

## **MINERÍA RETROSPECTIVA DEL BISMUTO EN LA PROVINCIA DE CÓRDOBA**

ESTEBAN MÁRQUEZ TRIGUERO  
ACADÉMICO CORRESPONDIENTE

### **Introducción.**

Exmos. e Ilmos. Sres; Sres. Académicos; Sras. y Sres: El principal motivo de exponer el presente tema geo-histórico sobre la provincia de Córdoba es el poder ofrecer –a petición de algunos estudiosos– un resumen o síntesis de la minería del bismuto, hoy desaparecida y olvidada, y llamar la atención a los estamentos responsables del desarrollo económico de la comarca de Los Pedroches.

Veamos en primer lugar, también a modo de síntesis, la Geología de la región donde se ubicaban los yacimientos y la génesis de los mismos.

### **1.– Geología de la región.**

La región donde se encontraban los criaderos bismutíferos, explotados en la primera mitad del presente siglo, se halla al N. de la provincia de Córdoba, en la comarca denominada Valle de Los Pedroches. Con el fin de esclarecer de una manera detallada la importancia de estos yacimientos minerales y poder disponer de un estudio de conjunto de los mismos, se hace necesaria una revisión de los conocimientos existentes hasta ahora sobre su génesis y explotación, y, al mismo tiempo, sobre la historia de su minería.

–Permítanme que utilice lo menos posible la terminología científica para mayor claridad y comprensión del tema, aunque a veces su utilización será indispensable y pido disculpas por ello a quienes todavía no se hallen introducidos en los temas geológicos. Explicar aquí el significado de tales vocablos nos ocuparía más tiempo del permitido y daría lugar, tal vez, a otro tipo de conferencia–.

El asomo granítico de Los Pedroches representa a un retazo del continente noratlántico, que comprende parte de la zona siálica ascendida en forma de intrusión, con sus características apófisis marginales. Constituye, al mismo tiempo,

parte del macizo hespérico, Arqueo-Hispania, representado por el eje erosionado de un gran sinclinal en la sucesión de pliegues de Sierra Morena, bordeado por los sedimentos paleozoicos, que se amoldan a la masa granítica central determinando dos zonas de contacto. Se presenta en forma de un gran lentejón, de dirección NW-SE, que es la del pliegue herciniano, ocupando la parte central del Valle de Los Pedroches y prolongándose por las provincias de Jaén y Badajoz. Su mayor amplitud corresponde a la línea Pozoblanco-Torrecampo, en cuyas zonas de contacto se ubican al mismo tiempo los criaderos bismutíferos.

Aunque en su conjunto se trata de una unidad petrográfica muy homogénea, si se estudian detenidamente sus caracteres locales podrá reconocerse gran número de zonas y diques de diferenciación magmática, y dirección herciniana, que dan lugar a diversas rocas de carácter ácido e intermedio. Al mismo tiempo, el batolito granítico se halla atravesado en sentido normal a sus contactos por una típica red de fisuras epigenéticas, que penetran en la serie pizarrosa del paleozoico, dando lugar a los yacimientos minerales.

La secuencia estratigráfica, que se adapta a sus contactos como resultado de la mecánica de la intrusión del batolito, describe un agudo sinclinal desde la serie pizarrosa del Carbonífero inferior, hasta los tramos de las cuarcitas armoricanas, pasando por los niveles de areniscas y cuarcitas del Devónico medio y superior, con su abundante y característica fauna; las ampelitas del Gotlandés en el Silúrico medio, con la presencia de graptolitos, y las areniscas y pizarras del Ordoviciense medio.

## 2.- Génesis de los yacimientos.

Como síntesis de la formación de los criaderos bismutíferos de la región metalogénica cordobesa se puede afirmar que la red de filones que cruzan a la masa granítica y penetran en las pizarras de sus contactos, corresponden a la serie de yacimientos epigénéticos y de origen hidrotermal. Fisuras que tuvieron lugar durante el plegamiento alpino una vez consolidado el orogén.

Su paragénesis a partir del eje del batolito granítico es la siguiente:



El segundo grupo, al que pertenecen los depósitos bismutíferos, se halla ubicado en las zonas de ambos contactos, ya en el tramo pizarroso, y dentro de la aureola de metamorfismo, una vez terminados los minerales de cobre encajados en el granito. Los yacimientos aparecen relacionados con las zonas marginales del gran batolito y las apófisis de magmas residuales de sus contactos, con el aporte de sustancias mineralizadoras, como sucede en otras regiones de Europa, con las que guardan notables analogías, en especial con los yacimientos de Joachimstahl y Annaberg en Sajonia.

