

DIRECCIÓN NACIONAL DE MINERÍA Y GEOLOGÍA

CENTRO DE EXPLORACIÓN CÓRDOBA

**-PROYECTO: PROSPECCIÓN DE DISTRITOS
POLIMETÁLICOS EN AMBIENTES METAMÓRFICOS.
AREA: DISTRITO MINERO EL GUAICO. CÓRDOBA.**

Autor: CANDIANI, J. C.

AÑO 1995

-DISTRITO POLIMETÁLICO EL GUAICO. CÓRDOBA.

Autor: CANDIANI, J.

AÑO 1999

CENTRO DE EXPLORACIÓN CÓRDOBA

- PROYECTO: PROSPECCIÓN DE DISTRITOS
POLIMETÁLICOS EN AMBIENTES METAMÓRFICOS.
AREA: DISTRITO MINERO EL GUAICO. PCIA.
DE CÓRDOBA.

Autor: CANDIANI, J.

AÑO 1995

Indice

Objetivo	2
Grado de Avance	2
Tareas realizadas	2
Introducción	3
Ambiente geológico	3
Características del distrito minero	4
Petrografía	5
Estructuras mineralizadas	8
Estructuras NE, discordantes.	9
Estructuras NW, W-NW, subconcordantes..	11
Otras manifestaciones	12
Conclusiones:	12
Bibliografía	14

Prospección de distritos polimetálicos
en ambientes metamórficos.

Distrito Minero El Guaico. Pcia. de Córdoba.
Informe de Avance

Responsable del proyecto: Geól. Juan Carlos CANDIANI

Objetivo

Examinar las relaciones y características estructurales de las vetas polimetálicas (Pb, Ag y Zn), con la finalidad de definir un modelo genético y su potencialidad económica

Grado de Avance

El programa original a realizarse durante los años 1993/94, involucró los distritos polimetálicos. El Guaico y La Argentina (NO de Córdoba), y se dividió en tres etapas, a saber: *Etapa 1*- mapeo geológico; *Etapa 2*- Estudio metalogenético; *Etapa 3*- Prospección geoquímica de suelos, para estructuras ocultas.

De este programa se ha completado aproximadamente el 70 % de la etapa 1 correspondiente al distrito El Guaico.

Tareas realizadas

- Fotointerpretación: sobre área aprox. 90 km²; fotograffas aéreas escala 1:20.000; diferenciación litológica en base a patrones tono- texturales y trazado de fotolineamientos; individualización de las estructuras mineralizadas en base a antecedentes bibliográficos e información propia.

- Mapeo de vetas: reconocimiento de las estructuras mineralizadas y mapeo de las mismas utilizando como base la carta topográfica y la fotointerpretación. Tiempo empleado: 15 días de campo distribuidos en el período mayo- junio/ 1993.

- Mapeo geológico: Mapeo de unidades litológicas utilizando como base la carta topográfica y la fotointerpretación. Tiempo empleado: 20 días de campo distribuidos en el período diciembre/ 1993, abril- junio/ 1994.

- Muestreo: En el transcurso de las tareas de mapeo se recolectaron 38 muestras de vetas y escombreras (Anexo 1) y 37 muestras de roca para estudios petrográficos. (Anexo 2)

- Estudios petrográficos: Se confeccionaron 6 cortes delgados (Anexo 3)

Introducción

El distrito minero El Guaico, ubicado en el NW de la Provincia de Córdoba (fig.1), es conocido desde los primeros decenios del siglo XIX y explotado en escalas importantes para la época en las últimas décadas del mismo siglo. El distrito está formado por alrededor de 50 minas y numerosas manifestaciones distribuidas en una superficie de alrededor de 80 km². Los yacimientos están constituidos por vetas de cuarzo con mineralización de plata, zinc, plomo; acompañada de vanadio, cobre, antimonio, arsénico, cadmio y estaño.

Ambiente geológico

Regionalmente, el área mineralizada se encuentra dentro del ambiente geológico de Sierras Pampeanas Orientales (Caminos, 1979), las cuales están formadas principalmente por un basamento metamórfico de edad Precámbrica Superior intruído por numerosos cuerpos graníticos paleozoicos (Cingolani y Varela, 1975; Linares y Cordani, 1976); los cuerpos máficos y ultramáficos están subordinados a los ácidos. Las rocas metamórficas (metapelitas y metagrauvas) se componen de esquistos y gneises con escasa presencia de mármoles y anfibolitas. El grado de metamorfismo alcanzando corresponde a la facies de anfibolitas. El basamento metamórfico- plutónico se encuentra cubierto en sectores reducidos por sedimentitas carbónico- pérmicas, cretácicas y terciarias (Olsacher, 1960; Lucero Michaut, 1979;) y es intruído por vulcanitas terciarias asociadas a una zona de subducción subhorizontal (Gordillo, 1981; Kay y Gordillo, 1990).

La zona de estudio se encuentra en el sector septentrional del llamado "macizo migmatítico de San Carlos" (Gordillo, 1984) constituido por migmatitas que gradan desde metatexitas a diatexitas. La estructura más penetrativa es la esquistosidad de las metamorfitas (S_2), correspondiente al "Dominio tectónico principal" (Toselli y otros, 1992), con rumbo WNW coincidente con franjas de deformación que conforman la zona de cizalla "Dos Pozos", y cuya intensidad varía desde gneises con foliación muy apretada e inclusiones de esquistos estirados y budinados hasta milonitas. Una faja de esquistos biotíticos cruza el macizo con igual rumbo, dentro de la cual es característica la presencia de filones pegmatíticos turmaliníferos. Es común observar también cuerpos de granitoides con megacrystales de feldespatos potásico, más o menos lenticulares e interdigitados con la caja gnéssica, concordantes con la foliación regional. A este evento deformacional, al que se relaciona el metamorfismo de grado medio y la anatexis regional, estaría relacionado el emplazamiento de los

granitoides y pegmatitas [Granitoides Famatinianos (Cámbrico Sup. - Devónico) de acuerdo a Rapella y otros, 1992].

Una fase de reactivación posterior con fracturamiento de dirección NNE y deformación frágil de las rocas [Dominio tectónico final, (Toselli y otros, 1992)], junto con estrechas zonas de cizalla (S_3) que cortan la esquistosidad previa (S_2), permitió a nivel regional el emplazamiento de plutones graníticos tardío a post-tectónicos, a los que posiblemente esté asociada la actividad hidrotermal.

Los lineamientos principales que afectan al basamento del área de estudio han sido reconocidos utilizando imágenes satelitales y fotografías aéreas a escala 1:20.000 con corroboraciones de campo.

Las estructuras NE sirven de encajante a la mayor parte de las vetas y están bien desarrolladas al sur de la cizalla "Dos Pozos". Al norte de la misma predominan las estructuras mineralizadas NW, W-NW, subparalelas a S_2 . Todas las estructuras muestran evidencias de reactivación post-mineralización.

El distrito es limitado hacia el NE por la falla de carácter inverso, de la Sierra de La Higuera, que corre con rumbo NW.

Características del distrito minero

El distrito está formado por alrededor de 50 minas y numerosas manifestaciones que se disponen a lo largo de estructuras mineralizadas.

Las vetas corresponden a depósitos hidrotermales de moderada temperatura en ganga de cuarzo. La mineralización dominante es de Ag - Zn- Pb con cantidades menores de V, Cu, Sb, As, Cd, Sn. Los minerales característicos son: galena argentífera, blenda, pirita, calcopirita y arsenopirita; entre los secundarios se destacan: cerusita argentífera, plata nativa en blenda, rosicler y argentita, anglesita, vanadinita, calcosina, covelina, limonita, etc. (Sureda, 1974).

El control de la mena se relaciona a planos de fractura y zonas de alta permeabilidad dentro de las mismas (intersecciones, brechas); esto hace que la distribución de la mineralización sea irregular, pudiéndose encontrar zonas de alta concentración (clavos) alternando con otras estériles. Las explotaciones se han dado sobre sectores que rara vez sobrepasan los 300 m. de largo. Sin embargo es posible vincular geológicamente varias minas a lo largo del rumbo de la estructura.

La mineralización se distribuye en forma de vetas con espesores irregulares, texturas de crustificación, coloformes, bandeadas rítmicas paralelas a la elongación del depósito, correspondiendo a una génesis de fases múltiples.

La alteración de la roca de caja, producida por las vetas, comprende silicificación, sericitización y argillización; esta no se extiende más allá de unos pocos centímetros del contacto. La diseminación de la mineralización en la caja metamórfica es mínima, con bajas leyes metálicas.

