

*“No me llaméis por mi nombre,
llamadme sólo minero,
que mi nombre ya no existe,
y, si existe, no lo quiero.
Minero, ¡sólo minero!”
(J. M. Morón, Solo minero)*

LA FAJA PIRÍTICA IBÉRICA

Con 5.000 años de historia minera y más de 200 minas abiertas en diferentes épocas, la Faja Pirítica Ibérica es, sin lugar a dudas, la región más explotada por la humanidad y una de las provincias metalogenéticas de mayor relevancia mundial.



10 *Historia de la Faja Pirítica Ibérica.*
History of the Iberian Pyrite Belt.



54 *Yacimientos de Manganeso.*
Manganese deposits.



62 *Minería y Actualidad en la Faja Pirítica Ibérica.*
Mining and Present in the Iberian Pyrite Belt.

HISTORIA

DE LA FAJA PIRÍTICA IBÉRICA

■ *La minería ha sido el motor de la civilización desde los albores de la historia, proporcionando a la sociedad las materias primas con las que se fabrican la mayoría de los objetos de consumo, siendo pionera en la aplicación de nuevos equipos y técnicas que en etapas posteriores se generalizaron a otros campos. La adaptación a los nuevos mercados y la exigencia de calidad, ha sido un gran reto para la industria minero-metalúrgica. Cada paso que se ha dado, ha supuesto el esfuerzo de generaciones de mineros para superar continuas dificultades. La minería metálica del suroeste ibérico es un vivo ejemplo de todo ésto.*

Autor: IVÁN CARRASCO MARTIAÑEZ
Ingeniero de minas. Minas de Río Tinto, S.A.L.

LA región del Suroeste de la península denominada modernamente Faja Pirítica Ibérica (en adelante FPI) es, sin lugar a dudas, la más explotada por la humanidad desde la antigüedad. Se tiene constancia arqueológica de que la producción de metales dio sus primeros pasos en algún momento del tercer milenio antes de nuestra era, lo que se traduce en 5.000 años de minería. Por tanto, la reflexión de Flores Caballero sobre Riotinto puede hacerse extensiva a toda la región cuando afirma que: “*si pudiéramos contar con la información del número de horas de trabajo realizadas de manera directa o indirecta en las minas, comprobaríamos que es una de las obras humanas donde se han acumulado más horas de esfuerzo*” (Flores Caballero, 1988).

LOS INICIOS DE LA PRODUCCIÓN DE METALES

Las primeras actividades minero-metalúrgicas se remontan al periodo Calcolítico (tercer milenio a.C.). El yacimiento portu-



Detalle de la pluma y el cazo de una excavadora a vapor Bucyrus en Corta Dehesa (hacia 1900). La misión del hombre sobre la plataforma es tirar de la cadena que acciona el pestillo y que permite la apertura del cazo para vaciarla. Foto cedida por F. Salgado.

gués de João Marques (Gonçalves, 1987) o el poblado metalúrgico del Cabezo Juré (Alosno) investigado por el *Proyecto Odiel* (1991) y datado mediante Carbono/14 en el 2.500 a.C. (Nocete y Linares, 1999), son dos claros ejemplos de ello. Por

el momento, no se han encontrado pruebas concluyentes que demuestren el moldeo directo del cobre nativo, que constituiría una fase aún más primitiva de desarrollo, pero la abundancia de dicho metal en sus múltiples combinaciones y la aparición es-

porádica de ejemplares nativos aún hoy en día, hace pensar que quizás se diera.

Las primeras explotaciones conocidas, como por ejemplo Cuchillares (Campofrío), consistían en pequeñas zanjais abiertas en afloramientos filonianos de cuarzo, óxidos de hierro, azurita y malaquita. Las labores eran toscas y muy primitivas. La herramienta empleada era el conocido mazo de piedra, con un surco labrado en su zona media que servía para amarrar el mango. Se han encontrado numerosos ejemplares de este tipo en la región y fueron empleados incluso en la Edad del Bronce.

Las menas beneficiadas eran autofundentes. Tras una conminución previa, los minerales se fundían en bocamina en hornos de construcción muy simple. La escoria resultante era viscosa y poco homogénea. Es probable que no logaran derretirla, por lo que se martilleaba antes de su solidificación total para separar los nódulos de cobre. Más adelante, los trabajos se extenderían a otros yacimientos donde tan sólo aparecerían los carbonatos de cobre. Los pioneros de la fundición intentarían reproducir en la carga del horno lo que habían observado en la naturaleza, añadiendo al mineral los óxidos de hierro y el cuarzo como fundente. Esta puede ser una de las primeras innovaciones realizadas por los primitivos mineros (Blanco y Rothemberg, 1981).

La aparición de culturas tan especializadas comporta la lucha por el control de la tecnología y de los yacimientos. Se construyeron los primeros poblados fortificados y surgió un rudimentario comercio basado en el trueque de objetos metálicos por otros bienes. Todas estas características aparecen en el poblado del Cabezo Juré (Nocete y Linares, 1999), donde además parece que existía cierta diferenciación social basada en la posesión de tres elementos: tecnología, armas y productos foráneos. Con el tiempo, el comercio actuó a modo de catalizador, favoreciendo el intercambio de ideas y experiencias con otros pueblos. Sin embargo, un nuevo factor apareció a finales del Calcolítico: los depósitos de carbonatos fueron agotándose en unos casos o alcanzando los niveles donde aparecían los sulfuros. Ante la imposibilidad de tratarlos, las minas quizá fueron abandonadas durante un tiempo.

Ya en la Edad del Bronce (h. 2.000 a.C.), el empleo del cobre arsenical en la manufactura de utensilios indica que el metal procedía de la fusión de sulfosales. Una mina típica de esa época es Chinflón (El Pozuelo). Aquí se abrieron rudimentarios pozos con herramientas de bronce. Es-

tos pocillos tienen labrados en sus hastiales pequeños huecos que servían como peldaños para acceder a los trabajos. La metalurgia alcanzó

un gran desarrollo. Se empleaban de forma generalizada los fundentes y las escorias eran de derretido. En el fondo del hogar del horno quedaban panes de cobre de unos 3 ó 4 Kg. de peso (Blanco y Rothemberg, 1981).

Los hallazgos efectuados en las excavaciones del asentamiento del Cerro de las Tres Águilas y de la necrópolis cística de La Parrita (ambas en Nerva, Huelva), o los realizados en mina San Platón (a 9 Km de Riotinto) permiten concluir que, en algún momento entre el Bronce Inicial y el Bronce Medio (1.800 - 1.200 a.C.), se comenzó a fundir plata por primera vez en la Península Ibérica. Riotinto es el lugar donde se han encontrado los restos (escorias) de mayor antigüedad (Pérez Macías, 1996). Los primeros trabajos serían de escasa entidad. A medida que la producción crecía, fue desarrollándose una *minería de ladera* en pequeñas cuevas, excavadas por la cota apropiada para evitar la dura montera. Los minerales buscados eran los de los gossan ricos en plomo y plata, originados por la oxidación de los sulfuros complejos.

ABSTRACT

Since the beginning of the History, mining has been the thrust of the civilization, providing to the society the goods required to manufacture most of the consumption aims, being pioneer in using new equipments, technics and ideas that in latter periods of time were extended to other fields. The adaptation to the new markets and the exigence of quality, has been a great challenge for the metallurgical mining industry. Every step has supposed the effort of lots of miners generations in order to get over every trouble that appeared. The metallomining carried out in the SW of the Iberian Peninsula constitutes a valuable instance of this.

LA PRIMERA CIVILIZACIÓN MINERA: TARTESSOS

En el Bronce Final (1.200 - 900 a.C.) se vivió un gran florecimiento de las actividades mineras y metalúrgicas, con la implantación de un fuerte comercio que fue controlado paulatinamente por los mercaderes Fenicios (Blanco et al., 1981). Este auge tecnológico y cultural, se concretó en el Suroeste ibérico con la aparición de una civilización nativa que basó su economía principalmente en la producción de metales, alcanzando grandes cotas de poder. Este pueblo era conocido entre los griegos con el mítico nombre de Tartessos.

El éxito de esta civilización se debió sin duda al dominio de la metalurgia de los minerales argentíferos. La plata seguía obteniéndose a partir de un mineral "autocope-



Malacate de caballerías en el Pozo San Pablo de Cueva de la Mora (1914). Foto cedida por Fundación Riotinto.



Procesión de Santa Bárbara en la aldea de El Perrunal, con los castilletes de los pozos Maestro y N° 1 en segundo plano (h. 1960). Foto: Benito Silva.

lante”, el gossan de los sulfuros complejos. Los elevados contenidos de plomo y plata permitían su tratamiento sin más aditivos que los fundentes. El proceso básico consistía en la fusión de una mezcla empírica de diferentes materiales. Las proporciones se determinaban en base a características externas como el peso o el color. El producto de dicha fusión era un plomo argentífero que se desplastaba en crisoles por *copelación*. Es factible que se efectuaran varias copelaciones sucesivas para depurar el *litargirio* (óxido de plomo) que pudiera tener plata.

Las *escorias de sílice libre* son características de este proceso. El exceso de sílice se debe a que favorecía la recuperación del plomo (Salkield, 1987). Por el contrario, el metalúrgico de la Edad del Bronce desconocía que, añadiendo más plomo a la mezcla inicial, se recuperaba aún más cantidad de plata. Esa innovación debió esperar a la época romana, que será cuando las técnicas de copelación adquirirán su máximo esplendor (Pérez Macías, 1996). La mayor producción se daba en el Filón Norte de Riotinto, donde se trabaja principalmente en las cuevas del Lago y del Tabaco (Williams, 1950). La transformación de las menas se llevaba a cabo en los poblados de Corta Lago y Cerro Salomón (Salkield, 1987).

En otros puntos continuó la extracción de cobre. Aunque era el metal más utilizado por aquel entonces, fue perdiendo pujanza en la región, desplazado por el ímpetu arrollador de la minería de la plata que reportaba mayores beneficios y que demandaría abundante mano de obra, parte de ella procedente de las minas filonianas de cobre. A pesar de lo dicho, los tartessos no renuncian a la producción de bronce, importando el estaño indispensable para su fabricación del Norte de la Península Ibérica o de las Islas Británicas. El oro es otro metal que dio fama y riqueza a este pueblo (recuérdese el tesoro de El Carambolo, por ejemplo) y por él es citada Tharsis en numerosos textos antiguos. Todavía no se ha encontrado ninguna prueba que permita asegurar que los tartessos, ni aún los roma-

nos, beneficiaron el metal amarillo en las minas de la FPI. El tema es complejo y queda abierto a futuras investigaciones.

En este periodo, las actividades se circunscribieron inicialmente a Riotinto, aunque posteriormente se ampliarán a otras minas como Tharsis, Monte Romero (donde en 1986 se encontró una copela prerromana) y Aznalcóllar. Esta expansión de los trabajos se debió sin duda a la gran demanda de plata en el mundo antiguo y pudo ser animada con la llegada de los barcos de comerciantes fenicios procedentes de Tiro, que se establecieron definitivamente en la región hacia el 1.100 a.C. con la fundación de la factoría de Gadir (Cádiz).

Parece ser que los Tartessos mantuvieron siempre en su poder las minas, con lo que la intervención fenicia quedaría reducida al papel de comprador, posición que queda reforzada por la ausencia de asentamientos estables de dicho pueblo en las zonas de clara presencia indígena. Los minerales y metales producidos en las áreas de influencia de Riotinto y Tharsis se transportaban buscando su salida natural hacia el puerto de la capital de Tartessos (¿Huelva?), en donde también se fundieron parte de ellos (Pérez Macías, 1996). La producción de Aznalcóllar era fundida en el poblado de San Bartolomé de Almonte (Huelva) y comercializada directamente en Gadir, por lo que se piensa que este circuito comercial, incluidas las minas, estaban bajo la dirección de los fenicios en un régimen colonial (Martínez y Miranda, 1988).

Hacia la primera mitad del s. VI a.C., se observan signos de decadencia en Riotinto, que coinciden temporalmente con un auge en las producciones de Tharsis que se prolongó hasta principios del siglo V a.C. La presencia de los mercaderes griegos puede considerarse testimonial, debido a la puesta en marcha de las minas de plata del Laurion, explotadas por Atenas (Pérez Macías, 1996) y, sobre todo, al empuje de la civilización cartaginesa que se convirtió en la primera potencia del Mediterráneo Occidental (Pinedo Vara, 1963). Los cartagineses se establecieron inicialmente en el Sureste peninsular y desarrollaron una gran industria minerometalúrgica cuyo objetivo era la plata de la Sierra de Cartagena. A partir de ese momento, los días de Tartessos están contados: según Estrabón, los colonizadores impusieron un bloqueo económico que perjudicó seriamente los intereses comerciales de los nativos. Más



Ánforas y capiteles romanos encontrados en Riotinto y depositados en el museo al aire libre de Bellavista, actualmente desaparecido tras la habilitación del antiguo hospital de la Compañía como Museo Minero (h. 1960). Foto cedida por F. Salgado.



Agregado de 30 mm de cristales de Roemerita. Aunque no es nada fácil recoger ejemplares de este tamaño, este sulfato de gran estabilidad está muy extendido en la cámara 18 del 33 Piso de Alfredo (Riotinto), encontrándose con relativa facilidad, si bien, el tamaño de los cristales no suele superar los 2 mm. Colección: F. Bernet y P. Fernández. Foto: F. Piña.

tarde, se harían con la propiedad de las minas. Las aportaciones de los bárquidas a la minería del Suroeste pudieron ser más importantes de lo que se ha creído tradicionalmente. Es posible que fueran ellos los que comenzaron la explotación de las argentojarositas por pozos y galerías, mineral que ya conocían en sus minas de la Sierra de Cartagena.

Las minas de la península, conocidas en todo el orbe, atrajeron a una potencia militar y económica emergente: Roma. Al igual que a sus predecesores los cartagineses, la posesión de las riquezas que encerraban las tierras de la vieja Tartessos, excitó la codicia de los estadistas romanos. Pero antes de producirse la derrota definitiva de los bárquidas, transcurrieron largos años de luchas que dificultaron la minería en toda la región, llegando posiblemente a un estado de semiabandono por falta de hombres para el trabajo y de materiales, así como por las dificultades que planteaba el comercio en tiempos de guerra. Las actividades minero-metalúrgicas no se recuperarán hasta el siglo III a. C.

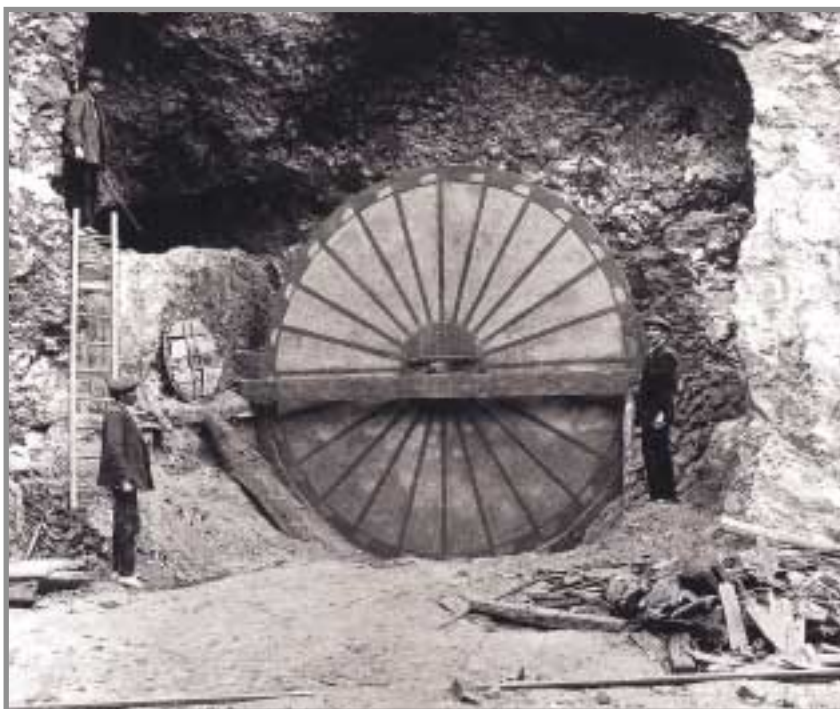
LAS EXPLOTACIONES ROMANAS

Con la llegada de la paz, el Suroeste ibérico vivirá una era de esplendor. La dominación romana comporta un gran desarrollo de la minería y la metalurgia. Este impulso tecnológico hizo posible la explotación de los yacimientos a una escala no conocida hasta entonces. La industria establecida por los romanos en las provincias de Sevilla, Huelva y el Alentejo Portugués estaba destinada a convertirse en una de las mayores empresas realizadas por la humanidad, cuyos logros sobrevivirían hasta nuestros días.

Los romanos demostraron ser buenos prospectores mineros. Casi todas las minas explotadas en la FPI durante los dos últimos siglos mostraban indicios de haber sido trabajadas en tiempos romanos, lo que indica amplios conocimientos de los caracteres superficiales de los yacimientos (Pinedo Vara, 1963). Durante los siglos XVIII, XIX y XX se reconocieron y rehabilitaron kilómetros de galerías y millares de pozos. Es posible que en ocasiones se

hayan atribuido a Roma erróneamente labores más antiguas, pero es seguro que estos casos son minoritarios. El estudio científico de la minería antigua en Huelva se ha abordado en fecha muy reciente, cuando la mayoría de las excavaciones habían desaparecido tras la apertura de las grandes cortas. Mucho de lo que se sabe se debe a las descripciones y los textos que dejaron ingenieros de minas como Tarín, Rúa Figueroa, Palmer, Deligny o Nash; geólogos como Williams o metalúrgicos como Salkield.

El sistema de explotación se ajustaba al mineral que constituía objeto de beneficio y a los medios técnicos disponibles. La minería es subterránea. La plata es el principal metal beneficiado, continuando en un principio los trabajos tartésicos (como la Cueva del Lago y la Cueva del Tabaco en Riotinto), y produciéndola después (hacia el s. II a.C.) a partir de las tierras jarosíticas situadas en el contacto entre el gossan y los secundarios. Todas las labores de esta época están concentradas en este punto. La minería se extendió a toda la FPI, pues estas



Hallazgo y reconstrucción "in situ" de una noria romana encontrada en Riotinto en el año 1886. Foto cedida por Pedro Real.

jarositas aparecen con mayor o menor desarrollo en todas las masas de sulfuros que han sufrido los procesos de gosanización.

La minería del cobre es más tardía. Las escorias más antiguas que se conocen son las del Barranco Tres Cruces (Riotinto) y datan del siglo I d.C. (Blanco y Rothemberg, 1981). La minería a cielo abierto no se empleó porque las leyes medias de los yacimientos de la FPI son inferiores a las que buscaban, probablemente por encima del 5 % en cobre (Tarín, 1888). Las menas explotadas fueron los minerales de la zona

de enriquecimiento supergénico (calcosina y tenorita) y, quizás, también las calcopiritas de mayor ley.

Una vez descubierto un paraje de interés, se comenzaba la perforación de un gran número de pozos (muchas veces por parejas), hasta que en alguno se encontraban minerales explotables. En ese caso comenzaban las labores de arranque, trazándose intrincadas galerías de investigación siguiendo las vetas ricas hasta que los minerales se perdían o su ley disminuía a valores no económicos (Anciola y Cossío, 1856). Si en el tra-

yecto de una galería se topaban con bolsas o zonas de bonanza, las excavaciones se ampliaban abriéndose grandes anchurones como los que aparecieron en Tharsis, Sotiel o Riotinto. Algunos de estos anchurones se encontraron parcialmente rellenos con estériles a modo de realces (Tarín, 1888). Los límites de estos huecos serían determinados por el empobrecimiento del mineral o por su elevada dureza.

La fortificación era de diversos tipos. Las galerías y pozos excavados en terrenos poco consistentes o las que seguían el contacto del mineral con el encajante, si éste estaba alterado, se entibaban con cuadros y encostillados de maderas autóctonas como las de encina y alcornoque. A veces se empleaban los estériles para rellenar las labores abandonadas total o parcialmente, en forma de muros y llaves (Tarín, 1888).

Como alumbrado se empleaban candelas de barro en los que se quemaba aceite, denominados "*lucernas*". Se situaban en pequeños nichos (*lucernarios*) excavados cada pocos metros en los hastiales de las galerías o de los pozos. Aún hoy, es posible ver sobre los lucernarios las marcas dejadas en la roca por la llama de las lamparillas. Para ahorrar aceite, en los lugares de paso, las cuadrillas de mineros caminaban en fila con el capataz a la cabeza, quién encendía las luminarias, mientras que el último de ellos era el que se encargaba de apagarlas. En los tajos, la iluminación era permanente pero escasa. Tal y como dejó escrito Plinio: "*la luz de sus candelas les servía para medir el tiempo de su trabajo*". El mineral se extraía por el método de gavia, pasándose las espuelas o capachos de unos a otros en hilera "*de modo que sólo los últimos veían la luz del día*" (Plinio). También se emplearon tornos movidos a brazo y poleas, como los encontrados en Aljustrel (Domergue, 1987).

A medida que las explotaciones fueron ganando profundidad surgió la necesidad de evacuar las aguas freáticas. Los romanos demostraron poseer un gran ingenio a la hora de abordar los problemas técnicos que plantea el desagüe minero, empleando varios sistemas que pueden clasificarse en dos grupos fundamentales: naturales y forzados. En un principio, bastó con recurrir al drenaje de las labores mediante socavones excavados en el punto más bajo de las mismas y con pendiente favorable a la salida del agua. Este sistema fue empleado en to-



Agregado capilar de aspecto sedoso de halotriquite, formada sobre antiguos restos metálicos en el Pozo Alfredo (Riotinto). Encuadre de 20 mm. Colección: F. Bernet y P. Fernández. Foto: F. Piña.

das las minas. Algunos alcanzaban longitudes kilométricas y siempre iban acompañados de una hilera de pozos o “lumbreras” situados a corta distancia entre sí y que seguían la dirección de la galería. Su función sería servir de orientación durante la excavación o bien disponer de un mayor número de puntos de ataque para disminuir el tiempo de ejecución de la obra. Téngase en cuenta que, debido a la pequeña sección, nunca pudo haber más de un hombre trabajando por cada frente de arranque: *“los escalones hallados en las galerías de desagüe entre las lumbreras y los anchurones que con ellos corresponden señalan claramente los puntos donde tuvieron lugar los rompimientos”* (Tarín, 1888). En ocasiones, los socavones estaban superpuestos para aprovechar en el inferior las lumbreras del superior.