A igual que en los criaderos centroeuropeos, a los minerales de bismuto van asociados otros de níquel y cobalto, además de plata, oro, platino, mercurio, uranio y sulfuros de hierro. De ahí que sean ligeramente radiactivos.

Los minerales explotados en el grupo de yacimientos, así como su proporción y la mayor o menor frecuencia de los mismos, han sido los siguientes:

*Bismuto nativo* (Bi) = 95-97% Bi. Bastante frecuente.

*Bismutina-sulfuro* ( $\text{Bi}_2\text{S}_3$ ) = 33-70% Bi. Muy abundante.

*Bismutita-carbonatos* ( $3\text{SiCO}_2 + \text{H}_2\text{Bi}_3\text{O}_6$ ) = 87%Bi. Poco frecuente.

*Eulitina-silicato* ( $3\text{Bi}_2\text{O}_5 \cdot 3\text{SiO}_2$ ) = 83\*Bi. Rara vez.

*Bismutocre-sexquióxido* ( $\text{Bi}_2\text{O}_3$ ) = 32-70WBi. En combinación con la Bismutina. Muy frecuente.

*Bismita-óxido* ( $\text{Bi}_2\text{O}_3$ ). Rara vez. Fue descrita por primera vez en España, procedente de la mina "San Jaime" de Torrecampo, por el profesor de la Universidad de Sevilla, CASTRO BAREA. En la misma mina fue reconocida la existencia de la *Hauquecornita*, con Bi, Ni, Co y Fe.

Los referidos criaderos cordobeses presentan forma atípica columnar y arrosariada, dando lugar a grandes bolsadas de minerales bismutíferos, encajantes en la roca pizarrosa, en forma de relleno de las fisuras filonianas; algunas veces de naturaleza brechoide, dando lugar, entonces, a nódulos, vetas y lentejones dentro de la ganga espática y cuarcifera, con las arcillas o fragmentos de roca encajante. La altura de tales depósitos columnares ha llegado hasta los 125 m. de profundidad en sus explotaciones, con recorrido de 10 á 30 m. y una anchura de 0,15 á 0,60 m. La extensión del campo filoniano a lo largo de los tramos pizarrosos viene a ser de unos 50 km., llegando a coincidir con la mayor anchura del lentejón granítico, o sea desde el término de Montoro al E. hasta El Guijo en el extremo W., ocupando los términos de Torrecampo, Conquista y Azuel por el N. y los de Villanueva de Córdoba y Pozoblanco por el S. A veces presentan típicas hendiduras transversales de descomprensión, secantes a los filones bismutíferos en el sentido de la serie estratigráfica, denominadas fallas en la localidad, en las que penetran escasamente los agentes mineralizadores.

Otros yacimientos relacionados con el batolito de Los Pedroches, más raros que los anteriores, y de menor importancia, se han descubierto dentro de la masa granítica y pertenecientes al período pegmatítico-neumatolítico, con bismuto nativo y minerales asociados de cobre, oro y wolframio, con ganga de cuarzo hialino, micas y turmalinas.

### 3.- Minería retrospectiva.

El descubrimiento de los minerales de bismuto en la provincia de Córdoba tuvo lugar de manera fortuita en el año 1905 en la que después sería la famosa mina "Angelita", del término de Torrecampo, al reconocer una antigua labor de época romana que se encontraba rellena con 14 tn. de mineral –hasta entonces desconocido– que había sido extraído de la montera del filón. Al ser analizado en Córdoba pudo comprobarse que no se trataba del histórico mineral de estaño, tan codiciado en la antigüedad, como en principio se pensó, sino del valioso y nuevo

mineral, que ya se explotaba en las minas alemanas, llamando poderosamente la atención y despertando el lógico interés en la comarca, que en adelante ofrecería nuevos e interesantes hallazgos.