El modelo de yacimiento corresponde a: *polymetallic veins*, 22c (Cox y Singer, 1986), cuya descripción es: *vetas de cuarzo con plata asociada a sulfuros de metales básicos, relacionadas a intrusivos hipabisales en terrenos metamórficos*.

La edad de la mineralización sería no más joven de 340 ± 10 m.a (Devónico-Carbónico), según el resultado de una datación K-Ar realizada sobre sericita hipogénica de la mina Rara Fortuna (Sureda, 1978).

El estudio económico de pre-fase de exploración realizado en una mina representativa del distrito (Proyecto Rara Fortuna, Candiani, 1989) ha permitido delimitar zonas productivas que definen recursos de alrededor de 120.000 t. con leyes medias de 326 g/t de plata, 1,97 % de plomo y 2,03 % de zinc. Análisis por otros elementos han dado los siguientes valores: Cadmio 220 g/t (13 muestras), Vanadio 600 g/t (10 muestras), Itrio 6 g/t (10 muestras), Indio 14 g/t (1 muestra), Germanio < 20 g/t (5 muestras). Las leyes de oro son característicamente bajas (0,1 a 0,5 g/t).

Los yacimientos muestran un cuadro de enriquecimiento supergénico especialmente en minerales de plata y entre los 20 - 40 m. de profundidad, donde se tuvieron leyes de hasta 5 kg/t de Ag (Alberdi, 1880).

Un estudio de las escombreras de las minas del distrito realizado con la finalidad de evaluar las posibilidades económicas de recuperar su contenido metálico con una pequeña planta móvil (Torres et al, 1994), demuestra la existencia de 37.724 toneladas medidas, con las siguientes leyes promedio: plata= 150 g/t, plomo= 2%, zinc= 1.1%, oro= 0.2 g/t, vanadio= 900 ppm.

Petrografía

En la zona afloran cinco tipos litológicos diferentes, que en orden a su extensión son: migmatitas, gneises bandeados, esquistos, granitoides, pegmatitas y cataclasitas (ver mapa).

Handwritten notes and calculations:

125 000 t
 0,004 %
 111 t
 125 000 t
 0,4 - 12
 126.000 t
 2,03 %
 3.000.000 g
 1.500.000 g
 1500

Migmatitas y gneises

La migmatita es la unidad litológica más difundida. Esta roca presenta variaciones que van desde *gneises homogéneos* (macizos), a *gneises heterogéneos* (bandeados, brechosos). Estas variaciones se pueden observar en perfiles a lo largo de los ríos Corral de Muñoz, Rumi Huasi, El Guaico y Chico, en donde la migmatita maciza (nebulítica) con escasas porciones no fundidas de gneis y máculas de biotita, alterna con rocas de aspecto brechoso (agmatita) y gneises bandeados.

La composición es similar en todas: cuarzo, biotita, feldespato potásico, plagioclasa, muscovita, sillimanita.

Microscópicamente, el cuarzo se encuentra en cristales xenomórficos de diferentes tamaños, generalmente límpidos y con extinción ondulosa, en sectores con mayor deformación aparece elongado y rodeado de un agregado de cuarzo de grano fino. La plagioclasa en cristales sub y xenomórficos de tamaño variable, con maclado polisintético acuñado y flexurado por deformación. El feldespato potásico en cristales xenomórficos de tamaño variable, algunos individuos están maclados (Carsbald) con extinción ondulosa, otras veces sin maclas o con maclado en enrejado; se observan pertitas. La biotita se presenta en cristales individuales y formando "máculas" orientadas marcando la foliación de la roca, la deformación es acusada por la flexuración del clivaje, presencia de "ojos" y pliegues kink-band. La muscovita primaria, en menor proporción, se presenta en cristales pequeños subidioblásticos, deformados y asociada a la biotita. La muscovita secundaria es de tamaño mayor y está sobreimpuesta al resto de los minerales, también se presenta agrupada. La sillimanita es escasa, en forma de cristales aciculares asociados a biotita y feldespato potásico. Accesorios frecuentes son apatita y zircón.

Algunos afloramientos presentan megacristales de feldespato potásico. Cordierita y granate aparecen al sur de la zona mapeada, sobre el camino La Higuera - Rumi Huasi, en donde la cordierita forma nódulos de unos 10 cm de diámetro.

Las migmatitas se caracterizan por contener inclusiones de esquistos por lo común ahusados con un tamaño que oscila entre 10 y 50 cm de largo y en raras ocasiones aun mayor; están orientados paralelamente a la foliación y a veces rotados o desmembrados formando boudinage; internamente presentan una estructura finamente bandeada formada por la alternancia de capas biotíticas y cuarzo - feldespáticas, plegadas apretadamente.

Los gneises bandeados presentan pliegues isoclinales apretados, con planos axiales generalmente paralelos a la foliación, y long. onda 5- 10cm. Contienen también fragmentos de esquistos a modo de inclusiones.

La foliación de la roca tiene un rumbo general de 140° y buzamiento subvertical.

Esquistos biotíticos

Forman una faja con dirección NW-SE, limitada al norte y sur por migmatitas y gneises. Esta compuesto por biotita y menor cantidad de muscovita; presenta un bandeamiento muy fino (cuarzo - plagioclasa), sin fundidos anatéticos, con venas cuarzo feldespáticas milimétricas, subparalelas a la foliación y localmente irregulares.

Microscópicamente, se observan bandas biotíticas (muscovita) de textura lepidoblástica y bandas de composición cuarzo feldespática con textura granoblástica poligonal. El tamaño de grano es medio y homogéneo. El cuarzo se presenta límpido y sin signos de deformación. La biotita está orientada según la esquistosidad formando cristales subidioblásticos. El feldespato se presenta sin maclas y escasamente alterado (sericita). Como accesorios aparecen apatita, zircón y opacos. Como mineral de alteración: clorita.

En el Ao. El Guaico, el esquisto posee una foliación $95/45N$ (S_1) que es intersectada por una segunda foliación $160/70W$ (S_2) que produce lineación de crenulación $160/35NW$. En el sector NW del área de estudio, en el perfil del Río Seco, los afloramientos de esquisto ubicados al norte del filón granítico-pegmatítico, se caracterizan por un fino bandeo composicional (S_0 ?) formado por bandas de biotita que alternan con otras leucocráticas, se observan pliegues en chevron con ángulo interlimbo de 50° , superficie axial $135/50N$ y eje con plunge de $30^\circ NW$.

Granitos porfiroides

Los "granitos porfiroides" son cuerpos más o menos lenticulares en relación concordante con los gneises. Corresponden a las granodioritas porfiroides foliadas descritas por Caminos et al (1990) cuyos rasgos característicos son: presencia de megacristales idiomorfos de feldespato potásico (microclino) entre 2 y 8 cm de longitud, alojados en una matriz granodiorítica; foliación paralela al alargamiento del cuerpo, ausencia de "schlieren", máculas de minerales máficos o xenolitos de gneises; sus extremos se presentan desmembrados e interdigitados entre planos de foliación de los gneises. Estos cuerpos afloran al Norte de La Mesilla, sobre el Río Chico y el Arroyo El Guaico. También se los ha observado en el camino La Higuera- Rumi Hua-

si, especialmente en este último pueblo donde existe una explotación de este material para uso ornamental.

Pegmatitas

Numerosos filones granítico pegmatíticos, se encuentran emplazados dentro de la faja esquistosa. Sus tamaños son variables, desde cuerpos con dimensiones considerables (100 a 200 m de ancho) como los que corta el Río Seco a filones de 2 a 5 m. de potencia. La roca está compuesta por cuarzo, feldespato potásico, biotita, muscovita y turmalina; es de color rosado claro y foliación bien marcada por alargamiento de granos de cuarzo y feldespato y por orientación de micas, rasgo por el cual son considerados de naturaleza sincinemática. Sus contactos intrusivos son rectos o forman aureolas de inyección en el encajante esquistoso. Estos pegmatoides fueron datados por Sureda (1978), K-Ar sobre muscovita: 710 ± 30 mda, ubicando la faja de cizalla Dos Pozos en la culminación del Ciclo Brasileño. El mismo autor observa que las vetas cortan los filones pegmatíticos de la faja de cizalla.

Mármoles y anfibolitas

Los mármoles, lo mismo que las anfibolitas, son escasos y sólo afloran pequeños lentes al Este de la zona estudiada (cerca de la Higuera). Se trata de mármoles casi puros con escasos calcosilicatos.

