

LUCAS MALLADA, 24 (2022)

ISSN 0214-8315, ISSN-e 2445-060X

<http://revistas.ica.es/index.php/LUMALL>

EL HIERRO EN EL ALTO CINCA: LAS MINAS DEL PICO MENER

Ana Ortas¹ | José Ignacio Canudo² | José Antonio Cuchi³
Isabel Fanlo⁴ | Pablo Martín-Ramos³ | Mariano Oliván¹
Rafael Ruiz¹ | Jordi Borràs¹ | Alicia Chiva¹ | Miguel Gil¹

RESUMEN El presente artículo analiza la situación y la naturaleza de varias minas de hierro en el pico Mener, donde tradicionalmente se han ubicado las fuentes de mineral para las forjas de Bielsa, Saravillo y San Juan de Plan.

PALABRAS CLAVE Hierro. Pico Mener. Bielsa (Huesca).

ABSTRACT This paper analyses the location and nature of several iron ore mines in the Mener Peak, where the sources of ore for the forges of Bielsa, Saravillo and San Juan de Plan have traditionally been located.

KEYWORDS Iron. Mener Peak. Bielsa (Huesca, Spain).

¹ Sección de Espeleología del Club Atlético Sobrarbe. anao_32@hotmail.com, marianoolivanes@gmail.com, susias.muro@gmail.com, jborras@ecmbarcelones.com, alison@hotmail.com, fotomiguelg@hotmail.com

² Museo de Ciencias Naturales de la Universidad de Zaragoza. Plaza Basilio Paraíso, 4. E-50005 Zaragoza. jicanudo@unizar.es

³ Departamento de Ciencias Agrarias y del Medio Natural. Escuela Politécnica Superior de Huesca. Universidad de Zaragoza. Carretera de Cuarte, s/n. E-22071 Huesca. cuchi@unizar.es, pmr@unizar.es

⁴ Departamento de Ciencias de la Tierra. Universidad de Zaragoza. Pedro Cerbuna, 12. E-50009 Zaragoza. fanlo@unizar.es

INTRODUCCIÓN

Durante el año 2021 se estuvo desarrollando el proyecto de recuperación de la memoria olvidada de las minas de Sobrarbe impulsado por el Geoparque Sobrarbe-Pirineos y el Museo de Ciencias Naturales de la Universidad de Zaragoza. El proyecto pretendía recopilar la información gráfica, oral e histórica sobre las explotaciones mineras de Sobrarbe. A pesar de la importancia histórica de la minería en esta comarca, en ese momento eran bastante desconocidos datos tan básicos como la localización de muchas bocaminas. Nuestro equipo multidisciplinar, formado por arqueólogos, geólogos y espeleólogos, realizó un primer inventario detallado, recopilando la información dispersa de estas minas. Esta publicación forma parte del trabajo sobre uno de los enigmas de la minería del Pirineo aragonés, el hierro de Bielsa, que abordó este proyecto.

El hierro de Bielsa, entiéndase de la cabecera del Cinca, es uno de los elementos importantes en minería y producción industrial del Alto Aragón durante la Edad Media y la Edad Moderna. Se obtenía a partir de mineral de hierro parcialmente fundido y reducido con ayuda de carbón vegetal mediante la tecnología denominada genéricamente *farga* o *forja a la catalana*. Diversos autores han señalado el uso de este hierro en varias obras de importancia, entre las que cabe destacar el primer Canal Imperial de Aragón (Pallaruelo, 1994) y el monasterio de El Escorial, a partir de fuentes históricas, documentos notariales, informes técnicos e informaciones orales sobre esta actividad. Asimismo, los citados autores han señalado la ubicación de diversas forjas. Uno de los temas que han quedado un poco en segundo plano es la localización de las minas, así como las características de las que proporcionaban el mineral, objeto del presente artículo.

EL MARCO GEOGRÁFICO Y GEOLÓGICO

El área de referencia del presente estudio es la cuenca alta del Cinca, que engloba los valles de Bielsa, La Comuna y Gistau (*Chistau*), desde la confluencia del Cinca y el Cinqueta hacia sus cabeceras. El Cinca nace en el ibón de Marboré, antiguo *Lago Helado*, y tras pasar por Pineta recibe al río Barrosa junto a Bielsa. Por su parte, los dos Cinquetas, de Tabernés y Añes Cruces, se unen cerca de la Virgen Blanca, y este, tras la depresión de Plan y el estrecho

de la Inclusa, al Cinca, en Salinas, tras recoger el barranco del Mon frente a Saravillo. La geografía ha sido estudiada por diversos autores como Bielza y cols. (1986) para Bielsa y Fernández Piñar (2019) para Gistau.

Geológicamente, la cuenca alta del Cinca presenta un claro bandeo tectónico de dirección este-oeste. A caballo de la frontera, por encima de Bielsa y de San Juan de Plan, aparecen materiales del Paleozoico entre los que destacan los granitos de Barrosa. Sobre ellos están las areniscas rojizas del Triásico y otros materiales mesozoicos (Van Lith, 1968). La tectónica es compleja (Oliva-Urcia y cols., 2006). Las areniscas del Trías están atravesadas por diques con interesantes mineralizaciones de galena y pirita que han sido objeto de explotación a lo largo de la historia (Fanlo, 1994; Yuste y cols., 1997). En la zona meridional dominan completamente las calizas del Cretácico y posteriores. Hay abundantes trabajos sobre la geología de la zona sintetizados en IGME (1982a, 1982b y 2019).

SOBRE LA PRODUCCIÓN DEL HIERRO DE BIELSA

La técnica tradicional de producción de hierro, conocida como *método a la catalana*, ha sido descrita por diversos autores (Picot de Lapeyrouse, 1786; Muthuon, 1808; François, 1843; Tomàs, 1999; Verna, 2002; Cantelaube, 2005). Esta es la usada en el entorno de Bielsa. El mineral seleccionado, los óxidos de hierro (goetita, oligisto, hematites), se introduce en un horno encendido por donde se hace pasar una fuerte corriente de aire producida por una trompa hidráulica. Se alcanzaba así una temperatura de unos 1200 °C, con producción de monóxido de carbono que reducía los óxidos de hierro y fundía de forma parcial la mezcla. Se extraía una masa de hierro parcialmente fundida del fondo del horno y se trabajaba en caliente mediante un martinete para extraer las escorias. El proceso de recalentamiento y martillado podía repetirse varias veces. La tecnología para el proceso requería personal experto e inversiones relativamente importantes. Se conoce, por documentación y testimonios orales, la existencia de fraguas (*fargas*) en Javierre, Bielsa (al menos dos), San Juan de Plan y Salinas. La investigación sobre estas es un buen tema de arqueología industrial, aún insuficientemente documentado.

El abastecimiento de materia prima para las *fargas* necesitaba una buena logística. En las minas, del tipo que fueran, había que arrancar el mineral

de forma manual. La herramienta, que no había cambiado desde época romana hasta finales del siglo XIX, era sencilla: picos, punteros, mallos y barrones. En el interior la iluminación era proporcionada por candiles de aceite. Se arrancaba lo estrictamente necesario, se apuntalaba lo mínimo y la forma de las galerías era irregular, con minas laberínticas y pasos estrechos. Es posible también que se utilizaran planos inclinados para evacuar el mineral. El alojamiento de los mineros, que tenían que permanecer largos periodos en la montaña, debía de ser precario, chozas o cuevas someras, al estilo de las majadas (*mallatas*) de los pastores locales. El abastecimiento de provisiones, vino incluido, leña para calentarse, madera para entibos, techos y toboganes, clavos, mangos para mallos, herramientas..., se alcanzaba por las reatas de transporte, que subían de vacío. El necesario afilado de barrones, punteros y picos se realizaba *in situ* o en herrerías de valle abajo.

El mineral seleccionado en las eras de bocamina se ponía a disposición de los trajineros, que lo llevaban a las *fargas*. El material era machacado por los arrieros, cargado en sacos y conducido mediante mulos y burros hacia las *fargas*. En cualquier caso, el recorrido podía llevar más de un día. La nieve en las zonas de montaña era un factor limitante, máxime teniendo en cuenta las condiciones de la Pequeña Edad del Hielo, tanto para el arranque como para el transporte, de modo que solo se podía trabajar una parte del año. Si las *fargas* querían trabajar todo el año tenían que acumular materia prima para el periodo invernal. El consumo de carbón vegetal era importante. Woronoff (1984) presenta datos de un consumo de 4,6 unidades de carbón vegetal para obtener 1 de hierro.

No queda claro cuál era la forma del producto final de las *fargas*, pero parece que era habitual la producción de *panes*, más o menos paralelepípedicos, para forjar herramientas tipo pico o azada y palanquillas alargadas de sección cuadrada que pudieran servir mediante forja para clavos, punteros y rejas. En el momento actual no se sabe de muchos objetos de hierro que puedan ser calificados con claridad como originarios de Bielsa. No se conocen datos técnicos sobre este hierro.

