



INFLUENCIA DE LA TECTONICA REGIONAL EN LA FORMACION DE YACIMIENTOS METALICOS EN LA PROVINCIA DE PINAR DEL RIO

René Fernández de Lara Arias⁽¹⁾, Damaso Cáceres Govea⁽²⁾, Roniel Martín⁽¹⁾, Roberto Denis⁽¹⁾, Julio Blanes⁽¹⁾

1) Geominera de Pinar del Río. Carretera Luis Lazo Km 2 Pinar del Río Cuba
geompri@pri.minbas.cu

2) Universidad de Pinar del Río. Calle Martí Final Pinar del Río Cuba
dcaceres@geo.upr.edu.cu

SUMMARY

Some authors consider that no relationship between the regional tectonic of the part northwest of Pinar Río, especially in the Jurassic Formations, and the formation of mineral metallic deposits.

Presently work is exposed a series of criterions that they indicate the importance that has had the regional tectonic in the formation of deposits *SEDEX* type, as well as in the formation of other types not discovered.

In current studies of Reconnaissance for Precious Metals in the occidental part of Alturas Pizarrosas del Sur, the existence of precious and basic mineralization of the *REMOBILIZED MINERALIZACIÓN* type is demonstrated, associate to the tectonic, the one which proposes a new genetic type not studied until the moment in the territory.

The studies about the presence of precious metals of the type *SHEAR ZONE*, it still have not concluded, although the preliminary data based on the visual observation checks the presence of sulfate and other alterations indexes of mineralization.

INTRODUCCION

La región del noroeste de Pinar del Río ha sido considerada históricamente un importante coto minero, basado principalmente en sus depósitos de minerales básicos (Cu, Pb y Zn) catalogado como tipo *SEDEX*, los que se encuentran en la formación San Cayetano (J^3) y los tipos Besshe ubicado en la formación Esperanza (J^3-K^1).

En la actualidad ya quedan depósitos conocidos que no hayan sido evaluados, por lo que se comienzan una serie de trabajos de reconocimientos con vista a detectar zonas favorables a donde dirigir los trabajos de prospección.

Los índices regionales de búsquedas para estos trabajos han estado basados generalmente en la geoquímica, geofísica y control estratigráfico, sin tener en cuenta el control tectónico ni los procesos metamórficos.

Partiendo de algunos indicios y datos de literaturas se pretende estudiar la relación entre la tectónica regional y la metalogenia, con vista a determinar nuevos índices de búsqueda para la delimitación de zonas favorables para la ocurrencia de nuevos depósitos tipo *SEDEX*, así



como otros tipos genéticos de los que teóricamente existen en la región, las condiciones tectónicas y metamórficas necesarias para su formación.

MINERALIZACION TIPO SEDEX

Primeramente analizaremos la posible relación entre los conocidos SEDEX y la tectónica regional. (Figura No 1)

Bien es conocido que en la aceptada hipótesis de la formación de los SEDEX, juega un papel fundamental una falla sinsedimentaria que sirve de canal a las soluciones mineralizadas.

Generalmente se consideran que estos canales son las fallas de los bordes de la cuenca que forman las estructuras de graben, que le dan origen.

Aunque efectivamente estas fallas cumplen las condiciones necesarias, de estar activas durante la formación de la cuenca y en un régimen gravitacional distensivo, no significa que sean las únicas que lo cumplan, y que por lo tanto cualquiera que cumplan tales condiciones pueden ser generadoras de este tipo de depósito, siendo este posiblemente el caso de algunos elementos del Sistema Transversal (ST) presente en nuestra área de estudio.

Los elementos del ST se extiende a escala regional con una separación constante de 7 – 10 km. y dirección aproximadamente noroeste.

Su mapeo de forma integral se hace difícil con métodos convencionales de mapeo geológico, por lo que se hace necesario la interpretación compleja de determinadas transformadas de los campos físicos potenciales, métodos gammaespectrométricos, levantamientos geoquímicos regionales, geomorfometría etc. En base a los trabajos sísmicos regionales realizados en el territorio se puede comprobar la verticalidad de estos elementos así como su profundidad que alcanza el orden de los 10 km.

Su reflejo se ve más atenuado en la porción más occidental de la ZEF Guaniguanico (Sierra de los Organos) que en la parte oriental (Sierra del Rosario), lo que se debe a la diferenciación de los procesos de obducción.

