones del municipio de Nechí las vetas se caracterizan por tener una tendencia N10E/40W.

Sector Sur del Distrito (El Bagre)

Veta La Ye. Esta veta con dirección N20W/52SW tiene un espesor promedio de 1m con zonas de adelgazamiento y engrosamiento con formas sigmoides. Esta estructura se encuentra encajada en un intrusivo de composición tonalítica, cortado por una serie de diques ácidos de grano medio y andesíticos afaníticos, estos últimos emplazados en zonas de fallas post-mineralización.

La veta se encuentra emplazada en un régimen de deformación transicional entre frágil y dúctil debido a que esta estructura se encuentra asociada a una zona de cizalla con deformación dúctil incipiente que generó milonitas, estructuras sigmoidales y de boudinage, además están presentes zonas de brechamiento y cizalla (Figura 5a y 5b), venas y venillas entre 5 y 10cm de espesor paralelas y perpendiculares al plano principal de la veta que sugieren un fracturamiento en un régimen transicional de dúctil a frágil (Figura 3a), esta última característica es de gran importancia dado que se encuentran asociadas generalmente a zonas de alto tenor y ore shoots (Golfarb *et al.*, 2005); este tipo de vetillo perpendicular (*flat extensión veins*) asociadas a la estructura principal se forman principalmente en cercanías a la zona de más alta presión de fluido (zona sismogénica) que permiten la generación de sismos con episodios de fracturamiento hidráulico favorables para la liberación y depositación de fluidos mineralizantes (e.g. Golfarb, 2005) (Figura 4). Este tipo de estructuras mineralizadas muestran varios episodios de apertura, relleno y movimiento correspondientes a sistemas de vetas de tipo *fault infill* que muestra una alta zona permeable (Gaboury, 2001).

Los contactos fallados con presencia de *gouge* muestran la reactivación de fallas en régimen frágil posteriores a la mineralización al igual que fallamientos de tipo dextral con componente inverso y desplazamientos centimétricos a localmente métricos de las estructuras preexistentes.

Según las observaciones macro y caracterizaciones mineralógicas presentadas en informes internos de Mineros S.A., se tienen como minerales principales en la veta: cuarzo, pirita, y galena, subordinadamente aparece calcopirita y altaíta (TePb). El cuarzo es lechoso con texturas crustiformes y masivas; los sulfuros se presentan dispuestos en *ribbons*, y concentrados en forma de nidos. Las muestras analizadas permiten definir a la pirita como el primer mineral en cristalizar, seguido de galena y calcopirita, estando el oro de forma libre presente en fracturas o incluido en los sulfuros.

