

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

**Sebastián Echeverry Castañeda<sup>1</sup>, Alan Fernando Cárdenas Vera<sup>2</sup>, Oswaldo Ordóñez-Carmona<sup>3</sup>,  
Oscar Muñoz Aguirre<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Estudiante, Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, [secheve@unalmed.edu.co](mailto:secheve@unalmed.edu.co), <sup>2</sup> Estudiante, Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, [afcarden@unalmed.edu.co](mailto:afcarden@unalmed.edu.co), <sup>3</sup> Geólogo, Profesor Universidad Nacional de Colombia sede Medellín, [oswaldo.geologo@gmail.com](mailto:oswaldo.geologo@gmail.com), <sup>4</sup> Geólogo, Frontino Gold Mines, [oscarmunoz1@gmail.com](mailto:oscarmunoz1@gmail.com)

### **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 clave:** Distrito minero Segovia-Remedios, Batolito de Segovia, sistemas silencio, sistema Tres y Media, sistema Cogote.

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

#### **ABSTRACT**

Gold mineralizations northeast Antioquia are located in 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 among these systems, as well as identification of structures not reported previously and believed not present aloud to sketch and approximate to history and evolution of the mining district and therefore the implications of these structural controls to the present mineralizations.



The presence of older dykes than veins which indorse some of the most important veins in the region and the fact that veins are younger that 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 Otú-Pericos fault System.

**Key words:** Segovia-Remedios Mining District, Segovia Batholith, Silencio System, Tres y Media System, Cogote System.



## 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  $68.4 \pm 5.5$  y  $84.1 \pm 5.5$  Ma mientras que los eventos mineralizantes que encajan el Batolito de Segovia tienen una edad máxima de  $47.7 \pm 2.9$  Ma (Echeverry, 2007).

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

## HISTORIA DEL DISTRITO

El distrito Minero Segovia-Remedios (DMSR) se encuentra en producción desde hace más de 150 años, donde se han podido extraer alrededor de 5 millones de onzas de oro, pudiendo ubicar este distrito como uno de los depósitos vetiformes de oro más grandes en Colombia y ubicándolo como un *World class deposit*. Desde finales del siglo XIX la empresa Frontino Gold Mines Ltda (FGM) ha operado las principales minas de la zona, teniendo actividad hasta la fecha. En la actualidad se puede plantear que existe potencial para extraer otras 5 millones de onzas de oro, pero no hay disponibilidad de datos que permitan soportar técnicamente esta idea.

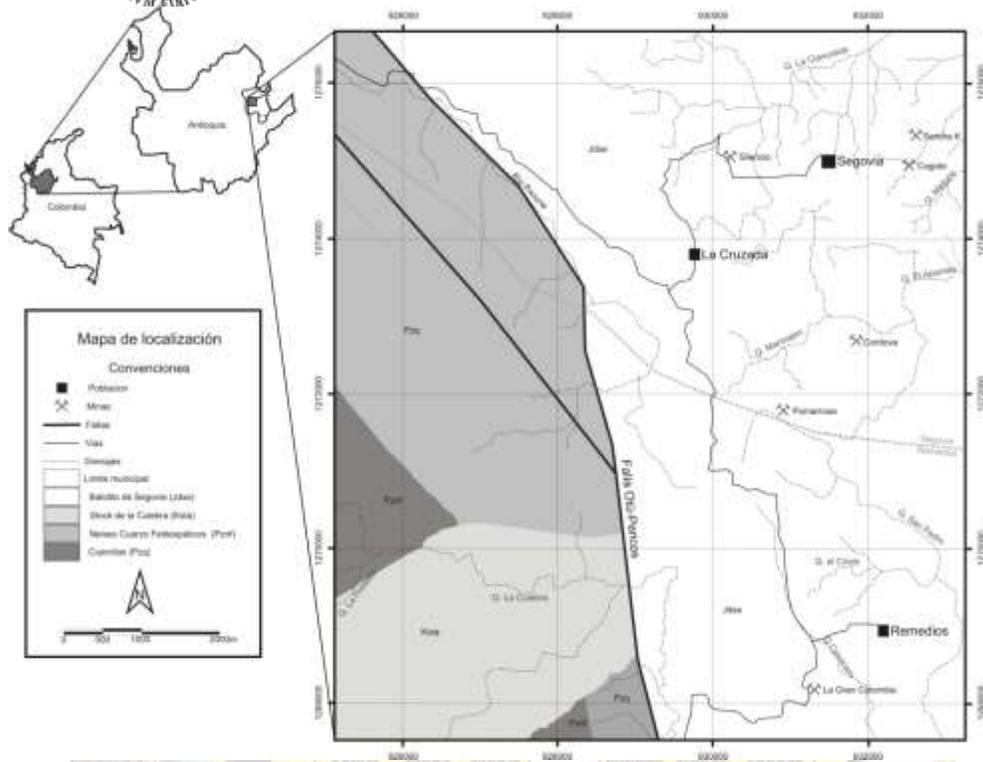
## GEOLOGÍA

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.

