
ASPECTOS ESTRUCTURALES Y RELACIONES DE ALGUNOS SISTEMAS VETIFORMES DEL DISTRITO MINERO SEGOVIA-REMEDIOS

STRUCTURAL ASPECTS AND VEIN SYSTEMS RELATIONS OF THE SEGOVIA-REMEDIOS MINING DISTRICT

Sebastián Echeverry Castañeda¹, Alan F. Cárdenas Vera¹, Oswaldo Ordóñez Carmona³ & Oscar Muñoz Aguirre³

1. Facultad de Minas, Universidad Nacional de Colombia, Medellín-Colombia (Ingeniero Geólogo)

2. Facultad de Minas, Universidad Nacional de Colombia, Medellín-Colombia (Geólogo, MSc, PhD)

3. Frontino Gold Mines, Segovia-Antioquia (Jefe de Geología)

secheve@gmail.com

Recibido para evaluación: 1 de Octubre de 2009 / Aceptación: 29 de Octubre de 2009 / Recibida versión final: 25 de Noviembre de 2009

RESUMEN

Las mineralizaciones auríferas del nordeste antioqueño se localizan principalmente hacia el sector oriental del sistema de Fallas Otú-Pericos, encajadas en el denominado Batolito de Segovia. Los sistemas vetiformes del distrito han sido caracterizados y organizados en tres sistemas predominantes: Silencio, Vertical y Cogote.

La relación de diversos aspectos estructurales entre estos sistemas, así como la identificación de estructuras no reportadas previamente y que se creían no presentes, permite de cierta forma esquematizar y dar una aproximación hacia la historia y evolución del distrito minero y las implicaciones de estos controles estructurales en las mineralizaciones presentes.

La presencia de diques anteriores a las vetas los cuales acompañan como respaldo algunas de las vetas de mayor importancia en la región, así como el hecho de que las vetas son posteriores a la generación del diaclasamiento debido a su carácter cortante dentro del sistema, sugiere entonces que todos estos procesos puedan corresponder al reajuste regional de un proceso colisional o desajuste entre terrenos como los limitados por el sistema de Fallas Otú-Pericos.

PALABRAS CLAVES: Distrito Minero Segovia-Remedios, Batolito de Segovia, Sistema Silencio, Sistema Vertical, Sistema Cogote, Sistema Providencia.

ABSTRACT

Gold mineralizations northeast Antioquia are located towards the eastern flank of the Otú-Pericos Fault System, within Segovia Batholith. Vein systems in the district have been characterized and organized in three main systems: Silencio, Vertical y Cogote.

Relationships of several structural aspects between these systems and the identification of structures not reported previously and believed not to be present, allowed to sketch and approximate to the history and evolution of the mining district and therefore the implications of these structural controls to the present mineralizations.

Presence of dykes older than veins which indorse some of the most important veins in the region and the fact that veins are younger than fracture generation as they cross the system, suggest that all processes could be the result of regional adjustment in the collision processes between terrains limited by the Otú-Pericos fault System.

KEY WORDS: Segovia-Remedios Mining District, Segovia Batholith, Silencio System, Vertical System, Cogote System, Providencia System

1. INTRODUCCIÓN

El Distrito Minero Segovia-Remedios (DMSR) ha sido reconocido por su cantidad de recursos minerales y potencial para el desarrollo minero. El Batolito de Segovia tiene unas edades de enfriamiento por debajo de los 200°C durante el Cretácico Tardío entre 68.4 ± 5.5 y 84.1 ± 5.5 Ma mientras que los eventos mineralizantes que encajan el Batolito de Segovia tienen una edad máxima de 47.7 ± 2.9 Ma (Echeverri, 2006).

Los filones auro-argentíferos del DMSR, según datos estructurales, registro deformacional y datos petrográficos, son clasificados como depósitos de oro mesotermales cuya distribución está tectónicamente controlada (Ordóñez-Carmona *et al*, 2005; Knapp, 1982; Rusell, 1959; Tremlett, 1955), y constituida por una asociación mineralógica simple: cuarzo + pirita \pm galena \pm calcopirita \pm esfalerita \pm scheelita \pm pirrotita.

