



ESTUDIO | 2



AGUA, MINERÍA Y METALURGIA EN ARAGÓN

EMILIO BENEDICTO GIMENO

Ayuntamiento de Calamocha

*Bilbilis, ilustre por sus caballos y sus armas, y el viejo Moncayo coronado de nieves...
tú te bañarás en las aguas tranquilas del tibio Congelo y en las blandas aguas de sus lagos,
mansión de las Ninfas, y si tu cuerpo languidece en ellas lo reavivará en la corriente
poco profunda del Jalón, que temple el hierro*

EN LOS EPIGRAMAS del bilbilitano Marco Valero Marcial, escritos en el siglo I, aparece una estrecha vinculación, adornada de forma lírica, entre la metalurgia y el agua, entre la calidad de las armas fabricadas en la Celtiberia, alabadas en muchos textos romanos, y las blandas y mansas aguas, en este caso del río Jalón, que se usaban para templar el hierro. Esta afamada cita, con pequeñas variaciones, ha sido utilizada posteriormente por otros numerosos autores, intentando avalar con el pensamiento de un autor clásico la enorme potencialidad que, a su juicio, poseía la actividad metalúrgica aragonesa.

Ciertamente, la extracción, fundición y elaboración de los metales ha estado siempre muy influida por el agua. La técnica de la forja era la última etapa del proceso de elaboración de utensilios metálicos, la parte más delicada y de mayor especialización. Consistía en alternar el martilleo de los metales, consiguiendo de este modo eliminar las impurezas de la fundición, con el calentamiento en carbón vegetal y la inmersión en agua, lo cual provocaba un brusco enfriamiento y la aceleración de los procesos químicos. El procedimiento, conocido en Asia desde el 1400 a.C., permitía obtener un hierro duro y acerado, muy adecuado para la fabricación de armas, y un cobre blando y fácilmente moldeable, muy apreciado en la elaboración de los recipientes domésticos.

Encontramos yunques y pequeñas pilas de templar en todas las herrerías, cerrajerías, cuchillerías y talleres de caldereros de Aragón desde tiempos inmemoriales, citados desde la Edad Media en numerosos inventarios. El producto final de estos tradicionales artesanos, que alcanzaron un gran prestigio en las comarcas del Somontano, el Moncayo o el valle del Jiloca, se puede observar actualmente en los museos etnológicos del Pirineo y en las secciones especializadas de los Museos Provinciales de Zaragoza y Teruel.

Sin menospreciar la forja, pues era la actividad más conocida y admirada al situarse en el final del proceso de elaboración, la relación de los metales con el agua fue mucho más intensa en las fases previas, en la minería y metalurgia. La proximidad del agua permitía y limitaba, acentuaba y condicionaba todo el proceso. Esta dependencia no fue igual a lo largo de la Historia, ni homogénea en todos los territorios, sino que variaba en función del desarrollo tecnológico de cada momento histórico y, sobre todo, de las estructuras sociales y productivas.

Hay que tener presente que la difusión de las tecnologías a lo largo de la Historia ha sido siempre muy lenta y no exenta de ciertas contradicciones. Se podía conocer una innovación técnica y no aplicarla. A mediados del siglo XVI comenzaron a aparecer libros técnicos con un objetivo divulgativo,

1. Jarra de plata con punzón oscense realizada en el siglo XVII; en el frente se observa la parrilla, atributo iconográfico de San Lorenzo, patrono de Huesca. Colección particular



2. Falcata ibérica, hallada en el yacimiento de la Caridad (Caminreal, Teruel). Museo de Teruel

como el famoso *De re metallica* de G. Agricola, pero apenas tuvieron repercusión en una sociedad predominantemente analfabeta. Lo más habitual, como veremos a lo largo de las siguientes páginas, era el desplazamiento de mineros y artesanos, quienes aprendían el oficio y sus secretos en un lugar determinado, y se marchaban o emigraban a trabajar a otro lugar, en donde aplicaban sus conocimientos.



3. Herrería de Gea de Albarracín (Teruel). Edificio anexo

Los hornos de monte (siglos V a.C.-XIV)

LA TÉCNICA DE FUNDICIÓN DEL HIERRO empezó a aplicarse en Aragón hacia el siglo V a.C. La difusión de la primera metalurgia estuvo seguramente relacionada con desplazamientos de pueblos celtas de Centroeuropa. Los metales se obtenían, como es sabido, en los denominados «hornos de monte», utilizando un procedimiento que apenas varió hasta bien entrada la Baja Edad Media.