Estructuras mineralizadas

Se han agrupado las estructuras mineralizadas de acuerdo con sus características comunes en dos tipos principales: 1) relacionado con fracturas tensionales subverticales, de gran desarrollo longitudinal, con rumbo predominantemente NE; y 2) de menor desarrollo, subconcordantes con la foliación regional y las fajas de deformación W-NW.

Se ha intentado encontrar una relación entre los dos tipos de estructuras y las 56 especies minerales identificadas en las menas del Guaico (Sureda, 1978), utilizando métodos estadísticos de correlación múltiple y análisis de factores, sin poder arribar a una conclusión satisfactoria.

Estructuras NE, discordantes.

Estas estructuras conforman la parte principal del campo mineralizado y se ubican entre los arroyos Ciénaga del Coro y El Guaico. Son discordantes con la foliación de las metamorfitas (prácticamente ortogonales), tienen un importante desarrollo longitudinal (hasta 4.000 metros en forma discontinua), su potencia no supera 1,3 m. y el buzamiento es subvertical con tendencia al oeste. La vinculación geológica entre varias minas a lo largo del rumbo permite agruparlas, de oeste a este, como sigue:

Nombre estructura	Rumbo/buzamiento	Largo estructura aflorante (m)	Largo del foto-lineamiento (m)	Roca de caja
Tronco Negro	30/75W	300	1000	Gneis
Ciento veinte	35/80W	400	1000	Gneis
Garibaldi Chica	35/70W	300	700	Esquisto
Buenaventura	40/70W	300	4000	Gneis
San Jorge	20/85W	200		Gneis
Algarrobito	40/70W	400		Gneis
San Melitón	45/80E	300		Gneis
Garibaldi	45/70W	500		Esquisto
Rara Fortuna	35/70W	700	2000	Gneis
Bella Tapada I	20/70W	300		Gneis
Bella Tapada II	35/70W	700		Gneis
Veta Rica(sur)	40/75W		1700	Gneis
Veta Rica (norte)	40/85W			Esquisto
San Carlos	35/70W	500		Gneis
Golondrina	30/90	300	1500	Gneis
Patri(Pascualito)	15/75W	400		Gneis
Eufemia	40/85W	700		Gneis
Peregrina	30/60E	200	500	Gneis
Dos Amigos	20/70W	150		Gneis
Overo Muerto	25/90	400	1500	Gneis
Cola de Ballena	25/90	400		Gneis
La Ballena	40/85E	300		Gneis
San Miguel	15/80E	300		Esquisto
Ana María	45/70W	150		Esquisto
Asunción	55/85SE	400		Esquisto
Mogote Blanco	60/65NW	400		Esquisto
La Vibora	90/75S	300	700	Esquisto
San Agustín	75/70S	300		

Tabla 1: Estructuras noreste, discordantes.

Estas vetas han sido explotadas en sectores que rara vez sobrepasan los 300 m. de largo, en donde el laboreo no habría superado los 90 m. de profundidad (Garibaldi, Eufemia, Rara Fortuna).

La característica principal es que conforman vetas subverticales, con largas corridas según un rumbo NE. La roca de caja es el gneis macizo o migmatita homogénea, algunas estructuras continúan sobre la faja esquistosa, hacia el norte (Buenaventura - Garibaldi, Veta Rica, Mogote Blanco, La Ballena - San Miguel), pero no atraviezan la cizalla Dos Pozos.

La estructura La Víbora- San Agustín tiene la particularidad de cortar rocas esquistosas pero con rumbos E-W a E-NE. Esta es intersectada en su parte media por una tercera de rumbo 15-30° y buzamiento 70E.

Las estructuras se encuentran netamente limitadas por cataclasitas rojas (harina de falla) de pocos cm. de espesor. Por lo general uno de los hastiales está más tectonizado, alcanzando la cataclasita espesores de hasta 0.30m. Pueden observarse también espejos de fricción cuyas estrías indican movimiento en sentido sub-vertical.

Dentro de las estructuras NE es frecuente observar una roca gris oscura, verdosa a parda (de acuerdo al grado de alteración) y microbrechada la que correspondería a diques básicos (lamprófiros ?) pre-mineralización, que presentan sulfuros y óxidos diseminados y rellenando microfracturas.

La veta de cuarzo crustificado y drusoide tiene anchos variables, desde 0.05m. a 1m., Suele mostrar bandeamiento por fracturación longitudinal, en ocasiones encierra lentes de la caja gnéisica, otras veces constituye brechas con grandes fragmentos de cuarzo en una matriz fina cementada por ópalo.

Dentro del grupo se destacan, por la magnitud del laboreo existente, las minas Tronco Negro, Buenaventura, Garibaldi, Rara Fortuna, Bella Tapada II, Veta Rica, San Carlos, Eufemia, La Ballena, Ana María y La Víbora.

Estructuras NW, W-NW, subconcordantes..

Estas estructuras están ubicadas inmediatamente al norte de la "faja esquitosa" en la zona tectonizada correspondiente a la denominada cizalla Dos Pozos. En este caso el rumbo de las estructuras es subparalelo a la foliación de las metamorfitas. De oeste a este son:

Nombre estructura	Rumbo/ buzamiento	Largo estructura aflorante (m)	Roca de caja
Santo Domingo	130/75NE	400	Gneis
Cerrito Blanco	150/80NE	200	Gneis
Pilar	130/70NE	200	Gneis
Venus	130/70NE	200	Esquisto
Bienvenida	125/65SW	300	Gneis
La Escopeta	130/70NE	200	Gneis
El Zapallar	135/65NE	300	Gneis
Agua del Rubio	160/30W	150	Gneis
Doering	100/54S	150	Gneis
San Ignacio	120/55S	150	Gneis

Tabla 2: Estructuras NW a W-NW, subconcordantes.

Las estructuras tienen anchos entre 0,20 y 1,50 m. y se desarrollan en rocas gneisicas deformadas y silicificadas. Vetas de cuarzo se ubican dentro de las mismas con anchos variables entre 5 y 50 cm., paralelas al rumbo del depósito. Son típicamente acompañadas por otras menores que se anastomosan dentro de la estructura, siguiendo planos sigmoides transversales. La longitud de estas estructuras es relativamente menor y suelen presentarse otras paralelas separadas por algunas decenas de metros (Mina Bienvenida, Mina Cerrito Blanco, Venus - Pilar).

Dentro del grupo se destacan, por la magnitud del laboreo existente, las minas Santo Domingo, Venus y Bienvenida.

Otras manifestaciones

Muchas estructuras de poco desarrollo alojan vetas de pequeñas dimensiones con rumbos y buzamientos variables, en donde se han realizado pequeñas labores de exploración, en ciertos casos declaradas como mina y explotadas artesanalmente. Por lo general se trata sólo de manifestaciones.

Nombre estructura	Rumbo/ buzamiento	Largo estructura aflorante (m)	Roca de caja
San José	10/45W	300	Gneis
San Fermín	40/30W	250	Gneis
London	60/80S	200	Gneis
La Aguadita *	60/70S	150	Gneis
El Moro	70/80S	50	Gneis
Del Molle *	80/80N	300	Esquisto
Galinita de Plata *	95/80N	50	Gneis
* Fuera del área mapeada			

Tabla 3: Otras Manifestaciones

Conclusiones:

La correlación entre los lineamientos del basamento y los que contienen las vetas indica que la actividad hidrotermal estaría relacionada a una fase de reactivación posterior, con fracturamiento de dirección NNE y deformación frágil de las rocas, junto con estrechas zonas de cizalla (S_3) que cortan la esquistosidad previa (S_2), y a la que se vincula el emplazamiento a nivel regional de plutones graníticos tardío a post-tectónicos.

Las estructuras mineralizadas han sido agrupadas de acuerdo a características comunes en dos tipos principales: 1) relacionado con fracturas NE, tensionales subverticales, discordantes, de gran desarrollo longitudinal y ,2) relacionado con fracturas subconcordantes con la foliación regional y fajas de cizalla W-NW.

Se ha intentado encontrar zonaciones dentro del distrito, correlacionando datos mineralógicos (Sureda, 1978) y datos de campo, sin arribar a resultados satisfactorios.