Al alcanzar profundidades mayores se adoptaron sistemas de achique forzado, que en la mayoría de los casos elevaban el agua hasta la galería de desagüe situada a menor cota. Estos sistemas fueron la noria, la polea de cangilones (variante del anterior), el tornillo de Arquímedes y la bomba de Ctesibio (Luzón, 1968).

La rueda hidráulica o noria construida de madera, con un eje de bronce y equipada con una serie de cangilones embreados, fue empleada con asiduidad. Normalmente se disponían por parejas en cámaras escalonadas y giraban accionadas por la fuerza de los hombres que trabajaban en ellas. En el Filón Norte de Tharsis se encontró un completo sistema formado por 14 parejas (Tarín, 1888). En Riotinto los hallazgos han sido muy numerosos: entre 1886 y 1932 se encontraron los restos de cuarenta norias repartidas entre Filón Norte, Planes y Filón Sur (Luzón, 1968; Salkield, 1987). Otra apareció en la mina de São Domingos (Portugal), al parecer en muy buen estado de conservación (Tarín, 1888).

En Sotiel Coronada es donde se ha encontrado la mayor variedad de ingenios para desagüe. Entre los escombros que cegaban unos anchurones romanos en las cercanías del Pozo San Juan, aparecieron a finales del siglo XIX los restos de un completo sistema, formado por una polea de cangilones y una serie de tres tornillos de Arquímedes de madera dispuestos en rampa de forma que el más bajo alimentaba al situado inmediatamente por encima. El último de ellos vertía el agua en una re-



Castillete en pozo de extracción en el Filón Planes de Riotinto (1935). Foto cedida por Pedro Real.

gata a través de la que llegaba al socavón general. El tornillo helicoidal no permitía salvar grandes desniveles, pero el caudal achicado era grande.

De nuevo en esta mina, en 1889 se encontró un ejemplar de la bomba hidráulica alternativa de pistones inventada por Ctesibio, siendo éste el más completo y mejor conservado de los tres que han aparecido en la península. La máquina está construida en bronce y estaba fijada al suelo por una obra de mampostería. Permitía elevar el agua a gran altura (Luzón, 1968). Actualmente se

encuentra expuesta al público en el Museo Arqueológico Nacional de Madrid.

La metalurgia antigua alcanzó su máximo esplendor en época romana. Respecto a la plata, los romanos continuaron la larga tradición de los fundidores indígenas y cartaginenses. Bajo la dominación romana las técnicas de copelación alcanzaron altas cotas de perfección. A pesar de su contenido en plata, las bajas leyes en plomo de las jarositas hacían inviable la obtención del producto intermedio (plomo argentífero) por fusión directa. Así pues, precisaban de



Cristales prismáticos de botriógeno asociados a halotriquita, obtenidos en la Masa San Dionisio del Pozo Alfredo (Riotinto). Encuadre de 6 mm. Colección: F. Bernet y P. Fernández. Foto: F. Piña.

la adición de plomo metálico en la carga del horno que actuaba a modo de colector para la plata. Este plomo lo importarían de otros puntos del Imperio, lo que está probado con el hallazgo en Riotinto de dos lingotes de plomo procedentes de la Sierra de Cartagena.

La metalurgia del cobre recuperó el impulso perdido en el Bronce Final a partir del s. I d.C. con las minas en manos del Imperio. Parece ser que emplearon dos procesos distintos en la obtención del cobre, dependiendo del tipo de mineral que constituía la carga de los hornos. La fusión de mata es un proceso complejo que precisa de varias fusiones antes de afinar la mata resultante. Si ésta tenía plata, se fundía de nuevo añadiendo plomo para separarla. Un segundo proceso sería la calcinación a muerte de los sulfuros que permite la obtención del cobre sin producir una mata intermedia (Hunt, 1988). El hallazgo de abundantes fragmentos de *metal blanco* (speiss), demuestra que podían eliminar el arsénico contenido en el cobre metal producido. Si el speiss contenía proporciones apreciables de plata, se refundía para recuperarla. Los restos metalúrgicos encontrados en el Cerro del Moro (Nerva), prueban que allí se realizaron trabajos de este tipo (Pérez Macías, 1998).

Se sabe que los mineros romanos practicaban la metalurgia secundaria y refundían escorias antiguas. Esta actividad quedaba regulada con sus correspondientes impuestos, como así lo demuestran los bronce de Aljustrel. Por eso, la existencia de escorias en lugares alejados de las minas ha sido interpretada a veces como in-

tentos de desarrollar esta actividad al margen del control de los funcionarios del Imperio, eludiendo el pago de las tasas correspondientes

La gran incógnita es dilucidar si se utilizaron procesos hidrometalúrgicos para producir cobre. Dioscórides (V, 76), Plinio (XXXIV, 32) o Galeno, describen la concentración de los sulfatos de cobre a partir de sulfuros por medio del calor. En las galerías de las minas de pirita este proceso tiene lugar de forma espontánea, apareciendo abundantes *vitriolos* (sulfatos de hierro y cobre). Éstos se recogían y fundían, añadiendo a la carga del horno sílice para producir escoria fayalítica y cobre metálico (Hunt, 1988). Otro proceso hidrometalúrgico que pudieron emplear fue la cementación, observando la reducción



Castillete de un pozo no identificado en San Dionisio, Riotinto (h. 1900). Foto cedida por Fundación Riotinto.



Mineros posando en una de las cortas del Filón Norte de Riotinto a finales del siglo XIX. Foto cedida por Fundación Riotinto.

del cobre con los azúcares de materia orgánica en descomposición, por ejemplo, en la madera de las entibaciones. No hay pruebas de que emplearan el hierro para precipitar el cobre.

El hierro pudo explotarse también en la FPI, aunque su metalurgia en la zona ha sido poco estudiada. La producción se limitaría al abastecimiento de materia prima para la fabricación de las herramientas necesarias en las minas (picos, piquetas, punterolas, mazos, tenacillas, etc.). Las áreas más probables de producción de mineral de hierro son Cueva de la Mora, el Alto de la Mesa (Riotinto) y La Joya (Pérez Macías, 1998).

Los romanos hicieron gala de una capacidad de organización que no se había conocido hasta entonces. Numerosos historiadores de la antigüedad citan leyes y reglamentos por los que se regían las explotaciones. Las labores más importantes que afectaban a la marcha de toda la explotación como el mantenimiento de los desagües, el abastecimiento de materiales y víveres, la venta de los productos elaborados y, en suma, la coordinación y planificación de todos los trabajos, estaban en manos de la propiedad. Las labores de arranque y fundición podrían ser subcontratadas a pequeñas compañías de destajistas.

La mano de obra estaba compuesta en su mayoría por hombres libres aunque también se emplearían esclavos para ciertas labores. Esta idea se opone a las tesis esclavistas que únicamente dejan en manos de libertos los trabajos de organización (técnicos) o represivos (vigilancia) y reservan para los esclavos las labores propias del minero. Pero la lógica es inapelable: “*a la luz del día, bajo la presión y la vara del vigilante, se puede obtener algún trabajo útil del esclavo, pero ¿qué utilidad se sacará del esclavo oculto en oscuras y estrechas galerías?*” (Deligny, 1863). Aún así existió la condena a trabajos forzados en las minas (*damnati ad metalla*) en la que el condenado no veía la luz del día durante el tiempo que durara su pena.

El resultado de esta intensa explotación tartésica y romana fueron más de 20 millones de toneladas de escorias de las que casi un 80 % se encontraba en Riotinto, el 20 % en Tharsis y el resto repartidas entre otras minas. Se ha estimado que estas escorias proceden de la fundición de unos 30 millones de toneladas de mineral, el 90 % de las cuales se extrajeron en época romana (Flores Caballero, 1988).

LAS TABLAS DE VIPASCA



Tablas de bronce de Vipasca. Foto: A. Arribas.

Con numerosos restos de antiguos trabajos romanos, la mina de Los Algarres, situada en Aljustrel (Portugal), es conocida mundialmente por haberse encontrado en ella dos tablas de bronce, en las que se esculpió un código jurídico o “*Ley romana de minas*”, vigente en la villa y coto minero de Vipasca, en la actual Valdoca, al Oeste de Los Algarres.

Vipasca I, la primera de las tablas encontradas, apareció semienterrada en un escorial de la mina, en mayo de 1876. Los análisis realizados sobre la plancha hacen suponer que el material con que se fabricó la tabla, procedía del propio mineral de Aljustrel. Actualmente se conserva en el Museo de los Servicios Geológicos de Portugal, en Lisboa. Mide 785 mm x 520 mm, y su espesor varía de 8 mm a 13 mm. Tiene 52 líneas por cada lado. En primer lugar, el grabador esculpió el texto en una sola cara, para más tarde, esculpir por la otra, el mismo texto con las faltas de ortografía del anterior corregidas, además de algunas otras enmiendas. Esta tabla posee 9 reglas relativas al arrendamiento de impuestos, oficios y servicios públicos. A modo de ejemplo, podemos citar algunas de ellas:

“Los arrendatarios de minas, reciben la centésima parte de las ventas, efectuadas por subasta, que se realicen en el interior del territorio de la mina de Vipasca”.

“Los pregoneros públicos anuncian las mercancías que han de ser vendidas; se habrá de pagar por anunciar una lista de mercancías, la cantidad de un denario, al arrendatario de las minas, a su socio o a su agente”.

“El arrendatario de la casa de baños deberá abrir desde la primera a la séptima hora del día para las mujeres, las cuales pagarán cada una un “as” de bronce; y desde la octava a la décima hora del día, se abrirá a disposición de los hombres, los cuales pagarán cada uno, el precio (inferior al de las mujeres) de un “semis” de bronce. Estarán exentos de pago los libertos, soldados, niños y esclavos imperiales que trabajan para el procurador de las minas”.

Como curiosidad, cabe destacar el trato de favor que se recoge en uno de los epígrafes para los maestros de escuela, *“los cuales están exentos de impuestos a pagar al procurador”.*

La denominada segunda ley de Vipasca, o *Vipasca II*, se encontró el 7 de mayo de 1906, en el mismo lugar que la primera. Se conserva en el Museo Nacional de Arqueología y Etnología de Belém. Mide 770 x 550 x 10 mm, y está grabada por un solo lado, con un total de 46 líneas. El hecho de estar incompleto el texto, al principio y al final, hace pensar que, al menos, estaba precedido de otra tabla más, y habría a

su vez, una tercera tabla, que continuaría con el final del texto de Vipasca II. Esta segunda tabla está enteramente dedicada a la organización y explotación de las minas de cobre y plata de Aljustrel.

Según se puede deducir de uno de los párrafos de Vipasca II, y haciéndolo extensivo a Vipasca I, las tablas datarían de la época de Adriano (117-138 d. C.), o quizás, más tardíamente, fueran de finales del siglo I y comienzos del II.

Los vestigios mineros existentes hoy en día revelan que el emplazamiento de los pozos, la construcción de galerías de desagüe y otros detalles, siguen fielmente las disposiciones de Vipasca II. Así, *“el que excave pozos argentíferos, dejará la distancia mínima de 60 pies (1 pie romano = 0,294 m) a un lado y otro de la galería en rampa de desagüe”.* En el caso de los pozos cupríferos, las ordenanzas marcan *“un mínimo de 15 pies a cada lado de dicha galería”.*

El hurto de mineral también se contempla en la ley y, *“si el ladrón es un esclavo, el procurador lo hará azotar y lo venderá, condenándolo a estar con cadenas perpetuamente y a no poder permanecer jamás en ninguna mina ni territorio minero. Si el ladrón es un hombre libre, el procurador confiscará sus bienes y le prohibirá para siempre el territorio de minas”.*

Lo que ha llegado hasta nosotros, a pesar de estar incompleto, da un testimonio de lo meticolosos y concienzudos que eran los que, sin duda, han sido los mejores legisladores, ingenieros de minas y prospectores del mundo conocido. Con Aljustrel, se tiene uno de los más antiguos vestigios de la minería romana del cobre y de la plata, pero además, con sus tablas de Vipasca se nos proporciona un valiosísimo ejemplo sobre la organización fiscal de las labores mineras en el Alto Imperio y sobre las modalidades empleadas para poner en explotación una mina enclavada en una villa dependiente del mismo.

Iñigo Orea Bobo
E.T.S.I. Minas de Madrid

LA ETAPA DE ABANDONO

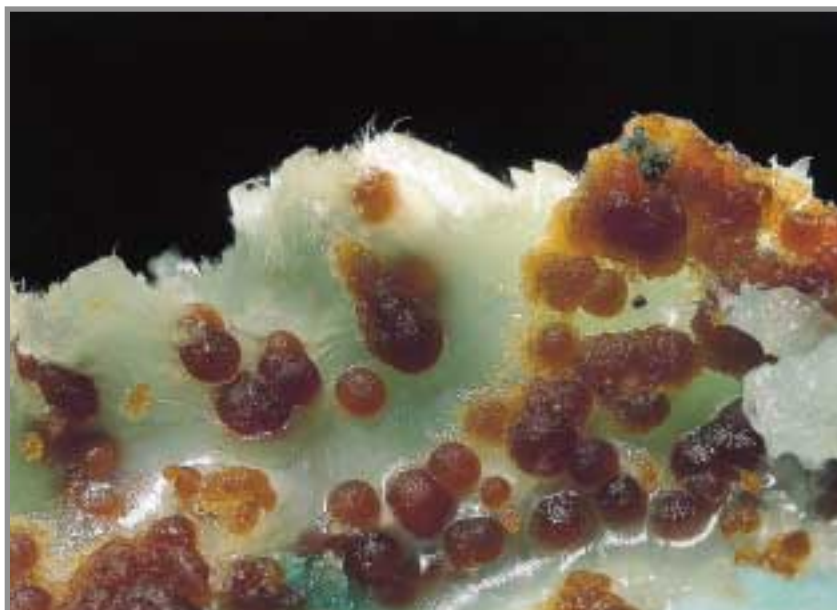
Tras el siglo II d.C. las minas entraron en una decadencia progresiva, aunque esporádicamente han aparecido cerámicas y monedas que datan del siglo V d.C. Con la llegada de los visigodos a la península (405 d.C.), podría hablarse ya de abandono de la explotación industrial. Se desconoce si se mantuvo alguna actividad minera, ya que los datos disponibles de esa época son muy escasos.

Durante la dominación árabe parece que hubo actividades de rapiña en algunas minas aprovechando los trabajos romanos. En Riotinto existía una fortaleza árabe (el Castillo de Salomón) y se han encontrado numerosos candiles y monedas de la época. Las labores no presentan características diferentes a las de la etapa Imperial. Sólo en Aljustrel parece que hubo cierta actividad, pues tras la reconquista (1235), dicha comarca fue cedida a la Orden de Santiago reservándose la Corona “... *la propiedad de las minas y baños enclavados en aquel territorio*” cediendo únicamente a dicha Orden la décima parte de lo producido (Tarín, 1888).

Los cronistas citan las tres fuentes del río Tinto (*Nahr Labla* o “río de Niebla”): la fuente de agua dulce, la del *acije* (caparrosa) y la del *jefe* (alumbre). Su naturaleza estacional permitía que, en algunas épocas del año, en las orillas se recogiera *caparrosa* (sulfato de hierro), empleada para usos medicinales y como colorante. Otras veces, el producto recogido era el *alumbre* (sulfato doble de aluminio y potasio) empleado como mordiente y astringente



Embarque en superficie del Pozo Victoria que daba servicio a la zona de Poniente del Filón Sur de Riotinto (h. 1900). Foto cedida por Fundación Riotinto.



Agregados esferoidales de microcristales de botriógono sobre matriz de halotriquita. Recogido en el Pozo Alfredo (Riotinto). Encuadre de 10 mm. Colección: Fernando Gómez y María A. Valera. Foto: F. Piña.

(Roldán Castro, 1988). Según las citas históricas, los mejores yacimientos del mundo se encontraban en el Tinto y su producción era muy elevada. Esta actividad parece que continuó tras la reconquista. En el Cerro del Ochavo (Nerva) existió una aldea cuyos habitantes se dedicaban a comerciar con la caparrosa recogida en el Tinto (Pérez Macías, 1996).

EL REDESCUBRIMIENTO DE LAS MINAS DE RIOTINTO

El año de 1555, en las cercanías de la pequeña aldea sevillana de Guadalcanal, se descubrieron unos ricos filones de galena argentífera. El éxito de la nueva mina, provocó una avalancha de registros en busca de oro y plata en las provincias de Huelva y Sevilla. La Corona reaccionó rápidamente, obligada por la necesidad urgente de fondos para el sostenimiento político y militar del Imperio: por mandato del rey Felipe II, D. Francisco de Mendoza, miembro del Consejo de Hacienda, fue comisionado para “... *visitar, reconocer y poner cobro en las minas del reino descubiertas y por descubrir*” (Rúa Figueroa, 1859). Tras recorrer la provincia de Huelva, Mendoza delegó a su vez en el clérigo madrileño Diego Delgado para visitar los enormes escoriales y trabajos antiguos que había junto a las ruinas del Castillo de Salomón.

Delgado se puso en marcha hacia allí a finales de julio de 1556. Su informe se ha convertido en el documento escrito más an-

tiguo que se conserva donde se describen los trabajos existentes en Riotinto. En las tres semanas que permaneció en la comarca, inspeccionó numerosas cuevas y pozos labrados en los cerros Salomón y San Dionisio. También recogió muestras y las envió a Madrid para analizarlas. En una de las cuevas, probablemente la Cueva del Lago, Delgado situó la fuente del río Tinto. Cuenta como en agosto, llegaban cuadrillas de los pueblos cercanos para recoger la caparrosa depositada en las orillas. Este producto se enviaba como tributo al Arzobispo de Sevilla y su recolección fuera de tiempo estaba sancionada con fuertes penas de cárcel.

El religioso dedicó otra parte de su tiempo a estudiar las aguas que manaban de las galerías. Así, comprobó experimentalmente su acidez: si se echaba un hierro, a los pocos días se consumía. Siendo un hombre tan observador, no es extraño que descubriera que, además de caparrosa, las aguas contenían cobre en disolución, y que este metal precipitaba en finas capas sobre los pedazos de hierro que sumergía. En efecto, había otra propiedad que decidió no reflejar en su informe, pues deseaba explicársela personalmente a Mendoza. ¿Se trataba de la cementación? Nunca lo sabremos, porque la entrevista no se realizó, debido a la prematura muerte del sacerdote en agosto de 1557. Delgado murió en medio de la indiferencia oficial. Su trabajo no interesó a los funcionarios de Hacienda, más preocupados en encontrar minerales argentíferos similares a los de Guadalcanal.

En 1559, por la Pragmática de Doña Juana, la Corona se adueñó de las minas de oro, plata y azogue. Esto provocó una oleada de entusiasmo minero en la península. En las dos décadas siguientes se efectuaron 58 registros. En el suroeste se pueden citar Aznalcóllar (1563), Cabezo de los Silos (1564), São Domingos (1565), Riotinto (cuatro entre 1565 y 1570), Castillo de las Guardas (1566 y 1571), Tharsis (1569) y Paymogo (1571), todos en busca de plata y accesoriamemente cobre, oro y plomo (Flores Caballero, 1983a). La mayoría fueron intentos vanos y los pocos trabajos que se acometieron consistieron en la limpieza de algunos pozos y la realización de calicatas y pocillos sin importancia (Rúa Figueroa, 1859).

Durante el siglo XVII, la tónica es similar. En 1624 se constituyó la Junta de Minas con el objetivo de potenciar la industria minera en la península. Merece la pena destacar el viaje de D. Gregorio López Madera en enero de 1627 a Riotinto, donde se había hallado plata en el *metal blanquillo* (arseniuro de hierro) que aparecía en los antiguos escoriales. Debido a ciertas discrepancias en los resultados de los análisis de las muestras, la Junta dictaminó que la recuperación de la plata no era viable (Flores Caballero, 1983a). Finalizó, pues, el siglo con el fracaso absoluto de la Junta de Minas: en sus ochenta años de vida sólo se tramitaron ocho Reales Cédulas para la explotación de yacimientos en la península.

EL SIGLO XVIII: LAS MINAS SON REHABILITADAS

Ya en el nuevo siglo, las minas de Riotinto llamaron la atención de Liberto Wolters, ciudadano sueco que residía en España desde hace varios años. Hombre emprendedor e ingenioso, hizo cierta fortuna recuperando tesoros de galeones hundidos en la ría de Vigo utilizando una escafandra de su invención. En 1725, Wolters presentó una solicitud de asiento por 30 años de las minas de Guadalcanal, Galaroza, Cazalla, Aracena y Riotinto, que fue admitida por la Administración. Se le concedían 18 meses para organizar su empresa y poner en marcha las minas, considerando prioritaria la reactivación de Guadalcanal o Riotinto.

El 4 de septiembre de ese año publicó en Madrid "El Manifiesto", donde detallaba las bases de su empresa, que fue una de



Mina El Perrunal. Mineros abriendo barrenos a mano en contramina. Foto realizada por la Cia. de Rio Tinto a finales del siglo XIX. Cortesía de Pedro Real.

las primeras sociedades anónimas constituidas en España (Avery, 1985). Este documento provocó una virulenta campaña contra su persona, acusándolo de embustero, estafador y hereje (ciertos círculos reaccionarios no le perdonaron nunca su origen foráneo y su religión protestante). A pesar de todo, no faltaron adhesiones a su proyecto y dos meses después se constituyó la empresa. Pero un año después, la impaciencia de algunos socios ante la falta de dividendos, hizo que surgieran fuertes discrepancias, que terminaron con una resolución judicial por la cual, el 4 de julio de 1727, se dividió la empresa en dos: la *Compañía de las Minas de Riotinto y Aracena*, cuya propiedad conservaba del sueco, y la

llamada *Compañía Española*, constituida con el resto de las propiedades de la sociedad matriz (Avery, 1985). Al conocer la decisión, Wolters cayó gravemente enfermo, muriendo 22 días después (Rúa Figueroa, 1859). En su testamento legó las minas a su sobrino, Samuel Tiquet, que no pudo hacerse cargo de la explotación hasta noviembre de ese año, cuando se le reconoció legalmente heredero.

