

GESTIÓN Y PRODUCCIÓN EN LOS METALLA CAESARIS DE LA FAJA PIRÍTICA IBÉRICA: EPIGRAFÍA Y ARQUEOLOGÍA*

Management and Production in the Metalla Caesaris of the Iberian Pyrite Belt (SW Iberian Peninsula)

JUAN AURELIO PÉREZ MACÍAS
Universidad de Huelva
orcid.org/0000-0002-0330-9578

Recibido: 16/01/2020
Revisado: 18/02/2020

Aceptado: 23/03/2020
Publicado: 05/07/2020

RESUMEN

En este trabajo se estudia la producción de metales en el distrito minero del suroeste de la Península Ibérica (Faja Pirítica Ibérica). Este distrito lo forman más de 85 minas y llegó a alcanzar cotas industriales de producción de plata y cobre en época imperial. En una de sus minas más importantes, la de *Vipasca* (Aljustrel, Portugal), se descubrieron dos placas de bronce en las que se regula el trabajo y la vida en la mina en la segunda mitad del siglo I y primera mitad del siglo II d.C. A lo largo de este trabajo esbozaremos la producción metálica en estas minas a partir de las de Riotinto, Tharsis y Aljustrel, y estudiaremos la evolución de su gestión por el patrimonio del emperador hasta que cristalizó en el modelo que nos muestran los bronzes de Aljustrel en tiempos del principado de Adriano.

PALABRAS CLAVE

Roma; Minería; Faja Pirítica Ibérica; Fiscus; Producción; Administración.

ABSTRACT

In this work we study the history of metals production at the mining district of the Iberian Pyrite Belt, in the southwest of the Iberian Peninsula. This district contains more than 85 mines that reached industrial levels of silver and copper in roman imperial era. In one of its most important mines, the *Vipasca* mine (Aljustrel, Portugal), two bronze plaques were discovered. They regulate work and life in the mine in the second half of the first century and the first half of the second century AD. Throughout this work will outline the production in this district from the mines of Riotinto, Tharsis and Aljustrel, and will study the evolution of their management by the emperor's state until it chystallized in the model shown by the bronzes of Aljustrel in Hadrian's time.

KEY WORDS

Roma; Mining; Iberian Pyrite Belt; Fiscus; Production; Government.

japerez@uhu.es

* Este trabajo se inserta en el proyecto "Nueva edición del CIL II: 1. Inscripciones del extremo occidental del conventus gaditanus; 2. Inscripciones de los municipios antiguos en territorio portugués al este del Guadiana" (FF 12016-77528-P).

INTRODUCCIÓN.

El descubrimiento en Riotinto de la placa del *procurator Pudens* en 1762 (Remesal Rodríguez, 1998), dedicada al emperador Nerva, ofreció unos primeros datos sobre el régimen administrativo y la propiedad de estas minas en época romana (CIL II, 956). Sobre el terreno quedaban multitud de evidencias de las fases de producción industrial de época antigua, en la que destacaron los períodos tartésico y romano, cuando la plata, y en menor medida el cobre, se convirtieron en los metales preferidos para su extracción. Era un momento en el que se estaba intentando recuperar la minería que se había desarrollado en época romana, que había alcanzado las mayores cotas de producción a juzgar por los vestigios que aún quedaban sobre el terreno, minados, escoriales, hábitats y necrópolis. Entonces no existía conciencia de que esta mina pertenecía a un distrito perfectamente dibujado desde el punto de vista de la caracterización de sus rocas y mineralizaciones (Faja Pirítica Ibérica).

La reactivación minera que vivió toda esta comarca desde mediados del siglo XIX permitió ir conociendo la realidad de cada mina. Entre los hallazgos más sobresalientes de esta época se encuentran las dos placas de bronce de Aljustrel, descubiertas en 1876 y 1906 respectivamente en el sector de escoriales romanos de esta mina (Domergue, 1983). Estos bronce ofrecieron una información más precisa sobre el sistema de explotación, una empresa privada sometida a concesiones y condiciones por la propiedad de la mina, la hacienda imperial, que fiscalizaba todos y cada uno de los pormenores del trabajo en la mina.

La bibliografía sobre la explotación romana de este distrito es abundante y tiene un amplio desarrollo historiográfico desde al menos el siglo XVI. Aproximaciones de interés a su minería se encuentran en los trabajos de J. Gonzalo y Tarín (1888) e I. Pinedo Vara (1963), y en los estudios de detalle sobre la geología y composición de las mineralizaciones merecen referenciarse las síntesis de Listel *et al.* (1998) y Tornos Arroyo (2008), que completaron los planteamientos realizados sobre las masas de sulfuros por D. Williams (1934) y F. García Palomero (1980).

Muchos de los problemas planteados a lo largo de los años sobre los aspectos técnicos fueron tratados en los distintos proyectos de investigación desarrollados en estas minas. Están magníficamente expuestos en el trabajo de C. Domergue (1990),

quien ha dedicado también su esfuerzo a conjugar los datos de ingeniería minera con las disposiciones que aparecen en los bronce de Aljustrel (Domergue, 1983). Los yacimientos tratados por Domergue fueron completados con las prospecciones y excavaciones del Huelva Archaeometallurgical Project (Blanco y Rothenberg, 1981), en la que se incluyeron estudios de detalle de algunas minas, Riotinto, Sotiel-Coronada, Castillo de Buitrón y Cueva de la Mora, con nuevas analíticas de los escoriales. Un recorrido sistemático por sus escoriales fue realizado por nosotros posteriormente (Pérez Macías, 1998). De este modo ha ido tomando cuerpo la unidad que presentan las minas de este distrito, que ya ofrecía estos rasgos comunes en los trabajos iniciados por L. U. Salkield desde el punto de vista de la metalurgia (Salkield, 1970) y de J. M^a Luzón (1968 y 1970) y R.E. Palmer (1927) sobre su minería y los ingenios de desagüe.

Hasta hoy día ha avanzado mucho la investigación arqueológica de las minas de la Faja Pirítica Ibérica, se han prospectado la mayor parte de las minas y se han excavado algunos de los principales asentamientos mineros. El conocimiento de esta comarca minera ofrece así posibilidades de adentrarnos en algunos de los aspectos más interesantes de las leyes de Aljustrel, entre ellos determinar si la propiedad imperial de estos *metalla* debe entenderse de manera individualizada para cada mina, según se desprende del caso de Aljustrel (VIP I, 7: *Scripturae scaurariorum et testariorum. in finibus metalli vipascensis...*). Por el contrario, según nuestro criterio en un primer momento la Faja Pirítica formó parte de un gran *saltus* imperial para la óptima explotación de las mineralizaciones de plata y cobre. Más allá de lo que nos comentan los bronce de Aljustrel o de lo que puede colegirse de la epigrafía conservada, que ofrece informaciones muy valiosas, este tema es complejo. Cuando el sistema administrativo de un territorio tan extenso tuvo que estructurarse para la correcta explotación de sus gigantescas mineralizaciones de plata y cobre, quedó al margen de otros fenómenos asociados a la política de Roma, colonización agrícola y la municipalización. Nada apuntan a cómo el *fiscus* llevó a cabo su administración territorial y qué funcionarios intervenían, qué medios se utilizaron y cómo fue evolucionando a lo largo del tiempo. De la mano de la información arqueológica y epigráfica, en las páginas que siguen vamos a intentar esbozar cómo se fue definiendo este sistema desde época au-

gustea, desde finales del siglo I a.C. hasta el modelo que nos definen los bronce de Aljustrel.

MINERÍA, PAISAJE Y TERRITORIO.

Para comprender la verdadera dimensión de este distrito minero, la presentación no puede realizarse de manera particular, aunque algunas minas, como la de Riotinto, se hayan convertido fácilmente en el paradigma del proceso histórico que se refleja de manera más o menos fiel en todas las demás (Blanco y Rothenberg, 1981; Domergue, 1990). Esta falta de perspectiva desnaturaliza a todo el conjunto de minas, y nos hace perder de vista su envergadura (figura 1). Sería difícil poder explicar cómo se llevó a cabo la administración, fiscalización y el abastecimiento de este territorio sino lo delimitamos en sus justas coordenadas, un gran rosario en el que se van sucediendo de manera continuada grandes depósitos de sulfuros polimetálicos (Tornos Arroyo, 2008). A ellos deben sumarse los yacimientos de tipo filoniano, en los que se desarrolló una minería y una metalurgia del cobre que ofrecía menos complicaciones técnicas y resultados más rápidos, como puede comprobarse por la extensión de este tipo de minería en toda Sierra Morena.