Las estructuras en las cuales se encuentran emplazadas las vetas y diques constituyen aquellas estructuras de segundo y tercer orden las cuales forman canales de alta permeabilidad, derivando en su persistencia kilométrica (Ordóñez-Carmona *et al*, 2005)

Este trabajo tratará de caracterizar y aproximar a la génesis de los más importantes sistemas vetiformes que tiene el DMSR, como lo son, la Serie Silencio o Sistema Silencio y la Serie Vertical o Sistema Tres y Media y serie Cogote o sistema Marmajito-Cogote y un nuevo sistema, denominado Providencia el cual se reporta en este trabajo.

2. HISTORIA DEL DISTRITO

El distrito Minero Segovia-Remedios (DMSR) se encuentra en producción tecnificada desde hace más de 150 años, en especial con la entrada de la Frontino Gold Mines Ltda. (FGM) a finales del siglo XIX. Aunque las actividades mineras en este distrito datan de la época de los conquistadores españoles, la producción registrada por la empresa FGM y otros datos locales, permiten soportar que se han podido extraer alrededor de 5 millones de onzas de oro, ubicando este distrito en uno de los depósitos vetiformes de oro más grandes en Colombia y permitiendo su consideración como un *Word Class Deposit*. (> 5 millones de onzas)

En la actualidad, puede sugerirse que existen cerca de 3 millones de onzas de oro en el distrito sin ser explotadas, sugerencia que se hace a partir del conocimiento que los autores tienen del sector y de algunas suposiciones geológicas confiables.

3. GEOLOGÍA

El DMSR se encuentra ubicado en el nordeste de Antioquia, en el Flanco Oriental de la cordillera Central, aproximadamente a unos 200 Km de la capital de Antioquia (Medellín). Ver Figura 1.

3.1. Geología regional

El contexto geológico de la región del DMSR puede dividirse en dos bloques lito-estructurales, oriental y occidental, los cuales se encuentran limitados por el sistema de fallas Otú-Pericos, los cuales tienen historias geológicas totalmente diferentes antes de finales del cretácico. Actualmente, son considerados parte de dos terrenos llamados en la parte occidental Terreno Tahamí y en la parte oriental Terreno Chibcha (Restrepo y Toussaint, 1988).

3.1.1. Sector Oriental

El sector oriental está conformado por gneises cuarzosos, mármoles y anfibolitas, rocas consideradas de edad precámbrica, intruídas por el Batolito de Segovia de edad jurásica (Feininger *et al*, 1972; Ordóñez-Carmona *et al*, 1999)