El último paso era hacer llegar el material a los puntos de consumo, otra vez a lomos de caballerías. Parece lógico que una gran parte del mismo se llevara hacia el sur, con Barbastro como primera etapa, como señalan Pallaruelo (1994) y Nieto (1996) a partir de documentos notariales. Es posible

que una parte también se llevara hacia Francia. En este punto cabe señalar la competencia de las fundiciones de este tipo que se hallaban en el Ariège (François, 1843; Dubois, 2020).

LA INFORMACIÓN DOCUMENTAL

Como se ha señalado, hay diversas referencias al hierro de Bielsa. Los trabajos más recientes son los de Pallaruelo (1994), Nieto (1996) y Vivez (2004). Severino Pallaruelo, en su trabajo seminal sobre el tema, señalaba la presencia de explotaciones de hierro desde el siglo XIII y discrepaba de la opinión de Bielsa y cols. (1986) sobre la modestia del hierro belsetano. Refiere, como más antiguos, documentos de Jaime II sobre la producción de hierro en Bielsa y Plan y profundiza sobre contratos comerciales en el siglo XVI. Estima para esa centuria una producción anual de unas 300 toneladas, que se redujeron a la mitad a finales del XVIII. Según este autor, a mediados del siglo XIX aún funcionaba una *farga* en Bielsa. Juan José Nieto, en un trabajo que hace amplio uso de protocolos notariales, transcribe una *farga* en Javierre de Bielsa en 1608 y ofrece más detalles, técnicos y económicos, en cuanto a los mineros, el transporte de mineral y carbón vegetal, el funcionamiento de las *fargas* y el comercio del hierro. Sus estimaciones de producción son más modestas, unas 170 toneladas por año en el siglo XVI.

De las informaciones de estos autores se deduce que el número de mineros era muy reducido, que vivían junto a la mina y que almacenaban el mineral en una plaza o era adonde acudían vecinos y otros trajineros que desmenuzaban el mineral para ensacarlo adecuadamente y lo transportaban a las *fargas*. En las referencias de ambos autores se incluyen noticias de minas de plomo y cobalto, además de las de hierro.

Philippe Vivez ha realizado una importante contribución al tema de la minería en Bielsa (Vivez, 1997a y b, 2001, 2002, 2004 y 2012a y b). El documento de 2002 se refiere específicamente a la producción de hierro a partir de mineral del monte Mener, que identifica como la ubicación principal de las minas de hierro.

Los datos disponibles hacen pensar que la producción de hierro en el entorno de Bielsa cesó en la primera mitad del siglo XIX por diversas razones, entre ellas los avances tecnológicos y los costes. Sin embargo, se señala que

el ingeniero George Sauvage presentó el hierro de Bielsa en la Exposición Universal de París de 1867. Curiosamente, para el proyecto del túnel de La Pez (segunda mitad del siglo XVIII) se explicita el uso de acero alemán, a razón de 1 quintal por temporada (Marsan, 1900).

SOBRE LA UBICACIÓN DE LAS MINAS

Uno de los temas interesantes en la historia del hierro de Bielsa es la ubicación de las minas. Pallaruelo (1994) cita las de Mener y el Plan de Lorés, a finales del siglo XVI. Señala que el Concejo de Bielsa había gastado considerables sumas en el mantenimiento del camino del Plan de Lorés con Parzán. Nieto (1996), basándose en los escritos de Ignacio de Asso, las ubica hacia Marboré, por Treserols. Vivez (2002) ya se decanta por el pico Mener y encuentra actividad minera ascendiendo por el barranco homónimo. Pero no son las únicas, por lo que vale la pena señalar otras referencias de interés.

Quizás la primera visita técnica a las minas la hace William Bowles en 1753, cuando descubre, para el reino de España, la verdadera naturaleza del cobalto de San Juan de Plan, en episodio ya descrito en Solana (2020). El ingeniero irlandés escribió: “No obstante la grandísima altura de este país, y el frío que reyna en él por más de nueve meses, hay tres minas de plomo, otra de cobre en las cercanías de Plan, y una de buen hierro en Bielsa, que se beneficia con inteligencia” (Bowles, 1782). Vista su forma de trabajar, sería raro que hablara solo de oídas.

Son claras las relaciones entre los valles de Bielsa y Gistau con sus vecinos franceses, como señala en su cuaderno de campo Ramond de Carbonnières, en sus carnés redactados entre 1792 y 1795. Durante la segunda mitad del siglo XVIII el interés de los franceses por las minas es constante, incluido el extraño y rápido viaje de Chrétien-Guillaume de Lamoignon de Malesherbes, conocido científico y naturalista francés, a las minas de San Juan de Plan (Lamicq, 1990). Merecerían estudios específicos este viaje, el arrendamiento posterior de las minas por otro francés y el beneficio del cobalto en Bagnères-de-Luchon que cita Solana (2020) en su interesante trabajo, así como la corta y la compra por los franceses de fustes de calidad en la vertiente española y su arrastre por el puerto del mismo

nombre hacia el Garona, vista por Ramond de Carbonnières, y el no menos extraño asunto del túnel del puerto de La Pez. Otro visitante ilustre de la zona fue el naturalista Pierre Bernard Palassou, pionero de la geología pirenaica, quien redacta un detallado libro sobre la geología de la vertiente francesa del Pirineo (Palassou, 1784). Aunque se centra en la vertiente norte, menciona una visita al valle de Bielsa, aunque manifiesta haber perdido las notas y escribir de memoria. Dice que desciende el puerto de Bielsa entre grandes precipicios. Pasado el Hospital, en la orilla izquierda, señala una montaña que contiene una mina de hierro espático amarillo y negro. El mineral molido en pequeños trozos se lanza por un canal de madera de 280 toesas (unos 545 metros) y luego otro de 600 toesas (1168 metros) para ser calcinado en tres hornos al pie de la montaña. Luego se convierte en hierro en los hornos bajos de Bielsa y Salinas. También da detalles de una mina de plomo antes de llegar a Bielsa, en la orilla derecha, la actual mina Ana, de la que presenta el análisis del contenido en plata de dos tipos de galena.

La guerra del Rosellón con la Francia revolucionaria, también conocida como *de la Convención*, desde marzo de 1793 a julio de 1795, atrajo la atención de autoridades y militares españoles sobre la frontera pirenaica aragonesa. En el otoño de 1794 el comisario Francisco Zamora redacta un informe sobre su visita al Pirineo altoaragonés dado a conocer por Buil (1997). Señala que la herrería estaba en San Juan. Más adelante escribe: “Hay en Gistau una mina de hierro que está en el término que llama Comuna, y también parece que pertenece a Bielsa por estar en los límites de Gistau y Bielsa”. Al año siguiente, una mina de hierro en el pico Mener fue señalada en el mapa militar de Baccigalupi (1795) (fig. 1).

La guerra de la Convención, aparentemente muy suave en esta zona, debió de interrumpir los intercambios comerciales más manifiestos, como madera y minerales, pero estos se reanudarían tras el Tratado de San Ildefonso. Unos años más tarde Ignacio de Asso señalaba escuetamente: “Hai en los términos de Bielsa abundantes minas de hierro espático y hematites, de galena” (Asso, 1798).

A partir del 2 de mayo de 1808 estos valles plantearon limitar sus obligaciones militares a que los pastores vigilaran sus puertos. La llegada de tropas del corregimiento de Barbastro dirigidas por José Sanguinés, acuarteladas en



Fig. 1. Localización de una mina de hierro en la zona del barranco Menera. Fragmento del mapa de Baccigalupi (1795).

el collado de la Cruz de Guardia, además de tener problemas en Bielsa, conllevó una razia ganadera en los pastos franceses del puerto de La Pez. Esto debía de ser algo inusual en las costumbres de *lies et passerries*, dado que en los siguientes días se producen contraataques franceses en el mismo puerto e incluso un parlamento bajo bandera blanca con el simple objetivo de recuperar el ganado. Luego, destinados los militares a Zaragoza, parece reinar la paz en los valles durante meses. En noviembre de 1809 los franceses ocupan Bielsa y Plan y durante dos años hay una paz relativa. En 1812 se produce un frustrado ataque español a Bielsa, que defienden sus vecinos junto con otros de Aragnouet. Como consecuencia, cuando se reducen las guarniciones francesas en el otoño de 1812, la guerrilla detiene al alcalde de Bielsa y al administrador. Conducidos a Barbastro, son condenados por flagrante traición y, devueltos a Bielsa, ahorcados para dar ejemplo (Gui-rao, 2008): patriotismo nacional frente a relaciones locales. Las relaciones con Francia se interrumpen al acabar la guerra y la consiguiente expulsión de los franceses afincados. Pero curiosamente, como señalan Salas (1993), Jarque y Salas (1997) y Nieto (1996), la gran mayoría de los operarios franceses de las herrerías de San Juan de Plan no fueron expulsados “por no haber

españoles inteligentes en dichas operaciones de fundición de yerro”. En cuanto a la exportación de madera, no está claro si esta cesa y se reanuda tras la guerra. Pero la demanda para construcción naval disminuye drásticamente conforme se sustituye la madera por el hierro y las velas por el vapor desde 1820. Quedan los minerales no férreos, especialmente el plomo, pero eso es otra historia que necesita una monografía específica.

