
GEOLOGÍA DE LA PARTE ORIENTAL DEL DISTRITO MINERO SEGOVIA - REMEDIOS

GEOLOGY OF THE EASTERN PART OF SEGOVIA - REMEDIOS MINING DISTRICT

Jackson González¹, Biunis Terán² & Oswaldo Ordóñez-Carmona³

1. Ingeniero Geólogo.

2. Ingeniera Geóloga, SOLINGRAL S.A.

3. Geólogo, Profesor

Facultad de Minas - Universidad Nacional de Colombia - Medellín

jgb0307@gmail.com; beteran26@gmail.com; oswaldo.geologo@gmail.com

Recibido para evaluación: 10 de Febrero de 2010 / Aceptación: 4 de Octubre de 2010 / Recibida versión final: 19 de Octubre de 2010

RESUMEN

En este trabajo se presenta la cartografía geológica y estructural de la porción Este del Distrito Minero Segovia - Remedios, con eje sobre el río Bagrecito y las fallas Nus y Bagre, aplicada a la exploración de yacimientos minerales auríferos, en una zona de 120 Km². En especial se caracterizan y se describen petrográficamente las unidades metamórficas, intrusivas, volcánicas y sedimentarias aflorantes en la zona; adicionalmente se registran los patrones estructurales predominantes de fallas, estratificación, foliación, vetas y fracturas, así como la definición de las relaciones entre estas y la asociación - relación con los yacimientos minerales.

PALABRAS CLAVES: Segovia, Remedios, falla Nus, falla Bagre, Antioquia, Colombia.

ABSTRACT

This paper presents geology and structural cartography of the eastern zone of the Segovia-Remedios mining district, with central axis over the Bagrecito river and Nus and Bagre Faults, applied to the exploration of Gold ore minerals, in a zone of about 120 Km². Characterization and petrography description of metamorphic, intrusive, volcanic and sedimentary rocks are specially made; additionally, prevailing structural faults patterns, stratification, foliation, veins and fractures and their relationship with minerals deposits are registered.

KEY WORDS: Segovia, Remedios, Nus Fault, Bagre Fault, , Antioquia, Colombia.

1. INTRODUCCIÓN

En Colombia y desde tiempos coloniales, el nordeste antioqueño ha sido una zona con gran actividad económica-minera auro-argentífera, desarrollada sobre vetas y aluviones. Las explotaciones y las áreas de prospección han estado ubicadas cerca a lugares tradicionales de ocurrencia aurífera, lo que en parte refleja la poca actividad de exploración moderna, resultado también apoyado en la deficiente información cartográfica de las zonas alejadas del Distrito Minero Segovia-Remedios (DMSR), lo cual es más notorio hacia la parte oriental del mismo.

En este marco, se hace necesaria la realización de la cartografía del DMSR desde la óptica de la geología económica, con la finalidad de reconocer las zonas con gran potencial aurífero, apoyado en la petrografía, la geología estructural y los rasgos más representativos del área en busca de un aprovechamiento actualizado de los datos geológicos fundamentales.

En este trabajo se muestran los resultados obtenidos en la cartografía al Este del DMSR, lo que junto al estudio petrográfico de las diferentes unidades encontradas será una herramienta que puede servir para el desarrollo geológico-minero del departamento de Antioquia y el país.

2. CONTEXTO REGIONAL

La zona en la cual se realizó este trabajo se encuentra al oriente de los municipios de Segovia y Remedios en el nordeste Antioqueño con coordenadas Norte 1.283.000 y 1.267.000 y Este 935.000 y 945.000 (Fig. 1). Las alturas en la zona oscilan entre los 200 y los 750 msnm. La zona se compone en la parte occidental por colinas redondeadas y quebradas con cañones medianamente profundos y hacia la parte oriental se tiene un relieve de fuertes pendientes en donde es común encontrar saltos de decenas de metros en las quebradas, existiendo también zonas planas definidas por valles aluviales de los principales ríos.

