

---

## YACIMIENTOS DE WOLFRAMIO ASOCIADOS A METAVOLCANITAS Y METASEDIMENTITAS, SAN LUIS

Milka K. de Brodtkorb<sup>1</sup>, Raúl Fernández<sup>2</sup> y Norma Pezzutti<sup>3</sup>

---

### INTRODUCCIÓN

En las dos áreas de bajo metamorfismo correspondientes a la Formación San Luis se hallan numerosos yacimientos wolframíferos (figura 1). En el triángulo dique La Florida, Paso del Rey, Santo Domingo se conocen depósitos de wolframio relacionados a metavolcanitas, turmalinitas, esquistos cuarzo-spessartíticos, esquistos biotíticos y cuarcitas. En la zona del valle de Pancanta, los depósitos aún poco estudiados, se localizan en vetas de cuarzo de diferentes presentaciones.

Los yacimientos se subdividen aquí por zonas geográficas o litológicas en los distritos: Santo Domingo, El Araucano-La Higuera, La Teodolina, La Florida, Los Cocos, Pampa del Tamboreo y Valle de Pancanta.

La génesis de los primeros cinco distritos será descripta después del quinto por considerarse un mismo evento evolutivo.

### ***DISTRITO SANTO DOMINGO***

#### UBICACIÓN

Este distrito supera los 3.000 m de largo. En la mitad de su recorrido se encuentra la localidad de Santo Domingo sobre la ruta que une Paso del Rey con La Toma (figura 2).

Sus coordenadas son 65°55' de longitud oeste y 32°58' de latitud sur.

Hacia los cateos del sur se puede llegar por caminos precarios que realizan los mineros en busca de lajas y hacia los del norte, entrando por la localidad de Baldecitos.

Los cateos más septentrionales corresponden a un área denominado Cerros Largos.

#### LEYES, RESERVAS Y PRODUCCIÓN

No se conocen leyes, reservas, ni producción. En la zona de Santo Domingo y de La Criolla, además de wolframio se explotó oro, pero nunca se hizo una exploración sistemática por ese elemento a lo largo de todo el distrito. Sobre la ruta que une Paso del Rey con La Toma, se hallan las ruinas de dos viejas plantas de concentración de las cuales una trabajó intermitentemente hasta 1982.

#### SISTEMA DE EXPLOTACIÓN

En general se trabajó sobre trincheras y en algunos lados piques y pequeñas galerías.

### HISTORIA DEL DISTRITO

#### DESCUBRIMIENTO Y TAREAS DE EXPLORACIÓN

Los yacimientos fueron trabajadas durante las guerras mundiales explorando y explotándose simultáneamente.

### GEOLOGÍA REGIONAL

Esta corrida scheelítica está asociada a metavolcanitas y venillas de cuarzo producto de removilización, los que se localizan dentro de las filitas de la Formación San Luis.

---

<sup>1</sup> CONICET-Universidad de Buenos Aires. Universidad Nacional de San Luis.

<sup>2</sup> CICBA-Universidad Nacional de La Plata.

<sup>3</sup> Instituto de Geología y Recursos Minerales - SEGEMAR.

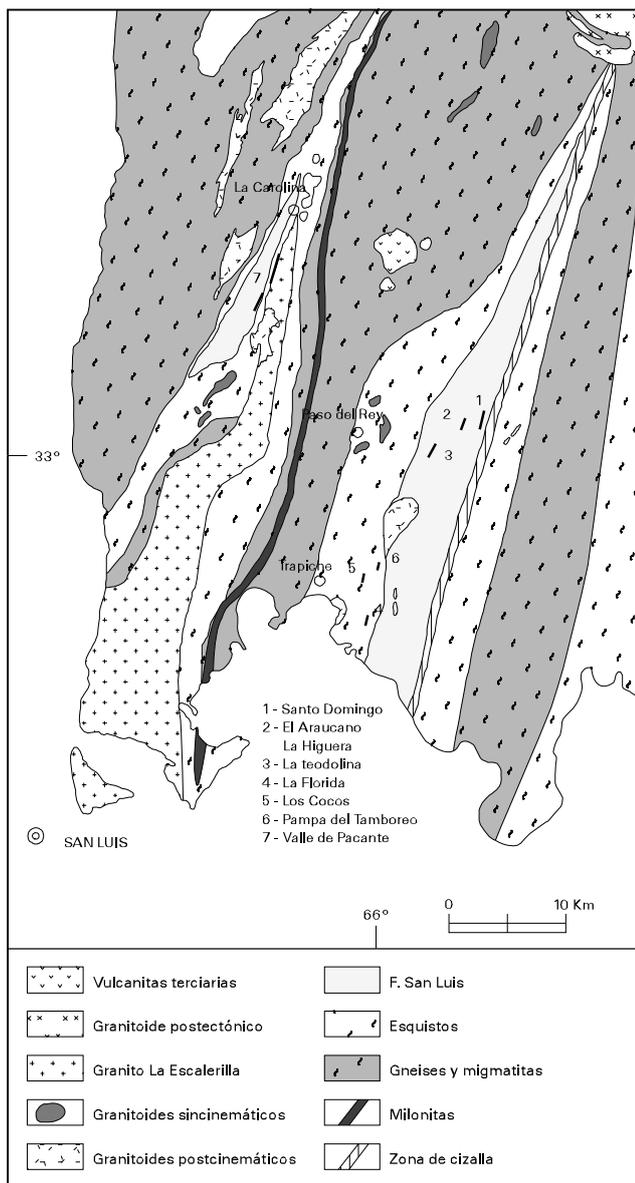


Figura 1. Ubicación de los yacimientos de scheelita.

Sufrieron efectos de deformación en concordancia con una cizalla mayor ubicada unos 3 km al este (Sims *et al.*, 1997, Brodtkorb *et al.*, 1998).

**GEOLOGÍA DEL DISTRITO**

**LITOLOGÍA**

En el distrito Santo Domingo afloran metavolcanitas, filitas y pizarras (Fernández *et al.*, 1991). Las metavolcanitas se presentan en bancos de 1-2 m de espesor, algunas veces 2 a 3 bancos paralelos, como por ejemplo inmediatamente al noreste del paraje Santo Domingo. Las metavolcanitas de esta corrida son en general dacíticas con ligera tendencia riódacítica. La textura es blastoporfirica, por lo co-

mún muy bien preservada, relíctica de una textura primaria porfirica modificada por metamorfismo. Los fenocristales participan en proporciones entre 5 y 10% y los tamaños varían entre 0,5 y 3,5 mm; son principalmente de plagioclasa (oligoalbita-oligoclasa) y cuarzo (el fenocristal originario está transformado en blastos de agregados policristalinos de cuarzo, con formas externas subidioblásticas a xenoblásticas); en menores proporciones se observa feldespato alcalino y moscovita. La matriz granoblástica a lepidogranoblástica es fina (0,03-0,15 mm), de igual composición que la de los fenocristales y está recrystalizada. Algunas veces la textura global tiende a ser esquistosa.

En la zona de La Criolla se halló una variedad litológica afírica, compuesta por un agregado microcristalino de cuarzo con plagioclasa (albita) subordinada, que esporádicamente forma tablillas y/o microlitas. Este agregado constituye el 95 % del total de la roca, el resto lo forman sericita, biotita, apatita, turmalina, circón y rutilo. Se advierte cierta fluidalidad remarcada por la disposición de las micas y la tinción ferruginosa.

Las filitas, que le hacen de roca de caja, presentan fisilidad por lo que son explotadas para la industria de las lajas. Están constituidas por cuarzo y sericita-moscovita y escasa biotita en pasaje a clorita (metamorfismo retrógrado); además hay turmalina, apatita, circón y limonitas. Cuando el tamaño de grano crece, la biotita es más abundante. También se encuentran intercalaciones de metapsamitas en las cercanías de Santo Domingo (Fernández *et al.*, 1991).

El pasaje de filita a pizarra es gradual. Las pizarras están formadas por un agregado muy fino a criptocristalino de cuarzo, sericita, sustancia carbonosa, piritita y limonitas. En Santo Domingo las pizarras son el núcleo de una braquiestructura.