Las minas de la Faja Pirítica Ibérica se encuentran en la Zona Geológica Surportuguesa, en una posición marcada por el piedemonte de Sierra Morena. Son terrenos devónicos y carboníferos formados por pizarras y rocas volcánicas ácidas y básicas. Los yacimientos minerales se sitúan estratigráficamente entre las rocas volcánicas y las pizarras carboníferas. Su origen se debe a la actividad volcánica submarina, que arrojó al fondo marino rocas volcánicas en su fase piroclástica y sulfuros en su fase fumarólica (García Palomero, 1980). Son grandes yacimientos de sulfuros polimetálicos, en los que los elementos principales son el sulfuro y el hierro, pero contienen también cantidades rentables de cobre, plata, plomo, zinc, oro, etc. Los sulfuros forman grandes masas de millones de toneladas, lo que ofrece un fuerte contraste con los campos filonianos. Para toda esta zona se han calculado unas reservas de unos 1600 millones de toneladas de sulfuros masivos polimetálicos y cerca de 2500 millones de toneladas de mineralizaciones de tipo stockwork, unos cubicajes que se consideran la mayor concentración de sulfuros del mundo (Tornos Arroyo, 2008). De todos estos depósitos destacan nueve con más de 100 millones



Figura 1. Las minas de la Faja Pirítica Ibérica.

de toneladas. Las masas pueden alcanzar hasta los 170 millones de toneladas, pero lo verdaderamente reseñable para la minería antigua era que en algunas minas existían varios depósitos independientes concentrados en una pequeña zona de algunos kilómetros cuadrados: en Riotinto las masas son Filón Sur, Iago, Dehesa, Salomón, Mal Año, San Dionisio, Planes, Argamasilla y Quebrantahuesos, y entre todas ellas ocupan una superficie de 4 km² (Tornos Arroyo, 2008); en Tharsis existe también más de un depósito, Filón Sur, Filón Norte, Sierra Bullones, Poca Pringue y Filón Centro (Chekland, 1967); y en Aljustrel se explotaron en época romana las masas de Algares y de São João (Viana, Freire y da Veiga, 1954). Hay que concluir por tanto que eran yacimientos inagotables para la tecnología de la época, y su explotación ha continuado hasta la actualidad, dependiendo de la coyuntura del mercado de metales.

Para su caracterización hay que añadir su abundancia. Son más de 85 los yacimientos de sulfuros polimetálicos y un sinnúmero de yacimientos filonianos de sulfuros de cobre los explotados en época romana. Lo normal es que los yacimientos se encuentren muy próximos unos a otros, en distancias que generalmente no superan los 5 km.

LA CONQUISTA ROMANA. MINERÍA ARGENTÍGERA EN EL *AGER PUBLICUS*.

La producción de estas minas, tal como se manifiesta en el siglo II d. C., en los años en los que se redactó el segundo bronce de Aljustrel (VIP II), había crecido desde los primeros tiempos de la ocupación romana.

En estas minas se asiste a una primera fiebre minera a comienzos del I milenio a.C., cuando su minería se centró en la extracción de los minerales de plata (Pérez Macías, 1986), lo que originó el abandono de la minería filoniana de cobre que había predominado hasta ese momento. A lo largo del período Orientalizante la producción de plata se ha detectado en los yacimientos de Aznalcóllar, Riotinto y Tharsis principalmente (Pérez Macías, 2013). Antes de la explotación romana estas minas vivieron un período de crisis desde el siglo VI a.C., difícil de evaluar por las escasas evidencias arqueológicas (Pérez Macías, 1986). El asentamiento indígena no perdura en época romana, y Roma no necesitó ordenar este territorio, pues estaba prácticamente despoblado.

La etapa republicana no significó una nueva época para las minas de la Faja Pirítica. La minería en estos momentos vivía concentrada en los distritos mineros de sulfuros de plomo argentíferos (galenas), cuyas leyes y tratamientos no ofrecían grandes dificultades metalúrgicas a la tecnología helenística, que era la conocida por Roma, bien experimentada desde los comienzos de la explotación de las minas de *Laurium* en el siglo VI a.C. Este tipo de minerales se encontraban en otros distritos mineros hispanos, en las minas del sureste ibérico, las de la zona murciana (La Unión, Cartagena y Mazarrón), en Almería (Sierra de Gádor y Sierra Almagrera) y en las minas de Sierra Morena, las minas de la zona de *Castulo* (Linares-La Carolina), Sierra de los Pedroches en Córdoba y en la Serena en Badajoz (Domergue, 1990).

El único asentamiento en la Faja Pirítica en el que puede demostrarse minería en estos siglos es Riotinto, donde las extracciones siguieron el rumbo de la minería de siglos anteriores, volcada en el aprovechamiento de los enriquecimientos en plata de la cobertera gossanizada. Los niveles de escorias de la sección de Cortalago nos muestran que esta explotación republicana alcanzó cotas industriales y superó el nivel alcanzado en tiempos prerromanos (Pérez Macías, 1998). Los minerales de Riotinto eran pobres en plomo, y gracias al conocimiento acumulado en las minas del sureste se importó plomo de esas minas para facilitar la recuperación de la plata mediante un proceso de copelación. En momentos prerromanos y en las primeras operaciones romanas se utilizó plomo local (Anguilano, 2012), pero los lingotes de plomo de las minas de Cartagena encontrados en Riotinto demuestran esa importación de plomo en época republicana (Rothhoefer, Bode y Hanel, 2016). A algunas minas cercanas a Riotinto, como la de Umbría de Palomino (CILA I, 52), también llegaron lingotes de plomo del distrito de *Carthago Nova*, lo que debe ser un síntoma de que la exploración minera se estaba extendiendo a la explotación de las minas de los alrededores de Riotinto.

El régimen minero que se aplicó a esta mina es totalmente desconocido por la falta de epigrafía. C. Domergue plantea que las minas eran de propiedad estatal y se arrendaban a particulares o sociedades para su explotación mediante una *locatio censoria*. En las minas más activas en este momento hay suficientes pruebas en los lingotes de plomo de los nombres de quienes explotaban las minas de *Car-*

thago Nova, Castulo e incluso de algunas minas de la zona de Ciudad Real, Córdoba y Badajoz (Domergue, 1990), pero en Riotinto faltan absolutamente este tipo de indicadores.

Algunos investigadores han planteado que según se deduce de la circulación monetaria en Riotinto, donde predomina la moneda oficial de Roma, la explotación de la mina debería ser pública (Chaves Tristán, 1998). No hubo pues necesidad de creación de moneda local para el pago a los mineros que vivían en el *metallum*, como sucedía en otras minas de Sierra Morena. El carácter estatal en el establecimiento de Riotinto está avalado además por la existencia del *castellum* de Castillejo, una pequeña fortificación que corresponde a la segunda mitad del siglo II a.C. y puede explicarse por la necesidad de protección de la mina (Pérez y Delgado, 2011). De lo que no caben dudas es que fue una minería que se mantuvo en la zona de Filón Norte, las masas de Lago y Salomón, y no se extendió al resto de la mina. La administración romana todavía no se había formado una idea clara del conjunto de minas que se encontraban en el suroeste ibérico, ni que pudiera tratarse de un distrito de la importancia que adquiriría posteriormente. La Faja Pirítica como distrito minero estaba reducida a las minas de Riotinto y a su entorno más próximo.

LA REACTIVACIÓN MINERA EN ÉPOCA AUGUSTEA. UN *SALTUS* IMPERIAL.

Este panorama empezaría a cambiar a partir de época tardorrepública y, especialmente, desde el principado de Augusto. Es posible que la proximidad de las tierras de la Lusitania y de los peligros que ocasionaron las entradas de los lusitanos en esta zona, fueran factores que influyeron en que los arrendatarios de las minas prefirieran otros distritos mineros más seguros y estables. Lo cierto es que desde al menos mediados del siglo I a.C. van a ir apareciendo en las minas signos de actividad. Así parece demostrarse entre otras en las minas de Aljustrel, en la que la minería estaba paralizada desde época Orientalizante y en la que el asentamiento de Morro de Manganha nos proporciona los materiales más antiguos de la explotación romana. Este asentamiento no es propiamente un hábitat minero, se sitúa en una altura próxima a la masa de São João, alejado de la mineralización más explotada en Aljustrel en época romana, la masa de Algarés, y entre sus materiales no se encuentran elementos metalúrgicos relacionados con la explotación mi-

nera. Su arquitectura y sus materiales remiten a un ambiente de tipo militar, y debe corresponder a un pequeño destacamento que auspiciaba la exploración de la mina. Tras estas primeras exploraciones y del éxito de las evaluaciones de sus minerales, se inició la fase de extracción en la masa de Algarés, y se va a ir formando un extenso poblado a uno y otro lado del crestón de gossan que la delata en superficie, en el que debe reducirse el *vicus* de *Vipasca* que se nombra en los bronceos aparecidos en la zona de escoriales romanos (Domergue, 1983). Mientras tanto, el Morro de Manganha siguió habitado, pero al cabo de pocos años, como mucho a comienzos del principado de Tiberio, se abandonó definitivamente (Martins, Pérez y Bustamante, 2009).

En Riotinto el rumbo de la minería siguió por cauces parecidos. El nuevo tiempo estuvo marcado por profundos cambios. El más significativo de ellos desde el punto de vista de la producción fue que a partir de este momento de finales del siglo I a.C. y principios del siglo I d.C., la mina se convirtió también en una mina de cobre, es decir se extrajeron por primera vez las zonas de minerales de cobre de altas leyes, el enriquecimiento secundario, que se encontraba a mayores profundidades que la zona de enriquecimiento en minerales de plata, el nivel jarosítico. No podemos determinar cómo se llegó al descubrimiento del enriquecimiento secundario, solo se puede avanzar que coincide con la exploración de todo el territorio minero. Este nuevo panorama otorgaba una nueva dimensión a la minería de este distrito, pues se podían beneficiar a la vez grandes masas de minerales de plata y cobre, lo que inmediatamente atraería la atención a estos grandes depósitos de sulfuros polimetálicos. Pronto superarían en producción a otros cotos mineros hispanos, esquilados por otra parte durante la explotación de los siglos II y I a.C.

Está confirmado por la documentación textual que durante los primeros tiempos de gobierno de Augusto hubo escasez de plata (Dión Casio, LIII, 22, 3), y no sería extraño que en última instancia ésta fuera la causa que desencadenó una nueva fase de exploración o intensificación de la minería en Riotinto y en el distrito de la Faja Pirítica Ibérica. Sus consecuencias son bien conocidas, el inicio de la producción conjunta de plata y cobre y una extensa exploración de toda la zona que logró descubrir más de 85 yacimientos con posibilidades de explotación industrial.