En un principio el cobre se obtenía exclusivamente por cementación de las aguas drenadas de los minados, en la galería de Santa Bárbara, los Pozos Amargos (Planes) y la Cañería Alta del Escudo del Carmen. Para precipitar el metal se empleaban planchuelas de hierro vizcaíno y hierro viejo



Cristales de baritina amarilla sobre goethita irisada, procedentes del gossan de Cerro Colorado (Riotinto). En cuadro de 20 cm. Colección: Salvador Prado. Foto: J. M. Sanchis.



Magnífico ejemplar de cristales transparentes de coquimbite, de morfología tabular, formando grupos esféricos en piña. Este mineral, relativamente estable (excepto en ambientes muy secos), es muy abundante en la cámara 18 del 33 Piso del Pozo Alfredo (Riotinto). Encuadre de 9 mm. Colección: Fernando Gómez y María A. Valera. Foto: F. Piña.

(Flores Caballero, 1983). Las labores mineras consistieron en la limpieza de antiguos pozos y socavones, con el propósito de encontrar minerales de ley superior al 4% en cobre adecuados para la fundición. La primera, El Chorrillo o Santa María, se puso en marcha hacia 1737. El *cobre negro* (mata) se enviaba para su afino a la Real Maestranza de Artillería (Sevilla). Otro producto vendido era la caparrosa. En 1746, el Gobierno concedió a la compañía el monopolio de esta sustancia, al forzar a las fábricas nacionales a consumir la producida en Riotinto y no la importada de otros países (Rúa Figueroa, 1859). Ese mismo año, Tiquet contrató a un sastre valenciano que haría historia en las minas: Francisco Tomás Sanz. Por su capacidad para los negocios se convirtió pronto en la mano derecha del asentista. A partir de

1747 se comenzó la producción continua de caparrosa y cobre. Los fundidores consiguen por fin alcanzar buenos rendimientos en el horno. En 1750 se inauguró en Los Planes la nueva fundición de Ntra. Sra. de los Desamparados (la “fundición grande”), destinada a afinar las matas obtenidas en El Chorrillo. Para mejorar la recuperación del cobre, en 1752 se introdujo la calcinación del mineral al aire libre en montones cónicos denominados hornos. La operación se realizaba a tres fuegos o fases, alternándolas con otras tantas fusiones en hornos castellanos. Así se obtenía un cobre negro que se afinaba en copelas alemanas. El producto final era el denominado cobre roseta y tenía un grado de pureza apto para su venta.

Tiquet falleció en 1758. En ausencia de sus familiares, que también eran bene-

ficiarios de la herencia, nombró a Sanz albacea de los bienes y poderes que poseía por Real Asiento. En 1761 Sanz fue nombrado oficialmente asentista de las minas. Con él se inició una etapa de relativa calma judicial, lo que permitió la consolidación y ampliación de los trabajos. La política económica del nuevo director se basó en el aumento de la producción de cobre metal, potenciando el tratamiento del mineral por vía seca (fundición) y pasando a un segundo plano la vía húmeda (cementación). En este periodo se construyeron las fundiciones de San Gabriel, San José, San Francisco de Paula y Nuestra Señora del Rosario.

La codiciosa explotación del Filón Nerva (actual Filón Sur), convirtió la mina en un intrincado laberinto (Tarín, 1888). El criadero se dividió en tres campos de labor

servidos por tres pozos: San Cristóbal, Santa María y Santa Bárbara. El mineral se transportaba en barriles que se hacían rodar por las galerías hasta los pozos, donde se trasvasaban a sacos con los que se izaba hasta la superficie a base de tornos movidos a brazo (Avery, 1985). En las cercanías de cada pozo se prepararon unos llanos o plazas para calcinar los minerales.

En las cercanías del pozo Santa Bárbara se ejecutaron una serie de galerías de reconocimiento en una zona muy rica. Comenzó entonces un plan de arranque sin otro contacto con el exterior que el propio pozo. Finalmente, la urgente necesidad de ventilar los trabajos, propició la apertura de un socavón desde el pozo hacia el exterior por contramina, que se inauguraría en 1765 (Rúa Figueroa, 1859). En adelante, todo trabajo subterráneo será conocido en Riotinto por ese nombre y, más tarde, se hará extensivo al resto de las minas de la provincia. El referido socavón servirá de acceso al Filón Sur hasta finales del siglo XIX y será conocido entre los mineros por el nombre de “Callejón del Calor”.

Acercándose la fecha en que expiraba el Real Asiento, comenzaron una serie de litigios entre Sanz y los herederos de Tiquet para hacerse con la propiedad absoluta de las minas que se habían convertido en un negocio rentable. En julio de 1776, fecha de finalización del asiento, se decidió que mientras llegase la resolución del tribunal y para evitar la parada de los trabajos, se mantendría a Sanz en su puesto de administrador. Se nombró un interventor para controlar la contabilidad de la compañía, despidiéndose al hijo de Sanz, que era quien ocupaba ese puesto hasta entonces.

La presencia de un elemento ajeno a su



Castillete del Pozo Maestro e instalaciones de superficie en la Mina La Joya. Foto: Benito Caballero.

familia, pondrá al descubierto muchos de los manejos del Administrador: ventas ilegales de cobre, ocultación de rentas o pago de nóminas a trabajadores inexistentes o fallecidos (Flores Caballero, 1983). Además se llevaban dos libros de cuentas: uno falso que se enviaba a la Real Hacienda y otro auténtico, que se iba destruyendo a medida que se cerraban las operaciones mercantiles (Avery, 1985).

Sanz sería destituido de forma fulminante en agosto de ese mismo año, pero no dejaría de incordiar durante los diecisiete años de vida que le quedaban. Se trasladó a vivir al popular barrio sevillano de Triana, donde reunió a un grupo de antiguos colaboradores con los que reclamó continuamente comisiones e indemnizaciones que, según él, se le adeudaban. En 1786 consiguió su único éxito: una pen-

sión vitalicia por sus años de trabajo en Riotinto. Sanz murió el 2 de octubre de 1800. Sus herederos continuaron sus reclamaciones esporádicamente. En 1873, cuando las minas fueron vendidas a la compañía inglesa, la familia Sanz elevó una enérgica protesta al Gobierno por haber enajenado sus propiedades sin su permiso (Avery, 1985).

A finales de 1778 se declaró vacante el Real Asiento, ordenándose el inventario general de la propiedad y sus bienes para sacar las minas a subasta pública. Pero el Gobierno reconsideró su postura, pues el 1 de febrero de 1783 la Real Hacienda tomará posesión de Riotinto, convirtiéndose así en el tercer establecimiento minero que pasaba a estar bajo el control del Estado tras Almadén y Linares (Rúa Figueroa, 1859). El primer periodo de administra-



Vista del talud Norte de la Corta de Filón Sur (Riotinto) a finales del siglo XIX. Obsérvense las numerosas labores de interior descubiertas y la no correspondencia de las cámaras y los pilares en los pisos altos, causa de varios hundimientos a lo largo de los siglos XVIII y XIX. Foto cedida por F. Salgado.



A mediados del siglo XIX, los *vitriolos* de las galerías antiguas fueron objeto de explotación en Riotinto. Hoy en día, gracias al rápido crecimiento de estos sulfatos, aún se pueden ver algunas de estas bellas formaciones. Foto: Ángel Sanz.

ción pública de las minas se prolongó hasta el primer tercio del siglo XIX. En los primeros años se contará con la colaboración de un activo ingeniero de minas: Francisco Angulo.

Su llegada se produjo en 1786, permaneciendo allí hasta agosto de 1787. Angulo y sus colaboradores realizaron un completo informe, en el que exponían las necesidades más acuciantes de las Reales Minas. En primer lugar, se trazó el primer plano

general de las labores. Así, se pudo comprobar el intenso laboreo de rapiña a que había sido sometido el Filón Nerva, observando que los pilares de diferentes pisos no se correspondían y algunos niveles estaban separados por entrepisos de espesores inferiores a un metro. Ésta era la causa principal de los frecuentes hundimientos que ocasionaban accidentes. Se llevó a cabo una campaña de fortificación de los puntos críticos, mediante la construcción de llaves y bóvedas de mampostería.

Angulo introdujo las vagonetas para el transporte del mineral y la planificación. Se abandonó el trabajo por campañas de extracción y calcinación, realizándose a partir de entonces ambas tareas simultáneamente. Proyectó la construcción de un malacate de caballerías que sería montado en el Pozo de las Ánimas (Flores Caballero, 1983). Recomendó la construcción de hornos de reverbero para obtener un cobre más puro. Pero potenció más la vía húmeda, mejorando las calcinaciones y rehabilitando la galería de cementación, abandonada por Sanz. También propuso un nuevo método para extraer cobre disolviendo con aguas de mina las tierras finas que resultaban de la calcinación del mineral (menudos) y precipitándolo con hierro, anticipándose a la “cementación artificial”, que será empleada masivamente durante el siglo XIX.

Otro serio problema lo constituía el

fuerte absentismo laboral causado por la demanda de trabajadores para el campo durante la cosecha. Para evitarlo, propuso soluciones muy ingeniosas, entre las que destaca la concesión a los mineros de Riotinto del privilegio para librarse del servicio militar (Rúa Figueroa, 1859). También luchó contra los destajos y el sistema de contratas, pero no consiguió eliminarlos.

Muchas de sus propuestas cayeron en saco roto. En un nuevo informe (1798) insistía en la conveniencia para producir cobre a menor coste. Todos sus esfuerzos serán en vano: el país se encaminaba hacia una honda crisis que tendría graves consecuencias políticas. Se nombró a un nuevo administrador que tuvo que hacer frente a muchos contratiempos como la falta de fondos, las continuas alzas en los precios de las materias primas, los problemas financieros de sus clientes y la situación política en general (Flores Caballero, 1983).

En 1807 se clausuraron la Real Fundición de Bronces de la Artillería de Sevilla y la Fábrica de Cobreñas de Jubia, principales clientes de Riotinto. Un año después estalló la Guerra de la Independencia. La parada de las minas fue total durante la contienda, con el cese de las actividades de cementación en 1810. Esta situación se debió al férreo control impuesto por los franceses que, aunque no llegaron a invadir las minas, destacaron una guarnición en el Castillo de las Guardas (Sevilla) que impidió tanto la recepción de suministros, como el envío del cobre producido a la capital Hispalense. Los mineros en paro se vieron abocados a mendigar para paliar el hambre (Avery, 1985).

Finalizada la guerra, las actividades se recuperaron poco a poco. Las dificultades eran grandes, pues el país estaba devastado. A partir de 1815 y hasta 1823, sólo se trabaja en la cementación de las aguas de mina. En 1820, Fausto de Elhuyar quiso llevar a cabo un proyecto que aseguraba el abastecimiento de los consumos de las fábricas de Sevilla y Jubia. De nuevo la política hizo fracasar el intento. Los esfuerzos de los ingenieros de minas serían siempre ahogados por la Administración, más preocupada de llenar por la vía rápida las arcas de un Estado en bancarrota que de crear riqueza a partir de los recursos propios.

Riotinto fue cedido en arrendamiento en 1829 al marqués de Remisa, por un periodo de 20 años. Éste realizó la explotación bus-



Cristales octaédricos de voltaíta formando macles de compenetración, recogidos en el 29 Piso del Pozo Alfredo (Riotinto). Encuadre de 12 mm. Colección: F. Bernet y P. Fernández. Foto: F. Piña.

cando el máximo beneficio al mínimo coste. Además, empleó sus influencias en el Gobierno para conseguir la prohibición de las importaciones de cobre, al tiempo de obtener un precio de venta fijo para el de Riotinto, incluso cuando en el mercado exterior iba a la baja. En 1837 fue denunciado por la tala abusiva de arboleda para obtener combustible para los hornos que provocó la desertización de gran parte del territorio. La reacción de Remisa es abandonar la fundición y obtener el cobre por vía húmeda.

A partir de 1839 se generalizará el empleo de la cementación artificial. Este método, propuesto por Ignacio Goyanes, se hará hegemónico hacia el final del periodo de arrendamiento de Remisa, en que el 90 % del cobre producido en Riotinto era obtenido por calcinación en teleras (Flores Caballero, 1983). Las minas fueron esquilimadas, limitándose la extracción a las menas de mayor ley primero, y después a los *vitriolos* que atestaban las galerías antiguas, por dar éstos aún mejor rendimiento en la cementación. Las calcinaciones al aire libre crecen rápidamente y la *manta* (neblina formada por la condensación de los humos que se desprendían de las teleras) empezó a ser tristemente célebre: “los labradores



Panorámica del “Valle del Infierno”. Fotografía tomada a finales del siglo XIX desde la cima de Cerro Colorado. En primer término se ven las teleras ardiendo en el Cerro de las Vacas (hoy enterrado casi por completo por los vacíos de la Corta Cerro Colorado). Detrás, cientos de teleras en combustión, desprendiendo humos sulfurosos y arsenicales, que en los días húmedos se condensaban formando la “Manta”. Foto cedida por Fofoestudio Mariló.

temen las aguas en invierno y el rocío de las noches de verano, porque es cuando mueren más plantas porque se deposita sobre los vegetales mayor cantidad de ácido sulfúrico líquido. (...) Los objetos de hierro expuestos al aire, se oxidan y corroen con

rapidez; (...) los tejados de los alpendes y casas más inmediatas a las plazas de calcinación, así como las rocas y todo el terreno, se cubren de una capa amarilla verdosa de azufre libre; los humos más densos (sulfurosos) excitan con fuerza la tos y ha-



Panorámica general de los trabajos en Corta Dehesa (Riotinto). En primer término (dcha.) se puede observar el castillete del Pozo N° 22 (h. 1920). Foto cedida por Fofoestudio Mariló.



Masa sedosa formada por finísimas fibras de halotriquita entre las que se encuentran insertadas diminutas agrupaciones de cristales de copiapita (de color amarillo). Encuadre de 10 mm. Colección: F. Bernet y P. Fernández. Foto: F. Piña.

cen estornudar y llorar al mismo tiempo; los vapores más difusos (arsenicales) (...) son nauseabundos y quitan las ganas de comer; para quitarse el mal gusto de los humos, (...) el único remedio es tomar un poco de licor o de aguardiente; he aquí otra necesidad, poco agradable para muchos, que crean los humos de las calcinaciones en los habitantes de las minas de Ríotinto". (Revista Minera, 1852),

Remisa finalizó su contrato en 1849, pero continuó ligado a Ríotinto porque cuatro

años antes, había subcontratado la actividad más lucrativa del establecimiento minero a otra sociedad de su propiedad llamada *Compañía de los Planes*. La cementación artificial de tierras vitrílicas, mezclas de polvo mineral y vitriolos que contenían entre el 4 y el 12 % en cobre, permitía obtener una cáscara mucho más limpia que la llamada "cáscara de la cañería", por lo que se refinaba independientemente del resto de los minerales (Salkield, 1987). La legalidad del contrato fue discutida en muchas oca-

siones. A pesar de las presiones, Remisa supo aprovecharse de la indecisión de la Administración y mantuvo su privilegio hasta 1859, año en que finalmente abandona sus negocios en Huelva.

Por si fuera poca la desgracia del establecimiento minero, en 1839 entró en escena otro oportunista: Mariano de la Cerdá, antiguo párroco de las minas, que obtuvo la concesión para probar un "nuevo" proceso para precipitar el cobre al que llamaba misteriosamente *método electroquímico*. Consistía en una cementación artificial convencional, salvo que en la fase de precipitación se intercalaban planchuelas de plomo entre los lingotes de hierro, sumergiendo todo el conjunto en los canales y pilones. Según el presbítero, el plomo disminuía el consumo de hierro al hacer a éste inatacable por el ácido (García Castañeda, 1853). Esta aseveración provocará las denuncias de muchos técnicos de la época, que vieron en su proceso una estafa, llegando incluso a la descalificación personal (Rúa Figueroa, 1853).

El sacerdote demandó en dos ocasiones a la Revista Minera, que era la publicación de donde partían la mayoría de las críticas. Sus actividades se prolongaron en las minas por espacio de 19 años, hasta que a raíz de una fuerte campaña de prensa, el Ministerio de Hacienda ordenó que no se le comprara más mineral. De la Cerdá aceptó rescindir el contrato cinco años antes de su finalización, a cambio de una compensación económica que alcanzó la cifra de medio millón de reales, gracias a la oportuna intervención de sus amigos del Gobierno (Avery, 1985). Hay noticias de que, tras dejar Ríotinto, se dirigió a las minas de San Miguel, donde quiso ensayar su método, pero parece que no tuvo éxito, pues nunca más se volvió a saber de él.

LA FIEBRE MINERA DEL SIGLO XIX: LA PIRITA, MENA DE AZUFRE

A principios del siglo XIX, el panorama era desolador. La Guerra de la Independencia (1808 - 1813) y la pérdida paulatina de las colonias americanas a partir de 1820, condujeron al Estado Español a una grave crisis económica. En Europa, por el contrario, hubo un gran florecimiento del comercio y de la industria. Inglaterra estaba en el apogeo de la construcción del imperio. El establecimiento de compañías inglesas en ultramar, permitió al país ocu-



Pozo Alicia en la Masa San Dionisio de Ríotinto (h. 1880). Este pozo ardió en las huelgas de 1909 y 1913. En este último incendio quedó completamente destruido, perdiendo la vida siete hombres (cinco jefes y dos capataces) y otros tres quedaron gravemente heridos al intentar sofocar las llamas. Los 35 hombres que participaron en las labores de rescate de los cuerpos recibieron la medalla de oro de la Río Tinto Co. Ltd. Foto cedida por Fundación Ríotinto.



Agregado de cristales aciculares de kornelita, formando grupos esféricos de 5 mm, asociados a copiapita, sobre matriz de roemerita. La kornelita es uno de los sulfatos más espectaculares, y a su vez menos abundantes, que se pueden observar en el Pozo Alfredo (Riotinto). Colección: F. Bernet y P. Fernández. Foto: F. Piña.

par posiciones de privilegio en el mercado internacional y garantizar el abastecimiento de la industria de la metrópoli, donde se transformaban las materias primas. Este fue el caso del cobre y el ácido sulfúrico.

El consumo de estas sustancias fue en aumento a partir de 1820. El cobre pasó de estar ligado exclusivamente a la industria bélica, a tener múltiples aplicaciones en la nueva industria eléctrica por sus excelentes propiedades conductoras. A partir de 1821, la producción mundial del metal se incrementará en un 30% por década (Flores Caballero, 1983).

La primera mina que se puso en marcha, exceptuando Riotinto, fue Castillo de las Guardas, que en 1853 producía de 18.000 a 20.000 arrobas de cobre fino (Tarrín, 1888). Poco después de ella se reabrieron Peña de Hierro (1850), San Miguel (1850), Concepción (1853), Chaparrita (1853), y otras.

En esta primera etapa la mayoría de las empresas eran pequeñas sociedades locales, con más ilusiones que capital. Las labores eran subterráneas, mediante el método de huecos y pilares. En algunos casos

se iniciaron pequeñas cortas, efectuando los desmontes a mano. La cementación de aguas cobrizas tuvo una gran aceptación, al ser un método sencillo que permitía obtener cobre a bajo coste. Todas estas empresas vendieron sus propiedades a las sociedades transnacionales que llegaron a la región entre 1855 y 1870.

La minería del Suroeste recibió el impulso definitivo a mediados de siglo, con el fuerte crecimiento de la industria química, principal consumidora de azufre. El azufre se emplea para la fabricación de ácido sulfúrico, que es la base para fabricar fertilizantes, álcalis, explosivos y otras muchas sustancias. El azufre nativo procedía de los *zolfori* sicilianos. La demanda alimentó las tentaciones monopolísticas de los productores, que provocaron continuas subidas de los precios hasta cifras abusivas.

La industria europea reaccionó rápidamente buscando fuentes de azufre alternativas. En 1833 el francés Perret demostró la posibilidad de utilizar la pirita para fabricar ácido sulfúrico. Seis años más tarde comenzó la producción industrial a partir de piritas inglesas e irlandesas, con una ley

media del 35% en azufre. Poco después, las minas británicas se encontraban en vías de agotamiento y no podían abastecer, por sí solas, la demanda internacional. Era natural que las piritas de España y Portugal, con leyes superiores al 45% en azufre, se convirtieran en el objetivo de las empresas químicas. Numerosos agentes europeos comenzaron a recorrer las viejas minas del Sur, en busca de la deseada pirita.

La primera apuesta sería la hizo un ingeniero de minas francés llamado Ernesto



Río Tinto y puente de Zarandas-Naya. Foto: G. García.



Vista general de los enlaces ferroviarios en Zarandas (Riotinto), con los calcinados al fondo. Foto: G. García.



Aspecto, en 1996, de una antigua grúa sobre uno de los ferrocarriles de Zarandas. Foto: G. García.



Locomotora Garrat tirando de un tren cargado de mineral hacia el puerto de Huelva. El tren está formado por 50 vagones tipo "M", con una capacidad de 30 t cada uno. A la derecha se puede ver el río Tinto (h. 1960). Foto cedida por F. Salgado.

Deligny. En febrero de 1853 realizó su primer viaje a Huelva, en representación de su amigo el Duque de Glücksberg, antiguo embajador de Francia en Madrid. Su propósito era visitar y reconocer las minas de San Miguel y Sierra Vicaria. Tras un primer reconocimiento, aconsejó al duque un cambio de estrategia: investigar en puntos más alejados de Riotinto pues allí era donde se concentraban la mayoría de las minas explotadas. Un mes después emprendió un viaje en busca de "nuevos criaderos y terreno franco" (Deligny, 1863).

Fruto del mismo fue el registro de 40 expedientes, entre los que se incluían las minas de Cueva de la Mora, Los Poyatos, San Telmo, Vuelta Falsa y las importantes minas de Tharsis. Más tarde realizó nuevos registros en Calañas (La Zarza), y en 1855 compró cinco minas en Portugal, entre las que estaban las de São Domingos, Caveira y Aljustrel (Strauss, 1970). En 1853 se fundó la *Compañía Investigadora de Tharsis*, que quebró un año después paralizándose los trabajos a causa de la epidemia de cólera que afectó a la región. En 1855 se fundó en París la *Compagnie des Mines de Cuivre de Huelva* con un capital social de 6.000.000 de francos. Deligny abandonó la dirección técnica cuatro años más tarde, por desavenencias con los socios capitalistas.