En la parte oriental el paso del complejo ofiolítico por sobre los depósitos de la ZEF Guaniguanico han atenuado substancialmente su reflejo en la superficie, no así en la parte oriental donde la obducción no llega a producirse, y la atenuación solo es producto de los agentes exógenos y neotectónico.

La actividad de este sistema puede tomarse desde antes del Cretácico Inferior en base a la forma que toma relieve de la corteza oceánica en la cuenca interarco San Diego de los Baños en su porción occidental, que demuestra que ya existía ante de su apertura.



En estudio microtectónico que se explican más adelante se comprueba el régimen distensivo de algunos de estos elementos.

Por una parte estos elementos confirman que este sistema (o algunos de sus elementos pueden cumplir las condiciones necesarias para la formación de depósitos tipo SEDEX, y por otra parte existe una alta correlación espacial entre la posición de los actuales SEDEX conocidos y elementos de este sistema.

Este criterio aunque hasta ahora empírico le atribuye a los elementos de este sistema un importante peso como índice regional de búsqueda para depósitos de este tipo.

MINERALIZACION REMOVILIZADA

Hasta el momento el potencial metalífera de las formaciones Jurásicas del margen continental pasivo (Fm. San Cayetano y Fm. Arroyo Cangre), se basa fundamentalmente en los depósitos SEDEX no obstante eventos posteriores a la su formación que afectan estos depósitos, provocan las condiciones teóricas necesarias para la formación de otros tipos de mineralización entre los que se encuentran el tipo mineralización removilizada de la que se conocen puede llegar a formar depósitos industriales sobre todo para metales preciosos.

Para la formación de estos depósitos se necesitan tres condiciones básicas:

- Presencia de una mineralización establecida (masiva o diseminada).
- Energía que provoque el movimiento de los elementos minerales, la que puede provenir de eventos metamórficos o magmáticos.
- Conductos favorables para que se produzca la circulación, preferiblemente fallas distensivas o transtensionales.

En estudios actuales de un proyecto de Reconocimiento para Metales Preciosos que se lleva a cabo por la empresa Geólogo Minera de Pinar del Río en la parte occidental de las Alturas Pizarrosas del Sur perteneciente a la Sierra de los Organos se demuestra la presencia de mineralización básica y preciosa de este tipo.

El sector de estudio (Figura No 2)fue seleccionado en base a tres criterios básicos .

- *Presencia de zonas favorables para la presencia de mineralización asociada a la tectónica.*

En el área fue realizado un pronóstico automatizado donde se incluyó el Sistema Experto *DOREZC* (Fdez de Lara 1996). Este Sistema Experto basado en las leyes de formación de depósitos tectono-controlado, procesa la información regional existente en el área (geoquímica, tectónica, geofísica, geomorfología, estratigrafía etc.), generando un mapa de grado de favorabilidad para la ocurrencia de estos depósitos.

- *Ambiente tectónico metamórfico favorable.*



Con la aparición de la falla Pinar, numerosas fallas transcurrentes diestras y siniestras, que forman dos sistemas transversales de orientación Suroeste-Noreste y Sureste-Noroeste tienen lugar seguidamente como fracturas de riedel secundarias (Mc Clay, 1987) ocurridas a lo largo de la falla Pinar, superponiéndose al sistema Sureste-Noroeste que tuvo lugar durante los sobrecorrimientos, reforzándolo. Evidentemente el cuadro resultante muestra una apreciable cantidad superior de fallas de este tipo, de orientación Sureste-Noroeste.

Con esta etapa, desde el inicio de los sobrecorrimientos con orientación Noroeste, la rotación horaria del máximo stress compresivo al Noreste y hasta el surgimiento de la falla Pinar y los sistemas de fallas transversales, tienen lugar una serie de estructuras propias de las zonas de cizalla, entre las que se encuentran numerosas vetas y filones de diversos tipos rellenos de cuarzo con los que bien pudieran asociarse depósitos de tipo Zona de Cizalla aún sin descubrir.