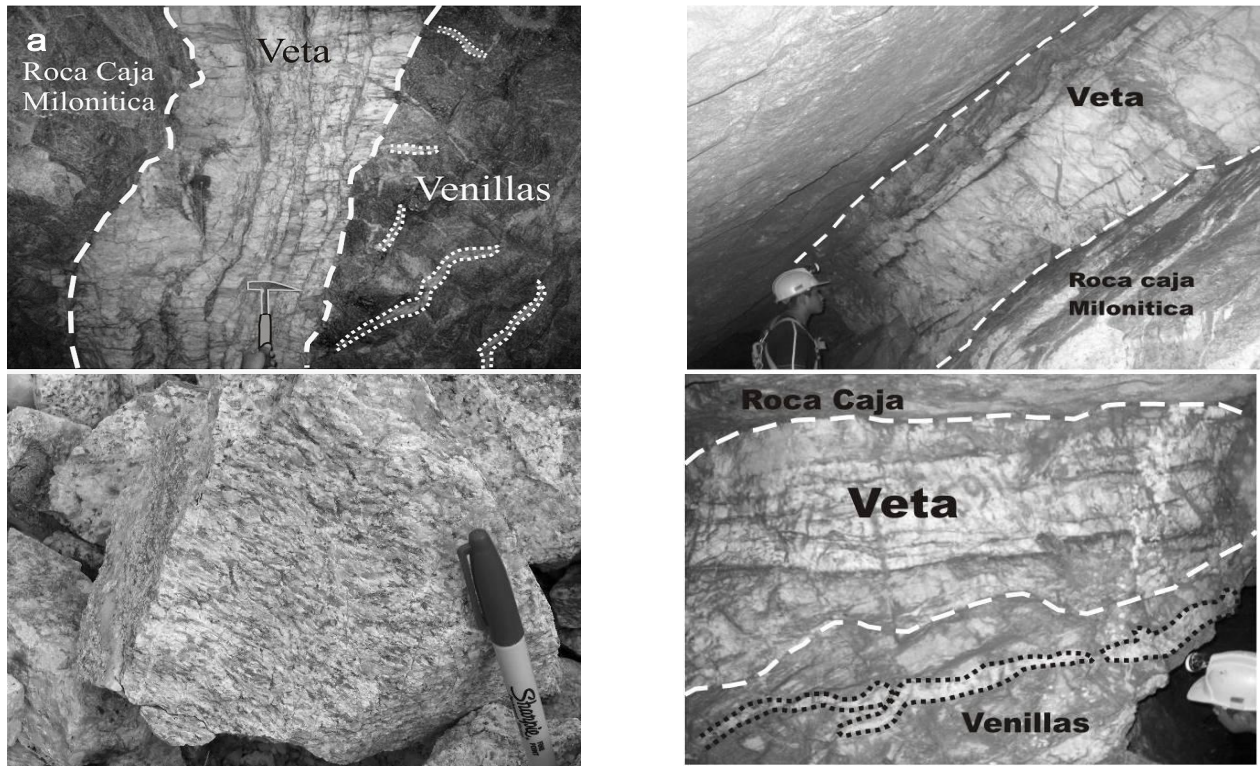


Figura 3. Vetas Sector Sur: (a) Formas sigmoidales con reactivación de fallas (Veta La Ye), (b) Disposición de la veta y bandeamiento de sulfuros (Veta El Carmen), (c) Respaldos Veta el Carmen (d) Venas paralelas veta El Carmen.

Aunque esta veta en algunos sectores es muy cuarzosa y los sulfuros son pocos, los tenores son interesantes (>7gr/ton) dado que en gran parte el oro libre está asociado a relleno de fracturas.

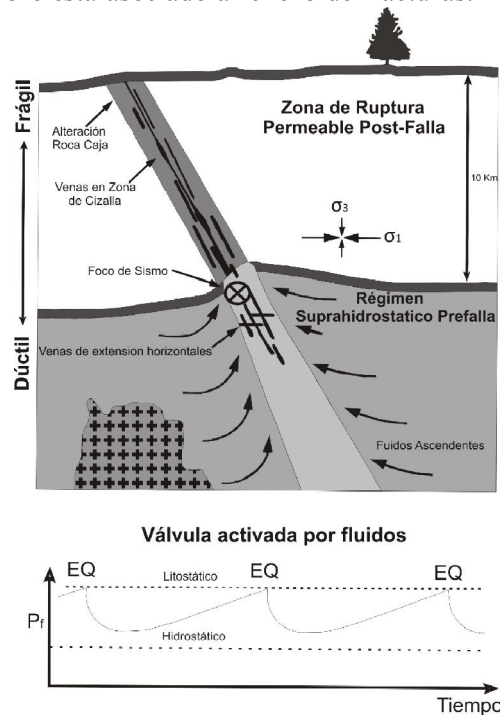


Figura 4. Zona sismogénica donde se lleva episodios de fracturamiento hidráulico y deposición de oro en sistemas de falla inversas de alto ángulo según Goldfarb et al. (2005)

Los contactos presentan cloritización y epidotización de máficos y plagioclasas la cual le da una apariencia verdosa a la roca caja. Al interior de la veta se tienen zonas de sericita como nidos al igual que fragmentos de roca caja y feldespatos potásico. Es común encontrar la calcita relleno de fracturas.

