

I/3/14

D. G. F. M.
CENTRO EXPLORACION GEOLOGICO MINERA
ARCHIVO TECNICO

C.E.G.Min.
60/89
I/3/14
S.H.R.

MINERALIZACION DEL DISTRITO ARGENTIFERO CERRO NEGRO

(Mina "Peregrina y otras")

Departamento Chilecito - La Rioja

I. SCHALAMUK *, V. ANGELELLI ** y T. PALACIOS ***

RESUMEN

En este trabajo se estudia la mineralización del distrito Cerro Negro, Sierra de Famatina, La Rioja, Argentina. Las observaciones calcográficas, las determinaciones químicas y los espaciados de rayos-X permitieron identificar algunos minerales de plata, de cobalto y níquel no mencionados para el citado distrito, tales como miargirita, pearceita-polibasita, argirodita, stephanita, rammelsbergita, cloantita y saflorita. Además se presenta un esbozo acerca de la secuencia y posición genética.

ABSTRACT

The mineralization of the Cerro Negro district of "Sierra de Famatina", La Rioja, Argentina is studied. By the calcographic observations, chemical determinations and d-spacings for X ray we are ought to identified some silver, cobalt and nickel mineral not mentioned for this district, as miargirite, pearceite-polibasite, argirodite, stephanite, rammelsbergite, cloantite y saflorite. The sequence and the genetic position, of the total mineralization, is also outliner.

La existencia en el Museo de La Plata, de una amplia colección de muestras de "Peregrina", principalmente, aportada por el coleccionista A. Flossdorf; la carencia de un estudio detallado de la mineralización de dicho yacimiento y de otros cercanos, y el hecho de tratarse de una paragénesis interesante, constituyeron incentivos que motivaron la realización de este trabajo, apoyado en la investigación del material de la citada colección y de las muestras recogidas en campaña en el mes de noviembre de 1973, tanto en "Peregrina", como en otras propiedades del distrito de Cerro Negro.

Se trata de un conjunto de minas muy viejas, abandonadas, con labores inaccesibles en su casi totalidad, que en su tiempo tuvieron importancia por el elevado precio de la plata y el aprovechamiento de algunos "clavos" muy ricos.

El presente estudio ha de contribuir a un mayor conocimiento de "Peregrina" —el yacimiento posiblemente más explotado de la región argentifera de Famatina— en lo referente a su mineralogénesis, con la revelación de la existencia de cuatro minerales de plata no citados por autores anteriores como

* Investigador del CONICET.
** Museo de La Plata.
*** Comisión Nacional de Energía Atómica.

así también de otros de níquel y cobalto. Respecto de estos dos últimos elementos cabe señalar que AHLFELD y ANGELELLI (1948, p. 64) mencionan la presencia de niquelina en material de las minas "Peregrina", "San Andrés" y "San Miguel", y BODENBENDER (1913, p. 432) la eritrina en "Caldera Vieja".

La imposibilidad de recorrer las labores subterráneas de "Peregrina", no permitió completar el estudio con la toma de muestras a distintos niveles.

ANTECEDENTES GEOLOGICOS-MINEROS

Varias son las referencias que se tienen acerca de los yacimientos argentíferos del Famatina que arrancan de la época de RICKARD (1868), que entre otras cosas, informa del abandono e inaccesibilidad de las labores, salvo algunos trabajos que se mantenían activos en Cerro Negro; STELZNER (1885); ALLCHURCH (1895); VITEAU (1910); BODENBENDER (1913 y 1922); RIGAL (1940) y FERNANDEZ AGUILAR (1942), estos dos últimos orientaron sus estudios al posible aprovechamiento del material de ganga (siderita manganífera) como mineral de hierro y manganeso. En 1967, el Plan La Rioja, actualmente dependiente del Servicio Minero Nacional, llevó a cabo un estudio de carácter general de las vetas del área de Cerro Negro con el relevamiento geológico de sus sectores oriental y occidental, toma de muestras en laboreo interno y de desmontes. Señala un total de 320 trabajos mineros entre superficiales y subterráneos, referencia incluida en "Exploración geológica-minera de la Provincia de La Rioja, Servicio Nacional Minero-Geológico, 1973.

El conjunto de minas argentíferas del Famatina integran los distritos Caldera, Tigre y Cerro Negro, dispuestos sobre los vértices de un triángulo, emplazados en la vertiente oriental del macizo, en un ambiente de sedimentitas, a una altura comprendida entre 3.800 y 4.500 m.s.n.m. La distancia que media, en línea recta, entre Caldera y Cerro Negro es de unos 7 km.

Los primeros trabajos mineros se supone que fueron realizados por los aragoneses (jesuitas laicos) en el año 1767, los que habrían continuado actuando hasta 1810; de esa época en adelante se registraron intentos esporádicos de explotación hasta 1910. Los minerales eran beneficiados en pequeñas plantas por el método de amalgamación instaladas al pie del Famatina.

ALLCHURCH (Memoria del Departamento de Minas y Geología, 1895; p. 302), hace mención de los trabajos que se llevan a cabo en "Peregrina", indicando la existencia de 16 galerías o niveles de hasta 100 m de largo en el plan más bajo, a una profundidad vertical de 120 m. Señala que la veta encaja en pizarra y secciona un dique "granitoide" en hondura. Dicha mina proveía menas que acusaban un tenor en plata de 10-12 kg por tonelada; su producción explotada por la Compañía Francesa de Nonogasta, operando con 30 hombres, era de 6-8 t. mensuales.