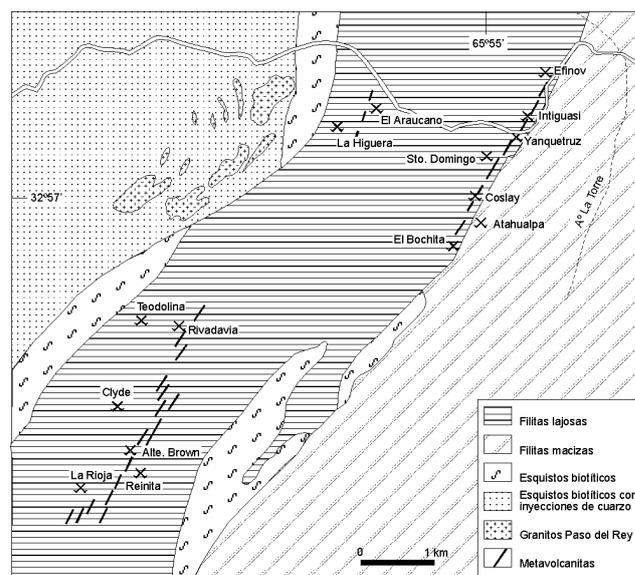


Figura 2. Bosquejo geológico y ubicación de los yacimientos de los distritos Santo Domingo, El Araucano y La Teodolina.

**ESTRUCTURA**

En el área predomina el estilo tectónico implantado por el ciclo Famatiniano en los que las rocas metamórficas presentan un rumbo nornoreste-sursuroeste con inclinaciones subverticales. En este distrito la mena se encuentra únicamente en las metavolcanitas. Estas han sufrido las consecuencias de un cizallamiento mayor ubicado a 3 km al este.

**MORFOLOGÍA**

Las metavolcanitas mineralizadas constituyen cuerpos tabulares. La scheelita, el oro y los minerales de Sb se hallan en forma diseminada, encontrándose también numerosas venillas de cuarzo dentro de ellas, portadoras de mineralización removilizada y correspondientemente más enriquecida.

**MINERALOGÍA**

El mineral dominante es la scheelita que se presenta en granos pequeños diseminados dentro de la metavolcanita y concentrados en las venillas de cuarzo. Está acompañada por oro y antimonita. Como minerales secundarios se han reconocido limonitas y manchas de colores amarillos, los que seguramente corresponden a especies secundarias de antimonio.

### ***DISTRITO EL ARAUCANO- LA HIGUERA***

**UBICACIÓN**

Comprende dos franjas mineralizadas, que se ubican unos 8 km al este de Paso del Rey siendo sus coordenadas aproximadamente 65°57' de longitud oeste y 32°58' de latitud sur (ver figura 2). Se puede acceder a ellas por la ruta provincial 10. El Araucano presenta un recorrido de aproximadamente 1 km, conociéndose otros afloramientos al norte de la ruta 10. Aparentemente la corrida de metavolcanitas se extiende al norte unos 10 km hacia la región denominada Cerros Largos, en las que se localizan algunas trincheras de exploración. La Higuera se halla en forma paralela unos 500 m al oeste de la anterior y su recorrido es de aproximadamente 1 kilómetro.

**LEYES, RESERVAS Y PRODUCCIÓN**

El Araucano es una de las grandes minas trabajadas de las que menos información se tiene. Según tradición oral se explotaron durante la segunda guerra mundial.

No se efectuaron análisis de leyes por lo cual es difícil predecir su importancia económica. La Higuera fue poco explorada y no presenta posibilidades de reserva.

**SISTEMA DE EXPLOTACIÓN**

El distrito El Araucano fue explotado por medio de trincheras a cielo abierto, de 1-2 m de espesor, en un recorrido intermitente de 1 km de largo, y profundidades variables en 2 a 15 m, que terminan frecuentemente en piques, siguiendo una zona más rica en scheelita. La Higuera fue explorada mediante trincheras.

**GEOLOGÍA REGIONAL**

Los dos distritos se ubican en el flanco oeste del braquianticlinal de Santo Domingo. El Araucano se halla dentro de la zona de filitas de la Formación San Luis que pasa lateralmente hacia el oeste a esquistos biotíticos, en la que se localiza la corrida de La Higuera.

**GEOLOGÍA LOCAL****LITOLOGÍA**

En esta zona se encuentran metavolcanitas, filitas, esquistos biotíticos y esquistos cuarzo-spessartíticos (*coticule*) (Fernández *et al.*, 1994), y removilizaciones de cuarzo debidas al ciclo Famatiniano. Las metavolcanitas son de composición dacítica; poseen una textura blastoporfirica a blastoglomeroporfirica con un 20-30 % de fenocristales (0,4 a 2 mm), entre los que dominan plagioclasa (oligoclasa-andesina; alteración arcillosa) y cuarzo, ambos afectados por cataclasis, y escasa moscovita, todos inmersos en una pasta granolepidoblástica con iguales componentes que los de los fenocristales. Se advierten porfiroblastos de granate y apatita como mineral accesorio.

Las metavolcanitas están atravesadas por venillas de cuarzo, éste también cataclastizado. Los efectos producidos por la cataclasis son extinción ondulosa, granulación, disturbamiento en el maclado de la plagioclasa, y colas de presión.

Las filitas están compuestas por cuarzo y sericita-moscovita y escasa biotita; además turmalina, apatita, circón y limonitas. Cuando el tamaño de grano crece se nota mayor presencia de biotita. El metamorfismo retrógrado está señalado por el pasaje de biotita a clorita.

Los esquistos biotíticos tienen estructura esquistosa muy nítida, con rumbo general norte-sur a nornoreste. Están formados por cuarzo, biotita y moscovita; en cantidades menores se hallan turmalina, plagioclasa, clorita, granate y los minerales accesorios son apatita, circón, rutilo y carbonato. Los esquistos están surcados en general por venas de cuarzo, producto de segregación metamórfica, a veces muy plegadas hasta boudinadas, en especial en la franja de La Higuera.

Los esquistos cuarzo-spessartíticos (*coticule*) son rocas metamórficas cuyo grado varía entre facies esquistos verdes y anfibolitas. El término *coticule* fue acuñado por Renard (1878) para denominar a ciertas rocas del macizo de Stavelot (Bélgica) que por su fina granulometría y conte-

nido en granates eran usadas como piedra de afilar. En las cercanías del yacimiento La Higuera las *coticule* presentan textura granoblástica con cierto bandeamiento, dado por el tamaño de grano y composición mineralógica diferentes. Las bandas de grano más grueso (entre 0,2 y 0,4 mm están compuestas por cuarzo y granate spessartítico a los que se asocian pequeñas cantidades de biotita, hornblenda y titanita, mientras que las de grano más fino (0,02 a 0,08 mm) lo están por cuarzo y epidoto con escasa titanita. Se estima que la presencia de granate spessartítico en las bandas de grano grueso y la de epidoto en las de grano fino responde a la composición química original de cada una de ellas. Los granates, analizados con microsonda, contienen entre 9,5 y 14,35 % de manganeso (Fernández *et al.*, 1994).

#### ESTRUCTURA

En el área predomina es estilo tectónico sobreimpuesto por el ciclo Famatiniano, es decir con rumbos nornoreste e inclinaciones subverticales. El banco de metavolcanitas que corresponde al distrito El Araucano es levemente discordante posiblemente debido a la diferente actitud de los protolitos durante la tectónica. En las metavolcanitas y en las filitas que las bordean se puede advertir la esquistosidad principal del ciclo Famatiniano. En el depósito La Higuera, en los esquistos cuarzo-spessartíticos se ven diversas estructuras que hacen suponer diferentes plegamientos pertenecientes al ciclo Famatiniano.

#### MORFOLOGÍA

El depósito de El Araucano es tabular y la mineralización se ubica en dos bancos de metavolcanitas, uno, el más importante de más de 1 km de largo y de 1-2 m de ancho y otro más corto y de 15-20 cm de espesor; que se encuentran parcialmente acompañados por otros pequeños bancos no explorados.

La scheelita se presenta disseminada y removilizada por metamorfismo en un conjunto de venillas irregulares de pocos centímetros, dispuestas en fracturas oblicuas al banco metavolcánico que las contiene, sin pasar a la roca de caja. Allí se formaron los "puros" buscados por los mineros.

La corrida de La Higuera está formada por venillas de cuarzo y esquistos de cuarzo-granate muy replegadas y a veces boudinadas, portadoras de scheelita.

#### MINERALOGÍA

En la corrida de El Araucano el mineral más abundante es la scheelita, que se encuentra disseminada en granos pequeños (< 1mm) dentro de la metavolcanita y en granos más grandes ("puros" de los mineros) asociados a las venillas de cuarzo removilizado. En La Higuera la scheelita se presenta asociada tanto a las venillas de cuarzo como también a los esquistos cuarzo-granatíferos. La presencia de pirita es ubicua en el área.