### *Geología regional*

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





**FIGURA 1.** Mapa de Localización.

- *Sector oriental*

El sector oriental está conformado por gneises cuarzosos, mármoles y anfibolitas, probablemente de edad precámbrica, intruídos por el Batolito de Segovia (Feininger *et al*, 1972).

- *Sector Occidental*

El sector occidental está representada por una secuencia de gneises feldespáticos, aluminicos y cuarzosos, mármoles y anfibolitas, de edad desconocida, intruídos por los stocks de Santa Isabel y La Culebra (Ordóñez-Carmona *et al*, 2005).

### *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 760Km<sup>2</sup>.

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 la mayor producción de oro de filón actualmente en Colombia (González, 2001).

### *Estructuras*

- *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 sinistrolateral dominante 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.

- *Vetas*

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

Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia  
Calle 4 Sur N° 15—134 Telefax: (098) 7723845  
congreso.geologia@uptc.edu.co; congreso.geologia@hotmail.com  
<http://www.xiicongresocolombianogeologia.com>  
Sogamoso - Boyacá – Colombia



Sistema Silencio, Sistema Vertical, Sistema Cogote, Sistema Providencia.

Estos sistemas se identifican por su mineralogía, relación con las rocas encajantes y orientación espacial.

### 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 tipos de respaldos que hacen de este sistema diferente a otros sistemas del DMSR.

#### ***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 se encuentra respaldado por unos diques de textura afanítica, los cuales se encuentran mineralizados al igual que la roca caja (Batolito de Segovia) (Figura 2 A).