A escala regional, el ambiente transpresivo en las zonas de cizallas en fallas transcurrentes puede estar relacionado con complejos de fallas inversas de alto ángulo denominadas estructuras en flor positiva. Numerosos estudios han demostrado que dichos sistemas son limitados en extensión y comúnmente erodados rápidamente (Nance, 1987 en: Bursnal et al., 1989), mostrando un efecto inapreciable en el gradiente geotérmico. La actividad hidrotermal y la formación de depósitos minerales en este ambiente no es común (Wessel, 1986 en: Bursnal et al., 1989).

Muchos depósitos metalíferos tienen lugar en vetas y rocas encajantes alteradas bajo condiciones de las facies de esquistos verdes hasta anfibolítica, lo que enfatiza la posible contribución de los fluidos metamórficos, estimándose a partir del estudio de inclusiones de fluidos temperaturas entre los 300 y 400 grados celcios.

Según Kerrch y Fyfe (1988 en: Bursnal et al., 1989), los ambientes de apertura con altos flujos caloríficos, constituyen el sitio apropiado para una eficiente concentración de metal, particularmente las aperturas en un ambiente transtensional (Sibson 1987 en: Bursnal et al., 1989) y la delaminación durante una extensión intracontinental, en ambos casos se enfatiza la importancia de los cambios de orientación de las superficies en contacto y la necesidad de un cambio del ambiente deformacional de frágil a dúctil, entre otros factores, controlado por un aumento del gradiente geotérmico.

England y Thompson (1986 en: Bursnal et al., 1989), aseguran que el pico del metamorfismo puede alcanzarse mucho tiempo después (hasta más de 30 millones de años según su análisis) que el evento de convergencia.

Cáceres (1987), plantea que el desarrollo de los cabalgamientos durante el intervalo Paleoceno Superior-Eoceno Inferior (parte baja) tuvo lugar bajo un régimen deformacional dúctil-frágil, que conjuntamente con la rotación horaria del máximo stress compresivo hacia el Noreste fue variando a más frágil para dar lugar a la falla Pinar durante el Eoceno Inferior (parte alta), apuntando además que las evidencias del metamorfismo detectado a partir de los indicadores cinemáticos en secciones delgadas orientadas, extendían la edad



del metamorfismo más allá de la edad de los cabalgamientos como se aseguraba hasta ese momento.

El surgimiento de la falla Pinar parece ser el resultado de un proceso compresivo continuo que se inició desde el Paleoceno Superior con los cabalgamientos, por lo que posterior a su aparición bajo un régimen deformacional más frágil, pudo ocurrir un incremento en el gradiente geotérmico a causa del proceso de metamorfismo regional relacionado con los cabalgamientos que provocara un nuevo cambio en el régimen deformacional a más dúctil. Las nuevas condiciones creadas propician que las soluciones mineralizadas sean expelidas hacia las zonas de menor presión.

El ambiente transtensional descrito para la porción más occidental de las Alturas Pizarrosas del Sur, con la aparición de una estructura en flor negativa, complementa el cuadro geotectónico propicio para el emplazamiento de las soluciones mineralizadas (ver Figura No1).

- *La presencia de una mineralización precedente a los eventos tectono- metamórfico.*

En el área se localiza la antigua mina de plomo La Agertínfera, constituida por una mena galenítica en forma de veta dentro de areniscas cuarzosas recrystalizadas de la Fm. San Cayetano. Además aparecen dos manifestaciones de barita dentro de la misma formación que nos indica la presencia de depósitos tipos SEDEX.

Del muestreo litogeoquímico inicial resulta que todos y solos los valores anómalos que se reportan están asociados a elementos tectónicos transversales de menor orden pertenecientes a una de las fallas regionales que antes describimos.

En el sector aparecen tres fallas (que nombraremos de suroeste a noreste A,B y C), de fácil identificación en las fotos aéreas escala 1: 37 000 manteniendo un rumbo de 210 – 225 ° y mantienen una separación constante de 400 – 600 m, en un corte con predominio de areniscas recrystalizadas producto del metamorfismo.

Su continuidad por el rumbo se pueden seguir con precisión en algunos casos hasta 2 – 2.5 km.

Hacia el Suroeste su mapeo se ve interrumpido por un frente de sobrecorrimiento y por el noroeste por el eje de la zona de alta favorabilidad propuesta por el Sistema Experto DOREZC.