Al año siguiente ya se extrajeron de este importante yacimiento 94 tn. de mineral y existían 9 denuncias más situadas en el contacto N. en términos de Torrecampo, Conquista y Azuel. En 1906 se inició la explotación de la famosa mina "San Sixto" de Conquista, existiendo un total de 14 concesiones mineras, entre ellas la no menos famosa de "San Jaime", también del término de Torrecampo, cuya explotación se inició con gran éxito. De este modo se contaba ya en la provincia de Córdoba con las tres minas mejores de Europa, tanto por la calidad como por la abundancia de sus minerales. Su alto precio en el mercado mundial dio origen a la solicitud de numerosos registros mineros en el término de Torrecampo, que es donde se encontraban los mejores yacimientos, la mayoría de ellos solicitados por las dos personas que se ocupaban más de su explotación, como eran los Sres. D. José Alcántara, concesionario de las minas en actividad "Fernandín" y "San Jaime" y D. Juan José Toril que lo era de la llamada "Angelita" –vulgarmente denominada de "El Guita"–. La actividad de estas minas fue importante desde su inicio hasta el año 1926, en que decreció la producción, en la primera por el exceso de agua y en la segunda al haberse perdido la continuidad de la bolsada con la aparición de una nueva falla que cortaba y enmascaraba la posible mineralización, aparte de la mayor presencia de sulfuros de hierro.

En la mina "San Jaime" –llamada también "Los Rubiales"– se llegó en 1928 a la profundidad de 126 m. en el pozo-maestro, provisto de una calderilla para almacenamiento del agua subterránea, que presentaba en el mes de Enero un aforo de 350 m<sup>3</sup> en las 24 h. –Tengamos en cuenta este valioso dato para el estudio de las posibilidades hidrológicas de la comarca, al que ciertas personas responsables de llevar a cabo los planes locales de investigación no hacen el mínimo caso, acudiendo a zahoríes y a personas indocumentadas dentro de la más absurda y desleal competencia–. El agua de esta mina era extraída por medio de una bomba accionada por aire comprimido, que expulsaba 24 m<sup>3</sup>/h y la elevaba hasta 25 m. de altura sobre la caldera del pozo principal, donde se instaló el depósito de almacenamiento de donde la tomaban las cajas de desagüe de válvula inferior automática que la elevaban al exterior a los depósitos correspondientes. De aquí pasaba a los lavaderos y al mantenimiento y alimentación de las calderas, y el resto era destinado para riego. El castillete metálico del pozo principal tenía 10 m. de altura y la extracción estaba servida por una máquina horizontal de dos cilindros de vapor de 50 HP de fuerza y tambores para cables redondos y accionamiento por embrague, como en las restantes minas de la zona. La producción de esta mina fue desde el año 1918 al 1927 de 379,80 Tn. de mineral con una ley media del 20% de Bi y su criadero estaba formado por una veta principal y otras menores paralelas a ella.

Durante los últimos meses del año 1926 la mina "San Jaime" tuvo paralizados sus trabajos por inundaciones de sus labores hasta el nivel 80, por tener que parar la máquina de extracción, con la que se hacía el desagüe. El Gobierno había dictado restricciones en los suministros de carbón, a causa de la huelga inglesa, para el suministro de los ferrocarriles, y la "S.M.M. de

Peñarroya" no remitía el carbón craso necesario.

En cuanto a la mina "Angelita", ubicada también en el término de Torrecampo, fue reconocido el filón principal hasta la profundidad de 124 m. con un aforo de 70 m<sup>3</sup> de agua en las 24 horas, que se realizaba por medio de cajas. La ley de sus minerales era de 28 al 32% de Bi, habiendo sacado alguna partida con más del 42%. Su producción fue de 443,30 Tn. solamente desde el año 1921 al 1927.

En 1906 la "Sociedad Bismutífera de Conquista" inició la explotación del grupo de "San Sixto", del término de esta villa, cuyo filón principal fue reconocido en 300 m. de recorrido con dos importantes columnas mineralizadas; una de 45 m. y otra de 35 m. de corrida. Otros yacimientos de importancia dentro de su área fueron los de las minas "Carmen", "Solanita", "Sixto Oeste", "San Ernesto", "San Isidro", "San Gerardo" y "La Llave". Sus minerales bismutíferos estaban asociados a otros de níquel y cobalto. Su explotación, que había alcanzado 105 m., se paralizó en 1927, habiendo producido el conjunto de minas de su grupo en el tiempo de su laboreo unas 600 Tn. de mineral con ley media del 25% Bi.