El despegue de la minería fue muy rápido. Por esas fechas se empleaban más de dos mil caballerías en el transporte de minerales y materiales entre las minas y el puerto de Huelva (Pinedo Vara, 1963), que había sido sondeado unos años antes por Deligny para comprobar si podían atracar allí buques de gran calado. A partir de 1855 comenzaron las exportaciones de pirita y manganeso. En apenas diez años, la capital onubense se situó en el cuarto lugar entre los puertos españoles por tráfico marítimo, y avanzando el siglo alcanzaría el segundo puesto. En Europa la región comenzó a conocerse como "la California del cobre" (Tarín, 1888).

Hacia 1858 el desarrollo del proceso Henderson permitió aprovechar los metales contenidos en las cenizas de pirita, resultantes de la tostación del mineral en las fábricas de ácido. Este hecho dio un valor añadido a la pirita y sirvió de aliciente para animar a nuevos inversores. Así llegaron otras compañías, ligadas a la industria química, que provocaron una auténtica revolución industrial. La llegada de estas fuertes

compañías acelera la introducción de la gran minería a cielo abierto que convertirá a las “cortas” en elementos característicos del paisaje de la región. Se construyeron todo tipo de infraestructuras, entre las que destacaron las nuevas poblaciones, las obras hidráulicas y los transportes. Llegaron a funcionar más de 25 ferrocarriles mineros con más de 1.000 km de vía férrea (ver cuadro pág. siguiente).

En 1864, el 90 % del ácido producido en Inglaterra era a partir de las piritas ibéricas (Flores Caballero, 1983).

La inyección de capital tuvo en su mayoría origen inglés y francés, aunque había aportaciones de importantes banqueros europeos como los Rostchild. Hay que añadir la breve presencia de los portugueses en Sotiel Coronada, con la “Companhia Mineira Sotiel Coronada” y de la “Companhia Portuguesa das Minas de Huelva” en Cueva de la Mora, Monte Romero y La Zarza (La Algaida) (Pinedo Vara, 1963). En Portugal, São Domingos fue explotada por *Mason & Barry* desde 1858, y Aljustrel desde 1899 por la *Société Belge des Mines d'Aljustrel*.

Otras de las pioneras fue *The South Europe Mining Co. Ltd.*, fundada por una sociedad de fabricantes de productos químicos londinense que en 1862 se hizo con los derechos de la mina de Castillo Buitrón. Cuatro años después, otra compañía inglesa, *The Buitron & Huelva Railway & Mineral Co. Ltd.*, concesionaria de la línea de ferrocarril de Buitrón a San Juan del Puerto, arrendó esta mina a sus propietarios y adquirió en 1873 Concepción y La Poderosa, que pertenecían a las familias Ybarra y Santaló de Sevilla (Ramírez Copeiro, 1985).

En 1866 la compañía francesa de Tharsis arrendó sus propiedades por 98 años a *The Tharsis Sulphur & Copper Co. Ltd.* (T.S.C.), fundada ese mismo año en Glasgow (Escocia) por una asociación de propietarios de fábricas de ácido. Esta compañía vendió en 1900 las minas del Perrunal a la *Société Française des Pyrites de Huelva*, que se hizo también con Lomero - Poyatos. La inglesa *The Bede Metal Chemical Co. Ltd.* adquirió las minas de La Joya (1879), Herrerías (1880) y San Telmo (1882).

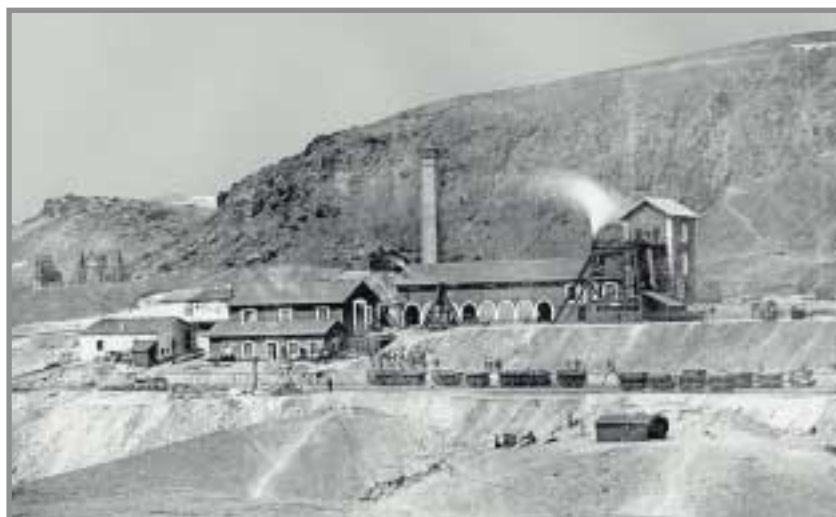
La problemática de Riotinto era diferente. Tras los intentos de venta de 1851, 1856 y 1870, el gobierno español, acosado por la falta de liquidez en las arcas del Estado, decretó en 1873 la venta del establecimiento minero a un consorcio de ban-



Grupo de finos cristales tabulares de romboclasa en forma estalactítica de 20 mm, procedente del Pozo Alfredo (Riotinto), donde se puede observar el crecimiento subparalelo de cristales de gran transparencia. Colección: F. Bernet y P. Fernández. Foto: F. Piña.

queros europeos liderado por el escocés Hugo Matheson, constituyéndose en Londres *The Río Tinto Company Ltd. (R.T.C.)* con un capital social de 2.250.000 libras.

La fuerte inversión permitió que Riotinto se transformara en pocos años en uno de los grandes centros industriales del mundo. La compañía se convirtió muy pronto en la



Instalaciones exteriores del Pozo San Dionisio (1890). Este pozo desapareció hacia 1910 con la ampliación de Corta Atalaya en dirección Levante. Foto cedida por F. Salgado.

RAMALES FERROVIARIOS Y

FERROCARRIL	APERTURA	CIERRE (mm)	ANCHO DE VÍA (km)	LONGITUD	TRANSPORTE INICIAL
Buitrón - San Juan del Puerto	1 - 9 - 1870	30 - 4 - 1969	1.067	48,805	Pirita cobriza y manganeso
Empalme - Zalamea	6 - 2 - 1875	30 - 4 - 1969	1.067	15,228	Manganeso
Zalamea - Poderosa	1876	1904	762	11,500	Pirita cobriza
Mina Sotiel - El Cuervo	1886	1941	1.067	10,738	Pirita cobriza
Cable aéreo San Pedro - Castillo Buitrón	1897	1911	-	1,8	Pirita cobriza
Tranvía de Palanco	1902	1947	600	2,500	Manganeso
Minas de Campanario - El Cuervo	1906	1922	1.067	3,647	Pirita cobriza
Zalamea - Mina Concepción	1 - 12 - 1906	30 - 4 - 1969	1.067	13,543	Pirita cobriza
Tranvía de El Soldado	1907	1915	500	2	Pirita cobriza
Minas de Angostura y Esperanza - Odiel	1907	1931	600	4,450	Pirita cobriza
Fundición Los Silillos - Valverde	1908	1909	1.067	3	Cobre
Mina Sotiel - Minas Tinto - Santa Rosa	1909	1931	762	8	Pirita cobriza
	1909	1928	600	3,500	Manganeso
Minas de Soloviejo - Río Odiel	14 - 5 - 1943	3 - 11 - 1948	600	3,213	Manganeso
Tharsis - Río Odiel (Corrales)	6 - 2 - 1871	31 - 12 - 1999	1.220	47	Pirita cruda
Mina El Lagunazo	1881	h. 1890	610	15	Pirita cobriza
Mina de La Zarza - Empalme	1888	Junio 1992	1.220	28,706	Pirita cruda
Cable aéreo Almagrera - Empalme	1910	1916	-	3	Pirita cobriza
Minas de Riotinto - Huelva	28 - 7 - 1875	9 - 2 - 1984	1.067	83,683	Pirita cobriza, cobre y ácido sulfúrico
Riotinto - Zalamea	6 - 1905	1968	1.067	6,76	General
Riotinto - Peña de Hierro	1899	1913	1.067	3	Pirita cobriza
Herrerías - Puerto de La Laja (F.C. del Guadiana)	1888	Diciembre 1965	762	32	Pirita cobriza
Zafra - Huelva	1 - 1 - 1889	En servicio	1.674	185	General
San Telmo - Valdelamusa	1887	1973	762	11,028	Pirita cobriza
Mina San Miguel - Tamujoso	1891	1919	762	18,330	Pirita cobriza
El Carpio - San Telmo	1900	1922	762	1,792	Pirita cobriza
Cueva de Mora - Valdelamuesa	h. 1899	1932	630	10	Pirita cobriza
Mina Perrunal - El Cerro	1901	1969	1.674	4,090	Pirita cruda
La Joya - Tamujoso	1906	1924	610	14,648	Pirita cruda
Cable aéreo La Torerera - Los Milanos (sistema tricable)	1925	1959	C. carriles: 22 (vacíos) y 28 mm (cargados) Cable tractor: 18 mm	2,3	Pirita cobriza
Concentrador de Sotiel - Calañas	1983	En servicio	1.674	1,9	Ácido sulfúrico
Minas de Cala - San Juan de Aznalfarache	24 - 5 - 1906	26 - 4 - 1955	1.000	96,382	Hierro
Minas del Castillo de las Guardas - El Ronquillo	1907	1955	1.000	16	Pirita cobriza
Minas de Teuler - Zufre	25 - 7 - 1912	1955	1.000	19,968	Hierro
Minas de Peña de Hierro - Minas del Castillo de las Guardas	14 - 9 - 1914	h. 1949	1.000	20,126	Pirita cobriza y manganeso
Aznalcóllar - Camas	1906	h. 1955	1.000	35	Pirita cobriza y piedra
Sevilla - Huelva	15 - 3 - 1880	En servicio	1.674	110	General
Sevilla - Córdoba	h. 1870	En Servicio	1.674	-	General
Minas de São Domingos - Pto. de Pomarão (Guadiana)	h. 1860	1966	1.000	20	Pirita cobriza, cobre y ácido sulfúrico
Faro - Lisboa (F.C. del Sado)	h. 1850	En servicio	1.674	250	General
Aljustrel - Figuerinha	1875	1880	Vía estrecha	21	Pirita cobriza
Aljustrel - Carregeiro	h. 1900	h. 1960	1.000	15	Pirita cobriza
Neves Corvo - Estação de Ourique	Junio de 1992	En servicio	1.674	30	Concentrado de cobre y estaño

Basado en el cuadro de RAMÍREZ COPEIRO DEL VILLAR, J. (1998). "Los ferrocarriles. El embarcadero de Buitrón en San Juan del Puerto". En Artes,

FERROCARRILES MINEROS

CABLES AÉREOS DE LA FAJA PIRÍTICA IBÉRICA

COMPañÍA FINAL	COMPañÍA	MINAS
The Buitron & Huelva Railway & Minerals Co. Ltd.	F.E.V.E.	Castillo Buitrón, La Descamisada, Gloria
F. C. Hills & Co.	F.E.V.E.	Oriente, Palanco, Guadiana
F. C. Hills & Co.	F. C. Hills & Co.	Poderosa
Cía. Mineira Sotiel - Coronada	Unión Española de Explosivos	Sotiel
S.A. de Minas de San Pedro	S.A. de Minas de San Pedro (San Pedro)	Barranco de los Bueyes
Manuel Vázquez López, S.A.	Hijos de Vázquez López, S.A.	Palanco, Guadiana
Société des Mines de Cuivre de Campanario	Société des Mines de Cuivre de Campanario	Campanario
F. C. Hills & Co.	F.E.V.E.	Concepción, Poderosa, San Platón
Zalamea Copper Co.	Zalamea Copper Co.	El Soldado
The Esperanza Copper & Sulphur Co. Ltd.	The Seville Sulphur & Copper Co. Ltd.	Grupo Esperanza - Angostura
Société des Mines de Cuivre de Nerva	Société des Mines de Cuivre de Nerva	Grupo La Ratera
Compañía Anónima de Buitrón	Compañía Anónima de Buitrón	Tinto - Santa Rosa
Antonio Guijarro	Hijos de Vázquez López, S.A.	Solviejo
Aramburu, Guijarro Núñez, S.L.	Aramburu, Guijarro Núñez, S.L.	Solviejo
The Tharsis Sulphur & Copper Co. Ltd.	Grupo Tharsis, La Lapilla, Prado	Vicioso, Grupo Peñuelas
S.A. Minas de Cobre de El Alosno	Nueva Tharsis, S.A.L.	Lagunazo
The Tharsis Sulphur & Copper Co. Ltd.	S.A. Minas de Cobre de El Alosno	La Zarza
The Tharsis Sulphur & Copper Co. Ltd.	Cía. Española de Azufre y Cobre de Tharsis, S.A.	Almagrera
	The Tharsis Sulphur Copper Co. Ltd.	
The Río Tinto Co. Ltd.	Río Tinto Minera, S.A.	Grupo Riotinto
The Río Tinto Co. Ltd.	C.E.M.R.T.	-
The Río Tinto Co. Ltd.	The Río Tinto Co. Ltd.	Peña de Hierro
The Bede Metal & Chemical Co. Ltd.	Minas de Herrerías, S.A.	Herrerías Cabezas del Pasto
Compañía del F.C. Zafra - Huelva	R.E.N.F.E.	-
Compagnie des Mines de Cuivre d'Aguas Teñidas	Société Française des Pyrites de Huelva	San Telmo, Confesionarios Lomero - Poyatos
The San Miguel Copper Mines Co. Ltd.	The San Miguel Copper Mines Co. Ltd.	San Miguel
Société Française des Pyrites de Huelva	Piritas y Manganos, S.A.	El Carpio
The Cueva Central Copper Mining Co. Ltd.	The Huelva Copper & Sulphur Mines Ltd.	Cueva de la Mora, Monte Romero, Aguas Teñidas, Angelita
Société Française des Pyrites de Huelva	R.E.N.F.E.	Perrunal
Hijos de Vázquez López, S.A.	Hijos de Vázquez López, S.A.	La Joya
Unión Española de Explosivos	Unión Española de Explosivos	La Torerera
Minas de Almagrera, S.A.	Minas de Almagrera, S.A.	Concentrador de Sotiel
S.A. Minas de Cala	S.A. Minas de Cala	Cala, Grupo Sultana San Rafael
Sociedad Española de Minas del Castillo de las guardas	S.A. Minas de Cala	Minas del Castillo de las guardas
S.A. Minas de Cala	S.A. Minas de Cala	Coto Teuler
The Peña Copper Mines Co. Ltd.	S.A. Minas de Cala	Peña de Hierro, Pepito, Peña del Aguila, Peñas Altas
Sociedad Gaditana de Minas	Sociedad Gaditana de Minas	Grupo Aznalcóllar Canteras de Gerena
Compañía de Madrid a Zaragoza y Alicante (M.Z.A.)	RENFE	Tramo San Juan del Puerto - Huelva (13 km) para minerales del F.C. del Buitrón
M.Z.A.	RENFE	Minas de Peñafior, Juan Teniente, La Lima (cable)
Mason & Barry, Co. Ltd.	Mason & Barry, Co. Ltd.	São Domingos
Estado Portugues	SCP	Lousal (a Setúbal desde 1936), ¿Caveira?
Sociedad La Transtagana	Sociedad La Transtagana	Grupo Aljustrel
Société des Mines d'Aljustrel	Société des Mines d'Aljustrel	Grupo Aljustrel
SOMINCOR	SOMINCOR	Neves Corvo

costumbres y riquezas de la provincia de Huelva (Diario Huelva Información).



Vista general de la mina El Perrunal. Foto hecha por la Cia. de Río Tinto a finales del siglo XIX. Cortesía de Pedro Real.



Mina El Perrunal. Mineros abriendo barrenos con perforadora en contramina. Foto hecha por la Cia. de Río Tinto a finales del siglo XIX. Cortesía de Pedro Real.



Castillete del Pozo Acceso en la Masa Planes - San Antonio, de Riotinto (Marzo de 1996). Foto: G. García.

“primera dama” del mercado mundial de las piritas, manteniendo un dominio indiscutible hasta después de la Gran Guerra y ejerció un poder casi absoluto en la vida política y social de la provincia de Huelva.

Una de las primeras amenazas para el mercado de las piritas la constituyó el desarrollo de un nuevo proceso de fabricación de carbonato sódico que no precisaba del sulfúrico como materia prima. En 1874, el químico Ernest Solvay cedió la patente del mismo para el Reino Unido a los Srs. Mond y Brunner, que formaron la compañía Brunner Mond que llegó a fabricar 47.000 t/año de carbonato, superando a los fabricantes que todavía empleaban el proceso Leblanc y, por tanto, potenciales compradores de piritas (Avery, 1985).

Respecto al cobre, las operaciones debían desarrollarse en un mercado muy inestable. La apertura de las grandes minas en Chile, EE.UU., Sudáfrica y otros países provocó una caída continua en los precios, depreciándose el metal aproximadamente a un tercio de su valor entre 1872 y 1886. En esa situación eran frecuentes los acuerdos secretos entre empresas. Un caso destacado es el de la *Société Industrielle et Commerciale des Métaux*. Mediante pactos secretos con las compañías, en el mes de octubre de 1887 tomó control sobre más del 80% de la producción mundial de cobre, adquiriendo el resto en los dos meses siguientes. Esto provocó un espectacular repunte del precio que animó a las pequeñas empresas a aumentar la producción de mineral, mientras que los compradores dejaron de adquirirlo. El exceso en la oferta produjo el colapso de las cotizaciones y, al no poder afrontar sus compromisos comerciales, la *Société des Métaux* quebró, arruinándose sus socios (parece ser que el director de un importante banco parisino se suicidó por este motivo) (Avery, 1985).

A finales de la década de los 80, la demanda de azufre experimentará un nuevo crecimiento. Para evitar las tentaciones monopolistas de los productores de pirita y para plantar cara a la amenaza que suponía el proceso Solvay, cuarenta y cinco fabricantes ingleses de álcalis decidieron unirse en 1890, formando la mayor agrupación química del mundo: *The United Alkali Company*. La estrategia de *Alkali* consistió en hacerse autosuficiente, controlando todas sus materias primas. La pirita era una de ellas, por lo que decidieron



Cobre nativo sobre matriz de cuarzo (Herrerías). Encuadre de 60 mm. Colección: Miguel A. González. Foto: J. M. Sanchís.



Malotriquita de 100 mm x 55 mm recogida en la cámara 6 del 33 Piso del Pozo Alfredo (Riotinto). Colección: Fernando Gómez. Foto: J. M. Sanchís.

invertir fuertemente en el negocio minero con el objeto de tener cierta independencia frente a las oscilaciones en el mercado. Así, compran las minas de Sotiel Coronada (1904), Tinto - Santa Rosa (1905) y en 1906 el ferrocarril del Buitrón y las minas de Concepción, Castillo Buitrón y Poderosa (Ramírez Copeiro, 1985).

Los productores buscaron la salida a esta situación se buscó en la apertura de un nuevo mercado: los Estados Unidos. En 1894 todavía se consumía en ese país azufre siciliano, pues la importación de las pirritas españolas y portuguesas estaba gravada con fuertes impuestos. Un cambio en la política arancelaria americana permitió la rápida introducción de la pirita, de forma que en 1909 el 84 % del ácido americano se producía con mineral de Riotinto.

LA CALCINACIÓN EN TELERAS Y LOS SUCESOS DE 1888

Por lo común, el mineral tratado “in situ” tenía una ley media inferior al 2 ó 3 % en cobre, mientras que los minerales de mayor ley se destinaban a la exportación (Tarín, 1888). Ya se han apuntado las dos formas básicas de obtener cobre metal: por fundición o vía seca y por cementación o vía húmeda. Las compañías mineras se decantaron por la aplicación de esta última, bien en su variante de *cementación natural*, bien por *cementación artificial*. Este procedimiento se aplicó de forma sistemática en casi todas las minas españolas. En Portugal se empleaba la cementación natural, pues las calcinaciones de pirita al aire libre se prohibieron en 1878, antes incluso que en Inglaterra.

La cementación artificial constaba de tres etapas: los minerales se apilaban en

montones (llamados *teleras* por su semejanza con un típico pan andaluz) sobre un lecho de leña que se prendía, transmitiendo al montón una combustión lenta que podía prolongarse durante varios meses. La segunda fase era la disolución, en la que los *morrongos* (minerales calcinados) se depositaban en una serie de *pilones disolvedores* en donde se lavaban con aguas de mina para disolver los sulfatos de cobre formados durante la calcinación. Los licores ricos en cobre pasaban después a la fase de cementación propiamente dicha, en la que el cobre se precipitaba sobre lingotes de hierro en dos etapas: en los *pilones* se precipitaba la cáscara de cobre de los licores ricos, que finalmente se apuraban en los canaleos.

Al aumentar el tonelaje de mineral tratado, también crecía el volumen de humos producidos y los efectos se dejaron sentir

pronto. En el caso de Riotinto, aumentó espectacularmente el número de teleras humeantes que ardían día y noche en el Valle de Lucifer, como se conocía el área donde se calcinaba la pirita, llegándose a lanzar a la atmósfera 500 t diarias de gases sulfurosos y arsenicales. A partir de 1877 en los registros del Hospital de Riotinto aparecen muertes causadas por “falta de vida”, posiblemente una forma de disimular las asfixias producidas por los gases (Pérez López, 1994).

Las comisiones de investigación más o menos independientes relacionadas con los humos se sucederán de forma continuada, acompañadas por encendidas polémicas en la prensa. Los partidarios de la prohibición de las teleras se organizaron en torno a la Liga Antihumista. Las acciones de este grupo fueron frecuentes en la provincia. Consistían en visitar los ayunta-



Canaleos de la Cementación - Cerda (foto tomada hacia 1900). Obsérvese la cantidad de niños que hay entre los trabajadores. Foto cedida por Fotoestudio Mariló.