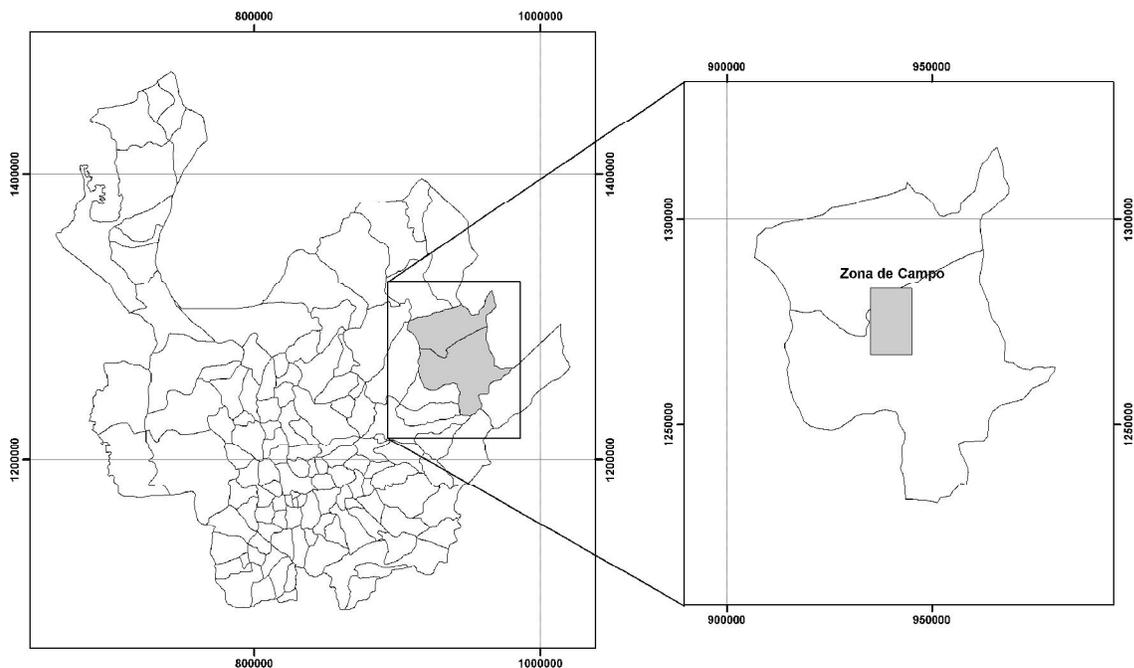


Figura 1. Localización del área de estudio

Dentro de los estudios realizados regionalmente se encuentra el trabajo de Feininger et al., (1972) y González (2001) quienes definen y describen las unidades litológicas presentes, además de reportar fallas regionales y locales involucradas en la zona. Por otro lado se han realizado estudios en el DMSR por parte de Casas (2005), Contreras (2005) y Echeverri (2006) enfocados a establecer la génesis y evolución de los yacimientos filonianos del distrito, así como otros estudios intentan establecer relaciones lito-estructurales con las mineralizaciones de esta zona. Además de trabajos investigativos se han realizado trabajos geológico-mineros en el cual se ha tratado de determinar el potencial minero y las condiciones socio-económicas del lugar de tal forma que pueda seleccionarse como una zona de reserva especial minera Correa (2002). En este mismo marco de trabajos Sánchez et al., (2007), realizan un análisis del distrito, en donde definen tres conjuntos distintos de fracturas: "Silencio y Marmajito". De estos dos sistemas, el conjunto "Silencio" es el más desarrollado y como tal, probablemente sirvió para liberar los esfuerzos iniciales, que en forma relativamente contemporánea dieron origen al sistema Marmajito. Estas son las más importantes económicamente. La tercera fractura la "Serie Vertical, consiste de una sola cizalladura con dirección noroeste.

3. GEOLOGÍA LOCAL.

En la zona estudiada afloran cinco unidades, las cuales son descritas desde la más antigua a la más reciente (Fig. 2); considerando las relaciones de campo y las correlaciones con zonas y unidades mencionados especialmente en el trabajo de Feininger et al., (1972) y González (2001).

Rocas Metamórficas.

Esta unidad está representada por gneises que varían en su composición entre cuarzo feldespáticos, cuarzo biotíticos y cuarzosos. Muestran bien definida la foliación, representada en bandas oscuras debido a la orientación de láminas de biotita y bandas claras por la lineación de agregados de cuarzo y feldespatos, tal como se observa en la (Fig. 3). Los afloramientos son visibles y continuos, pudiéndose observar estas rocas en las quebradas El Morro, El Encantado, el río Puná y la parte alta de las quebradas El Jardín y Los Monos; en ésta última es común observar cambios en el sentido del buzamiento, los cuales definen pliegues, sinclinales y anticlinales, en los ejes de estos la roca se encuentra muy fracturada generando una zona local de falla.

En algunos lugares los gneises se encuentran parcialmente cubiertos por sedimentos e intruidos por el batolito de Segovia. Estas rocas se encuentran dentro de la zona de trabajo al este del río Bagre.

Estas rocas hacen parte de la unidad denominada gneis de San Lucas por González (2001). Feininger et al., (1972) correlacionan estas rocas con las granulitas de la Sierra Nevada de Santa Marta. Ordoñez et al., (1999) obtuvo una edad de 894 ± 36 Ma en el sector de Puerto Berrio, lo cual corrobora una edad precámbrica para dichas rocas.

Rocas Intrusivas.

Dioritas a cuarzodioritas afloran en toda la zona estudiada preferencialmente en la porción occidental, en cercanías a Segovia y Remedios, en parte de las cuencas de las quebradas El Aporriao, Juan Bran y El Diamante, en menor proporción se encuentran cuerpos gabroicos de menor tamaño, dentro de las variaciones de esta unidad intrusiva. Las zonas donde aflora esta unidad se caracterizan por la presencia de roca fresca, saprolito y suelos areno-arcillosos característicos de este cuerpo.

Esta unidad está compuesta por cuarzo, feldespato, hornblenda y algo de biotita y se extiende sobre un área mucho mayor y continua que aflora hacia el suroccidente de la zona, observándose en la margen izquierda de la vía que comunica la vereda El Río con Segovia. Texturalmente las dioritas varían de masivas a gnéisicas en zonas de falla; estas últimas caracterizadas por una tonalidad verdosa, muy cizalladas dando la apariencia de esquistos verdes por el alto grado de cizallamiento, como se pueden observar en las quebradas el Sapo entre las cotas 250m y 375m y El Salado entre la cota 275 y la finca Pajuiles.



Gneis rodado del río Puná



Depósito aluvial del río Bagrecito

Figura 3. Rocas metamórficas precámbricas y depósitos aluviales recientes.

Esta unidad hace parte de las intrusiones agrupadas en el Batolito de Segovia al este de la falla Otú, datado como Jurásico (Feininger et al., 1972) obtuvieron por U-Pb en circón 154 ± 3.2 Ma (en la zona aledaña a la Mina Córdoba), confirmando la edad jurásica. En la zona de trabajo se observó el contacto intrusivo con los gneises; este intrusivo a su vez es cortado por diques básicos y es la roca encajante de las principales vetas de la zona. Por otro lado, la relación del intrusivo con las rocas sedimentarias es completamente fallada.

Rocas Sedimentarias.

Esta unidad de edad cretácea corresponde principalmente a rocas características de una secuencia monótona de materiales detríticos como lutitas carbonosas, areniscas finas, medias y levemente conglomeráticas como las observadas en la quebradas El Carmelo, Hundidor y sus afluentes, además de paquetes de conglomerados con clastos de cuarzo y fragmentos de roca (lutitas) que varían entre 0.5 y 3cm. de diámetro. Estos conglomerados fueron observados en las quebradas Salto Bonito y Bóminas cota 325.

En esta unidad se encuentran rocas altamente silicificadas por la influencia de diques postminerales los cuales aumentaron su competencia y dureza, esto es evidenciado en una secuencia de arcillolitas en las quebradas El Carmelo y Hundidor (cota 265). Además en las unidades detríticas, también hay presencia de rocas químicas con disposición lenticular como las calizas impuras intercaladas con areniscas observadas en la quebrada El Carmelo.

Por su ambiente y tiempo de formación esta unidad sedimentaria está íntimamente asociada con rocas volcánicas intermedias, las cuales están en contacto concordante, se observan en la quebrada Bóminas y algunos de sus afluentes entre las cotas 200 y 225.