Bibliografía

- Alberdi, M., 1880. "Informe sobre la minería y los principales criaderos metalíferos de la Pcia. de Córdoba" Publ. Oficial.
- Caminos, R. y R. Cucchi, 1990. "Levantamiento geológico estructural de la región situada entre Villa de Soto y La Candelaria, Pcia. de Córdoba." Dir. Nac. Min. y Geol. Inédito.
- Caminos, R., 1979. *Sierras Pampeanas de Tucumán, Catamarca, La Rioja y San Juan*. In: A.F. Leanza (De.). Geología Regional Argentina. Acad. Nac. de Cs. Cba., :41-80.
- Candiani, J.C., 1989. "Prefase de Exploración Proyecto Rara Fortuna, Evaluación Económica". DNMG, Centro de Exploración Córdoba. Inédito.
- Cingolani, C.A. y R. Varela, 1975. *Geocronología Rb- Sr de rocas ígneas y metamórficas de las Sierras Chica y Grande de Córdoba, República Argentina*. II Congr. Ibero- Amer. Geol. Econom., Y: 9-35, Buenos Aires.
- Cox, D. P. and D. A. Singer, 1986. "Mineral Deposit Models". U.S. Geological Survey Bulletin 1693.
- Gordillo, C. E., 1984. *Migmatitas cordieríticas de la Sierra de Córdoba; condiciones físicas de la migmatización*. Adademia Nacional de Ciencias Córdoba., miscelanea nº 68.
- Gordillo, C.; E. Linatres. "Geocronología y petrografía de las vulcanitas terciarias del departamento Pocho, Pcia. de Córdoba." Asoc. Geol. Arg. Rev. XXXVI (4).
- Kay, S.M.; C. Gordillo. 1990. "Pocho volcanic rocks in the Sierra de Córdoba. Melting of depleted continental lithosphere above a shallow subduction zone." Xi Congr. Geol. Arg. I: 60-63.
- Linares, E.; U.G. Cordani., 1976. "Edades potasio argón de anfibolitas de la Pcia. de Córdoba, Rep. Arg." VI Congr. Geol. Arg., I: 501-509
- Lucero Michaut H. y J. Olsacher, 1981. *Descripción geológica de la Hoja 19 h, Cruz del Eje*. Boletín nº179, Secretaría de Estado de Minería.
- Olsacher, J., 1960. *Descripción geológica de la Hoja 20 h, Los Gigantes, pcia. de Córdoba*. Dir. Nac. Geol. y Min., Bs. As., Bol. 90.
- Rapella, C.W.; B. Coira; A. Toselli; J. Saavedra. 1992. "El Magmatismo del Paleozoico Inferior en el Sudoeste de Gondwana". Paleoz. Inf. Ibero- América. Univ. Extremadura.
- Sureda, R.J., 1978. "Las vetas de plomo, plata y zinc del distrito minero El Guaico, Pcia. de Córdoba". Asoc. Geol. Arg. rev. XXXIII (4).
- Torres, B., y F. Leynaud, 1994. "Evaluación Económica de las escombreras del distrito minero El Guaico." Dir. Geol. Prom. Ind. Mineras. Córdoba, Inédito.
- Toselli, A.J.; L. Dalla Salda, R. Caminos. "Evolución metamórfica y tectónica del Paleozoico Inferior de Argentina". Paleoz. Inf. Ibero- América. Univ. Extremadura.

Anexo 1: Muestreo de vetas

Número	Foto Aérea	Nombre de la mina	Material muestreado
56601	R18-65	El Zapallar	Escombrera
56602	R19-118	Agua del Rubio	Escombrera
56603	R17-80	Pilar	Escombrera
56604		Venus	Escombrera
56605	R17-78	Dos Amigos	Veta
56606	R17-78	La Vibora	Escombrera
56609	R17-79	Bienvenida	Escombrera
56610	R17-77	Escopeta	Escombrera
56612		Golondrina (rajo principal)	Escombrera
56613		Golondrina (trinchera sur)	Escombrera
56614	R19-118	Labores sin nombre al norte de la Mesilla	Escombrera
56615	R19-118	Labor sin nombre al NW mina Doering	Escombrera
56616		La Aguadita	Escombrera
56617		Veta qz, 3m potencia, rumbo 165°, sin laboreo	veta
56618		Gallinita de Plata	Estructura
56619			Rodado de galena cerca mina Doering.
56620		Veta Rica (Sur)	Escombrera
56621	R18-66	Del Molle	Escombrera
56622	R19-118	Agua del Rubio	Escombrera
56623	R16-75	Veta Rica (Norte)	Escombrera Pique.
56624		Eufemia	Escombrera
56625		Mogote Blanco	Escombrera
56628	R15-55	Buenaventura	veta
56629	R15-55	Buenaventura	Escombrera
56630		San Jorge	Escombrera
56631	R17-79	London	vetilla
56632	R18-65 R17-79	Cerrito Blanco	estructura
56633	R17-79	Cerrito Blanco	Escombrera
56634		Garibaldi	Escombrera
56635		Tronco Negro	Escombrera
56636	R16-75	Cientoveinte	Escombrera
56637		Cientoveinte (trinchera sur)	veta
56638		San Ignacio	estructura
56673	R17-78	Labor sin nombre, norte mina Asunción	Escombrera

Anexo 2: Muestreo de rocas

Número	Foto Aérea	Descripción
56639	R16-75	Lamprófiro ?, estructura Rara Fortuna.
56640	R16-75	Migmatita maciza
56641	R17-138	Esquisto biotítico laminado (Río Seco)
56642	R17-78	esquistolito en Migmatita con megacristales de FK. Pto. Miranda
56643	R18-60	Intrusivo granito pegmatítico, 150/60W
56644	R18-60	Migmatita con megacristales FK y esquistolitos.
56645	R18-60	Migmatita (Agmatita)
56646	R18-60	Migmatita
56647	R18-60	Migmatita (Agmatita)
56648	R18-60	Migmatita muy foliada
56649	R18-60	Granito porfiroide. Ao. La Aguada.
56650	R18-60	Migmatita maciza
56651	R18-60	Protomilonita (<i>orientada</i>)
56652	R18-61	Migmatita (agmatita)
56653	R18-61	Migmatita (tectonizada)
56654	R18-61	Granito porfiroide. Ao. La Aguada.
56655	R18-61	Migmatita maciza. Pto Moyano.
56656		Migmatita, puente Río Pichanas.
56657	R17-78	Migmatita, Ao. El Guaico
56658	R17-78	Esquisto biotítico (crenulado)
56659	R17-78	Pseudotaquilita (ao. El guaico)
56660	R17-78	Granito porfiroide, Pto. Luna.
56661	R17-78	Xenolito redondeado en migmatita.
56662	R17-77	Migmatita
56663	R17-78	Granito porfiroide, Pto. Miranda (<i>orientada</i>)
56664	R18-59	Migmatita
56665	R17-77	Migmatita cordierita- granatífera. Camino a Rumi Huasi.
56666	R17-77	Migmatita biot. Camino a Rumi Huasi
56667	R17-77	Granito porfiroide, Cantera Rumi Huasi.
56668	R18-62	Pseudotaquilita (?) en agmatita.
56669	R18-62	Gneis. Confluencia Pichanas- Río Chico
56670	R18-62	Milonita
56671	R18-62	Pseudotaquilita (?)
56672	R18-62	Migmatita (agmatita)
56674		Granito porfiroide (Mina Agua del Rubio)
56675		Granito porfiroide (Pto. Agüero)
56676	R19-118	Granito porfiroide
56677	R18-60	Gneis biotítico
56678	R18-61	Granito sin megacristales
56679	R16-75	Migmatita
56680	R16-73	Gneis biotítico

Anexo 3: Descripciones petrográficas

Descripciones petrográficas del Distrito Minero El Gualco por Marcelo Amosio (Cátedra Petrología, UNCba)

Muestra 56649: Granito porfirico

Minerales primarios: qz- biot- musc- FK- plag

Minerales accesorios:

Minerales secundarios: caolín

Descripción:

El cuarzo se presenta en cristales subhedros a anhedros, estirados, con extinción ondulosa y paralela a la orientación de los fenocristales en la roca. También se encuentra en agregados de grano pequeño formando pequeñas bandas o en cristales pequeños alrededor de otros cristales.

El feld. potásico forma megacristales de unos 4 cm dando a la roca una orientación marcada. También se lo encuentra en cristales menores de hábito anhedro, sin maclas y con macla enrejado, perfitas (caolín y sericita)

La plagioclasa en hábito subhedro a anhedro maclada polisintéticamente, alterada a...

La biotita se presenta retrógada a clorita, se encuentra en cristales individuales o agrupada con hábito subhedro.

La muscovita se presenta en dos tamaños de cristales, uno pequeño asociado a la biotita y otro de grano grueso.

Muestra 56653: Migmatita

Minerales primarios: qz- biot- musc- FK- plag

Minerales accesorios:

Minerales secundarios: caolín- sericita

Descripción:

El cuarzo está totalmente deformado, encontrándose elongado y rodeado de un agregado de grano fino también de qz, presentando una extensión ondulatoria.