Canaleos en la Cementación de Naya (1963). Toda la chatarra de la empresa se llevaba a la planta de cementación para utilizarla en la precipitación de la cáscara de cobre. Este trabajo se realizaba a mano a principios de siglo. Más tarde se emplearon excavadoras sobre railes, como la que se ve en la fotografía (al fondo). Foto: M. Díaz Vega. Cortesía de Pedro Real.

mientos de los pueblos afectados por los humos intentando convencer a los ediles para que prohibieran las calcinaciones. Esto lo consiguieron en Zalamea (1887), Alosno (1887) y Calañás (enero de 1888).

En la Cuenca Minera de Riotinto estas reclamaciones alcanzaron dimensiones de tragedia. El 4 de febrero de 1888 se convocó una marcha de protesta por los humos. Varias columnas (entre 14.000 y 20.000 personas) encabezadas por bandas de música, confluyeron frente al Ayuntamiento del antiguo pueblo de Riotinto, que era custodiado por la compañía de la Guardia Civil destacada en las minas. Una delegación subió a presentar las reclamaciones, iniciándose una larga discusión. Una hora después, el Gobernador Civil llegó por tren con 45 soldados del Regimiento de Pavía y más Guardias Civiles, quienes se dirigieron hacia el Ayuntamiento abriéndose paso por las calles atestadas de gente. Al llegar allí, el Gobernador situó las tropas frente a la fachada y se unió a la reunión, dispuesto a terminarla de una vez por todas. En la calle la tensión aumentaba. Irritado por el gentío, el Gobernador salió al balcón y ordenó que los presentes se dispersaran inmediatamente. Su intervención excitó aún más a la gente, que lo abucheó. El teniente coronel al mando del destacamento ordenó a sus hombres cargar sus armas y apuntar a la multitud para disuadir a cualquier posible agitador. Inmediatamente sonaron varias descargas. La confusión y el terror siguieron a los primeros disparos, provocándose una desbandada de gente en todas direcciones, que huían mientras eran tiroteados por la

espalda (Pérez López, 1994). Quince minutos después la plaza quedó ocupada únicamente por los muertos y algunos heridos. Los bancos de hierro forjado estaban arrancados o rotos por el empuje de la multitud (Avery, 1985). Dependiendo de la fuente consultada, las víctimas oscilan entre 70 y más de 200. El dato exacto quedará sumido para siempre en las brumas del tiempo: para evitar los despidos, muchos enterraron a sus familiares ilegalmente en escombreras cercanas.

Las calcinaciones al aire libre fueron prohibidas por decreto ley quince días después de estos hechos. La R.T.C. consideró la decisión como un ataque a sus intereses. Gracias a sus influencias en Madrid, la compañía consiguió que dicho decreto fuera derogado el 29 de noviembre de 1890. De hecho las calcinaciones continuaron e incluso aumentaron, aunque fueron eliminándose paulatinamente a partir de 1895, hasta que en 1907, diecinueve



Antiguas telera en el valle de Nerva. Agosto de 1992. Foto: Gonzalo García.

años después del “año de los tiros”, como se conocen desde entonces estos trágicos acontecimientos, se apagó la última telera en las minas de Riotinto.

Las reacciones políticas suscitadas a raíz de los acontecimientos de Riotinto, motivaron que las grandes empresas abandonaran la cementación artificial y se decidieran a emplear otros procesos entre los que estaba la cementación natural. Ésta consistía en la acumulación del mineral en grandes montones de varios cientos de miles de toneladas, denominados *terrerros*, dispuestos sobre una red de canales de piedra situados en su base y conectados a chimeneas que atravesaban los montones. Estos *terrerros* eran regados con agua de mina y agua recuperada de otros procesos para lixiviar el cobre contenido. La finalidad de los canales y las chimeneas era facilitar la conducción del aire, imprescindible para la formación de sulfatos, así como para recoger los licores ricos. El cobre disuelto se precipitaba con lingotes de hierro de la forma descrita antes. El proceso era más lento que la cementación artificial, pero tenía dos ventajas: se suprimía la fase de calcinación y no se producían humos tóxicos. En segundo lugar, el azufre no se perdía en los gases y el mineral, una vez agotado el cobre, era vendible como mena de azufre bajo la denominación de *pirita lavada*. Su implantación en otras minas estuvo favorecida por la experiencia previa que existía en minas como Concepción y São Domingos, en las que se empleaba desde la década de los 50. En Tharsis se implantó hacia 1889.

En Riotinto se habían realizado pruebas con otros tratamientos desde antes de 1888 debido a que el montante de dinero destinado a indemnizar a los agricultores afectados por los humos crecía a la par que el tonelaje calcinado. En 1879, el alemán Heinrich Doetsch, representante en Huelva de la compañía, patentó un nuevo proceso que disminuía el volumen de mineral calcinado. Consistía en la lixiviación del cobre diluido en forma de clorato. Esta sal se obtenía mezclando en los *terrerros* pirita, sal común, caparrosa, tierras vitrílicas y mineral de manganeso (Tarín, 1888). El inconveniente más importante residía en que la síntesis del cloro necesario para transformar los cloruros en cloratos resultaba caro. Por ello, el esquema inicial se modificó, introduciendo primero una calcinación en telera de la mezcla previa al lavado. En una segunda variante se prescindió de nuevo de

la calcinación, añadiendo en los terrores mineral de manganeso en exceso. En resumen, las diferentes alternativas siempre necesitaban el empleo de sal y manganeso, sustancias en las que Doetsch y su socio Sundhein tenían fuertes intereses. Además, la R.T.C. debía pagar un canon anual a Doetsch por la cesión de los derechos sobre la explotación industrial de su patente (Avery, 1985). A pesar de no ser una solución eficaz, el proceso Doetsch se continuó empleando hasta que el autor se llevó a la tumba consigo su privilegio en 1894.

Dos años después de la muerte de Doetsch, se comenzó la producción de cobre por cementación natural, aunque experimentalmente. En 1899 se generalizó este método a raíz de una visita del Presidente de la compañía a Tharsis, donde pudo comprobar que era utilizado por sus rivales desde hacía diez años con buenos resultados económicos (Avery, 1985): Ésta es otra prueba más de la incomunicación que había entre las dos compañías, fruto de sus malas relaciones.

EVOLUCIÓN DE LA MINERÍA DE LA FPI DURANTE EL SIGLO XX

El nuevo siglo comenzó con buenas perspectivas. Las compañías habían alcanzado posiciones relevantes en el mercado internacional. El precio del cobre sufrió un repunte debido a la guerra ruso - japonesa de 1906 a 1907. Esta situación de bonanza se prolongó durante las dos primeras décadas del siglo y generó sustanciosos beneficios que fueron aprovechados por las empresas para modernizar sus instalaciones. Entre las inversiones realizadas, destacan: la electrificación de las minas, la introducción del martillo perforador de aire comprimido, y la mecanización del cielo abierto con las excavadoras a vapor. Estas máquinas se utilizaron por primera vez en el desmonte de la Corta Dehesa (Riotinto).

Todas estas inversiones van en consonancia con la importancia de los yacimientos de la FPI. Téngase en cuenta que a principios de siglo, la producción anual de piratas españolas suponía entre el 50 % y el 60 % del total mundial. El 90 % de esa producción se vendía como mena de azufre, lo que significa que las piratas españolas aportaban al



Castillete del Pozo Maestro de la mina Peña de Hierro, en Nerva (h. 1980). Foto: Fotos Aragón.

mercado casi el 50 % del azufre consumido en el mundo (Madariaga, 1920). El cobre metal producido a partir de piratas españolas era el 8 % del total mundial. A estas cifras hay que añadir la producción de Portugal, que procedía básicamente de las minas de São Domingos y Aljustrel.

Las cenizas de tostación de las piratas se vendían a factorías especializadas en su procesamiento. De ellas se obtenían por diferentes procedimientos: cobre, plomo, zinc, oro plata y otros metales, entre los que destaca el

denominado *mineral púrpura*, que una vez acondicionado, se empleaba como mena de hierro. El hierro pirático llegó a significar, en las dos primeras décadas del siglo

XX, aproximadamente el 3 % de la producción mundial y el 22,5 % de la española.

A principios de los años 20, el capital extranjero (fundamentalmente británico) invertido en la minería de la pirita ascendía a 145 millones de pesetas de la época (Madariaga, 1920). Uno de cada cinco mineros del Estado Español trabajaba en la FPI. La mina que tenía más personal era Riotinto. Entre 1900 y 1920 nunca hubo menos de 10.000 empleados en la compañía, alcanzándose el máximo en 1909 con el desmonte de Corta Atalaya en su apogeo, con 16.873 trabajadores (Salkield, 1987). A esto deben añadirse los empleos inducidos por la minería, que pueden estimarse

en tres por cada empleo directo.

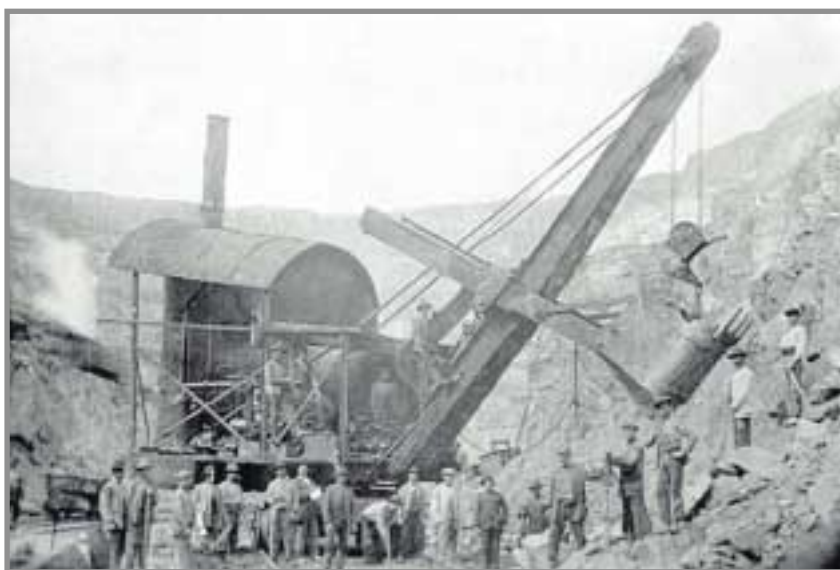
En cuanto al tratamiento del mineral, continuó empleándose principalmente la hidrometalurgia (vía húmeda). La generalización de la cementación natural provocó la irrupción en el mercado de las piratas lavadas, que entran en competencia directa con la *pirita cruda* que se vendía sin sufrir ningún tratamiento, salvo la trituración y la clasificación en tamaños comerciales.

La pirometalurgia (vía seca) fue recuperando el terreno perdido en la segunda mitad del siglo XIX. En 1901 se inauguró en Riotinto una nueva fundición, en la que el cobre se afinaba en convertidores Bessemer mediante la inyección de oxígeno a través de la mata. Así se escoriificaba el hierro en forma de silicato (fayalita) y el azufre se eliminaba en los gases. Esta fundición trabajó hasta 1914, en que fue sustituida por otra que, tras varias actualizaciones, estuvo operativa hasta 1970. La más importante de todas fue la adopción en 1930 del proceso Orkla, desarrollado por Orkla Metal A.S. y ensayado con éxito en Riotinto y São Domingos (Salkield, 1987). Este proceso incluía una etapa de limpieza y desulfuración de los gases emitidos, produciéndose a partir de ellos azufre elemental y ácido sulfúrico. La otra gran fundición que operó en Huelva fue la de Cueva de la Mora. Construida a principios de siglo en La Ratera, fue trasladada a su emplazamiento definitivo en 1914. Permaneció activa hasta 1935 y en ella se trataron los minerales de Cueva de la Mora, Romerita, Monte Romero, Angelita y Aguas Teñidas (Pinedo Vara, 1963).

A lo largo de las tres primeras décadas del siglo fueron introduciéndose los procesos de flotación. Esta técnica mineralúrgica permitió que se explotaran minerales de leyes inferiores a las que habían sido beneficiadas hasta entonces, pasando por un proceso de concentración previo del que se obtenía un producto adecuado para las fundiciones. La aplicación de la flotación supuso un cambio sustancial en la minería de la región. A principios de los años 30 comenzó la explotación de una nueva mena de cobre, los pórfidos mineralizados o stockwork, instalándose el primer concentrador para minerales de este tipo en Riotinto.

Además ciertos minerales piráticos empezaron a considerarse como una posible fuente de otros metales además del cobre. En este sentido iban encaminados los esfuerzos de Arrendatarios de San Telmo,

“A principios del siglo XX la producción anual de piratas españolas suponía entre el 50 % y 60 % del total mundial”



Excavadora a vapor Ruston de 8 t en la Corta Dehesa de Riotinto (h. 1900). Foto cedida por F. Salgado.

Ltd., que en 1927 montó un concentrador para beneficiar por flotación los minerales complejos de la masa Santa Bárbara (Pinedo Vara, 1963). Sin embargo el proyecto no fraguó debido al descenso de los precios de las materias primas durante la depresión que siguió al crack de 1929, a la ausencia de mercado para la pirita flotada, principal subproducto del proceso, y a las dificultades que planteaba el tratamiento de estos minerales. El proyecto se detuvo en 1931. A pesar de su fracaso, es justo reconocer la anticipación de esta empresa, pues inició una línea de investigación que aún hoy sigue abierta.

La Gran Guerra Europea (1914 - 1918) contribuyó al alza en los precios de las materias primas. La cotización del cobre, tras la caída de 1908 provocada por la apertura de nuevos yacimientos en Chile y EE.UU., experimentará un repunte claro a partir de

1916, aunque al finalizar el conflicto caerá de nuevo. Respecto al azufre, los análisis auguraban una fuerte subida de precio que tardará en llegar debido a la pérdida de importantes clientes durante la guerra. En Alemania, para hacer frente al bloqueo aliado que impedía las importaciones de pirita, se desarrolló un proceso de fabricación de ácido a partir de anhídrita.

Los riesgos del transporte marítimo durante el conflicto bélico, ocasionaron una disminución en las exportaciones hacia otro de los grandes consumidores de piritas, como eran los Estados Unidos. Para compensar la reducción de la oferta, se potenció la producción de ácido a partir del azufre nativo de los domos del Golfo de Méjico (brimstone), obtenido mediante el método Frasch. Consiste en la disolución del mineral con agua caliente inyectada en el yacimiento a través de sondeos, bombeando la

mezcla a la superficie. Por cristalización se consigue un azufre elemental prácticamente puro. A medida que fue avanzando el siglo, el azufre Frasch se convirtió en un fuerte competidor para la pirita.

El nerviosismo provocado por la recesión hizo que en 1922 se iniciase una nueva guerra de precios entre Riotinto y Tharsis, que perjudicó seriamente a muchas pequeñas empresas de la FPI que se vieron obligadas a suspender sus actividades (Pinedo Vara, 1963). Un año después, la coyuntura económica empeoró aún más, a consecuencia de la crisis que vivía desde hacía un tiempo la industria de la cuenca del Ruhr (Alemania). Para hacer frente a esta situación, se formó en Londres *The Pyrites Producers Association (P.P.A.)* integrada por *The Tharsis Sulphur & Copper Co. Ltd.* (grupo Tharsis y La Zarza), *Société Française des Pyrites de Huelva* (Perrunal y Lomero-Poyatos), *Mason & Barry* (São Domingos), *Orkla* (Noruega) y *The Rio Tinto Co. Ltd.* que se vio forzada a aceptar unas condiciones nada ventajosas impuestas por Tharsis. El propósito de la asociación era sostener la cotización del azufre en los tiempos de crisis, fijando un canon de producción para cada uno de los socios.

A las empresas mineras que operaban en la faja pirítica y no pertenecían a la P.P.A. se les ofreció la posibilidad de recibir una indemnización a cambio de que suspendieran la producción y venta de sus minerales, que en conjunto cubría el 20,3 % del mercado europeo antes de la guerra. El plazo inicial del acuerdo era de cinco años aunque se prorrogó en algunos casos. Entre las minas que aceptaron cobrar el canon pueden citarse San Platón, El Carpio, La Joya y Prado Vicioso (Pinedo Vara, 1963). Algunas de ellas no volvieron a abrir sus puertas, incapaces de afrontar los costes necesarios para poner a punto las instalaciones tras varios años de paro o al haber perdido la mano de obra más cualificada.

La tercera gran compañía por volumen de negocio, *The United Alkali*, se mantuvo siempre al margen. Sin embargo, la inestabilidad del mercado y los conflictos políticos del país perjudicaron sus intereses y comenzaron a ver como sus beneficios se reducían cuantiosamente. En mayo de 1931 *Alkali* se unió a otras empresas para crear *Imperial Chemical Industries (I.C.I.)* que se convertirá en el mayor grupo químico del mundo. En ese momento se tomó la decisión definitiva de abandonar los



Vista general de las instalaciones de la mina El Perrunal, con la cantera de rellenos al fondo (h. 1936). Foto cedida por Sebastián Rodríguez.



Panorámica de la Corta Filón Norte de Riotinto (finales del siglo XIX). Obsérvese como las labores a cielo abierto cortan las galerías y pilares de los antiguos trabajos subterráneos. Foto cedida por Pedro Real.

negocios mineros en España. En 1932 todos los bienes de Alkali son traspasados a su filial en España, la Compañía Anónima de Buitrón (C.A.B.) que se encargará de gestionar la venta del patrimonio.

La política seguida por la P.P.A. fue discutida incluso en su seno. Las subidas continuas del precio del azufre disgustaron a algunos clientes que iniciaron los proyectos para modificar sus fábricas de ácido y consumir el azufre Frasch, liberándose así del monopolio. Esto asustó a Riotinto y en 1926 abandonó la asociación, que se disolvió poco después al perder a su socio más potente (Avery, 1985). La compañía inglesa no se quedó quieta, y junto con la potente Metallgesellschaft A.G. de Frankfurt, formó *The European Pyrites Corporation (E.P.C.)*, que llegará a gestionar las ventas de la mayoría del mineral y las cenizas de pirita en el

“La introducción de los métodos de flotación permitió la explotación de minerales con leyes inferiores a las utilizadas hasta entonces”

continente. Poco a poco se sumaron otros socios como *Orkla* (Noruega), *The Cyprus Mines Corporation* y, en 1928, el resto de los antiguos miembros de la P.P.A., además de la *Cie des Mines de Cuivre de San Platon* y otras firmas alemanas.

Todos estos movimientos iban encaminados a aislar comercialmente a Tharsis,

que entró en la E.P.C. en 1929, con las condiciones que ahora fibaja Riotinto. Hay una anécdota curiosa que revela hasta qué punto llegaban las argucias para obtener ventaja: tras infructuosas negociaciones, el mercado

americano se repartió entre las dos compañías trazándose una línea de Este a Oeste en un mapa de los Estados Unidos, quedándose *Rio Tinto* con los clientes situados al Norte y Tharsis con los situados al Sur. Al parecer, el presidente de Río Tinto había planeado cuidadosamente esta situa-

ción, ensayando durante días el trazado de la línea que de ningún modo fue gobernado por el azar (Avery, 1985).

Independientemente de la eterna rivalidad entre las dos grandes compañías, el propósito último de la E.P.C. era lograr la cooperación entre los productores europeos para limitar la entrada del azufre Frasch en el continente. Desde el final de la 1ª Guerra Mundial el aumento del consumo del azufre americano había sido imparable. Baste recordar que con una tonelada de piritas se obtienen 1,25 t de ácido, mientras que con una de azúfre se producen casi tres de ácido (Limón, 1982). Además, entre 1930 y 1931 las ventas de piritas destinadas a la fabricación de abonos habían caído un 70 %.

La E.P.C. se disolvió a causa de los acontecimientos que estaban por llegar. La década de los 30 fue particularmente conflictiva en España y culminó con el golpe de estado del 18 de julio de 1936, cuyo fracaso provocó la trágica Guerra Civil a la que siguió una atroz represión del bando



Mineros descolgándose por un talud de la Corta Atalaya para hacer labores de saneo y evitar posibles desprendimientos sobre el banco inferior (1963). Foto: M. Díaz Vega. Cortesía de Pedro Real.

vencedor. Inmediatamente después del final de la guerra española, estalló la 2ª Guerra Mundial (1939 - 1945). El nuevo escenario geopolítico internacional influyó decisivamente en la actitud del gobierno español. Dentro de la política económica del régimen nacionalista, la recuperación de las minas de la FPI, que estaban en manos extranjeras, se convirtió en un objetivo primordial para los sucesivos gobiernos de la dictadura, debido al interés estratégico de sus minerales (Gómez Mendoza, 1994).

El acoso a las minas comenzó durante la misma guerra. En agosto de 1936 la provincia de Huelva estaba prácticamente ocupada y el gobierno de Burgos comenzó a poner trabas a las exportaciones a los países hostiles a él, prohibiendo expresamente en 1937 los envíos con destino a Francia y Checoslovaquia. Simultáneamente comenzaron los embargos de mineral, que era canalizado a través de la em-



Pareja de zafreros cargando con rodo y espuela un contino de 1,5 t en una trinchera de la contramina San Dionisio - Alfredo (h. 1960). La tarea típica para cada pareja consistía en cargar 20 continos (30 t de mineral). Foto cedida por F. Salgado.

presa Hisma - Rowak a Alemania e Italia en concepto de pago por la ayuda militar. Durante todo el conflicto se requirió el 50 % del valor de la producción de Riotinto (Avery, 1985). Tharsis, La Zarza, la Socie-

té Française des Pyrites y la Compañía Anónima de Buitrón también se vieron afectadas, aunque en menor medida.

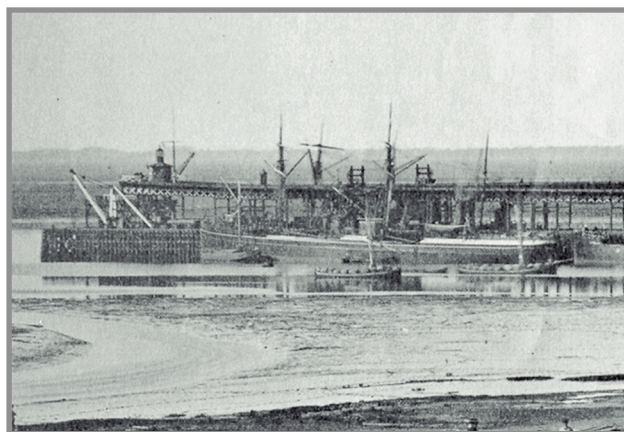
Los pocos ingresos que percibían las compañías por las ventas del resto de su producción en el extranjero, eran utilizados por el gobierno de Burgos como un medio de conseguir divisas, que transformaba en pesetas con unos tipos de cambio altamente sobrevalorados, perjudicando a los productores. Durante la 2ª Guerra Mundial la política exterior continuó en esta línea, embargándose grandes partidas de mineral en beneficio de los países fascistas. Estas prácticas continuaron hasta que el curso del conflicto cambió a favor de los aliados.