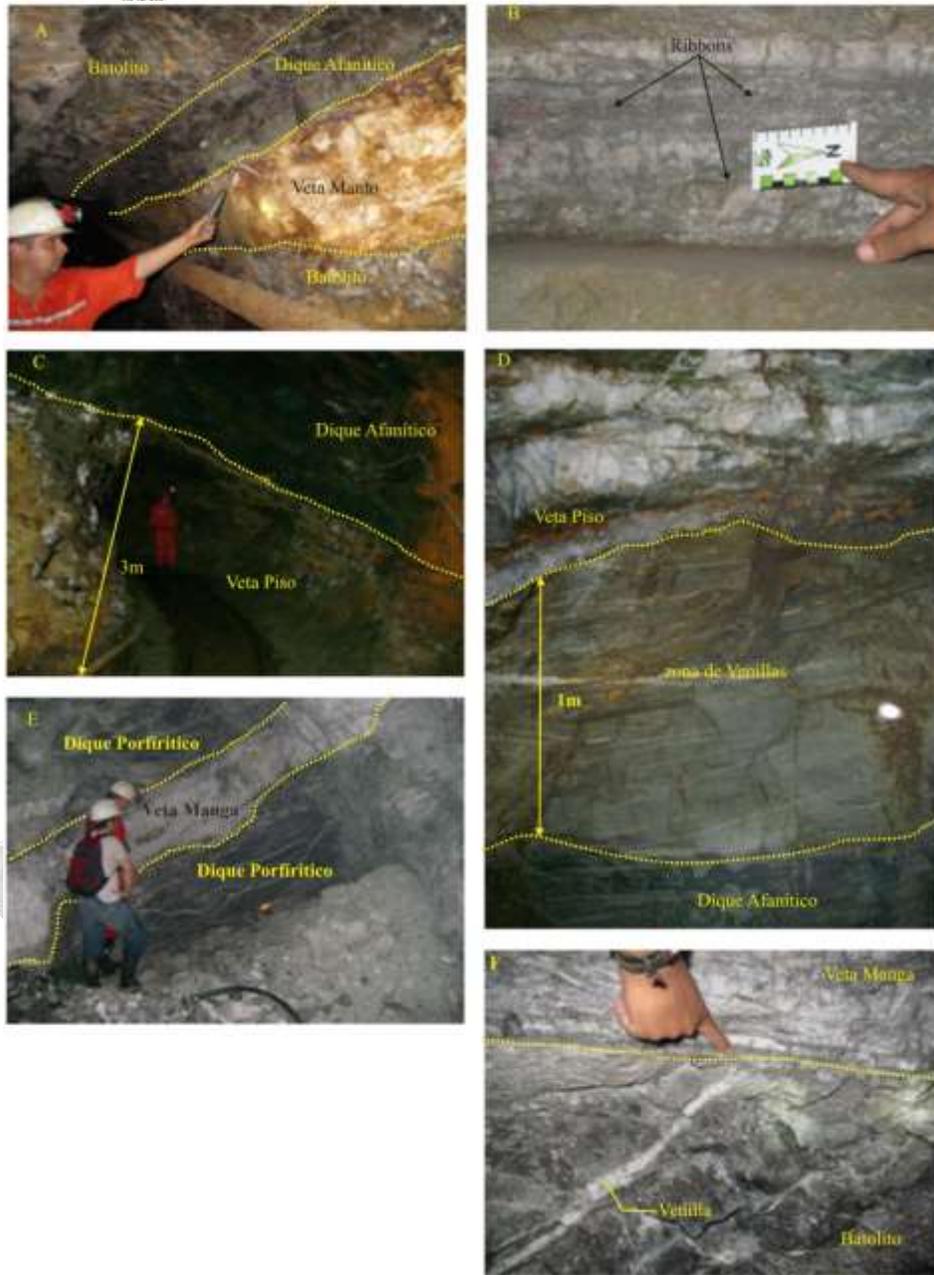


FIGURA 2 A) Veta Manto de la Serie Silencio encajado entre el Batolito de Segovia y dique afanítico, mina Silencio. B) Veta la Antioqueña con ribbons de pirita, mina Silencio. C) Veta Techo de la Serie Silencio, mina Sandra K. D) Zona de venillas entre la veta Techo y el dique afanítico, mina Sandra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

## *Sistema Vertical*

Este sistema no tiene muchos estudios pero se encuentra en explotación en algunas minas como *Pomarrosa*, *Cecilia* y *Tres y Media*. Tiene una disposición de  $N45^{\circ}W/70^{\circ}E$ . Las vetas tipo Vertical no presentan diques como respaldo; debido al fuerte fracturamiento se podría deducir que emplazamiento de estas vetas ocurrió en un nivel estructural frágil (Figura 3 A y B).

## *Sistema Cogote*

El sistema se conoce en las minas *Cogote* y *Marmajito*, pero este estudio hará referencia a observaciones hecha 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 piritita 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. En 7 de Julio y Patio se 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  $N45-60^{\circ}W/35-50^{\circ}E$  (Figura 3 D). Contrario a lo reportado en estudios previos en la veta Hilos 2 se observo 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.