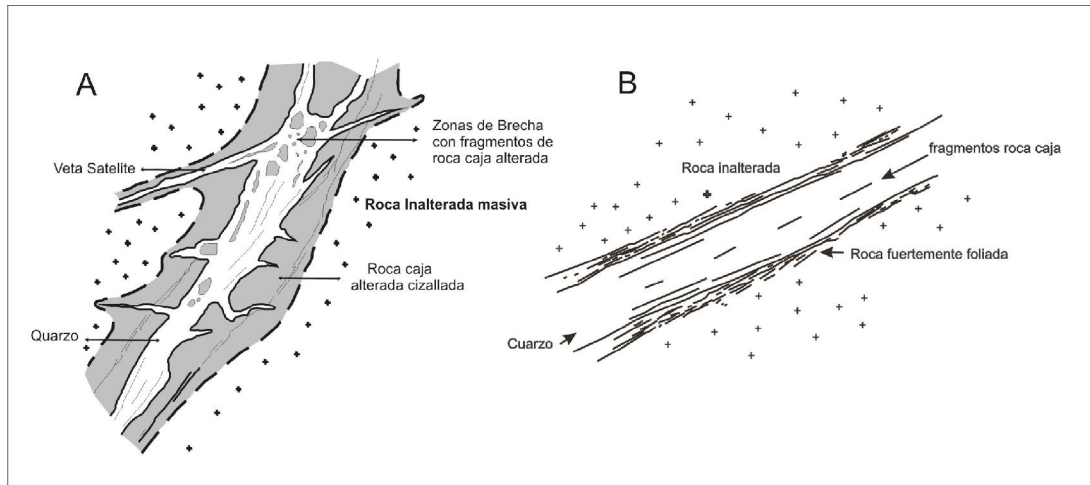


Figura 5. Estilos de Mineralización. A. Estructura irregular de cuarzo con zonas de brechamiento. B. Estructura con roca caja cizallada (Según Witt et al., 1998)

Veta El Carmen. Presenta una disposición de N5E/45SE con un espesor promedio de 1.2 m (Figura 3b), encajada en un cuerpo granítico llamado el stock del Carmen compuesto principalmente por cuarzo, feldespatos y biotita alterada a clorita, adicional a ello es común observar cuarzo rosado como pequeñas venillas en toda la roca.

Presenta contactos fallados con desarrollo de orientación de minerales hacia los respaldos (protomilonita) (figura 3c), y zonas que evidencian la reactivación posterior de estos planos en un régimen frágil.

Esta veta muestra un estilo de estructuras «pinch and swell» con zonas de adelgazamiento no menos de 50cm y engrosamiento hasta de 1.2m en promedio, acompañado de una serie de venas y venillas paralelas a la estructura principal de hasta 20cm de espesor en el que se presenta fragmentos del intrusivo embebidos entre estas estructuras (Figura 3d); estas características que indican un emplazamiento en un régimen frágil-dúctil a lo largo de un plano de falla.

Esta veta se encuentra compuesta por cuarzo, galena, pirita y calcopirita, con presencia de malaquita hacia el techo de la veta, así como oro libre de grano grueso entre las fracturas. El cuarzo es lechoso con textura masiva fuertemente fracturado; los sulfuros se encuentran dispuestos en *ribbons*, comunes hacia los contactos con la roca encajante, además de presentarse como en nidos a lo largo de toda la veta.

La alteración de la roca caja corresponde a cloritización y epidotización de biotitas y plagioclasas respectivamente, al igual que es común observar sericita tanto al interior de la veta como hacia los respaldos. Los contactos se caracterizan por presentar pirita diseminada al igual que los fragmentos embebidos en la veta.

Sector Norte del Distrito (Nechí)

Se encuentra en inmediaciones al municipio de Nechí en los sectores de Santa Elena, el 14, Cerro los Muertos y Cerro Puto. Estas vetas han sido explotadas artesanalmente por personas de la zona con avances menores a 20m aprovechando las zonas de oxidación.

Las estructuras vetiformes se caracterizan por estar encajadas principalmente en rocas metamórficas (gneises y migmatitas), presentan direcciones N25E con inclinaciones bajas entre 30° y 40° hacia el oeste (Vetas manteadas) con grandes espesores en promedio de 1.5 m con una importante continuidad en el rumbo (2Km y 3Km) (Figura 6a).