La biotita se encuentra formando lentes y ojos, entre las bandas de qz elongado y trituradas.

En la plagioclasa se observa flexuración y acuñamiento de maclas, generalmente forma los blastos más grandes, con inclusiones de muscovita y alterada a caolín.

La muscovita se encuentra formando ojos y presenta otras formas sigmoidales.

El feld. potásico se presenta en forma totalmente anhedral, algunos individuos están maclados (Carsbald) con extinción ondulosa, presenta perfitas ? a modo de gusanitos.

Muestra 56655: Migmatita o granito ?

Minerales primarios: qz- biot- musc- FK- plag

Minerales accesorios: zircón, apatita

Minerales secundarios: caolín- sericita- musc.

Textura: Granoblástica. No se observa una orientación de los minerales.

Descripción:

El cuarzo se presenta en blastos xenomórficos de tamaño variable, generalmente medio, con extinción ondulosa (deformación).

Plagioclasa: es escasa, xenomórfica, maclada polisintéticamente.

Biotita: se da en cristales subidiomorfos a xenomorfos, con inclusiones de zircón, con pleocroismo marcado de pardo oscuro a pardo amarillento.

Feld. potásico: es el mineral más abundante, presenta un maclado en enrejado (típico del microclino) con inclusiones en forma de gotas y muscovita, de hábito xenomórfico y tamaño del grano muy variable. También se presenta sin maclas, con perfitas.

Muscovita: aparentemente de origen secundario, desarrollándose en grandes cristales, y otra de origen primario en cristales subidioblásticos, generalmente asociados con la biotita.

Muestra 56656: Migmatita Río Pichanas

Minerales primarios: qz- FK - Plag - biot- musc- sill

Minerales accesorios: zircón - apatita

Minerales secundarios: caolín- sericita - clorita

Textura: Granoblástica

Descripción:

Presenta una orientación marcada por las micas (biot y musc), otra característica son las máculas de biot y musc (en forma de ojos) compuestas únicamente por estos minerales.

El cuarzo se encuentra en cristales de diferentes tamaños, generalmente limpios y con extinción ondulosa y xenomórficos. Los contactos son poligonales formando puntos triples con otros cristales de qz o FK.

La biotita se presenta en cristales individuales y formando máculas (junto con muscovita), orientadas marcando la foliación de la roca. Se observan abundantes inclusiones de zircón con los halos característicos y sillimanita?. Tiene un marcado pleocroísmo de pardo oscuro a amarillento. Algunos cristales presentan una alteración a clorita (cristales subidioblásticos). Muestra una fuerte deformación acusada por la flexuración del clivaje y por la forma de ojos. Presentan pliegues king- band.

La muscovita se presenta en cristales subidioblásticos, siempre asociados a la biotita (secundaria?), se encuentra deformada.

La sillimanita es escasa, se encuentra en forma de cristales aciculares asociados con la biotita y FK?

La plagioclasa se presenta en cristales de tamaño variable, sub y xenomórficos con un maclado polisintético acufiado y flexurado por la deformación, se encuentra alterado (caolinizado y sericitizado).

El feld. potásico se encuentra en cristales xenomórficos de tamaño variable, alterados a caolín y sericita. Generalmente sin maclas aunque algunos cristales presentan un maclado en enrejado, se observa también micropertita. Ortoclasa?

En cuanto a los minerales accesorios, el zircón es bastante abundante como inclusión dentro de la biotita, el tamaño de los cristales es variable, encontrándose algunas de tamaño considerable. La apatita se presenta en cristales prismáticos generalmente agrupados o en forma individual.

Muestra 56658: Esquisto

Minerales primarios: qz- biot- musc- Feldespato

Minerales accesorios: opacos - apatita - zircón

Minerales secundarios: clorita.

Textura: Granolepidoblástica formada por bandas de composición máfica biotita (muscovita) con textura lepidoblástica y bandas de composición leucocrática constituidas por cristales de qz feld. con textura granoblástica poligonal.

El tamaño del grano es homogéneo y medio.

Descripción:

El cuarzo se presenta en cristales subidioblásticos, de tamaño medio y homogéneo, no presenta signos de deformación y forma puntos triples en contacto con otros minerales, está totalmente limpio.

La biotita se encuentra en cristales subidioblásticos orientados según esquistosidad, formando bandas. Presenta inclusiones de qz (y de otros minerales?)

La muscovita se encuentra en menor cantidad que la biotita formando cristales subidioblásticos.

El feldespato forma cristales subidioblásticos sin maclas y escasamente alterados (sericita).

Muestra 56669: gneis Pichanas

Minerales primarios: qz- biot- plag - FK- -musc

Minerales accesorios: zircón opacos

Minerales secundarios: (clorita - sericita) musc.

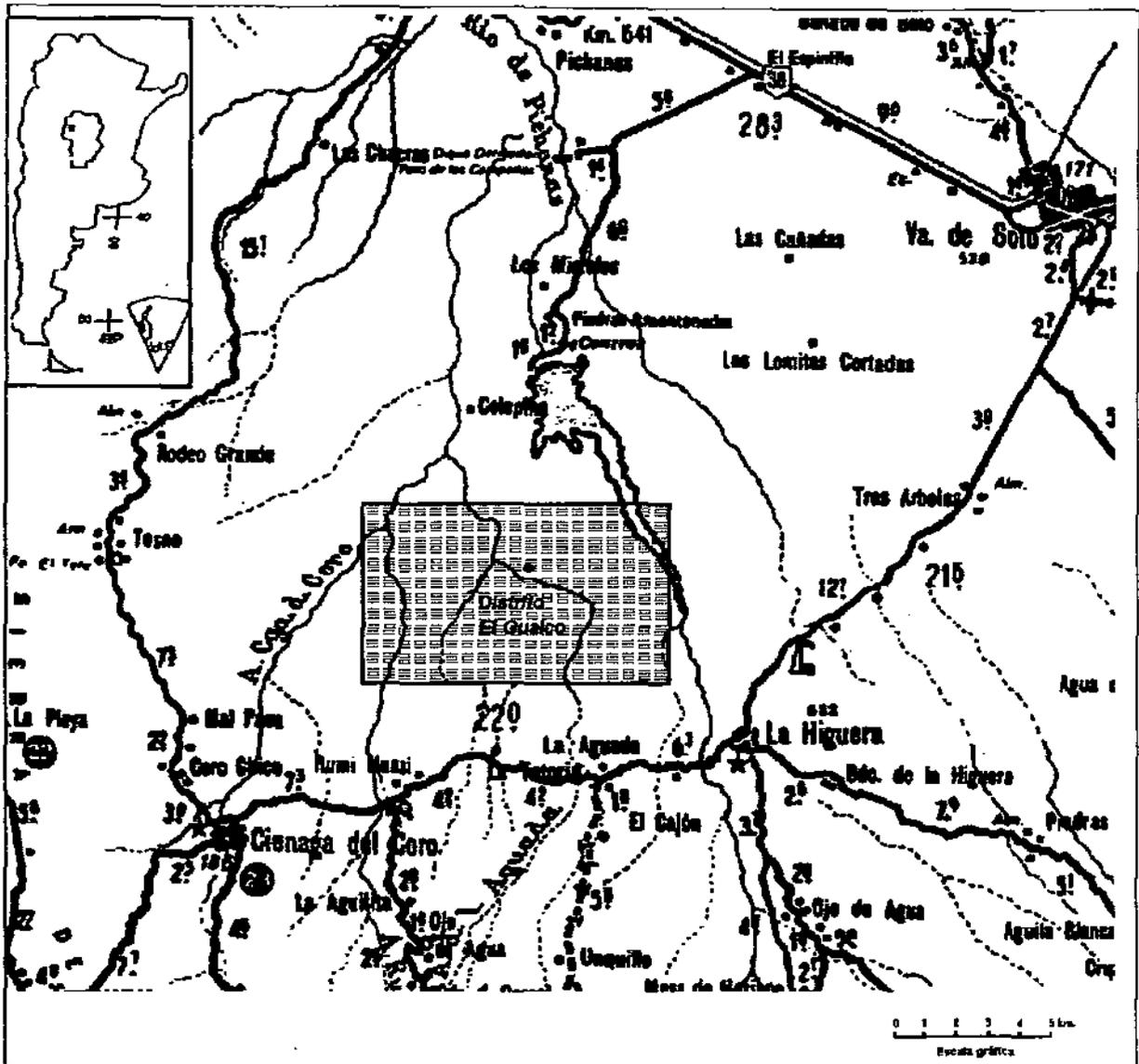
Textura: Grano-lepidoblástica

EL cuarzo con tamaño de grano variable, generalmente xenoblástico. Forma puntos triples con otros cristales (qz, plag...) presenta evidencia de deformación dada por la extinción ondulosa.