YACIMIENTOS

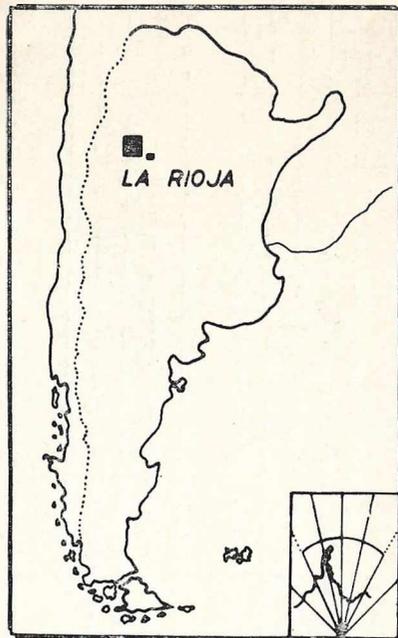
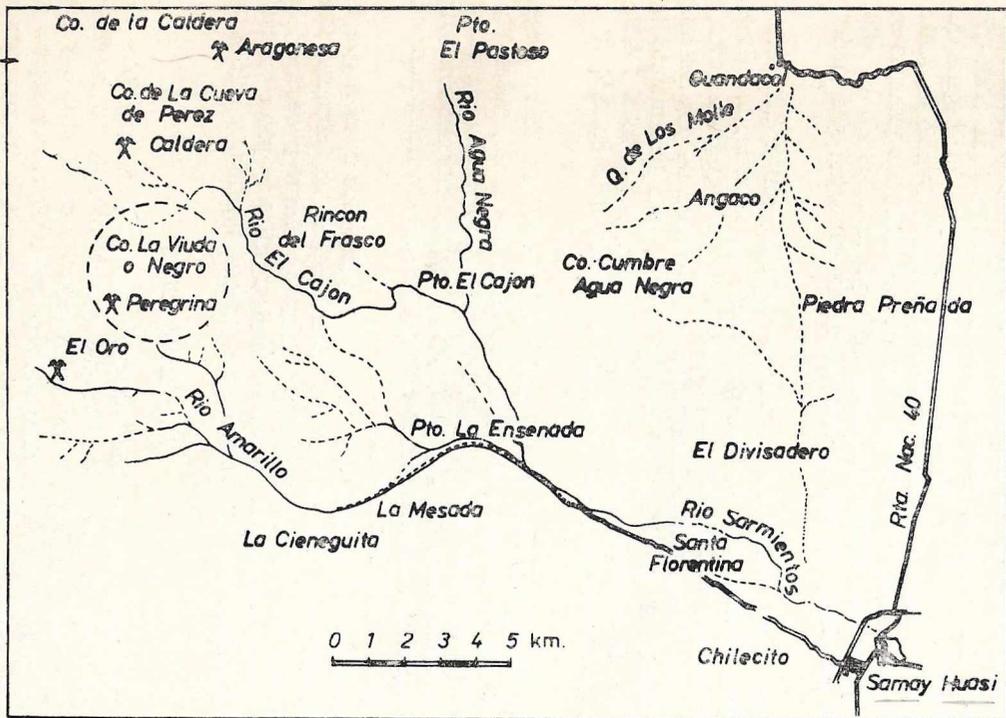
De los distritos señalados interesa considerar Cerro Negro por pertenecer a él la mina "Peregrina".

Cerro Negro, conocido también como La Viuda, dista a 23 km al N.O. de Chilcecito y 2 km al N.E. de El Oro, en ambos casos, en línea recta. Desde Chilcecito para llegar al distrito indicado, se alcanza el puesto La Ensenada por vehículo en un recorrido de 12 Km. hacia el oeste, se continúa en lo montado a lo largo del río Amarillo, hasta la Mesada (por estar destruido el camino carretero que conducía a El Oro) y de este lugar se prosigue al N.O. remontando altura hasta el viejo campamento de la mina "San Andrés" (unos 4 km), sito en el sector oriental de Cerro Negro. De este paraje "Peregrina", enclavada en la parte occidental de esa elevación, se alcanza a unas 2 horas de mula.

La geología imperante en este distrito está representada por sedimentitas de bajo grado de metamorfismo (pizarras), grisáceas y verdosas, por lo ge-

67°45

29°00



Dib. C.R. Tronquillo

D. G. F. M.
 CENTRO EXPLORACION GEOLOGICA MINERA
 ARCHIVO TECNICO

neral bien foliadas, de rumbo predominante N-S, y NNO-SSE, con buzamientos 50°-70° hacia el E, en parte ligeramente verdosa, de forma y dimensiones variables.

El estudio de un corte delgado de una muestra de la roca encajante de las vetas, extraída del área de "Peregrina", reveló estar constituida esencialmente por material arcilloso sericítico con intercalaciones detriticas formadas por cuarzo de reducido tamaño. Minerales opacos, piritita en su mayor parte, se presentan en finas venillas dispuestas irregularmente o siguiendo las superficies S.

La roca porfírica corresponde a una riocacita, de textura granofírica con grandes individuos de feldespatos calcosódico y una masa integrada por cuarzo y feldespatos potásico con intercrecimiento gráfico. Se halla en gran parte propilitizada con abundante clorita (grupo pennina) y epidoto. Los feldespatos se muestran alterados en sericita y raramente se reconocen restos de biotita y hornblenda.

Según TURNER (1971), las pizarras del área de la Aragonesa (distrito Caldera), que no difieren de las existentes en Cerro Negro, pertenecen a la Fm. Negro Peinado que asigna al Precámbrico, en tanto DE ALBA (1960-1972) las refiere al Ordovícico inferior (Tremadociando inf.) y la roca ígnea al Terciario.

Completa el cuadro geológico la participación de detrito de falda que llega a cubrir grandes extensiones. En la zona de las vetas, las pizarras se muestran teñidas de negro por óxidos de manganeso procedentes de la alteración del material de las vetas, de ahí el nombre de la elevación que encierra los yacimientos.

El distrito Cerro Negro en su porción oriental, comprende entre otras las vetas Nicolasa, Gloria, San Andrés, Cortadera, La Rosario, La Viuda y Santo Domingo; estas dos últimas conjuntamente con la "Peregrina" son las que registran mayores dimensiones. Conforman un conjunto de dos sistemas; uno de dirección general N 30° E, y el otro N 50° O, con buzamiento variable de 40° a 70°. En su mayoría son de corto recorrido, llegando a 140-200 y hasta 400 m con potencias de pocos centímetros hasta más de 2,50 m en algunos casos.

La veta Peregrina, sita en el sector occidental de Cerro Negro, registra un rumbo N 30° O, y una inclinación de unos 70° N.E., posee un desarrollo de 350 m y una potencia media de 0,75 m y ha sido reconocida en profundidad siguiendo su buzamiento en 150 de acuerdo con la información proporcionada por el Plan La Rioja. Cuenta con 78 labores. El socavón de la mina "Georgette", cortó esta veta en su extremo sur.

Los minerales hipogénicos conocidos a través de los autores que se han ocupado particularmente del distrito de Cerro Negro, en especial BONDENBENDER (1913), consiste en: piritita, calcopiritita, blendas (clara y oscura), galena, minerales de plata, (argentita, proustita y pirargirita) y plata nativa en ganga de siderita manganífera (predominante), cuarzo, biritina, y calcita (escasa).