La principal característica de estos hornos era la utilización del método directo de reducción del mineral y su ubicación en las laderas de las montañas, cerca de las minas férricas. En una pequeña oquedad semienterrada, con paredes de piedra y arcillas refractarias, se disponían alternativamente capas del mineral extraído de los yacimientos, triturado lo máximo posible, y carbón vegetal. Se prendía fuego y se iniciaba la combustión, cayendo el óxido de hierro (que no llegaba a fundirse) al fondo del horno hasta quedar reducido a zamarra, una especie de torta en forma de esponja. Las escorias o impurezas quedaban en la parte de arriba, lo cual permitía arrancarlas con facilidad una vez finalizado el proceso.

La conquista romana no introdujo grandes novedades técnicas, pero provocó un cambio en los mercados, un aumento de la demanda y, consecuentemente, hondas transformaciones en las estructuras productivas. En Peracense, Villar del Salz, Ojos Negros, Pozuel, Villafranca del Campo y otros lugares próximos a Sierra Menera encontramos a partir del siglo I a.C. grandes escoriales que muestran un

incremento muy sustancial de la fundición. Aparecen los primeros poblados minero-metalúrgicos. Si nos atenemos a lo que se observa en otros lugares de Europa, este aumento de la producción se consiguió mediante hornos de mayor tamaño, contruidos todos ellos en barro, dotados de pequeños orificios y toberas por donde se inyectaba aire a presión, utilizando tal vez pequeños fuelles.

Todos estos grandes escoriales se localizan en las laderas de las montañas, cerca de las minas, como era habitual en este tipo de «horno de monte», pero también se aprecia un interés por aproximarse a las fuentes y pequeños barrancos, pues el abastecimiento regular de agua comenzaba a convertirse en un elemento fundamental para la metalurgia. Cada vez era necesario en mayor cantidad por limpiar el material, antes de introducirlo en el crisol, y se necesitaba también para preparar el barro de las bóvedas de los hornos.

La mayor parte del hierro obtenido en estos hornos, una vez eliminadas las impurezas más superficiales, se transportaba a las ciudades cercanas, donde se realizaban las tareas de reducción de la torta férrica, el trabajo en la fragua y el templado y revenido. La cantidad y variedad de herramientas y útiles de hierro encontrados en las ciudades romanas de la Caridad (Caminreal), Bilbilis (recordemos la cita de Marcial), Turiasso (mencionado por Plinio) y Oruña (Vera del Moncayo), son claros testimonios del auge que experimentó el sector extractivo y metalúrgico en el Sistema Ibérico.

A partir de finales del siglo II d.C. la metalurgia entró en claro declive, sin que se conozca muy bien las causas. Durante varias centurias las minas metálicas redujeron su actividad, hasta que volvieron a ser reactivadas por los musulmanes. Como las técnicas apenas habían evolucionado, los árabes instalaron sus hornos en los mismos lugares que antaño habían ocupado los celtíberos y romanos, tirando las impurezas de la fundición a los mismos o próximos escoriales. Algunos poblados musulmanes del siglo XI localizados en Sierra Menera se configuran como auténticas comunidades mineras dedicadas a la extracción y fundición del hierro.

La información que poseemos tras la Reconquista cristiana es muy fragmentada. En Sierra Menera apareció un pequeño poblado minerometalúrgico llamado Ferrera, dedicado a la explotación y fundición del mineral. Varias décadas después, Jaime I concedía al Monasterio de Piedra la capacidad de fabricar hierro en las cercanías de Calatayud y forjarlo en las herrerías de esta ciudad y, en 1245, eximió de impuestos a los fundidores de Ambel para que vendieran hierro por todo el reino. En el Pirineo,

mientras tanto, funcionaron también otros hornos en Salinas, Sin y Bielsa. La tecnología de los «hornos de monte» pervivió sin grandes modificaciones hasta finales del siglo XIV.

