



YACIMIENTO DE WOLFRAMIO JOSEFINA, MENDOZA

Ricardo Etcheverry¹

INTRODUCCIÓN

Este depósito de wolframita es el único que se conoce en el ámbito de la Cordillera Frontal mendocina, y está compuesto por varias vetas de cuarzo portadoras de minerales de tungsteno y escasos sulfuros. Estas consisten esencialmente en seis cuerpos, distribuidos en las proximidades del arroyo de las Minas, que se denominan Primera, Marchant, Rica, Josefina, Blanca y Sur.

UBICACIÓN

Este yacimiento se localiza a los 33°29' de latitud sur y 69°29' de longitud oeste, en la vertiente oriental del cordón del Portillo y a 48 km al oeste de la ciudad de Tunuyán.

LEYES, RESERVAS Y PRODUCCIÓN

Smith y González Stegmann (1947) estimaron una ley media de 0,5 a 1% WO₃, aunque citaron bolsones con leyes de más de 10% de WO₃ pero cuya extensión no supera los 5 m de longitud. Las reservas (indicadas e inferidas) totalizaban 25.000 t, de las cuales la veta Josefina representaba el 80% de este mineral. La producción se inicia en 1938 de manera rudimentaria y es a partir de la instalación de una planta gravitacional (1942, capacidad 50 t por día) que se logra un continuado ritmo de trabajo, alcanzándose 238 t de concentrados con leyes superiores a 65% WO₃ en el período 1938-1953.

HISTORIA DEL DEPÓSITO

DESCUBRIMIENTO Y TAREAS DE EXPLORACIÓN

La mina Josefina o San Pablo fue descubierta en 1937 y al año siguiente la Compañía Minera de San Pablo inicia las operaciones, las cuales concluyen durante el transcurso de 1953.

Diversos y numerosos son los laboreos realizados en este grupo minero. La veta Josefina presenta 10 niveles a escasa distancia uno de otro, algunos de hasta 150 m de longitud; por encima existen varios socavones menores (15) y rajos a cielo abierto (8). En la veta Rica se hallan 2 socavones: este y oeste, de 50 y 60 m de largo respectivamente, así como galerías y una chimenea inaccesibles. En la estructura sur existen 5 niveles de hasta 100 m de desarrollo y otras labores superficiales. Con la finalidad de explorar y posteriormente explotar este conjunto de vetas se efectuó un túnel de rumbo norte-sur y 500 m de extensión que cortó en profundidad a los filones Primera, Rica, Josefina y Blanca (Angelelli, 1950).

GEOLOGÍA REGIONAL

El área en consideración se emplaza en la unidad morfoestructural Cordillera Frontal. De acuerdo a Méndez y Zappettini (1990) se localiza en la Faja de Sobreco rrimiento del Orógeno Paleodico, la cual está compuesta por cordones con estructura de imbricación. El magmatismo asociado involucra granitoides sin y poscolisionales y volcanitas relacionadas con la subducción del borde pacífico, característica de un ambiente de retroarco. Esta cuenca presenta una forma elongada en dirección norte-sur y una extensión de 130 km aproximadamente y está rellena por sedimentitas devónicas y carboníferas. La fase Diastrófica

¹ CONICET, Universidad Nacional de La Plata.