MINERALIZACION

Como resultados de las observaciones macro y microscópicas practicadas sobre un conjunto de unas 30 muestras procedentes de "Peregrina", y 12 de "La Viuda", y "San Andrés", entre las existentes en el Museo y las recogidas en campaña, más adelante, previas algunas consideraciones acerca de estructuras y textura reveladas en las muestras, se pasará a tratar cada una de las especies individualizadas.

Las estructuras reconocidas son brechosa con clastos angulosos y elongados de pizarra gris clara a oscura, a veces con marcado bandeamiento fino, de 1 a 2 y hasta 5 cm. de largo. Dichos clastos están cementados por siderita de grano

fino que encierra sulfuros. Y masiva con pequeñas oquedades, de 1, 2 y 3 cm. de largo; en las mayores es dable observar asociaciones de individuos de minerales de plata.

En cuanto a la textura dominante es la de grano fino y de guías delgadas para un tipo de siderita y sulfuros comunes (pirita, blenda, galena). En grano de mayor tamaño se presenta otro tipo de siderita y también algunos minerales de plata.

Prescindiendo de su orden de proporcionalidad y depositación, las especies determinadas se agrupan como sigue:

Minerales de Plata:

Argentita (Ag_2S)
Argirodita ($\text{Ag}_8 \text{GeS}_6$)
Miargirita (AgSbS_2)
Pirargirita (Ag_3SbS_3)
Plata nativa (Ag)
Pearceita - Polibasita ($\text{AS}_{16} \text{Ab}_2\text{S}_{11}$) - ($\text{Ag}_{16}\text{Sb}_2\text{S}_{11}$)
Proustita (Ag_3AsS_3)
Stephanita (Ag_5SbS_4)
Tetraedrita (Freibergita? (Cu_3SbS_3))

Minerales de Cobalto y Níquel:

Cloantita (Co, Ni, Fe) As_3
Niquelina (NiAs)
Rammelsbergita (NiAs_2)
Safflorita (CoAs_2)

Minerales metálicos, otros:

Blenda (ZnS)
Calcopirita (CuFeS_2)
Galena (PbS)
Marcasita (FeS_2)
Pirita (FeS_2)
Wurzita (ZnS)

Minerales de Ganga:

Siderita ($\text{CO}_3\text{Fe, Mn}$)
Cuarzo (SiO_2)
Baritina (SO_4Ba)
Calcita ($\text{CO}_3 \text{Ca}$)

Aparte de las especies indicadas corresponde señalar, además la presencia de limonita, óxidos de manganeso (sin discriminación), cerusita, cerargirita y eritrina. La cerargirita o plata córnea, fue observada en una muestra como una delgada película verde amarillenta cuyo espaciado corresponde a esta especie. Conjunto de minerales todos éstos de naturaleza supergénica.

A continuación se pasará a tratar las especies señaladas acorde con la abundancia observada en el estudio de las muestras.

Minerales argentíferos

Proustita: Esta sulfosal o rosicler claro, conjuntamente con pirargirita, plata nativa y argentita, constituye uno de los principales componentes del material estudiado, el que predomina sobre la pirargirita. BODENBENDER (op. cit.

432) al referirse a esta última especie señala que su participación es mayor en las muestras por él investigadas. Menciona la existencia de proustita no sólo en "Peregrina", sino también en "San Miguel", "Tres Reyes", y en otras del distrito Cerro Negro.

Macroscópicamente se presenta en granos, en pequeñas masas rojizas de hasta 1,5 cm. de ancho. Al microscopio se la observa en individuos xenomorfos acompañando a galena, y también en vetillas que seccionan y sustituyen a la tetraedita, galena y siderita, y raramente a la blenda. Se la nota intercrecida preferentemente con polibasita y estephanita. En inmersión de aceite muestra su color gris azulado característico y una fuerte anisotropía que se enmascara por los abundantes reflejos internos rojos carmín.

Un análisis químico realizado en los laboratorios del actual Servicio Minero Nacional acusó los siguientes valores, en por ciento:

Ins. en ClH	0,3
Plata (Ag)	64,0
Arsénico (As)	13,3
Azufre (S)	18,8
Antimonio (Sb)	vest.

Pirargirita: Este rosicler oscuro se presenta en granos irregulares asociados comúnmente a proustita. En cristales prismáticos y escalenoédricos de 2 a 3 cm. de largo se la ha observado en muestras del Museo de la entonces Dirección Nacional de Minas y Geología (AHLFELD y ANGELELLI, op. cit., p. 78).

En los cortes pulidos se la nota también en venillas de más de 5 mm. de espesor, seccionando blenda y siderita, preferentemente. Asimismo suele rellenar pequeñas aberturas vesiculares en las cuales se le aprecia a menudo acompañada de pearceita-polibasita, plata nativa y argentita; ópticamente presenta características similares a la proustita. Suele mostrar zonación y a diferencia de la proustita no aparece en galena.

Tanto esta sulfosal como la anterior se las ha encontrado en otros yacimientos argentíferos del país. Así, se comprobó la existencia de pirargirita en el mineral del distrito de paramillo de Uspallata (Mendoza), El Salado (San Juan) y en las ricas vetas argento-estanníferas Chocaya y Potosí (Pircas-Jujuy), donde participa además proustita, especie hallada asimismo en el distrito de Tontal (San Juan).

Argentita: Mineral común aunque menos abundante que los rosicleres. Se observa una primera generación luego de las sulfosales de plata, en pequeños individuos reemplazando esencialmente a galena, polibasita y rosicleres con los cuales suele formar intercrecimientos. Una generación más joven se presenta en espacios abiertos y geodas en siderita, bajo la forma de granos alargados y también en individuos cristalinos de hasta 2 mm. Bajo el microscopio de reflexión y en inmersión de aceite ambas generaciones registran un color gris claro algo verdoso y una muy débil anisotropía. La ausencia de maclas de transformación indicaría que se originaron a una temperatura inferior de 179°C (acantita).

Un análisis espectrográfico de un material algo impuro perteneciente a la última generación acusó los siguientes valores: Ag, componente mayor; Sb, 0,1 %; As, 0,8 %; Cu, 0,3 %; Ni, 0,02 %; Pb, aprox. 1 %; Zn, 0,5 % y Ge, 0,01 %.

Cabe destacar que en una de las muestras estudiadas se observó a este sulfuro de plata, de aspecto pulverulento sucio, penetrando y rodeando a proustita y stephanita. Parece corresponder a un origen supergénico.

Importantes concentraciones de argentita en masas compactas, granulosas y deleznales se hallaron en las vetas argento-estanníferas de Pircas. Se las menciona también en Paramillos de Uspallata y en otras.

