

---

## YACIMIENTOS DE COBRE Y ORO DE LA SIERRA DE FAMATINA, LA RIOJA

Milka K. de Brodtkorb<sup>1</sup> y Isidoro B. Schalamuk<sup>2</sup>

---

### INTRODUCCIÓN

En este capítulo se describen los distritos La Mejicana, El Oro, Los Bayos, y otros pequeños depósitos y manifestaciones que se localizan en ámbito del sistema de Famatina (figura 1). La región marcó el inicio del desarrollo de la minería del cobre y del oro en la provincia de La Rioja, con fuerte impulso a mediados y a fines del siglo pasado y en las dos primeras décadas del presente siglo. Posteriormente se realizaron explotaciones esporádicas y trabajos de exploración que permitieron obtener un mayor conocimiento acerca de las características geológicas y metalogénicas de la región. A pesar de los trabajos realizados aún no se cuenta con una información acabada acerca de su real potencialidad minera.

### DISTRITO LA MEJICANA

#### UBICACIÓN

El distrito La Mejicana se ubica en el faldeo oriental del Nevado de Famatina, a una altura comprendida entre los 4.200 y 4.500 m sobre el nivel del mar. Dista aproximadamente 35 km al noroeste de la ciudad de Chilecito, al oeste de la localidad de Famatina.

Sus coordenadas son aproximadamente 67°40' longitud oeste y 29°00' latitud sur.

#### LEYES, RESERVAS Y PRODUCCIÓN

Las estructuras conocidas son las vetas Upulungos, San Pedro, Verdiona, Placilla, Esperanza, y Andueza, localizadas en la margen izquierda de la quebrada La Mejicana.

Los análisis químicos de los muestreos realizados a principios de siglo para las vetas Upulungos y San Pedro, las más importantes, registran una ley de 3,75 % y 11,85 % de Cu, 20 g/t y 10 g/t de oro, y 150 g/t y 100 g/t de Ag respectivamente. Tabacchi (1953) determina reservas para las vetas Upulungos y San Pedro señalando 134.400 t con una ley de 0,88 % de Cu, 4,8 g/t de Au y 58,9 g/t de Ag, para una potencia media muestreada de 1,30 metros.

Viteau (1910) consignaba para San Pedro de los Bayos una ley de 2,75 % Cu y 300 g/t de Ag, y para Ofir una ley de 8 % de Cu y tenores de oro que algunas veces superaba los 300 gramos por tonelada.

Devito (1949) indica para las vetas de La Encrucijada un valor de entre 0,6 a 7 % de Cu y para el distrito Santa Rosa una ley de 4,77 % de Cu en un desmonte de 80 toneladas.

#### SISTEMA DE EXPLOTACIÓN

Las estructuras vetiformes fueron trabajadas por el método de corte y realce. Las labores de reconocimiento y explotación se practicaron en cinco y seis niveles, en San Pedro y Upulungos, respectivamente, unidas por piques y chimeneas, con una longitud explotada del orden de los trescientos metros en la veta Upulungos y algo menor en San Pedro. Las dos vetas más importantes han sido reconocidas hasta una profundidad aproximada de 200 metros.

---

<sup>1</sup> CONICET. Universidad de Buenos Aires.

<sup>2</sup> CONICET. Universidad Nacional de La Plata.