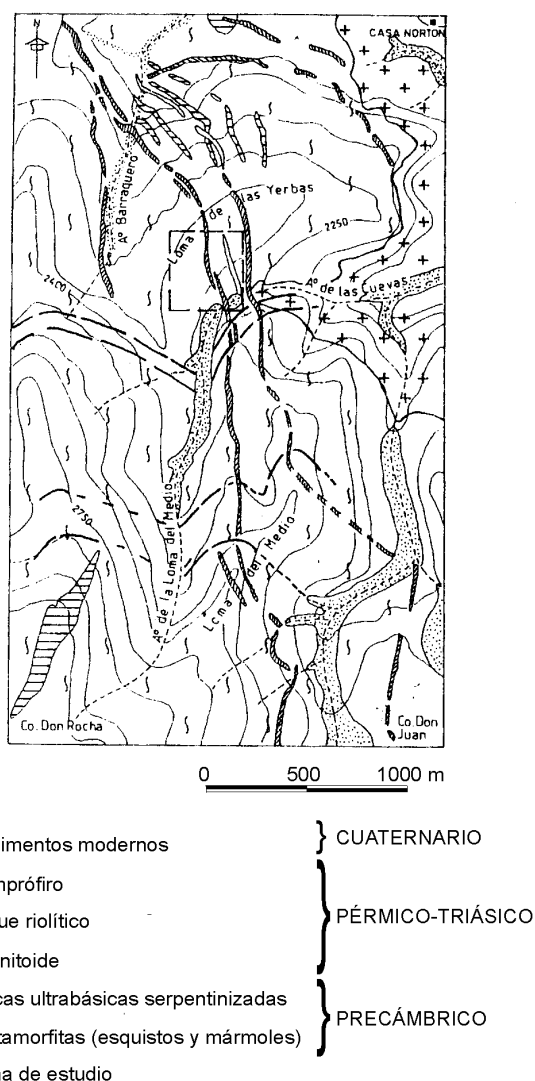


Figura 1a. Geología del área del yacimiento Josefina.

San Rafael, acaecida en el Pérmico inferior, produce el plegamiento y corrimiento de los sedimentos. En el Pérmico superior se implanta un régimen extensional, prevaleciendo condiciones de *rifting* y una manifiesta actividad plutónica y volcánica. Estas rocas ígneas fueron incluidas por Polanski (1966) en las Asociaciones Meso y Tardiovariscica Plutónica-Volcánica del Batolito Compuesto de Cordillera Frontal. Más recientemente Llambías *et al.* (1991) sugirieron la denominación de Batolito del Portillo, por ser donde se presenta mejor expuesta. Según Malvicini y Caminos (1994) la composición de los plutones es principalmente granítica-granodiorítica-tonalítica, calcoalcalina, metaaluminosa a ligeramente peraluminosa y potásica. Los *stocks* más jóvenes y diferenciados se habrían producido por fusión de corteza o del manto con una progresiva contaminación cortical. El Grupo Choiyoi, volcanismo asociado de 280 Ma de antigüedad, consiste en cuer-

pos subvolcánicos, diques, lavas y piroclastitas de composición andesítica, dacítica y riolítica. Petford y Gregori (1994) postularon que el Batolito Compuesto de Cordillera Frontal se desarrolló en el lapso comprendido entre 348 y 209 millones de años.

GEOLOGÍA DEL DEPÓSITO

LITOLOGÍA

La unidad más antigua del área está compuesta por esquistos, gneises y mármoles que conforman el basamento y que integran el denominado Complejo Metamórfico (figura 1a). Los esquistos han sido clasificados como micáceos, cuarzosos, cloríticos, anfibólicos, almandínicos y grafiticos. Los micáceos presentan, a veces, una inyección de cuarzo blanco lechoso, coetánea con la deformación.

Asimismo se reconocen fajas concordantes de rocas ultrabásicas serpentinizadas, en contacto con los mármoles. Fundamentalmente afloran en el faldeo norte de Loma de las Yervas y en el sector noreste del cerro Don Rocha, consisten en cuerpos tabulares a lenticulares de peridotita-dunita, serpentinizados, que hacia los márgenes suelen presentar lentejones de materiales talcosos y asbestos.

Según Bjerg *et al.* (1990) la asociación paragenética presente en esta comarca responde a un metamorfismo retrógrado de bajo grado, originado posiblemente a partir de rocas sedimentarias; por otra parte estos autores postularon una edad precámbrica alta-cámbrica inferior (500 ± 50 Ma) para las rocas que integran el basamento.