En las minas de Azuel existía una serie de filones con los minerales de bismuto asociados igualmente a los de níquel y cobalto, así como la plata en estado nativo, acusándose en los filones inmediatos la presencia del plomo, cobre y piritas arsenicales.

La producción de bismuto en la provincia de Córdoba, desde el principio de las labores en 1907 al 1927 fue de 1.436,15 Tn. de mineral, con leyes que oscilaban desde el 15 al 45% Bi, viniendo a representar el 20% de la producción mundial. El mineral de estos criaderos era tratado cada dos meses en la fundición de la comunidad "Alcántara-Palacios" de Córdoba, que pertenecía al trust boliviano que tenía acaparada la producción mundial, no interesando, por lo tanto, a las minas "Angelita" y "San Jaime" aumentar su producción para evitar la bajada del precio del mismo.

En 1930 se descubrieron los yacimientos del contacto Sur del batolito, iniciándose el reconocimiento de seis nuevas minas: Tres en el término de Villanueva de Córdoba, dos en el de Pozoblanco y una en la de Montoro, siendo la más importante, en sus comienzos, la concesión "María Juana" de este último término. En 1931 comenzaron con éxito los trabajos en las minas "San Miguel", "Bienvenida", "Lolita", "Santa María", "San Hermenegildo", "La Loma", Yo he descubierto "La Loma" y "La Espuela de San Miguel", deteniendo la marcha de la producción a causa de la crisis del mercado de compra. Ante la crisis general, la disolución del Sindicato, que era el comprador universal, había afectado profundamente al mercado de los minerales de bismuto. Aparte, las minas de la provincia eran explotadas por sociedades compuestas por individuos de la localidad donde radicaban, de escaso poder económico y con mala administración, viéndose obligados, por no poder resistir los malos tiempos, a la suspensión de los trabajos. De todas ellas era la mina "Lolita", del término de Pozoblanco, la que marchaba con más regularidad. La explotación de este grupo de minas se llevaba a cabo sin los medios económicos necesarios y en las peores condiciones posibles, como sucedió con la famosa mina "Angelita", que en otras manos y en otras condiciones hubiera tenido el yacimiento la importancia que merecía. Los explotadores de esta zona, para poder emanciparse de la fundición de Córdoba, que les imponía los precios, acordaron establecer en Pozoblanco una pequeña fundición

bajo la gerencia de D. José Madueño, propietario de algunas minas y otra en Villanueva de Córdoba propiedad de D. Rogelio Camacho.

El movimiento revolucionario de Octubre de 1934, llevado a cabo por mineros, tuvo su negativa repercusión en la marcha de la minería de la región, que iba decreciendo, y las explotaciones esporádicas de bismuto, con un mercado muy limitado, no pudieron desarrollar toda su producción ante el posible derrumbamiento de los precios. Así se pasa toda la Guerra Civil, sin rendimiento alguno. Gran parte de las instalaciones fueron destruidas y ante las dificultades económicas de la región estaban prácticamente abandonadas en 1939 la mayoría de las labores mineras.

Vuelve a resurgir en 1940 la minería del bismuto de la provincia de Córdoba a causa del aumento de los precios, fijado por la Dirección General de Minas con objeto de estimular la producción, tan indispensable para la fabricación de ciertos productos farmacéuticos y aleaciones metalúrgicas. Fueron numerosísimos los trabajos de investigación llevados a cabo sin gran éxito, aunque habían permitido, juntamente con la producción de las minas existentes, cubrir las necesidades del mercado nacional. Se pone nuevamente en explotación la mina "La Espuela de San Miguel" por la "Empresa Bismutífera de Villanueva de Córdoba", constituida por los vecinos de aquella localidad Juan Camacho, Andrés Higuera, Isidoro Martos, Zacarías Muñoz y José Sánchez Susín, cuyos minerales son tratados en la fundición de esta localidad.

No se puede hablar del desarrollo de la minería del bismuto sin recordar al insigne ingeniero de Minas D. Antonio Carbonell Trillo-Figueroa, a quien se debe gran número de estudios de los nuevos criaderos que se iban descubriendo y de otros que ya estaban en explotación, bajo su dirección en el distrito minero de Córdoba. Su ingente labor investigadora queda compendiada en la extensa bibliografía que acompañamos. En Febrero de 1940, y a petición de los mineros del bismuto, solicita de la Dirección General de Minas la aplicación de los trámites de expropiación forzosa para el Valle de Los Pedroches, con el fin de facilitar los trabajos de investigación de los minerales de bismuto.