Plagioclasa: de tamaño variable, subidioblástica con maclas polisintéticas, se encuentra poco alterada.

Biotita: orientada, marcando la esquistosidad y el bandeamiento composicional de la roca. En cristales subidioblásticos, con inclusiones de zircón y opacos. Se encuentra agrupada o en forma individual.

Muscovita: encontramos dos muscovitas, una primaria en cristales subidioblásticos generalmente asociados con la biotita, marcando la esquistosidad de la roca y el bandeamiento composicional, y otra muscovita de tamaño de grano mayor, secundaria, creciendo en cualquier dirección, sobreimpuesta al resto de los minerales. Esta muscovita secundaria también se presenta agrupada en cristales fibrosos.



Delegación Regional Centro

Prospección de distritos polimetalicos en ambientes metamórficos

Mapa de ubicación

Distrito Minero El Guaique

FIGURA 1

DISTRITO POLIMETÁLICO EL GUAICO, CÓRDOBA

Juan C. Candiani (*)

(*) Instituto de Geología y Recursos Minerales - SEGEMAR
Delegación Córdoba

INTRODUCCIÓN

El distrito minero El Guaico, Ag-Pb-Zn(V-Au), ubicado en el noroeste de la Provincia de Córdoba, es conocido desde los primeros decenios del siglo XIX. Está formado por alrededor de 50 minas y numerosas manifestaciones distribuidas en una superficie de alrededor de 180 km².

Ubicación

El distrito El Guaico se localiza al sudoeste de la localidad de Villa de Soto, provincia de Córdoba, siendo sus coordenadas centrales 30°57' L.S. y 65°11' L.O. Se accede al área desde Villa de Soto mediante la ruta provincial N° 15 hasta La Higuera y a partir de allí hasta El Guaico y Dos Pozos utilizando un camino secundario de tierra.

Dos antiguas fundiciones se conservan en la zona: la de Dos Pozos, en la margen derecha del arroyo El Guaico y la denominada Santa Bárbara, a orillas del Río Pichanas, próxima a La Higuera.

Leyes, reservas y producción

El estudio económico de pre-fase de exploración realizado en una mina representativa del distrito (Proyecto Rara Fortuna, Candiani, 1989) ha permitido delimitar zonas productivas que definen para esa mina recursos de alrededor de 120.000 t. con leyes medias de 326 g/t de plata, 1,97% de plomo y 2,03 % de zinc. En general los yacimientos individuales tienen dimensiones entre 50.000 t y simples manifestaciones.

Los depósitos muestran un cuadro de enriquecimiento supergénico especialmente en minerales de plata y entre los 20 - 40 m. de profundidad, donde se ~~hubieron~~ leyes de hasta 5 kg/t de Ag (Alberdi, 1880).

Un estudio de las escombreras de las minas del distrito realizado con la finalidad de evaluar las posibilidades económicas de recuperar su contenido metálico con una pequeña planta móvil (Torres y Leynaud, 1994), demuestra la existencia de 37.724 t. medidas, con leyes promedio de: Ag:150 g/t, Pb:2%, Zn:1,1%, Au:0,2 g/t y V: 900 ppm.

Sistema de explotación

La explotación de las minas de El Guaico, me-

dante labores subterráneas estuvo orientada a la extracción de plata, desechándose el resto de la mineralización. El tratamiento de los minerales se realizaba en dos fundiciones: Dos Pozos y Santa Bárbara. Las actividades prácticamente cesaron hacia fines del siglo pasado, con esporádicos labores en la década de 1920 y de 1970.

GEOLOGIA REGIONAL

El área mineralizada pertenece al ambiente geológico de Sierras Pampeanas Orientales (Caminos, 1979), y particularmente al Complejo Metamórfico Pichanas (Lyons y Stuart-Smith, 1997) formado principalmente por metamorfitas de edad Paleozoica Inferior intruidas por numerosos cuerpos graníticos paleozoicos. Las rocas metamórficas (metapelitas y metagrauvas) se componen de esquistos, gneises y migmatitas, con escasa presencia de mármoles y anfibolitas. El grado de metamorfismo alcanzando corresponde a la facies de anfibolitas. Regionalmente, el basamento ígneo-metamórfico se encuentra cubierto por remanentes de sedimentitas carbónico- pérmicas, cretácicas y terciarias (Candiani *et al.*, 1998; Bonalumi *et al.*, 1998) y es intruido por vulcanitas terciarias asociadas a una zona de subducción subhorizontal (Kay y Gordillo, 1990).

La zona de estudio se encuentra en el sector septentrional del llamado Macizo Migmatítico de San Carlos (Gordillo, 1984) constituido por migmatitas que gradan desde metatexitas a diatexitas. La estructura más penetrativa es la esquistosidad de las metamorfitas (S2), con rumbo O-NO coincidente con franjas de deformación que conforman la Zona de Cizalla Dos Pozos, donde se observan gneises con foliación muy apretada e inclusiones de esquistos estirados formando boudinage hasta milonitas, con reactivaciones en condiciones de bajo grado metamórfico a frágiles. Una faja de esquistos biotíticos cruza el distrito con igual rumbo y tiene como límite N la zona de cizalla, dentro de la cual es característica la presencia de filones pegmatíticos turmaliníferos. Es común observar también cuerpos de granitoides anatócticos con megacristales de microclino, más o menos lenticulares e interdigitados con la caja gnéissica, armónicos con la foliación regional.

Una fase de reactivación posterior con fracturamiento de dirección NNE y deformación frágil de

las rocas junto con estrechas zonas de cizalla (S3) que cortan la esquistosidad previa (S2), permitió a nivel regional el emplazamiento de plutones graníticos tardío a post-tectónicos, a los que se asocia la actividad hidrotermal.

Las estructuras NE sirven de encajante a la mayor parte de las vetas y están bien desarrolladas al sur de la Cizalla Dos Pozos. Al norte de la misma predominan las estructuras mineralizadas NO, O-NO, subparalelas a S2. Todas las estructuras muestran evidencias de reactivación post-mineralización.

El distrito es limitado hacia el NE por la falla de carácter inverso que levanta la Sierra de La Higuera, con rumbo NO.

GEOLOGÍA DEL DISTRITO

Litología y estructura

Las vetas de cuarzo con mineralización de Ag-Pb-Zn se emplazan en fracturas que cortan el denominado Complejo Metamórfico Pichanas (Lyons y Stuart-Smith, 1997), que en la zona está representado por migmatitas, gneises bandeados, esquistos cuarzo biotíticos, granitoides, pegmatitas y cataclasitas (figura 1).

Migmatitas y gneises conforman la unidad de mayor extensión. Los gneises presentan variaciones se pueden observar en perfiles a lo largo de los ríos Corral de Muñoz, Rumi Huasi, El Guaico y Chico, en donde la migmatita maciza (nebulítica) con escasas porciones no fundidas de gneis y máculas de biotita, alterna con rocas de aspecto brechoso (agmatita) y gneises bandeados. La composición es similar en todas: *cuarzo, biotita, feldespato potásico, plagioclasa, sillimanita y muscovita*. Algunos afloramientos presentan megacristales de feldespato potásico. Cordierita y granate aparecen al sur de la zona mapeada, sobre el camino La Higuera - Rumi Huasi, donde la cordierita forma nódulos de hasta 10 cm de diámetro. Las migmatitas (granitos anatéticos) se caracterizan por contener inclusiones de esquistos por lo común ahusados con un tamaño que oscila entre 10 y 50 cm de largo y en raras ocasiones aun mayor, orientados paralelamente a la foliación y a veces rotados o desmembrados formando boudinage; internamente presentan una estructura finamente bandada formada por la alternancia de capas ricas en biotita y cuarzo-feldespato, plegadas apretadamente. La foliación principal de la roca tiene un rumbo general de 140° y buzamiento sub-vertical.

Esquistos cuarzo-plagioclasa-biotíticos, forman una delgada faja con dirección NO-SE, limitada al norte y sur por migmatitas y gneises. Presentan muscovita en menor cantidad (retrógrada). Es ca-

racterístico un bandeamiento composicional muy fino (So), venas cuarzo feldespáticas milimétricas subparalelas a la foliación y ausencia de fundidos anatéticos.