En el sector oriental de la región se emplaza el *stock* de Las Cuevas, integrado fundamentalmente por una roca granítica de coloración rosada a gris blanquecina, textura hipidiomorfa y compuesta por cuarzo, feldespato y biotita como minerales esenciales, y epidoto y esfena como accesorios (Etcheverry *et al.*, 1996). En el contacto con las metamorfitas (por ejemplo en los saltos de la quebrada del Agua) la misma observa una granulometría más fina y homogénea; es portadora de granate y representaría una facies de borde. En el contacto se desarrolla una aureola de 30 a 40 m de ancho, compuesta por hornfels y micacitas silicificadas.

En las proximidades del casco de la estancia San Pablo se reconoce otra variedad granítica; se trata de una roca porfirica alterada, con fenocristales de feldespato mayores de 10 milímetros.

El *stock* de Las Cuevas es geoquímicamente calcoalcalino, potásico ($4,5\text{--}5\%$ K_2O) y con alto contenido en silice ($74\text{--}76,5\%$ Si_2O).

También se reconocen en el área la presencia de cuerpos aplo-pegmatíticos y diques de pórfiros riolíticos y lamprofíricos (clasificados como espessartíticos).

Macambira *et al.* (1997) realizaron dataciones por el método Rb/Sr sobre roca total y obtuvieron una edad de 207 ± 6 Ma (relación inicial $-IR = 0,71917 \pm 0,00049$) para

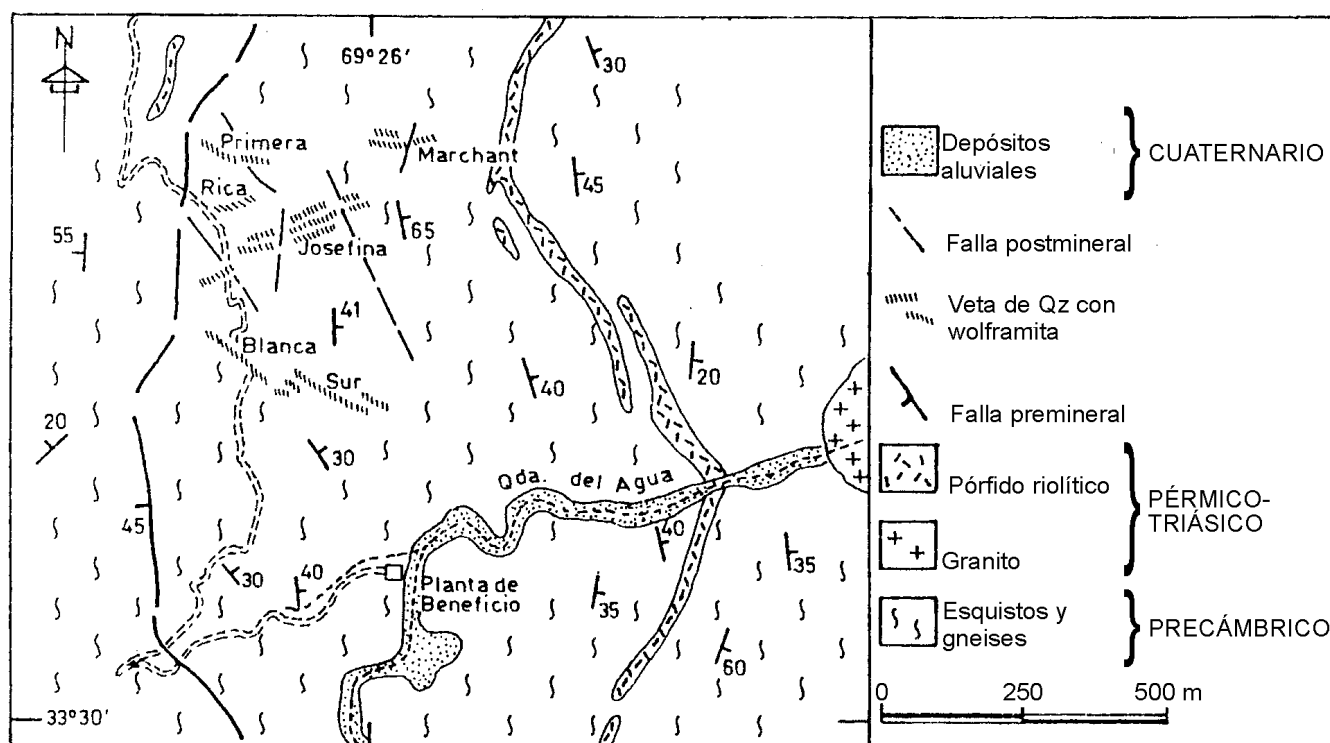


Figura 1b. Distribución de las vetas del yacimiento Josefina.