En general la secuencia se observa bien estratificada con dirección preferente N-S, y con algunas variaciones de 10°E - 46°W . Es común observar un cambio en el sentido del buzamiento, demostrando que la secuencia en algunos sitios esta plegada como se observa en las lutitas de la quebrada El Salado cota 360. La acción de las fallas sobre la unidad sedimentaria se manifiesta en la quebrada El Encantado, donde se localiza una falla inversa que desplazó la secuencia 0.5m formando un pliegue de arrastre.

Rocas volcánicas.

Estas rocas se encontraron predominantemente en la parte central de la zona de estudio y se presentan como cuerpos alargados en dirección N-S dentro de las lutitas. Fueron halladas en varios caños que desembocan en la quebrada Bóminas y también en la quebrada Guayabal. Estas rocas en su mayoría son de textura afanítica y algunas son porfídicas con fenocristales de plagioclasa. Es una roca gris verdosa muy dura que presenta silicificación fuerte en

algunas partes, es muy resistente a la erosión y forma saltos de varios metros en los contactos con las lutitas consecuencia de la diferencia de competencia entre estos dos tipos de roca.

El contacto de estas rocas con las sedimentarias es tajante y no presenta señales de fallamiento, como se observa claramente en la quebrada Bóminas a una altura de 313 m. Según Feininger et al., (1972) se trata de una interstratificación de esta roca con las lutitas negras fosilíferas del Aptiano superior.

Además de este cuerpo se encontraron diques no cartografiables pero que alcanzan a tener hasta 3 metros de ancho. Las características petrológicas de ellos son muy similares a las de la roca volcánica descrita anteriormente. Se encuentran en varios lugares, por ejemplo en la quebrada Guayabal en donde es fácil definirlos, pues por su dureza sobresalen en el lecho de la quebrada permitiendo así ver la continuidad en el rumbo. En esta quebrada los diques se encuentran tanto en las rocas intrusivas como en las rocas sedimentarias, presentando en su mayoría un fuerte fracturamiento y una mineralización pobre en sulfuros.

Depósitos cuaternarios.

En esta unidad se enmarcan los amplios depósitos aluviales que conforman las terrazas y llanuras de inundación de los ríos Bagre y Bagrecito (Fig. 3). Estos depósitos están conformados por bloques y gravas embebidos en una matriz areno-limosa. Igualmente, hacen parte los depósitos aluviales localizados en la cuenca de la quebrada El Aporriao.

4. PETROGRAFÍA.

Las descripciones microscópicas se realizaron sobre 8 secciones delgadas, analizadas en el laboratorio de Petrografía de la Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Las rocas ígneas se clasificaron por medio de los diagramas de Streckeisen (1976). La clasificación del tipo de plagioclasa se realizó por medio del método de Michel-Levy sobre 5 cristales como mínimo de cada sección. La clasificación de las rocas metamórficas se realizó con ayuda de las normas SCMR (Subcomisión de Rocas Metamórficas). Su composición modal se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Composición modal de las secciones delgadas.

Muestra	Unidad	Roca	coordenadas		Composición mineralógica (%)								
			Este	Norte	Q	A	P	Bi	Mv	Ca	Cl	Es	otros
JB-32	Rocas Intrusivas	Diorita Cloritizada	942837	1271968	30	-	-	-	-	10	48	5	7
SB-13	Rocas Volcánicas	Dacita	942373	1277306	-	-	50	40	-	-	-	-	10
OW-2	Rocas Intrusivas	Aplita	936462	1281329	33	25	-	-	37	-	2	-	3
MJ-23a	Rocas Intrusivas	Cuarzodiorita	942950	1281680	35	28	24	-	-	-	10	-	3
JB-10	Rocas Volcánicas	Dacita porfídica	940250	1278861	60	-	-	-	2	38	-	-	-
EK - 07	Rocas Metamórficas	Gneiss cuarzo feldepático - biotítico	942916	1271173	30	20	-	30	-	-	13	-	7
MKS - 5E	Rocas Metamórficas	Ultramilonita	938422	1279870	-	-	-	-	-	-	-	-	-
MJ - 16B	Rocas tardías en Rocas intrusivas	Dique ácido potásico	942351	1272478	70	25	-	-	-	-	-	-	5

Q: Cuarzo; A: Feldespato Potásico; P: Plagioclasa; Bi: Biotita; Mv: Moscovita; Ca: Calcita; Cl: Clorita; Es: Esfena; Otros: opacos, epidota, apatito, óxidos, otros.

Rocas Ígneas

Cuarzodiorita: Roca fanerítica, inequigranular, hipidiomorfica, holocristalina, con tamaños de grano medio.

Cuarzo: sus tamaños varían de grueso a medio. Se presenta completamente anhédrico con bordes redondeados en contacto con plagioclasa y otros cuarzoes. Exhibe una fuerte extinción ondulatoria. Ocasionalmente, aparece como inclusiones en cristales de plagioclasa.

Plagioclasa: generalmente es la especie mineralógica con mayores tamaños. Se muestra de forma subhedral con hábito tabular. Presenta empañamientos debido al grado de alteración. Exhibe maclas tipo Albita y Carlsbad. Eventualmente, los cristales presentan una insinuada zonación. El ángulo de extinción es en promedio 48°. El tipo de plagioclasa es andesina.

Feldespatos K: se presenta de forma subhedral. Presenta extinción paralela. Se observa oscurecido debido al grado de alteración. Exhibe bajo relieve. Tipo de feldespato ortoclasa.

Biotita: es raro observar este mineral en la sección, pues se encuentra alterando a clorita. Pero los cristales que se observan son de color pardo, de forma subhedral con hábito alargado.

Minerales de alteración: la clorita se presenta como mineral de alteración de biotita. Es de forma subhedral pleocroica y aparece también como inclusiones en cristales de plagioclasa. La epidota también aparece como mineral de alteración, el cual es de color pardo, alto relieve y forma subhedral.

Minerales accesorios: aparece rutilo acicular, con tamaño diminuto, color pardo rojizo y alto relieve y circón.

Diorita Cloritizada: Roca fanerítica, equigranular, hipidiomórfica, holocristalina, con tamaños de grano medio a fino. Presenta disposición gnéisica cataclástica por esfuerzos dinámicos.