Las herrerías hidráulicas (siglos XV-XIX)

LA APARICIÓN de las primeras «herrerías hidráulicas» en Aragón estuvo muy relacionada con los desplazamientos de mineros y ferrones vascos (procedentes de Vizcaya, Navarra y Francia) que aplicaron las técnicas de aprovechamiento de la fuerza del agua aprendidas en sus lugares de origen.

Es posible, como señala Pallaruelo para el valle del Gistaín, que algunas fábricas fundidoras aragonesas utilizaran la energía hidráulica desde comienzos del siglo XIV, aplicada por artesanos desplazados de forma muy puntual para tal efecto. Sin embargo, la definitiva implantación de las herrerías hidráulicas tuvo lugar un poco más tarde, a lo largo de los siglos XV y XVI, coincidiendo con la llegada masiva de emigrantes que se distribuyeron por las zonas mineras del Pirineo y Sistema Ibérico (Moncayo y Albarracín).

En Ojos Negros la corriente migratoria estaba compuesta por hombres solteros (alguno podría tener mujer en su lugar de origen) y pobres de solemnidad, que se dedicaban a las tareas mineras, formando compañías de 4 o 5 personas. También encontramos a técnicos fundidores en Santa Croche (Albarracín), Linares de Mora, Añón y Bielsa, con mejores situaciones personales, que llegaban para trabajar en las nuevas herrerías. En ambos casos se trataba de una emigración especializada y estacional, al estilo de la descrita por Balboa en el Bierzo leonés. Los mineros y fundidores vascos permanecían unos pocos años en Aragón, intentando obtener el máximo rendimiento de su trabajo, para tornar posteriormente a sus lugares de origen, o convertirse en arrendadores de algunas instalaciones.

La llegada de vascos y la aparición de la nueva tecnología supuso una ruptura total de la tradicional estructura productiva minerometalúrgica aragonesa, basada en los «hornos de monte», aunque resulta muy difícil, con los datos que se poseen actualmente, analizar este proceso de transformación.

El empleo de la energía hidráulica adaptada a los mazos y los fuelles exigió crear unas nuevas instalaciones, a veces muy costosas, cerca de los ríos, alejándose relativamente de las bocas de las minas. La transformación más drástica se produjo en Sierra Menera, una zona con gran carencia de agua, donde desaparecieron a lo largo del siglo XV todas las fundiciones tradicionales, construyéndose

las nuevas herrerías hidráulicas a cierta distancia de las minas, en las cabeceras del Alto Tajo, Gallo y Cabriel (en la vertiente castellana) y en la sierra de Albarracín. En la zona del Moncayo sucedió a la inversa, llegando a cerrar todas las herrerías antiguas de la vertiente seca castellana, muy importantes durante la Edad Media, y desplazándose la producción hacia los valles del Queiles y Huecha, en la ladera aragonesa. En el Pirineo, con un abastecimiento de agua mucho más estable, los movimientos fueron insignificantes.

En un primer momento las nuevas «herrerías hidráulicas» convivieron con las «herrerías de monte», aunque no parece probable que estas últimas pudiesen subsistir largo tiempo ante la nueva tecnología. La sustitución no estuvo exenta de problemas sociales, sobre todo al principio, provocados por la concentración de emigrantes vascos en las nuevas zonas metalúrgicas, que arruinaban con sus actividades las «herrerías de monte» tradicionales, y el creciente rechazo de los lugareños, que no aceptaban los cambios económicos ni su calidad de extranjeros y pobres.

En 1508, el Común de la Tierra de Molina denunciaba la presencia de unos 200 hombres extranjeros, casi todos vizcaínos, que vivían en las montañas del Alto Tajo y Albarracín, trabajando en las herrerías y explotando las minas. Además de considerarlos parias sin patria, denuncia que eran pobres de solemnidad y alternaban sus actividades metalúrgicas con el robo, la extorsión y su venta como mercenarios a los señores feudales. El corregidor concluía que había que prohibir a los dueños y arrendadores de las

4. Escorial y herrería de Torres de Albarracín (Teruel)



herrerías que contratasen a vizcaínos y extranjeros sin exigirles antes seguridad en su conducta.