Es más que posible que se siguiera produciendo hierro en Bielsa durante la guerra de la Independencia. El ingeniero de minas suizo Jean de Charpentier (Johann von Charpentier) abandona en 1808 el Consejo de las minas de Silesia para dirigir primero las minas de cobre de Baigorri, luego una forja a la catalana en Angoumer, en el Ariège, hasta el verano de 1810, para luego permanecer dos años instalado más en Toulouse, visitando la cadena. En los inviernos redactó tres trabajos de geología, de topografía y de la metalurgia a la catalana. En 1823 editó una síntesis de la geología pirenaica y un excelente mapa geológico. Recorrió a fondo la cadena y, desde luego, estuvo en Mener. Así, señala la existencia de oligisto en

la montagne de Méner et de Parletto, dans la vallée de la Cinca ou de Bielsa en Aragon [...] À la montagne de Méner, dans la vallée de Cinca en Aragon, j'ai vu sur le chemin, et à une heure avant d'arriver à la mine de fer qu'on y exploite pour la forge de Bielsa, une couche de schiste micacé passant au schiste argileux, de deux toises d'épaisseur [...] Des blocs détachés de la même roche se rencontrent dans la montagne de Parletto [...] Plusieurs couches calcaires alternant avec le granite s'observent encore à peu de distance de la mine de fer que l'on extrait dans les montagnes de Méner, dans la vallée de Cinca ou de Bielsa, en Aragon. Le rocher est à découvert sur une étendue assez considérable pour bien observer ce gisement. Ces couches ont depuis trois jusqu'à six pieds d'épaisseur. Le calcaire qui les compose est en général à petits grains, qui quelquefois deviennent si fins que la roche paraît être compacte.

Sobre las minas de hierro, escribe:

Deux se trouvent dans la vallée de la Cinca ou de Bielsa en Aragon: l'un dans la montagne de Méner, au nord-est de Bielsa; et l'autre dans celle de Parletto, à l'est de la même ville. Ils consistent l'un et l'autre en fer spathique à l'ordinaire très altéré, d'un rouge brunâtre et noirâtre, et d'une cassure compacte. Il est accompagné de fer oligiste, d'oxide de manganèse argentin, et d'un peu de pyrite martiale et cuivreuse. Cette mine forme des rognons ou des couches courtes et épaisses dans ces deux montagnes. Le volume de ces masses varie beaucoup, car on en trouve depuis quelques pouces jusqu'à 20 toises de longueur et 3 toises d'épaisseur. (Charpentier, 1823)

Tres décadas más tarde, Pascual Madoz, quien conocía la provincia, señaló en su diccionario (en realidad, enciclopedia geográfica para uso fiscal): “La que actualmente y hace muchos años se explota con inteligencia, es la de Bielsa, y de ella sacan un hierro durísimo como el acero, conservándose por tradición que del hierro de esta mina se fabricaban las armas famosas por su temple que dieron nombre a la ciudad de Barbastro” (Madoz, 1847).

Los ingenieros de minas españoles del siglo XIX

El ingeniero de minas Amalio Maestre Ibáñez escribió: “El granito es pobre en sustancias metálicas; sin embargo, en él se hallan filones de galena en Boadella (Gerona); Bielsa, Gistaín, Benasque... (Huesca); el hierro forma capas gruesas y de corta extensión o sean masas informes, como se ve en las inmediaciones del mismo Bielsa, siendo compuestas de hierro espático y oligisto, óxido de manganeso, galena y piritas de cobre y hierro” (Maestre, 1845). Dos años más tarde José Aldama Ayala, también ingeniero de Minas, quien claramente ha estado en los valles de Bielsa y Gistau, señala: “Los hierros no se benefician más que en varias forjas a la Catalana, que hay en el valle de Bielsa, presentándose este mineral en sus varios estados de oxidación, acompañado del magnético, oligisto y espático” (Aldama, 1846). Este autor señala varias minas en la zona, pero nada dice de la de hierro.

De la misma profesión era el oscense Lucas Mallada, gran conocedor de la provincia y sus riquezas geológicas y mineralógicas, quien recorrió el Alto Aragón en varios meses de 1874, 1875 y 1877 (Cuchí, 2017). Desde luego, estuvo en la zona. En sus dos obras sobre este territorio señala: “De los de hierro solo voy a decir cuatro palabras. Las dos principales son las de Aneto [...] y el del monte Mened, frente al Barrosa, en Bielsa. En ambos sitios el hierro hidroxidado rojo y parduzco ha sido explotado y hasta llegó a instalarse junto a la última villa una fondería o forja, que después de funcionar poco tiempo fue abandonada, y hoy no queda de ella más que ruinas” (Mallada, 1875). Tres años más tarde, en el trabajo final, escribía: “El criadero de hierro más importante que hay en la provincia está situado en la montaña Mened, entre la ribera de Tringonier y la de Ordeceto, frente al Barrosa (valle de Bielsa). Gruesos bancos de hierro hidroxidado rojo se

encuentran en la separación del granito y el terreno de transición, los cuales en años anteriores fueron objeto de beneficio, habiéndose instalado una forja (fondería) en la villa de Bielsa, hoy en ruinas. Tenía fama el hierro de esta localidad de ser de mucha dureza, y por lo tanto muy a propósito para herramientas” (Mallada, 1878).

George Sauvage y la Exposición de París de 1867

Hacia 1860 aparece en la zona George Sauvage, ingeniero belga de Lieja. En 1859, con cuarenta y seis años y como vecino de Bielsa, calle de la Fábrica, número 3, solicitó una explotación (fig. 2) de plomo de cuatro

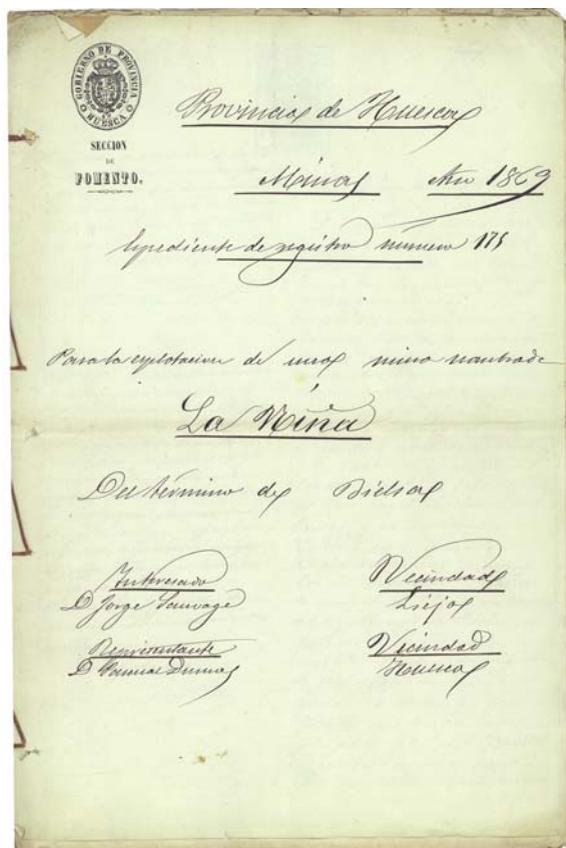


Fig. 2. Expediente minero de mina La Niña, solicitada por George Sauvage en 1869 (AHPHu_IN_00199_0175_0001).

pertenencias en Bielsa, de nombre *La Niña*, en Mallorruogo (Barrosa), con centro en una calicata. La información pública aparece publicada con fecha 24 de noviembre de 1869 en el *Boletín Oficial de la Provincia de Huesca* (ES/AHPHu_IN_000199/000175). La demarcación se hace el 22 de agosto de 1870. También solicita otra bajo el nombre de *La Merced*, de otras cuatro pertenencias, en el mismo paraje que queda a información pública en el mismo *BOPHu*. Mallada (1878) señala que “la ubicación de Merced, Hermosa y Niña, así la mina Maravilla, en el monte Ariferera, de labores mínimas con un contenido de 1190 gramos de plata por tonelada de plomo. Más plata había en Esperanza y Justicia, que registró al sur de Peña Suelza, en el término de Sin”.

Estas concesiones, junto con otras cuatro más (*Hermosa*, 4 hectáreas; *La Maravilla*, 10 hectáreas; *Belsetana*, 10 hectáreas, y *Riojana*, de 12 hectáreas, en Gistaín, de plomo y cobre), caducan en 1884 por impago de la importante cantidad de 6908 pesetas.

La personalidad de Sauvage impresionó a Lucas Mallada quien escribió en 1878:

Hace unos diez años fueron registrados sus principales filones [Monte Ruego... Cao... Ordiceto... Barleto] por una persona muy inteligente y laboriosa, D. Jorge Sauvage, que supo vencer a fuerza de constancia los múltiples obstáculos que se le opusieron en su comienzo. Desgraciadamente su muerte causó hace algunos años la total paralización de los trabajos, y no parece vislumbrarse hasta la fecha señales de que se emprendan de nuevo.