## DISTRITO LA TEODOLINA

#### UBICACIÓN

Se localiza en una zona de 4 x 1 km, cerca de Paso del Rey (figuras 1 y 2) y consta de numerosas pertenencias de las cuales las más importantes son La Teodolina, La Rioja, Alnte. Brown, Rivadavia, La Reinita, 6 de septiembre y Clyde.

Se puede acceder desde la ruta provincial 39 o desde la ruta provincial 10 que une Paso del Rey con Santo Domingo.

#### LEYES, RESERVAS Y PRODUCCIÓN

Este distrito consta de tres tipos de mineralización: en metavolcanitas, en cuarcitas, y en vetas de cuarzo y removilizaciones metamórficas. Ninguna de las tres fases ofrece en principio posibilidades de reservas importantes. La Teodolina fue una mina rica pero de poco desarrollo. En La Rioja la ley explotada era de 0,7- 1% de WO<sub>3</sub> (Monchablón, 1956), pero las estructuras son de pequeñas dimensiones.

#### SISTEMA DE EXPLOTACIÓN

Los yacimientos de este distrito fueron trabajados mediante trincheras, pequeñas galerías y a cielo abierto.

## GEOLOGÍA REGIONAL

El distrito La Teodolina se localiza en la transición de filitas, esquistos biotíticos, metapsamitas y metavolcanitas pertenecientes a la Formación San Luis.

## GEOLOGÍA DEL DISTRITO

#### LITOLOGÍA

Los tipos litológicos que caracterizan a este distrito son filitas, esquistos biotíticos, metapsamitas, metavolcanitas, cuarcitas granatíferas (*coticule*, Ramos *et al.*, 1997) y removilizaciones de cuarzo debidas al ciclo Famatiniano.

Las filitas se encuentran al este del área y presentan hacia el oeste fajas de esquistos micáceos en pasajes transicionales a grano más grueso. Se han observado pizarras dentro de las filitas; están situadas al este y sur de La Teodolina, de algunas centenas de metros de espesor y aproximadamente 3 km de longitud sobre el río de la Cañada Honda. Las filitas están compuestas por cuarzo y sericita-moscovita y escasa biotita; además turmalina, apatita, circón y limonitas. A mayor crecimiento del tamaño de grano se advierte un aumento en la proporción de biotita. El metamorfismo retrógrado está señalado por el pasaje de biotita a clorita.

Los esquistos biotíticos se disponen en fajas alargadas al oeste del área, separando las filitas de los esquistos con

abundantes inyecciones graníticas y pegmatíticas de Paso del Rey (Fernández *et al.*, 1991). Tienen estructura esquistosa muy nítida, con rumbo general nornoreste. Están formados por cuarzo, biotita y moscovita; en cantidades menores se halla plagioclasa, clorita, granate y los minerales accesorios son apatita, circón, rutilo y carbonato. Estos esquistos suelen ser turmalínicos como los que están al oeste de Clyde, en La Rioja y en las cercanías de La Teodolina donde se ha encontrado hasta 3% de turmalina.

Las metapsamitas predominan en una posición alargada al suroeste del área. Conforman bancos de algo menos de 1m a varios metros de espesor con plegamiento más amplio que el de las filitas y se intercalan entre filitas (La Rioja) o entre filitas y pizarras (Clyde), donde constituyen pliegues simétricos de plano axial subvertical. Su granulometría es gruesa a fina y son portadoras de scheelita diseminada que en algunos casos está removilizada y concentrada en venas de cuarzo de segregación metamórfica.

Las cuarcitas granatíferas se presentan dentro de los esquistos cuarzo-micáceos de bajo grado; poseen algunos centímetros de espesor hasta casi un metro. No son continuos en el rumbo y presentan fenómenos de *boudinage*.

En esta zona las metavolcanitas se disponen de dos maneras: en bancos de 1 a 10 cm de espesor y largos de varios metros, intensamente plegados como los que se pueden observar en el viejo camino minero con entrada desde la ruta 10 a la mina La Teodolina, y en cuerpos tabulares concordantes, macizos, de 1 a 4 m aunque ocasionalmente llegan a 8 m de potencia, que se pueden presentar en 2 ó 3 fajas cercanas paralelas, cuyas longitudes llegan a los 600 m, concordantes con los esquistos regionales y con contactos netos hacia ellos. Por su dureza resaltan de las rocas de caja. El metamorfismo sobrepuesto dificulta la diferenciación entre piroclastitas y lavas, sobre todo por la recristalización producida en la matriz. Los argumentos que se esgrimen para considerar que gran parte tengan origen piroclástico son la forma de yacencia y su aspecto al microscopio. Es posible visualizar vitroclastos y lito-clastos y la disposición que adoptan las micas, las que remarcarían planos originales de flujo y/o estratificación. Las metatobas presentan fenocristales de cuarzo, feldespato y mica. Al microscopio muestran una textura blastoporfirica. Los blastofenocristales (alrededor del 20% del total de la roca) son de plagioclasa sódica con numerosas inclusiones y/o reemplazos de sericita, cuarzo y mineral opaco, algunas veces zonados, de cuarzo policristalino, de microclino, de moscovita y escasa biotita. Se presentan con formas subidioblásticas a idioblásticas, formas que son interpretadas como controladas por la euhedralidad de los cristales ígneos madres de las metatobas. Las metalavas dacítico-riodacíticas se encuentran en el área de las minas Reinita-6 de septiembre (figura 2). La roca es escasamente porfirica con fenocristales de cuarzo y feldespato, en pasta fina en la que se distinguen laminillas de mica. Al microscopio presentan textura blastoporfirica con presencia de individuos mayores de plagioclasa (An<sub>2</sub>) en cristala-

les idiomórficos a subidiomórficos que muestran inclusiones de cristales de moscovita y cuarzo, y reemplazos parciales de sericita. Acompañan escasos cristales de microclino micropertítico, parcialmente alofanizados y agregados policristalinos de cuarzo conformas externas subidioblásticas a idioblásticas que se interpretan como rellenos silíceos hidrotermales. Las matrices son finas y agregados granoblásticos semejan a texturas felsíticas volcánicas. Cuarzo, albita y escaso microclino están acompañados por cantidades subordinadas de moscovita asociado a granate, Brodtkorb *et al.*, (1984).

#### ESTRUCTURA

En el área predomina el estilo tectónico impuesto por el ciclo Famatiniano. El rumbo general de las rocas es N 30° y las inclinaciones varían de 60° al oeste hasta subverticales.

#### MORFOLOGÍA

En este distrito se está en presencia de tres tipos de mineralizaciones: en metavolcanitas, en metapsamitas y en cuerpos de cuarzo de origen metamórfico.

En la figura 2 se observa la corrida oriental constituida por las pertenencias Rivadavia, Almirante Brown, Reinita y 6 de septiembre, que se encuentran en el principal alineamiento de metavolcanitas del área. La scheelita se dispone de manera diseminada y en finas venillas de cuarzo, dentro de las metavolcanitas.

Hacia el sudoeste se localizan las minas Clyde y La Rioja. En Clyde la mineralización scheelítica se presenta irregularmente diseminada en metapsamitas (metavaques feldespáticas) que conforman bancos de 1 a varios metros de espesor con plegamientos amplios simétricos de planos axiales inclinados hasta subverticales (Fernández *et al.*, 1991). En este yacimiento fueron explotadas principalmente las charnelas de los pliegues por su enriquecimiento wolframífero. En el depósito La Rioja, de unos 600 m de largo, se está en presencia de metavaques feldespáticas y metarenitas, concordantes con esquistos biotíticos en parte turmalínicos y pequeños bancos de metavolcanitas. La scheelita se ubica en las diferentes litologías como así también en numerosas venillas de cuarzo de segregación metamórfica que las atraviesan; éstas son subparalelas al eje de los pliegues, como relleno de diaclasas.