**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.

***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), definiendo este como el sistema más joven de todos.

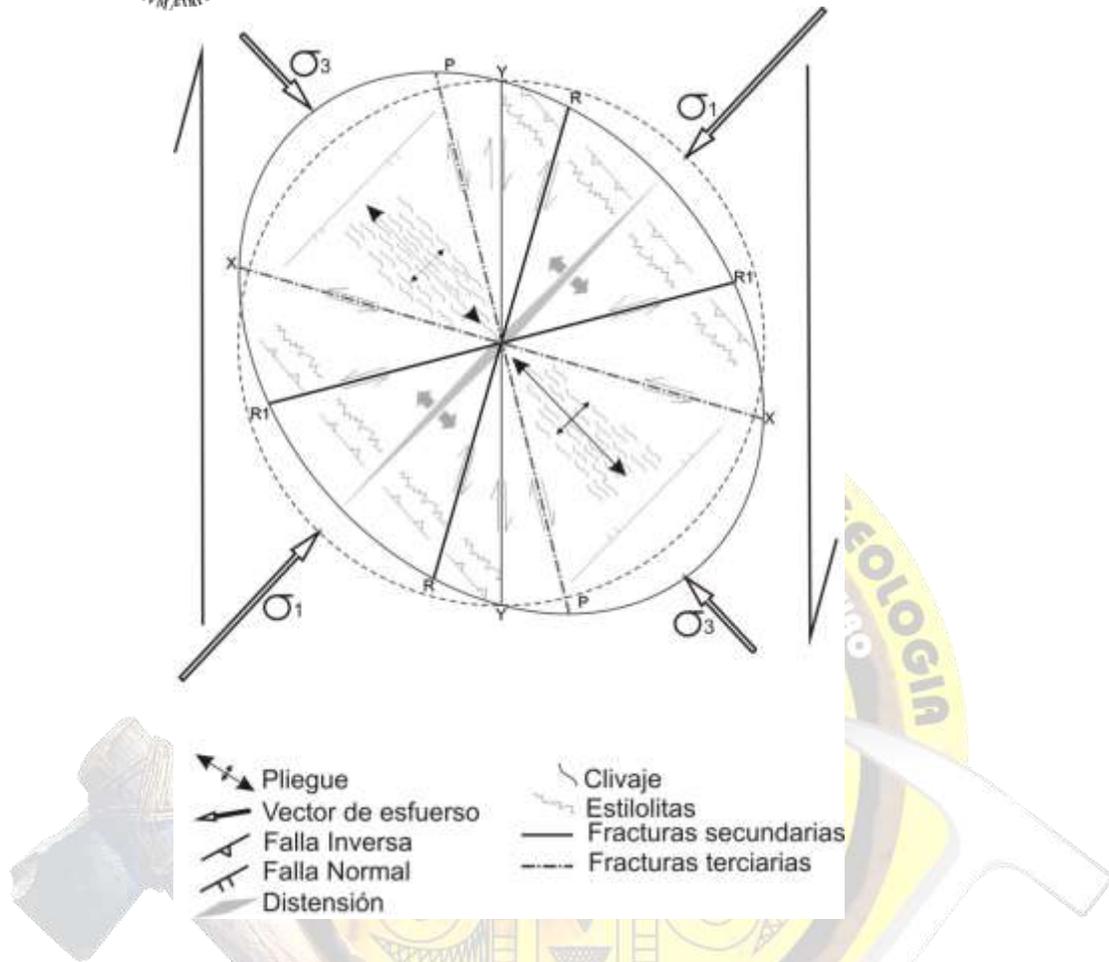
**CONTROL ESTRUCTURAL EN EL DEPÓSITO**

Diversos autores han hecho énfasis en el control estructural del depósito (Tremmler, 1955; Casas, 2005; Contreras, 2005; Ordóñez-Carmona *et al*, 2005, Sánchez *et al.*, 2007), 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, R<sub>1</sub>, X, P) donde tiene mayor prevalencia el ángulo de incidencia del esfuerzo máximo ( $\sigma_1$ ) con respecto a la superficie (Figura 4).

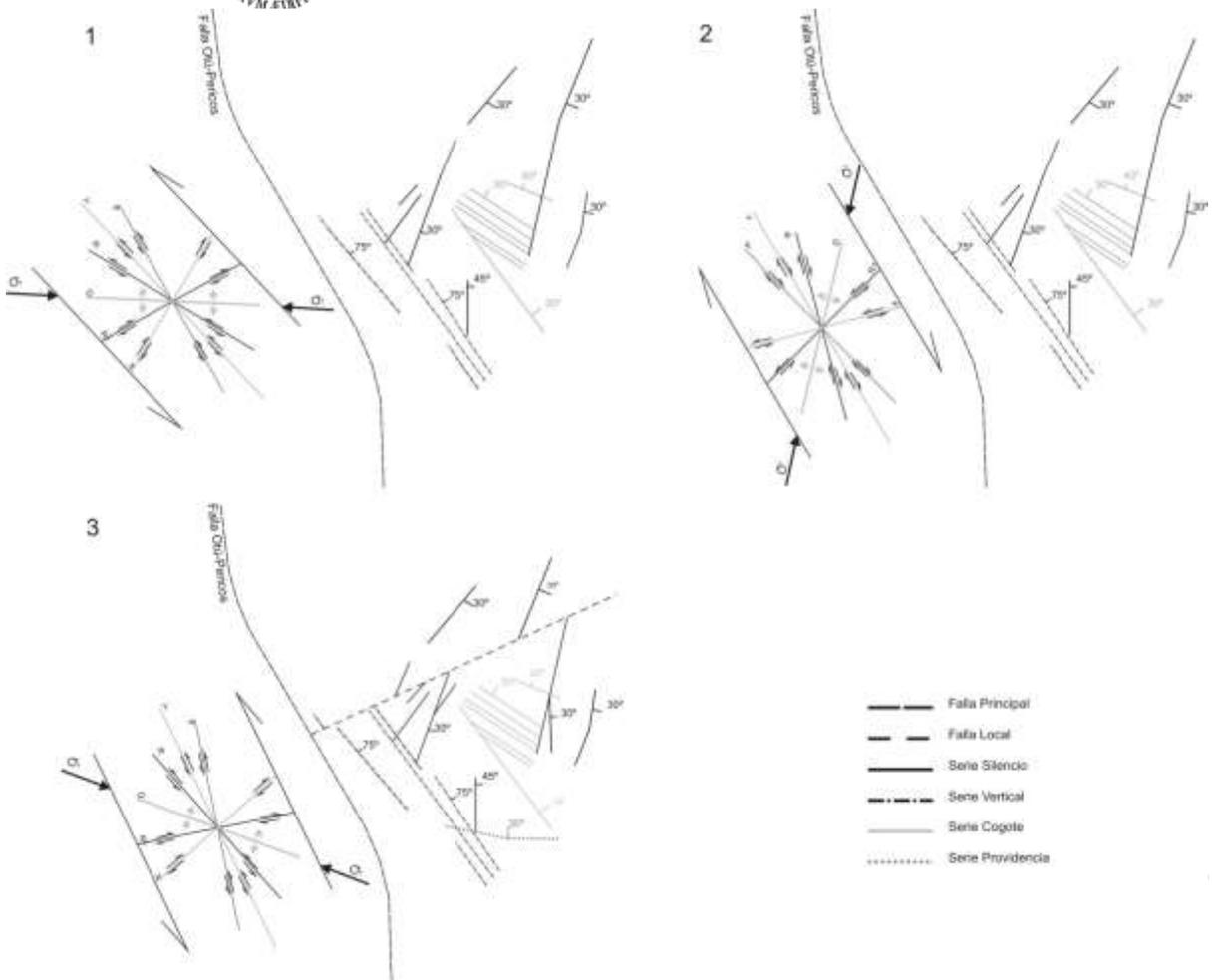
Dentro de este modelo, R corresponde a la estructura tipo Riedel o singenética la cual comparte la misma dirección de la falla generada por esfuerzo máximo ( $\sigma_1$ ), mientras que R<sub>1</sub> corresponde a la Anti-Riedel o Antitética la cual tienen sentido contrario a la falla, estas dos corresponden 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.