Cuarzo: sus tamaños varían de medio a fino. Se presenta completamente anhédrico con bordes irregulares en contacto con otros cuarzoes. Exhibe una fuerte extinción ondulatoria. En esta sección los minerales presentan sombras de presión, ubicados de forma alargada. Los cristales de cuarzo exhiben cierta orientación, la cual es evidencia de esfuerzos de deformación.

Clorita: este mineral es producto de la alteración de biotita. Presenta forma anhedral. Es de color verde y Pleocroica.

Calcita: presenta forma subhedral con hábito prismático. Exhibe clivaje en una dirección, tiene relieve moderadamente alto y se encuentra rellenando venas

Minerales de alteración: se observa algo de arcillas como alteración y asociada a minerales opacos.

Minerales accesorios: la epidota se presenta en agregados granulares. Es de color verde y levemente Pleocroica. Está asociado a la clorita. La esfena también se presenta como mineral accesorio, exhibiendo formas rómbicas y también anhedral. Presenta apariencia mugrosa. Minerales opacos hacen parte de este grupo.

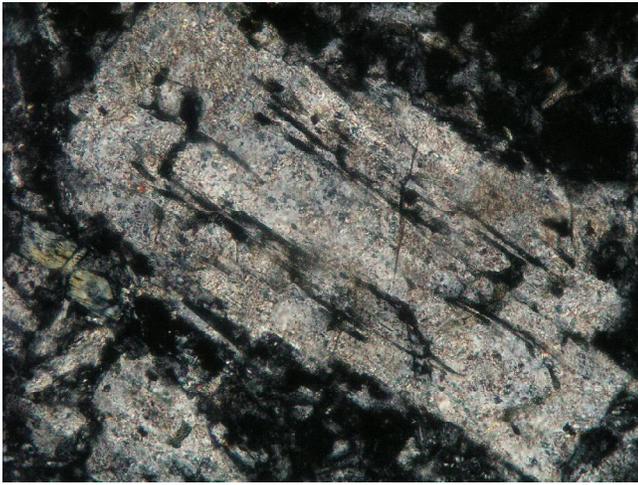
Dacita: Roca inequigranular, afanítica, hipocristalina.

Biotita: presenta forma anhedral con hábito tabular. Exhibe una excelente extinción ojo de pájaro. Esta distribuida en toda la sección.

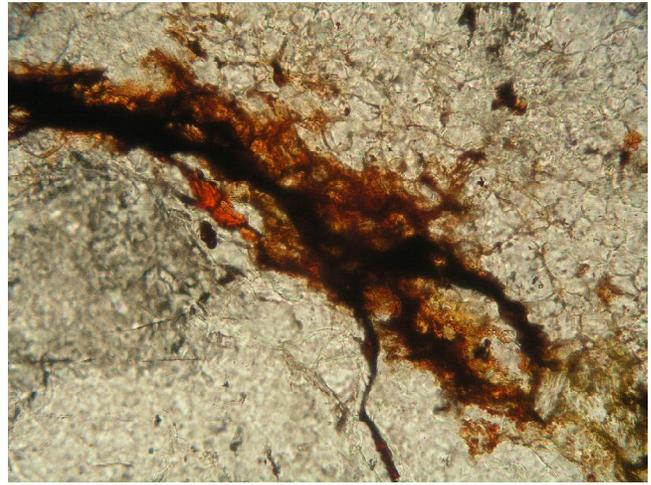
Plagioclasa: anhédrica de tamaño fino. Por lo general maclado según Albita y Carlsbad. Esta fracturado y presentan una leve alteración a sausruta en las fracturas (Fig. 4a). Exhibe una textura seriada. Es la especie mineral más abundante.

Minerales accesorios: aparece apatito como mineral accesorio, se presenta como diminutos cristales prismáticos.

Minerales de alteración: se observa epidota asociada a la plagioclasa.



a. Alteración de plagioclasa en fracturas tipo sausalita (Dacita)



b. Venillas de óxido y abundante moscovita en aplita.

Figura 4. Alteraciones y presencia de óxidos, nicoles cruzados

Dacita Porfídica: Roca porfídica, inequigranular, matriz cuarzosa y fenocristales de plagioclasa.

Cuarzo: Se presenta completamente anhédrico con bordes redondeados. Exhibe una fuerte extinción ondulatoria. Es constituyente de la matriz.

Calcita: se presenta de forma anhedral, oscurecida. Producto de alteración total de la plagioclasa (hidrotermalismo).

Moscovita: se presenta en forma anhedral, con tamaños finos. De tipo primaria, asociada a la calcita.

Aplita rica en feldespato potásico: Roca equigranular, holocristalina, hipidiomórfica, afanítica, de grano fino y presenta fracturas rellenas de óxidos.

Moscovita: presenta forma anhédrica, generalmente exhibe tamaños finos, distribuida en toda la sección. Este mineral se está alterando a sericita.

Cuarzo: Se presenta completamente anhédrico con bordes redondeados. Exhibe una fuerte extinción ondulatoria. Se encuentra distribuido en toda la muestra y su tamaño es fino.

Feldespato: se presenta de forma subhedral. Presenta extinción paralela. Se observa oscurecida debido a que se está alterando un poco a sericita. Exhibe bajo relieve.

Minerales accesorios: la clorita se observa en pequeñas proporciones. Se presentan óxidos relleno de fracturas distribuidas en toda la sección. (Fig. 4b)

Dique ácido alto en potasio: Roca de textura inequigranular con cristales de cuarzo y feldespato potásico, donde los dos van desde grueso hasta finos.

La roca presenta una alteración silíceo pervasiva, donde podría esperarse que por este efecto se hallan sustituido posibles minerales como aquellos que poseen un hábito acicular.

Cuarzo: posee cristales anhedrales y subhedrales principalmente y, en menor proporción cristales euhedrales. Es el mineral más abundante con extinción ondulatoria en algunos cristales, donde se resaltan la gran variedad de tamaños pasando desde muy gruesos hasta zonas donde se agrupan pequeños cristales. Texturalmente posee en algunas partes una tendencia equigranular y en otros inequigranular.