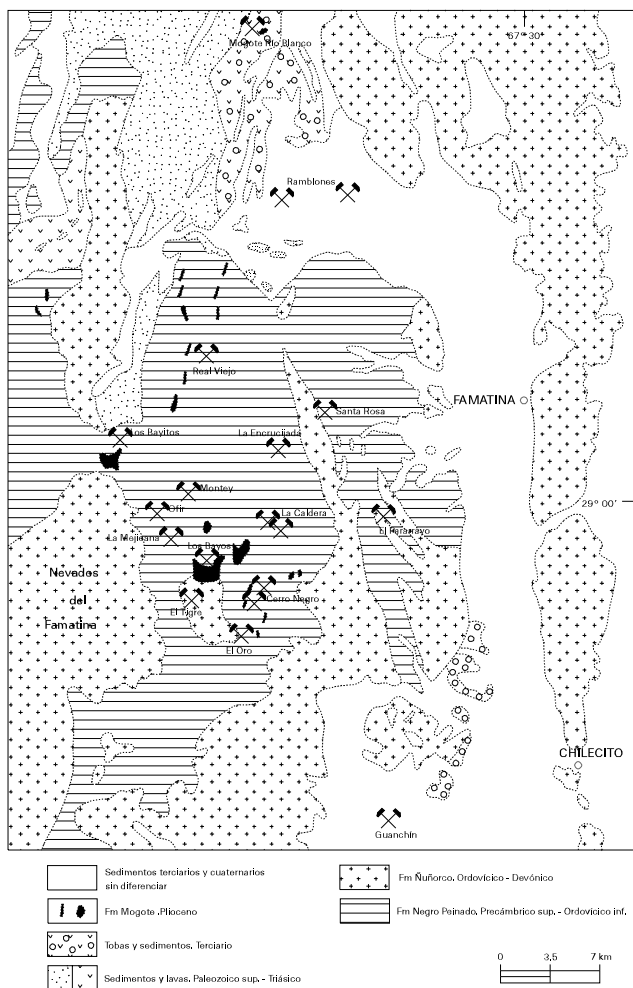


Figura 1. Bosquejo geológico del sector Nevados de Famatina-Mogote Río Blanco.

## HISTORIA DEL DISTRITO

### DESCUBRIMIENTO Y TAREAS DE EXPLORACIÓN

Las vetas más importantes del distrito son Upulungos y San Pedro, que se encuentran unidas por socavones y chiflones (figura 2).

El distrito es conocido desde mediados del siglo pasado. Vitteau (1910) menciona que la mena de Upulungos fue procesada en la fundición de Guandacol de Famatina desde 1860 a 1867 y más tarde la de Upulungos y San Pedro en la fundición de Tilmuque. La minería de Famatina fue rudimentaria hasta 1902. En el año 1903 se construyó el cablecarril que une Upulungos con la ciudad de Chilecito en un recorrido de 34 km, en seis secciones. Al mismo tiempo, según Angelelli (1984) se prolongó un ramal del ferrocarril hasta Chilecito y la empresa que operaba instaló la planta de fundición en Santa Florentina, unida a la estación II del cable carril. En estos años el cable carril permitió el transporte y tratamiento de unas 20.000 t de mineral de cobre

rico en oro. A partir de 1908 operó la firma The Famatine Mining Corporation, y más tarde, entre los años 1918 y 1923 la Corporación Minera del Famatina. En total se estima una producción del orden de los cinco mil toneladas de cobre fino, con contenidos en oro. Luego de un largo receso, la entonces Dirección General de Fabricaciones Militares, realizó nuevas exploraciones con escaso éxito. Recientemente (1994-96) las empresas CRA y Río Tinto Mining llevaron a cabo proyectos de exploración en el área mediante laboreos subterráneos, sondeos y estudios geofísicos de detalle. No se cuenta con información acerca de los resultados logrados.

## GEOLOGÍA REGIONAL

La sierra de Famatina está constituida por la Formación Negro Peinado, una importante depositación turbidítica formada por grauvacas, cuarcitas y pelitas metamorfizada a grado esquistos verdes, de edad proterozoica superior?-ordovícica. En el Ordovícico superior y hasta el Silúrico se emplazan voluminosos complejos granitoides en el Sistema de Famatina que caracterizan el ciclo Famatiniano, entre ellos el de Ñuñorco. Este granito se extiende a lo largo de 180 km en dirección norte-sur, presenta caracteres epizonales y filiación calcoalcalina. Las facies dominante es un monzogranito biotítico con transición a granodioritas, sienogranitos y tonalitas (Toselli, 1992; Toselli *et al.*, 1996). Le siguen diferentes formaciones sedimentarias del Paleozoico superior y Mesozoico.

Alrededor de los 6,8 Ma comienza el levantamiento de la Sierra de Famatina y se deposita en forma concordante la Formación El Durazno de 5,9 Ma (Tabbutt, 1990). También son intruidas dacitas de la Formación Mogotes a lo largo de fallas inversas. Losada Calderón *et al.*, (1994) realizaron dataciones radiométricas de Ar/Ar de dacitas ubicadas en los Nevados de Famatina cuyos resultados indican una edad de  $5,0 \pm 0,3$  Ma. Siguen sedimentos del Terciario superior y finalmente el Cuaternario está representado por detritos de falda y sedimentos fluviales en los que suelen localizarse aluviones auríferos.