Plata Nativa: Frecuente en el conjunto de muestras consideradas. Se la observa en granos o placas de hasta 1,5 mm. asociadas al carbonato de hierro, galena, blenda y argentita (foto N° 1) que corresponde a una primera generación. En mayor proporción aparece una segunda generación como dientes, alambres estriados de hasta 2 mm. de espesor, a veces torcidos en espirales dentro de siderita, drúsica; en masas musgosas y dendríticas en dicha ganga carbonática.

Un análisis espectrográfico semicuantitativo de un alambre de plata reveló la presencia de los siguientes elementos, expresados en porcentaje: Ag, componente mayor; Sb, aprox., 3; As, menor de 0,1; Cu, entre 0,01 y 0,003; Co, aprox., 0,1 y Ge, menor de 0,01.

Respecto de su origen debe considerársela de naturaleza hipogénica, como ya lo manifestara BODENBENDER (1911, p. 435). El citado autor atribuye una procedencia secundaria a la plata que en películas delgadas se encuentra asociada con cuarzo y limonita.

Mineral encontrado aunque en menor proporción en la zona de cementación de las vetas plumbíferas de El Guaico (Córdoba), en las de Paramillos de Uspallata y en las argento-estanníferas de Pircas (Jujuy).

Pearceita-Polibasita: Se presenta por lo general como individuos xenomorfos distribuidos entre otros de galena en agregados pseudomirmequíticos y también en venillas de regular tamaño. Asimismo, suele observarse en espacios abiertos a modo de drusa, donde constituye cristales tabulares de hasta 2 cm. de largo con sus típicas estriaciones y clivaje perfecto según (001).

Bajo el microscopio registra un débil pleocroísmo, reflejos internos rojos y alta anisotropía en inmersión de aceite con colores que van del pardo amarillento al azul. Por lo general muestra mal pulido y es atacada por la luz del propio microscopio originando un punteado característico.

Ha sido reconocida en algunas muestras en proporciones significativas. Lleva leves inclusiones de calcopirita y está acompañada de galena y de los restantes minerales de plata.

Un diagrama de rayos X realizado mediante el método de polvo con cátodo de Cu y filtro de Ni, registró las siguientes líneas principales que corresponderían al extremo arsenical (pearceita) al compararse con las correspondientes a la ficha N° 8-130 del A.S.T.M.; de una muestra de Aspen, Colorado, Estados Unidos.

<i>Peregrina</i>		<i>Aspen</i>	
dA°	l.	dA°	l.
2,98	mf.	2,97	100
2,84	f	2,80	90
2,44	f	2,47	60
2,33	d.	2,34	50
2,30	m.	2,30	60

mf. muy fuerte; f. fuerte; m. mediana; d. débil.

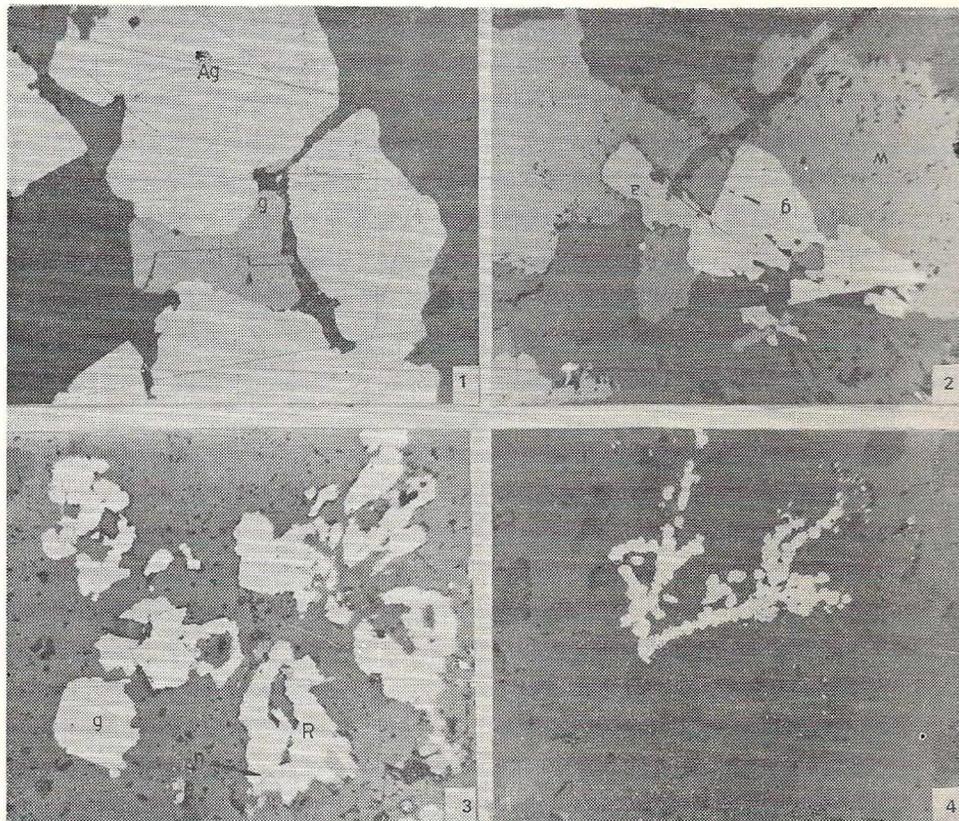
Un análisis espectrográfico semicuantitativo acusó las siguientes proporciones relativas en porcentaje: Ag, componente mayor; Sb, aprox. 1; As, mayor 1; Cu, mayor 1; Ni, 0,03; Ge, 0,03; Sn, 0,01, y Pb, 0,5.

Esta especie ha sido mencionada entre los distintos minerales argentíferos de las vetas de Pircas (AHLFELD y ANGELELLI, op. cit., p. 74 y MALVICINI, 1966).

Tetraedrita: Sulfosal frecuente. En individuos xenomorfos; en agregados de granos algo dentados o en venillas. Su color es gris con tinte oliva y excepcionalmente muestra reflejos internos rojos. Se la observa acompañando a la calcopirita y galena con los que forma intercrecimientos simples. Es sustituida principalmente por polibasita a partir de los bordes de granos y a veces también por otros minerales de plata. En virtud de la presente paragénesis mineral y la presencia de reflejos internos, se presume que se trataría de la variedad argentífera o sea de freibergita.

Miargirita: Se la determinó en varias muestras, acompañando siempre a los rosiclères con los cuales forma crecimientos mirmequíticos. También en granos finos de hasta 150 micrones y en venillas dentro de siderita. Su anisotropía es alta en aceite y escasos sus reflejos internos.