Feldespato: posee desde un desarrollo de caras en los cristales que van desde automórfico hasta xenomórfico. Además de presentar tamaños muy variados y límites poligonales. Es el otro mineral más común en la sección y el cual presenta hábito acicular.

Rocas Metamórficas

Gneis Cuarzo - Biotítico con clorita: Presenta una textura granoblástica con matriz lepidoblástica, donde el cuarzo recristalizado y el feldespato definen un dominio en la sección y las micas como la biotita y la clorita otro, conformando en conjunto una estructura bandeada (Fig. 5)

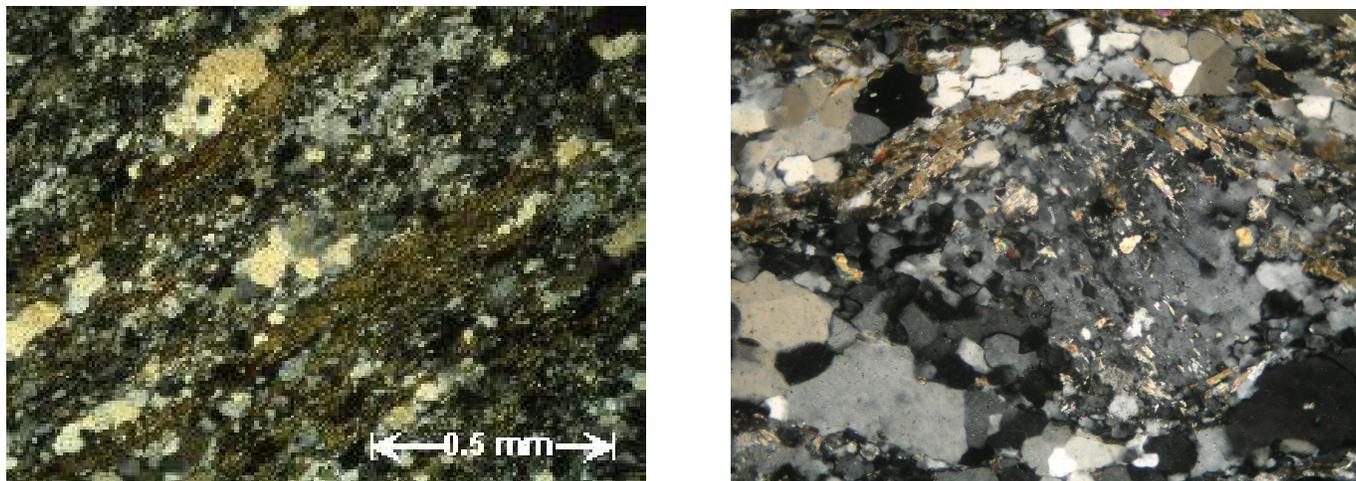


Figura 5. Estructura gnéissica a la derecha y poiquiloblasto de feldespato.

Cuarzo: predominante en gran parte de la sección, presenta color gris de interferencia, con recristalización de los cristales, presentando extinciones ondulatorias en gran parte de los granos. El desarrollo cristalino del mineral en general es altramórfico, con tamaños de cristales que finos a gruesos, los contactos son lobulados en su mayoría entre los porfidoblastos de cuarzo y feldespato.

Feldespato: se encuentra haciendo parte de la textura granoblástica de las bandas, con tamaños de gruesos a finos y contactos lobulares en general, también se pueden apreciar que ciertos poiquiloblastos de plagioclasas presentan texturas augens (Fig. 5), donde micas y cuarzo rodean el mineral, y ciertas inclusiones de micas dentro del cristal de feldespato muestran la pequeña rotación a la cual fue sometido el cristal.

Biotita: presenta pleocroísmo de verde oscuro a un verde claro, poseen hábito alargado, generalmente, con cristales que presentan desarrollos de caras que van desde altramórfica hasta hipidiomórficas. Posee colores de interferencia de segundo orden, con contacto poligonales tajantes y clara alteración del mineral a clorita.

Clorita: mineral de alteración, pues conserva en muchas partes el hábito del mineral anterior del cual es procedente (biotita, se le aprecia la alteración progresiva a este mineral), con colores de interferencia grises y clivaje en una dirección, los contactos de estos porfidoblastos son poligonales.

Epidota: es un mineral accesorio en la sección, de alto relieve y con poco desarrollo cristalino.

Apatito: accesorio, de alto relieve, caras altramórficas e hipidiomórficas, con límites poligonales entre cristales, tamaños de granos pequeños y se encuentra en poca cantidad.

Roca de Falla

Ultramilonita: La sección muestra una orientación muy marcada con alta recristalización de todos los minerales, donde casi un 90% de los minerales han sufrido reducción de tamaño (Fig. 6a). La presencia de micas como cloritas, moscovita y biotita definen la esquistosidad preferencial de la roca aunque los pequeños granos de cuarzo se encuentra con dicha orientación. Posee un intenso fracturamiento y micropliegues evidenciando el gran stress al que fue sometida la roca.

Cuarzo I: este cuarzo hace parte de la esquistosidad de la roca, ya que posee tamaños de granos muy pequeños pues es reducido por el mismo efecto dinámico al cual es sometido la roca. No son claros los límites entre cristales, y las caras de sus cristales son muy alotromórficas.

Clorita: mineral que marca la esquistosidad de la roca y es el más abundante. Sufre altamente reducción de tamaño y de esta forma solo se ven pequeños lentes alargados en el mismo sentido de la orientación. Se logra apreciar que es un mineral de alteración de la biotita que ya está muy alterada.

Moscovita: mica muy fina, donde sus características son poco perceptibles debido a la recristalización que ha sufrido la roca.

Cuarzo II: se encuentra relleno de cavidades en la sección, generalmente corta la esquistosidad de la roca, además que los cristales se ven con cierto grado de recristalización, presentan extinción ondulatoria y algunos límites suturados y otros lobulares, en todas las fracturas, el tamaño de grano es grueso. (Fig. 6b)

Minerales accesorios: micas como la biotita que en gran parte ya está alterada a clorita, presenta clara orientación y colores cafés sin nicoles cruzados. También encontramos muchos óxidos de hierro, alojados de forma preferencial en las fracturas.