3.1.2. Sector Occidental

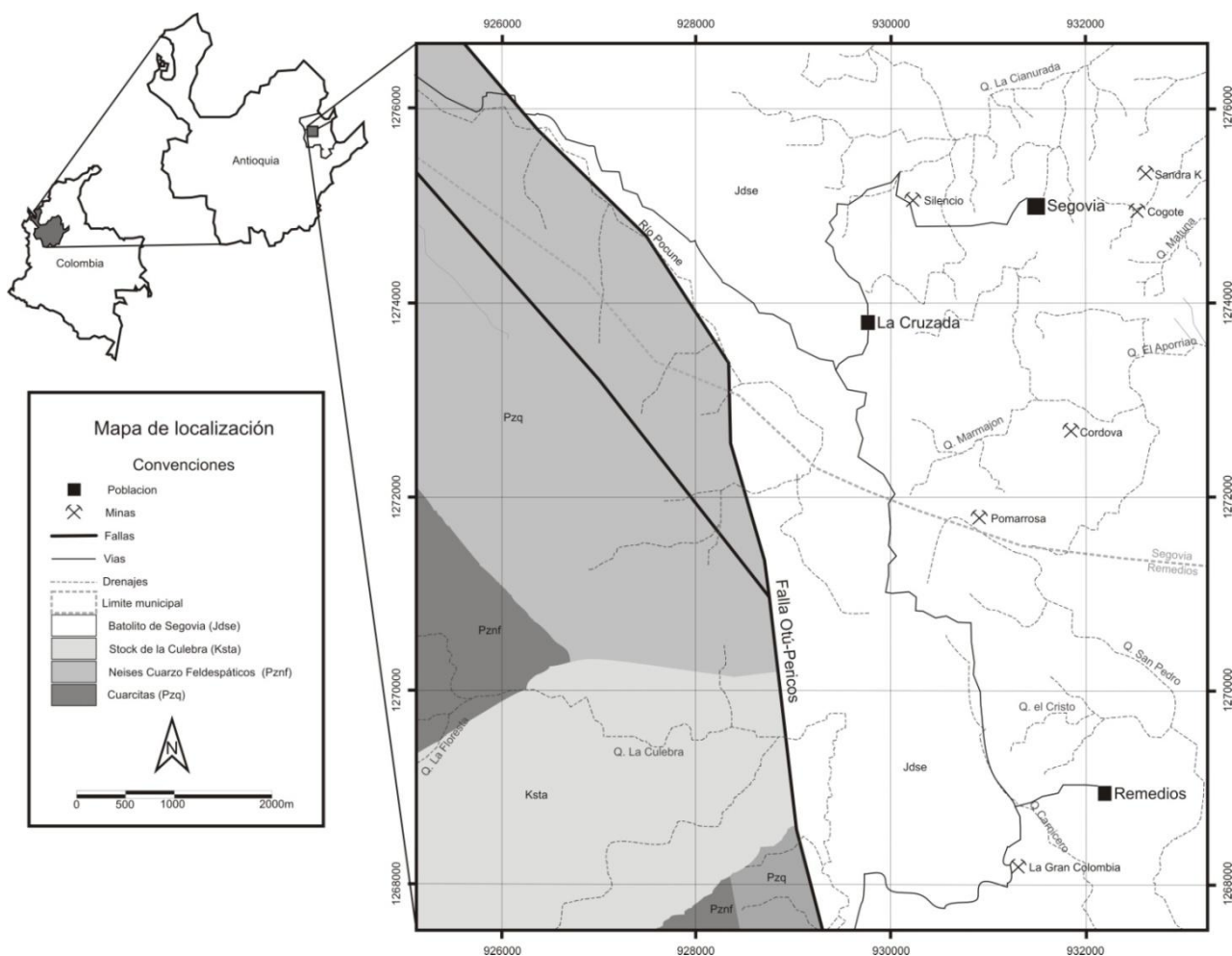


Figura 1. Mapa de localización

3.1.2. Sector Occidental

El sector occidental está representado por una secuencia de gneises feldespáticos, aluminicos y cuarzosos, mármoles y anfibolitas, asociados con el complejo Cajamarca, intruidas por los stocks de Santa Isabel y La Culebra (Ordóñez Carmona *et al*, 2005), unidades correlacionables con el batolito Antioqueño del cretáceo.

3.2. Geología local

El *Batolito de Segovia* es un cuerpo alargado en sentido norte-sur, que coincide con el sentido tectónico regional; tiene una longitud de 270Km y un ancho en su parte central de 50Km con una extensión total en el departamento de Antioquia de 760Km².

Este se encuentra constituido por dioritas, con amplias variaciones texturales y composicionales, gradacionales, en especial a diorita cuarzosa y localmente a rocas más básicas, en especial a gabros hornbléndicos (González, 2001).

En la región de Segovia-Remedios, es la roca encajante de los filones de cuarzo auríferos que se explotan en el área y que se extienden al área del sur de Bolívar donde se obtiene buena parte de la producción de oro de filón actualmente en Colombia (González, 2001).

3.3. Estructuras

3.3.1. Fallas

El dominio estructural regional está definido por el corredor de falla Otú-Pericos. El carácter cinemático de esta estructura ha sido establecido con una componente sinestrolateral dominante (Álvarez *et al*, 2007) de tendencia regional N-S a N10W, con una inflexión local N30W en inmediaciones del DMSR donde se ubican los sectores económicamente más atractivos del distrito.

3.3.2. Vetas

En el DMSR se logran reconocer varios sistemas vetiformes independientes como:

- Sistema Silencio
- Sistema Vertical
- Sistema Cogote
- Sistema Providencia

4. CONTROLES ESTRUCTURALES LOCALES

En el DMSR se han caracterizado tres sistemas o series. Según Russell (1959), el modelo de fracturamiento, resulta de tres sistemas de fracturas secundarios asociados a la Falla Otú-Pericos.