El poblado de Riotinto (Cortalago/Llano de los Tesoros) estaba suficientemente consolidado desde la etapa republicana, pero el yacimiento de Riotinto que mejor informa de la nueva realidad es el Cerro del Moro (Nerva). Es un asentamiento que convive con el poblado minero de Cortalago, pero a diferencia de éste no se encuentra en la zona de minería. Tampoco se encuentran en sus alrededores escoriales de grandes dimensiones, por lo que puede descartarse que estuviera involucrado en la producción metalúrgica. Es llamativa su cronología, que se extiende durante el principado de Augusto y los primeros años de época tiberiana, en lo que coincide en parte con Morro de Mangancha. Entre sus materiales cabe señalar la presencia de elementos relacionados con el ejército, como los glandes de plomo, monedas de la *caetra* y la tipología de las edificaciones, entre otros, que remiten a un ambiente demográfico en el que está muy presente el ejército, aunque en esencia no se trata de un asentamiento militar, al menos en lo que acostumbran a ser sus formas de *castrametatio*, pues ni siquiera está protegido por una muralla. Existen también elementos relacionados con fundiciones experimentales para la investigación en el tratamiento de minerales complejos, como la tetraedrita, y otros elementos vinculados con edificios de archivo y almacenaje (Pérez y Delgado, 2007). Las cerámicas responden a un consumo de alto poder, dominado por las Sigillatas Itálicas, lisas o decoradas. Es por todo esto que lo hemos considerado un poblado ligado a la administración de la mina, donde convivían funcionarios, soldados que se encargaban de la seguridad y la policía dentro del *metallum*, y técnicos fundidores que llevaban a cabo labores de investigación con los minerales de cobre, desconocidos, ya que la minería del cobre que se llevaba a cabo en otras comarcas mineras había continuado con la extracción de carbonatos típica de la Edad del Bronce. Debieron enviarse técnicos metalúrgicos de otras zonas mineras, posiblemente de la zona de *Castulo*, que llevarían a cabo la experimentación en el tratamiento de la novedosa composición de las mineralizaciones de la Faja Pirítica. Los archivos y almacenes estarían involucrados en la gestión y abastecimiento de toda la población que estaba llegando a la mina como consecuencia de las nuevas expectativas que ofrecía el descubrimiento de masas minerales con millones de toneladas en minerales de plata y cobre.

Una vez que se resolvió el método para llegar a los minerales de plata y cobre y la manera más adecuada de fundirlos, la exploración se extendería a todos los yacimientos de esta comarca minera, en una fase de fiebre minera solo comparable a la desencadenada en la segunda mitad del siglo XIX. Hay que tener presente que esta minería se desarrollaría de diferentes modos en cada mina. Todas ellas tienen en común que son grandes yacimientos polimetálicos, pero en ellos existe una enorme variedad en las composiciones, más o menos complejas y con distintos contenidos de cobre y plata. Las minas que tenían varias masas y los depósitos más grandes, como Riotinto, Buitrón (Castillo de Buitrón y Barranco de los Bueyes), Sotiel-Coronada y Cueva de la Mora, produjeron a la vez plata y cobre, pero en yacimientos más pequeños la extracción se dirigió a los minerales más abundantes, que en algunos casos era el cobre y en otros eran de plata (Pérez Macías, 1998).

En los yacimientos filonianos de sulfuros de cobre no se llevó a cabo una minería que pudiera hacer competencia a estas minas con enormes depósitos de sulfuros. En la Faja Pirítica fueron explotados todos los campos filonianos que se situaban junto a las masas de sulfuros, abundantes sobre todo en la parte meridional, y entre ellos merecen citarse los de la Sierra de Tejada, la Sierra de Rite, Pozuelo y los de la Rivera de Malagón (Gonzalo y Tarín, 1888).

Descubierta esta riqueza minera, lo más urgente fue gestionar su explotación. Un apoyo fundamental tuvo que ser el ejército, que como hemos comentado estuvo presente al menos en Aljustrel y en Riotinto. También se encuentra en pequeños *castella* distribuidos por el territorio para asegurar su control (Pérez Macías, 2018). Desde hace unos años se han venido publicando toda una serie de *castella* en el suroeste peninsular (Fabião, 2002), que algunos investigadores relacionan con la explotación minera (Maia, 1996). Estas pequeñas fortificaciones romanas no pueden relacionarse directamente con la minería, ya que ninguno de ellos se encuentra, como se defiende, en una mina o cerca de alguna mina. Este despliegue del ejército por la zona donde se desarrollaba la exploración minera, daría cobertura policial para seguridad a las explotaciones y para la protección de la intensa actividad de comercio y de afluencia de personas atraídas por los primeros descubrimientos de masas de sulfuros polimetálicos. Fue un recurso temporal, pues, como

ocurrió en Morro de Mangancha y Cerro del Moro, la mayor parte de estos *castella* estaban ya abandonados a mediados del siglo I d.C. Estos destacamentos de soldados pudieron estar formados por *vexillationes* de tropas auxiliares, pues en estos momentos los cuerpos de ejércitos legionarios estaban acuartelados en la Tarraconense.

Cuando las grandes minas entraron en su fase de producción industrial, sus poblaciones se convierten en ejes para la vertebración de todo el distrito minero. Tres parecen ser esos lugares centrales desde los que se administraba el territorio, Riotinto (*Urium*), Tharsis (*Rubrae*) y Aljustrel (*Vipasca*). Aunque se abandonaran las pequeñas fortificaciones distribuidas por el territorio, los soldados seguirían en estas minas importantes, ya que su presencia se recoge incluso en los broncees de Aljustrel (VIP I, 3). No en todas las minas se formaron extensos poblados donde vivía la población minera, en muchas de ellas, incluso en las que tuvieron una producción metalúrgica significativa, solo se construyeron *officinae* que servían a la vez para el tratamiento mineralúrgico y metalúrgico de los minerales. Este modelo es el que se encuentra en la mina de Aguas Teñidas (Almonaster la Real), cuyo escorial revela una importante producción de cobre (Pérez *et al.*, 2013).

Otro rasgo que nos informa de la dedicación que tuvo la caja imperial en estas minas fue la articulación de un sistema de comunicación que contribuyera a la entrada del abastecimiento desde los puertos costeros y la salida de la producción metálica. Las vías son un buen elemento de juicio para entender la posición que ocupaban los poblados de Riotinto y Tharsis como cabeceras de los caminos que recorrían esta región minera. Su trazado fue diseñado para que ejercieran ese papel central en la administración del territorio como *mansiones*. La información que nos ofrecen las fuentes escritas nos permite una aproximación a estos caminos mineros. Hay que considerar al itinerario 23 del denominado *Itinerarium Antoninianum* como una vía construida en este momento. M. Bendala Galán (1987) se ha encargado de resaltar el estratégico recorrido de este camino, que ponía en comunicación la zona minera de Tharsis, formada por un importante conjunto de minas (Tharsis, Almagrera, Prado Vicioso, Vulcano, Lapilla y Lagunazo), con la desembocadura del Guadiana (*ab ostio fluminis Anae*) y con el puerto de *Onuba* (Huelva), que desde la protohistoria había desempeñado un papel capital

en el comercio de metales con las colonias fenicias. El mismo itinerario se encarga de aclararnos que el camino ponía en comunicación a la desembocadura del Guadiana con *Augusta Emerita* (Mérida), algo que debemos relacionar con la gestión administrativa, a la no estaría ajena el *Legatus Augusti pro praetore*, que tenía su sede en Mérida. La *mansio* de *Italica* abría también el camino al valle del Guadalquivir y a la Bahía de Cádiz, de donde procederían en su mayor parte los suministros alimentarios. Otra de las *mansiones* de esta vía, *Praesidium*, que se encontraba entre la desembocadura del Guadiana y Tharsis, es un topónimo que responde bien a ese papel otorgado al ejército en el control del territorio minero. El Anónimo de Rávena añade otro camino que salía de *Onuba* hacia *Pax Iulia* (Beja, Portugal) a través de *Urium* (Riotinto), *Arucci* (Aroche), *Fines* (?) y *Serpa* (Serpa), cuyo trayecto ha estudiado A. Jiménez Martín (2006).

Las minas de Riotinto también se dotaron de una compleja red de caminos y se convirtieron al fin y al cabo en un nudo de las comunicaciones en lo que hoy es la provincia de Huelva. Estos caminos los conocemos gracias a las descripciones que realizaron de ellos los ingenieros de minas a lo largo del siglo XIX (Rúa Figueroa, Ezquerro del Bayo, etc.). Nos detallan el recorrido de los caminos que se dirigían a Huelva (*Onuba*), a Santiponce (*Italica*) y a Mérida (*Augusta Emerita*). Es decir, también existía comunicación con la colonia pacense a través de Aroche. Son caminos carreteros, las típicas vías encarriladas, y su ejecución topográfica es impecable en el cálculo de las pendientes, muy suaves, para lo cual en muchas partes del recorrido son caminos atrincherados. La construcción de unas obras de estas características no pudo diseñarse sin la participación de los técnicos militares, y nos sirve a la vez para constatar otra de las tareas encomendada al ejército en esta región minera.