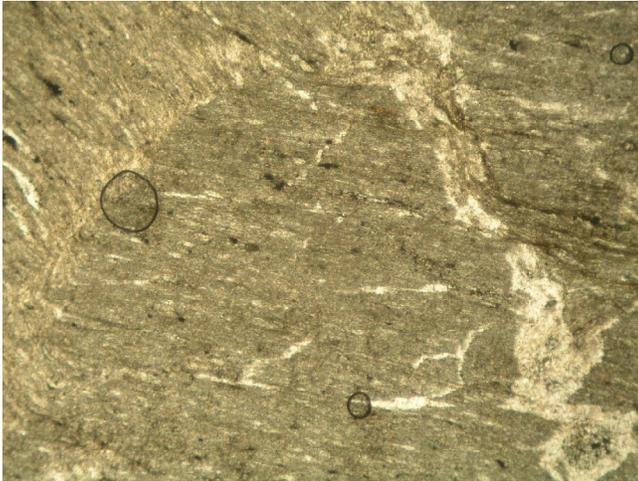


Figura 6. (a) Reducción de tamaño de cristales en ultramilonita. (b) Vetilla de cuarzo recristalizado

5. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

En el área de estudio se encuentran dos tipos básicos de estructuras, las inherentes a la roca (estructuras primarias: foliación y estratificación) y las relacionadas con procesos tectónicos (fallas y diaclasas). En las tablas 2 y 3 se presentan los datos estructurales para cada estación.

Estructuras Primarias.

Las estructuras de este tipo vistas en la zona de campo corresponden a la estratificación de las rocas sedimentarias y la foliación de las rocas metamórficas.

a. Estratificación. Los paquetes sedimentarios tienen una dirección preferencial NS, con buzamientos tanto al E como al W con ángulos variables (30°-vertical) debido al plegamiento que se presenta en la zona por el efecto de las fallas Bagre y Nus, efecto evidente en la quebrada El Salado donde se observan las lutitas con amplios pliegues cuyo eje tiene una tendencia NS (Fig. 7).

b. Foliación. Los gneises de la zona presentan una foliación burda con dirección NS y buzamientos al W entre 50°-60°. Dicha foliación está definida por la orientación de biotitas que se encuentran presentes en las diferentes bandas que componen la roca.

Estructuras secundarias.

Las estructuras tectónicas observadas en el área de estudio (diaclasas y fallas) tienen características deformacionales índices de la parte superior de la corteza terrestre: niveles frágil y frágil-dúctil.

a. Diaclasas. Existe una amplia variación en el rumbo de las mismas, abarcando principalmente las direcciones EW, NS y NE con altos valores de buzamiento en la mayoría de los planos (Tabla 2).

A pesar de la amplia variedad en la distribución y orientación de las diaclasas (Fig. 8) fue posible con el trabajo de campo comprobar que algunos drenajes como las quebradas al este de la falla Bagre, se encuentran controlados estructuralmente por dichos planos, siendo las direcciones predominantes la EW y en especial la quebrada La Ceibita la cual presenta dirección N63°E.



Lutitas Plegadas, quebrada El Salado, CS- 60



Lutitas a lo largo quebrada El Salado

Figura 7. Estratificación de las rocas sedimentarias.

Tabla 2. Datos Estructurales de las Diaclasas.

PUNTO	ESTACIÓN	NORTE	ESTE	UBICACIÓN	ROCA	DIRECCIÓN
29	JB-23	1265176	937413	Camino Lisimaco	Diques Aplíticos	D1: N40°E/60°W D2: N50°W/85°E D3: N6°W/20°SW
30	BS-7	1282257	942131	Quebrada Cuncliyas o Pizarna	Roca Intrusiva Silicificada. Rocas Sedimentarias Plegadas	D1: N5°E/80°SE D2: N50°E/85°W D3: N30°E/20°W
31	MJ 13	1272550	940900	Quebrada El Salado	Contacto Areniscas - Batolito	N40°W/60°E
32	MK 6	1279870	938422	Quebrada Hundidor	Contacto Arcillolitas - Batolito	N45°W/45°E
33	CS 9			Quebrada El Diamante	Diorita	N50°W/65°SW
34	CS 69	1278300	942700	Quebrada Castrillón	Roca Intrusiva	D1: N80°W/70°E D2: EW/30°S
35	CS 70	1278300	942710	Quebrada Castrillón	Roca Intrusiva	D1: EW/80°N D2: NS/50°E D3: N20°E/50°W

b. Fallas. La zona está afectada por una amplia variedad de fallamientos tanto de carácter frágil como dúctil que van desde la escala de afloramiento hasta semi-regional (Tabla 3).



Roca porfídica diaclasada. Quebrada Miguel Castrillón
afluente derecho



Diaclasas en el batolito, quebrada La Ceibita

Figura 8. Diaclasas.

En algunos sitios se encontraron fallas que ponen en contacto la unidad sedimentaria con el Batolito de Segovia que en la mayoría de los casos no se observan porque están cubiertas por material aluvial y coluvial, aunque pueden verse en la quebrada Salto Bonito, en la vía que va de la Iguana al Salado (cota 600) y 200 m antes de llegar a la Casa el Diamante en la vía que va de Segovia a Cañaverales. Además, se encuentran fallas locales de poco desplazamiento en las lutitas y en las zonas de las charnelas de los pliegues.

El fallamiento dúctil aparece de forma expresiva en el batolito, lo cual se puede observar en la quebrada El Sapo y el río Bagrecito, al igual que en las zonas de contacto entre el batolito y el gneis al este de la falla Bagre.

A lo largo del río Bagrecito y quebrada El Salado se puede observar un evento frágil sobreimpuesto a un dúctil por la presencia de amplias zonas de brechas y fuerte cizallamiento de aproximadamente 2 km.

Tabla 3. Datos estructurales de fallas.