La mineralización scheelítica en la mina La Teodolina se encuentra en un esquisto biotítico con presencia de turmalina y de materia orgánica. En este esquisto la scheelita (0,5-0,05 mm) está finamente diseminada y algunas veces ordenada en planos de esquistosidad, es porfiroblástica y esporádicamente asociada a arsenopirita. La mineralización económica sin embargo, se halla en guías de cuarzo con ojos y nidos de scheelita y en rosarios dentro de los esquistos que los mineros llaman "embutidos". La explotación más importante se realizó en los denominados "Pozo de Sosa" y "Pozo Grande", hoy inundados. La tradición oral

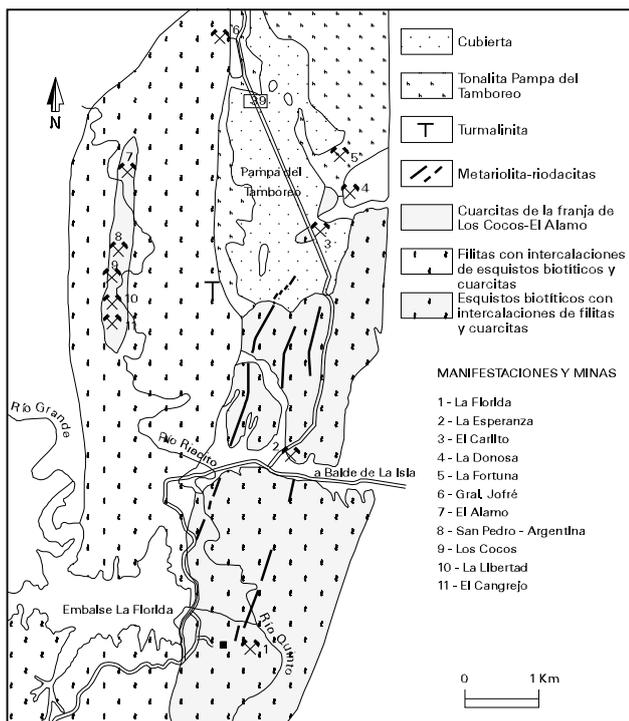


Figura 3. Bosquejo geológico y ubicación de los yacimientos La Florida, Los Cocos y distrito Pampa del Tamboreo.

habla de “puros” de scheelita de varios kilogramos, el más grande de 400 kilogramos. Esta mineralización económica se considera producida por removilización metamórfica. Para saber como fue la mena, nos podemos informar en el trabajo de Monchablón (1956), quien dijo “la mena principal está constituida por la asociación de delgadas guías, lentiformes, de milímetros hasta 20 cm de potencia, con alta ley de wolframio. El sistema de guías cuarzo-scheelíticas es concordante con la foliación del esquistos micáceo regional. La asociación de guías mineralizadas origina, en el pique principal de la explotación actual, de 29 m de profundidad, un cuerpo de hasta 7 m de potencia, aunque la media debe estimarse en 4 m, pero con una corrida de solo 3,5 m, en forma de chimeneas subverticales”. En la opinión de Sabalúa y Mate (1981) la tectónica controla esta mineralización y los esquistos estarían intensamente plegados con pliegues de plano axial subvertical de rumbo variable entre N 20° y N 45° y ejes buzantes al norte y al sur. Mantos de cuarzo ocuparían las charnelas y senos de pliegues. En corrida, el sistema de guías se adelgaza y desaparece en la foliación del esquistos. La localmente denominada “roca mora” es un esquistos de aspecto moteado debido, según Ramos (1990), a una alteración con crecimiento metasomático de cristales de biotita y la notable disminución de moscovita. A nuestro entender esta alteración puede ser sinsedimentaria producto de los fluidos mineralizantes que han alterado a los sedimentos recién depositados.

En esta zona se encuentra en forma apretada la asociación metavolcanitas, metapsamitas, exhalitas (esquistos

cuarzo- granatíferos y esquistos biotíticos con plagioclasa y hasta 3 % de turmalina).

#### MINERALOGÍA

El mineral más importante es la scheelita. La arsenopirita se halló cerca de la mina La Teodolina y la pirita es ubicua.

### **DISTRITO LA FLORIDA**

#### UBICACIÓN

El área se encuentra a unos 50 km al noreste de la ciudad de San Luis y su acceso se realiza por la ruta que une la capital con el dique La Florida. Este distrito consta de una corrida de unos 1000 metros de rumbo norte-sur (figura 3). La mina La Florida se localiza a unos 300 m al este del pueblo del dique La Florida y las demás manifestaciones siguen hacia el norte. Pasando la falla del río Quinto se encuentra La Cautiva, y cerca de Balde de la Isla se ubica La Esperanza. Las coordenadas de la mina La Florida son 66° de longitud oeste y 33°07' de latitud sur.

#### LEYES, RESERVAS Y PRODUCCIÓN

La mina La Florida fue una de las cuatro grandes explotaciones que operaban durante la primera guerra mundial y siguió trabajando intermitentemente hasta los años '70. Tenía una gran planta de molienda y concentración. Se abandonó por falta de demanda, pero no por escasez de mineral. A principios de los años '70 se realizaron estudios que permitieron establecer reservas estimados de 25.000 t (Roberts, 1979).

#### SISTEMA DE EXPLOTACIÓN

Este yacimiento fue explotado cielo abierto en un largo de unos 300 m y luego subterráneamente, entrando por una galería y subniveles hasta los 80 m, además de dos piques, Sur y Las Brujas. Los cateos La Cautiva y La Esperanza fueron explorados con trincheras de algunas decenas de metros y galerías, ahora derrumbadas, de unos 10-15 metros. Entre La Florida y La Esperanza se hallan trabajos exploratorios.

### **GEOLOGÍA REGIONAL**

El distrito La Florida se localiza dentro de los esquistos biotíticos que se localizan al oeste de la Formación San Luis, acompañados por cuarcitas, metavolcanitas y removilizaciones de cuarzo debidas al ciclo Famatiniano.

### **GEOLOGÍA DEL DISTRITO**

#### LITOLOGÍA

En esta región se encuentran filitas, esquistos biotíticos con intercalaciones de cuarcitas y metavolcanitas (Bro-

dtkorb *et al.*, 1985; Hack *et al.*, 1991). Hacia el sur y suroeste se ubica el granito sincinemático Río Quinto (Llamás *et al.*, 1996).

Las filitas se presentan al este de la zona de estudio. Son rocas de grano fino muy esquistosas. Según su contenido en moscovita, biotita o clorita muestran colores grisáceos, a verdosos y azulinos. Los minerales mayoritarios son cuarzo y moscovita, los minoritarios biotita y albita, los accesorios granate, clorita, epidoto, turmalina y circón.

Los esquistos biotíticos predominan al oeste del sector en consideración. Son de color gris verdoso, de grano mediano y con textura generalmente foliada. Se reconocen planos de clivaje paralelos a la esquistosidad principal. Los minerales mayoritarios son cuarzo, biotita y plagioclasa (albita-oligoclasa) y moscovita como minoritario, entre los accesorios se identifican granate, clorita, andalusita, epidoto, zoicita, turmalina, calcita y piritita. Las rocas, en general foliadas, están formadas por capas claras de textura granoblástica integradas por plagioclasa y cuarzo y otras oscuras de textura lepidoblástica con biotita y moscovita. En las cercanías de las metavolcanitas mineralizadas se observa una fina diseminación de scheelita algunas veces con arreglo metamórfico. El granate es porfiroblástico y su formación pre a sincinemática con respecto a la esquistosidad principal. Por metamorfismo retrógrado las biotitas y los granates presentan cloritización y la plagioclasa y la andalusita, sericitización.

Las cuarcitas son macizas y lajosas. Estas últimas se rompen en lajas anchas paralelas a la esquistosidad principal, presentando en las superficies brillo sedoso debido a la moscovita. Los minerales principales son plagioclasa y zoisita, los minoritarios moscovita y microclino y los accesorios turmalina, granate, clorita, epidoto, circón y apatita. La textura es granoblástica equigranular. En el yacimiento La Florida el banco cuarcítico que acompaña las metariolitas presenta una predominancia de zoisita sobre plagioclasa con granos de scheelita diseminada irregularmente o bien paralela a la estratificación (figura 3).

Las metavolcanitas (metalavas dacíticas) de la mina La Florida se pueden seguir hacia el norte por unos 6 kilómetros. Son rocas macizas y sobresalen por su dureza de las filitas y esquistos biotíticos. Es una roca rosada-amarillenta con fenocristales de cuarzo y feldespato (microclino). La matriz es de grano fino y está formada por cuarzo, plagioclasa (albita) y escaso microclino. Como minerales accesorios se identificaron zoicita, granate, epidoto, clinzoicita, apatita, sericita, biotita, scheelita, monacita, ilmenita y hematita. La esquistosidad está remarcada por hileras de moscovita, por guirnalda de granos idio a hipidiomorfos de granates, como así también por bandas de cuarzo-albita.