El cambio tecnológico arruinó las «herrerías de monte», pero a medio plazo benefició a algunos concejos aragoneses y, en menor medida, a los señores feudales y mercaderes que, aportando los fondos necesarios, aprovecharon las nuevas posibilidades hidráulicas para instalar nuevas fábricas de fundición. Entre los siglos XV y XVIII se construyeron o ampliaron 16 nuevas «herrerías hidráulicas» en el valle del Gistaín, Moncayo, Albarracín y Gúdar. En casi todas estas nuevas herrerías, hasta bien entrado el siglo XVIII, encontramos a técnicos vascos realizando las tareas más importantes. A partir de este momento tomaron el relevo técnicos aragoneses, quienes aprendieron el oficio en estas mismas herrerías.

La tecnología utilizada, dada la procedencia de los trabajadores, fue idéntica a la que numerosos historiadores han descrito para el País Vasco. El horno era de mampostería recubierta de arcilla, con unas aberturas para incrustar la tobera. Los fuelles o barquines se construían con madera y pieles, untándoles abundante grasa para evitar el desgaste de los roces. Los martillos eran muy pesados, alcanzando los 400-500 kg, aunque también se utilizaban martinets de menor peso y mayor velocidad para las tareas finales. Todos estos artilugios funcionaban a través de una o varias ruedas hidráulicas y una serie de ejes y cigüeñales que transmitían la energía.

Con estos sistemas de trabajo, la dependencia de la metalurgia y el agua fue muy intensa, por lo que

las peculiaridades de los regímenes fluviales mediterráneos influyeron directamente en las fábricas. Muchas sólo podían trabajar cuando el nivel del cauce lo permitía, teniendo que parar durante los estíos por falta de agua. En otros casos, eran las tormentas de verano las causantes de las dificultades, pues provocaban crecidas en los ríos, que arrasaban a su paso las instalaciones hidráulicas. Como nos recuerda Madoz, en el año 1788 el desbordamiento del río destruyó completamente las herrerías de Bielsa.

A finales del siglo XVIII, esta tecnología estaba anticuada, pues apenas se habían introducido mejoras. Dámaso Generés e Ignacio de Asso reconocían en 1793 y 1795, respectivamente, que la metalurgia aragonesa estaba en franca decadencia debido, entre otros motivos, a los profundos retrasos técnicos y empresariales de las industrias locales. Las «herrerías hidráulicas» aragonesas siguieron funcionando durante algunas décadas más (la última, la de Torres, cerró en 1870), pero reduciendo paulatinamente su mercado y rentabilidad, pues no pudieron competir en ningún momento con los nuevos hierros fundidos que se elaboraban, utilizando nuevas tecnologías, en los Altos Hornos de Vizcaya, Inglaterra y Francia.

Las fábricas de arambre (siglos XVII-XIX)

LAS INNOVACIONES EN LA FUNDICIÓN y elaboración de piezas de cobre que se aplican en Aragón a partir del siglo XVII también estuvieron muy relacionadas con las corrientes migratorias de artesanos. En este caso, la transferencia de la tecnología fue

5. Fábrica de arambre de Luco de Jiloca (Teruel)





6. Reconstrucción de la fábrica de arambre de Calamocha (Teruel)

realizada por caldereros procedentes del reino de Auvernia (Francia).

Durante la Edad Media, el oficio de calderero fue desempeñado por pequeños artesanos locales que se encargaban de extraer el mineral, siempre en pequeñas cantidades, fundirlo en minúsculos «hornos de monte» o en sus propias fraguas (la temperatura de fundición del cobre es muy inferior a la del hierro) y elaborar diferentes recipientes domésticos. Poco a poco, atraídos por el incremento de los precios del metal, empezaron a llegar caldereros auverneses itinerantes, viajando pueblo por pueblo, vendiendo y reparando calderos de cobre.

La presencia de estos emigrantes franceses aumentó significativamente a partir del primer tercio del siglo XVII. Sus actividades son bien conocidas en el valle del Jiloca y en la ciudad de Daroca, donde construyeron en el año 1679, asociándose con el mercader aragonés Diego San Martín, la primera fábrica de arambre de Aragón, conocidas también como «martinetes de cobre», aplicando la energía hidráulica a las tareas de fundición y elaboración de los calderos. Las innovaciones de esta nueva instalación metalúrgica debían de ser sustanciales ya que, cuando se disuelve la asociación a los pocos años, el mercader aragonés exigió ante la Audiencia Real el derecho de aplicar estas novedades

en exclusividad, solicitando que se prohiba la construcción de cualquier fábrica hidráulica de características similares.