Por otro lado, a partir de un manuscrito de Fuentes Birlain, que se analiza más adelante, visto por Vivez (2012a) en los archivos privados de José María Núñez se cita:

De un lado, la muerte en Bielsa de Mr. Sauvage, por cuyo desgraciado motivo se paralizaron estos interesantísimos trabajos, incluso la construcción de un ferrocarril, que para las explotaciones dichas, proyectaba, y de otro la difícil competencia de estos hierros con los de Vizcaya, que entonces procedían de yacimientos industrialmente jóvenes, y aunque los minerales de Bielsa obtuvieron, según nos han dicho, las mejores recompensas en la Exposición que en 1867 se celebró en París, hubo que abandonar este negocio, por lo difícil y costoso que resultaba el llevar los productos a la costa.

Dubois (2020) señala sobre este emprendedor:

En 1860 la Société des Mines de Sentein nomme un nouveau directeur technique: G. Sauvage qui tente de redresser l'entreprise durant deux ans.

Dans les années qui suivent, on trouve un Georges Sauvage qui dirige les mines de fer et les fourneaux de Parzán. Il aurait alors obtenu une récompense à l'Exposition Universelle de Paris en 1867. Il ouvre également de petites mines de galène argentifère dans le massif de Suelza. Nous ne savons rien de ce personnage, sauf qu'il ne s'agit d'aucun des deux ingénieurs du Corps des Mines de ce nom.

La presencia de Sauvage como expositor galardonado con hierro de Bielsa en la Exposición de París se repite en otros escritos y se recuerda en la zona. Pero no figura su presencia como expositor en Castro Serrano (1867), Comisión Regia de España (1867) y Orellana (1867) donde hay referencia a hierros españoles de hornos altos y bajos de Asturias, Vizcaya, Navarra y Guipúzcoa. En la citada exposición se presentaron, e incluso tuvieron premios y menciones, varios altoaragoneses como Anselmo Sopena (carbón de encina), Juan Lino Lasierra (garnacha y trigo), Serafín Casas (nueces de Fornillos), Blas Ballarín, de Sarvisé (cecina de oveja), Rafael Montestruc (cemento romano), José Oncins, de Muro de Roda (miel), Ángel Fortón, de Huerto (trigo y gusanos de seda), José Buil, de Castejón de Monegros (lana), y otros. Sin embargo, no aparece el apellido de Sauvage en el listado de expositores españoles, ni hay cita a mina alguna de hierro, plomo o cobalto en la provincia de Huesca en la Exposición de París. ¿Quizás Sauvage se presentó por otro país? Tal vez simplemente asistió y esto ha quedado magnificado y perpetuado en el ideario local.

A pesar de las informaciones, que se copian en otros trabajos, todo hace pensar que la mina deja de funcionar hacia el primer tercio del siglo XIX. En 1886, en la *Estadística minera de España* se informaba: “también siguió sin explotación la mina Imperdible, del término de Bielsa, y probablemente pasará muchos años en idéntica situación, por encontrarse en sitio muy escabroso y apartado de toda vía de comunicación” (Junta Superior Facultativa de Minería, 1886). Presidida por Escosura, se intuye que Lucas Mallada no debía de andar muy lejos. Como se señala más adelante, es posible que esta mina estuviera en Barleto.

LAS SOLICITUDES EN EL DISTRITO MINERO DE ZARAGOZA

En la documentación administrativa del Distrito Minero de Zaragoza relacionada con la provincia de Huesca, que se encuentra en la actualidad

en el correspondiente Archivo Histórico Provincial (AHPHu), hay cuarenta y cuatro expedientes de solicitud de minas de hierro en la zona de Bielsa. Algunos tienen cortos desarrollos. Por ejemplo, en septiembre de 1901, Mariano Molina Solanilla, de Barbastro, pide cuarenta y dos pertenencias en Salcorz, bajo el nombre de *Araceli*, centrada en un filón. Renuncia en septiembre de 1902 (AHPHu_IN_00193_0409). Sorprende que alguna, como mina Robert, bien conocida como de plomo y situada en Ruego, se tramitara inicialmente como de hierro. Se resumen, a continuación, los expedientes que se refieren a Mener.

Pedro Laguna

En los documentos del AHPHu se encuentra un estadillo firmado por Pedro Laguna Rins, donde figura una mina *Imperdible* de cuatro pertenencias en Mené (fig. 3). Laguna, vecino de Gistaín, estuvo activo en la década de 1880. También realizó una solicitud de una mina de aguas subterráneas, llamada *La Montañesa*, de doce pertenencias, luego reducidas a cuatro, en el barranco Lasalata de Sin. El centro de la zona demarcada es una excavación

Provincia de Huesca Año de 1884

Comunidad municipal de Sin y Bielsa

Relación de las concesiones de minas tanto productivas como improductivas pertenientes a esta comunidad

Pertenencias de las concesiones			n.º de pertenencias	Superficie de terreno en el punto de concesión	Observaciones		M.º de concesión	M.º de concesión	Clase social	Producción	Esp. de concesión	Vencimiento de concesión	Observaciones
Minas	terrenos	concesiones			Superficie de terreno en el punto de concesión	Observaciones							
Bielsa	La yegua de Hues	..	4	400	..	..	..	..	Hierro	..	..	..	..
Sin	Montañesa	..	4	400	..	..	..	..	Sal	..	..	..	..

Gistaín Sin Hues 1884
Pedro Laguna

Fig. 3. Estadillo de concesiones de Pedro Laguna en noviembre de 1884. Figura la mina *Imperdible* en Mené por 4 pertenencias.

existente, esto sugiere una mina metálica. También solicitó la mina *Poderosa*, de Bielsa. Sería interesante profundizar la relación de esta persona con Amado Laguna de Rins, de origen chistavino, empresario y alcalde de Zaragoza y fundador de la zaragozana empresa metalúrgica Laguna de Rins, S. A.

Blas Sorribas

El oscense e ingeniero de Caminos, Blas Sorribas Basarán, solicitó, el 28 de julio de 1899, cuarenta pertenencias de hierro, bajo el nombre de *Asunción*, situada en el paraje que llaman Mener, lindante al norte con Mener, al sur con cubilar de abajo, al este Ordiceto y Estibeta de Mener y al oeste con el barranco de Mener y el río Barrosa. El centro se colocaba en el cruce del eje del barranco de Mener con el filón de hierro, en el sitio llamado *Pasador de la Cantera*. En la demarcación, a la que asisten Juan Bautista Regné de Barbastro y Miguel de Buerba, de Parzán, se señala el cubilar dalto y el pinar de Seberolas. Se acepta la renuncia el 12 de octubre de 1908 (ES/AHPHu_IN_000194/000138). Vivez (2012) señala que Sorribas presentó, en 1898, el primer proyecto de teleférico en la prefectura de Hautes Pyrénées. El ingeniero oscense estuvo involucrado en varias solicitudes mineras en el cambio de siglo, contando con su colega Severino Bello, el ingeniero del pantano de La Peña, como representante. No parece que se implicaran en actividades mineras reales, con actividad sobre el terreno.

Martín Beurco

En 1962, Martín Beurco Zabalbeitia, de San Salvador de Valle (Vizcaya), solicita 180 pertenencias, de nombre *Mirenchu*, con centro en el cruce del eje del barranco de Mener en la pasada de la Cantera. Se cancela administrativamente en mayo de 1963, por no presentar documentos en tiempo reglamentario (ES/AHPHu_IN_000189/001915). Se ignora si se realizó algún trabajo en relación con esta solicitud.

José María Núñez Isac

La figura de José María Núñez Isac (1898-1978) es fundamental para entender la minería de la cuenca alta del Cinca durante el siglo XX como se

observa en Vivez (2004) y Calvo y Calvo (2011). Registrador de la Propiedad en Boltaña, empresario de la nueva central hidroeléctrica de Broto en 1960 (Founaud, 2017). Ya antes de la Guerra Civil, desde 1929 crea la Sociedad Minero Metalúrgica de Boltaña tras haber sido consejero delegado de la Sociéte des mines de Parzán. A partir de la guerra, donde se le considera perseguido, se dedica a numerosas actividades relacionadas con la industria y la minería. Merecería una adecuada biografía. Por ejemplo, se interesa en varios expedientes en el embotellado de aguas de la fuente termal de Puyarruego. Aunque parece centrar sus esfuerzos en el plomo, no es ajeno al tema del hierro. De sus archivos personales, que parecen haberse perdido, Philippe Vivez señaló un informe mecanografiado y sin fecha de Julio Fuentes Birlayn sobre un coto minero de hierro en el monte Mener.

La memoria de Julio Fuentes Birlain

Como se acaba de señalar, se redactó en fecha desconocida un informe sobre Mener firmado por Julio Fuentes. Lo único que se conoce, por ahora, es la transcripción que hace Vivez (2004). En este se señala la demarcación de un coto minero denominado *Dos Hermanos*, que no se ha localizado en la documentación del Registro Minero del AHPHu vía DARA. El informe identifica una extracción somera, que “apenas pudo pasar de las 500 toneladas” a unos 70 metros al suroeste del pico Mener, en un filón de unos 60 metros de longitud, en dirección N-350. Asimismo, señala un afloramiento de pirita en la confluencia de dos barrancos. Habla de varios socavones y presenta un análisis del mineral, con un 52,02 % de hierro y 1,81 % de manganeso. Parece que el redactor del informe tenía algunos conocimientos de geología, aunque la referencia al mineral como “hematites parda y roja, esta última amorfa, compacta y de la especie sanidina”, es incoherente, dado que la última es un feldespato alcalino. Pudiera ser un error de transcripción.