ESTACIÓN	NORTE	ESTE	UBICACIÓN	ROCA	DIRECCIÓN
JB-8	1278611	940174	Qda. El Carmelo	brecha de falla	N50W/55E
JB-32	1271968	942837	Qda. El Morro	milonita	N60E/60NW
MJ 26	1276503	942629	Qda. El Encantado	Lutitas negras, Areniscas	Falla inversa N21°W/41°E
EK-24	1279377	942371	Qda. La Ceibita	sedimentario	N65E/65SE
EK-25	1279413	942326	Qda. La Ceibita	intrusivo	N60E/60E
CS 36	1274805	935706	Qda. El Aporreado	intrusivo	N60W/70SW
CS 60	1272332	939858	Qda. El Salado	roca sedimentaria	N30E/80NW.
CS 66	1278346	942570	Qda. La Castrillon	dique	NS/vertical.
CS 68	1278300	943700	Qda. La Castrillon	rocas sedimentarias	N20E/80NW.
CS 71	1278336	942836	Qda. La Castrillon	roca silicificada y lutitas	N40E/70NW
CS 73	1278769	942980	Qda. La Castrillon	sedimentario y pórfido.	NS/40NE

Otras estructuras

Vetas. Se incluyen las vetas como estructuras independientes por tratarse de planos específicos de mineralización. Dichos planos pueden ser anteriores o sincrónicos a la llegada del fluido mineralizante. Estas estructuras se caracterizaron en aquellas localidades donde se tiene o tuvo indicios de explotación, afloramientos in situ en vías, caminos y cauces, así como en laderas donde a manera de "riegos" aparecen dichas estructuras.

Las estructuras vetiformes observadas exhiben una ocurrencia sistemática con controles estructurales y relación de corte con relación a las unidades litológicas encajantes, ambientes de formación/deformación asociados a fallamientos, y geometrías compatibles con deformación progresiva asociada probablemente a procesos tectónicos regionales.

Las vetas de cuarzo + sulfuros, venillas de cuarzo lechoso o riegos asociados, estos últimos de gran importancia en la exploración de nuevas vetas auríferas, presentan tendencias de orientación ampliamente variables en rumbo. No obstante, se observan dos rangos predominantes de disposición estructural: N70°-80°W y N10°-50°E con altos buzamientos hacia el NW y moderado a alto hacia el NE; con espesores variables entre 0.1 y 1m.

Es característico observar en las vetas de poco espesor estructuras sigmoides no muy continuas en el rumbo, ya que se adelgazan y engrosan hasta estrangularse, obedeciendo a regímenes de deformación tectónica. En general, las vetas (Tabla 4) están compuestas mineralógicamente por cuarzo, pirita y óxidos de hierro, aunque algunas que no se encuentran tan meteorizadas presentan también galena y esfalerita.

Se observaron vetas donde algunas estaban acompañadas por diques básicos en contactos fallados como se observó en la veta de la quebrada El Aporriao, con formas Sigmoides o en "camándula" en su rumbo. Algunas venillas de cuarzo observadas en la quebrada el Diamante se encuentran en contacto con diques básicos con abundantes piritas bien cristalizadas.

Es común observar las vetas con una silicificación moderada y con presencia de clorita o sericita. Los óxidos de hierro generalmente están dentro del rango 80% jarosita y 20% goethita. Presentan espesores variables alcanzando hasta 2m. Es característico encontrar el cuarzo con textura en diente de perro, cruciforme y con cavidades rellenas de óxidos de hierro, así como masivo lo que llaman "macho" en algunas ocasiones fracturado.

Las vetas se encuentran principalmente encajadas en el batolito de Segovia donde es común observarlas mineralizadas y en menor proporción se encuentran en rocas metamórficas y sedimentarias sin mineralización apreciable.

Los desarrollos mineros que se encontraron en la zona correspondían a trabajos muy artesanales con intentos de avances con túneles de poca profundidad para la extracción del mineral de algunas vetas, algunas de ellas se observaron en los sectores de Los Bancos, El Rayo y El Congo (mina El Bagrecito). Los otros sitios explotados, en su mayoría abandonados y trabajados informalmente, se instalaron sobre las zonas superficiales de las vetas, donde los procesos de meteorización han transformado la veta y favorecido el desarrollo del gossan, al cual generalmente se asocian interesantes contenidos de oro libre. En el lenguaje minero estas vetas se conocen informalmente como "Vetas Tierras".

Tabla 4. Vetas.

12	MJ 31	Mina El Bagresito	1274950	942888	Qz,Py,Po,Cpy,Gal,FeOx	N26°E	62°E
13	EJ-1	Quebrada El sapo	1279822	938293	Qz	N70°W	50°NE
14	MK 4	Quebrada Hundidor	1279366	938446	Qz,FeOx,Ct	N20°E	71°E
15	MK 5	Quebrada Hundidor	1279483	938424	Qz,FeOx	N20°E	70°E
16	EK-21	Quebrada Guayabal	1272205	941584	Qz,FeOx	N50°E	75°W
17	CS-2	Quebrada El Diamante	1283062	936742	Qz,FeOx, Py, Cpy	N10°E	50 SE
18	CS-3	Quebrada El Diamante	1282000	936742	Qz, FeOx	N70°E	50 SW
19	CS-07	Quebrada El Diamante	1280289	936346	Qz,Py,Cpy,FeOx,Gal	NS	40 E
20	CS-19	Quebrada Sector El Diablo	1278939	935656	Qz,FeOx, MnO	N60°E	50 SE
21	CS-41	Camina Finca Iguaná	1269285	934988	Qz, FeOx	N20°E	50°SW
22	CS-42	Bocamina La Iguaná	1269395	935715	Qz, FeOx, Py, MnO	N70°W	60° NE
23	CS-45	Camino Guayabal a Iguaná	1269252	935901	Qz, FeOx	N30°E	Vertical
24	CS-46	Vía Segovia- El rio-EL Boquete	1281455	936367	Qz, FeOx, Py	N25°W	80° E
25	CS-48	Casa Miguel García- El Bosque	1281101	936591	Qz, FeOx	N60°W	60° SW
26	CS-49	Casa Miguel García- El Bosque	1281121	936601	Qz, Py, FeOx	N10°W	70° SW

Qz: Cuarzo, FeOx: Oxido de hierro, Py: Pirita, Cpy: Calcopirita, Gal: Galena, MnO: Oxido de Manganeso, Sph: esfalerita, Ct: Clorita, Po: Pirrotita.