En 1942 vuelve la mina "San Sixto" de Conquista a ponerse en pleno rendimiento con 125 tn., como consecuencia de los trabajos anteriores de preparación, a igual que "La Espuela de San Miguel", que iba decayendo por agotamiento —de 38 tn. en 1942 á 10 tn. en 1944— hasta este año, en que se paralizaron las labores después de la explotación de la gran columna del nivel 80 y del gran esfuerzo conseguido en el grupo de "San Sixto". Parece ser que contribuyó, además, al abandono de las minas bismutíferas, el interés que había despertado en los mineros de la comarca el descubrimiento del *wolfram*, que se habían movilizado en su búsqueda. De todos modos, las esperanzas de su futuro inmediato eran ya poco halagüeñas.

Termina la guerra europea y las empresas hispano-alemanas "Concesiones Mineras S.A.", primeramente, y "Metalúrgica del Sur, S.A." poco después, inician en el año 1952 una nueva etapa de explotación, llevada a cabo con gran éxito al descubrir nuevas e importantes bolsadas, principalmente en la mina "Lolita", abandonando las labores en el año 1964 por cuestiones de tipo financiero. Se practicaron igualmente nuevos trabajos en las minas "La Espuela de San Miguel"

y “La Bienvenida”, con el hallazgo de nuevas mineralizaciones, y se instaló un importante lavadero y fundición en la Dehesa Boyal de Pozoblanco, de donde el metal era exportado a Inglaterra. —Quisiéramos dejar aquí constancia de la importante labor llevada a cabo por D. Pedro Lara Serrano, natural de Villanueva de Córdoba, como en cargo de la referida fundición, así como de los empresarios mineros D. Julio Madueño y D. Francisco Herruzo, naturales de Pozoblanco—.

Paralizados los trabajos en 1964, pasan en el 1969 a manos de “Industrias Arsenicales Reunidas” cuyo representante, D. Francisco Marfany, las subarrienda a D. Patricio Higuera Cabezas, natural de Villanueva de Córdoba, quien explota con éxito, durante los tres años siguientes, las minas “San Juan de Dios” y la “Prolongación de la Espuela de San Miguel”. Los minerales eran transportados en este corto período a la fundición de Medina del Campo. Continúan nuevos intentos de explotación por parte de compañías mineras de nacionalidad francesa y belga, sin producción alguna, iniciándose un importante plano inclinado en la “Espuela de San Miguel”, que tuvo que ser abandonado en el año 1972 por motivos de inseguridad laboral. Con ello finalizaría el período de explotación de la zona bismutífera de la provincia de Córdoba, que hemos expuesto en síntesis.

En la actualidad España está importando el valioso mineral para cubrir la demanda del mercado interior. Podemos afirmar, sin embargo, que en esta rica y singular comarca bismutífera no se ha llevado a cabo, todavía, un exhaustivo plan de investigación, con miras a la localización de nuevos yacimientos. Trabajo que consideramos necesario y urgente, dado el momento de crisis en que vivimos, pues de su resultado puede depender en parte, como en otros tiempos, el desarrollo de la comarca de Los Pedroches.

## BIBLIOGRAFÍA

- CALDERÓN, S.: *Los minerales de España*. Bol.R. Soc. Esp. Hust. Nat. T. I, 1910.
- CARBONELL TRILLO-FIGUEROA, A.: *Sobre los yacimientos bismutíferos de Azuel*. “Revista Mineras. Serie C, t. XXXIV, 1916.
- CARBONELL TRILLO-FIGUEROA, A.: *España productora de bismuto*. Rev. “Ingeniería y Construcción”. Madrid, Julio 1924.
- CARBONELL TRILLO-FIGUEROA, A.: *La provincia de Córdoba y los minerales raros*. Asoc. Esp. para el Prog. de las Ciens. Congreso de Coimbra de 1925. “Revista Minera, Metalúrgica y de Ingeniería. Madrid 1925.
- CARBONELL TRILLO-FIGUEROA, A.: *Génesis de los principales criaderos metalíferos españoles*. Conf. de la Asoc. Alumn. de Ing. y Arq. “Revista Minera” Serie C, t.XLIV, 1926
- CARBONELL TRILLO-FIGUEROA, A.: *Los yacimientos de metales poco frecuentes en la Provincia de Córdoba Y en otros lunares comparados a ella geológicamente*. “Revista Minera”. Serie C, t. XLIV, 1926.
- CARBONELL TRILLO-FIGUEROA, A.: *Una nueva zona minera de bismuto en Córdoba*. Bol. de la Cám. Of. Min. de Córdoba, núm. s. 1928.
- CARBONELL TRILLO-FIGUEROA, A.: *Importancia minerometalúrgica de la provincia de*