El fin de la guerra impulsó la reconstrucción europea y se disparó la demanda de materias primas. Sin embargo la caída del telón de acero aisló a un gran número de clientes potenciales del Este de Europa, reduciéndose los beneficios. En España, el régimen autárquico, obligaba a las compañías mineras a reservar para el consumo interno un porcentaje de la producción extraída. En el caso de Riotinto, durante muchos años se embargó la totalidad del azufre y el cobre metal producidos en el establecimiento (Gómez Mendoza, 1994). Todo esto provocó la diáspora de numerosas empresas y, a finales de los años 40, comenzó un rosario de nacionalizaciones favorecidas por la Ley de Minas de 1944 que, entre otros artículos, anulaba los títulos de propiedad minera, pasando a ser concesiones de explotación vigentes por un periodo de 99 años y limitaba la participación de sociedades extranjeras al 25 % del capital de las compañías.

Sotiel fue vendida en 1941 a Unión Es-



Vista exterior de la Fundición Bessemer en Riotinto (1901). Tras la apertura de la nueva fundición en 1914, el edificio se empleó para albergar los talleres de la mina. Foto cedida por Fundación Riotinto.



Muelle de la Compañía de Riotinto en la ría de Huelva (h. 1950). Foto cedida por F. Salgado.

pañola de Explosivos, S.A., interesada en el embalse para abastecer a su fábrica de explosivos de la cercana mina Torerera (Pinedo Vara, 1963). A finales de ese mismo año, Tinto-Santa Rosa y Castillo Buitrón fueron adquiridas por la *Sociedad Minera Cueva de la Mora, S.A.*, que se dedicó, durante algunos años, a cementar las aguas drenadas de las labores y a la venta de las piritas lavadas que quedaban (Ramírez Copeiro, 1985). En 1945, Concepción y Poderosa fueron vendidas al industrial catalán Joaquín Ribera Barnola, quien las arrendó a *Electrólisis del Cobre, S.A.*, que puso en marcha Concepción a partir de 1953 (Pinedo Vara, 1963).

San Telmo fue arrendada en 1947 a *San Telmo Ibérica, S.A.*, que dos años después inauguró un nuevo lavadero de flotación para cobrizos con una capacidad de 250 t/día. En 1947 la sociedad onubense *Minerales Reunidos, S.A.* adquirió las minas del Castillo de las Guardas y un año después arrendó la zona Poniente (Masa Romana) a la *Sociedad de Industrias Reunidas Minerometalúrgicas (INDUMETAL)*, que montó un lavadero de flotación para los cobrizos que se puso en marcha en 1950. Peña de Hierro fue vendida en 1954 a la *Compañía Nacional de Piritas, S.A.* que continuó su explotación montando un lavadero para concentrar por flotación los azufres cobrizos. Herrerías pasó a manos españolas en 1951 por intervención judicial. Poco después se formó la *Sociedad Anónima Minas de Herrerías*, que continuó la explotación de las pizarras cobrizas de Santa Bárbara.

Riotinto era la bestia negra de la dictadura, el “Gibraltar económico” de la propaganda franquista. Desde el comienzo de la Guerra Civil, el acoso había sido continuo y se intensificó a partir de 1944, llegando incluso a ataques directos como las furibundas campañas de prensa y, sobre todo, el estrangulamiento energético al que fueron sometidas las minas al reducirse los envíos de combustibles para la central eléctrica y la fundición (Gómez Mendoza, 1994). Finalmente, tras un largo proceso de negociaciones, en 1954 *The Rio Tinto Company, Ltd.* llegó a un acuerdo con un grupo de bancos españoles que adquirieron dos tercios del capital social, formándose la *Compañía Española de Minas de Río Tinto (C.E.M.R.T.)*.

Por último, las minas de Aznalcóllar se reactivaron en 1954 con la ayuda de un



Azufre sobre pirita masiva procedente de la Corta Resto Alfredo (gossan San Dionisio). Estos cristales de azufre, que aparecieron en septiembre de 1996, son los de mayor tamaño que han sido recogidos en dicha zona. Encuadre de 20 mm. Colección: Iván Carrasco. Foto: F. Piña.



Excavadora Caterpillar, modelo 977, con pala de vuelco lateral LIBU. Año 1963. Foto: M. Díaz Vega. Cortesía de Pedro Real.

nuevo socio, la *Sociedad Minera y Metalúrgica de Peñarroya, S.A.* que decidió invertir atraída por los interesantes contenidos en plomo y zinc de los polimetálicos (Pinedo Vara, 1963). Seis años después, estas minas, junto con Esperanza y Angostura, fueron adquiridas por *Andaluza de piritas, S.A. (APIRSA)* que continuó la producción en Cuchichón y Caridad. Sólo *The Tharsis Sulphur & Copper Co. Ltd.* y la *Société Française des Pyrites de Huelva* resistieron la fiebre nacionalista, aunque la primera se convertiría en 1970 en la *Compañía Española de Azufre y Cobre de Tharsis, S.A.*

En el lado portugués de la faja, la minería siguió los mismos pasos que en el español, salvo que allí la Guerra Civil no tuvo excesiva influencia. De hecho, en 1936 la compañía belga *Mines et Industrie, S.A.* entra en el sector poniendo en marcha las minas de Lousal y Caveira (Pinedo Vara, 1963). Mason & Barry continuó su activi-

dad en São Domingos, realizando inversiones como fue el montaje de una fundición tipo Orkla en 1934, tal y como se ha explicado anteriormente. Las minas de Aljustrel siguieron a plena producción, aunque sufrieron un parón durante la 2ª Guerra Mundial (Leitão, 1997).

En la década de los 50 se vivió una revitalización del mercado internacional para la pirita, debida a la escasez de azufre, que permitió un repunte en los precios de este mineral. La Guerra de Corea contribuyó en cierta medida a la recuperación del precio del cobre. Junto a las empresas de cierta entidad, florecieron efímeros negocios que se limitaban a buscar los beneficios inmediatos que proporcionaba la venta de los restos mineros de épocas anteriores, como los morrongos y las piritas lavadas. En este contexto cabe citar como uno de los negocios más serios el de *Minerales de Cartagena, S.A. (MINECASA)*, que se dedicaba a la compra de antiguos terreros para exportar las piritas, una vez trituradas y clasificadas en su planta, instalada en la localidad onubense de Gibraleón (Pinedo Vara, 1963). En 1951 se pusieron en contacto con *Hijos de Vázquez López*, interesados en reactivar La Joya. Pero el desconocimiento del mercado de la pirita, las limitadas posibilidades financieras de MINECASA y otras circunstancias, dieron al traste con el proyecto en 1960, tras haber invertido varios millones de pesetas.

La década de los 60 es la del “milagro económico” español, que vino propiciado por la nueva política aperturista de la dictadura. En Huelva, esta nueva etapa se mate-



Instalaciones de la mina Monte Romero (Huelva), actualmente desaparecidas, con el castillete y la planta de tratamiento del mineral de zinc. Esta mina perteneció a la Compañía Asturiana de Zinc. Foto: Benito Caballero.

rializó a partir de 1964 con la construcción en terrenos aledaños al puerto de la capital del *Polo Industrial de Promoción y Desarrollo*, conocido actualmente como *Polo Químico*. Uno de los pilares básicos sobre los que se apoyó la gestación del nuevo Polo, fue el traslado de la fundición de cobre y la fábrica de ácido de Riotinto, en 1970.

A finales de los 60, el volumen de piritas exportadas a clientes tradicionales como Alemania, Gran Bretaña o Bélgica cayó. Las minas tradicionalmente productoras de piritas de azufre entran en decadencia al reducirse el mercado para su producto. La empresa propietaria de Peña de Hierro decidió paralizar sus actividades en 1966. Perunul y Valdelamusa se verán abocadas igualmente al cierre. En Portugal la histórica mina de São Domingos suspenderá sus trabajos en 1966. Caveira y Lousal habían interrumpido la producción poco antes. En Aznalcóllar, tras el hundimiento de mina Cuchichón en 1968, APIRSA continuó a duras penas la producción en otras minas de sus concesiones. Dos años después, el agotamiento de las reservas explotables obligó a la empresa a dar un giro en su estrategia. Así, en 1975 se inició la apertura de la Corta Caridad, que dará continuidad a la explotación durante dos décadas.

El valor de los yacimientos de pirita se revisó en función de sus contenidos en metales no férricos. La aplicación de la flotación diferencial permitió la obtención de los primeros concentrados de plomo y zinc. En este contexto apareció una nueva empresa en la escena minera onubense, *Asturiana del Zinc, S.A. (AZSA)*. La compañía asturiana efectuó un importante programa de investigación en la zona de Cueva de la Mora y Monte Romero, que cristalizó hacia 1967 con la apertura de una nueva mina y una planta de concentración por flotación. Los concentrados obtenidos se llevaban por carretera a la fundición de San Juan de Nie-



Zafreo a mano y transporte con vagones de doble vuelco en las proximidades de un pozo de vacie en Corta Atalaya (h. 1930). Foto cedida por Fundación Riotinto.

va (Asturias). Cinco años después, el proyecto se detuvo, pues parece que las reservas eran inferiores a las previstas y no rentabilizaban la inversión realizada.

En 1970 el mercado mundial de pirita entró en recesión. A la competencia del azufre Frasch se unió el azufre recuperado por desulfuración de los gases de las fun-

diciones de metales, del gas natural o de las fracciones pesadas, medias y ligeras del petróleo. Estos procesos se comenzaron a aplicar a principios de los 60, pero en los 70 la legislación medioambiental se endureció, obligando a las empresas de hidrocarburos a eliminar el azufre de sus productos. Por otra parte, los productores de



Locomotora de vapor, clase I. Estas locomotoras, conocidas con el sobrenombre de "chatas" porque el tejadillo de su cabina era muy bajo para permitir el paso por túneles, fueron utilizadas (h. 1900) masivamente para el transporte de mineral y estéril durante la ampliación de Corta Atalaya (Riotinto). La de la foto es la n° 50, y quedó atrapada por un hundimiento en un ramal del Piso 16. Durante los trabajos de expansión hacia el Norte de la corta, fue desenterrada y colocada en su actual emplazamiento, el banco del 15 Piso.

ácido se mostraban cada vez más tendientes a utilizar azufre elemental porque, además de su mayor rendimiento, eliminaba el problema que representaba la eliminación de las cenizas generadas en la tostación de la pirita.

En el lado opuesto, la producción mundial de cobre aumentó hasta alcanzar en 1977 la cifra de 9 millones de toneladas. El aumento en la demanda impulsó a las compañías de todo el mundo a lanzarse a la búsqueda de nuevos recursos. La FPI no quedó al margen y se intensificaron la investigación geológica, mineralúrgica y metalúrgica. En 1970, *Río Tinto Patiño, S.A.* puso en marcha el mayor proyecto minero realizado en España hasta la fecha: la explotación a cielo abierto de cobre, oro y plata de Cerro Colorado, contemplada inicialmente para una vida de doce años, y que continúa en producción en la actualidad.

El mayor éxito en el campo de la exploración en esta década tuvo lugar en Portugal en 1977 con el descubrimiento del yacimiento de Neves - Corvo, con altos contenidos en metales incluido el estaño, que por primera vez aparecía en una proporción tan elevada que hacía viable su explotación.

LA PROBLEMÁTICA DE FIN DE SIGLO

A principios de los 80, las operaciones mineras se tecnificaron con la introducción de avanzados sistemas de control en tiempo real. Las minas a cielo abierto reforzaron su flota con modernas máquinas de gran tonelaje. Las explotaciones subterráneas también se modernizaron, empleándose nuevos métodos con los que se incrementó la productividad y se redujeron los costes operativos. Nada hacía presagiar lo que se avecinaba. La crisis energética mundial, la entrada en el mercado de nuevos materiales, como el aluminio o la fibra óptica, y el reciclaje, causaron un receso en la demanda de cobre y la consiguiente depreciación a partir de 1982, que culminaría con la gran crisis de 1986.

El mercado de la pirita continuó en la tónica de finales de la década anterior. En 1982 las ventas de pirita cruda nacional sufrieron una caída del 12%, provocada principalmente por la disminución en las ventas de abonos (Limón, 1985). Además, la creciente presión que ejercían ciertos sectores ambientalistas motivó que las cenizas producidas en la tostación de los mine-



Mineros realizando trabajos de perforación en pórfido. Corta Atalaya (1963). Foto: M. Díaz Vega. Cortesía de Pedro Real.

rales piríticos, empezaron a ser consideradas un residuo tóxico en lugar de una mena de cobre, plomo, zinc, oro, plata y otros metales. Se llegó a una situación en la que los compradores de pirita firmaban contratos en los que se acordaba de antemano el destino de las cenizas. En España, la única empresa que trataba cenizas era Metalquímica del Nervión, S.A. de Bilbao, pero no tenía capacidad para absorber toda la producción nacional. Una parte importante se enviaba a la alemana *Duisburger Kupferhütte (D.K.H.)*, que cerró en el primer semestre de 1983, perjudicando fuertemente al mercado exterior español que por entonces era cubierto en un 90 % por Tharsis (Limón, 1982).

La entrada en el mercado nacional de la pirita flotada producida en Aznalcóllar y Sotiel a partir de 1983 supuso una competencia más para la pirita cruda. Esto obligó a los mayores productores (Tharsis y Río-

tinto) para que dejaran de adquirir mineral a las pequeñas minas de la región, que fueron incapaces de sobrevivir al perder a sus principales clientes.

Las circunstancias expuestas confluyeron en 1986, año en que las materias primas sufrieron una fuerte depreciación. Así comenzó un rosario de cierres de explotaciones que afectó principalmente a la pequeña y mediana minería. Para superar la crisis, Río Tinto Minera, S.A. abandonó la producción de cobre, potenciando la de oro y plata, lo que a la postre permitió a la empresa obtener grandes beneficios a corto plazo. La *Compañía Española de Azufre y Cobre de Tharsis, S.A.* quedó como único productor de pirita cruda, pues a partir de este año la producción de Riotinto iría reduciéndose progresivamente, cesando en 1992 con la suspensión de labores en Corta Atalaya. En 1988 arrancó el proyecto del gossan aurífero de Filón Sur, S.A. en Tharsis.



Cristales de yeso de neoformación encontrados dentro de un ladrillo de un antiguo muro del Pozo Alfredo (Riotinto) . Encuadre de 40 mm. Colección: F. Bernet y P. Fernández. Foto: F. Piña.

Concepción fue la única de las pequeñas minas que sobrevivió hasta el final. Merece la pena detallar este caso por las circunstancias que lo rodearon. Los ingresos de la explotación minera procedían de las ventas de mineral a Riotinto. La crisis



Castillete de extracción de la mina Lomer-Poyatos. Foto: Benito Caballero.

de 1986 sorprendió a EDELCO sin apoyo de su principal accionista, Banca Catalana, debido a los sucesivos escándalos financieros en que estaba involucrada desde 1980. Esta situación culminó con una suspensión de pagos. La dirección firmó un acuerdo con el comité de empresa por el que, en caso de declararse la quiebra, se nombraba a los trabajadores acreedores preferenciales.

En marzo de 1989, R.T.M. rompió sus acuerdos comerciales con EDELCO. Como último recurso para prolongar la actividad de la compañía, se solicitó un expediente de regulación de empleo, manteniéndose esa situación hasta octubre de ese año. En ese tiempo, una avería eléctrica que no pudo ser reparada por falta de liquidez, dejó a la mina sin bombeo, inundándose las labores con toda la maquinaria en su interior (T. López, com. pers.). Ante la inminencia de la declaración de quiebra, los trabajadores decidieron hacer efectivos sus derechos como acreedores preferenciales, descubriendo con sorpresa que todos los bienes estaban embargados y, por tanto, no eran reconocidos.

Mientras tanto, los gestores habían desaparecido y los 47 mineros se quedaban



Vista aérea de la mina Castillo de Buitrón (Huelva), en el año 1993. En lo alto del cerro se observa la corta mediante la que se explotó la Masa Poniente (ampliada por Riotinto posteriormente en busca de gossan, como se puede ver) y los socavones de los tres niveles de explotación que se realizaron para la Masa Levante. Foto: Azimut S.A.

sin trabajo y sin indemnización. Tras largas negociaciones, el Delegado Provincial de Trabajo aplazó unos meses la liquidación. Esto permitió que los trabajadores

gestionaran personalmente la venta de parte de las instalaciones, obteniendo un dinero que, junto con el abono en metálico de la prestación de desempleo financiada por el Fondo de Garantía Salarial, sirvió como compensación económica (T. López, com. pers.). Los más jóvenes entraron en la bolsa de trabajo formada por el personal excedente de Tharsis, La Zarza, San Telmo y Valdelamusa.

Las minas de Riotinto vivieron años agitados, en los que se sucedieron los conflictos mientras que las sucesivas empresas propietarias concentraban sus esfuerzos en la explotación del gossan, agotando las reservas en busca del beneficio rápido. Finalmente, la multinacional americana *Freeport McMoran* segregó *R.T.M.* en varias compañías, asegurándose así el control de la fundición de Huelva. La actual empresa, *Atlantic Copper* fue creada en 1996 y tras la ejecución del Huelva Expansion Project en 1997, se convirtió en la quinta fundición de cobre del mundo, con unas producciones de 250.000 t/año de cátodos grado A (99,99% Cu), 60.000 t/año de ánodos (99,5% Cu), 900.000 t/año de SO_4H_2 y 550 t/año de lodos electrolíticos que contienen 20 t/año de oro y 50 t/año de plata. La mina fue cedida a los trabajadores en agosto de 1995, formándose la mayor empresa de economía social de España, *Minas de Río Tinto, S.A.L. (M.R.T.)*, que explota el yacimiento de Cerro Colorado.

El ejemplo de Riotinto hizo que poco tiempo después noventa de los trabajadores de Tharsis formaran *Nueva Tharsis S.A.L.* que continuó la producción de pirita cruda en Filón Norte. Hoy esta empresa se enfrenta a un futuro incierto, pues en enero del año 2000 su único cliente (Fertiberia) completó la adaptación de sus instalaciones para producir ácido a partir de azufre elemental, abandonando la pirita cruda. Afortunadamente, Tharsis participa junto con Navan Huelva (Sotiel, Aguas Teñidas), *Boliden APIRSA* (Los Frailes), el I.T.G.E. y la Junta de Andalucía en un proyecto hidrometalúrgico que podría traer algo de futuro a la comarca.

En Portugal, SOMINCOR, empresa estatal que cuenta con la participación de Río Tinto Zinc, inició la producción de cobre en Neves Corvo en 1988 y, dos años después, de estaño. La apertura de una nueva mina de altos contenidos metálicos, resucitó definitivamente el interés por la FPI de numerosas compañías que



Panorámica aérea de la mina Herrerías (1993). En primer término se observa la corta Guadiana, con el castille del pozo del mismo nombre. Al fondo, la corta Santa Bárbara (inundada) y la zona de cementación. Foto: Azimut S.A.

invirtieron grandes capitales aplicando los últimos avances tecnológicos en investigación minera. El esfuerzo llevado a cabo pronto dio sus frutos con el descubrimiento de mineralizaciones relacionadas a yacimientos clásicos como Sotiel Este y Migollas (1989, Minas de Almagrera, S.A.), Aguas Teñidas Este (1986, Billiton, S.A. y Promotora de Recursos Naturales, S.A.) y Concepción (1992, Río Tinto Minera, S.A.); o de nuevos yacimientos como Masa Valverde (1986, Empresa Nacional Adaro), Los Frailes (1988, Boliden APIR-

SA), Lagoa Salgada (1992, Instituto Geológico e Mineiro) y, el más reciente de todos ellos, Las Cruces (1994, Riomin Exploración). En resumen, se ha comprobado que los recursos, lejos de agotarse, aumentan a la par que se perfeccionan las técnicas de investigación geológica (Barriga et al., 1995). La FPI está considerada en los foros de la industria minera internacional como la región con mayor potencial de toda Europa.

Terminamos recordando a un ingeniero de minas, Joaquín Gonzalo y Tarín,



Ejemplar de cristales traslúcidos de calcantita, de intenso color azulado, encontrado en las labores subterráneas de mina Alfredo. Encuadre de 10 mm. Colección: F. Bernet y Pablo Fernández. Foto: F. Piña.

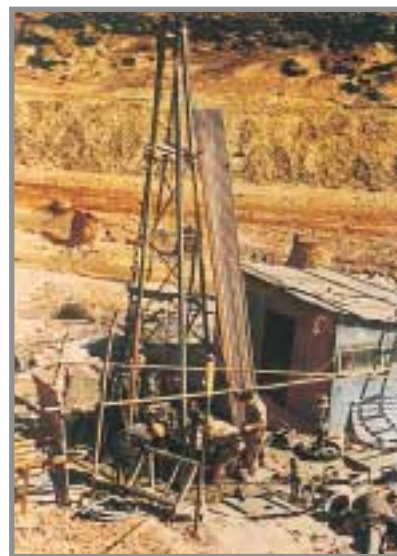


Ejemplar arborescente de cobre nativo de 25 cm recogido en la mina Herrerías, en la localidad onubense de Puebla de Guzmán. Colección: S. García Ugidos. Foto: J. M. Sanchis.

que en 1888 resumía la historia de la minería en Huelva así: “una primera época de explotación (...), que podemos llamar primitiva. Estamos ahora en la segunda, en que, gracias a los adelantos de la industria, puede aprovecharse lo que aquellos descubridores de la minería dejaron como estéril. Y falta una tercera (...), época futura que no es fácil señalar cuanto tiempo comprenderá”. Hoy en día, 110 años después de que se escribieran estas líneas, aún estamos en los albores de esa

tercera etapa.