Estas vetas están compuestas principalmente por cuarzo y pirita, pero hacia la zona del 14 es común observar galena de grano fino que le da una tonalidad grisácea al cuarzo. Se presentan dos tipos de cuarzo: lechoso y gris traslucido, este último con textura crustiforme. Los sulfuros constituyen <2% de la veta y se presentan diseminados y en zonas de concentración como en «nidos». En los núcleos de perforación estas vetas presentan al parecer dos pulsos de cristalización donde se generan piritas diseminadas de granulometría gruesa y bien cristalizadas y uno segundo «mineralizante» caracterizado por el cuarzo gris y los sulfuros de grano fino; hacia el sector de Cerro Puto se tiene zonas muy localizadas de la veta donde se presenta calcedonia.

Los contactos de estos filones son tajantes y el nivel de emplazamiento indicando su emplazamiento en un régimen intermedio frágil y dúctil, dado que es común observar fragmentos de gneis embebidos en muchas de las vetas con zonas de brechamiento con sulfuros diseminados (Figura 6b).

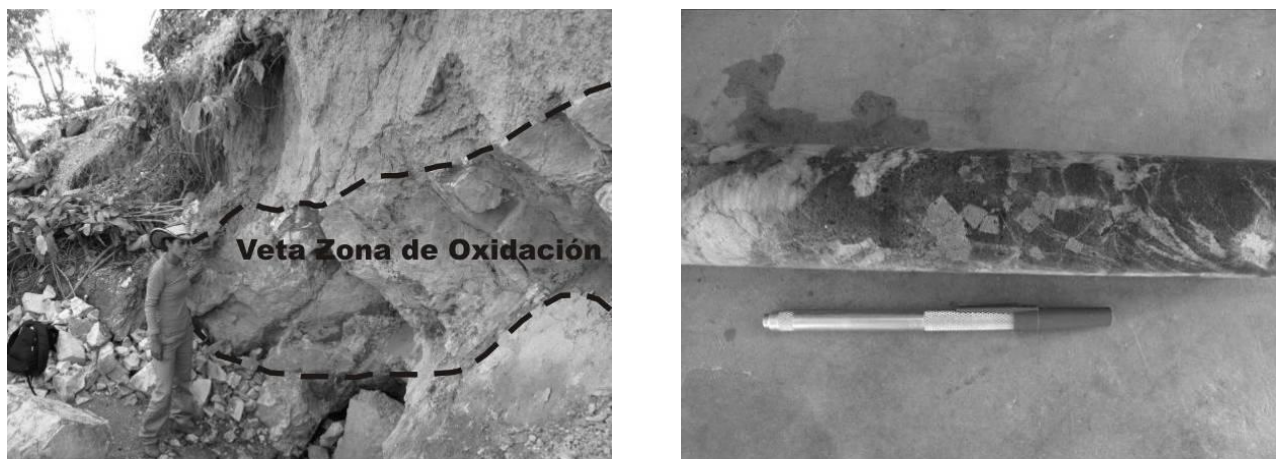


Figura 6. Vetas Sector Norte (a) Veta zona el 14, (b) Veta brechada con sulfuros grano grueso. Sector Cerro Puto-Pozo 61-35m profundidad (Mineros S.A.).

6. DISCUSION Y CONCLUSIONES

Los yacimientos vetiformes del distrito Minero Bagre-Nechí se encuentran ubicados principalmente al Este de la falla Otú sobre el Terreno Chibcha (Toussaint & Restrepo, 1988). En el sector Sur del Distrito se incluyen las vetas El Carmen y la Ye encajadas en rocas intrusivas con una amplia heterogeneidad composicional (Granito-tonalita-diorita), agrupadas dentro de lo que se conoce como Batolito de Segovia, mientras que hacia la zona norte del distrito las vetas se encuentran tanto en rocas intrusivas de composición cuarzodiorítica como en rocas metamórficas de alto grado (gneises y migmatitas) correlacionadas con unidades pertenecientes al basamento precámbrico del terreno Chibcha.