6. CONCLUSIONES

La cartografía geológica de las unidades litológicas en este trabajo, nos permite mostrar los cuerpos con mayor tamaño adecuados a una escala 1:25.000, no obstante, los cuerpos no cartografiables son mencionados y descritos, dándoles el valor y la importancia que cada roca tiene dentro de este complejo marco geológico, en busca de poder enriquecer el conocimiento geológico de la zona de estudio.

El Batolito de Segovia, presenta una heterogeneidad amplia tanto composicional (diorita a cuarzdiorita y localmente algo de gabros) como textural, debido a que este cuerpo ha sido sometido a cizallamientos dúctiles y frágiles presenta zonas de milonitas, brechamiento y silicificación.

Se logra apreciar la importancia del régimen dinámico de la zona teniendo en cuenta que el área está comprendida por dos fallas transpresivas, generándose milonitas, brechas y rocas muy fracturadas. En las milonitas, microscópicamente, se confirman fracturamientos intensos, micropliegues y reducción del tamaño de cristales, además de la recristalización de minerales muy competentes como el cuarzo.

En general se pudo observar en el análisis de las secciones que las rocas se encuentran en un estado de alteración un poco avanzado, presentándose minerales tales como la calcita la cual es producto de alteración de la plagioclasa-Ca por proceso posiblemente hidrotermal, la clorita y la epidota los cuales están asociados a minerales como biotita y hornblenda, estos debido posiblemente a procesos de hidrotermalismo o simplemente meteorización. La saussurita es otro tipo de alteración que se presenta en la plagioclasa, la cual puede ser producto de procesos metasomáticos o hidrotermales.

El gneis, es la unidad metamórfica predominante la cual presenta efectos claros de alteraciones, ejemplos de esto es la alteración de la biotita a clorita, además de los poiquiloblastos, generalmente de feldespatos, que muestran pequeñas texturas augens y los cuarzos algo deformados que indican en conjunto un proceso de deformación sobreimpuesto.

Las secciones delgadas también evidencian los diferentes pulsos que se presentan en el batolito de Segovia, dado que se encontraron rocas como: Dioritas y Cuarzdioritas. Rocas volcánicas como dacitas y dacitas porfídicas también se reconocen en el análisis petrográfico propias de la unidad volcano-sedimentaria presente en el área de estudio, así como rocas metamórficas de falla y gneises.

En la zona se encontraron vetas con espesores variables desde 0.1m hasta 2m, cuya asociación mineralógica es principalmente en su orden cuarzo, piritita y óxidos de hierro (jarosita 80% - Goethita 20%) y en menor proporción galena y esfalerita. Las vetas encontradas muestran un fuerte control estructural, con presencia de arcilla de falla hacia los contactos con la roca caja, estrangulamientos y ensanchamientos (formas en "camándula").

Las vetas en todos los casos aparecen en las rocas metamórficas e ígneas y este es el primer factor de exploración en la zona de trabajo. Muchas de ellas tienen un origen que puede asociarse al mismo que origino algunas de las vetas presentes en la zona de Segovia-Remedios, excepto a aquellas que pueden asociarse a la dinámica de la Falla de Otú.

Finalmente y como algo a destacar se menciona que las rocas sedimentarias presentes en la zona tienen poco espesor, no presentan estructuras vetiformes cortándolas y los contactos de toda esta unidad con las rocas subyacentes es fallado, indicando que posiblemente esta unidad es un cuerpo que fue adicionado semejando un tipo de cabalgamiento pos-cretáceo, de acuerdo a las evidencias estratigráficas.

7. AGRADECIMIENTOS

Les agradecemos profundamente a nuestros amigos de la asignatura Campo I por haber estado con nosotros en esta práctica de campo, la cual fue muy importante para nuestra formación profesional.

A Mineros S.A. por su apoyo y por habernos brindado la oportunidad de ser parte de su grupo de trabajo.

A la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín por brindarnos la oportunidad de estar en sus aulas educativas.

A COLCIENCIAS, dado que este trabajo se enmarca dentro del proyecto Modelo Geológico-económico de los sistemas auríferos colombianos. Fase 1: Nordeste antioqueño y Sur de Bolívar.

8. BIBLIOGRAFIA

- Casas, J., 2005. Control metalogénico y evolución geológica de las mineralizaciones auríferas del alto nordeste antioqueño. Tesis, Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Facultad de Minas.
- Contreras, G., 2005. Paragénesis mineral y consideraciones acerca del modelo evolutivo en el distrito minero Segovia-Remedios. Tesis, Universidad nacional de Colombia, sede Medellín. Facultad de minas.
- Correa, C., 2002. Informe Zonas de Reserva Especial. Secretaria de productividad y competitividad. Gobernación de Antioquia.
- Echeverri, 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.
- Feininger, T., Barrero, D., et al., 1972. Geología de parte de los departamentos de Antioquia y Caldas (sub-zona II-B). Boletín geológico, Volumen XX, No. 2.
- González, H., 2001. Mapa geológico de Antioquia Escala 1:400.000. Memoria explicativa. INGEOMINAS. Bogotá.
- Ingeominas & UIS., 2005. Memoria Geológica preliminar, "El Banco" Sur de los Departamentos de Bolívar, Magdalena y Cesar. Bogotá. Plancha 55, 12 P.
- Ordóñez-Carmona, O., Pimentel, M. M., et al., 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., Valencia, M., et al. 2005. Metalogenia y evolución tectonomagmática del distrito minero Segovia Remedios, primera aproximación. Editorial Gente Nueva Ltda. Memorias X Congreso Colombiano de Geología. Bogotá, 252 P.
- Sánchez, L., Ordoñez Carmona, O., et al., 2007. Revisión de Modelos de Fracturamiento y Controles Estructurales como Guías de Exploración de Filones Auríferos en el Distrito Minero Segovia Remedios. Boletín de Ciencias de La Tierra, 21, pp. 49 - 57.
- Streckeisen, A., 1976. To Each Plutonic Rock its Proper Name. Earth Science Review. (12), pp. 1-33.
- Tschanz, C., Marvin, R., et al., 1974. Geologic evolution of de Sierra Nevada de Santa Marta, Northeastern Colombia. Geological Society America Bulletin. 85, pp.273-284.