El dominio imperial de todo este territorio, el modelo que nos ofrecen los broncees del Aljustrel a partir de época flavia, puede retrotraerse a estos años, en los que debió ir perfilándose el control sobre una producción minera que era fundamental para la economía romana (figura 2). Todo parece indicar que la gran labor de exploración minera no pudo originarse por la iniciativa privada, por sus costes, por su planificación y por la rapidez con la que se llevó a cabo. Luego, en nuestra opinión la administración imperial fue la impulsora de la reactivación minera a partir del único yacimiento



Figura 2. Epigrafe del Procurador Pudens.

que se explotaba en ese tiempo, el de Riotinto, y la exploración y el esfuerzo de los técnicos lograron que pudieran explotarse de manera industrial los minerales de cobre del enriquecimiento secundario, que contenían minerales muy complejos, como la tetraedita (sulfoarseniuro de cobre), en ocasiones de más del 40% Cu. Seguir la pista al desarrollo de la minería se nos antoja harto difícil con los escasos datos de cronología relativa con los que contamos. Si parece seguro que desde principios del siglo I d.C. se utilizaron ya mecanismos de desagüe, que ayudaban a las galerías inclinadas (VIP II, 14: *...cuniculo qui aquam metallis subducet...*), cuyo uso a una determinada cota ya no era posible. Solo las *rotae aquariae* podían elevar el agua a ellas para permitir que la minería siguiera su avance en la búsqueda y minado de los minerales de cobre de la zona de cementación, la de más altas leyes. De ahí que la abundancia de norias en las masas de Filón Sur y Planes en Riotinto, unas masas que siempre se han explotado para la producción de cobre. Los análisis de carbono¹⁴ de la madera de las norias nos confirman que en estos años las labores mineras habían bajado a niveles inferiores de las galerías de desagües (Delgado, Soares y Queiroz, 2013).

Con la puesta en explotación de todas estas minas se planteaba para Roma el problema de cómo conseguir su administración de forma eficaz. La minería, que se había extendido de manera singular en este nuevo distrito de la provincia *Ulterior Baetica*, al oeste del *conventus hispalensis*, y que se prolongaba más allá del río *Anas* en el *conventus pacensis* de la *Lusitania*, ofrecía una enorme ventaja por la cercanía de unas minas a otras. Si hubiéramos estado en un distrito con minas indepen-

dientes unas de otras, los representantes imperiales en cada mina habrían de ir solventando cada uno de los casos que entorpecían el desarrollo de la minería. La administración imperial, por el contrario, contaba a su favor que en la parte bética de este distrito las minas se encontraban tan cercanas unas a otras que era factible dejar todo este territorio al margen de la colonización agrícola que se iba a desencadenar en esta provincia, que daría sus mejores frutos con productos derivados del olivar y la viña, estratégicos para la economía romana (Chic García, 1994). Era más operativo formar todo un coto minero controlado por los funcionarios imperiales que ir delimitando cada mina de manera individualizada, pues esto hubiera obligado a multiplicar el aparato administrativo dadas las dificultades de centralizar la gestión.

Es evidente que en este momento, con más de 85 yacimientos en producción industrial de metal, no podía desarrollarse un sistema administrativo como el que nos muestran los bronce de Aljustrel, cada mina dirigida por un procurador dependiente del fisco. Para la correcta fiscalización y control del territorio se necesitó del concurso del ejército, que estaba presente en la zona minera desde los comienzos de la exploración y explotación. Dado que no contamos con ninguna prueba epigráfica de la existencia de procuradores, es probable que el control estuviera a cargo de oficiales especializados del ejército, acaso un *praefectus*. Así se llevaba a cabo en las canteras imperiales (Hirt, 2010), sujetas a la dirección de prefectos o centuriones. Los oficiales del ejército eran piezas claves del aparato administrativo imperial, y valga como ejemplo el caso de uno de ellos, Tito Suedio Clemente (CIL X, 1018), enviado a *Pompei* por Vespasiano para recuperar las tierras públicas ocupadas.

Desde este punto de vista, hay que valorar los asentamientos de Moro de Mangancha, Cerro del Moro y en los numerosos *castella* que se construyeron por todo el distrito minero, junto a las vías y en lugares de difícil acceso, para asegurar las comunicaciones y el libre tránsito de personas y mercancías. En todos estos asentamientos el papel del ejército fue muy importante, para ejercer labores de policía y de dominio del territorio. No debe estar ausente a este sistema la presencia de *M. Agrippa* en Hispania, que además de participar en los grandes cambios que se llevan a cabo en la administración de estas provincias, manifestó un vivo interés por la minería y de ello dan fe su patronazgo en

la colonia de *Carthago Nova* (Abascal y Ramallo, 1997; Rodá, 2004) y la aparición de su nombre en los lingotes del pecio Comacchio (Domergue *et al.*, 2012). Aunque la fiscalización de la producción fuera efectivamente pública, la extracción debió quedar en manos particulares.

Ahora bien, en este punto es necesario responder a una cuestión, ¿desde qué yacimiento o yacimientos se llevaba a cabo la gestión del distrito minero? La respuesta podemos encontrarla en la arqueología de los asentamientos de esta zona, dentro de la que destacan, como hemos señalado, los de Riotinto y Tharsis en el convento hispalense y el de Aljustrel en el convento pacense. No extraña de este modo que solo en esos yacimientos se encuentren rastros de edificios de aparato dedicados a la representación de la casa imperial, que se inauguran precisamente en época julio-claudia. A estos edificios corresponderían las estatuas de Calígula (Hertel, 1982) y Trajano (Acuña Fernández, 1975) que se han encontrado en la mina de Tharsis o el monumento formado por las estatuas de Livia y Claudio de Riotinto (Pérez *et al.*, 2008). Las imágenes de los emperadores y la casa imperial pueden ser una evidencia de los tres lugares elegidos para llevar a cabo la fiscalización del territorio, desde los que se controlarían el resto de las minas.

Esta forma de afrontar el control de las explotaciones contó con una alianza, los terrenos sobre los que se asentaban las minas eran prácticamente estériles desde el punto de vista agrícola, la potencia de los suelos era muy reducida y en la mayor parte afloran las rocas de base. De esta circunstancia fue consciente Estrabón, quien al referirse a las minas hispanas nos aclaró que: “[...] las comarcas mineras son por naturaleza estériles [...]” (Estrabón, III, 2, 8). En estas condiciones no era rentable la colonización agrícola, salvo para garantizar el poblamiento de la comarca con grupos dedicados a la ganadería, que podían encontrar en estos suelos un cierto rendimiento. Desde esta perspectiva, no existía ningún inconveniente para dejar todo este territorio exceptuado de los repartos de tierras, tanto por la escasa atracción que ofrecían a los nuevos colonos, interesados en las ricas campiñas del Guadiana o el Guadalquivir, como por las ventajas que se presentaban para el desarrollo de la minería, sin impedimentos o controversias de términos con las ciudades o los agricultores. Es por esto que pensamos que todo este distrito minero acabaría convertido en un gran

saltus imperial dedicado a la explotación minera (Chic García, 2008).

El suroeste peninsular no era solo una zona rica en minas, existían tierras con buenas cualidades para la agricultura, como sucede, entre otras comarcas, en los ricos barros de Beja (Portugal) o los terrenos de campiña de la Tierra Llana de Huelva. En estas tierras se primaron los repartos coloniales de tierras (*Pax Iulia*) e incluso en los antiguos *oppida* va a ir floreciendo un tipo de asentamiento rústico de similares características al detectado en el valle del Guadalquivir (Vidal Teruel, 2007). La zona minera, con suelos demasiado pobres para atraer a su explotación agrícola, pero con enormes yacimientos minerales, se dejó en exclusiva para la explotación minera, es decir, no existe ningún tipo de evidencia de poblamiento rústico dedicado a la producción agropecuaria. En la colindante geología de la Zona Ossa Morena, donde solo existían pequeños yacimientos filoniosos que pronto demostraron no ser rentables, si se inició una pequeña colonización agrícola con poblaciones del noroeste peninsular, galaicos fundamentalmente, que ha dejado numerosas huellas epigráficas (Pérez Macías, 2009a) y se fundó la nueva *civitas* de *Arucci* (Bermejo Meléndez, 2014). Este panorama no puede ser casual, ya que los repartos de tierras podían entorpecer la exploración y explotación minera, que ofrecía grandes ganancias en plata y cobre a las arcas públicas, exhaustas tras el largo período de las guerras civiles y la movilización de grandes contingentes militares.

LOS CAMBIOS DE TIEMPOS FLAVIO-TRAJANEOS.

PROCURADORES Y CONDUCTORES.

El resultado de este sistema de gestión de la producción minera en el suroeste peninsular fue eficaz, logró el descubrimiento de todos los yacimientos explotados en la edad moderna, tanto los de tipo filoniano como en masa, y la producción alcanzó cotas industriales. Este esquema se mantuvo mientras no hubo cambios en la forma de dirigir las explotaciones. Pero estos cambios comenzaron a cristalizar desde mediados del siglo I d.C., los *castella* se abandonan y ése es un síntoma de que había cesado la exploración del territorio, lo que coincide a su vez con la paralización de los trabajos en las minas filonianas, donde la exploración no había encontrado partidas minerales que permitieran una explotación prolongada. La crisis en estas minas no solo se produjo en los campos

flonianos, los yacimientos de sulfuros polimetálicos con depósitos más pequeños también se paralizaron, pues en sus escoriales faltan por completo materiales que vayan más allá de época julio-claudia.