el stock de las Cuevas. El elevado valor de IR sugiere una importante contribución crustal para estas rocas. La edad calculada se asigna al Triásico y se correspondería con las fases finales del plutonismo Variscico de la región. El dato geocronológico obtenido es consistente con los presentados por Dessanti y Caminos (1967) y Sato y Llambías (1993) para las áreas del cordón del Plata y batolito de Colangüil, respectivamente.

Finalmente la estratigrafía de la comarca se completa con sedimentos clásticos cuaternarios.

ESTRUCTURA

Este sector se encuentra afectado por dos fracturas meridionales, una pre y otra posmineralización, que definen bloques; en el oriental se alojan las vetas principales.

Las metamorfitas presentan un rumbo general submeridional e inclinan al noroeste en el sector occidental mientras que en la porción oriental buzcan al este. Esta variación es debida a la falla premineralización de dirección norte-sur e inclinación 45° al oeste que afecta el área (Smith y González Stegmann, 1947).

De acuerdo a las observaciones de campo y los estudios microscópicos y geoquímicos realizados por Etcheverry *et al.* (1996), en el plutón de Las Cuevas se puede pensar que es un cuerpo epizonal y postectónico; se trataría de una intrusión fría en niveles altos de la corteza.

Los diques riolíticos conforman resaltes en el paisaje, destacándose a modo de crestones discordantes que in-

teresan tanto a los esquistos como a las plutonitas; son de dirección aproximadamente meridional y potencias variables (1,5 a 14 m). Los lamprófiro afloran en cortos trayectos; su rumbo general es N80°E/70°S y al occidente del stock de Las Cuevas estas rocas básicas cortan a diques ácidos.

Dentro del grupo minero Josefina se diferencian dos direcciones principales para las estructuras mineralizadas (relleno de fisuras): N65°O/55°NE o suroeste (vetas Blanca, Sur, Marchant y Primera) y este-oeste /60°S (vetas Josefina y Rica). Estos filones se presentan desplazados por fallas de dirección N25°O y N10°E / verticales hasta 45° al este y oeste de inclinación.

MORFOLOGÍA

Las vetas que constituyen este grupo minero se distribuyen en un área de aproximadamente 0,25 km² (figura 1b). Se trata de filones sinuosos de dirección noroeste y este-oeste, cuyas longitudes (hasta 230 m) y potencias son variables (desde 20 cm hasta 2 m). Están alojados en metamorfitas y presentan en general una estructura masiva donde se disponen irregularmente los minerales de mena.

La veta Josefina, la más explotada del sector, fue reconocida por un socavón inferior hasta una profundidad de 70 metros. Su rumbo e inclinación son N80°O/60°S, mientras que la longitud aflorante es de 220 m y la potencia media 50 centímetros. Está dividida en segmentos por fallas de dirección N25°O que la desplazan horizontalmente

entre 40 y 50 metros. Existen ocho pequeñas vetas subparalelas a la principal.

La veta Rica se sitúa 90 m al norte de la anterior; su dirección general es este-noreste y su potencia media 30 centímetros. La estructura Primera se localiza a 180 m al norte de Josefina; su arrumbamiento es N70°O/65°S, de corto recorrido (70 m) y con espesores de 15 a 50 centímetros. El filón Blanca se emplaza a 130 m al sur de Josefina; su longitud aflorante es de 200 m, con interrupciones y se orienta N60°O/50°NE mientras que su potencia es de algunas decenas de centímetros. La Sur dista 230 m al sureste de Josefina; registra una dirección N65°O/60°NE, y una potencia que no excede los 20 centímetros. Finalmente la veta Marchant se halla a 350 m al noreste de la estructura principal; su rumbo es N70°O/50°S y observa unos 60 m de longitud y 10 cm de espesor medio. Además de las vetas citadas, se registran otras estructuras menores en la zona, generalmente portadoras de tungsteno en ganga de cuarzo, aunque también se han reconocido filones con galena y pirita asociados a cuarzo, baritina y escasa fluorita.