## GEOLOGÍA DEL DISTRITO

### LITOLOGÍA

En el área del distrito La Mejicana, participan las metamorfitas de bajo grado de la Formación Negro Peinado intruidas por el granito de la Formación Ñuñorco. Durante el Plioceno se intruyeron diferentes cuerpos de dacitas y riódacitas de la Formación Mogote. Las vetas de este distrito se ubican dentro de las lutitas de la Formación Negro Peinado

### ESTRUCTURA

La conformación estructural de la sierra deriva de la acción de diversos diastrófismos de los cuales los corres-

pendientes al ciclo Ándico determinaron la fisonomía actual de bloques de alineación meridiana, limitados por fallas de alto ángulo. En dirección noreste-suroeste se registran dos lineamientos que marcan una anomalía estructural importante; se observa un cambio del definido rumbo norte-sur de la estructura regional (Méndez, 1981). Localmente se localizan otras fallas ocupadas por las vetas del distrito, que tienen rumbos noreste-suroeste y este-oeste e inclinaciones variables de 60° a 70°.

#### MORFOLOGÍA

La veta Upulungos y San Pedro, que tuvieron mayor significación, son subparalelas con rumbos oestesuroeste-estenoreste, pero de posiciones encontradas. La primera tiene un recorrido de 350 m y una potencia que oscila entre 0,6 a 2 m, con un promedio próximo a los 0,90 metros. En la veta San Pedro se reconoció una longitud del orden de los 270 m y, un espesor menor que varía entre los 0,50 y 0,35 m, notándose una marcada disminución en profundidad. Las vetas Andueza y Esperanza, registran longitudes de algunas decenas de metros, con rumbos oestesureste-estenoreste y espesores de algunos centímetros hasta más de un metro. Las estructuras conocidas como Placilla y White registran direcciones noreste-suroeste, mientras que Atacama y La Verdiona muestran un rumbo norte-sur y características similares a las anteriores en longitud y potencia.

#### ALTERACIÓN HIDROTHERMAL

Marcos (1975) menciona sericita, kaolinita, montmorillonita, alunita, a los que Losada Calderón y Bloom (1990) agregan pirofilita y minerales del grupo woodhousita y svanbergita.

#### MINERALOGÍA

En 1874, Stelzner estudia a la enargita de este yacimiento y a un mineral nuevo que denomina famatinita. Son numerosos los estudios que se realizaron desde entonces sobre este mineral, habiéndose determinado dos series isomorfas de  $Cu_3(Sb, As)_3S$ , una rómbica (enargita-stibioenargita) y otra tetragonal (luzonita-stibioluminosa) de las cuales la famatinita pertenece a esta última (Ramdohr, 1965).

Los minerales más conspicuos localizados en este distrito son enargita, famatinita, tetraedrita-tennantita, calcopirita, pirita, y escasa esfalerita y galena. La lista de minerales accesorios se completa con bornita, oro nativo, goldfieldita, mawsonita, colusita, bournonita, estannita, minerales de bismuto, marcasita, y teluros de oro y plata como ser sylvanita, terennerrita, petzita, stützita y hessita (Brodtkorb y Klemm, 1980; Losada Calderón y Bloom, 1990; Brodtkorb y Paar, 1993; Losada Calderón y Mc Phail, 1996; Paar *et al.*, 1998). Las texturas de la mena son bandeadas, en cocarda y drusiformes.

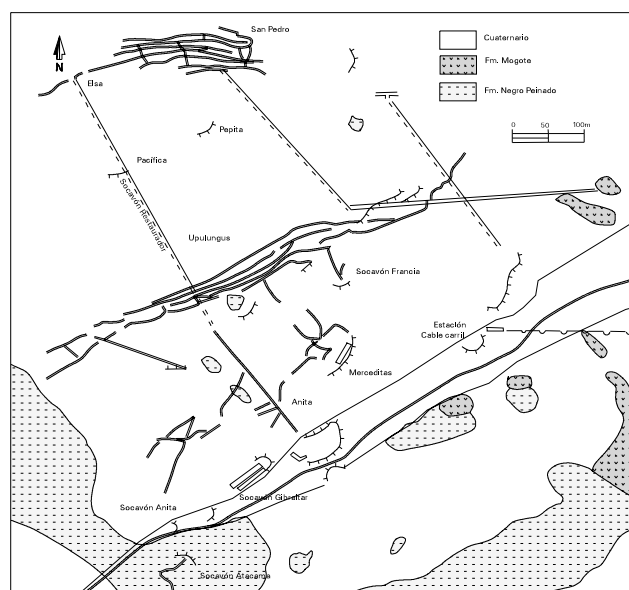


Figura 2. Bosquejo geológico del distrito La Mejicana.

Losada Calderón y Bloom (1990) señalan que los estadios de mineralización del distrito La Mejicana son equivalentes a los estadios Va, Vb y Vc del pórfiro mineralizado de los Nevados de Famatina.