Hacia el noreste de la Falla C pueden ser detectadas otras estructuras de este tipo simétricas al eje de la estructura de primer orden detectada por métodos regionales. Sobre estas estructuras se planificarán trabajos de Reconocimientos en base a los resultados de los trabajos actuales.

Hacia el suroeste de la Falla A no aparecen indicios de estas estructuras lo que significa que la Falla A es el último componente de esta estructura regional.



En la Falla A se localizaron dos puntos de observación, el primero en la mina La Argentífera donde las cuatro muestras tomadas arrojan altos valores de elementos básicos y el segundo en la intersección de esta con el eje principal de la zona de alta favorabilidad del Sistema Experto DOREZC donde las dos muestras tomadas también reportan altos valores de elementos básicos e indicadores (Pb = 1483-587 ppm, Zn = 540-395 ppm, Cu = 193-54 ppm, As = 83-28 ppm) y en el primero de ellos en areniscas tectonizadas Au = 0.23 g/t.

En ambos puntos se realizaron estudios de microtectónico los que arrojan un régimen distensivo relacionado con la dirección de las fallas y un régimen compresivo relacionadas con zonas de cizallas de rumbo 65° - 75° , que se mapean en ambos puntos.

Estas zonas de cizallas tienen la misma dirección que las compresivas regionales asociadas a la Dirección de la Falla Pinar.

En trabajos posteriores de los que aun no se tienen los resultados geoquímicos en otro punto de esta falla aparecen mineralización sulfurosas en vetas de cuarzo con el mismo rumbo de la falla.

En la Falla B se localizan dos puntos de observación, en el mas al noroeste aparece una mineralización sulfurosa (galenítica), asociada a vetas de cuarzo, los contenidos geoquímicos de Pb = 2381 ppm y Zn = 102 ppm y As = 35 ppm.

El segundo punto localizado en la cima de un parteaguas aparece un sombrero de hierro, compuesto principalmente por limonita con granos de pirita y otros sulfuros, dentro de unas areniscas tectonizadas, con valores máximos de Zn mayor que 5000 ppm, As = 160 ppm, Pb = 30 ppm y Cu = 70 ppm. En el punto existen índices de cizalla con un rumbo de 60° .

Mas al sureste se extiende de forma colinial una zona perspectiva dada por el Sistema Experto DOREZC.

En los trabajos de detalle se observan en dos puntos asociados a la falla, arenisca tectonizadas y mineralizadas y en uno de ellos una zona de cizalla con rumbo 75° , no conociéndose aún los resultados geoquímicos.

Sobre la falla C se localizan dos puntos de observación, en uno de ellos aparecen areniscas meteorizadas con restos de sulfuros y valores de Zn = 854 ppm, As = 208 ppm, Pb = 198 ppm y Cu = 117 ppm, en este punto una zona tectonizada con rumbo $30-40^{\circ}$, no pudiéndose precisar con exactitud elementos de cizalla.

Las fallas B y C se ven representadas en sectores por escarpes jóvenes, lo que evidencia un régimen gravitacional, por lo que aunque no se hallan realizado estudios de microtectónica, se puede inferir un ambiente distensivo.

Los datos obtenidos hasta el presente nos confirman la hipótesis sobre la existencia de un tipo de mineralización removilizada no estudiada hasta el momento en la región. La propia



documentación de la mineralización de la mina La Argentífera (Wanke 1956) realizada bajo mina y que no se ha podido comprobarse en la actualidad, donde se describe "filones de galena dentro de vetas de cuarzo, asociadas a zonas de fallas", no se asemeja a descripción de la parte polimetálica de la mayoría de nuestros depósitos SEDEX ni a lo descrito en la literatura, tampoco como la desproporción entre los contenidos del Pb y el Zn, lo que fue probado en nuestro estudio geoquímico, y que se asemeja más a la mineralización removilizada.

En la actualidad se continúan las investigaciones dirigidas al esclarecimiento del potencial metalífero de las tres estructuras transversales descritas, y a las zonas de cizallas particularizándose en los puntos de intersección de ambas.