De poco sirvieron las quejas y el interés por monopolizar las nuevas tecnologías. Durante las últimas décadas del siglo XVII y a lo largo del siglo XVIII aparecieron en Aragón otras 17 fábricas de arambre impulsadas por energía hidráulica, todas ellas en manos de particulares. Excepto la fábrica de San Mateo de Gállego y una de Calamocha pertenecientes a caldereros auverneses que decidieron avocarse definitivamente en Aragón, mientras que el resto estaba en manos de ricos hidalgos y mercaderes aragoneses que, como se ha descrito para las «herrerías hidráulicas», intentaron aprovechar las innovaciones para instalar nuevas fábricas de fundición, eso sí, arrendándolas o contratando a caldereros y *martineiros* franceses para gestionarlas. La presencia de técnicos y artesanos aragoneses fue muy limitada hasta la segunda mitad del siglo XVIII.

La llegada de los emigrantes franceses y la aplicación de las nuevas tecnologías tampoco estuvieron exentas de problemas sociales. En el año 1684, el gremio de caldereros de la ciudad de Zaragoza les acusaba de monopolizar el oficio, pues habían acabado con toda la competencia de

los pequeños caldereros autóctonos. Las Cortes aragonesas limitaron su presencia, imponiéndoles restrictivas reglamentaciones: se les prohibió abrir tiendas y comercializar los productos si no estaban casados con naturales del reino. En 1697 se producen nuevas presiones para impedirles ejercer su oficio, alegando que eran emigrantes franceses y que sus mujeres permanecían en Francia. Sin embargo no había población autóctona que pudiera reemplazarles.

La fábrica de Calamocha, construida en 1686, nos puede servir de ejemplo para describir la nueva

Las trompas de soplado eran un ingenio inventado por los italianos en el Renacimiento, que se difunde lentamente por toda Europa. A grandes rasgos, consiste en una aplicación ingeniosa del *efecto Venturi*, que consigue a través de un sencillo cambio de presión la mezcla y posterior separación del agua y el aire, y que obtiene, al final del proceso, un chorro de aire más o menos puro que se inyectaba en los hornos de fundición para aumentar las temperaturas.

Este modelo tecnológico de Calamocha lo encontramos también en la Almunia del Romeral (Huesca) y Alcalá del Moncayo (Zaragoza), y en las localidades



7. Restos de la fundición de plomo de Calcena (Zaragoza)

8. Plano geográfico de la mina de azogue del Collado de la Plata (Teruel) y 8 millas a su circunferencia, con la relación de herrerías y fábricas de arambre existentes, 1791. Biblioteca Nacional, Madrid

tecnología aplicada. Lo más característico era un gran cárcavo construido en sillería que albergaba la parte hidráulica de la instalación. Sobre el cárcavo se almacenaba el agua en una pequeña balsa, con unas aberturas en el suelo, por donde caía a la rueda y a las trompas de soplado. La rueda era de gran tamaño, permitiendo al árbol y a los cigüeñales girar a gran velocidad. En un edificio anexo encontramos el horno, conectado a la trompa de soplado, y uno o dos martinets de pequeño tamaño.

próximas de Trillo (Guadalajara), Vozmediano (Soria) y Alcantud (Cuenca). En otras fábricas, construidas modificando antiguos molinos harineros, se optó por balsas en forma de cubo (adaptando el instrumental existente) o por barquines para los hornos.

A finales del siglo XVIII, al igual que sucedía con las herrerías, el modelo tecnológico de los «martinetes de cobre» estaba francamente anticuado. Las instalaciones aragonesas se habían limitado a acomodarse a las diferentes coyunturas económicas, sin





introducir cambios técnicos ni mejoras en la gestión. Cuando empezó a escasear el carbón vegetal y subió su precio, comprobaron cómo los tradicionales calderos y planchas de cobre que fabricaban dejaron de ser competitivos. A estos factores hay que sumar las persecuciones y embargos que sufrieron los franceses a partir de 1791 (sobre todo durante la Guerra de Independencia), que provocaron la desaparición de los caldereros franceses.