Luego este fracturamiento da lugar a los diferentes tipos de vetas característicos del DMSR entre los cuales se encuentran el Sistema Silencio, el Sistema Cogote, el Sistema Vertical y el Sistema Providencia; este último ya ha sido caracterizado por Echeverri (2006) y este trabajo retoma esa idea debido a que este sistema en particular posee características en campo de relaciones estructurales y respecto a los respaldos que hacen de este sistema diferente a otros sistemas del DMSR.

4.1. Sistemas

4.1.1. Sistema Silencio

A este sistema pertenecen las vetas de mayor interés económico las cuales son explotadas en las minas Silencio, Sandra K (Figura 2 A, C y D), San Nicolás, entre otras. Este sistema tiene una disposición de N10-30E/30E. El sistema, tiene como característico que en su respaldo aparece un dique de textura afanítica, el cual se encuentran mineralizado al igual que la roca caja (Batolito de Segovia) (Figura 2 A).

4.1.2. Sistema Vertical

El sistema tiene pocos estudios y se encuentra en explotación en algunas minas como Pomarrosa, Cecilia y Tres y Media. Tiene una disposición de N45°W/70°E. Las vetas tipo Vertical no presentan diques como respaldo; presentan un fuerte fracturamiento, lo cual puede sugerir que el emplazamiento de estas vetas ocurrió en un nivel estructural frágil (Figura 3 A y B).

4.1.3. Sistema Cogote

El sistema se conoce en las minas Cogote y Marmajito, el estudio hará referencia a observaciones hechas en la mina Cogote. Se conocen seis vetas diferentes: 7 de Julio, Patio, Casas 1, Casas 2, Hilos 1 e Hilos 2. Varían en la cantidad de mineralización ya que Casas 1, Casas 2 e Hilos 1 presentan una fuerte mineralización de pirita y galena, mientras que en el resto de vetas no es tan notoria la mineralización, presentándose como vetas muy blancas y aparentando no estar mineralizadas. Las vetas 7 de Julio y Patio presentan brechas hidráulicas reflejando el régimen caótico de emplazamiento de estas dos vetas, lo cual no se observa en el resto del sistema (Figura 3 E).

Este sistema tiene una disposición N45-60°W/35-50°E (Figura 3 D). Contrario a lo reportado en estudios previos en la veta Hilos 2 se observó un respaldo de diques afaníticos similares a los de Sandra K (Figura 3 C), los cuales acompañan dicha veta. Es probable que se trate de una manifestación local en el sistema.

4.1.4. Sistema Providencia

Este sistema tiene una disposición de N70E/50E (Figura 2 E). Este sistema se expone claramente en la mina Providencia. Las vetas de este sistema se encuentran respaldadas por unos diques de textura porfídica los cuales solo se encuentran relacionados a este tipo de sistema. Por otro lado este sistema se encuentra cortando a otros sistemas como Silencio (Figura 2 F), definiéndose éste como el sistema más joven de todos.

5. CONTROL ESTRUCTURAL EN EL DEPÓSITO

Diversos autores han hecho énfasis en el control estructural del depósito (Tremmler, 1955; Casas, 2005; Contreras, 2005; Ordóñez-Carmona et al, 2005), Compartiendo esta idea de un control estructural se propone el siguiente modelo para la generación de este depósito.

El modelo propuesto es un modelo simple de compresión donde se generan estructuras secundarias y terciarias tipo Riedel (R, R1, X, P) donde tiene mayor prevalencia el ángulo de incidencia del esfuerzo máximo (θ) con respecto a la superficie (Figura 4).

Dentro de este modelo, R corresponde a la estructura tipo Riedel o singenética la cual comparte la misma dirección de la falla generada por esfuerzo máximo (θ), mientras que R1 corresponde a la Anti-Riedel o Antitética la cual tienen sentido contrario a la falla, estas dos corresponden al sistema de estructuras de segundo orden, mientras que las de tercer orden corresponderían a las tipo X y P; la estructura tipo Y sería la estructura singenética donde se refleja el máximo esfuerzo y deformación.