Todos los esfuerzos se concentraron finalmente en las grandes minas, y entre ellas las que siguieron con producción fueron Riotinto, Tharsis y Aljustrel. En el resto del distrito se vieron momentos de recesión, y aunque el abandono no fue total, su minería y su metalurgia no han dejado huellas para que podamos calibrarla. Lo más probable es que se siguieran solicitando concesiones en estas minas, para intentar localizar nuevas zonas de enriquecimiento, pero los yacimientos habían entregado ya sus sectores más rentables y no se volverían a alcanzar los ritmos de extracción que se habían conseguido años anteriores, como ocurre entre otras muchas en las minas de Vuelta Falsa junto al Guadiana (Pérez Macías, 2011).

Algunos investigadores han propuesto que desde este momento se imponen en las minas los procuradores imperiales. Tal como defiende C. Domergue (1990), no existe constancia epigráfica sobre procuradores mineros antes de época flavia, y en nuestro caso un buen ejemplo de ello es la placa del procurador Pudente, liberto de Nerva, encontrada en una de las galerías de desagüe de Riotinto (figura 3). No pensamos que el sistema de minería que se impuso con la aparición de los procuradores cambiara sustancialmente las formas de llevarla a cabo, la extracción siempre tuvo que ser indirecta, arrendada a particulares. Lo que cambiaría sería la dirección de los cotos mineros, quién disponía la *locatio* a la participación privada, que desde la segunda mitad del siglo I d.C. sabemos con seguridad que estaba en manos de *procuratores*, en este primer momento libertos imperiales. La fijación de este nuevo sistema en la segunda mitad del siglo I d.C. permitió que las minas que todavía estaban en producción contaran con un procurador, tal como se desprende de la carrera de *Saturninus* (Le Roux, 1985; Canto, 2003), que fue un tiempo procurador de las minas de Aljustrel (*procurator metallorum Vipascensium*). Estas minas se habían convertido en grandes centros industriales en los que la minería, la metalurgia y el poblamiento había alcanzado tales proporciones que los *metalla* tenían unos territorios bien definidos. Ahora era posible delimitar los territorios de estas tres minas, pues el resto estaban abandonadas.



Figura 3. Placa de bronce Vipasca II.

En Vipasca I, atribuida a época flavia, se ofrece información puntual de la administración de las minas y los poblados mineros, regidos por un procurador, asistido por un contingente de soldados y por un nutrido grupo de funcionarios imperiales (*aestimatores*, *dispensatores*, etc.), en su mayoría libertos y siervos imperiales, (VIP I, 3: *Balinei fruendi: ...liberti et servi Caesaris qui procuratoris in officis erunt vel comoda percipient, item impuberes et milites...*).

Descubiertas las posibilidades de estas mineralizaciones desde época de Augusto, la propia minería de interior tendría que ir explorando cada una de las masas, tanto en la horizontal como en la vertical de las mismas. A pesar de ser sulfuros masivos, la riqueza de los minerales podía variar mucho de unas zonas a otras de las masas, y donde un arrendatario fracasaba y abandonaba el pozo, otro con más conocimiento o más suerte podía alcanzar el éxito. La variedad de circunstancias debía ser enorme, pozos abandonados, pozos arrendados sin explotar (en reserva), pozos que se extralimitaban de las concesiones, etc. Era preciso optimizar los recursos para

que se alcanzaran los mejores resultados en la producción. Se impuso un sistema paralelo al empleado en la recuperación de las tierras sobrantes de los repartos (*subseciva*), que habían sido ocupadas de manera ilegal, a lo que dedicó especial atención el emperador Vespasiano (Hig. gr., *agrim, de limitatibus*, 5-7; Hinrichs, 1974, 133 ss). En el primer bronce de Aljustrel (VIP I, 9: *usurpationes sive pittaciarum*) se menciona un término hermano, la *usurpatio*, que, según viene definido en el *Digesto* de Justiniano (D. 40, 3, 2), puede interpretarse como la ocupación de las concesiones cuando estaban abandonadas (*naturalis usurpatio*). En este caso se obligaba a pagar el impuesto de ocupación en el plazo de los dos días siguientes a la usurpación. En los dos casos, las medidas tienden a recuperar la carga fiscal de bienes públicos ocupados ilegalmente.

La epigrafía de la mina de Riotinto nos ha ofrecido un documento de excepcional valor, lo que deben ser los nombres de algunos *coloni* grabados en las maderas empleadas en la fortificación de las labores de interior (Bermejo y Ruiz, 2014). Los nombres aparecen por parejas, unidos por la partícula *et*, en alusión a los *socii* que habían obtenido el arrendamiento. Lo curioso es que en un documento recogido por L. Wickert que se conserva en los fondos del CIL II² (Colegio de San Ildefonso, Universidad de Alcalá de Henares), se transcriben otras inscripciones en maderas de Riotinto, donde aparecen todo un listado de nombres, que coinciden con algunos de los anteriores, lo que demuestra que esta forma de signar la concesión estaba generalizada. Por el tipo de letra, estas inscripciones se fechan en época flavia (Bermejo y Ruiz, 2014), y esto viene a confirmar que la fórmula de gestión que se detecta en los bronce de Aljustrel estaba ya plenamente implantada en época flavia. A este tipo inscripciones en tabla a la entrada de la mina se refiere M. Rostovtzeff (1910, 353ss) en su estudio sobre el colonato romano, para definir el término *usurpatio* que aparece en los bronce de Aljustrel (VIP I, 9: *usurpationes sive pittaciarum*). Según su argumento cualquiera podía acceder a la concesión de un pozo abandonado con el pago previo del impuesto del *pittaciarium*, nombre que deriva del derecho a colocar el sello con el nombre en la tabla (*pittacium*), en la que se reconocía de esta forma su condición de ocupante. Un procedimiento similar se detectó en el colonato africano de las tierras imperiales, con fórmulas muy parecidas (Rostovt-

zeff, 1910, 363), *tabell[is intra dies tr]es caveant eius fructus partes, qu[as in assem dar]e debent conductoribus vilicive eius [fund]i...* Si nuestra interpretación es correcta, los colonos mineros dejaban testimonio de la compra de la concesión (*usus propium*) en las maderas que formaban las entibaciones a la entrada de la mina, una señal de que habían pagado el impuesto a ocupar el pozo.

Esta organización del trabajo dentro de la mina podemos contemplarla en otros apartados. En primer lugar en la minería. A pesar de que fuera la iniciativa privada la que cargara con el peso de la explotación, la administración imperial contaría con todo un aparato de técnicos que inspeccionaban todas las labores de la cadena de producción. Una de las primeras era seguir con la exploración, para ofrecer a los posibles arrendatarios nuevas formas de enriquecimiento que atrajeran las inversiones. Así se desprende del epígrafe de *Pudens* de Riotinto en la denominada Galería de Nerva, una labor que daba acceso a una parte de la masa de Filón Sur, llamada por un tiempo como Criadero de Nerva. Con el descubrimiento de la continuidad de este gran depósito de minerales de cobre, se abrían nuevas esperanzas para el coto minero y de ahí que ante tan importante hallazgo, que aseguraba el futuro de la mina, el procurador mandara colocar una placa dedicada al emperador Nerva, para dejar memoria de la bondad de su principado en la mina de Riotinto. La continuidad de los trabajos no era importante solo para el fisco, sino para la propia población minera, que veía asegurada su forma de vida.

Pasados los primeros años de efervescencia minera de época julio-claudia, en las grandes minas también se lleva a cabo una gran transformación de la zona de hábitat, a medida que se confirma que se trataba de grandes yacimientos con diversidad de masas metálicas en las cuales la producción estaba asegurada por muchos años. Se producen *refectiones* en los principales poblados de la región, sobre las estructuras de época julio-claudia se levantan nuevas estructuras, es decir, se dedica especial cuidado al mantenimiento de las minas, lo que supuso la ampliación de la zona de vivienda y la construcción de edificios nuevos. Hoy por hoy la arqueología no nos permite conocer más detalles de estos cambios, pero sí certificar que se puso más empeño en mejorar las condiciones del hábitat al trabajo y a la vivienda. Se atraían de este modo mayores contingentes de población,

para impulsar todas las labores de extracción y transformación. Con algunos cambios menores, cerramientos de huecos y divisiones internas de algunas estancias, estos poblados se mantendrán hasta fines del siglo II d.C. El ejemplo de Riotinto puede ser ilustrativo, pues la población minera se distribuía en pequeños poblados junto a cada una de las masas, Planes-Marismilla o Bellavista (Pérez Macías, 1998), mientras toda la administración y los servicios se encontraban en el gran poblado de Cortalago/Llano de los Tesoros (Luzón y Ruiz, 1970), que ocupa un área de unos 1500 m de largo por 500 de ancho, bordeado por un extensa necrópolis que delimitaba todo su perímetro, sin apenas espacio entre las tumbas (Jones, 1980).

Las expectativas de estos grandes poblados mineros, donde se movían capitales a la sombra de la minería de la plata y cobre, auspiciada por la caja imperial, generaron tal atracción que estos asentamientos se convirtieron en polos industriales a los que afluían grandes masas de población a la búsqueda de oportunidades. Se conserva una buena colección de epígrafes funerarios que nos describen bien ese ambiente demográfico de aluvión que atrajo esa producción metálica. Mucha de ella llegaría como simples mineros que trabajaban por un salario en algunas de las concesiones de la mina, ya que no toda la población empleada en la minería sería servil o condenada (*ad metalla*). Entre los esclavos solo se documenta a un tal *Germanus* (CIL I, 34) y *Faustilla* (CIL I, 35), una sierva de la *familia Caesaris*. Predominan dentro de las lápidas funerarias las referencias a individuos de procedencia alóctona que trabajarían en algunas de las concesiones, y entre ellos se distinguen por su lugar de procedencia los lusitanos, *emeritenses* (CIL I, 37), *olisiponensis* (CIL I, 44), *talabaricensis* (CIL I, 40), y de otras regiones hispanas, como novagustanos (CIL I, 39). Esta llegada de población foránea no se produjo exclusivamente en Riotinto, en otras minas también hay testimonios parecidos, aunque no sean tan abundantes, naturales de *Ter-mancia* en la *statio* de Santa Eulalia (CIL I, 47), limicos en la zona de Sotiel-Coronada (CIL I, 40), *olisiponensis* en la zona minera de Alosno (CIL I, 60), etc.