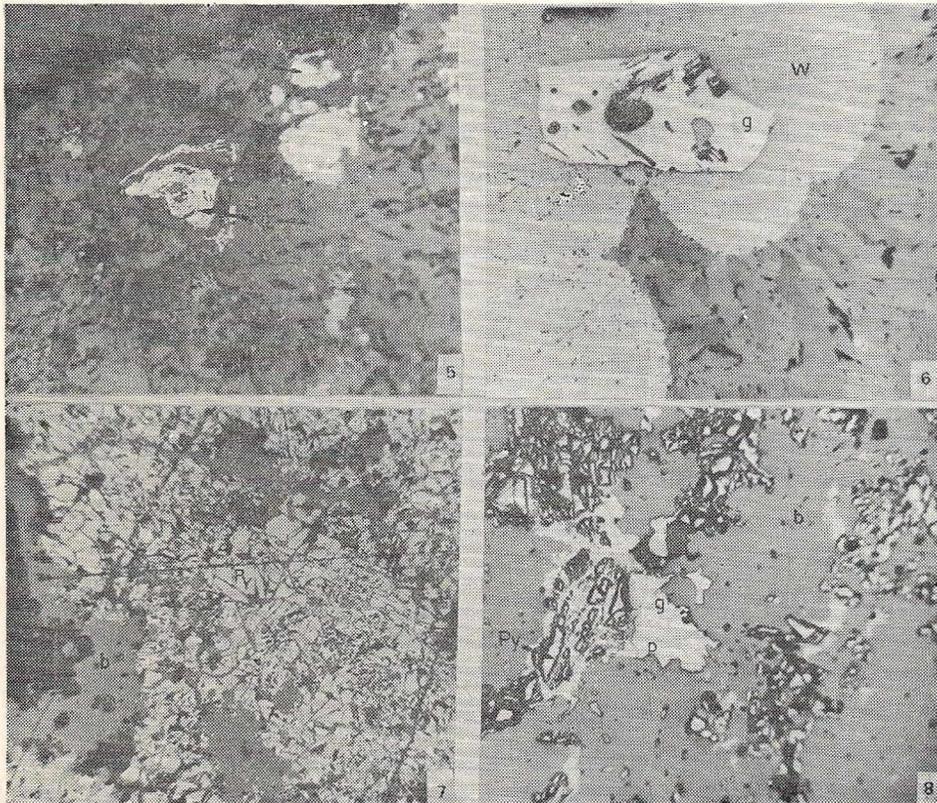
Stephanita: Su participación es escasa, se la distingue por su coloración pardo verdosa con tono rosado, alta anisotropía y ausencia de reflejos internos. Comúnmente se la encuentra intercrecida con polibasita, proustita, pirargirita, argirodita y galena. En granos irregulares de alrededor de 100 micrones.



Microfotografías —Inmersión en aceite x210—. N^o 1. Plata nativa (Ag) sustituye en parte a galena (g). Siderita (gris oscuro). N^o 2. Wurzita (w) que reemplaza a galena (g) que a su vez es sustituida por argentita (a). En siderita. N^o 3. Se observa rammelsbergita (R) que sustituye a galena (g) y que contiene pequeños granos residuales de niquelina (n). N^o 4. Rammelsbergita de aspecto esquelético o dendrítico.

Un diagrama de rayos X, efectuado con cátodo de Cu, y filtro de Ni, reveló los siguientes espaciados principales que se confrontan con los de la ficha nº 8-123, del A.S.T.M. del mineral proveniente de Minas Keeleys, Lorraine, Ontario (Canadá).

<i>Peregrina</i>		<i>Mina Keeley</i>	
dA°	l	dA°	l
3,55	d	3,56	30
3.07	mf.	3.08	100
2.89	f	2.89	60
2.59	f	2.58	90
2.11	f	2.13	50



Microfotografía —Inmersión en aceite x 210—. Nº 5. Se observa (c) Skuterrudita (cloantita) zonada e individuos de safflorita (s). Nº 6. Galena (g) en wurzita y siderita (negro). Se observa débil sustitución que acompañó al relleno de fractura.

Nº 8. Pirita en galena (g) y Blenda (b); poarceita-polibasita (p) que tiende a reemplazar a galena (g).

Argirodita: Esta sulfosal, frecuente, aparece íntimamente asociada a polibasita, stephanita, proustita, galena y raramente a blenda. Sus granos son de reducidas dimensiones generalmente inferior a 90 micrones. Bajo el microscopio se la observa de color gris pardusco, con tono algo rosado a violeta. No muestra reflejos internos y su anisotropía es débil. Para su identificación se procedió además de evaluar sus propiedades ópticas, a la realización de diagramas de rayos X, a un análisis espectrográfico semicuantitativo y finalmente a los registros de la microsonda.

Se comparan los espaciados principales del mineral de "Peregrina", obtenidos por el método de polvo con cátodo de Cu, y filtro de Ni, y los de una muestra de Machacamarca, Bolivia, registrada en la ficha nº 14-356 del A.S.T.M

<i>Peregrina</i>		<i>Machacamarca</i>	
dA°	1	dA°	1
3.03	mf.	3.02	100
2.66	f	2.66	40
2.43	d	2.44	30
1.85	f	1.863	50
1.74	m.	1.784	20

El análisis espectrográfico reveló los siguientes valores: Ag, componente mayor; Ge, mayor de 1000 ppm. y Sn, aproximadamente 100 ppm.

En lo referente a su investigación por microsonda, se puso de manifiesto, al igual que lo detectado por el análisis espectrográfico, la presencia de germanio, elemento éste que estaría además presente en la galena y plata nativa (Fig. 2).

La detección de Ge y la muy escasa participación de Sn parece indicar que este mineral corresponde al primer término de la serie argirodita-canfieldita, especie esta última cuya existencia fue comprobada en las vetas argento-estanníferas de Pircas (AHLFELD y ANGELELLI, op. cit., p. 73 y MALVICINI, 1966).