El modelo que se propone consta de tres etapas (Figura 5). En la primera etapa se generan las estructuras donde más adelante se hospedarán los diques y vetas de los sistemas Silencio, Cogote y Vertical; la generación de estas estructuras debe corresponder a un evento tectónico importante, que como hipótesis, podría corresponder al momento de colisión entre los terrenos Tahamí y Chibcha (Restrepo y Toussaint, 1988); durante esta etapa se inicia la inflexión de la falla Otú-Pericos representada por la estructura Y, que a su vez incidirá en la generación de la estructura que hospedará la serie Vertical; mientras que las otras estructuras de segundo orden como las tipo P y X podrían corresponder a las series Cogote y Silencio aunque los ángulos entre estos dos sistemas son algo diferentes a los teóricos de P y X.

La segunda etapa del modelo propuesto corresponde a la continuación del proceso de inflexión con un cambio en la componente de esfuerzo dando lugar a que diques y fluidos mineralizantes ocupen las estructuras creadas previamente. Durante esta etapa es cuando se generan los diques afaníticos tipo Silencio y de esta forma se explicaría la no presencia de diques en la serie Vertical; la presencia de diques a nivel local en la serie Cogote corresponde a manifestaciones de diques de la serie Silencio producto de la cercanía con la serie Silencio (Caso veta Hilos 2, mina Cogote)

En la última etapa es cuando se genera las estructuras, diques y fluidos mineralizantes del sistema Providencia. Por observaciones de campo, la serie Providencia es el último evento mineralizante de todos los sistemas, ya que este corta a todos los otros sistemas (Figura 2 F). Por otro lado este último evento da lugar a generar algunos «despegues» que son emplazados en un nivel estructural superior y estos a su vez están asociados a la serie Silencio (Figura 2 B).

Aunque la Falla Ótu-Pericos no ha tenido un comportamiento constante «sinestrolateral dominante» a lo largo de su historia, es durante los cambios de régimen que los fluidos mineralizantes pueden ascender a superficie, la mayor parte de estos cambios de ól se encuentran reflejados en La historia deformativa de los bloques occidental y oriental los cuales también difieren en etapas deformativas, encontrándose al menos tres fases principales en el bloque occidental y dos en el bloque oriental, representadas en las diferentes foliaciones de las rocas metamórficas de ambos bloques (Álvarez *et al*, 2007).