#### ESTRUCTURA

En el área predomina el estilo tectónico implantado por el ciclo Famatiniano con rumbos norte-sur e in-

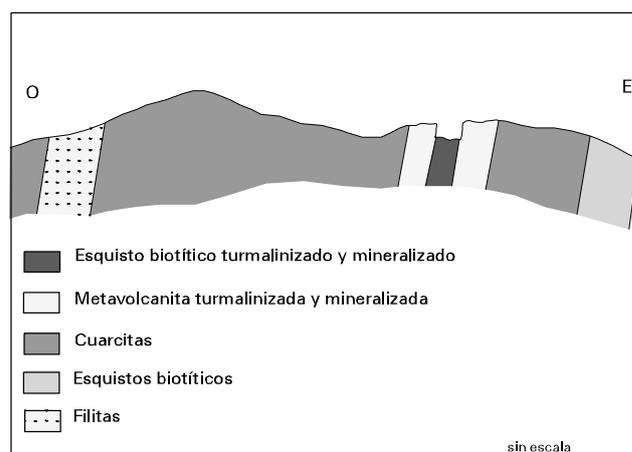


Figura 4. Perfil litológico a la altura de la mina La Florida.

clinaciones subverticales. Los estratos muestran un plegamiento isoclinal con vergencia al este con ejes que se hundan subverticalmente al norte. Las intercalaciones cuarcíticas suelen estar rotas y deformadas, que puede deberse a la superposición de los ejes de deformación del ciclo Famatiniano

#### MORFOLOGÍA

La mina La Florida y la manifestación La Cautiva son geológicamente similares y la estructura se encuentra desplazada por una falla por donde corre el río Quinto. Un perfil a la altura de la mina La Florida presenta esquistos biotíticos con intercalaciones de filitas y luego una sucesión de bancos de cuarcitas macizas y lajosas hasta llegar a la zona mineralizada (figura 4). Esta, de unos 30 m de potencia, se halla conformada por metariolitas y esquistos biotíticos. La actividad hidrotermal formó un enrejado de turmalina, fluorita, cuarzo y scheelita en ambas rocas que les confieren un aspecto félsico. Una removilización metamórfica formada a lo largo de diaclasas produjo lentes y venillas discordantes de cuarzo y cuarzo-turmalina.

La Esperanza se sitúa al norte de las anteriores. La mineralización se dispone en la misma metavolcanita que va desde La Florida hasta Pampa del Tamboreo, observándose aquí una potencia de sólo 9 metros.

#### MINERALOGÍA

La scheelita es el único mineral de mena. Se presenta diseminada en las metavolcanitas y en los esquistos biotíticos en enrejados de turmalina, fluorita y cuarzo. Además se encuentra como granos removilizados de hasta 2 cm, los "puros", en la salbanda de venillas de cuarzo y cuarzo-turmalina. Las cuarcitas tienen sólo esporádicamente granos de scheelita finamente diseminados.

## ALTERACIÓN HIDROTHERMAL

En estos yacimientos existe una fuerte turmalinización y silicificación.

## DATOS GEOQUÍMICOS

Los granates presentes en las metavolcanitas son zonales; fueron estudiados mediante microsonda y su composición es: en el núcleo 40,6 % mol spess., 29-29,4 % mol alm. y 29,2-29,5 % mol. gros y en el borde 31,4-38,3 % mol spess., 36,7-45,1 % mol. alm. y 14,9-30,8 % mol gros (Hack *et al.*, 1991).

**DISTRITO LOS COCOS**

## UBICACIÓN

Consta de una franja de 4 km de longitud formado, de sur a norte por las pertenencias El Cangrejo, La Libertad, Los Cocos, Argentina, San Pedro y El Alamo. Se ubica al oeste de la Pampa del Tamboreo, a orillas del río Riecito, a unos 50 km al noreste de la ciudad de San Luis (figuras 1 y 3). Se accede desde el dique La Florida o desde la Pampa del Tamboreo por el viejo camino minero, parcialmente destruido. Las coordenadas del distrito son 66°02' de longitud oeste y 33°05' de latitud sur.

## LEYES, RESERVAS Y PRODUCCIÓN

No se conocen leyes, reservas y producción.

## SISTEMA DE EXPLOTACIÓN

La mina Los Cocos fue explotada superficialmente mediante trincheras y piques-rajos que siguen la dirección de los ejes de plegamiento, parcialmente accesibles. Se realizaron galerías de exploración. En las demás manifestaciones se efectuaron sólo trincheras exploratorias con poca explotación. Los Cocos, El Cangrejo y El Alamo presentan bancos ricos en scheelita, por lo que merecen considerarse zonas recomendables de prospección wolframífera dentro de la provincia de San Luis.

En Los Cocos quedan las ruinas de su planta de concentración.

**GEOLOGÍA REGIONAL**

La mineralización de este distrito se encuentra en bancos de cuarcitas intercalados en esquistos biotíticos que se encuentran al oeste de la Formación San Luis. En forma paralela a la corrida de los depósitos se halla una turmalinita (Brodtkorb *et al.*, 1985b) y diferentes bancos de metavolcanitas.

**GEOLOGÍA DEL DISTRITO**

## LITOLOGÍA

Desde la ruta provincial 39, a la altura de la cruz de Pampa del Tamboreo, hacia el oeste se localiza el extremo austral de la tonalita precinemática Pampa del Tamboreo, que presenta xenolitos de esquistos biotíticos. Siguiendo en dirección al oeste se hallan bancos de esquistos biotíticos con intercalaciones de turmalinitas, bancos angostos de pocos centímetros de potencia de metavolcanitas de formación sinsedimentaria, y escasas intercalaciones de filitas. Finalmente se llega a los bancos de cuarcitas. Estas poseen una fracturación en bancos anchos. Su composición química varía (Hack *et al.*, 1991) por lo que fueron clasificadas en: cuarcita A (portadora de scheelita), cuarcita B, esquistos cuarcíticos y cuarcitas calcosilicáticas. La cuarcita A está formada por cuarzo y plagioclasa (oligoclasa-andesina), y en menor proporción granate, hornblenda, epidoto, titanita, turmalina, escapolita, circón, scheelita, además de sericita, zoicita y piritita. La cuarcita B está integrada por cuarzo como componente mayoritario y en menor cantidad biotita, oligoclasa, microclino, circón y rutilo. La biotita se acomoda a la esquistosidad y se altera a clorita. Algunas veces estas rocas poseen una tonalidad más oscura, debido a la presencia de cristales idiomorfos de grafito dispuestos en forma diseminada. Los esquistos cuarcíticos están compuestos por cuarzo, feldespatos y biotita y como minerales accesorios turmalina, circón, apatita y rutilo; presentan textura granolepidoblástica. La cuarcita calcosilicática se encuentra en la parte más oriental del yacimiento Los Cocos y se caracteriza por su contenido en granate con cristales de hasta 2 milímetros. Está constituida por cuarzo y plagioclasa (bitownita), además de hornblenda, zoicita y granate; escasos son epidoto, microclino, calcita, circón, clorita, apatita, piritita y scheelita. Los anfíboles (actinolitas y hornblendas actinolíticas) se presentan en tablillas que pueden ser quebradas y en granos poiquilíticos. El granate es idio a xenomórfico, no es zonal, y lleva inclusiones de cuarzo y hornblenda. La composición química fue analizada mediante microsonda, definiéndose la siguiente composición: 34,4-35,4 % mol alm, 28,9-29,5 % mol spess, y 28,1-29,9 % gros.

Los esquistos biotíticos están formados por cuarzo, biotita y plagioclasa (albita-oligoclasa) y en menor cantidad moscovita, granate, clorita, andalusita, epidoto, zoicita, turmalina y calcita.

Las filitas afloran al este de la zona en cuestión; son rocas de grano fino que por su buen clivaje se rompen en lajas paralelas a la esquistosidad. Los minerales que la forman son cuarzo y moscovita, seguidos por biotita y albita, y los accesorios apatita, turmalina, granate, epidoto, circón y clorita.

Las turmalinitas son rocas esquistosas de color gris oscuro acerado; los bancos tienen de 0,5 a 3 m de espesor y un desarrollo de decenas de metros. Se encuentran macro y microfiliados. Están integradas por bandas de cuarzo, mos-

covita, ricas en turmalina y materia orgánica y menores cantidades de biotita, pirita, limonitas, rutilo y oro (Brodtkorb *et al.*, 1985). La turmalina está presente en un porcentaje entre 15 y 40 %.

Algo más al sur, en la cantera El Latino, se encuentran metavolcanitas que fueron datadas en  $529 \pm 12$  Ma (Söllner *et al.*, 1998).

#### ESTRUCTURA

En el área predomina el estilo tectónico sobrepuesto por el ciclo Famatiniano, con rumbos norte-sur e inclinaciones subverticales a subhorizontales. Se puede reconocer la sobreposición de ejes de plegamiento noreste a norte a otros ejes de plegamiento oeste-este.