El gran reto es resolver los problemas técnicos que presenta el aprovechamiento económico de los sulfuros polimetálicos. Este desafío vendrá acompañado por nuevos interrogantes que se resolverán con soluciones innovadoras, del mismo modo que desde hace cinco mil años cuando un ser humano, ávido de curiosidad, tuvo la genial idea de echar al fuego el primer pedazo de minera, abriendo un camino que todavía no se ha cerrado y que continúan abriendo



Perforación de sondeos de investigación geológica en la Masa San Antonio (Riotinto), con una Sonda Craelius. Año 1966. Foto: Fotoestudio Mariló.

quienes lo han hecho posible: los mineros.

ASPECTOS LABORALES Y SOCIALES DE LAS MINAS DE PIRITA

La llegada de las empresas transnacionales al Suroeste ibérico atraerá a gentes de muy diversa procedencia, que llegaron a formar verdaderas comunidades en las que la estratificación social y los privilegios se correspondían con el puesto ocupado en el organigrama de las compañías. Las formas diferían de unas compañías a otras, pero todas coincidían en aplicar una política social común: el “paternalismo”.

Esta doctrina fue muy popular entre las empresas mineras hasta mediados del siglo XX. Consiste en proporcionar al trabajador todo cuanto necesita para vivir a precios económicos: vivienda, economatos, escuelas, servicio médico, etc. Detrás de todo esto se encontraba el verdadero propósito de esta política: mantener una situación de paz social evitando las reclamaciones que pudieran degenerar en huelgas que perjudicaran la producción. Además, así se creaba un pequeño sistema económico en el que el sueldo que se pagaba al obrero tarde o temprano regresaba a las arcas de la empresa. Nada pertenecía al trabajador, de forma que si éste era despedido, todas sus propiedades, salvo las personales, quedaban en manos de la compañía.

En algunos casos, se llegó a emplear dinero propio de la empresa en forma de vales con los que se recibía un anticipo del jornal que se pagaba en unos días fijados



Grupo de trabajadores en las inmediaciones del Pozo Maestro de la mina Monte Romero (h. 1914). Foto cedida por Fundación Riotinto.

de antemano. Así se garantizaba que parte del salario llegara directamente a las familias de los trabajadores y que sería gastado en alguno de los comercios que regentaba la empresa, pues el día del cobro era aprovechado normalmente para comprar los artículos de primera necesidad que se encontraban a precios inferiores en dichos comercios. También se crearon escuelas para los hijos de los trabajadores. Allí se castigaban las faltas no justificadas y la indisciplina con descuentos en el jornal del padre del alumno infractor. El objetivo de esta política educativa era instruir a la futura mano de obra y prepararla para trabajar en unas explotaciones cada vez más tecnificadas.

La vida de los miembros del staff variaba entre la plena integración que practicaron los ingleses de *United Alkali* en Valverde del Camino (Ramírez Copeiro, 1985) y la segregación que existía en lugares como Pueblo Nuevo (Tharsis), o Bellavista (Riotinto). En este último caso, se reprodujo a pequeña escala la Inglaterra victoriana, tanto en su arquitectura como en sus costumbres. La colonia, construida de espaldas a la población local, estaba rodeada por un muro de piedra y el cuartel de la guardia civil estaba emplazado frente a la entrada principal. No se permitía el acceso de ningún español, salvo el personal que trabajaba allí. A finales del siglo XIX, los ingleses que se casaban con una española eran considerados “nativizados” por la comunidad y expulsados de Bellavista, e incluso podían llegar a perder el puesto de trabajo.

Disponían de una capilla presbiteriana y de un club social, donde después de la jornada de trabajo podían charlar con sus colegas tomando unas copas de brandy, o practicar deportes como: natación, tenis, críquet o golf. Quizás el primer campo de golf de España sea el *North Lode Golf Club de Riotinto*. También esta localidad es la cuna del fútbol en España. Existen documentos que prueban que los primeros partidos se jugaron entre equipos de trabajadores españoles y jóvenes técnicos ingleses antes de 1880. Pocos años después se jugaba una liga con una veintena de equipos. Además, el primer club con estructura organizada fue el *Huelva Recreation Club* (actual Recreativo de Huelva), fundado por el staff de la Rio Tinto Company destacado en la capital onubense.

Los trabajos de la mina se realizaban en



Mineros perforando barrenos en Corta Atalaya (Riotinto), en el año 1963. Tras ellos se pueden ver las picas y cuerdas que utilizaban los trabajadores para descolgarse por el talud y hacer labores de saneo después de las voladuras. Foto: M. Díaz Vega. Cortesía de Pedro Real.

unas condiciones muy duras. En algunas ocasiones la ventilación no era la adecuada. La pirita es un mineral que, en contacto con el aire y el agua sufre un proceso espontáneo de oxidación que produce fuertes elevaciones de temperatura y el desprendimiento de gases sulfurosos, conocidos localmente como “tufos”. En galerías sin ventilación o en fondo de saco las temperaturas llegan a superar los 60°, con lo que cualquier persona que esté allí rápidamente queda bañada en sudor. La atmósfera, pobre en oxígeno, está cargada

de tufos que producen un efecto irritante en las mucosas, y escozores y picores en cualquier herida o marca de la piel, por minúscula que sea. Todos aquellos que han visitado alguna vez las labores antiguas de una mina de pirita no han olvidado jamás estas sensaciones. Al abandonarlas queda como recuerdo el gusto dulzón del tufo en la garganta y se busca agua afanosamente para “echarlo adentro”, tal y como decían los mineros viejos.

La jornada laboral variaba dependiendo del puesto ocupado, oscilando entre las



Espectaculares formaciones de melanterita en la cámara 6 del 33 Piso de Alfredo (Riotinto). La elevada temperatura, la alta humedad relativa y los gases sulfurosos, denominados “tufos”, hacen de algunas galerías y cámaras, de antiguas labores subterráneas de minas de pirita, un lugar inolvidable por las peculiares y, en ocasiones, desagradables sensaciones que se perciben en ellas. Foto: P. Piña.



Cobre nativo de 75 mm de longitud procedente de la Corta Santa Bárbara, en Herrerías (Huelva). Estos cobres aparecían en unos filones de cuarzo, situados en una zona actualmente inundada. Colección: Fernando Gómez. Foto: F. Piña.



Grupo de cristales de voltaíta, asociados a halotriquita y a pequeños granos de melanterita, sobre matriz pirítica. Encuadre de 8 mm. Colección: Gonzalo García. Foto: F. Piña.

siete y las doce horas. Los trabajos se solían realizar a destajo. La tarea se fijaba considerando la dureza del mineral o las condiciones del tajo. Normalmente consistía en cargar un determinado número de vagones (*continós*) durante la peonada, que podía llegar a las 30 toneladas por relevo para una pareja de zafreiros. Las mujeres eran empleadas normalmente en trabajos de exterior y la presencia de niños en los tajos fue habitual hasta principios de siglo.

Desde 1900 hasta el final de la Guerra Civil, los conflictos laborales son frecuentes. Las empresas mineras tenían acuerdos secretos para no contratar a los trabajado-

res más rebeldes que eran despedidos aprovechando las huelgas (Suro, 1982). En Riotinto se creó una Agencia de Contrataciones en la que se guardaban los expedientes de cada uno de los trabajadores que prestaban servicio en la compañía. Se conservan más de 60.000 y en ellos está reflejada la historia laboral de cada individuo, incluyendo notas sobre su comportamiento en el tajo y fuera de él, llegando hasta el extremo de revelar los lugares que frecuentaban o si estaban afiliados a algún sindicato. Los trabajadores más reivindicativos se incluían en una lista negra, marginándolos respecto a otros a la hora de solicitar un puesto de trabajo (Avery, 1985).

De entre todos los conflictos laborales habidos en esos años vamos a destacar dos. La huelga más dura de la historia del movimiento obrero español es quizás la que protagonizaron los mineros de Riotinto en 1920 (Bookchin, 1980). La finalización paulatina de los trabajos de preparación en las cortas, provocó unos excedentes de personal muy grandes (Salkield, 1987). A lo largo de 1920 una serie de protestas inconexas culminaron el 26 de junio con la declaración de una huelga que se inició en unos pocos departamentos y que, poco a poco, se fue extendiendo a toda la empresa. El 7 de julio, los capataces se suman a la huelga y once días después son los zafreiros del Pozo Alfredo (Avery, 1985).

El 15 de agosto se paró la Central Eléctrica, dejando sin energía a toda la compañía, incluidos los pueblos de Riotinto y Bellavista. En el transcurso de esos meses el paro alcanzó a todos los departamentos, incluyendo sectores tradicionalmente poco reivindicativos, como los guardas, los empleados de oficinas y las criadas españolas de los ingleses. La protesta fue protagonizada por el Sindicato Único Minero, adscrito a la Confederación Nacional del Trabajo (C.N.T.), que imprimirá un carácter duro al movimiento. La respuesta del gobierno es enviar a la zona numerosos efectivos de la guardia civil, del ejército y de los carabineros, tomando literalmente la Cuenca Minera. Sin embargo, las crónicas reflejan que el comportamiento de los obreros siempre fue correcto y que no se produjeron altercados de importancia en los seis meses que duró la huelga (Avery, 1985).

El comité de huelga presentó su lista de peticiones, que se resumen en aumentos de sueldo y en la consecución de la jorna-



Efectivos de la Guardia Civil enviados a Riotinto, para reforzar la guarnición del distrito con motivo de las huelgas. Año 1913. Foto cedida por Pedro Real.

da legal de ocho horas, que muy pocas empresas respetaban. Con el tiempo, y al ver como el Director General ignoraba las pretensiones de los obreros, algunos emigraron en busca de empleo. Además, el paro del ferrocarril aisló a la mina del exterior y comenzó a notarse la falta de suministros. Entonces se produjo un hecho sin precedentes: para paliar la necesidad de los hijos de los huelguistas, millares de familias obreras de todo el Estado se ofrecieron a acogerlos mientras persistiera el conflicto. Se calcula que unos 3000 niños salieron de la Cuenca Minera.

El éxodo infantil contribuyó en gran medida a convertir un problema local en una cuestión nacional. Se realizaron colectas y la prensa aprovechó esta oportunidad de oro para disparar su pólvora a discreción contra la *Rio Tinto Company*. La empresa no cedió a las presiones externas y, a medida que pasaban los meses, las posturas estaban cada vez más encontradas. La sensación de haber llegado a un callejón sin salida se fue apoderando de las partes en conflicto y la tensión creció por momentos (Gómez Moreno, 1992). Finalmente, la C.N.T. pidió ayuda a la U.G.T. para convocar una huelga general en todo el país en solidaridad con los mineros. La negativa del sindicato socialista desmoralizó por completo a los huelguistas, que se vieron solos frente a una compañía que prefería que continuaran pasando hambre, antes que ceder a sus pretensiones (Bookchin, 1980). A finales de diciembre de 1920, tras seis meses de huelga, los mineros fueron regresando paulatinamente al trabajo derrotados.

Por su curiosidad, destaca también el



D. José María Teodoro Delgado Borrero. (1874-1946). Sus servicios fueron considerados tan leales a la Compañía de Riotinto que, el Presidente y Directores de la misma, le hicieron el honor de extraer la primera piedra con la que comenzaron los trabajos de Corta Atalaya (Riotinto), el 2 de Abril de 1907. Esta corta, pese al cese de la producción en 1992, es la más profunda de Europa, con sus 365 metros de profundidad, y una de las más espectaculares del mundo.

conflicto que tuvo lugar hacia 1929 en San Telmo y que se conoció como “la huelga del agua” (Suero, 1982). El agua para el personal de interior se abastecía desde una fuente cercana en unas cubas que eran acarreadas por pinches hasta el pozo. La compañía decidió prescindir de los encargados de esa faena y utilizar para el consumo humano el agua que manaba de un manantial de gran caudal que había aparecido unas semanas antes durante los trabajos de avance de una galería. Al poco tiempo, los trabajadores empezaron a quejarse de molestias estomacales y se declararon en huelga.

La dirección acudió al Comité Paritario,

aportando como prueba una muestra que se había tomado del manantial. Otras muestras se llevaron al Comité Paritario de Huelva, donde se analizaron y también se dieron por buenas para el consumo humano. Descontentos con el fallo de ambos comités, pues había serias dudas sobre la procedencia real de las muestras, los trabajadores continuaron en huelga desoyendo a la ejecutiva local de la U.G.T., que se oponía. Varios días después, se aceptó restablecer el servicio de aguadores, utilizando de nuevo el agua de la calle.

LA MINERÍA CONTEMPORÁNEA DE LOS METALES PRECIOSOS EN LA FPI

En la FPI no volvió a producirse plata desde la época romana. En la memoria colectiva de los habitantes de la región, quedó grabado que las labores abandonadas por los antiguos eran la fuente de plata e incluso de oro y que todavía en las entrañas de la tierra quedaban grandes riquezas por descubrir. Diego Delgado (1556), Rodrigo Caro (1632), Deligny (1863) y otros autores a lo largo de tres siglos, dejaron constancia de estas historias. Los primeros intentos de rehabilitación de las minas en los siglos XVI, XVII y XVIII fueron protagonizados por numerosos aventureros que acudían en busca de oro y plata. No contaban con que en esta región estos metales no se presentaban en las formas conocidas hasta entonces. Al no obtener los beneficios esperados, los registros eran abandonados.

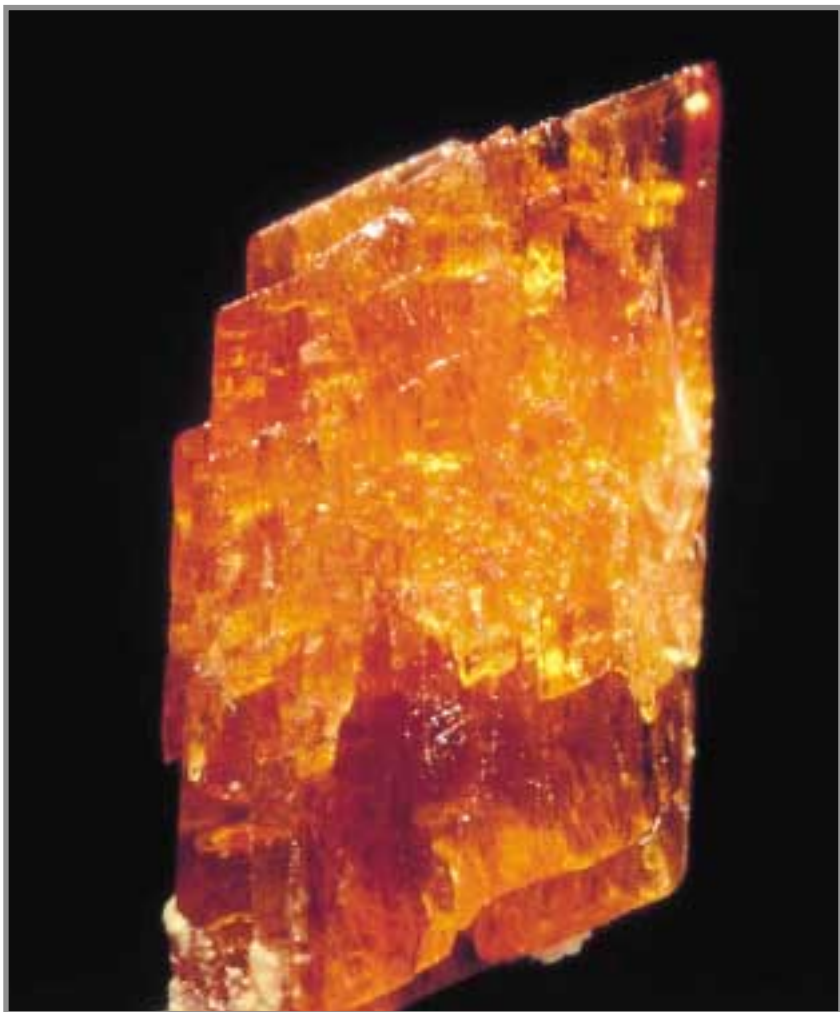
En 1828 el ingeniero de minas Ezquerro del Bayo realizó su primera visita a Rio-



Pozo Victoria en Mina Concepción (1910). También era conocido como Pozo del Cubano, porque uno de los mineros que trabajaban en él procedía de la isla caribeña. Foto cedida por Fundación Riotinto.



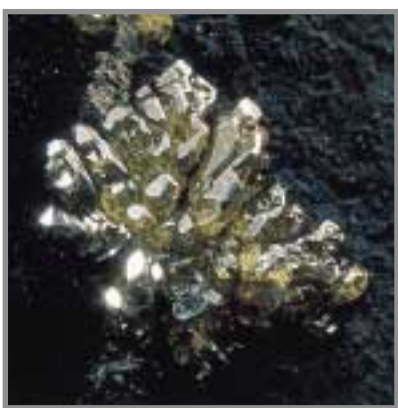
Instalaciones del lavadero de flotación para mineral polimetálico en San Telmo. En esta mina fue donde se intentó por primera vez el tratamiento de la pirita compleja en la década de los años 20. Foto cedida por Fundación Riotinto.



Cristal prismático de botriógeno, de 4 mm de longitud. Es raro encontrar cristales aislados, pero cuando aparecen, lo hacen en forma de prismas muy bien desarrollados y de intensos colores anaranjados o rojizos. Colección: Fernando Gómez y María A. Valera. Foto: F. Piña.

tinto. Durante su estancia en la localidad, tomó contacto con las tradiciones orales que identificaban dichas minas con las legendarias minas del rey Salomón, pero no prestó atención a dichos relatos considerando el fruto del folklore popular. Sin embargo en 1835, durante una visita a Freiberg (Sajonia) con motivo de un estudio sobre la fundición de los minerales de Ríotinto, Ezquerro quedó sorprendido cuando sus interlocutores le preguntaron la ley en plata de las muestras de pirita que llevaba. Después de comprobar analíticamente que efectivamente contenían plata, creció su interés por la recuperación de metales preciosos a partir de piritas cobrizas, visitando varios establecimientos donde se ensayaban procesos (Flores Caballero, 1983).

En marzo de ese año propuso a la Dirección General de Minas una ambiciosa investigación para estudiar la posibilidad de explotar cobre y plata en nuevos yacimientos del área de Ríotinto. En 1837, fue



Cristales de azufre, con las caras semirredondeadas, en forma arborescente de 6 mm, sobre covellina. Este ejemplar procede de la Masa San Dionisio, dentro de la zona Levante del área de mina Alfredo (Ríotinto). Colección: Fernando Gómez. Foto: F. Piña.

designado por segunda vez visitador del establecimiento minero con el objetivo de chequear el contenido en metales preciosos del mineral y localizar el yacimiento de donde los antiguos habían extraído la

plata. Desgraciadamente, el proyecto se paralizó por causas desconocidas.

Nada se hizo hasta final de siglo. Hacia 1893, en el desmonte del Filón Sur de Ríotinto, se descubrió en una cueva una antigua piedra para moler mineral. La cueva estaba situada en el contacto entre el gossan y la pirita masiva. En dicho contacto, había una capa de un material terroso de color ocre que fue analizado, comprobándose que ese material era la misteriosa mena de plata explotada por los antiguos (Salkield, 1987). Cuatro años después, la Río Tinto Company comenzó a embarcar con destino a Inglaterra partidas de “argentiferous ore” o mineral de plata en la más estricta confidencialidad. Simultáneamente, la Compañía comenzó a obtener altísimos beneficios y estableció una política de reparto de dividendos que alcanzaron valores de hasta el 40% anual (Flores Caballero, 1988).

Sin embargo, la verdadera “fiebre del oro” en la Faja Pirítica debía esperar todavía hasta el nuevo siglo, gracias a la aplicación industrial de un importante avance tecnológico. En 1846, el químico alemán L. Elsner demostró la solubilidad del oro contenido en diferentes minerales en una disolución de cianuro sódico. Pero no sería hasta 1889 cuando J. S. McArthur y W. Forrest patentaron el empleo del cianuro para la recuperación industrial del oro y la plata en minerales refractarios a los antiguos procesos de amalgamación y cloruración, comenzando su aplicación industrial en Nueva Zelanda. Este fue el proceso que impulsó decididamente la minería en Sudáfrica, el país del oro por excelencia, y que propició también el aprovechamiento de los metales preciosos contenidos en las monteras de las masas de sulfuros de la faja pirítica ibérica: el gossan.

En 1909 se realizó la que quizás sea la primera prueba de cianuración de un gossan de la FPI. El ensayo se efectuó en la mina portuguesa de Caveira y el gossan tenía una ley de “varios gramos de oro por tonelada” (Gutiérrez, 1912). La instalación debió tener unos tres años de vida operativa, pues no se han encontrado referencias posteriores en la bibliografía consultada. La primera empresa que llevó a cabo un proyecto a escala industrial para recuperar los metales preciosos del gossan fue The Tharsis Sulfur & Copper Co., que en la década de los 30 instaló una planta de cianuración en la ladera Sur de la Sierra de Tharsis con una capacidad de tratamiento de

200 t/día (Pinedo Vara, 1963). La concentración del oro y la plata se efectuaba mediante el proceso Merrill-Crowe, que se fundamenta en el empleo de zinc metálico en polvo para reducir los metales disueltos en el licor fértil que precipitan como un lodo que es filtrado, calcinado y fundido. La precipitación tiene lugar por la diferencia de potenciales electroquímicos de los diferentes metales involucrados y es crítica en la rentabilidad del proceso. La planta funcionó de forma ininterrumpida hasta los años 60, produciendo 2,4 t de oro y 22,2 t de plata al año.