La actividad minera y metalúrgica precisaba también de artesanos que abastecieran de bienes y servicios a los colonos y al fisco. La minería desarrollada en estas minas en la segunda mitad del siglo XIX y primera mitad del XX puso al des-

cubierto gran cantidad de material arqueológico que nos informa de algunos de estos artífices que trabajaban en las minas (Delgado y Pérez, 2014), entre ellos carpinteros (*tignarii*), responsables de la construcción y reparación de las norias de desagüe y de la ademación de las labores, sogueros (*funis-tores*), canteros (*quadratarii* y *lapidarii*), contratistas de obras y albañiles (*redemptores operis* y *structores*) que construían las instalaciones de tratamiento del mineral y las dependencias del poblado, herreros (*ferrarii*) que forjaban y reparaban las herramientas (Maddin, Hauptmann y Weisgerber, 1996), esparteros (*spartarii*) que confeccionaban las *caligae* y los gorros mineros, etc. Aunque estos poblados mineros se encontraban alejados de las necesidades que se satisfacían en los municipios, salvo el abastecimiento alimentario, todo lo demás se fabricaba en la mina o en su territorio. Da fe de ello el taller de monumentos funerarios que elaboraba distintos cipos en forma de *cupa*, *ara* o *aedicula* (Pérez Macías, 2009). El artesano más conocido es el *figulus* olisiponense Lucius Iulius Reburinus, cuya tumba se descubrió en el sector de necrópolis próxima a La Dehesa (Luzón y Ruiz, 1970), y cuyos *tria nomina* (*L.I.R.*) aparecen en las lucernas de Riotinto, Tharsis, Aljustrel y otros asentamientos mineros meridionales (Luzón Nogué, 1967). Se defiende que era de origen libertino (Cardim Ribeiro, 2014) y que emigró a Riotinto, donde se especializó en la fabricación de lámparas para la iluminación de las labores interiores de la mina (figura 4). Lo hizo con tanto éxito, como probable concesión del fisco, que exportaba su producción a otras minas dependientes del fisco.

Los poblados mineros también se organizaron para favorecer la explotación. En unos casos las fundiciones y las escombreras de escorias se ubicaban casi a pie de mina, como sucede en Riotinto, evitando de este modo complicados traslados del mineral hasta las zonas de tratamiento, y cuando no había espacio para arrojar más escorias, se desmontaban las casas y se utilizaban como parte de la escombrera, al tiempo que se construía parte del poblado abandonado en otro lugar más alejado de los pozos de la mina. En otros casos, cuando se disponía de terreno suficiente, se separaban las escombreras de escorias de las casas del poblado. Así ocurre en Aljustrel, donde las zonas de hábitat se sitúan junto a la mineralización y detrás de las casas las *officinae* de tratamiento del mineral (Cauuet *et al.*, 2002; Martins *et al.*, 2012), cuyo modelo po-



Figura 4. Galería romana de exploración (ternagus) de Riotinto.

demos seguir gracias a la excavación de uno de los edificios de calcinación de Azinhal (Cauuet *et al.*, 1999; Pérez *et al.*, 2012).

En realidad, estos poblados mineros se comportan como verdaderas ciudades sometidas a una normativa cuyo objetivo es ordenar la vida cotidiana. En el primer bronce de Aljustrel (VIP I) se destaca el papel de la plaza pública (*forum*), el centro de la ciudad, donde se llevan a cabo las subastas de los servicios y donde debían erigirse edificios de aparato dedicados a la familia imperial. Las estancias culturales se completarían con alguna *aedes* dedicada a los dioses oficiales del panteón romano, como Júpiter Óptimo Máximo, que incluso es el dios tutelar de algunos de los *collegia funeraticia* (CILA I, 28). En estos núcleos no existe un verdadero evergetismo privado, es al emperador, a sus funcionarios y a los dioses oficiales de Roma a los que se rinden honores.

La *locatio/conductio* de los servicios públicos en el poblado es un buen exponente del régimen de monopolio fiscal que la hacienda del emperador ejercía en los mismos. Los arrendamientos se realizaban en subasta, y de ahí la importancia que tenían los *praecones* dentro de los poblados mineros. Entre estos servicios se encuentran el de la abatanadura, la barbería, la zapatería y los baños. Las condiciones de los arrendamientos manifiestan una rígida reglamentación, cuyo incumplimiento podía acabar incluso con la expulsión del territorio de la mina. En este sentido cabe plantear que estos poblados mineros se convirtieron en cotos cerrados con reglas particulares de vida, de trabajo y de comercio que los diferenciaban de los municipios y colonias que se encontraban en zonas próximas, desde las que se realizaba generalmente el abasteci-

miento en bienes y desde las que debía afluir también población procurando mejores condiciones de vida. Este tipo de contratos deberían estar fijados en alguna ley censoria y de ahí que en ocasiones se haya identificado el primer bronce de Aljustrel (VIP I) con una *lex locationis* o *lex venditionis*, unas normas, redactadas por censores, que regulaban las contrataciones públicas. Así parece desprenderse de que en el segundo bronce (VIP II) se establecen plazos para las concesiones mineras, que podían durar cuatro o cinco años, un lustro, que era el tiempo en ejercicio de la magistratura del *censor* o de la renovación del censo en los municipios por los *duumviri quinquennales*. Esta preocupación por controlar las aldeas mineras tiene muchas relaciones con el fenómeno de municipalización que viven en época flavia muchas ciudades a partir de la *Lex Flavia Municipalis*. Hay que recordar que la *Lex Manciana*, que trata de los contratos de arrendamiento de las propiedades imperiales en el norte de África, también se ha datado en época flavio-trajana. Según este reglamento quienes cultivaran tierras baldías o marginales quedaban exentos del pago de rentas durante varios años si plantaban vides, higueras y olivos, y adquirirían un derecho provisional sobre tierras no asignadas en el reparto original de las centurias (Kehoe, 2006).

ANTONINOS. EL CENIT DE LA PRODUCCIÓN ANTES DE LA CRISIS. *COLONI*.

Todas estas medidas que se arbitraron en el último cuarto del siglo I d.C., debieron favorecer que estas grandes minas, en las que se había concentrado la producción de plata y cobre, se alcanzase la máxima producción en la primera mitad del siglo II d.C., antes de que la grave crisis económica de fines del siglo II provocara el cese de la producción industrial en estos centros mineros. Son muchos los datos arqueológicos en los que se refleja este panorama, pero es en la circulación monetaria donde se encuentra mejor representada (Blanco y Luzón, 1966, 76). A ello debió contribuir también la legislación impulsada por el emperador Adriano, a cuyo principado corresponde el segundo bronce de Aljustrel (VIP II). En sentido contrario también puede plantearse que la regulación de la actividad minera llega a sus máximos debido a la gran actividad que alcanzaron estas minas en la primera mitad del siglo II d.C.

La segunda tabla de Aljustrel es considerada por algunos investigadores como una *lex metallis dicta* de época del emperador Adriano, que es nombra-

do en ella (figura 5). Pensamos que esta regulación minera de tiempos de Adriano hay que entenderla en el marco de la obra legislativa y administrativa de este emperador (Orgebal, 1950), presente en los más variados aspectos, como el abastecimiento de aceite (Sayas, 1983) o la persecución del robo de ganado (Pavón, 2010). En esta misma línea se enmarcan sus drásticas medidas en la disciplina militar (*officia militiae*) y contra procuradores y gobernadores, de las que dan cuenta los *Scriptores Historiae Augustae* (*Vita Hadriani*, 3.9-3.10) y Tácito (*Agric.*, 9.4).

Desde este punto de vista se trataría de una ley que determinaba el régimen de explotación y sus condiciones jurídicas. Este tipo de *leges dictae* se daban por los magistrados imperiales a propósito de la explotación de las fincas rústicas y otros dominios imperiales, y podían considerarse como leyes privadas. En este caso la fórmula elegida fue la de una carta (*epistula*) que dirige un alto funcionario de la cancillería imperial (*procurator ab rationibus* o *procurator ab epistulis*?) al procurador de la mina de *Vipasca*, Ulpio Aeliano, un liberto imperial. Las diversas fórmulas que se describen eran una eficaz manera de fomentar la exploración y la explotación, de la que el fisco obtenía un pingüe beneficio, la mitad del mineral extraído (VIP II, 1: *diminia pars ad fiscum pertinens*). No resulta extraño que el mismo Adriano establezca iguales ganancias para quien encontrara un tesoro en tierras imperiales, que según la *Historia Augusta* obligada a los descubridores a repartirlo a medias con el fisco (Adriano, 18, 6), una disposición de Adriano que también se recoge en las recopilaciones de Justiniano (*Instituta*, II, I, 39).