Los *granitos anatéticos porfiroides* son cuerpos más o menos lenticulares en relación concordante con los gneises. Están compuestos por megacristales de feldespato potásico (microclino) idiomorfo, entre 2 y 8 cm de longitud, alojados en una matriz de composición granodiorítica, presentan máculas de biotita y enclaves básicos y de gneis. Tienen foliación paralela al alargamiento del cuerpo y sus extremos se presentan desmembrados e interdigitados entre planos de foliación de los gneises. Estos cuerpos afloran al Norte de La Mesilla, sobre el Río Chico y el Arroyo El Guaico. También se los ha observado en el camino La Higuera- Rumi Huasi donde hay una cantera donde se extrae este material para uso ornamental.

Numerosos filones *granítico pegmatíticos cuarzo, microclino, biotita, muscovita y turmalina* color rosado a blancos, se encuentran emplazados dentro de la faja esquistosa. Sus tamaños son variables, desde cuerpos con dimensiones considerables (100 a 200 m de ancho) como los que corta el Río Seco a filones de 2 a 5 m. de potencia. Poseen una foliación milonítica bien marcada por alargamiento de granos de cuarzo y feldespato y por orientación de micas. Sus contactos intrusivos son rectos o forman aureolas de inyección en el encajante esquistoso. Las vetas cortan estos filones pegmatíticos de la faja de cizalla.

Mármoles y anfibolitas son litologías escasas en el área. Se encuentran formando "restitas" dentro de las migmatitas, de reducido tamaño. Los mármoles son impuros con escasos calcosilicatos.

Los gneises y esquistos presentan foliaciones So/S1 ambas plegadas isoclinal y apretadamente por S2 con desarrollo de crenulación. En las anatexitas se observan fábricas magmáticas con schlieren biotíticos discontinuos y fábricas miloníticas sintectónicas en fajas estrechas que se cortan en sectores fundidos. El proceso de anatexis es tardío con respecto a las fábricas S1 y S2 ya que se observan fundidos que cortan esas foliaciones. Todas las rocas presentan muscovitización indicando retrogradación en las fajas de deformación que constituyen la Cizalla Dos Pozos.

Morfología

El distrito está formado por alrededor de 50 minas y numerosas manifestaciones que se disponen a lo largo de estructuras mineralizadas.

El control de la mena se relaciona a planos de fractura y zonas de alta permeabilidad dentro de

las mismas (intersecciones, brechas) esto hace que la distribución de la mineralización sea irregular, pudiéndose encontrar zonas de alta concentración (clavos) alternando con otras estériles. Las explotaciones se han dado sobre sectores que rara vez sobrepasan los 300 m. de largo. Sin embargo es posible vincular geológicamente varias minas a lo largo del rumbo de la estructura.

Estructuras mineralizadas

Las vetas tienen espesores irregulares y presentan texturas de crustificación, coliformes, bandeadas rítmicas paralelas a la elongación del depósito, correspondiendo a una génesis de fases múltiples. La potencia promedio de las vetas es 0,2-0,3 m con valores excepcionales de hasta 2,4 metros. Son verticales a subverticales de forma tabular con una alta relación largo/ancho.

Se han agrupado las estructuras mineralizadas de acuerdo con sus características comunes en dos tipos principales: 1) relacionado con fracturas tensionales subverticales, de gran desarrollo longitudinal, con rumbo predominantemente NE, y 2)

de menor desarrollo relativo, subconcordantes con la foliación regional y las fajas de deformación O-NO.

Se ha intentado encontrar una relación entre los dos tipos de estructuras y las 56 especies minerales identificadas en las menas del Guaico (Sureda, 1978), utilizando métodos estadísticos de correlación múltiple y análisis de factores, sin poder arribar a una conclusión satisfactoria.

Estructuras NE, discordantes.

Estas estructuras conforman la parte principal del campo mineralizado y se ubican entre los arroyos Ciénaga del Coro y El Guaico. Son discordantes con la foliación de las metamorfitas (prácticamente ortogonales), tienen un importante desarrollo longitudinal (hasta 4.000 metros en forma discontinuo), su potencia no supera 1,3 m. y el buzamiento es subvertical con tendencia a inclinar hacia el oeste. La vinculación geológica entre varias minas a lo largo del rumbo permite agruparlas, de oeste a este según se indica en la Tabla 1.

Nombre estructura	Rumbo/ buzamiento	Largo de la estructura (m)	Largo del lineamiento (m)	Roca de caja
Tronco Negro	30/75 O	300	1000	Gneis
Ciento veinte	35/80 O	400	1000	Gneis
Garibaldi Chica	35/70 O	300	700	Esquisto
Buenaventura	40/70 O	300		Gneis
San Jorge	20/85 O	200		Gneis
Algarrobito	40/70 O	400	4000	Gneis
San Melitón	45/80 E	300		Gneis
Garialdi	45/70 O	500		Esquisto
Rara Fortuna	35/70 O	700		Gneis
Bella Tapada I	20/70 O	300	2000	Gneis
Bella Tapada II	35/70 O	700		Gneis
Veta Rica(sur)	40/75 O			Gneis
Veta Rica (norte)	40/85 O		1700	Esquisto
San Caños	35/70 O	500		Gneis
Golondrina	30/90	300		Gneis
Pati (Pascualito)	15/75 O	400	1500	Gneis
Eufemia	40/85 O	700		Gneis
Peregrina	30/60 E	200		Gneis
Dos Amigos	20/70 O	150	500	Gneis
Overo Muerto	25/90	400		Gneis
Cola de Ballena	25/90	400		Gneis
La Ballena	40/85 E	300	1500	Gneis
San Miguel	15/80 E	300		Esquisto
Ana María	45/70 O	150		Esquisto
Asunción	55/85 SE	400		Esquisto
Mogote Blanco	60/65 NO	400		Esquisto
La Vibora	90/75 S	300		Esquisto
San Agustín	75/70 S	300	700	

Tabla 1: Estructuras noreste, discordantes.

Estas vetas han sido explotadas en sectores que rara vez sobrepasan los 300 m. de largo, en donde el laboreo no habría superado los 90 m. de profundidad (Garibaldi, Eufemia, Rara Fortuna).

La característica principal es que conforman vetas subverticales, con largas corridas según un rumbo NE. La roca de caja es el gneis macizo o migmatita homogénea. Algunas estructuras continúan sobre la faja esquistosa, hacia el norte (Buena-ventura - Garibaldi, Veta Rica, Mogote Blanco, La Ballena - San Miguel), pero no atraviesan la Cizalla Dos Pozos.

La estructura La Víbora - San Agustín tiene la particularidad de cortar los esquistos cuarzo-biotíticos pero con rumbos E-O a E-NE. Esta es intersectada en su parte media por una tercera de rumbo 15-30° y buzamiento 70E.

Las estructuras se encuentran netamente limitadas por cataclasitas rojas (harina de falla) de pocos cm. de espesor. Por lo general uno de los hastiales está más tectonizado, alcanzando la cataclasita espesores de hasta 0.30m. Pueden observarse también espejos de fricción cuyas estrías indican movimiento en sentido sub-vertical.

Dentro de las estructuras NE es frecuente observar una roca gris oscura, verdosa a parda (de acuerdo

al grado de alteración) y microbrechada que corresponderla a diques básicos pre-mineralización, que presenta sulfuros y óxidos diseminados y rellena fracturas en el gneis.

La veta de cuarzo crustificado y drusoide tiene anchos variables, desde 0.05m. a 1 metro. Suele mostrar bandeamiento por fracturación longitudinal, en ocasiones encierra lentes de la caja gnéisica, otras veces constituye brechas con grandes fragmentos de cuarzo en una matriz fina cementada por ópalo.

Dentro del grupo se destacan, por la magnitud del laboreo existente, las minas Tronco Negro, Buena-ventura, Garibaldi, Rara Fortuna, Bella Tapada II, Veta Rica, San Carlos, Eufemia, La Ballena, Ana María y La Víbora.

Estructuras NO, O-NO, subconcordantes

Estas estructuras están ubicadas inmediatamente al norte de la "faja esquistosa" en la zona tectonizada correspondiente a la denominada cizalla Dos Pozos. En este caso el rumbo de las estructuras es subparalelo a la foliación de las metamorfitas. En la tabla 2 se indican estas estructuras ordenadas de oeste a este.