Sin grandes posibilidades de desarrollo y privado de las redes de distribución comercial tras la deserción de los auverneses, el sector del cobre del Sistema Ibérico inició una lenta agonía que se prolongó durante toda la centuria. A finales del *xix* habían desaparecido prácticamente en su totalidad los artesanos caldereros y se habían abandonado todas las minas y las fábricas de cobre.

Los lavaderos de mineral (siglos XIX-XX)

LA AGONÍA DE LAS ÚLTIMAS HERRERÍAS y «martinetes de cobre» aragoneses coincidió con el inicio, bajo unos parámetros económicos y sociales distintos, de uno de los períodos de mayor esplendor de la minería española.

Mercados europeos, como el inglés o el francés, comenzaron a demandar desde mediados del *siglo XIX* cantidades ingentes de mineral de hierro, cobre, cobalto, manganeso y plomo para abastecer a los modernos Altos Hornos de fundición. En el norte de España, bajo el empuje de la construcción del ferrocarril, también surgieron algunos focos metalúrgicos en Vizcaya, Asturias y, posteriormente, Cartagena y Sagunto.

El territorio aragonés quedó excluido de esta nueva tecnología metalúrgica, limitándose a abastecer de mineral a las grandes concentraciones metalúrgicas extranjeras y españolas. El cobalto y galena del valle de Gistaín fueron explotados por compañías alemanas, francesas e italianas, siendo enviados para su tratamiento al sur de Francia. Las concesiones de la sierra de Albarracín, muy fragmentadas, estaban casi todas en manos extranjeras, que enviaban el mineral a los puertos valencianos. El hierro de Sierra Menera era extraído por una compañía vasca y transportado a los Altos Hornos de Sagunto. En Fombuena, Santa Cruz de Grío, Nogueras y otras pequeñas localidades encontramos yacimientos de piritas y galenas, cuyo mineral se cargaba en camiones para transportarlo hasta el Mediterráneo.

El principal problema de estas grandes explotaciones mineras era el transporte, dado que los yacimientos aragoneses se encontraban a 200-300

kilómetros del puerto marítimo más cercano. Para abaratar los costes se abrieron nuevas carreteras, se construyeron cables aéreos en Bielsa, Setiles y Tierga (en esta última localidad se montó un cable Pohlig de 29 km de longitud), y se proyectaron y tendieron líneas de ferrocarril, algunas de gran recorrido, como la que unía Sierra Menera y Sagunto.

El mineral de hierro, las piritas, el cobalto y manganeso se transportaban normalmente en bruto. En el caso del cobre y el plomo, a modo de excepción en el panorama minero aragonés, se construyeron algunas fundidoras en las localidades de Biel, Segura y Calcena, donde se obtenían lingotes que eran trasladados posteriormente con mayor facilidad.

El agua de los ríos aragoneses adquirió en este contexto una nueva función. Sirvió para limpiar la mena extraída de la tierra, separando las rocas más ligeras y las impurezas de las partículas pesadas de mineral. Este proceso era fundamental, pues reducía sustancialmente el peso del material transportado y, consecuentemente, el coste de los fletes.

Buscando la proximidad de los ríos, en todos los grandes yacimientos se construyeron nuevos lavaderos: Bielsa, Gea de Albarracín, Santa Cruz de Nogueras, Segura de Baños, Nogueras, etc. Si el agua era abundante y el mineral suelto se optaba por los lavados a presión, lanzando directamente chorros de agua bombeados desde río sobre la mena extendida, creando escorrentías por donde se eliminaban las impurezas. Si había escasez de agua o minerales más compactos, los procesos se complicaban, y hacían su aparición grandes lavaderos, rodillos trituradores y clasificadores.

La nueva estructura productiva y social de la minería aragonesa tampoco fue aclamada unánimemente. La aplicación de nuevas tecnologías a las actividades extractivas creó numerosos puestos de trabajo en las localidades con depósitos minerales, lo que facilitó el crecimiento demográfico de estos pueblos. Sin embargo, su exportación a mercados lejanos, como destaca Eloy Fernández, fue matizada por algunos ingenieros, economistas y políticos aragoneses, partidarios de construir algún Alto Horno en Almohada, Monreal del Campo y Escucha con el fin de aprovechar el lignito de las cuencas mineras y el valor añadido que proporcionaba la fundición del mineral.