Como tal, presenta grandes similitudes con la *Lex Hadriana de rudibus agris*, que manifiesta la preocupación de la política de Adriano para aumentar la productiva de los dominios imperiales (Kehoe, 2006). Extensas zonas de la provincia de *Africa Proconsularis* eran tierras del emperador, supervisadas por los procuradores del *patrimonium*. Una parte había pasado a manos de los emperadores por confiscación, sobre todo bajo Nerón, que había condenado a seis hombres, propietarios todos ellos “solos” de media provincia. El sistema de explotación suponía el arriendo de extensas parcelas de terreno a aparceros jefes (*conductores*). Éstos arrendatarios, verdaderos terratenientes, subastaban sus lotes (*colonia partiaría*) a



Figura 5. Lápida funeraria de Lucius Iulius Reburinus.

los campesinos (*coloni*). Según la legislación adrianea, en caso de abusos los colonos podían reclamar al emperador a través de los procuradores imperiales. También se daba continuidad a las medidas arbitradas por la *Lex Manciana*, y estas medidas por ampliar el cultivo de los terrenos marginales está bien atestiguado en otras partes del imperio (Birley, 2003, 183).

Hay que aclarar en primer término que como en el caso de la *Lex Hadriana de rudibus agris* sobre los terrenos imperiales de África, la ley se adapta a las minas de la región, no es una ley general sobre las minas imperiales. Así debemos entenderla, ya que solo se citan las minas de plata (VIP II, 2: *putei argentari*) y las minas de cobre (VIP II, 14: *puteos avarios*), que eran los dos metales producidos en estas minas. Salvo en la Faja Pirítica, no hubo minas en época romana que produjeran al mismo tiempo plata y cobre. Para nada se citan otros metales, como el oro, que nunca se extrajo de estas minas.

En *Vipasca II* se llega a distinguir distintas formas de acceder a la concesión de los pozos mineros, la *occupatio*, la *donatio* y la *asignatio*. Qué duda cabe que estamos ante fórmulas que eran comúnmente empleadas en la *divisio* y *asignatio* de tierras a colonos agrícolas, con lo cual la similitud entre estas dos leyes es más que evidente. Los términos jurídicos utilizados se pueden interpretar en el sentido de que a la concesión se accede por compra en subasta pública, por la venta de la concesión de unos arrendatarios a otros y cuando las minas abandonadas eran atribuidas gratuitamente por el fisco.

Además de favorecer el acceso a la concesión de los pozos de esas diversas maneras, se permitía la participación de los socios que se estimaran necesarios, se impedía el acaparamiento de más de cinco pozos si alguno quedaba sin minar y se exigía que los pozos comenzaran a ser explorados en los primeros seis meses desde el otorgamiento de la concesión.

La regulación se extendía a la ingeniería minera, para permitir el mantenimiento de la infraestructura minera, entre ellas no buscar mineral en la proximidad de la galería de desagüe, sin la cual la mina se inundaría rápidamente, y la reposición de las entibaciones en mal estado, para evitar la ruina de las labores comunes de entrada y salida de la contramina.

Son caras de la misma moneda, estas leyes pretendían incrementar la producción. Sin embargo, el sistema en ellas parece que tiene sus diferencias. Lo cierto es que siempre que tratamos de la forma de arrendamiento en estas minas citamos a *conductores* porque estos se nombran en Vipasca I como arrendadores de los servicios de la mina (barbería, baños y abatanadura), pero en Vipasca II no se nombra en ningún caso a esos *conductores*, es decir, parece ser que el procurador realizaba directamente la *locatio* con los mineros o con grupos de mineros (*coloni*), sin que intervinieran esos intermediarios capitalistas que subarrendaban la explotación, como sucedía en el caso de los dominios imperiales en África. Los propios colonos eran los arrendadores.

A pesar de esta constante preocupación por el mantenimiento de la producción, a fines del siglo II d.C. solo quedaban poblaciones marginales en estas minas. Se ha concluido por tanto que la minería romana de la plata dependió exclusivamente de esas capas de tierras jarosíticas ricas en minerales de plata y que al agotarse la minería entró en decadencia a lo largo del siglo II d.C. Podemos admitir un descenso de las reservas de minerales de plata o, al menos, de mayores dificultades para localizar zonas de enriquecimiento tan extensas como las explotadas, pero no podemos señalar lo mismo de los minerales de cobre de altas leyes, que se han seguido explotando hasta el siglo XX. Menos aún que esto sucediera en todas las minas a la vez. Sería una crisis económica y política, las causas del abandono de las explotaciones fueron la falta de capitales y la despreocupación por el fomento de la minería.

Una prueba es que en pleno siglo III d.C. todavía se honra a procurador (¿?) *Beryllus* por

haber conseguido la *restitutio* de la mina de *Vipasca* (Wickert, 1931; IRCP, 121), es decir, se alaba la política de este administrador para la vuelta a la actividad minera. El interés de la administración imperial hizo que todas las minas volvieran a la producción desde fines del siglo III d.C., pero ahora solo de cobre, y que esta producción se consolidara con la dinastía constaniniana. En Riotinto, Tharsis y Aljustrel la producción tuvo continuidad hasta principios del siglo V d.C. El pedestal dedicado a Constantino en Riotinto (CILA I, 30) es a nuestro juicio una evidencia de que estas minas seguían bajo el dominio imperial.

BIBLIOGRAFÍA.

- Abascal, J.M. y Ramallo, S. (1997), *La ciudad de Carthago Nova: la documentación epigráfica*, La ciudad romana de Carthago Nova: fuentes y materiales para su estudio, vol. 3, Murcia.
- Acuña Fernández, P. (1975), *Esculturas militares romanas de España y Portugal, I. Las esculturas thoracatas*, Burgos.
- Angilano, L. (2012), *Roman lead silver smelting at Rio Tinto. The case study of Corta Lago*, Doctoral thesis, UCL (University College London), London.
- Bendala Galán, M. (1987), “Ab ostio fluminisA-nae...”, *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad Autónoma de Madrid*, 11/12, 129-139.
- Bermejo Meléndez, J. (2014), *Arucci y Turobriga. Civitas et territorium. Un modelo de implantación territorial y municipal en la Baeturia Celtica*, Huelva.
- Bermejo, J. y Ruiz, J. (2014), “C.C.V. ET L.I.V. GRATIOR. Inscripción inédita del distrito minero de Riotinto”, *Huelva Arqueológica*, 23, 108-116.
- Birley, A. (2003), *Adriano. La bibliografía de un emperador que cambió el curso de la historia*, Península/Atalaya, 142, Barcelona.
- Blanco, A. y Luzón, J. M^a (1966), “Mineros antiguos españoles”, *Archivo Español de Arqueología*, 36, 73-88.
- Blanco, A. y Rothenberg, B. (1980), *Exploración Arqueometalúrgica de Huelva*, Barcelona.
- Canto, A.M. (2003), “Frugiter Augustae Emeritae: algunas novedades sobre el epígrafe del procurador imperial Saturninus y el gran mitreo de Mérida”, *Urbs Aeterna* (M.P. García, C. Alonso del Real, J. Bernardino y S. Sánchez-Ostiz,

- coords.), Coloquio Internacional Roma entre la Literatura y la Historia, Homenaje a la profesora Carmen Castillo, Madrid, 303-338.
- Cardim Ribeiro, J. (2014), "Algunas considerações sobre L. IULIUS REBURRINUS OLISIPO-NENSIS (CILA I, 38) e sobre as lucernas Mineiras com a marca L.I.R.", *Cadernos do Museu da Lucerna*, I, 143-184.
- Cauuet, B., Domergue, C., Dubois, C., Pulou, R. y Tollon, F. (1999), "La production de cuivre dans la province romaine de Lusitanie. Un atelier de traitement du minerai à Vipasca", *Économie et territoire en Lusitanie romaine*, Collection de la Casa de Velázquez, 65. Madrid, 279-306.
- Cauuet, B., Domergue, C. y Dubois, C. (2002), "Mine d'Aljustrel (Portugal), fouilles archéologiques dans les anciens réseaux miniers des Algarés", *Mineração no Baixo Alentejo*, II, Castro Verde, 38-97.
- Chaves Tristán, Fca. (1986), "Hallazgo de monedas en Riotinto (Huelva)", *Estudios en Homenaje al Dr. Antonio Beltrán Martínez*, Zaragoza, 863-872.
- Chaves Tristán, Fca. (1988), "Aspectos de la circulación monetaria en dos cuencas mineras andaluzas, Riotinto y Cástulo (Sierra Morena)", *Habis* 18-19, 613-637.
- Chekcland, S. G. (1967), *The Mines of Tharsis. Roman, French and British enterprise in Spain*, London.
- Chic García, G. (1994), *La proyección económica de la Bética en el imperio romano (época altoimperial)*, Padilla Libros, Sevilla.
- Chic García, G. (2008), "Los saltus y las explotaciones mineras", *Saltus, ¿Concepto geográfico, administrativo o económico?*, Boletín Arkeolan, 15, 143-163.
- Delgado, A., Soares, A. y Queiroz, P. F. (2013), "A datação pelo radiocarbon de elementos de rodas de madeira para elavação de água nas Minas de Riotinto", *Onoba*, 1, 275-284.
- Delgado, A. y Pérez, J.A. (2014), "Artífices e industrias auxiliares en las minas hispanas", *Artífices Idóneos. Artesanos, talleres y manufacturas en Hispania* (M. Bustamante y D. Bernal, eds.), Anejos de Archivo Español de Arqueología, LXXI, Mérida, 389-419.
- Domergue, C. (1983), *La mine antique d'Aljustrel (Portugal) et les Tables de Bronze de Vipasca*, Paris.
- Domergue, C. (1990), *Les mines de la Péninsule Ibérique dans l'antiquité romaine*. Collection de l'École Française de Rome, vol. 127, Rome.
- Domergue, C., Quarati, P., Nesta, A. y Trincherini, P.R. (2012), "Retour sur les lingots de plomb de Comacchio (Ferrara, Italia) en passant par l'archéométrie et l'épigraphie", *Minería y Metalurgia Antiguas* (A. Orejas y C. Rico, eds.), Madrid, 81-103.
- D'Orgebal, B. (1950), *L'empereur Hadrian. Oeuvre législative et administrative*, Paris.
- Fabião, C. (2002), "Os chamados castella do sudoeste, arquitectura, cronologia e funções", *Archivo Español de Arqueología*, 75, 177-193.
- García Palomero, F. (1980), *Caracteres geológicos y relaciones morfológicas y genéticas de los yacimientos del Anticlinal de Riotinto*, Huelva.
- González Fernández, J. (1989), *Corpus de Inscripciones Latinas de Andalucía, I: Huelva (CILA I)*, Sevilla.
- Gonzalo y Tarín, J. (1888), *Descripción física, geológica y minera de la provincia de Huelva*, Memorias de la Comisión del Mapa Geológico de España, Madrid.
- Hertel, D. (1982), "Calígula. Bildnisse vom Typus Fasanerie in Spanien. Ein Archäologischer Beitrag zur Geschichte des Kaisers Caius", *Madrider Mitteilungen*, 23, 258-295.
- Hinrichs, F.T. (1974), *Die Geschichte der gromatischen Institutionen*, Wiesbaden.
- Hirt, A.M. (2010), *Imperial mines and quarries in the Roman world. Organizational aspects 27 B.C. – A.D. 235*, Oxford University Press, Oxford.
- Jiménez Martín, A. (2006), "El tramo Urion-Aruci (RAVENN.317.16-17)", *Archivo Español de Arqueología*, 79, 225-238.
- Jones, B. (1980), "The roman mines at Río Tinto", *Journal of Roman Studies*, 70, 146-165.
- Kehoe, D.P. (2006), *Law and the Rural Economy in the roman Empire*, University of Michigan, Ann Arbor.
- Le Roux, P. (1985), "Procurateur affranchi in Hispania: Saturninus et l'activité minière", *Madrider Mitteilungen*, 26, 218-236.
- Listel, J.M., Marcaux, E., Thiéblement, D., Quesada, C., Sánchez, A., Almodóvar, G.R., y Sáez, R. (1998), "The volcanic-hosted massive sulphide deposits of the Iberian Pyrite Belt", *Mineralium Deposita*, 33/1-2, 2-30.