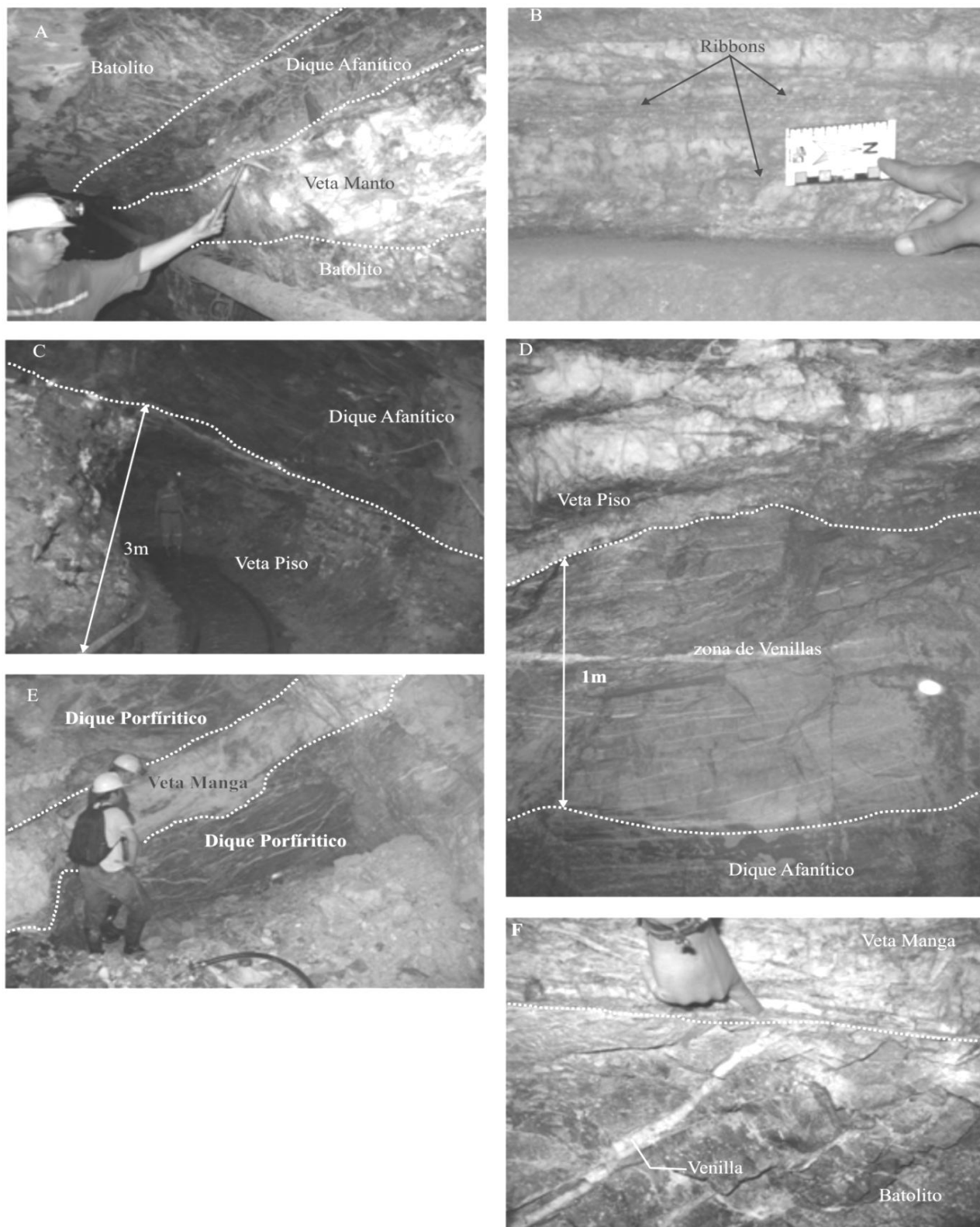


Figura 2. A) Veta Manto de la Serie Silencio encajado entre el Batolito de Segovia y dique afanítico, mina Silencio. B) Veta la Antioqueña con ribbons de pirita, mina Silencio. C) Veta Techo de la Serie Silencio, mina Sandra K. D) Zona de venillas entre la veta Techo y el dique afanítico, mina Sandra K. E) Veta Manga, mina Providencia. F) Veta Manga cortando venilla de características tipo Silencio, mina Providencia.