En la Loma del Medio Polanski (1949) describió una vetilla de dirección N80°E/60°N y de 20 cm de espesor. En este relleno de falla se disponen sulfuros de Pb y Zn en ganga de cuarzo, calcita, fluorita y baritina. Análisis efectuados por este autor arrojaron valores de hasta 12% Pb, 26% Zn, 160 ppm Ag y 8 ppm Au.

ALTERACIÓN HIDROTHERMAL

Las metamorfitas encajantes presentan, próximas a las vetas y fallas, distintas alteraciones que no se manifiestan más allá de 5 m de dichas estructuras. Estas son: cloritización, biotitización y turmalinización.

MINERALOGÍA

Se trata de una paragénesis mineral simple, compuesta principalmente por wolframita y en menor proporción sulfuros de hierro, molibdeno y metales de base en ganga de cuarzo. La misma puede ser caracterizada como hipotermal.

La wolframita se presenta en cristales prismático-tabulares, a veces en nidos o bolsones y otras diseminados en la ganga silícea, también en individuos dispuestos perpendicularmente al contacto veta-roca de caja. Sus dimensiones son variables, alcanzando los mayores 4,5 cm por 4 mm (largo x ancho) de tamaño. La scheelita es poco abundante y sólo se reconoce en la veta Blanca.

Los sulfuros asociados son molibdenita, pirrotina, esferalerita, calcopirita, pirita y marcasita. Angelelli (1950) citó además la presencia de berilo y casiterita, como rarezas mineralógicas.

Los minerales secundarios son covelina que reemplaza a calcopirita, anglesita-cerusita (?), hidróxidos de hierro y granos de oxidados de bismuto.

El cuarzo, principal mineral de ganga, representa aproximadamente el 90% del volumen de una veta. Dimi-

nutas escamas de moscovita a modo de una cinta discontinua se observa hacia las salbandas de los filones. Además se determinó la presencia de feldespato, fluorita y muy escasa biotita.

ESTUDIOS ISOTÓPICOS, GEOCRONOLOGÍA Y GEOQUÍMICA

La turmalinización de las cajas, a modo de una faja de unos pocos centímetros de espesor, se puede vincular al accionar de volátiles (boro) escapados del intrusivo en enfriamiento. Este proceso ocurre a temperaturas próximas a 570°C.

La asociación wolframita-molibdenita-pirrotina está indicando un rango de temperatura superior a 450°C. Microanálisis realizados en esta especie indican que se trata de una wolframita rica en hierro (tenores en peso: 74,63% WO₃-20,31% FeO-5,06% MnO), variedad que también indicaría temperaturas elevadas. La precipitación de marcasita ocurre a 300°C, mientras que los sulfuros de metales de base se depositarían en rangos un poco superiores de temperatura y presión.

Malvicini y Caminos (1994) vincularon la compleja metalogenia de la Cordillera Frontal al Ciclo Magmático Carbonífero-Pérmico/Triásico. Este se asocia a regímenes extensionales ocurridos en la zona de convergencia de placas, en el margen occidental del Gondwana. Dentro de este complejo ígneo reconocen plutones más antiguos (tipo I) y otros más jóvenes (tipo S). Los depósitos de tungsteno, a nivel mundial, se asocian a estas últimas rocas graníticas.

La edad Rb/Sr obtenida para el *stock* de Las Cuevas lo sitúa en el Triásico y correspondería a las fases finales del plutonismo Variscico de la región; se trataría de un plutón con importantes aportes corticales dadas las relaciones iniciales calculadas (Macambira *et al.*, 1997).

Los depósitos de W de mina Josefina se relacionan espacial y temporalmente a esta cúpula granítica, que representa seguramente una digitación de una cámara magmática más profunda.