Por el momento, no se ha encontrado ninguna referencia técnica al presunto firmante, relacionada con el mundo de la minería. El único Julio Fuentes Birlain, también referido como Byrlain o Birlayn que se ha encontrado es un oficial de Marina, primer teniente en 1913 y retirado como teniente coronel el 14 de diciembre de 1943. Hay que señalar que sí hay más información sobre el ingeniero industrial Ubaldo Fuentes Birlayn, más

que posible hermano del anterior. En 1919 solicitó una mina de 100 pertenencias, denominada *Loreto* en Bielsa, con centro en Tringonier en una cueva situada en la orilla izquierda bajo el calzil de los Esternils de Mener; otra, de igual cabida denominada *Carmen*, en Mener con centro en la fuente Tremolosa y una tercera denominada *San Francisco de Paula*. A la demarcación de la primera asisten como testigos Domingo Ferrer y Antonio Abeillán, de Bielsa, pero no se presentó ni el denunciante ni representante suyo. Se señala que el punto de origen es el mismo que el de la caducada concesión *Carmencita*. Renuncia en 1921 (ES/AHPHu_IN_000196/001178).

Ubaldo Fuentes estudió segunda enseñanza en La Habana en 1897-1898. Fue concesionario del tranvía de Cádiz en 1905 y director de la Sociedad Eléctrica Faro de San Vicente (Estepa). Trabajó para la empresa belga AEG / Thomson Houston Ibérica. Para esta propuso una central hidroeléctrica en Esterri de Aneu en 1906 y actuó, en nombre de la empresa en la constitución de la Compañía arrendataria de los tranvías de Gijón en 1908 (Alvar González, 1985). Señalado mayor contribuyente de Almansa en 1916, se interesó en política en su localidad (Pereda, 2017). A partir de estas informaciones es muy posible que Ubaldo utilizara a su hermano como firmante. El documento parece un tanteo especulativo de fecha anterior a 1920 y puede ser puesto en relación con la demanda de mineral durante la Primera Guerra Mundial.

Los trabajos de Philippe Vivez

Ya se ha señalado el apasionado trabajo del bordelés Philippe Vivez sobre el tema de la minería en Bielsa. Vivez (2002) se refiere específicamente a la producción de hierro a partir de mineral del monte Mener, que identifica como la ubicación principal de las minas de hierro de Bielsa. Realiza un análisis de las fuentes bibliográficas ya citadas, a los que añade la única información disponible sobre el informe de Fuentes Byrlain (s. f.). También maneja fuentes francesas como Palassou (1784). En su publicación describe una visita al pico Mener ascendiendo por el barranco homónimo. Desde la borda de Mener localiza trazos de caminos, varias bocas de minas y alguna ruina de reducidas dimensiones. En Vivez (2012b) presenta un plano general de concesiones en Bielsa y Gistaín (fig. 4).

2. Localizar edificios para servicio de los mineros, incluyendo posibles fundiciones.
3. Identificar antiguos caminos para el transporte del mineral a las *fargas* históricas que se conocen (Bielsa, Javierre, San Juan de Plan y Salinas).

El 15 de junio se ascendió por el valle de Tringonier, desde la antigua aduana en la A-138 por la senda que asciende, en dirección suroeste-noreste. Hacia la cota 2000 se llega a una zona llana donde está el refugio y el valle principal se dirige al norte hacia el collado de Tringonier, por el que se puede ir a Moudang. De la zona llana se puede hacer un flanqueo, sin camino claro, hacia el sureste y luego suroeste, hasta alcanzar los lagos de Mener (2250 metros), albergados por morrenas. Hay indicios de mineral de hierro en esta zona, básicamente rellenando fisuras de roca e incluso cementando brechas. No se observaron labores mineras aunque sí algunas sendas ganaderas que descienden hacia los lagos desde los collados que dan al valle de Urdiceto.

Desde Urdiceto, única pista para vehículos todo terreno que asciende a 2300 metros, se localizó una senda perdida hacia la cota 2000, en la gran curva. A partir de la observación previa de una de las autoras (Ana Ortas) se llegó inicialmente a la zona denominada *Las Pardinias*, donde se observaron varias construcciones de diverso tamaño (fig. 5, coordenadas centrales ETRS89. EPSG 25831, X: 276 537, Y: 4728 940; 2180 metros s. n. m.). Está alejado del puerto de Urdiceto y del paso de los caballos y, como el lugar es propenso a avalanchas, podría descartarse su uso en temporada con nieves. Se localizan varias construcciones circulares, como las de la figura 6, aunque también se ha encontrado una edificación cuadrada de tipología ganadera. A la zona llega un canal de agua desde un cercano barranco (fig. 7). Tras recorrerlo se revisó un canchal cercano al barranco donde se tomaba el agua, en el que se veía un indicio de mineralizaciones de hierro en granito, pero no se localizó ninguna labor.

En un segundo intento se avanzó por el camino ganadero que asciende desde Las Pardinias hacia el noreste. Se alcanzó otra hombrera donde hay un par de construcciones circulares.

El tercer ascenso (17 de julio de 2021), esta vez desde el río Barrosa, por la orilla izquierda del barranco de Mener, permitió localizar un camino

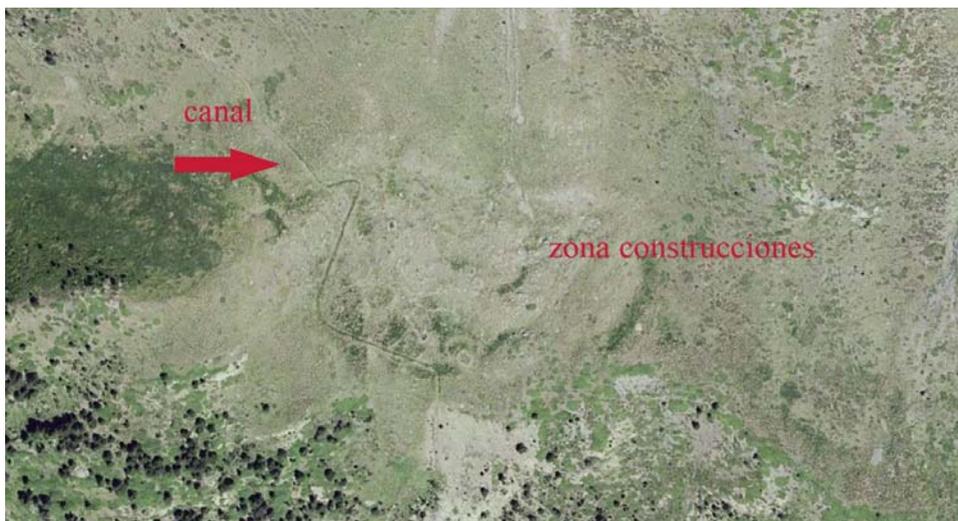


Fig. 5. Ubicación del canal y de diversas construcciones en Las Pardinas (Urdiceto).



Fig. 6. Detalle de construcciones circulares en Las Pardinas.



Fig. 7. Detalle del canal en Las Pardinas.

de obras del canal de la central de Barrosa, seguido de una senda que continúa el ascenso hasta finalizar el bosque cerrado cerca de un pequeño rellano (X: 272 456, Y: 4729 156; 1647 metros s. n. m.). Se continúa el ascenso entre canchales por una zona de grandes árboles espaciados con aspecto de trasmochos. Se llega así a los restos de una pequeña cabaña rectangular (fig. 8) de la que salen la traza de una senda horizontal en dirección oeste que lleva



Fig. 8. Restos de edificio en las cercanías de la mina.



Fig. 9. Vista aérea del vallecito y ubicación de la mina.



Fig. 10. Detalle de la mina inundada en la zona inferior de Mener.



Fig. 11. Lámpara de aceite en la mina de la zona inferior de Mener.

a un inmediato vallecito (fig. 9) donde aflora una pizarra oscura paleozoi-
ca (fig. 10). En este se localizó una mina de unos 60 metros de longitud,
abierta en roca granitoide. Las coordenadas aproximadas de la bocamina
son las siguientes: X: 272 736, Y: 4729 321; 2180 metros s. n. m. La boca
de la mina está prácticamente tapada y la galería inundada (fig. 8). Se loca-
lizó en el interior una lámpara de aceite (fig. 11). No se encontró dentro ras-
tro de mineral metálico ni había escombrera en el exterior. Es complicado
conocer el mineral que se llegó a explotar, pero no parece que sea mineral
de hierro. Se descarta que esté relacionada con el hierro de Mener.

De la cabaña sale otra senda en dirección opuesta a la primera, como
señala Vivez (2004). Está muy perdida y para descender a la senda marcada
hay que hacerlo por varias pedreras.