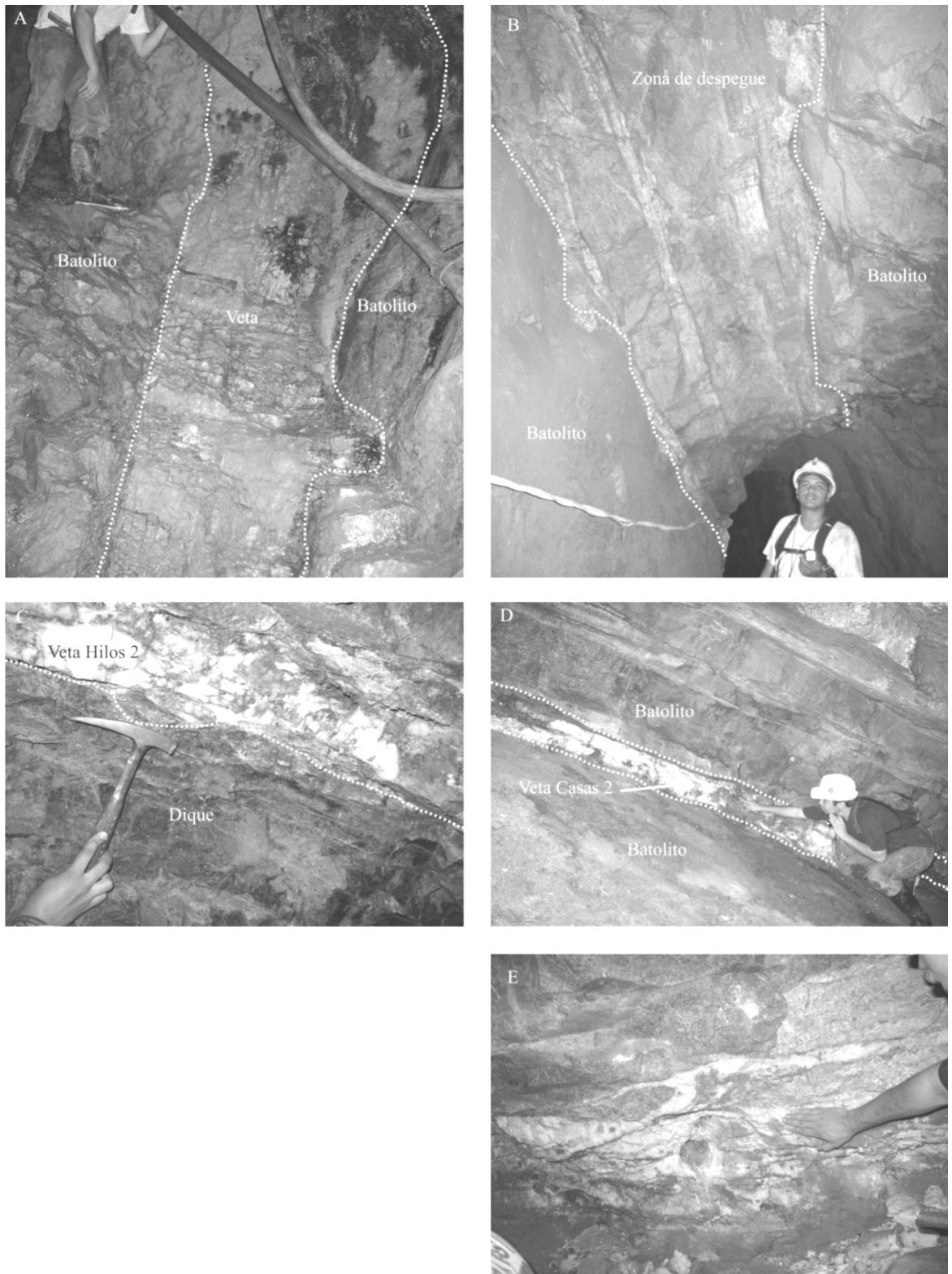


Figura 3. A) Veta de la Serie Vertical, mina Pomarrosa. B) Zona de despegue de la veta, dividiendo en dos a la veta principal de la Serie Vertical, mina Pomarrosa. C) Veta Hilos 2 de la Serie Cogote en contacto con un dique similar a los de la mina Sandra K, mina Cogote. D) Veta Casas 2 de la serie Cogote en Batolito de Segovia, mina Cogote. E) Brechas hidráulicas en la veta 7 de Julio de la Serie Cogote, mina Cogote.

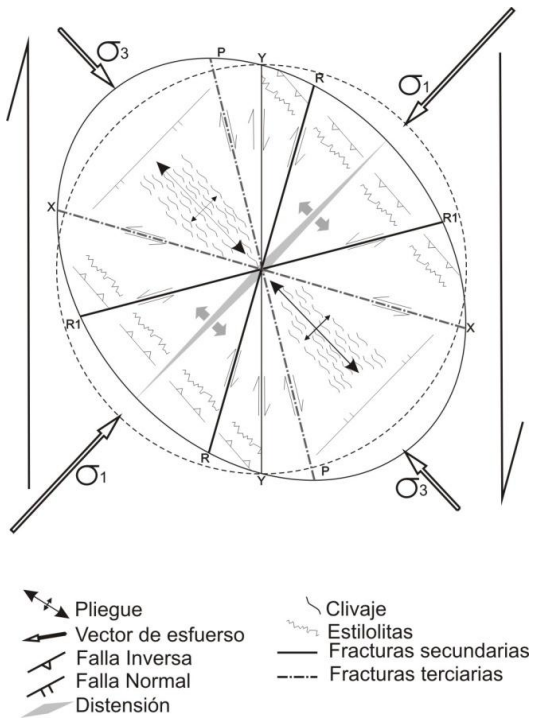


Figura 4. Modelo de fracturamiento (Rossello, 2009)