Figura No 1

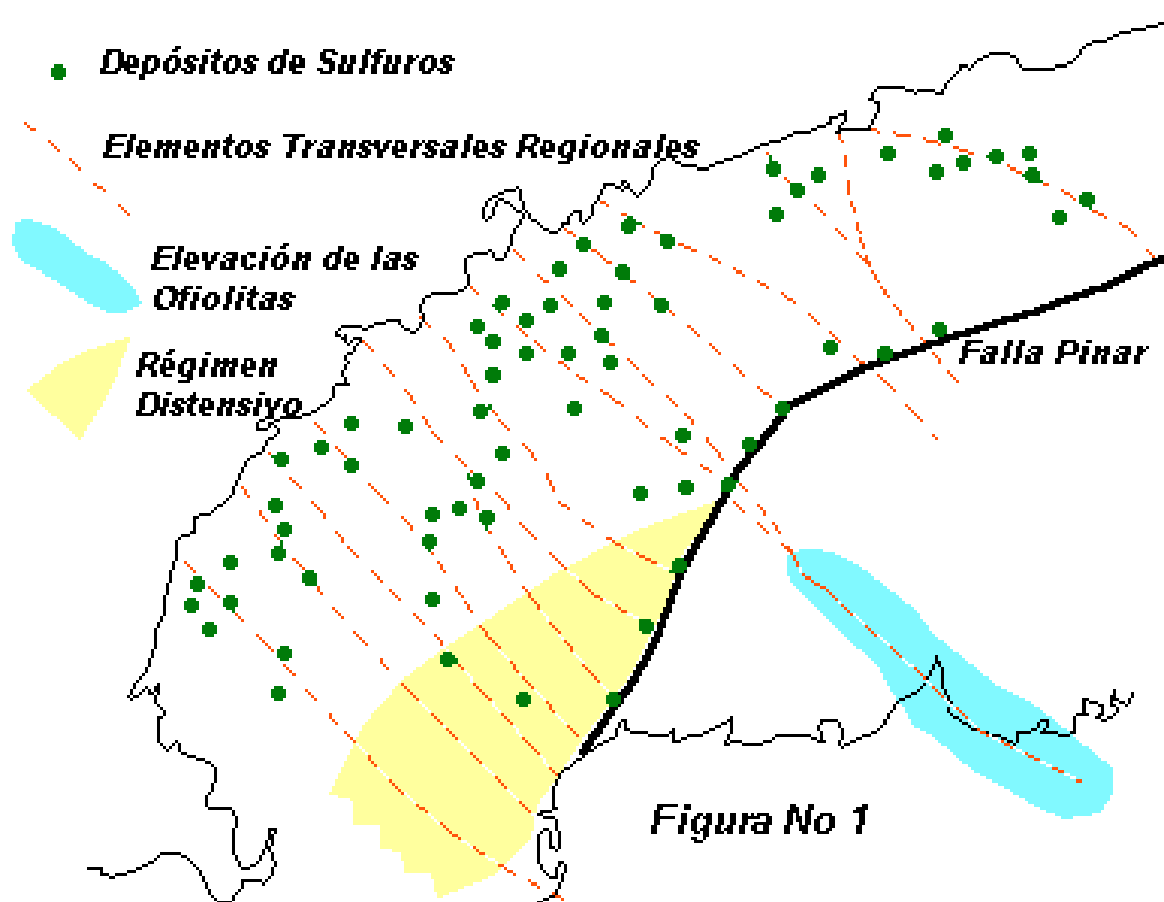
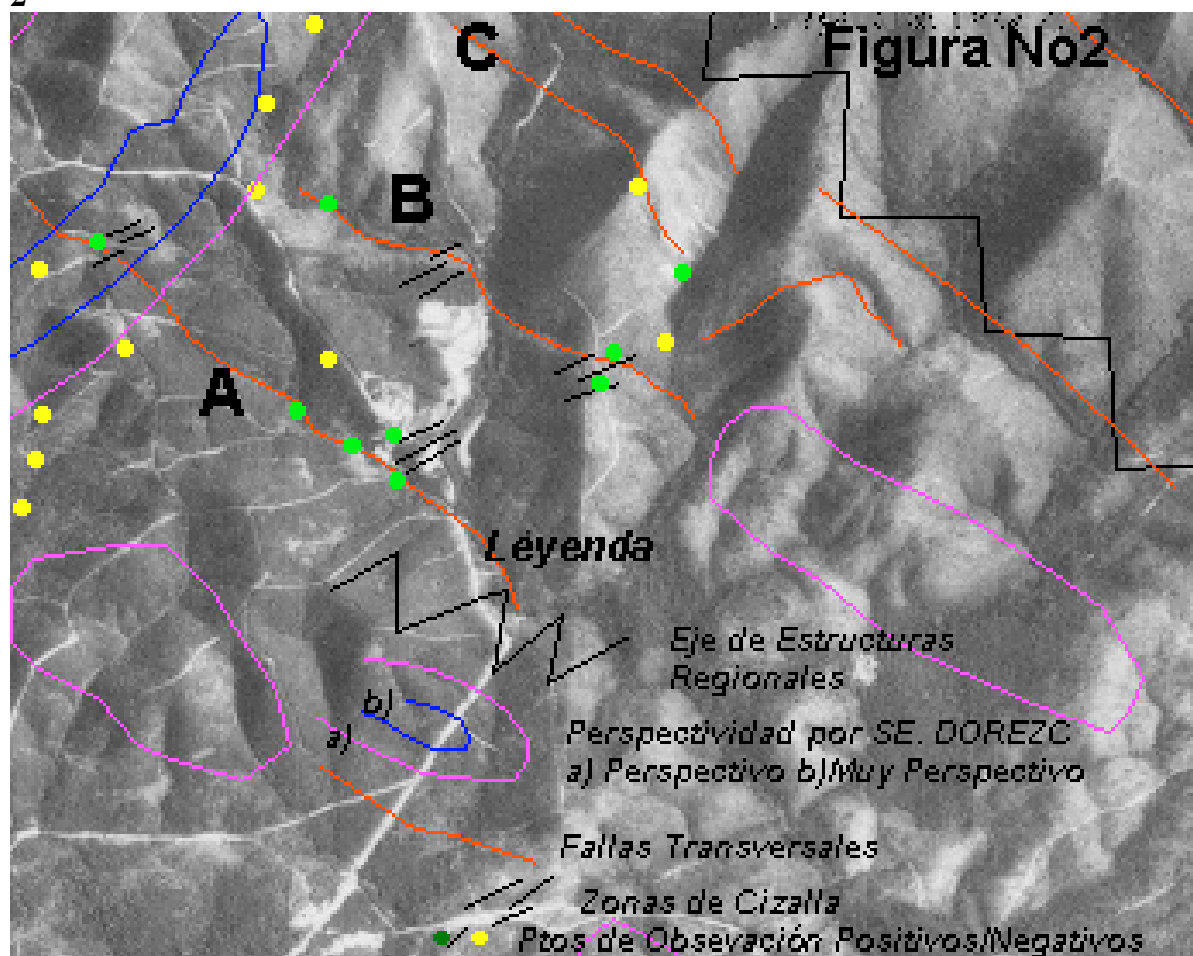