- Córdoba. Bol. de la Cám. Of. Min. de Córdoba, núms. 2 y 3 (1927), núms. 5, 7 y 8 (1928), núms. 9 y 10 (1929), núms. 11, 12 y 13 (1930).
- CARBONELL TRILLO-FIGUEROA, A.: *Hoja y Memoria explicativa n° 881 (Villanueva de Córdoba)*. 1929.
- CARBONELL TRILLO-FIGUEROA, A.: *Informe sobre la mina de bismuto "San Jaime" del término municipal de Torrecampo (Córdoba)*. Bol. de la Cám. Of. Min. de Córdoba, núm. 16 (1930), núms. 17 y 18 (1931)
- CARBONELL TRILLO-FIGUEROA, A.: *Un siglo de estadística minera en la provincia de Córdoba*. Núm. LIX del Bol. de la R.A. de Córdoba.
- CARBONELL TRILLO-FIGUEROA, A.: *Informe de las minas de bismuto de la zona de Torrecampo-Conquista*. Inst. Geol. y Min. de España. 1946.
- CASTRO BAREA. *Sobre los minerales bismutíferos de la provincia de Córdoba. Presencia de la Bismita*. Bol. R. Soc. Esp. de Hist. Nat. T. XXI, 1921
- CONDE, E.: *Algunos minerales de las minas de Pozoblanco (Córdoba)*. Bol. de la R. Soc. Esp. de Hist. Nat. t. XV. 1915.
- ESPINA Y CAPO, L.: *La superproducción de bismuto de Córdoba*. Bol. de la Cám. Of. Min. de Córdoba. Núm. 11. 1929 "Estadística Minera". Madrid. Años 1905 á 1944.
- FABREGA, P.: *Génesis de los Principales criaderos metalíferos españoles*. Conf. de la Asoc. Alumn. de Ing. y Arq. "Revista Minera", serie C, t.XLIV, 1926
- GAVALA Y LABORDE. *Criaderos minerales de tipo filoniano. Su origen y modo de formación*. "Notas y Comunicaciones" del Inst. Geol. y Min. de Esp. ; n° 15, Madrid 1846.
- GROTH, J.: *La tectonique de la Sierra Morena*. Comp. de la R.A. Sciens. t. CLVIII, París 1901.
- HERNÁNDEZ-PACHECO, P.: *Las cuarcitas bismutíferas de Conquista*. Bol. R. Soc. Esp. de Hist. Nat. t. VII, 1905
- HOREZA Y ORTUÑO, J.: *Teorías sobre metalogenia y estereogénesis de yacimientos*. "Revista minera", C. XLIV.
- LABAIG, A.: *Criaderos de bismuto en Córdoba*. Bol. de la Cám. Of. Min. de Córdoba, núm. 7. 1928
- MÁRQUEZ TRIGUERO, E.: *Contribución al estudio metalogénico de Los Pedroches (Córdoba)*. "Notas y Comunicaciones" del Inst. Geol. y Min. de Esp. N° 82. Madrid, 1966.
- MÁRQUEZ TRIGUERO, E. y GOMEZ MUÑOZ, R.: *Villaralto. Su Mineralogía y Arqueología*. Pozoblanco, 1991.
- MÁRQUEZ TRIGUERO, E.: *Síntesis geológica del batolito de Los Pedroches (Córdoba)*. Bol. de la R. A. de Córdoba. Año LXIV, núm. 125, 1993.
- MÁRQUEZ TRIGUERO, E.: *Historia de la villa de Torrecampo (Córdoba)*. Córdoba, 1994.
- ROSSO DE LUNA, I.: *Fundamentos de Tectónica y Magmatismo*. Esc. Técn. Sup. de Ing. de Min. Madrid, 1963.
- RUBIO, E.: *Sobre una extraña asociación de minerales de bismuto y tungsteno en la Serranía de Ronda*. Revista Minera, C. XLIV.