Minerales de cobalto y níquel

Rammelsbergita: Dentro de los minerales de cobalto y níquel es relativamente abundante. La mención de pirita arsenical por parte de BONDENBENDER, y otros investigadores se refiere sin lugar a dudas a la especie que nos ocupa. Su existencia ha sido comprobada en la casi totalidad de las muestras estudiadas. Al microscopio se la observa bajo diferentes formas, en granos festoneados que engloban y sustituyen a la níquelina, como consecuencia de un aumento de arsénico en las soluciones; en agregados dentados coliformes o bien como cristales de crecimiento esquelíticos en siderita (foto 3 y 4). Es dable observar a este arseniuro como orlas o coronas que envuelven a granos de galena, plata rojas, polibasita y tetraedrita. La distinta manera de presentarse indicaría por lo menos dos generaciones, siendo la de tipo coliforme la más joven. Bajo el microscopio muestra un color blanco intenso, débil pleocroismo y una fuerte anisotropía bajo inmersión de aceite. En algunas secciones con nicoles cruzados y previo ataque con ácido nítrico se reconocen maclas polisintéticas.

Niquelina: Observada por AHLFELD (en AHLFELD y ANGELELLI, op. cit., p. 64), en muestras existentes en el Museo Mineralógico de la entonces Dirección de Minas y Geología de la Nación, como pequeñas masas compactas acompañando a minerales de plata. Mineral poco frecuente; se le identificó en solo tres de las muestras estudiadas, donde se le observa englobada a modo de islas

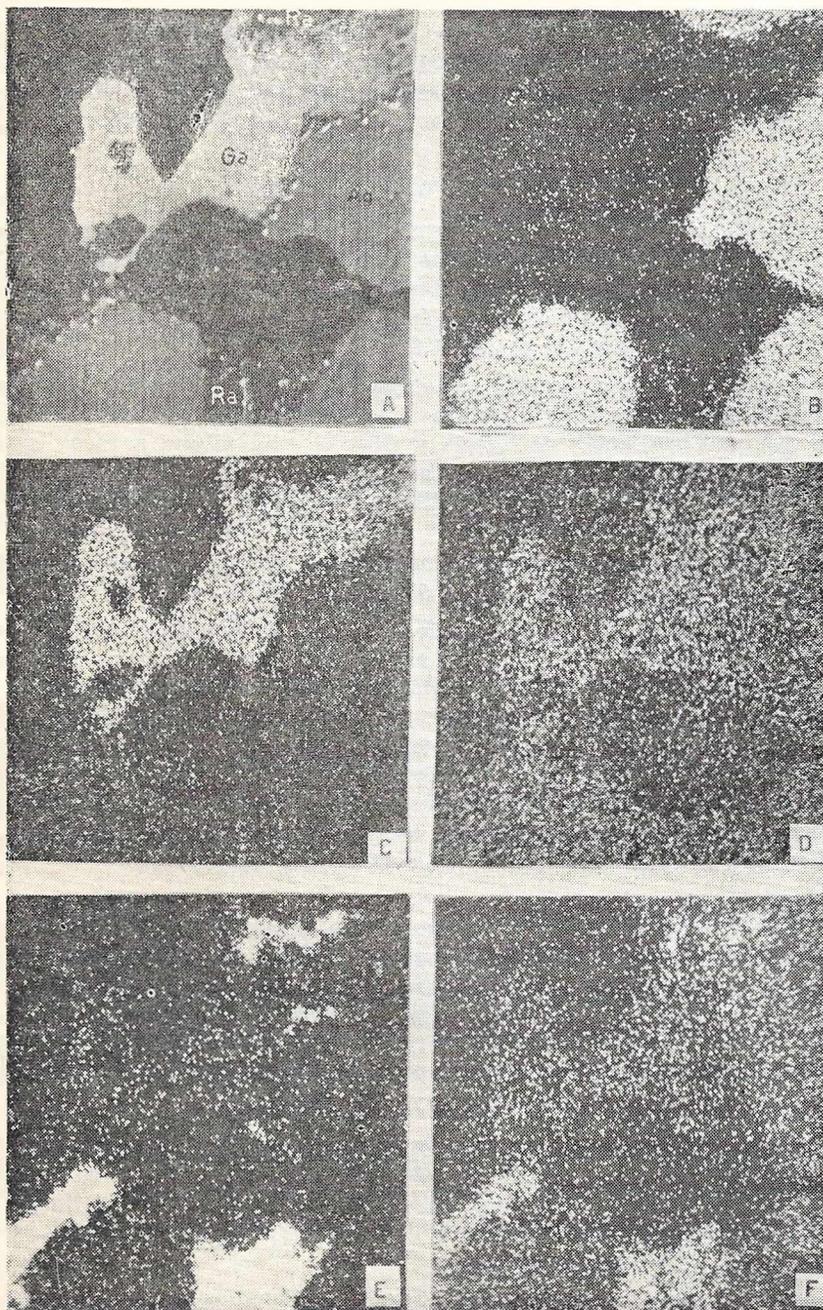


Figura 2. A. Imagen electrónica positiva, E. secundarios. 300 x 300 μ . (Ga) galena; (Ag) plata nativa; (Ra) rammelsbergita; negro siderita. B. Imagen "X" de A. Rad. Ag $L\alpha_1$. C. Imagen "X" de "A". Rad. Pb $L\beta_1$. D. Imagen "X" de A. Rad. Ge $K\alpha_1$. E. Imagen "X" de A. Rad. Ni $K\alpha_1$. F. Imagen "X" de A. Rad. As $K\beta_1$.

en rammelsbergita y/o safflorita que la sustituyen. La niquelina se diferencia de los otros minerales por su color rosado característico y evidente anisotropía.

Cloantita: Esta especie del grupo de los arseniuros cúbicos (serie de la skuterudita) fue identificada sólo en pocas muestras, como individuos aislados de 30 a 70 micrones, con la típica zonación que le caracteriza, incluidos en ganga siderita (foto 5).

Safflorita: Aparece bajo la forma de agregados muy finos (menor de 60 micrones), mostrando las características estrellas originadas por la combinación de tres individuos maclados. Se asocia preferentemente a blenda, aunque también se la encuentra envolviendo a diminutos granos de niquelina.

Minerales metálicos, otros

Blenda-Wurzita: Las dos primeras generaciones de blenda, se presentan en granos de hasta 2,3 y 6 mm., a veces mostrando secciones cuadráticas (rombocaedros), de coloración oscura una y clara la otra. El análisis de esta última variedad registra la siguiente composición (ANGELELLI et. al 1973, p. 286): Zn. 65,8 %; Fe. 0,64 %; Mn. 0,095 %; Cd. 0,61 % y S. 32,9 %.

La tercera o última generación constituye agregados de granos mayores, frecuentemente zonados y con estructura concéntrica (tipo schalenblenda) representada por una asociación de blenda y wurzita, esta última a veces en forma de agujas (foto 6) El conjunto muestra una superficie límpida y abundantes reflejos internos rojo-amarillentos. Sustituye a la galena y es cruzada por venillas de roscleres, polibasita y tetraedrita.