MODELO GENÉTICO

La mina Josefina constituye un depósito tipo "filón de cuarzo con wolframita", periplutónico y vinculado genéticamente al *stock* de Las Cuevas. Los fluidos ascienden desde la cúpula granítica y circulan por zonas de debilidad (fracturas y diaclasas) produciendo la alteración de las rocas de caja y posteriormente la precipitación de cuarzo, wolframita, pirrotina y molibdenita. Luego ocurre la depositación de los otros sulfuros, en condiciones de menor temperatura y presión, a los que se asocian una nueva generación de cuarzo y minerales como fluorita y baritina.

BIBLIOGRAFÍA

- Angelelli, V., 1950. Recursos Minerales de la República Argentina. I- Yacimientos Metalíferos. *Museo de Ciencias Naturales Bernardino Rivadavia*.

- Bjerg, E., D. Gregori, A. Losada Calderón y C. Labudía, 1990. Las metamorfitas del faldeo oriental de la Cuchilla de Guarguaraz, Cordillera Frontal, provincia de mendoza. *Asociación Geológica Argentina, Revista*, 45 (3-4): 234-245.
- Dessanti, R. y R. Caminos, 1967. Edades potasio-argón y posición estratigráfica de algunas rocas ígneas y metamorfitas de la Precordillera, Cordillera Frontal y Sierra de San Rafael (Mendoza). *Asociación Geológica Argentina, Revista*, 22 (2): 135-162.
- Etcheverry, R., R. Fernández, H. Echeveste y R. de Barrio, 1996. Geología y Metalogénesis de la mina Josefina (W), provincia de Mendoza. *Universidad Nacional de La Plata, INREMI, 3° Reunión de Mineralogía y Metalogenia y 3° Jornadas de Mineralogía, Petrografía y Metalogénesis de rocas Máficas y Ultramáficas, Actas*, 5: 105-111.
- Llambías, E., R. Caminos y C. Rapela, 1991. Magmatismo. En Sistema Pérmico en la República Argentina y en la República Oriental del Uruguay. *12° Congreso Internacioanl de la Estratigrafía y Geología del Carbonífero y Pérmico*.
- Macambira, M., M. Del Blanco, R. de Barrio y R. Etcheverry, 1997. Geochronological data from granitic stock of Las Cuevas, Cordillera Frontal, Mendoza, República Argentina. En *South American Symposium on Isotope Geology (Brasil)*, 183-185.
- Malvicini, L. y R. Caminos, 1994. La época metalogenética Gondwánica en la República Argentina. *7° Congreso Geológico Chileno (Concepción), Actas*, 2: 848-852.
- Méndez, V. y E. Zappettini, 1990. Depósitos minerales y ambiente geotectónico de emplazamiento en el Orógeno Andino Central, provincias de San Juan, Mendoza, y Neuquén, Argentina. *Asociación Argentina de Geólogos Economistas, Publicación especial*, 107-119.
- Petford, N. y D. Gregori, 1994. Geological and Geochemical comparison between the Coastal Batholith (Perú) and the Frontal Cordillera Composite Batholith (Argentina). *7° Congreso Chileno de Geología (Concepción), Actas*, 2: 1428-1432.
- Polanski, J., 1949. Descripción Geológica del Grupo Minero San Pablo (Provincia de Mendoza). *Dirección General de Minería de Mendoza*, informe inédito.
- Polanski, J., 1966. Edades de eruptivas suprapaleozoicas asociadas con el diastrofismo Variscico. *Asociación Geológica Argentina, Revista*, 21: 5-19.
- Sato, A. y E. Llambías, 1993. El Grupo Choiyoi, provincia de San Juan: equivalente efusivo del Batolito de Colanguil. *12° Congreso Geológico Argentino y 2° Congreso de Exploración de Hidrocarburos, Actas*, 4: 156-165.
- Smith, C. y E. González Stegmann, 1947. Tungsten investigations in the Republic of Argentina 1942-1943. *Unites States Geological Survey, Bulletin*, 954-A: 12-26.