Los sistemas de vetas hacia la parte sur del distrito se encuentran encajadas en zonas de falla, para las cuales se distinguen dos sistemas principales: N5E/45SE para la veta El Carmen, N20W/52SW para La Veta Ye; y para la zona norte del distrito se presenta un sistema N25E/40W.

La mineralización observada hacia la zona sur del distrito corresponde a vetas de cuarzo, pirita, galena, calcopirita; donde estos sulfuros se disponen en bandas predominantes hacia el techo y piso, en agregados masivos como nidos y al interior de la veta en forma diseminada. Se presenta oro libre relleno de fracturas y asociado a los sulfuros. La principal alteración observada corresponde a cloritización y epidotización aunque se presentan zonas de sericita al interior de la veta.

En la zona norte del distrito las vetas se caracterizan por ser de más baja inclinación (manteadas) y de espesores más grandes que hacia la zona sur. El contenido de sulfuros es menor del 5% en todo el distrito. Hacia el sector norte, las

vetas están constituidas principalmente por pirita de granulometría fina a media de textura masiva con poco contenido de galena.

Las vetas encontradas muestran un fuerte control estructural, mostrando su emplazamiento en un régimen de deformación frágil-dúctil por la presencia de bandeamiento en la veta (cuarzo y sulfuros) con deformación sinmineralización (*Open-filling*), deformación milonítica localizada hacia los respaldos, brechamiento hidráulico con presencia de fragmentos de la roca caja embebidos en la veta y venas paralelas a la estructura principal con formas sigmoidales, estrangulamientos y ensanchamientos (formas en «camándula»).

Hacia las inmediaciones del Bagre se presentan fallas en régimen dúctil con presencia de milonitas y filonitas con fuerte silicificación, acompañadas de estructuras vetiformes a lo largo de dichos planos de deformación con pirita diseminada de grano fino.

Las vetas como El Carmen y La Ye han sido desplazadas por fallas dextrales con componente inverso cuyos planos fueron aprovechados por los diques post-mineralización (N-S/W) para su emplazamiento. Estas vetas fueron afectadas posteriormente por fallamientos dextrales, inversos y normales, observándose reactivación de fallas por la presencia de brecha y *gouge*, pliegues de arrastre en la veta y fuerte fracturación de las vetas y diques.

De acuerdo a la cercanía de la Falla Otú en este distrito y asociado a la inflexión hacia el oeste en inmediaciones al municipio de Zaragoza y a un antiguo y posible comportamiento de tipo dextral, se generaron zonas de cizalla paralelas al esfuerzo principal, pudiendo originar zonas de milonita (Quebrada San Pedro) y zonas estrechas cizalladas las cuales posteriormente sufrieron apertura posibilitando espacios abiertos y zonas distensivas favorables para albergar fluidos mineralizantes, como es el caso de la mina «La Ye». Cabe anotar que la cinemática actual de tipo sinistral de la falla Otú observada en campo, se puede explicar como resultado de los cambios en el régimen de esfuerzos regional generados por la convergencia de las placas Caribe, microplaca de Panamá y Nazca respecto a la parte norte de los Andes Colombianos.

Tomando como referente el distrito minero Segovia-Remedios dado que estas mineralizaciones guardan una relación espacial con la falla Otú y su estilo de mineralización es semejante, es posible tomar el trabajo de Echeverry (2006) para el cual plantea que el origen de los fluidos mineralizantes de las estructuras vetiformes provienen de una zona profunda de la corteza terrestre, marcando como el último evento hidrotermal a 47.7 ± 2.9 Ma., para el cual ratifica el hecho de que algunas de las vetas de Segovia-Remedios no estén relacionadas con una fase tardía de enfriamiento del intrusivo, sino que podrían estar relacionadas con la migración de fluidos a través de grandes fracturas regionales profundas. Así es posible proponer que las vetas del distrito Bagre-Nechí guardan una relación genética con el movimiento de la falla Otú.