**FIGURA 1** Modelo de fracturamiento (Rossello, 2009)

El modelo que se propone consta de tres etapas (Figura 5). En la primera etapa se generan las estructuras donde se hospedarán los diques y vetas de los sistemas Silencio, Cogote y Vertical; etapa que puede 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 P y X corresponderían a las series Cogote y Silencio.



**FIGURA 2** Modelo propuesto para la formación de fracturas y vetas en el DMSR. (Echeverry & Cárdenas, 2009).

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).

### CONCLUSIONES

Se distinguen dos etapas de generación de estructuras y dos etapas de generación de soluciones mineralizantes enmarcadas en 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 se 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.

### AGRADECIMIENTOS

A la Frontino Gold Mines, en especial al Geólogo Oscar Muñoz por su ayuda en la logística para el desplazamiento a las minas de la FGM y por brindarnos hospedaje y alimentación.



De igual forma estamos profundamente agradecidos con las asociaciones de las minas Cogote y Pomarrosa por permitirnos visitar sus minas y a los habitantes de la zona por su enorme colaboración en diferentes áreas. 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 y realizado por el grupo GEMMA de la Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín

### REFERENCIAS

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. 2005.*

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. 2005*

Echeverry, B., 2007. Datación por huellas de fisión e historia térmica de las rocas encajantes de la mineralización de oro en el Distrito Minero Segovia-Remedios en el norte de Colombia. *Tesis de Maestría Universidad de Shimane. Japón.2007.*

Feininger, T. Barrero, D. 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-Carmona, O; valencia, M; Álvarez, M. J; Sánchez, L. H; castaño, L. C; Echeverri, B., 2005. Metalogenia y evolución tectonomagmática del distrito minero Segovia-Remedios, primera aproximación. *X Congreso Colombiano de Geología (CCG). Bogotá. 2005*

Restrepo, J. J., Toussaint, J. F., 1988. Terranes and continental accretion in the Colombian Andes. *Episodes 11(3): 189-193.*

Rossello, E. A., 2009. Control estructural de mineralizaciones: determinación mecánica y pronósticos prospectivos, *Curso dirigido, Medellín Febrero de 2009.*

Rusell. 1959. Secuence of Fissures Frontino Area. Informe interno Frontino Gold mines, Segovia, 2 P. 1959  
Sánchez L.H., Ordóñez-Carmona O., Castaño L.C., Romero A. (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: 49-58.*

Tremmler., 1955. "The Fracture Pattern and Structural controls of ore localization at Frontino Gold Mines." Informe interno Frontino Gold mines, Segovia, 15 P. 1955.