Nombre estructura	Rumbo/ buzamiento	Largo estructura (m)	Roca de caja
Santo Domingo	130/75NE	400	Gneis
Cerrito Blanco	150/80NE	200	Gneis
Pilar	130/70NE	200	Gneis
Venus	130/70NE	200	Esquisto
Bienvenida	125/65SW	300	Gneis
La Escopeta	130/70NE	200	Gneis
El Zapallar	135/65NE	300	Gneis
Agua del Rubio	160/30W	150	Gneis
Doering	100/54S	150	Gneis
San Ignacio	120/55S	150	Gneis

Tabla 2: Estructuras NO a W-NO, subconcordantes

Las estructuras tienen anchos entre 0,20 y 1,50 m. y se desarrollan en rocas gnéisicas. Vetas de cuarzo tienen anchos variables entre 5 y 50 cm.. Son típicamente acompañadas por otras menores que se anastomosan dentro de la estructura, siguiendo planos sigmoides transversales. La longitud de estas estructuras es relativamente menor a las NE y suelen presentarse formando juegos paralelos separados por algunas decenas de metros (Mina Bienvenida, Mina Cerrito Blanco, Venus - Pilar).

Dentro del grupo se destacan, por la magnitud del laboreo existente, las minas Santo Domingo, Venus y Bienvenida.

Otras manifestaciones

Muchas estructuras de poco desarrollo alojan vetas de pequeñas dimensiones con rumbos y buzamientos variables, en donde se han realizado pequeñas labo-

res de exploración, en ciertos casos fueron explotadas artesanalmente. Por lo general se trata sólo de manifestaciones (tabla 3).

Nombre estructura	Rumbo/ buzamiento	Largo estructura (m)	Roca de caja aflorante
San José	10/45 O	300	Gneis
San Fermin	40/30 O	250	Gneis
London	60/80 S	200	Gneis
La Aguadita	60/70 S	150	Gneis
El Moro	70/80 S	50	Gneis
Del Molle	80/80 N	300	Esquisto
Gallinita de Plata	95/80 N	50	Gneis

Tabla 3: Otras Manifestaciones

Mineralogía

La mineralización dominante es de Ag - Zn- Pb con cantidades menores de V, Au, Cu, Sb, As, Cd, Sn. Se han identificado tres estadios paragenéticos. Un estudio mineralógico detallado ha sido realizado por Sureda (1978).

El primero estadio, vinculado con una etapa de extensión sincrónica con el llenado de la cavidad con cuarzo blanco crustiforme y con bandeado centimétrico paralelo a los hastiales, con una asociación piritita, arsenopiritita, esfalerita, galena, sulfosales de Ag, Pb, Sb y Sn. El segundo estadio de fracturación forma una red de venas que corta la anterior contiene una asociación similar a la que se agrega posiblemente cuarzo calcedónico precipitado en esta fase. La última etapa de mineralización se relaciona con la reapertura de las estructuras y está representado en la parte sudoeste del distrito por cuarzo calcedónico bandeado y hematita microcristalina. En esta etapa Sureda (1978) indica la depositación de argentita y algunos sulfuros de cobre.

Siguen las fases supergénicas de oxidación y cementación en las que se depositaron minerales secundarios de V, carbonatos de Cu y Pb y óxidos de Mn y Fe.

Alteración hidrotermal

La alteración de la roca de caja, producida por las vetas, comprende silicificación, sericitización y argilización, esta no se extiende más allá de unos pocos centímetros del contacto. La diseminación de la mineralización en la caja metamórfica es mínima, con bajas leyes metálicas. La cloritización está presente en algunos depósitos (por ej. Asunción).

Geoquímica

Resultados analíticos sobre muestras de mena indican los siguientes contenidos en elementos minoritarios y traza: Cd: 220 g/t, V: 600 g/t, Y: 6 g/t, In: 14 g/t, Ge: < 20 g/t. Las leyes de oro son característicamente bajas (0,1 a 0,5 g/t), las mayores anomalías se localizan entre las minas Santo Domingo y La Vibora (Torres y Leynaud, 1994).

Datos isotópicos - Geocronología

La geoquímica de isótopos estables sobre muestras de los yacimientos Rara Fortuna, Garibaldi y San Carlos sugiere la presencia de dos fluidos. El cuarzo y la sericita asociados a los sulfuros tienen valores $\delta^{18}\text{O}$ (Lyons y Skirrow, 1996) que indican precipitación a partir de fluidos con valores muy bajos de δD y relativamente altos de $\delta^{18}\text{O}$. Esto es consistente con aguas meteóricas evolucionadas que reaccionaron con rocas metasedimentarias, sin descartar la presencia de alguna proporción de aguas magmáticas o metamórficas. El cuarzo calcedónico tiene valores de $\delta^{18}\text{O}$ que sugieren su formación a partir de aguas meteóricas no evolucionadas. En cuanto al azufre, se interpreta derivado de las rocas metasedimentarias hospedantes de la mineralización.

Una datación K-Ar realizada sobre sericita hipogénica de la mina Rara Fortuna arrojó una edad de 340 ± 10 Ma (Sureda, 1978). El resultado obtenido por el método Ar/Ar (Camacho, 1997) de una muestra similar, indica para el periodo de alteración sericitica de mineralización de Ag-Pb-Zn una edad de 386 ± 4 Ma, es decir Devónico Inferior.

MODELO GENÉTICO

El yacimiento corresponde a un modelo similar al de "vetas polimetálicas" de Cox and Singer (1986) de cuarzo con plata asociada a sulfuros de metales básicos, relacionadas a intrusivos félsicos hipabisales en terrenos metamórficos. La correlación entre los lineamientos del basamento y los que contienen las vetas indica que la actividad hidrotermal estaría relacionada a una fase de fracturación de dirección NNE y deformación frágil de las rocas, junto con estrechas zonas de cizalla (S3) que cortan la esquistosidad previa (S2), y a la que se vincula el emplazamiento a nivel regional de plutones graníticos tardío a post-tectónicos.

BIBLIOGRAFÍA

- Alberdi, M., 1880. "Informe sobre la minería y los principales criaderos metatíferos de la Pcia. de Córdoba" *Publ. Oficial*.
- Bonalumi, A., R. Martino, E. Baldo, J. Zarco, J. Sfraggulla, C. Carignano, P. Kraemer, M. Escayola y A. Tauber. 1998. Hoja Geológica 3166-IV, Villa Dolores. *Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino. Boletín 250*.
- Camacho, A., 1997. $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ and Rb/Sr geochronology, final report. Geoscientific mapping of the Sierras Pampeanas, Argentine-Australian Cooperative Project, Australian Geological Survey Organisation. *Unpublished report. Biblioteca IGRM-SEGEMAR*.
- Caminos, R., 1979. Sierras Pampeanas de Tucumán, Catamarca, La Rioja y San Juan. In: A.F. Leanza (De.). *Geología Regional Argentina. Acad. Nac. de Cs. Cba.*, :41-80.
- Candiani, J.C., 1989. "Prefase de Exploración Proyecto Rara Fortuna. Evaluación Económica". *DNMG, Centro de Exploración Córdoba. Inédito*.
- Candiani, J.C., P. Stuart-Smith, P. Lyons, C. Carignano, R. Miro y H. López, 1998. Hoja Geológica 3166-II, Cruz del Eje. *Instituto de Geología y Recursos Minerales, Servicio Geológico Minero Argentino. Boletín 249*.
- Cox D. and D.A. Singer, 1986. Mineral Deposits Models. *U.S. Geological Survey, Bull. 1693*.
- Gordillo, C. E., 1984. Migmatitas cordieríticas de la Sierra de Córdoba, condiciones físicas de la migmatización. *Academia Nacional de Ciencias Córdoba, miscelánea n° 68*.
- Kay, S.M., C. Gordillo. 1990. Pocho volcanic rocks in the Sierra de Córdoba. Melting of depleted continental lithosphere above a shallow subduction zone. *XI Congr. Geol. Arg.* 1: 60-63
- Lyons, P.; P. G. Stuart-Smith, 1997. *Geology of the Sierras Septentrionales de Córdoba. Mapa 1; 250.000, Provincia de Córdoba. Geoscientific mapping of The Sierras Pampeanas Argentine - Australia Cooperative Project. Servicio Geológico Minero Argentino. Anales 27*
- Lyons, P y R. G. Skirrow, 1996. Whole rock and stable isotope geochemistry. Final Report. Geoscientific mapping of the Sierras Pampeanas, Argentine-Australian Cooperative Project, Australian Geological Survey Organisation. *Unpublished report. Biblioteca IGRM-SEGEMAR*.
- Sureda, R.J., 1978. Las vetas de plomo, plata y zinc del distrito minero El Guaico, Pcia. de Córdoba. *Asoc. Geol. Arg. rev. XXXIII (4)*.
- Torres, B., y F. Leynaud, 1994. Evaluación Económica de las escombreras del distrito minero El Guaico. *Dir. Geol. Prom. Ind. Mineras. Córdoba, Inédito*.