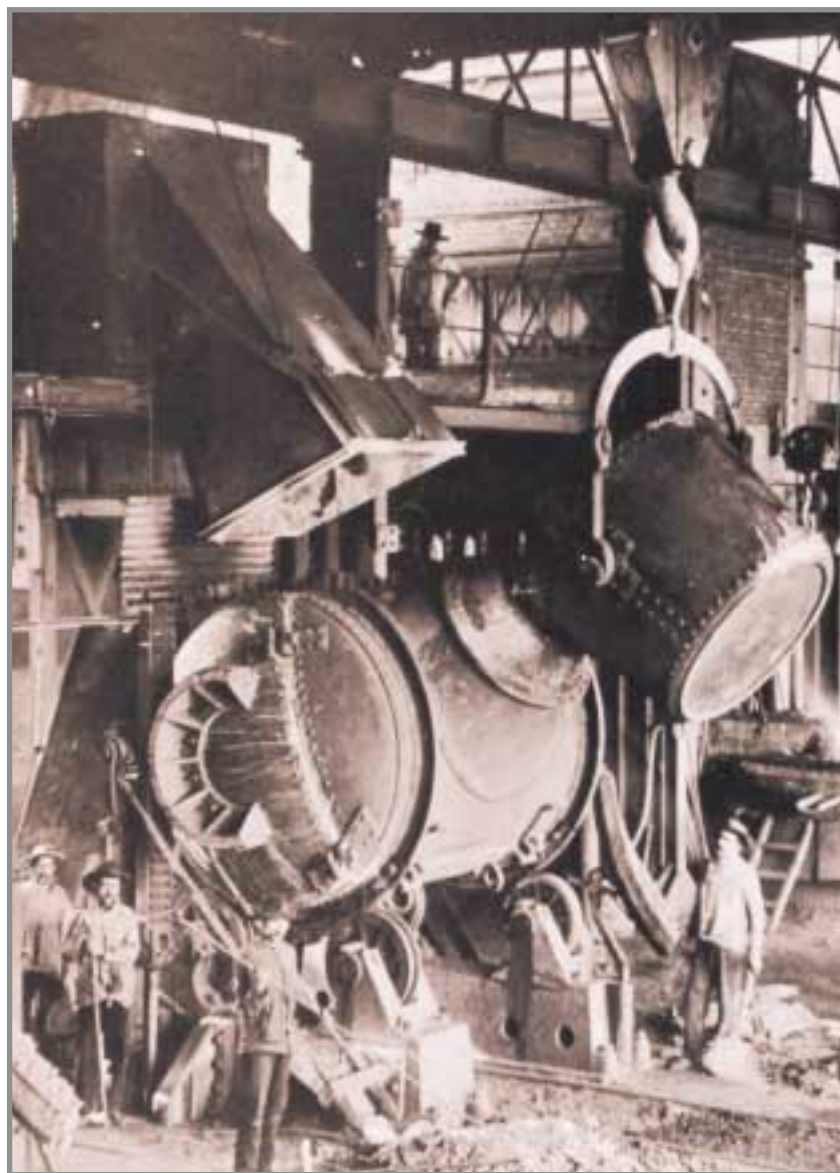
Paralelamente a los trabajos de Tharsis, en 1937, la Rio Tinto Company adaptó las instalaciones del concentrador de cobre de Naya, parado debido a la caída de las cotizaciones de dicho metal, para procesar el gossan de Filón Norte. El tratamiento se efectuaba por el proceso *Edquis*, que consistía en la cianuración del mineral con absorción posterior del oro disuelto por carbono activado que era recuperado por flotación. El concentrado se calcinaba y finalmente se fundía (Salkield, 1987). Sin embargo, las dificultades de operación provocadas por la Guerra Civil y por los duros años de la posguerra dieron al traste con el proyecto, que se detuvo en 1941. Se trataron del orden de 1 Mt de gossan, de las que se obtuvieron unas 2 t Au y aproximadamente 9 t Ag (Pinedo Vara, 1963), lo que significa una bajísima recuperación de este último metal.

A principios de los años 70, se produjo un alza espectacular en las cotizaciones de los metales preciosos que justificaba la recuperación de las menas de baja ley. Por entonces tiene lugar el nacimiento de la gran minería del oro en los EE.UU. aplicando la más moderna tecnología minera y el concepto de economía de escala. La FPI no quedó al margen y se realizaron varios proyectos que llevaron a este distrito al primer puesto entre los productores de oro europeos. El mayor centro productor de oro y plata de la península fue una vez más Riotinto. Rio Tinto Patiño, S. A. retomó el proyecto de beneficiar los gossanes de la montera de Cerro Colorado, aunque ahora a gran escala. En 1970 se puso en marcha la nueva planta que tenía diferencias substanciales respecto a la primitiva planta de Naya.

El proceso seguido es muy complejo, pero permite alcanzar mayores recuperaciones que con cualquier otro. Consiste en la trituración y molienda del gossan a un



Restos de las instalaciones de la mina Da Caveira (Sines, Portugal). Los primeros ensayos de cianuración de un gossan, de toda la Faja Pirítica Ibérica, se realizaron probablemente en esta mina. Foto: Gonzalo García.



Carga de un convertidor en la Fundición Bessemer de Riotinto (1901). Foto cedida por Fotoestudio Mariló.



Tanques reactores o "Pachucas" para la cianuración de la pulpa procedente de la molienda del gossan de Cerro Colorado (Riotinto). Agosto de 1998. Foto: Gonzalo García.

tamaño de partícula inferior a las 100 micras para formar una pulpa que es atacada con una solución de cianuro sódico en unos grandes tanques reactores denominados "pachucas", manteniendo el conjunto en agitación constante para favorecer la reacción química. Por este motivo la fase de extracción se denomina lixiviación dinámica.

El pequeño tamaño de partícula exige como paso previo a la fase de precipitación que la pulpa cianurada pase por un circuito de espesadores en contracorriente donde se separan los sólidos (estériles) de la solución fértil que se conduce a unos conos clarificadores en los que se decantan las últimas partículas. Por último, en una torre de desaireación se elimina el oxígeno libre que podría causar un consumo elevado del polvo de zinc empleado para precipitar los metales disueltos (proceso Merrill-Crowe). La solución se filtra y los fangos recogidos son calcinados antes de pasar a la etapa final de fusión en un horno de cuba con electrodos de grafito, en donde se obtienen los lingotes de bullion que contienen una mezcla de oro, plata y otras impurezas. Tras varias ampliaciones, la planta de Cerro Colorado llegó a tratar del orden de 7 Mt de gossan al año, alcanzándose en 1993 el récord de producción anual, 7 t de oro y 144 t de plata, recogándose diariamente en los filtros más de 14 kg de oro.

En la década de los 80, la producción de oro en la FPI se incrementó con la participación de dos nuevas empresas. En ju-



Horno eléctrico de la planta de oro de Riotinto recién iniciada la colada de Bullion. Foto: Fernando Palero.

nio de 1982, Minas de Almagrera, S.A. (propietaria del grupo Sotiel Coronada) comenzó la explotación del gossan de La Lapilla, en donde instaló una miniplanta con una capacidad de tratamiento de 10.000 t/mes. El mineral se disponía formando pequeñas pilas confinadas que se regaban con una solución rica en cianuro ("vat leaching"). El licor fértil se recogía mediante un sistema de drenaje situado por debajo de cada pila y era conducido a la planta propiamente dicha, en donde los metales preciosos se concentraban por el

proceso Merrill-Crowe. Las producciones mensuales medias alcanzadas fueron de 15 kg de oro y 60 kg de plata.

Finalizadas las operaciones en julio de 1987, la miniplanta fue adquirida por *Electrólisis del Cobre, S.A.* (propietaria del co-to minero Concepción - Poderosa) con el propósito de reubicarla en Poderosa para tratar unas antiguas escombreras de gossan. La planta fue desmontada y almacenada en los talleres de Tharsis, en espera de un traslado que nunca se llegó a efectuar, debido a la quiebra de *Electrólisis del Cobre, S.A.* (T. López, com. pers.).

En enero de ese año, *Filón Sur, S.A.* inició sus operaciones en Tharsis. Allí, la solución fértil se obtiene mediante un sistema de lixiviación en montones del mineral ("heap leaching") dispuesto en secciones de 25.000 t. La extracción de los metales preciosos se fundamenta una vez más en la precipitación con polvo de zinc. Inicialmente la capacidad era de 300.000 t/año y se obtuvieron producciones medias anuales de 300 kg de oro y 1.000 kg de plata. En 1997 se efectuó una fuerte inversión para ampliar la capacidad de tratamiento. La fuerte depreciación que ha sufrido el oro durante 1999 amenazaba la rentabilidad de las operaciones. Afortunadamente, la recuperación de los precios a finales de año, ha devuelto la tranquilidad a los productores de oro.

Otras minas cuyos gossanes se han tratado durante los últimos veinte años, normalmente en Riotinto, han sido San Miguel, Valdelamusa, La Joya, Tinto - Santa Rosa, Castillo Buitrón y Poderosa. Entre 1969 y 1998, la producción de oro acumulada de todas las minas de la FPI ha superado las 106 t (Arribas, 1998).

El agotamiento del gossan tradicional no significa necesariamente el final de la producción de oro y plata en la FPI. Estos metales también se encuentran en los sulfuros polimetálicos, pudiéndose obtener a partir de los concentrados de complejos aplicando los procesos adecuados. Otra posible fuente son los "restos mineros", es decir, materiales originados en otras etapas a partir del tratamiento de las piritas, como por ejemplo, los *morrongos*, *terrerros*, *lodos* y *cenizas*. En este sentido, *Minas de Riotinto, S.A.L.* ha iniciado durante el año 1999 una nueva línea de producción de oro y plata basada en el tratamiento de materiales de este tipo. Filón Sur S.A.



BIBLIOGRAFÍA

- ALDANA, L. (1875). Las minas de Riotinto en el transcurso de siglo y medio. Establecimiento Tipográfico de Pedro Núñez. Madrid.
- ALONSO BARBA, A. (1640). Arte de los metales. Ed. facsímil de 1995. Ayto. de Lepe. Huelva.
- ALVAREZ, G. Y GÓMEZ, F. (1988). "Cuevas del Lago. Minería extractiva antigua en Riotinto". En Memoria del 1er Congreso Nacional Cuenca Minera de Riotinto. Huelva.
- ANCIOLA, A. L. Y DE COSSÍO, E. (1857). "Memoria sobre las minas de Riotinto". En Revista Minera, tomo VIII. Madrid.
- ARRIBAS, A. (1998). "Los yacimientos de oro asociados con las monteras limoníticas de la Faja pirítica Ibérica". En Boletín Geológico y Minero. Vol. 109, nos 5 y 6. Págs. 429 - 434. Madrid.
- AVERY, D. (1985). Nunca en el cumpleaños de la reina Victoria. Historia de las Minas de Riotinto. Editorial Labor Universitaria, Barcelona.
- BARRIGA, F.J. (1995). "Advances in geological knowledge in the I.P.B.: Implications in mineral exploration". En III Simposium Internacional de Sulfuros Polimetálicos de la Faja Pirítica Ibérica. Huelva, febrero de 1995.
- BERNÁNDEZ, M. J., GUIZADO, J. C. Y RUÍZ, S. (1995). "Cuatro candiles inéditos de Riotinto en el museo de la Escuela de Minas de Madrid: nuevos datos para el conocimiento de la minería musulmana en la zona". En Actas de las 1as Jornadas sobre Minería y Tecnología en la Edad Media Peninsular. León.
- BLANCO, A., ROTHENBERG, B. (1981). Exploración Arqueometalúrgica de Huelva. Ed. Labor, S.A. Barcelona.
- BOOKCHIN, M. (1980). Los anarquistas españoles. Los años heroicos (1868 - 1936). Ed. Grijalbo, Barcelona. Págs. 273 - 274.
- "Caracteres particulares de los vapores que se desprenden en la calcinación de las pirritas cobrizas de Riotinto, sus perniciosos efectos en la vegetación y en la salud pública" (1852). En Revista Minera, tomo III. Madrid. Págs. 111 - 115.
- COLEGIO OFICIAL DE INGENIEROS DE MINAS DEL MEDIODÍA (1999). Faja Pirítica '99. Situación y actuaciones. Sevilla.
- CORTÁZAR, D. (1888). La Mina de Río Tinto y sus calcinaciones. Discurso pronunciado en la conferencia del 26 de enero de 1888 celebrada en el Ateneo de Madrid. Tipografía de Manuel G. Hernández, Madrid.
- DE AMORES, F. (1988). "El yacimiento arqueológico de Corta Lago (Riotinto, Huelva). Datos para una síntesis". En Memoria del 1er Congreso Nacional Cuenca Minera de Riotinto. Huelva.
- DELIGNY, E. (1863). "Apuntes históricos sobre las minas cobrizas de la Sierra de Tharsis (Tharthesis Boetica)". En Revista Minera, tomo XIV. Madrid. Págs. 111 - 121; 158 - 163; 182 - 187; 208 - 220.
- DOMERGUE, C. (1983). La mine antique d'Aljustrel (Portugal) et les talles de bronze de Vipasca. Publications du Centre Pierre Paris. Collection de la Maison des Pays Iberiques. Paris.
- DOMERGUE, C. (1987). Catalogue des mines et des fonderies antiques de la Péninsule Ibérique (dos tomos). Publications de la Casa de Velázquez. Serie Archeologie VIII. Madrid.
- ELHUYAR, F. (1854). "Relación de las minas de cobre de Río - Tinto, en la provincia de Huelva, que D. Fausto de Elhuyar dirige a la comisión especial de administración y recaudación del crédito público". En Revista Minera, tomo V. Madrid. Págs. 3 - 14, 44 - 56, 106 - 120.
- ESPÍ, J.A. (1998). "Análisis de las innovaciones en la tecnología de la recuperación del oro". En Boletín Geológico y Minero. Vol. 109, nos 5 y 6. Págs. 535 - 551. Madrid.
- ESPINOSA, F. (1996). La guerra civil en Huelva. Diputación Provincial de Huelva.
- EZQUERRA DEL BAYO, J. (1828). "Observaciones sobre el actual estado y mejoras que admiten las labores de beneficio de las minas de Río Tinto". En Revista Minera. Tomo II. Año 1851. Madrid. Págs. 705 - 717 y 737 - 750.
- EZQUERRA DEL BAYO, J. (1852). Memoria sobre las minas nacionales de Río Tinto. Madrid.
- FERRERO BLANCO, M.D. (1994). Capitalismo minero y resistencia rural en el suroeste andaluz. Diputación Provincial de Huelva.
- FLORES CABALLERO, M. (1981a). Las antiguas explotaciones de Riotinto. Instituto de Estudios Onubenses "Padre Marchena", Huelva.
- FLORES CABALLERO, M. (1981b). La venta de las minas de Riotinto. Instituto de Estudios Onubenses "Padre Marchena", Huelva.
- FLORES CABALLERO, M. (1983a). La rehabilitación borbónica de las minas de Riotinto (1725 - 1810). Instituto de Estudios Onubenses "Padre Marchena", Huelva.
- FLORES CABALLERO, M. (1983b). La fiebre minera del siglo XIX. Instituto de Estudios Onubenses "Padre Marchena", Huelva.
- FLORES CABALLERO, M. (1988). "Análisis de los principales factores que han determinado las explotaciones de las minas de Riotinto". En Memoria del 1er Congreso Nacional Cuenca Minera de Riotinto. Huelva.
- GARCÍA CASTAÑEDA, J. (1853). "Observaciones sobre el procedimiento titulado electroquímico establecido en Riotinto por la empresa La Cerda". En Revista Minera, tomo IV. Págs. 422 - 428.
- GARCÍA MATEO, J.L. (1999). Ferrocarril Minero de Riotinto. Material Móvil. Asociación de Amigos del Ferrocarril Cuenca Minera de Riotinto. Huelva.
- GÓMEZ MORENO, J. (1992). Nerva. Historia de un pueblo. Imprenta SAND, Sevilla.
- GÓMEZ MENDOZA, A. (1994). El Gibraltar económico: Franco y Riotinto, (1936 - 1954). Editorial Cívicas, Madrid.
- GONÇALVES, V. (1987). Megalitismo e Metalurgia no Alto Algarve Oriental. Uma aproximação integrada. Lisboa.
- GONZALO Y TARÍN, J. (1888). "Descripción física, geológica y minera de la provincia de Huelva". En Memorias de la Comisión del Mapa Geológico de España. Tomo II. Madrid.
- GOÛIN, F. (1912). Les mines de pyrite de la Région de Huelva. Extrait du Bulletin de la Société de l'Industrie Minière. Octubre, noviembre y diciembre. Paris.
- HUNT ORTIZ, M.A. (1988). "Metalurgia antigua de la plata, el cobre y el hierro en las minas de Riotinto". En Memoria del 1er Congreso Nacional Cuenca Minera de Riotinto. Huelva.
- IBARRA, J.M. (1857). Empresa minera Concepción. Memoria leída en la Junta General celebrada el día 14 de junio de 1857 por su presidente. Juan Moyano, impresor y encuadernador. Sevilla.
- LUZÓN, J.M. (1968). "Los sistemas de desagüe en minas romanas del suroeste peninsular". En Archivo Español de Arqueología, vol. 41 (nos 117 y 118). Instituto Español de Arqueología (C.S.I.C.), Madrid. Págs. 101 - 121.
- LIMÓN, J. (1982). Historia de la mina de La Zarza. Compañía Española de Minas de Tharsis. La Zarza (Huelva). Documento interno.
- LIMÓN, J. (1985). Informe sobre la mina de La Zarza. Compañía Española de Minas de Tharsis. La Zarza (Huelva). Documento interno.
- MADARIAGA, C. (1920). La repatriación del beneficio de nuestras pirritas. Antecedentes para el estudio de una nacionalización. Junta de Pensiones para Ingenieros y Obreros. Madrid.
- MARTÍNEZ, J. Y MIRANDA, J.M. (1988). "Consideraciones acerca de un circuito metalúrgico en la prehistoria del Bajo Guadalquivir". En Memoria del 1er Congreso Nacional Cuenca Minera de Riotinto. Riotinto.
- MARTÍNEZ ALCIBAR, A. (1852). "Observaciones sobre la importancia de los criaderos de cobre de la provincia de Huelva y en especial el de Riotinto". En Revista Minera, tomo III. Madrid. Págs. 647 - 654.
- "Minas de Tharsis" (1882). En Revista Minera, tomo VIII (serie B). Madrid. Págs. 162 - 163.
- NASH, W.G. (1904). The Río Tinto Mine. Its History and Romance. Simpkin Marshall Hamilton Kent & Co. Ltd. London.
- NOCETE, F. Y LINARES, J.A. (1999). "Las primeras sociedades mineras en Huelva. Alosno". En Historia de la provincia de Huelva, cap. 4 pp. 50 - 64. Diario Huelva Información, Huelva.
- PEREJIL, A. (1998). Ferrocarriles Mineros de la provincia de Huelva. 2ª edición revisada y aumentada. Asociación de Amigos del Ferrocarril Cuenca Minera de Riotinto. Nerva.
- PÉREZ LÓPEZ, J.M. (1994). Las calcinaciones al aire libre: "Las Teleras". Los conflictos sociales de febrero de 1888. Causas y consecuencias. Catálogo monográfico nº 1. F.R.T. Riotinto.
- PÉREZ MACÍAS, J.A., GÓMEZ TOSCANO, F., ÁLVAREZ, G. Y FLORES, E. (1991). Documentación de la minería antigua en las minas de Riotinto. Exmo. Ayto. de Minas de Riotinto.
- PÉREZ MACÍAS, J.A. (1996). Metalurgia extractiva prerromana en Huelva. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Huelva.
- PÉREZ MACÍAS, J.A. (1998). Las minas de Huelva en la antigüedad. Diputación Provincial de Huelva.
- PINEDO VARA, I. (1963). Pirritas de Huelva. Su historia, minería y aprovechamiento. Editorial Summa, Madrid.
- RAMÍREZ COPEIRO DEL VILLAR, J. (1985). Ingleses en Valverde. Aspectos humanos de la minería en la provincia de Huelva. Edición del autor, Valverde del Camino (Huelva).
- RAMÍREZ COPEIRO DEL VILLAR, J. (1998). "Los ferrocarriles. El embarcadero de Buitrón en San Juan del Puerto". En Artes, Costumbres y Riquezas de la provincia de Huelva. Huelva Información. Huelva. Pág. 1037 - 1052.
- REAL, P. (1995). Desastre del Pozo Alicia. 80 años después. Diputación Provincial de Huelva.
- ROLDÁN CASTRO, F. (1988). "Los yacimientos mineros de Riotinto en época musulmana. Estado de la cuestión. En Memoria del 1er Congreso Nacional Cuenca Minera de Riotinto. Huelva.
- ROTHENBERG, B., GARCÍA, F., BACHMANN, H.G., GOETHE, J.W. (1989). "The Río Tinto enigma". En Minería y Metalurgia en las antiguas civilizaciones europeas, vol. 1. Coloquio internacional. Instituto de Conservación y Restauración de Bienes Culturales. Ministerio de Cultura. Madrid.
- RÚA FIGUEROA, R. (1851). "Observaciones sobre la explotación de los minerales de cobre de las minas de Riotinto". En Revista Minera, tomo II. Madrid. Págs. 425 - 435.
- RÚA FIGUEROA, R. (1852). "Estado de la minería en la provincia de Huelva". En Revista Minera, tomo III. Madrid. Págs. 513 - 521.
- RÚA FIGUEROA, R. (1853). "Comparación entre el sistema de cementación artificial y el titulado electroquímico del Sr. La Cerda". En Revista Minera, tomo IV. Madrid. Págs. 437 - 443.
- RÚA FIGUEROA, R. (1859). Ensayo sobre la historia de las Minas de Riotinto. Imprenta de la viuda de D. Antonio Yenes, Madrid.
- RUBIO, J. (1850). "Noticia de algunas minas ferrocobrizas en la provincia de Huelva". En Revista Minera, tomo I. Madrid. Págs. 113 - 119.
- SALKIELD, L.U. (1987). A technical history of the Riotinto Mines: some notes on exploitation from pre-Phoenician times to the 1950s. The Institution of Mining and Metallurgy, London.
- SANZ, F.T. (1762). Memoria antigua de romanos, nuevamente descubierta en las minas de Río Tinto. Ed. Facsímil. Escuela Taller Cuenca Minera (F.R.T.). Huelva.
- SEWELL, A. (1991). The Río Tinto Railway. Plateway Press, Brighton (UK).
- SUERO, L. (1982). Memorias de un campesino andaluz en la Revolución española. Quemada ed. cooperativas, Madrid.
- WALKER, E. (1906). "The Esperanza Mine: A new copper-mining enterprise in the Huelva district". En The Engineering and Mining Journal. December. Pág. 1165 - 1167.
- WILLIAMS, D. (1934). "The Geology of the Río Tinto Mines, Spain". En Transactions of the Institution of Mining and Metallurgy. Vol. XLIII, pp. 593 - 640. London.
- WILLIAMS, D. (1950). "Gossanized breccia ores, Jarosites and Jaspers at Río Tinto, Spain". En Transactions of the Institution of Mining and Metallurgy. Vol. LIX, pp. 509 - 520. London.