Posteriormente, el 11 de agosto, se realizó una segunda travesía completa desde la curva ya mencionada de la pista de Urdiceto por Las Pardinás. Tras llegar a la segunda hombrera, y dejar abajo un sendero aparente que parece contornear el pico por el oeste, se subió a los collados entre Urdiceto y los lagos de Mener. Desde allí se siguió la cresta hasta la cima Mener meridional (2451 metros s. n. m.) y cruzando un collado herboso hasta la cima norte (2452 metros). Al descender por la divisoria de los barrancos Tringonier y Mener se localizaron los primeros indicios de mineral y se tomaron muestras (X: 273 555, Y: 4729 696; 2327 metros s. n. m.). Un poco más abajo se observan antiguas excavaciones, al aire libre, de modesto tamaño, pero no se localizaron bocaminas (fig. 12; X: 273 702, Y: 4729 555; 2403 metros s. n. m.). Descendiendo aún más por la cresta, se observa, en las cercanías de un gran desprendimiento calcáreo, un cortado con aspecto de haber sido trabajado, también al aire libre (fig. 13). Los volúmenes extraídos no parecen superar unos pocos cientos de metros cúbicos, en concordancia con el estudio de Fuentes Byrlain.

Al pie del cortado y en las cercanías del gran desprendimiento calcáreo hay acopios de mineral (fig. 14) y un rellano artificial (fig. 15). En las cercanías, junto a la base del deslizamiento hay restos de alguna cabaña circular (X: 273 291, Y: 4729 635; 2200 metros s. n. m.). El material del deslizamiento tiene aspecto de mármol grisáceo, blanco al corte fresco, probablemente la roca blanca observada por Vivez (2004). La figura 16 presenta una imagen aérea de esta zona. En la zona, también con fotografía



Fig. 12. Cima de Mener desde la zona de extracciones antiguas.



Fig. 13. Vista del cortado con aspecto de haber sido trabajado.



Fig. 14. Acopios de mineral en el pie del corte de la figura 11.



Fig. 15. Terraplenes en el pie del cortado y desprendimiento.



Fig. 16. Imagen aérea de la zona de minas superior. (IGN, Iberpix 2121)



Fig. 17. Zanja a cielo abierto
(X: 273 292, Y: 4729 472;
2042 metros s. n. m.).



Fig. 18. Muestra de pirita en escombrera de la zanja
(X: 273 292, Y: 4729 472; 2042 metros s. n. m.).

aérea, se observan restos de senderos que se dirigen por la zona de tascas hacia el sur y que parecen contornar Mener. Enlazarían con los ya reconocidos en Las Pardinias hacia Urdiceto. Desde esta zona, se observa una escombrera a menor cota, en las cercanías de una confluencia de barrancos, levemente por encima de donde comienza el bosque de pino negro. En este lugar (X: 273 292, Y: 4729 472; 2042 metros s. n. m.) hay una zanja de unos 3 metros de ancho y unos 6 de profundidad (fig. 17). En la inmediata escombrera se tomaron muestras de la abundante pirita que allí se encuentra (fig. 18).

Descendiendo por el pinar, con cierta dificultad y sin sendero aparente, se alcanza la mina de las figuras 6 a 8. Y desde allí, tras bajar por la zona de canchales, se alcanza la senda que desciende al camino del canal de la central de Barrosa y la borda de Mener.

Geología

Un estudio geológico específico sobre las mineralizaciones de hierro del entorno del pico Mener sería una línea de investigación interesante y deseable que se desarrollará en el futuro, pero excede los objetivos de este artículo. Sin embargo, se pueden apuntar algunas primeras observaciones.

La zona de las mineralizaciones localizadas a mayor altura son las que tienen un mayor interés en la búsqueda del hierro de Bielsa. Aparecen estas en filones de dirección nornoreste-sursuroeste en cuarcitas del Ordovícico. El más importante, en la figura 16, es el que se encuentra en las cercanías de un afloramiento calcáreo marmolizado, con aspecto de deslizamiento de ladera. Las observaciones señalan a una extracción a cielo abierto.

La trinchera de pirita se encuentra hacia el contacto de las cuarcitas con el granito. Y la galería de la zona inferior, se abre en un granitoide, pero parte de una zona de contacto mecánico con presencia de pizarras negras, que quizás hicieran pensar en posibles explotaciones carboníferas (¿grafito?) o en mineral de plomo.

Se tomaron diversas muestras que se han analizado en el laboratorio de la Escuela Politécnica Superior de Huesca mediante un equipo portátil de fluorescencia de rayos X (pXRF). El equipo analiza la superficie de los objetos estudiados y determina elementos por encima del número atómico del sodio, englobando los ligeros como BAL. Los resultados se presentan en la tabla 1. Los valores de las muestras ferruginosas (fig. 19, a, b, c) que

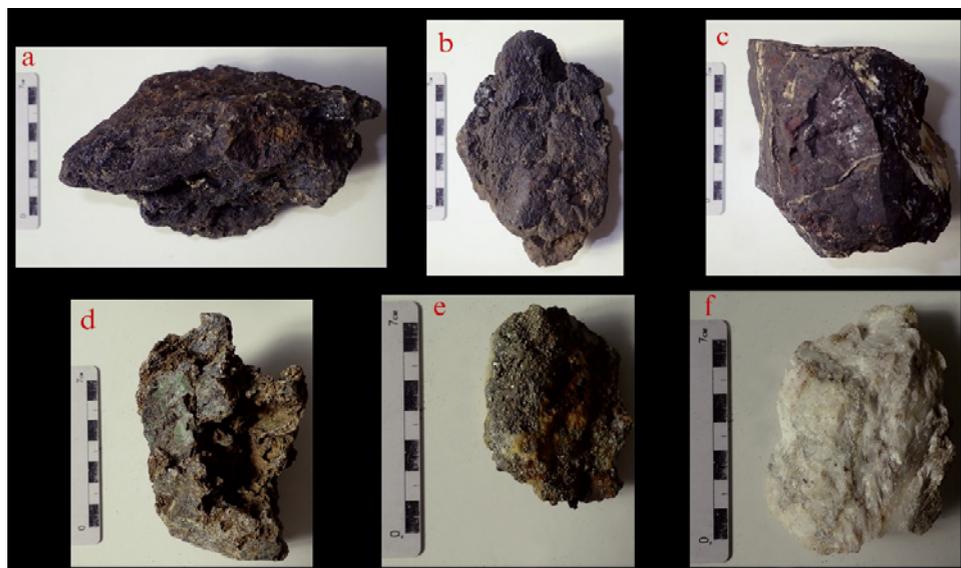


Fig. 19. Muestras de mineral del pico Mener: a (muestra 1), b (muestra 2) y c (muestra 3), oligisto; d, indicios de cobre (muestra 7); e, pirita (muestra 8); f, mármol (muestra 9).

Tabla 1. Resultados, en porcentaje, del análisis de la muestra de minerales del monte Mener mediante un equipo XRF portátil.
BAL: suma de elementos con Z menor a 23. < LOD: por debajo del límite de detección.

Muestra	Ba	Bal	Pb	Zn	Cu	Fe	Mn	Ca	K	Al	P	Si	S
Muestra 1. Zona negra brillante	0,043	33,025	0,021	< LOD	< LOD	61,267	1,018	0,187	0,141	1,153	0,065	1,969	0,2
Muestra 1. Otra zona negra brillante	0,041	29,277	0,016	< LOD	< LOD	58,463	4,944	0,204	0,179	3,027	0,101	2,776	0,169
Muestra 2. Zona botroidal	0,05	30,666	0,03	< LOD	< LOD	64,713	1,05	0,111	0,121	1,296	0,086	1,448	0,171
Muestra 2. Zona oscura	0,041	27,466	0,014	0,017	< LOD	57,715	4,555	0,682	0,222	4,252	0,116	4,39	0,251
Muestra 3. Zona brillante	0,036	32,951	0,049	0,038	< LOD	53,143	2,987	0,22	0,156	2,565	0,21	7,141	0,31
Muestra 3. Zona brillante 2	0,031	27,708	0,027	0,043	< LOD	60,513	5,037	0,351	0,147	2,125	0,085	2,11	0,246
Muestra 3. Zona blanca	0,007	45,835	0,004	< LOD	< LOD	0,584	< LOD	0,051	0,28	0,761	< LOD	52,289	0,162
Muestra 4. Zona dorada	0,049	24,745	0,025	0,025	< LOD	63,056	4,117	0,165	0,131	3,042	0,099	2,357	0,275
Muestra 5. Zona brillante	0,04	30,863	0,014	0,009	< LOD	57,501	4,262	0,197	0,23	3,212	0,103	3,081	0,271
Muestra 6. Pequeña	0,041	40,191	0,02	< LOD	< LOD	53,123	3,345	0,188	0,065	0,394	0,02	0,841	0,202
Muestra 7. Mancha verdosa	0,039	71,997	0,005	< LOD	7,13	1,317	0,395	0,051	0,876	2,572	0,049	15,257	0,119
Muestra 8. Pirita, cristal	0,047	6,355	0,026	< LOD	0,065	33,653	0,025	0,041	0,105	0,633	< LOD	15,569	43,202
Muestra 9. Mármol	0,034	54,961	0,007	< LOD	< LOD	0,404	0,354	42,185	0,022	< LOD	< LOD	1,762	0,035

no deben considerarse como representativas sino orientativas, presentan un contenido medio en hierro cercano al 60 %. Una de las muestras presenta una pátina verdosa, a modo de recubrimiento de fractura (fig. 19 d) y da un contenido en cobre ligeramente superior al 7 %. La muestra de pirita de la zanja inferior (fig. 19 e) tiene más de un 40 % de azufre. Ninguna de las muestras metálicas presenta valores significativos de plomo o zinc. No hay antimonio, estaño, cadmio plata u oro. La ganga blanca entre el material ferruginoso (fig. 19 c) es cuarzo y el mármol (fig. 19 f) presenta los valores propios del carbonato cálcico.

ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN RECOGIDA

Parece evidente que existió una zona de extracción de mineral de hierro al aire libre en la zona alta de la ladera oeste del pico Mener. Es posible, sin embargo, que una exploración más detallada permitiera encontrar alguna labor en galería. La información que hemos podido recopilar parece indicar que se aprovechaba mineral superficial, más recolectado que minado. No parecen haber sido explotadas las piritas de la zanja ni tampoco la mina subterránea localizada en cota inferior.

La minería a cielo abierto era ya utilizada desde la Antigüedad, puesto que era mucho más sencillo y menos costoso beneficiar las partes más superficiales de las mineralizaciones que, al oxidarse, como es el caso de la pirita, producían la precipitación de fases secundarias, más enriquecidas en el metal (como sucede con la goetita o la hematites con mayores contenidos en hierro que la pirita), y de más fácil extracción, al ser más blandos que el mineral primario. Estos minerales secundarios conforman el *gossan* o *montera de hierro*, mucho más fácil también de encontrar que la mineralización original, que suele estar a mayor profundidad.

Uno de los temas a analizar son las necesidades de mano de obra. Hay que tener presente que son minas situadas a más de 2000 metros de altura. Además, con las condiciones climatológicas de los siglos XVI-XIX, en plena Pequeña Edad del Hielo, la explotación temporal no podría sobrepasar los seis meses. Así, el 30 de abril de 1663 Bernardo Jordán escribía a Vincencio Juan de Lastanosa diciendo que había estado en la cima del minero y que no había encontrado piedra imán porque “había aún once palmos

de nieve”, al tiempo que le remitía cuarenta y cinco barrillas de hierro (Garcés, 2011).

Como se ha citado, Pallaruelo (1994) estima que en el siglo XVI se producían anualmente cerca de 300 toneladas de hierro en el conjunto de *fargas*, aunque es posible que fuera un pico temporal de demanda. Si lo que explotaban era goetita, que es el aspecto que tenía la mineralización observada, su contenido en hierro está en torno al 63 %. La hematites tiene algo más, un 70 %. Haciendo la estimación de una media de un 60 % en hierro en el mineral, en función de los resultados presentados en la tabla I, el resultado supondría unas 500 toneladas. Asumiendo que por la baja eficacia del sistema se pierda un 20 %, unas 120 toneladas de hierro, sería necesario arrancar un total de 720 toneladas por año. Con la densidad del oligisto (4,27 t/m³), habría que arrancar, transportar y procesar un volumen de 170 m³ de mineral. Con una productividad al aire libre del orden de 1 m³ por día de trabajo y trabajador, con dos peones se pueden disponer las 720 toneladas anuales en tres meses de trabajo. Añádase un experto que organice el trabajo, seleccione zonas de corta y garantice la calidad del producto y así, con tres personas, se puede gestionar la mina. Pallaruelo (1994) y Nieto (1996) sugieren muy pocos mineros. La herramienta es sencilla. Dada la fracturación de la roca, es muy posible el uso de barrones, cuñas metálicas o de madera, punteros y mallos. Estos últimos se usaban también para reducir el tamaño de los bloques de mineral. El alojamiento de los mineros era precario, del estilo de las espartanas *mallatas* de los pastores locales, que en su día fueron objeto de consideración por Ramond de Carbonnières (1792-1795). Lo observado en la zona de las figuras 13 y 16 son meras chozas o cuevas someras. Es posible que el abastecimiento de agua fuera de fusión de nevero, pero no parece un recurso ni abundante ni de calidad, especialmente para las caballerías.

El siguiente paso era el transporte del mineral a las forjas, elemento clave en el precio final del hierro como se señala en la carta de Juan Joulieu a Vicente de Heredia sobre fábricas de hierro y *fargas* en Bielsa y San Juan, y notas sobre lo mismo, fechadas en Bielsa el 22 de noviembre de 1788 (ES/AHPHu_F_000011/000005). Parece que el transporte se realizaba y pagaba de forma independiente al arranque del mineral. Debía ocupar a vecinos y forasteros, con probable preferencia de los primeros. Una de las

funciones de los transportistas era llenar los sacos en las eras, machacando el mineral para mejor transporte. Joulieu señala que las *fargas* ponían sacos a disposición de los trajineros forasteros. Dadas las características del terreno de montaña y la falta de caminos decentes, la carga se realizaba sobre mulos y asnos. Los máximos suelen ser de 150 kilogramos (tres cargas) para los primeros y unos 100 para los segundos, pero probablemente era menor tanto por la distancia como por la calidad de las sendas. La distancia a las *fargas* de Bielsa desde Mener supondría como mínimo unos tres días entre viaje, carga y descarga, pongamos dos viajes por semana. Si la carga se realizaba mediante mulo, a unos 100 kilogramos por cabeza, un tercio menos por burro, los datos de Pallaruelo (1994) supondrían unos 6000 portes por año. Si los caminos a las minas estaban operativos, durante seis meses, en veinticuatro semanas, a dos viajes por semana, suponían cuarenta y ocho viajes. Esto supone unos 125 mulos o unos 210 burros trabajando de continuo. A cuatro caballerías por reata, harían falta de treinta a cincuenta arrieros para el transporte, lo que probablemente sobrepasaba la capacidad de una sola localidad. Un tema a tener en cuenta es la reticencia que tienen las caballerías a pasar por neveros y más si van cargadas.

En cualquier caso, el acceso era largo y tenían que existir lugares de descanso, abrevado y alimentación de hombres y de acémilas. Las construcciones en Las Pardinás, en el valle de Urdiceto parecen haber servido para tal fin. Como señala Pallaruelo (1994), el arreglo de los caminos de acceso, incluido el acondicionamiento de pasos peligrosos, era tema importante. En estos gastos se puede incluir la costosa acequia en Las Pardinás, último punto donde parece encontrarse agua abundante por Urdiceto.

Una cuestión básica era por dónde discurría el camino de acceso desde las minas a las diversas *fargas*. Por el lado de Bielsa, hay tres posibilidades: Tringonier, Mener y Urdiceto. No se ha visto paso desde la zona minada hacia los lagos de Mener y hacia el valle de Tringonier. Desde luego, para ir a Bielsa supondría alargar el camino. El descenso por el barranco de Mener ha sido sugerido por Vivez (2004), pero el camino al canal de la central de Barrosa es reciente y la senda que continúa valle arriba no parece adecuada para caballerías cargadas. Un tema de interés es la referencia que hace Pierre Bernard Palassou sobre grandes planos inclinados desde estas minas (Palassou, 1784). No se han encontrado restos de tal infraestructura

en esta zona. Tampoco parece fácil deducir por dónde pudieran estar. Por otro lado, restos de planos inclinados en madera sí se observan en mina Ana. Quizás se confundió en sus notas.

La tercera opción para salir de Mener sería ir hacia el camino de Urdiceto *por Las Pardinás*. Ya en este valle, hay que descenderlo para llegar a Parzán y Bielsa. Para el valle de Chistén, la salida sería también hacia Urdiceto, y por el *paso de los caballos* bajar por el valle de la Sallena hacia el Cinqueta. Este camino también da paso por el collado de Urdiceto al valle de la Neste de Riou Majou, con lo que un arreglo municipal del camino del valle de Urdiceto tendría más de una función.

Es posible que las forjas de Salinas, muy lejos por ambos caminos, se abastecieran de mineral de otro origen. Zamora en Buil (1997) señala minas en La Comuna, en la linde con Bielsa. También en ES/AHPHu_F_000011/000005 aparece la referencia a mineral de Barleto e incluso el interés en trasladar la forja de San Juan de Plan hacia la Inclusa, ya a principios del siglo XIX. Es interesante que Charpentier mencione Mener y Barleto en conjunto, lugares en los que parece haber estado, dados los datos que proporciona. En el Boletín de la *Comisión del Mapa Geológico Nacional* de 1878, hay un trabajo sobre minerales de hierro en España, firmado por D. A. H., donde se dice: “y en las montañas de Bielsa y sitio llamado Barleto, hay un filón de hidróxido de hierro, en el contacto del granito con las pizarras metamórficas” (Comisión del Mapa Geológico de España, 1876). Por su parte, Mallada (1875) señala que la mineralización de este lugar es de plomo y de cobre. En el mapa topográfico del Instituto Geológico Nacional se señala otro topónimo Mener en Barleto y está la denuncia de la Imperdible que registra Pedro Laguna.