Un análisis espectrográfico, semicuantitativo, acusó los siguientes valores: Zn, componente mayor; Cd, 0,5 %; Co, 0,02 %; Ni, 0,01 % y Ag. 0,1 %.

Pirita: Este sulfuro es el primero de los compuestos metálicos en formarse y suele ser relativamente abundante en algunas muestras. De grano fino, se presenta en pequeñas masas o en individuos aislados, ocasionalmente de hasta 3-4 mm. Ha sufrido presiones que han originado, dada su fragilidad, una cataclisis (foto 7) los espacios motivados como consecuencia de ella, dieron paso a soluciones mineralizantes cuyo contenido ocuparon los mismos, con reemplazo de gran parte de la pirita. En muchos casos sólo se observan evidencias esqueléticas dentro de sulfuros más jóvenes, esto es blenda, galena, calcopirita. Asimismo se notan venillas compuestas por minerales argentíferos.

Galena: En pequeños individuos asociados a blenda y otros sulfuros, en siderita I. Es frecuente pero menos abundante que el sulfuro de zinc. Se definieron dos generaciones; una primera acompañada de blenda más o menos contemporánea, y una segunda que es reemplazada por blenda-wurzita (foto 8). Esta muestra tendencia al idiomorfismo y se halla ligada íntimamente a los minerales de plata, con los cuales forma intercrecimientos mirmequíticos integrados esencialmente por tetraedrita (freibergita ?) roscleres y polibasita, conjunto que a su vez es sustituido por argentita y plata nativa.

Calcopirita: Se ha formado tempranamente, luego de la venida de la pirita. No presenta características especiales. Aparece en placas medianas, rodeadas o atravesadas por galena y blenda, y sustituyendo a su vez a la pirita. Una segunda generación se distingue en laminillas, venas y/o intercrecida en tetraedrita y polibasita.

Marcasita: Menos común que la pirita, a la cual suele estar asociada en agregados dentados, de buen desarrollo. Una generación más joven de este bisulfuro se le observa en granos muy finos cementando y en parte reemplazando a una microbrecha constituida principalmente por blenda, siderita, proustita y galena.

Minerales de ganda

Siderita: Macroscópicamente se reconocen dos generaciones. Siderita I, en masas de granos de 1 a 2 mm. y algo más, de color blanco ligeramente marrón a rosado. En agregados de rosetas y también del tipo mamelonar. En partes este carbonato se le observa libre de sulfuros, o con escasa participación de ellos; en otras su presencia puede ser llamativa. La siderita II, se muestra en masas de cristales mayores, conformando capas de algunos centímetros de espesor, de color pardo claro, hasta miel en estado fresco y oscura cuando se encuentra ligeramente alterada. En "La Viuda", la siderita II, constituye capas de textura fibrosa similar a la que ofrece la rodocrosita de Capillitas, alteradas, de 3 a 5 cm. Las vetas del sector oriental de Cerro Negro, son más ricas en carbonato que las del grupo "Peregrina".

BODENBENDER (op. cit., p. 432), al referirse a este carbonato señala la existencia conjunta de rodocrosita por el elevado contenido en carbonato de manganeso (90 %).

Se trata acorde con nuestra investigación de un carbonato portador de manganeso y calcio, cuyo análisis efectuado en los laboratorios del actual Servicio Minero Nacional, correspondiente a la siderita I y II, e incluyendo —a título comparativo— la del distrito argentífero de Paramillo de Uspallata (Mendoza), se indica a continuación en porcientos:

	1	2	3	4
Ins. en HCl	0,8	0,3	0,5	0,9
Hierro en FeO	23,7	41,7	44,6	47,2
Manganeso en MnO	31,0	15,8	15,0	12,9
Calcio en CaO	6,0	3,0	2,8	0,3
Magnesio en Mg	0,5	—	—	—
Carbonato en CO ₂ (calculado)	38,4	37,6	38,7	39,6

- 1 Siderita I ("Peregrina").
- 2 Siderita II ("San Andrés").
- 3 Siderita II ("La Viuda").
- 4 Siderita (Paramillo de Uspallata).

Baritina: De dos generaciones. En asociación de cristales laminares anterior a la siderita II, en tablillas de 0,5 a 1 mm de espesor por 25 cm de largo, en "San Andrés". La baritina II, se presenta como pequeños individuos emplazados sobre la generación anterior.

En las muestras estudiadas de "Peregrina", este sulfato se lo observó ocasionalmente como delgados individuos tabulares.

Cuarzo: Como en el caso anterior escasa es la participación de este mineral en las muestras estudiadas como asimismo en el material de los desmontes. Se presenta en pequeñas guías sobre las que se suele observar siderita II, de textura fibrosa. También como finos cristales recubriendo cavidades y pequeñas drusas.

Calcita: De muy escasa participación se la observa como agregados de finos cristales escalenoédricos dispuesto generalmente sobre minerales de plata en drusas.

Secuencia. Posición genética

Determinadas las especies mineralógicas que participan de la composición de los ejemplares investigados de "Peregrina" en particular, para completar el cuadro del presente trabajo restaría definir su orden de depositación, a la vez que las condiciones de formación y posible procedencia de las soluciones mineralizantes.

Los objetivos expresados tendrían un mayor apoyo si se dispusiera de una mayor información respecto del yacimiento en sí, al no haber podido recorrer su laboreo por las causas ya señaladas. Tampoco se tiene referencia alguna de estudios posteriores a su paralización, en lo que atañe al alcance de la acción metéorica sobre el material de la veta y por ende de su zona de oxidación y enriquecimiento.

A juzgar por el grado de alteración observado en el material de los desmontes, la zona de oxidación aparentemente no tendría un desarrollo llamativo, lo atestigua la carencia de material ferro-manganífero terroso, de estructuras porosas. Lo expresado define en consecuencia también el alcance de la zona de cementación o enriquecimiento secundario, ya que depende de la de aquélla.

Del conjunto de observaciones macroscópicas y en particular de las registradas en el estudio de los cortes pulidos, en lo que concierne a textura, estructura y relación de las especies entre sí se ha llegado a establecer el orden de depositación y recurrencias de los minerales como lo indica el esquema del Cuadro I.