- Luzón Nogué, J. M^a (1967), “Lucernas mineras de Río Tinto”, *Archivo Español de Arqueología*, 40, 138-150.
- Luzón Nogué, J. M^a (1968), “Sistemas de desagüe en las minas romanas del suroeste peninsular”, *Archivo Español de Arqueología*, 41, 101-120.
- Luzón Nogué, J. M^a (1970), “Instrumentos mineros de la España Antigua”, *La Minería Hispana e Iberoamericana*, León, 221-258.
- Luzón, J.M^a y Ruiz, D. (1970), “El poblado minero romano de Riotinto”, *Habis*, 1, 125-138.
- Maddin, R., Hauptmann, A. y Weisgerber, G. (1996), “Metallographische Untersuchungen an römischen Erz aus Rio Tinto, Spanien”, *Metalla*, 3/1, 27-44.
- Maia, M. (1986), “Os castella do Sul de Portugal”, *Madriider Mitteilungen*, 27, 195-223.
- Martins, A., Pérez, J. A. y Bustamante, M. (2009), “A ocupação romana no Morro de Mangancha”, *IV Encontro de Arqueología del Suroeste Peninsular*, Huelva, 947-965.
- Martins, A., Pérez, J.A., Baptista, H., Bustamante, M., y Lagares, J. (2012), “Novos achados em Algares (Aljustrel, Portugal). Reflexões sobre o Vicus Vipascense”, *Actas do V Encontro de Arqueología do Sudoeste Peninsular*, Almodôvar, 293-412.
- Palmer, R.E. (1927), “Notes on some ancient mining equipments and system”, *Transactions of the Institution of Mining and Metallurgy*, 35, 299-336.
- Pavón, P. (2010), “De abiegeis puniendis (D. 47, 14, 1; Coll. 11, 7, 13): el rescripto de Adraino sobre el robo de ganado en la Bética”, *Gerión*, 28/1, 275-308.
- Pérez Macías, J.A. (1996), *Metalurgia extractiva prerromana en Huelva*, Salamanca.
- Pérez Macías, J.A. (1998), *Las minas de Huelva en la Antigüedad*, Diputación Provincial de Huelva, Huelva.
- Pérez Macías, J.A. (2009^a), “Las inscripciones funerarias de comienzos del siglo I en Huelva, ¿Migración o Colonización?”, *Espacios, Usos y formas de la epigrafía hispana en épocas antigua y tardoantigua*, Anejos de Archivo Español de Arqueología, XLVIII, 285-296.
- Pérez Macías, J.A. (2009^b), “*Lapidinae ad metalla*”, *Marmora Hispana. Explotación y uso de los materiales pétreos en la Hispania Romana* (T. Nogales y J. Beltrán, eds.), Roma, 339-364.
- Pérez Macías, J.A. (2011), “El Castillito (Paymogo, Huelva), un *castellum* romano en las minas de la Rivera de Malagón”, *Actas de las I Jornadas de Patrimonio del Andévalo*, Diputación Provincial de Huelva, Huelva, 127-150.
- Pérez Macías, J.A. (2013), “Las minas de Tarteso”, *Tarteso. El emporio del metal* (J. Alvar y J.M. Campos, eds.), Córdoba, 449-472.
- Pérez Macías, J.A. (2018), *Fortificaciones romanas en el área minera de Huelva*, Huelva.
- Pérez, J.A. y Delgado, A. (2007), “Los *metalla* de Riotinto en época julio-Claudia”, *Las minas de Riotinto en época julio-claudia* (J.A. Pérez y A. Delgado, eds.), Universidad de Huelva, Huelva, 37-185.
- Pérez, J.A. y Delgado, A. (2011^a), “El *castellum* de El Castillejo (El Campillo, Huelva): explotación romano-republicana en Riotinto”, *Río Tinto, Historia, Patrimonio Minero y Turismo Cultural* (J.A. Pérez y A. Delgado, eds.), Universidad de Huelva, Huelva, 45-75.
- Pérez, J.A., Delgado, A. y Regalado, M^a. C. (2012), “El asentamiento romano en el paraje de Marismilla (Riotinto-Nerva, Huelva)”, *Paisajes, Tiempos y Memoria* (J.A. Pérez, J.L. Carriazo y B. Ceballos, eds.), Universidad de Huelva, Huelva, 45-83.
- Pérez, J.A., González, D., García, A., y Echevarría, A. (2013), “La fodina de Aguas Teñidas (Almonaster la Real, Huelva)”, *Onoba* 1, 219-242.
- Pérez, J.A., Martins, A., Bustamante, M., y Lagares, J. (2012), *In Abditas Terras. Investigaciones arqueológicas en Aljustrel 2006-2009*, Consulcom, Huelva.
- Pérez, J.A., Schattner, TH. G., Gimeno, H., y Stylow, A.U. (2008), “¿Claudius und Livia in Urium? Ein Statuenfund im Erzrevier von Riotinto (Prov. Huelva)”, *Madriider Mitteilungen* 49, 302-340.
- Pinedo Vara, I. (1963), *Piritas de Huelva. Su historia, minería, y aprovechamiento*, Editorial Summa, Madrid.
- Remesal Rodríguez, J. (1998), “Epigrafía y política en el siglo XVIII. La inscripción dedicada a Nerva hallada en Riotinto (CIL II, 956)”, *Florentia Iliberritana*, 9, 499-517.
- Rodá, I. (2004), “La figura de Agripa en Hispania”, *Arqueología Militar Romana en Europa* (C. Pérez-González y E. Illarregui, coords.) Salamanca, 319-332.

- Rothenhoefer, P., Bode, M. y Hanel, N. (2016), "Old Finds-New Insights: remark on two Roman lead ingots from Minas de Riotinto (Huelva, España)", *Onoba*, 4, 127-133.
- Rostovtzeff, M. (1910), *Studien zur Geschite des römischen Kolonates*, Archiv für Papyrusforschung und verwande Gebiete, 1, Leipzig.
- Salkield, L.V. (1970), "Ancient slag in the south west of the Iberian península", *La minería Hispana e Iberoamericana. Contribución a su estudio*, Cátedra de San Isidoro, León, 85-99.
- Sayas, J.J. (1983), "Ley de Adriano sobre el aceite ático. Consideraciones económicas y problemas adicionales", *Producción y comercio de aceite en la Antigüedad*, Madrid, 441-464.
- Tornos Arroyo, F. (2008), "La geología y la metalogenia de la Faja Pirítica Ibérica", *Macla* 10, 13-23.
- Viana, A., Freire, R. y Da Veiga, O. (1954), "Minerações romanas de Aljustrel", *Comunicações dos Serviços Geológicos do Portugal*, XXXV, 5-26.
- Wickert, L. (1931), "Berich ubre eine zweite Reise zur Vorbereitung von CIL, II, Suppl 2", *Sitzungsberichte der Preussischen Akademie der Wissenschaften philosophisch-historische Klase*, Berlín, 835-839.
- Vidal Teruel, N. (2007), *Análisis arqueológico de la romanización del territorio onubense*, Huelva.
- Williams, D. (1934), "The geology of the Río Tinto Mines, Spain", *Bulletin of the Institution of Mining and Metallurgy*, 355, 593-678.