Figura No 2

2



BIBLIOGRAFIA.

Bursnall, J.T., Murphy, J.B., Stott, G.M., Sanborn-Barrie, M., William, H.R., Hubert, C., Marquis, P., Poulsen, K.H., Robert, F., 1989. Mineralization and shear zones. Geological Association of Canada short course notes; Vol. 6.

Cáceres, D., 1997. Estructura Geológica y Pronóstico Preliminar para Metales Básicos + Barita en la Parte Central de las Alturas Pizarrosas del Sur. Pinar del Río. Tesis doctoral. Univ. de Pinar del Río.

Cáceres, D., 1998. Diferentes fases deformacionales de la porción más meridional de la Sierra de los Organos. Memoria I. Geología y Minería '98.



Cox, P. and Singer, D., 1986. Mineral Deposit Model. U.S. Geological Survey Bulletin 1963.

Fernández de Lara R., Sobrino E. Y Denis R. 1998 Proyecto de Reconocimiento Geológico para Au-Ag en los Alrededores de La Mina Argentifera - Los Potreros. ONRM

Fernández de Lara R. 1996 Pronóstico Automatizado para Metales Básicos y Preciosos en el Sector Cangre Occidental. EGMPR

Fernández de Lara R. 1999. Uso de Sistemas Expertos en el Procesamiento de Imágenes Digitales, en Apoyo a la Exploración Geológica. Memorias del Primer Congreso Cubano de Geofísica.

McClay, K., 1987. The Mapping of Geological Structures. Open University Educational Enterprises Ltd. England.

Wanked D. 1956 Reporte sobre la mina de Plomo La Argentifera ONRM