Los minerales secundarios metalíferos identificados, son idaita, calcosina, covelita. Además se registran malaquita, azurita, crisocola, goslarita, yeso y calcantita.

Los minerales de ganga reconocidos son calcita, cuarzo, baritina y alunita. Angelelli *et al.* (1971) estudian a la alunita de la veta de San Pedro. Aquí se presenta en bandas de 4 a 15 mm de espesor formadas por fibras paralelas o radiales, de color blanco amarillento a grisáceo, en partes cementando a sulfuros brechados.

#### INCLUSIONES FLUIDAS

Losada Calderón y Bloom (1990) han determinado dos tipos de inclusiones fluidas: a) entre 200° y 375°C (temperatura de homogeneización) y 2-8 % de salinidad eq. En peso de NaCl; b) entre 240° y 390°C y 21,7 a 34,5 % de salinidad (en inclusiones ricas en líquidos) y entre 250° y 420°C y 4 a 5 % de salinidad (en inclusiones ricas en vapor).

#### ESTUDIOS ISOTÓPICOS, GEOQUÍMICA, GEOCRONOLOGÍA

En diferentes minerales se han realizado estudios con microsonda determinando su composición química (Brodtkorb y Paar, 1993; Losada Calderón y Mac Phail, 1996; Paar *et al.*, 1998).

Por otra parte, Losada Calderón *et al.*, (1994) han datado la intrusión de las dacitas de la Formación Mogote por método Ar/Ar en  $5,0 \pm 0,3$  Ma mientras que la alteración cuarzo-sericítica sería de  $3,8 \pm 0,2$  millones de años.

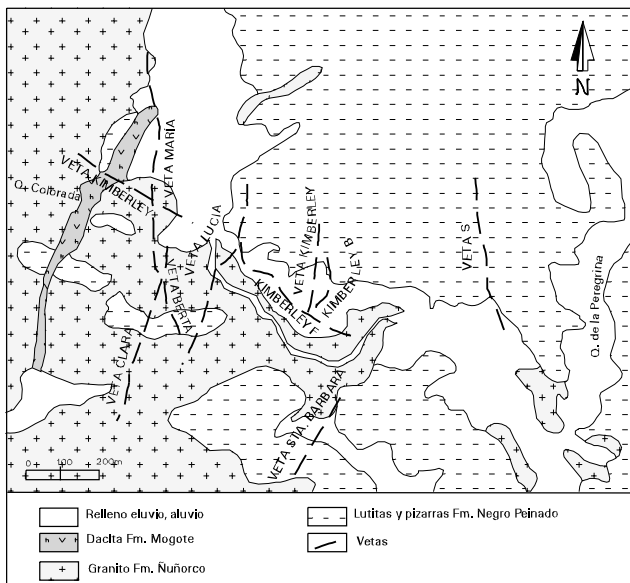


Figura 3. Bosquejo geológico del distrito El Oro.

### MODELO GENÉTICO

Las características mineralógicas, texturales, temperaturas de homogeneización de las inclusiones fluidas, salinidades, tipo de alteración hidrotermal, emplazamiento de las mineralizaciones y rocas encajantes, permiten establecer que el distrito se corresponde con el modelo de yacimiento epitermal de alta sulfuración.

### DISTRITO EL ORO

#### UBICACIÓN

El distrito El Oro se ubica unos 30 km al oeste-noroeste de la ciudad de Chilecito, al suroeste del Cerro Negro, en la confluencia de la quebrada de La Peregrina con el río Oro. Tiene una extensión norte-sur de 3,7 km y 2,5 km en sentido este-oeste.

#### LEYES, RESERVAS Y PRODUCCIÓN

El depósito fue trabajado intermitentemente hasta fines del siglo pasado (Bassi, 1953). Entre 1932 y 1939 se explotaron unas 500 t de mineral con leyes de 300 a 900 gramos de oro.

La ley de la mena explotada oscilaba entre 10 y 15 g/t de oro y menos de 1 % de cobre. En este distrito se han realizado numerosos trabajos de preparación y explotación a partir de 1939 por la Compañía Arminas S.A., quien instaló también una planta de amalgamación y flotación de una capacidad de 100 t por día. Entre 1941 y 43 trató 67.000 t de mineral. Luego el distrito fue operado entre 1959 a 1964 produciendo 200 kg de oro fino y 2.500 t de cobre aurífero.