En la figura 5 se puede observar el seguimiento de la explotación en los bancos cuarcíticos plegados.

#### MORFOLOGÍA

La mineralización es de forma tabular encontrándose un banco en la mina Los Cocos y tres en El Alamo. La scheelita se presenta en forma diseminada en la cuarcita y en pequeñas guías de cuarzo y cuarzo-turmalina que la atraviesan.

#### MINERALOGÍA

El mineral económico es la scheelita, en tamaños de grano cercanos a 1 mm cuando se presenta en forma diseminada y hasta 1 cm en las venillas de cuarzo y cuarzo-turmalina. Tiene color de fluorescencia azul.

#### MODELO GENÉTICO

El modelo genético de estos cinco distritos es el de yacimientos estratoligados volcanogénico-exhalativos. En un sistema geotermal volcanogénico se depositaron tobas y lavas y a la vez se difundieron fluidos hidrotermales aportando W, B (F, Au, Sb, etc.) en un ambiente de sedimentación pelítico-psamítico. El metamorfismo sobrepuesto del ciclo Famatiniano transformó esas unidades litológicas en filitas, esquistos biotíticos, cuarcitas, y metavolcanitas. En los lugares donde las emanaciones de boro fueron más concentradas y quizá asociadas a sílice depositada por precipitación química, se formaron por metamorfismo las turmalinitas (esquistos cuarzosos con más de 20% de turmalina) y en aquellos donde hubo emanaciones enriquecidas en manganeso, luego por metamorfismo se formaron los esquistos cuarzo-granatíferos (spessartíticos).

#### ***DISTRITO PAMPA DEL TAMBOREO***

##### UBICACIÓN

Este distrito se localiza en la Pampa del Tamboreo, a unos 50 km de la ciudad de San Luis y está atravesado por

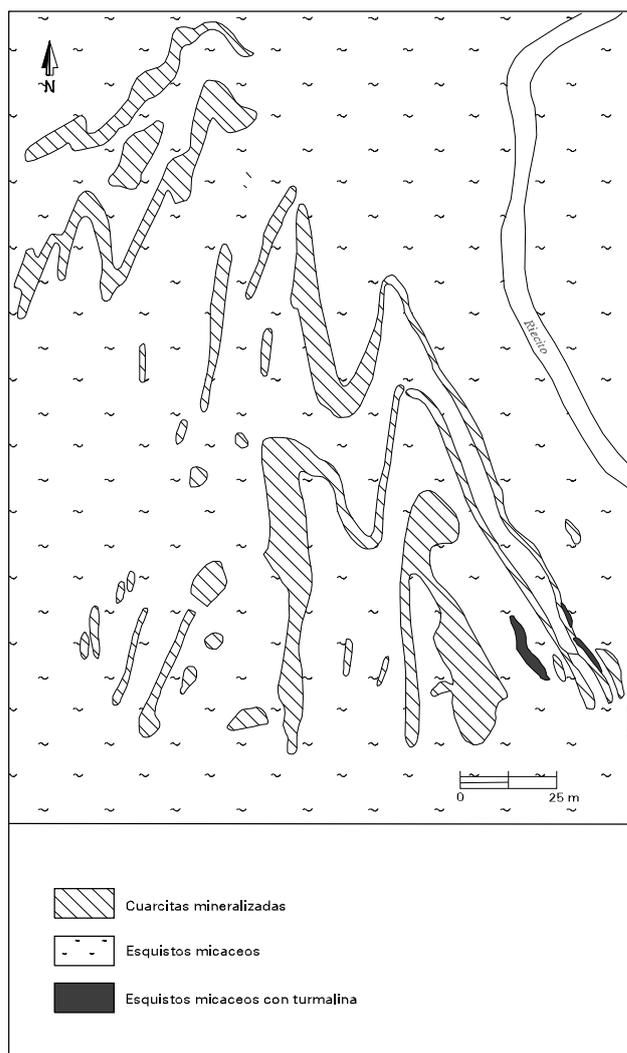


Figura 5. Bosquejo geológico de la mina Los Cocos mostrando la deformación de las cuarcitas mineralizadas por el ciclo Famatiniano.

la ruta provincial 39. Las pertenencias son Carlito, General Joffré, La Donosa y La Fortuna (figura 3).

#### LEYES, RESERVAS, PRODUCCIÓN

No se conocen leyes ni producción. Las reservas son muy limitadas debido a su pequeño tamaño. No revisten interés económico.

#### SISTEMA DE EXPLOTACIÓN

Los yacimientos fueron explotados mediante trincheras y pequeños piques.

#### GEOLOGÍA REGIONAL

En esta región afloran filitas, esquistos biotíticos, cuarcitas y rocas metavolcánicas de la Formación San Luis y la tonalita precinemática Pampa del Tamboreo.

## GEOLOGÍA DEL DISTRITO

### LITOLOGÍA

Las filitas son rocas de grano fino, muy esquistosas, compuestas por cuarzo y moscovita, y menor proporción de albita y biotita. En esta área se encuentra además una variedad de filita portadora de scheelita, compuesta por clorita, actinolita, cuarzo, plagioclasa (albita-oligoclasa) que según Hack *et al.*, (1991), es de posible origen volcánico.

Los esquistos biotíticos presentan textura generalmente foliada. Los componentes principales son cuarzo, biotita y plagioclasa (albita-oligoclasa), con escasa moscovita. Contienen vetillas de cuarzo localmente deformadas por metamorfismo.

Al igual que en el distrito La Teodolina, las metavolcanitas se presentan de dos maneras: en bancos delgados (1-10 cm de espesor y varios metros de largo) y en bancos macizos (de decímetros hasta 6 m de espesor y 1.000 m de largo).

La tonalita de Pampa del Tamboreo fue originariamente estudiada por Zardini (1966) y datada por Sims *et al.*, (1997) en 454 Ma, lo cual confirma su edad preoclóyica postulada por Sato *et al.*, (1996). En su porción sur se alojan las manifestaciones La Fortuna y La Donosa, que se encuentran en la interdigitación de la tonalita con los esquistos biotíticos y las filitas. La textura ígnea original del intrusivo lleva sobreimpuesto texturas metamórficas del ciclo Famatiniano con foliación y deformación plástica. La roca es de composición tonalítico-granodiorítica y está formada por plagioclasa (oligoclasa-andesina), cuarzo y biotita; en proporciones menores se hallan feldespato potásico y zoisita y como accesorios apatita, circón, titanita, clorita, epidoto, granate y mineral opaco.

### ESTRUCTURA

En el área predomina el estilo tectónico sobrepuesto del ciclo Famatiniano sobre las rocas sedimentarias e intrusivas.

### MORFOLOGÍA

La pertenencia Carlito está conformada por un manto de cuarzo concordante con las rocas de caja. En un perfil oeste-este se localizan filitas, metavolcanita con hornblenda, manto de cuarzo, filitas y metavolcanita ácida (Hack *et al.*, 1991). La scheelita se presenta alineada dentro del cuarzo lo que hace pensar que fue anterior a la deformación del ciclo Famatiniano.

En la mina General Joffré se observa un manto de cuarzo-turmalina concordante a una secuencia de filitas con intercalaciones de cuarcitas y su recorrido es de unos 300 metros.

Los depósitos La Donosa y La Fortuna son mantos de cuarzo en el borde de la tonalita, en parte incluidas en ella, muy deformados y cizallados.

## MODELO GENÉTICO

Estos yacimientos se consideran formados con relación a la intrusión precinemática de la tonalita Pampa del Tamboreo sobre un protolito anterior.

## DISTRITO DE PANCANTA

### INTRODUCCIÓN

El Valle de Pancanta corresponde a la segunda de las zonas de bajo metamorfismo de la Sierra de San Luis. En ella se encuentran tres grupos de pertenencias de wolframio que denominaremos norte, centro y sur y que se extienden unos 16 km al sur de la localidad de La Carolina (figura 6). En la zona norte fueron importantes las minas San Román y La Puntana, en el centro La Media Luna, San Ramón y Don Manuel y en el sur Raquel y Pringles. Aún es poco lo que se conoce de la geología, petrografía y génesis de estos yacimientos.

### UBICACIÓN

El Valle de Pancanta se halla unos 60 km al norte la ciudad de San Luis y se accede por la ruta provincial 9. Sus coordenadas son 66°06' de longitud oeste y 32°50'/55' de latitud sur.