Debido a que estas vetas muestran un emplazamiento en estructuras muy profundas con generación de respaldos milonitizados, estructuras sigmoides, venillas paralelas y perpendiculares a la estructura, zonas de brechamiento hidráulico y cercanía a una falla regional importante, se podría apoyar la idea de mineralizaciones de tipo *Orogenic Gold Deposit*, sin olvidar que es probable que existan otros tipos de mineralizaciones asociadas a las variaciones de facies intrusivas agrupadas como Batolito de Segovia, de las cuales no se tienen datos geocronológicos para permitir su separación.

AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo es parte del proyecto de investigación Modelo geológico-económico de los sistemas auríferos colombianos Fase 1: Nordeste Antioqueño y Sur de Bolívar financiado por COLCIENCIAS. Se agradece a la empresa MINEROS S.A y AngloGold Ashanti por el apoyo financiero y colaboración para el trabajo de campo; a la Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia-Sede Medellín, Grupo GEMMA, PTEM.

REFERENCIAS

- Álvarez, G. M.; Ordóñez-Carmona, O.; Valencia, M. M. y Romero, H. A., 2007. Geología de la zona de influencia de la Falla Otú en el Distrito Minero Segovia-Remedios. *Dyna*, Año 74, Nro. 153, pp 41-51.
- Bogota, J. y Aluja, J., 1981. Geología de La Serranía de San Lucas. *Geología Norandina*, 4: pp. 49-56.
- Echeverry, B., 2006. Genesis and thermal history of gold mineralization in the Remedios-Segovia Zaragoza Mining District of Northern Colombia. Tesis de Maestría. Universidad de Shimane. Japón.
- Frantz, C.; Ordóñez-Carmona O. y Chemale, J., 2007. Caracterización de Ambientes Geológicos con mineralizaciones de oro en los Andes Colombianos. *Memorias III Congreso Colombiano de Minería*.
- Feininger, T.; Barrero, D. y Castro, N., 1972. Geología de parte de los departamentos de Antioquia y Caldas (sub-zona II-B). *Boletín geológico*, Volumen XX, No. 2. Ingeominas. Bogotá.
- Gaboury, D., Carrier, A., Crevier, M., Pelletier, C. and Sketchley, D. 2001. Predictive Distribution of Fault-Fill and Extensional Veins: Example from the Sigma Gold Mine, Abitibi Subprovince, Canada. *Economic Geology*. Vol. 96; No. 6; pp. 1397-1405.
- González, H., 1992. Geología Plancha 106 Liberia. Escala 1:100.000. Memoria explicativa. Ingeominas. Bogotá.
- González, H., 2001. Mapa geológico de Antioquia Escala 1:400.000. Memoria explicativa. Ingeominas. Bogotá.
- Golfarb, R., Baker, T., Dubé, B., Groves, D., Hart, C. and Gosselin, P., 2005. Distribution, Character, and Genesis of Gold Deposits in Metamorphic Terranes
- INGEOMINAS y UIS., 2005. Memoria Geológica preliminar, plancha 55 «El Banco» Sur de los Departamentos de Bolívar, Magdalena y Cesar. Bogotá.
- Maya, M. y González, H., 1995. Unidades Litodémicas en la Cordillera Central de Colombia. *Boletín geológico*, Ingeominas. Bogotá. Volumen 35, No. 2-3: pp. 43-53.
- Ordóñez-Carmona O., Pimentel, M. M.; De Moraes, R. y Restrepo, J. J., 1999. Rocas Grenvillianas en la región de Puerto Berrio – Antioquia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 23(87): pp. 225-232.
- Ordóñez-Carmona O., Restrepo, J. J. and Pimentel, M. M., 2006. Geochronological and isotopic review of pre Devonian Crustal basement of the Colombian Andes. *Journal of South American Earth Sciences* 21: pp. 372–382.
- Restrepo, J.J. and Toussaint, J. F., 1988. Terranes and continental accretion in the Colombian Andes. *Episodes* 11(3): pp. 189-19.
- Witt, W.K., and Vanderhor F., 1998. Diversity within a unified model for Archaean gold mineralization in the Yilgarn Craton of Western Australia: An overview of the late-orogenic, structurally-controlled gold deposits. *Ore Geology Reviews* 13: 29–64.