El total de labores alcanza a más de 4 km y se habrían extraído aproximadamente 170.000 t de mineral.

Las reservas estimadas (Passarello *et al.*, 1992) son de más de 200.000 t, que con un ancho mínimo de explotación de 1 m, determinan un recurso con 5,8 g/t de oro y 0,37 % de cobre.

### GEOLOGÍA DEL DISTRITO

#### LITOLOGÍA

El ambiente geológico es el característico de esta zona, eso es, metamorfitas de bajo grado pertenecientes a la Formación Negro Peinado intruidas por cuerpos graníticos, diques riódacíticos y lamprofíricos de la Formación Nuñorco y la presencia de cuerpos dacíticos y andesíticos correspondientes a la Formación Mogotes del Terciario.

#### ESTRUCTURA

Consta de 21 vetas agrupadas en dos sistemas de rumbo norte-sur-noroeste-sureste con inclinaciones subverticales, emplazadas preferentemente en el granito, aunque también se alojan en lamprófiro, andesita y hornfels (Bassi, 1953). En el granito, las fracturas son bien definidas y a menudo mostrando zonas de *shear*.

Al primer sistema corresponde la veta María de 1 km de corrida, y otras menores tales como Berta y Clara, de 200-300 m aflorantes. Al segundo sistema corresponde la veta Kimberley de más de 1 km de extensión. Las potencias medias de las vetas oscilan entre los 0,50 y 0,80 m (figura 3).

#### ALTERACIÓN HIDROTHERMAL

Las rocas de caja están afectadas por una mediana a intensa alteración hidrotermal, observándose preferentemente en el contacto con las vetas sericitización y silicificación, y en menor proporción cloritización y piritización.

#### MINERALOGÍA

La mineralización es sencilla y consiste en pirita, calcopirita, hematita especular, oro, en ganga de cuarzo y siderita, siendo esta última normalmente abundante, al igual que la especularita. La depositación se efectuó en diferentes fases debido a sucesivos fracturamientos dando lugar a texturas bandeadas, en peine y brechas y la presencia de siderita compacta y concrecional como fase póstuma.

### MODELO GENÉTICO

La mineralización se corresponde a un modelo hidrotermal, presuntamente vinculado al magmatismo plioceno de la Formación Mogotes.

### DISTRITO LOS BAYOS

El distrito Los Bayos está ubicado 2 km al sudeste de La Mejicana y emplazado en un pórfiro dacítico (Marcos, 1975b).

Está constituido por varias vetas, siendo la San Pedro la más importante que fue explotada en 5 niveles. Presenta espesores muy variables entre 1 y 6 m en un largo de 60-80 metros. Las leyes de cobre oscilan entre 1 y 3 % con un contenido de plata de 100 g/t (Angelelli, 1984). La mineralización consta de enargita, famatinita, calcopirita, tetraedrita y pirita en ganga de cuarzo y alunita. La textura de la mena es bandeada, en cocarada y drusiforme. El modelo genético corresponde al de yacimientos epitermales de alta sulfuración.

### OTROS PEQUEÑOS DEPÓSITOS Y MANIFESTACIONES

El distrito Ofir u Offir se encuentra a 2 km al norte de La Mejicana en las lutitas de la Formación Negro Peinado próximo al contacto con el granito de la Formación Ñuñorco. Se trata de vetas irregulares de poco espesor, con una mineralización de pirita, calcopirita, oro y minerales de plata.

El distrito Real Viejo se localiza aproximadamente 10 km al noreste del distrito La Mejicana. Se trata de una faja mineralizada de unos 400 m en sentido norte-sur por 80 m de ancho en rocas de la Formación Negro Peinado (Zappettini, 1980) con vetas de poco espesor reconocidas en labores superficiales y subterráneas. La mineralización consta de calcopirita, esfalerita y galena.

El distrito Santa Rosa (Marcos, 1974) se halla a 14 km al oeste-suroeste de Famatina. Está conformado por tres vetas que siguen fracturas este-sureste a oeste-noroeste y fueron reconocidas por laboreo de exploración. La mineralización consiste en pirita, calcopirita, esfalerita en ganga de cuarzo y calcita.

Otras manifestaciones menores son La Encrucijada y El Pararrayo.

En las cercanías del distrito El Oro, al sur de Casa Colorada y al sur del río Cobre se localizan pequeñas vetas cuyos contenidos oscilan entre 2 y 4 g/t de oro y hasta 3 % de cobre.

Para mayores detalles se puede consultar el trabajo de Brodtkorb *et al.*, (1996).