### LEYES, RESERVAS Y PRODUCCIÓN

Según Monchablón (1956) en la mina San Román, en ese año había 3.500 t preparadas para la explotación y una reserva estimada en 24.000 toneladas. En los años '70 la Dirección de Promoción Minera profundizó el pique y extendió algunas galerías. En la zona centro se estimaban 25-30.000 t con una ley de 0,75% de WO<sub>3</sub>.

### SISTEMA DE EXPLOTACIÓN

La mina San Román fue explotada primeramente en trincheras a cielo abierto a lo largo de aproximadamente 1 km, y luego por el método de corte y relleno en laboreo subterráneo.

Las minas de la zona centro y sur se comenzaron a trabajar sobre el afloramiento de las vetas siguiendo en profundidad hasta donde lo permite la estabilidad de la roca de caja.

## HISTORIA DEL DISTRITO

### DESCUBRIMIENTO DEL DISTRITO

La mina San Román es conocida desde fines del siglo pasado y durante la primer guerra mundial fue una de las cuatro minas importantes explotadas por la compañía Hansa.

## GEOLOGÍA REGIONAL

Este distrito se ubica en una zona de bajo metamorfismo conformada por filitas y cuarcitas *l. s.* en la que se encuentran bancos de metavolcanitas y los intrusivos tonalíticos precinemáticos La Verbena y Bemberg. Al este del área se localiza el granito de La Escalerilla, un cuerpo elongado de decenas de kilómetros de largo que presenta en su parte central una inflexión. Posee una foliación interna de dirección norte-sur y numerosas zonas de cizalla (Sato *et al.*, 1996) como por ejemplo en el borde oriental en el contacto con los esquistos micáceos. El rumbo de las filitas acompaña la inflexión del granito por lo que se considera al mismo sincinemático (Ortiz Suarez *et al.*, 1992). La edad de 404 Ma determinada por Camacho e Ireland (en Sims *et al.*, 1997) abre una incógnita al significado de su emplazamiento.

## GEOLOGÍA DEL DISTRITO

### LITOLOGÍA

Las rocas que conforman esta área varían según fuera su protolito más pelítico o psamítico en filitas, esquistos biotíticos, esquistos cuarzo moscovíticos y cuarcitas. En las filitas y los esquistos el mineral más abundante es el cuarzo, seguido por moscovita-sericita, biotita y clorita; como accesorios se halla epidoto, cloritoides, limonitas. El grado metamórfico es el de esquistos verdes aunque se han observado esquistos con presencia de finas agujas de sillimanita entre granos de cuarzo y cuarzo-moscovita que indicarían facies anfíbolita. Las rocas se presentan muy deformadas macro y microscópicamente. En algunos cortes delgados se puede ver una esquistosidad superpuesta por otra. En el caso de las cuarcitas una corta a la otra en ángulo agudo, en el caso de esquistos biotíticos la superposición llevó a crenulación. En los bancos de cuarcitas masivas quedan relictos de estructuras sedimentarias (Reichelt, 1994).

Las metavolcanitas, a diferencia de la Pampa del Tamboreo, aparentemente no muestran mineralización scheelítica, aunque como se dijera falta mayor reconocimiento del área. Se presentan en bancos de 30-50 cm hasta 1-3 m de potencia y largos entre decenas y centenas de metros, que por su dureza y color blanco-amarillento resaltan del de las rocas de caja. Poseen una textura blastoporfirica con 10-15% de blastofenocristales de cuarzo, plagioclasa, micas y microclino en una matriz recristalizada. Esta última está formada por cuarzo, plagioclasa, moscovita, biotita, escaso feldespato potásico, epidoto y circón. Estas rocas son clasificadas como metadacitas-metariodacitas.

La tonalita La Verbena es un cuerpo elongado en dirección norte-sur que se intruye en una faja de esquistos cuarzo-micáceos y en el borde oriental es intruido a su vez por el granito La Escalerilla. (Sato *et al.*, 1996). En partes este contacto se encuentra afectado por una faja de cizalla. La lineación de los minerales que la componen y la foliación son paralelos a la esquistosidad  $s_2$  de la caja. Más hacia el sur se encuentra la tonalita Bem-

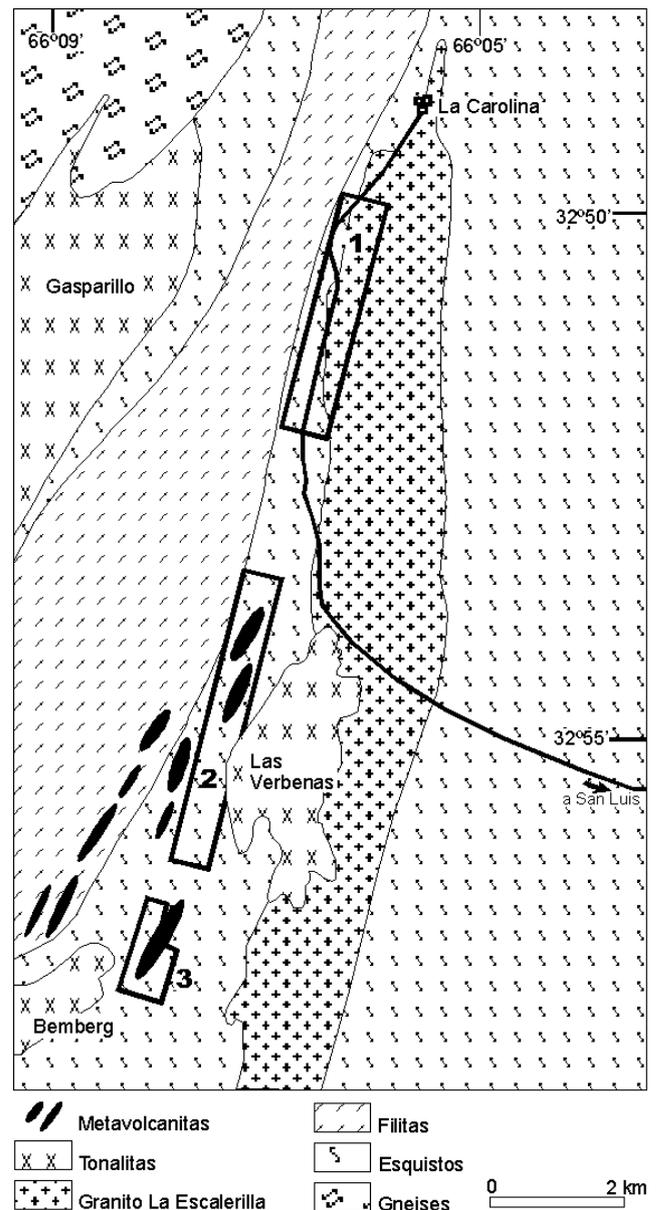


Figura 6. Bosquejo geológico del Valle de Pancanta.

berg que consiste de varios afloramientos que intruyen a los mismos esquistos cuarzo-micáceos que alojan a la tonalita Las Verbenas. También aquí se advierte foliación definida por la orientación de la biotita y zonas de cizalla.

El granito La Escalerilla es un cuerpo elongado en la dirección norte-sur de decenas de kilómetros de largo y solo 2 km de ancho que separa las filitas del oeste con los esquistos biotíticos del este.

### ESTRUCTURA

En la zona norte una importante fractura atravesó en dirección meridional tanto al granito La Escalerilla como a

las filitas de la caja. Así en la mina San Román en la parte superior las vetas se alojan en el granito mientras que en los niveles inferiores lo hacen en las rocas metamórficas. En La Puntana esa característica es aún mayor.

Los mantos de cuarzo de la zona centro son concordantes con la roca de caja, que generalmente es un esquistos biotítico-epidótico (turmalínico) que los antiguos denominaron "lamprófito" aunque lo definieron como "no verdadero".

#### MORFOLOGÍA

Los yacimientos San Román y La Puntana son cuerpos tabulares conformados por cuarzo. En la zona centro la mineralización está ligada a las salbandas entre los mantos de cuarzo y los esquistos, es discontinua y se presenta en fajas de hasta 30 centímetros.

En la tonalita Las Verbenas se localizan algunas vetas de cuarzo con mineralización de wolframita y scheelita. Los yacimientos del sur son de difícil acceso y las descripciones existentes sobre el área son difíciles de interpretar a la luz de los conocimientos actuales de la geología.

#### MINERALOGÍA

En este distrito se presenta wolframita y scheelita variando las proporciones de norte a sur. Mientras en San Román la proporción es de 4:1 en la zona centro es de 1:9. La scheelita tiene fluorescencia celeste claro. En los yacimientos de la zona centro es frecuente observar la íntima asociación scheelita-epidoto (clinozoisita).