SECUENCIA PARAGENETICA

CUADRO 1

SIDERITA	██████████	██████████	
CUARZO		██████████	██████████
PIRITA	██████████		██████████
CALCOPIRITA	██████████		██████████
BLENDA-WURZITA	██████████	██████████	██████████
GALENA	██████████	██████████	
NIQUELINA		██████████	
CLOANTITA		██████████	
RAMMEL SBERGITA		██████████	██████████
SAFFLORITA		██████████	██████████
TETRAEDRITA		██████████	
PIRARGIRITA		██████████	
PROUSTITA		██████████	
MIARGIRITA		██████████	
STEPHANITA		██████████	
PEARCEITA - POLIBASITA		██████████	
ARGIRODITA		██████████	
BARITITA		██████████	██████████
ARGENTITA		██████████	██████████
PLATA NATIVA		██████████	██████████
MARCASITA			██████████
CALCITA			██████████

Bien sabido es que los compuestos de plata en general pueden tener un origen hipogénico o supergénico, esto es de soluciones ascendentes o descendentes, respectivamente.

En nuestro caso se ha podido establecer la naturaleza hipogénica de los minerales señalados en el citado esquema, salvo los casos en que se atribuye una supergénica en una muestra de la argentita y en otra a la plata nativa.

El esquema de referencia indica que el proceso de mineralización tuvo lugar a través de tres etapas o períodos o pulsaciones.

Las primeras soluciones bicarbonatadas motivan la formación de siderita relativamente rica en calcio, quizá un miembro intermedio entre ésta y la ankerita. El contenido en S de las mismas se combina con el Pb, Fe, Cu, Zn, formando los sulfuros básicos, con preferencia de la blenda en cuanto a proporcionalidad.

En el segundo período hay depositación de cuarzo seguida de siderita, esta vez de menor proporción de calcio y manganeso pero mayor en hierro. Se presenta un marcado aporte de As y Sb. Corresponde aquí la precipitación de los minerales de plata en su mayor parte. El pequeño contenido en Co, y Ni, se deposita como arseniuros y a esta microparagénesis arsenical acompañada de proustita, le sigue la resultante de un incremento en el contenido de Sb, con la formación de sulfosales para concluir con argentita y plata nativa.

Finalmente, en la última pulsación hay un aporte particular en biendawurzita, argentita e incluso en plata nativa.

Respecto de la asociación revelada Ag-Ni-Co, cabe señalar que no se comprobó la existencia de U, pero sí pequeñísimas proporciones de Bi y Au, según los análisis proporcionados por la microsonda electrónica.

A juzgar por la textura del mineral de "Peregrina", podría afirmarse que los minerales se depositaron en condiciones de temperatura relativamente baja, a una profundidad cercana a la superficie, lo que ubicaría al yacimiento en la zona epitermal quizás en su parte basal, como resultado del relleno de espacios abiertos con desconocimiento de que si su roca encajante experimentó o no una alteración hidrotermal, la que en caso afirmativo no pasaría quizás de una ligera silicificación.

En lo que atañe a la roca ígnea a la cual podría relacionarse la mineralización, coincidimos con BODENBENDER (1922) en considerar a las rocas riódacíticas de la región de edad terciaria. Este autor, por otra parte, sugiere una vinculación genética entre los yacimientos de cobre y los de plata de Famatina, siendo estos últimos los más jóvenes y en condiciones de formación distintos de aquellos que se consideran mesotermales.

AGRADECIMIENTO

Los autores desean agradecer a las autoridades del C.O.N.I.C.E.T., por haber brindado la oportunidad de ejecutar el presente trabajo. Asimismo, expresan su reconocimiento al Dr. M. Kejner, director del Plan La Rioja, por las facilidades recibidas en campaña; al Dr. J. Sosa, del L.E.M.I.T., por las determinaciones químicas y al Lic. E. Palamarczuk por la colaboración prestada en la obtención de las microfotografías.

BIBLIOGRAFIA

- AHLFELD, F. y ANGELELLI, V. 1948. — Las especies minerales de la República Argentina. *Universidad Nac. de Tucumán. Instituto Geológico y Minero, Jujuy.*
- ANGELELLI, V.; BROOKORB, M.; NICOLLI, M. y SCHALAMUK, I. 1973. — Estudio sobre Blendas Argentinas. *Rev. Asoc. Geol. Arg., 28 (3): 275-291.*
- ALLCHURCH, J. 1895. — Expediciones Mineras. *Memorias del Dpto. Nac. de Minería.* Buenos Aires: 201-208.

- BODENBENDER, G. 1913. — La formación de plata metálica y de los filones argen-
tíferos en el Famatina (Comunicaciones mineras y mineralógicas). Ccl.
Acad. Nac. de Ciencias de Córdoba, 19: 429-440.
- 1922. — El Nevado de Famatina. An. Minist. de Agricultura. Sec. Geol. y
Min., Buenos Aires, 16 (1).
- DE ALBA, E. 1960. — Descripción geológica de la hoja 16d, Chilecito, provincia
de La Rioja. *Dirrec. Nac. de Geol. y Min.* Buenos Aires.
- 1972. — Sistema de Famatina (en Geología Regional Argentina). *Acad. Nac.
de Ciencias de Córdoba*.
- FERNÁNDEZ AGUILAR, R. 1942. — El mineral de hierro del distrito Cerro Negro,
Chilecito, La Rioja. *Div. Min. y Geol. Buenos Aires* (inédito).
- MALVICINI, L. 1966. — Mineralogía y génesis de Pirquitas. *Tesis doctoral, Fac. de
Cs. Exactas y Naturales. U.B.A.* (inédito).
- RICKARD, I. F. 1869. — Informe sobre los distritos minerales, minas y estable-
cimientos de la República Argentina en 1868-69. *Pub. Oficial del Ministerio
del Interior. Buenos Aires*.
- RIGAL, R. 1940. — Minería de hierro y carbón de la Sierra de Famatina, La Rioja.
Dirrec. de Minas y Geología. Buenos Aires (inédito).
- SERVICIO NACIONAL MINERO-GEOLÓGICO, 1973. — Exploraciones Geológico-Minero
de la provincia de La Rioja (Plan La Rioja). *Minist. de Economía, Subse-
cretaría de Minería, Buenos Aires*.
- STELZNER, A. 1885. — Beitrage Zeir Geologie and Paleontologie de Argentinis-
cher Republics. *I Cassel und Berlein*.
- TURNER, J. C. 1971. — Descripción Geológica de la Hoja 15d, Famatina, provincia
de La Rioja. *Dirrec. Nacional de Geol. y Minería*.
- VITEAU, P. 1910. — Informe sobre el estado de la minería de los distritos de
Famatina y Guandacol. *An. Minist. Agroc., Sec. Geol y Minería. Buenos
Aires*. 5 (1).