### BIBLIOGRAFÍA

- Angelelli, V., I. Schalamuk y A. Figgini, 1971. Las alunitas de los yacimientos cupríferos de los distritos La Mejicana y Los Bayos, provincia de La Rioja, República Argentina. *Asociación Geológica Argentina, Revista*, 26 (1): 91-100.
- Angelelli, V., 1984. Yacimientos metalíferos de la república Argentina. *Comisión de Investigaciones Científicas de la provincia de Buenos Aires*, (1): 1-391.
- Bassi, H., 1953. Estudio geológico-económico de la mina El Oro, departamento Chilecito, provincia de La Rioja. *Dirección Nacional de Geología y Minería, Anales*, 4.
- Brodtkorb, M. K. de y D. Klemm, 1980. Estudio mineralógico de enargitas y luzonitas de la Sierra de Famatina, provincia de La Rioja, y la supresión del término famatinita. *Asociación Geológica Argentina, Revista*, 35 (3): 348-354.
- Brodtkorb, M. K. de y W. Paar, 1993. Presencia de colusita y consideraciones mineralógicas en el distrito La Mejicana, provincia de La Rioja. *12° Congreso Geológico Argentino, Actas*, 5: 87-90.
- Brodtkorb, M. K. de, I. B. Schalamuk, O. Marcos y F. Sardi, 1996. Mineralizaciones en el Sistema de Famatina. En: *Geología del Sistema de Famatina* (Eds. F. G. Aceñolaza, H. Miller y A. Toselli). *Munchner Geologische Hefte, Reihe A* 19: 359-388.
- Devito, H. H., 1949. *Informe de la comisión de estudios de los yacimientos de cobre y otros de la provincia de La Rioja*. Dirección General de Fabricaciones Militares, informe inédito.
- Losada Calderón, A. y M. S. Bloom, 1990. Geology, paragenesis and fluid inclusion studies of a high sulphidation epithermal/porphyry system, Nevados de Famatina district, La Rioja province, Argentina. *Pacific Rim Congress*: 457-464.
- Losada Calderón, A., S. L. Mc. Bride y M. S. Bloom, 1994. The geology and <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar geochronology of magmatic activity and related mineralization in the Nevados del Famatina Mining district, La Rioja province, Argentina. *Journal of South America Earth Sciences*, 7: 924.
- Losada Calderón, A., y D. C. McPhail, 1996. Porphyry and high-sulphidation epithermal mineralization in the Nevados de Famatina Mining District, Argentina. En: *Andean Copper Deposits: new discoveries, Mineralization, styles and metallogeny*. (Eds. F. Camus, R. Sillitoe y R. Petersen). *Society of Economic Geologists, Special Publication*, 5: 91-117.
- Marcos, O. y M. Nieto, 1968. Informe La Mejicana. Plan Cordillera Norte. *Instituto Nacional de Geología y Minería, inédito*. Buenos Aires.
- Marcos, O., 1974. Geología y perspectivas económicas del distrito Santa Rosa. *Dirección Nacional de Minería, Plan La Rioja*, informe inédito.
- Méndez, V., 1981. Exploración geológica del nevado de Famatina. *Academia Nacional de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Anales*, 33: 151-165. Buenos Aires.
- Pasarello, J., H. Romero y J. Navarro, 1992. Grupo minero El Oro, La Rioja. *Dirección Provincial de Minería*, informe inédito. La Rioja.
- Tabacchi, M. H., 1953. Informe geológico-minero de las vetas Upulungos y San Pedro y consideraciones generales sobre el distrito minero La Mejicana. *Dirección General de Fabricaciones Militares*, informe inédito. Buenos Aires.
- Toselli, A. J., 1992. El magmatismo del Noroeste Argentino. *Reseña sistemática e interpretación. Serie Correlación Geológica*, 8: 1-243. San Miguel de Tucumán.
- Toselli, A. J., F. G. Aceñolaza, F. R. Durand, J. N. Rossi de Toselli, D. Indri, C. Cisterna, J. Lisiak, J. P. Lopez, A. Saal y S. Esteban, 1991. El Paleozoico inferior del Sistema del Famatina, noroeste de Argentina. *6° Congreso Geológico Chileno*, 1: 867-871. Viña del Mar.
- Vitteau, P., 1910. Informe sobre el estado de la minería en los distritos mineros de Famatina y Guandacol de la provincia de La Rioja. *Ministerio de Agricultura. Sección Geología, Mineralogía y Minería*, 5: 1. Buenos Aires.