La pirita y la calcopirita son ubicuas y pueden estar en contenidos de 1-2%. En las pertenencias Ben Abad y Pringles se ha localizado oro. En los depósitos de la zona centro se identificó bismutinita.

En algunos lugares se puede observar minerales secundarios de cobre.

#### GEOCRONOLOGÍA

En esta zona fue datada una metavolcanita en 529±12 Ma (Söllner *et al.*, 1998).

#### MODELO GENÉTICO

Es difícil de precisar el modelo genético de las tres zonas. Por una parte se trata de una alineación meridional de unos 16 km, en las que se presentan en la parte norte vetas de cuarzo con wolframita en fracturas importantes. En la zona central la mineralización de scheelita se encuentra en las salbandas entre mantos de cuarzo y esquistos biotíticos-epidóticos (turmalínicos) cuyo origen aún no está dilucidado como así tampoco la posible relación con exhalaciones volcánicas. Las zonas de cizalla conocidas hasta ahora desde La Carolina hasta más al sur de la tonalita Bemberg permiten suponer que el emplazamiento último de las mineralizaciones tengan relación con ella.

#### BIBLIOGRAFÍA

- Brodtkorb, M. K.de, Pezzutti, N. E., y Brodtkorb, A., 1985a. La franja con mineralización scheelítica entre el dique La Florida y Paso del Rey, provincia de San Luis. *Asociación Geológica Argentina, Revista*, 40 (1-2): 51-59.
- Brodtkorb, M. K.de, Pezzutti, N. E., y Dalla Salda, L., 1984. Presencia de vulcanismo ácido en el Precámbrico de la provincia de San Luis. *9º Congreso Geológico Argentino*, 2: 181-190.
- Brodtkorb, M. K.de, Fernández, R. R., Pezzutti, N. y Ametrano, S., 1995. Exhalites associated with scheelite deposits in Argentina. *3º Biennial SGA Meeting, Prague*. 221- 224.
- Brodtkorb, M. K.de, Pezzutti, N., Brodtkorb, A. y Schidlowaki, M., 1985b. Tourmaline- schists and their relationship to precambrian scheelite deposits from the San Luis province, Argentina. *Monograph series on Mineral Deposits* 25: 151-160. Gebrüder Bornträger.
- Brodtkorb, M. K.de , Fernández, R. R., Pezzutti, N., Beer, E., Hirschl, R y O, Sparisci, 1998. Geología de la franja con mineralización scheelítica de la zona de cizalla Río Guzmán, provincia de San Luis, Argentina. *10º Congreso Latinoamericano de Geología y 6º Congreso Nac. de Geología Económica* 1:33-38.
- Fernández, R. R., Pezzutti, N. E. y M. K.de Brodtkorb, 1991. Geología, petrografía y yacimientos entre Pampa del Tamboreo-Paso del Rey-Santo Domingo, provincia de San Luis. En: Brodtkorb, M. K.de (Ed.) Geología de yacimientos de wolframio de las provincias de San Luis y Córdoba, Argentina. *Publicación del Instituto de Recursos Minerales, Universidad Nacional de La Plata*, 1, 153-170
- Fernández, R. R., Pezzutti, N. E., Brodtkorb, M. K.de y W. Paar, 1994. Cuarzitas spessartíticas (cotículas) del yacimiento scheelítico La Higuera, provincia de San Luis. *2º Reunión de Mineralogía y Metalogenia. Publicación del Instituto de Recursos Minerales, Universidad Nacional de La Plata*, 3, 89-100.
- Hack, M., Brodtkorb, M. K.de, Höll, R. y A. Brodtkorb, 1991. Geología y consideraciones genéticas de los yacimientos scheelíticos entre el dique La Florida y Pampa del Tamboreo, provincia de San Luis. En: Brodtkorb, M.K.de (Ed.) Geología de yacimientos de wolframio de las provincias de San Luis y Córdoba, Argentina. *Publicación del Instituto de Recursos Minerales, Universidad Nacional de La Plata*, 1, 113-152.
- Llambías, E. J., Cingolani, C., Varela, R., Prozzi, C., Ortiz Suarez, A. Toselli, A. y J. Saavedra, 1991. Leucogranodioritas sin-cinemáticas ordovícicas en la Sierra de San Luis. *6º Congreso Geológico Chileno*. 187-191.
- Llambías, E. J., Quenardelle, S., Ortiz Suarez, A. y C. Prozzi, 1996. Granitoides sin-cinemáticos de la Sierra Central de San Luis. *13º Congreso Geológico Argentino y 3º Congreso de Exploración de Hidrocarburos*, 3: 487-496.
- Malvicini, L., Ortiz Suarez, A., Sosa, G. M., Ulacco, H. y Ramos, G., 1991. El ciclo metalogenético Precámbrico-Paleozoico de la Sierra de San Luis, República Argentina. *6º Congreso Geológico Chileno*, 101:105.

- Monchablon, A., 1956. Yacimientos de wolframio de la provincia de San Luis. *Dirección Nacional de Geología y Minería. Buenos Aires*. Informe inédito.
- Ortiz Suarez, A., Prozzi, E. J. y Llambías, E. J., 1992. Geología de la parte sur de la Sierra de San Luis y granitoides asociados, Argentina. *Estudios Geológicos* 48 (5-6): 269-277. España
- Prozzi, C. y G. Ramos, 1988. La Formación San Luis. 1° *Jornadas de Trabajo de Sierras Pampeanas*. San Luis.
- Ramos, G., 1990. Estudios preliminares sobre el control estructural en la mina de scheelita La Teodolina, provincia de San Luis. *11° Congreso Geológico Argentino*, 1:357-360.
- Ramos, G., 1992. Caracteres estructurales de algunas manifestaciones de scheelita de la zona de la mina La Teodolina, San Luis, Argentina. en: Brodtkorb, M. K. de y Schalamuk, I. B. (Eds.). 1 Reunión de Mineralogía y Metalogenia. *Publicación del Instituto de Recursos Minerales, Universidad Nacional de La Plata*, 21: 237-247.
- Ramos, G., Ortiz Suarez, A. y Malvicini, L., 1997. Características del protolito de las metamorfitas de bajo grado portadoras de granates ferro- manganesíferos y scheelita en el área de Paso del Rey, San Luis, Argentina. *8° Congreso Geológico Chileno*, 2: 1478- 1482.
- Renard, A., 1879. Sur la structure et la composition mineralogique du coticule. *Academie Royale de Belgique*, 41.
- Reichelt, W. 1994. Geologie und Geochemie des Pancantatales in der Provinz San Luis, Argentinien. *Tesis de Licenciatura. Universidad de Munich*. Alemania
- Roberts, F. S., 1979. Wolframio en la provincia de San Luis. Memoria descriptiva de zonas productoras y sus yacimientos más importantes. *Dir. Gen. de Fabricaciones Militares*. Informe inédito.
- Sabalúa, J. C. y O. A. Mate, 1981. Programa Tungsteno-Estaño. Informe final. *Dirección General. de Fabricaciones Militares*. Informe Inédito.
- Sato, A. M., Ortiz Suarez, A., Llambías, E. J., Cavarozzi, C. E., Sanchez, V, Varela, R. y C. Prozzi, 1996. Los plutones pre-oclóyicos del sur de la Sierra de San Luis: Arco magmático al inicio del ciclo Famatiniano. *13° Congreso Geológico Argentino y 3° Congreso de Exploración de Hidrocarburos*, 5:259-272.
- Sims, J., Stuart-Smith, P., Lyons, P. y Skirrow, R. 1997. Informe Geológico y metalogénico de las Sierras de San Luis y Comechingones. Provincias de San Luis y Córdoba. *Servicio Nacional de Geología y Minería. Anales* 28.
- Söllner, F. , Brodtkorb, M. K. de, Miller, H., Pezzutti, N. y R. Fernández, 1998. Early cambrian effusion of the metavolcanic rocks from the Sierras de San Luis, Argentina: evidence from U/Pb age determinations on zircons. *10° Congreso Latinoamericano de Geología y 6° Congreso Nac. de Geología Económica*. 2: 387.
- von Gosen, W. and C. Pozzi, 1996. Geology, structure and metamorphism in the area south of La Carolina (Sierra de San Luis, Argentina). *13° Congreso Geológico Argentino y 3° Congreso de Exploración de Hidrocarburos*, 2:301-314
- Zardini, R., 1966. Composición, estructura y origen del Plutón de la Pampa del Tamboreo, provincia de San Luis. *Acta Geológica Lilloana*, 8:50-73. Tucumán.