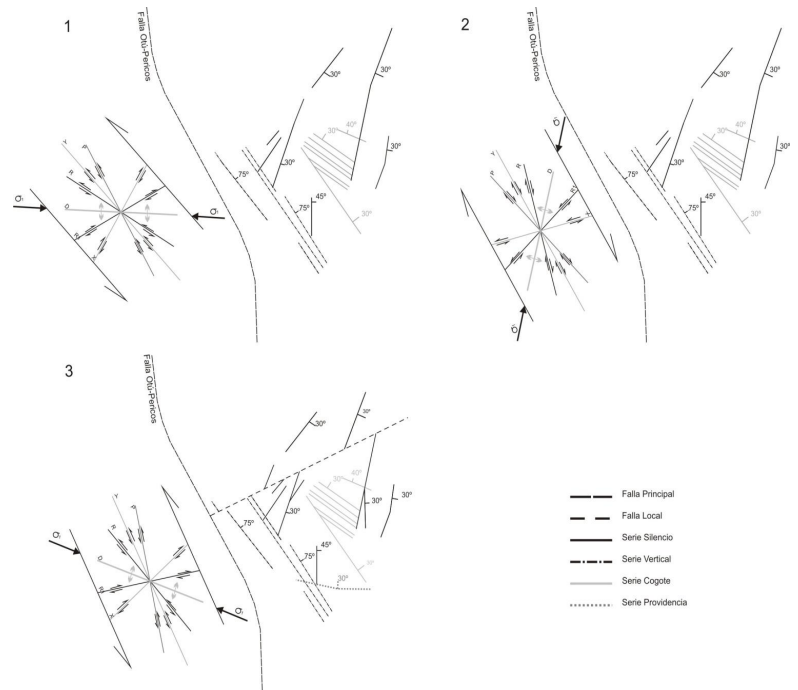


Figura 5. Modelo propuesto para la formación de vetas en el DMSR.

6. CONCLUSIONES

Se distinguen dos momentos de generación de estructuras (Etapas 1 y 3) y dos momentos de generación de soluciones mineralizantes (Etapas 2 y 3) enmarcadas en las tres etapas relacionadas a la creación y movimiento de la falla Otú-Pericos.

En la primera etapa se da origen a las fracturas de los sistemas Silencio, Vertical y Cogote y es en la segunda etapa donde generan los diques y fluidos mineralizantes que llenan estas fracturas en estos Sistemas.

En la tercera etapa se genera todo el sistema Providencia, que a su vez constituye el último evento mineralizante conocido en el DMSR.

Los dos primeros se dan en condiciones de transición frágil-ductil y ya el tercero en un dominio más frágil.

Los cambios regionales de σ_1 , pueden ser consecuencia de modificaciones temporales de los esfuerzos regionales, los cuales a la fecha no han sido bien identificados pero que pueden corresponder a dinámicas asociadas con la orogenia Andina y con la actual geodinámica de esta parte de los Andes.

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 FRONTINO GOLDMINES LTD por el apoyo en el trabajo de campo; a la Facultad de Minas de la Universidad Nacional de Colombia-Sede Medellín, Grupo GEMMA, PTEM.

REFERENCIAS

- Álvarez, M., Ordóñez-Carmona, O, Valencia, M. y Romero, 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. Medellín.
- 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.
- 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. y Castro, N., 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.
- Ordóñez, 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, O. Valencia, M. Álvarez, M. J. Sánchez, L. H. Castaño, L. C. y Echeverri, B. 2005. Metalogenia y evolución tectonomagmática del distrito minero Segovia-Remedios, primera aproximación. X Congreso Colombiano de Geología (CCG). Bogotá.
- Restrepo, J. J., y Toussaint, J. F. 1988. Terranes and continental accretion in the Colombian Andes. *Episodes* 11(3): pp. 189-193,
- Rossello, E. A., 2009. Control Estructural de mineralizaciones: determinación mecánica y pronósticos prospectivos, Curso dirigido, Medellín. Memorias CD.
- Rusell. 1959. Secuence of Fissures Frontino Area. Informe interno Frontino Gold mines, Segovia, 2 P.
- Tremmler. 1955. The Fracture Pattern and Structural controls of ore localization at Frontino Gold Mines. Informe interno Frontino Gold mines, Segovia, 15 P.