Epílogo (siglo XXI)

A PESAR DE LOS INTENTOS no se construyó ningún Alto Horno en Teruel. Las minas aragonesas, a medio plazo, tampoco fueron el motor económico y

9. Jarra de plata dorada húngara con tape para beber cerveza u otros líquidos calientes o fríos, obra del *siglo XVI*. Colección particular



10. Pareja de jarritas o vinajeras realizadas en plata en el siglo XVI; posee marca o punzón de la ciudad zaragozana de Calatayud (Zaragoza). Colección particular

social que necesitaban las zonas montañosas. La mayor parte de los yacimientos poseían escasas reservas y la lejanía de los puertos marítimos no les benefició. A partir de la primera década del siglo XX, siguiendo los ritmos de los mercados internacionales, las minas fueron cerrando, primero las de cobre y plomo, posteriormente, en las postrimerías del siglo, las de hierro.

El agua de los ríos dejó de lavar el mineral, clausurando nuevamente una etapa en la historia económica de Aragón, del mismo modo que un siglo antes había dejado de mover las ruedas hidráulicas de las herrerías y fábricas de arambre, y, previamente, había servido para fundir el mineral en los antiquísimos «hornos de monte». El agua mansa ocupa actualmente los fondos de las minas a cielo



BIBLIOGRAFÍA

- BENEDICTO GIMENO, E. (2005): «Las redes emigratorias auvernesas y el desarrollo de la metalurgia del cobre en el sur de Aragón», *Circulación des marchandises et réseaux commerciaux dans les Pyrénées (XIII-XIX siècles)*. Toulouse, Université, vol. 1, pp. 245-274.
- BENEDICTO GIMENO, E. y MARTÍN DOMINGO, F. (2006): «Noticias para la elaboración de un mapa del patrimonio metalúrgico preindustrial en la Cordillera Ibérica, 1500-1850», *Kalathos*, n.º 22-23, pp. 329-344.
- FALCÓN PÉREZ, M. I. (1996): «La manufactura del hierro en Aragón en los siglos XIV-XVI», *Actas de las I Jornadas sobre minería y tecnología en la Edad Media Peninsular*. León, Fundación Hullera Vasco-Leonesa, pp. 363-376.
- FERNÁNDEZ CLEMENTE, E. (1987): «La industria minera en Aragón: el hierro y el carbón hasta 1936», *Tres estudios de historia económica de Aragón*. Zaragoza, Universidad, pp. 87-198.
- MAS ARRONDO, C. (2003): «Aproximación a la siderurgia tradicional en la sierra de Albarracín», *Estudios históricos sobre la comunidad de Albarracín. Albarracín, Comunidad*, t. 1, pp. 439-485.
- NIETO CALLÉN, J. J. (1996): «El proceso sidero-metalúrgico altoaragonés: los valles de Bielsa y Gistáin en la Edad Moderna (1565-1800)», *Llull*, n.º 19, pp. 471-507.
- PALLARUELO CAMPO, S. (1994): «El hierro en los valles de Bielsa y Gistau en el siglo XVI», *Sobrarbe*, n.º 1, pp. 135-161.
- POLO CUTANDO, C. (1999): «La metalurgia del hierro durante la época celtibérica en Sierra Menera (Gudalajara-Teruel)», *IV Simposio sobre Celtiberos. Economía*. Zaragoza, Institución «Fernando el Católico», pp. 195-201.
- VICENTE REDÓN, J. D. (1993): *De lo útil a lo bello. Forja tradicional en Teruel*. Teruel, Museo Provincial.

abierto, creando extraños paisajes, y la brava discurre libremente entre las ruinas de los ingenios de fundición.

Habrà que esperar la llegada de otras innovaciones económicas y sociales, acompañadas quizás de nuevos emigrantes y capitales foràneos, para que la minería y metalurgia aragonesa vuelvan a resurgir.

Posiblemente, viendo lo que sucede en otras comunidades de España y en los países de Europa Occidental, los futuros aprovechamientos no serán industriales, sino que se relacionarán con el sector turístico y cultural (turismo de mina, centros tecnológicos, patrimonio industrial, etc.). Aunque tardíos, ya empiezan a constataarse en Aragón algunos proyectos encaminados en esta nueva dirección.