De cualquier modo, es muy posible que haya ocultaciones y fraudes en la documentación. Como señalan Calvo y Calvo (2011), durante el siglo XX se registraron como de hierro, minas de plomo. Es posible que el registro, realizado para hacer un menor pago, tuviera alguna justificación geológica. Vivez (2011) señala también minas registradas por la Société Mines de Suelza, formada por Émile Caplong-Durand, Louis Cardeilhac-Cazaux y Norbert Merens-David, de Toulouse (Francia), para la explotación de una mina de plomo y de diecisiete minas de hierro, todas en Punta Suelza (Gistaín).

El carbón vegetal es una materia prima tan importante como el mineral de hierro. Su producción mediante carboneras estaba totalmente deslocalizada, al contrario que las minas, y podía realizarse a menor altura y, por tanto, durante más meses al año, pero necesitaba bosques con árboles adecuados, que luego tenían que recuperarse. En el lado francés está claro que el carboneo para las ferrerías y otros usos ocasionó una clara deforestación (De Dietrich, 1786; Gaussen, 1931; Desplat, 1973; Woronoff, 1984). En el lado español es posible que la expansión histórica de zonas de prados tuviera alguna relación con el carboneo. Una observación interesante es la existencia de trasmochos en la zona media de Mener.

El último paso tras la *farga* era la comercialización del hierro, tema ya estudiado por Pallaruelo (1994) y Nieto (1996). En González-Tascón (1999) aparecen precios de objetos de hierro de Bielsa, situados en Zaragoza en 1568: 14 sueldos para una azada ancha, 13,3 para una azada-pico y 10 sueldos para un azadón estrecho. En el mismo texto se señala que 1 sueldo era equivalente a un poco más de 10,2 euros actuales. Otra vez el transporte tenía un evidente peso en el precio final. En la Antigüedad esto protegía la zona aragonesa de la competencia del hierro del Ariège, pero tenía que sufrir la competencia del hierro turolense, zaragozano, navarro y guipuzcoano, donde las minas estaban mucho más cerca de las fraguas y podrían trabajar durante más tiempo al año. Desde luego, en el momento en que se mejoraron las comunicaciones en el XVIII, por ejemplo, con la construcción del Canal Imperial, las forjas del alto Cinca estaban ya condenadas. Queda en el aire si no se vendió hierro de Bielsa en localidades francesas próximas.

Es posible pero poco probable, por la concurrencia con el hierro del Ariège, aunque Jorre (1936) menciona que el hierro de una *ferrière d'Ossau* era menos duro pero también menos caro que el español. Pero, por otro lado, hay que tener en cuenta que Marsan (1900) indica que se utilizó hierro alemán en el fallido proyecto de construir un túnel bajo el puerto de La Pez.

Un tema de cierto interés es la localización y la caracterización de objetos de hierro de Bielsa, tema que queda como trabajo de futuro. En estos momentos solo se han sugerido tres como de tal procedencia: la reja de la ermita de la Virgen de Pineta; otra reja de una casa de Bielsa, hoy depositada en el museo de esta localidad, y un gozne de puerta procedente de una



Fig. 20. Pieza de hierro localizada en una *mallata* derruida en La Larri (Pleta As Pardas).
Coordenadas aproximadas: X: 261 250, Y: 4731 670; 2030 metros s. n. m.

cabaña de pastor en el puerto de La Larri. Este último (fig. 20), analizado mediante pXRF, ha ofrecido una composición de 46,4 % de hierro, 1,97 % de manganeso, 0,12 % de azufre y 0,19 % de fósforo. Un trozo de una pequeña herradura, probablemente para burro, encontrado en un canchal, cerca de las ruinas de la figura 8, ofreció un 55 % de hierro, un 0,15 % de manganeso, un 0,15 % de azufre y un 0,6 % de fósforo. Evidentemente, el tema necesita más estudio.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se inscribe dentro del estudio financiado por la Comarca de Sobrarbe y el Geoparque Sobrarbe-Pirineos. Ha sido de gran utilidad la colaboración de Juan José Generelo y del resto del personal del Archivo Histórico Provincial de Huesca. Agradecemos también la ayuda de José María Escalona, del Museo de Bielsa, y de Roberto Serrano, alcalde de San Juan de Plan, así como del Ayuntamiento de Bielsa. Fueron muy agradables las charradas con J. Vidallé, de Parzán, tras las diversas salidas. Eugenio Monesma aportó información sobre expedientes mineros en legajos de Montes, y Carlos Garcés, sobre la correspondencia de Vincencio Juan de Lastanosa. María Dolores Giménez, Begoña García y José Ramón López colaboraron en el trabajo de campo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aldama, J. (1846). Apuntes geognóstico mineros de la provincia de Huesca y parte de la de Zaragoza o el territorio designado con el título de Alto Aragón. *Anales de Minas*, tomo IV: 191-233. Imprenta de D. A. Espinosa y compañía. Madrid.
- Alvargonzález, R. (1985). Tranvías y espacio público urbano en Gijón (1889-1963). *Eria*, 9: 131-187.
- Asso, I. J. de (1798). *Historia de la economía política de Aragón*. Imprenta de F. Magallón. Zaragoza. 487 pp.
- Baccigalupi, L. (1795). *Disposición de los valles, y puertos de la frontera de Aragón*. Servicio Geográfico del Ejército. Madrid. Cartoteca Histórica. Huesca, n.º 23.
- Bielza de Ory, V., J. L. Corral, S. Escolano, C. Laliena, Á. Sesma y A. Ubieto (1986). *Estudio histórico-geográfico del valle de Bielsa*. IEA. Huesca. 224 pp.
- Bowles, G. (1782). *Introducción a la historia natural y a la geografía física de España*. 2.ª ed. Imprenta Real. Madrid. 573 pp.
- Buil, L. J. (1997). *Viaje por el alto Aragón (noviembre del año 1794)*. La Val de Onsera. Huesca. 251 pp.
- Calvo, G., y M. Calvo (2011). La Sociedad Minero Metalúrgica de Peñarroya en el Pirineo de Huesca. En *Actas del XII Congreso Internacional sobre Patrimonio Geológico y Minero*: 389-398. Geoparque Sobrarbe-Pirineos. Comarca de Sobrarbe / Sociedad Española para la Defensa del Patrimonio Geológico y Minero. Madrid.
- Cantelaube, J. (2005). *La forge à la catalane dans les Pyrénées ariégeoises: une industrie à la montagne (XVII^e-XIX^e siècle)*. Tesis doctoral. Université Toulouse–Le Mirail. 805 pp.
- Castro Serrano, J. (1867). *España en París: Revista de la Exposición Universal de 1867*. Imprenta General de Ch. Lahure. París. 203 pp.
- Charpentier, J. (1823). *Essai sur la constitution géognostique des Pyrénées*. Levrault. París. 632 pp.
- Comisión del Mapa Geológico de España (1876). *Minerales de hierro de España*. Boletín de la Comisión del Mapa Geológico de España. Imprenta de M. Tello. Madrid. 404 pp.
- Comisión Regia de España (1867). *Catálogo general de la sección española*. Imprenta de Ch. Lahure. París. 505 pp.
- Cuchí, J. A. (2017). Lucas Mallada en el Alto Aragón. *Lucas Mallada*, 19: 135-163.
- Cuchí, J. A., J. J. Generelo, J. I. Canudo y A. Ortas (2022). Aportaciones a la gestión del hierro de Bielsa en el siglo XVIII. *Argensola*, 132: 185-216.
- De Dietrich, F. F. (1786). *Description des gîtes de minéral des forges et des salines des Pyrénées: suivie d'observations sur le fer mazé et sur les mines des sards en Poitou*. Didot. París. 597 pp.
- Desplat, C. (1973). La forêt béarnaise au XVIII^e siècle. *Annales du Midi*, 85 (112): 147-171.

- Dubois, C. (2020). Industrie minière et circulation transpyrénéenne à la fin du XIX^e et au début du XX^e siècle. En J. C. Minovez y P. Poujade, *Circulation des marchandises et réseaux commerciaux dans les Pyrénées (XIX^e-XX^e siècle)*: 275-286. Presses Universitaires du Midi. Toulouse.
- Fanlo, I. (1994). Los yacimientos de galena y fluorita de Ruego y Parzán (Bielsa, Pirineo aragonés). *Boletín de la Sociedad Española de Mineralogía*, 14: 231-238.
- Fernández Piñar, C. (2019). Origen, localización y evolución de los panares del municipio de Gistaín. *Historia Agraria*, 78: 67-97.
- Founaud, P. (2017). El molino de Sarvisé: la producción de energía eléctrica. 2.^a parte. *El Gurrión*, 146: 38-42.
- François, J. (1843). *Recherches sur le gisement et le traitement direct des minerais de fer dans les Pyrénées et particulièrement dans l'Ariège: suivies de considérations historiques, économiques et pratiques sur le travail du fer et de l'acier dans les Pyrénées*. Carilian-Goeury et V. Dalmont. París. 393 pp.
- Fuentes Byrlain, J. (s. f.). Memoria sobre las minas que constituyen el coto Dos Hermanos. Mecanografiado.
- Garcés, C. (2011). Duendes, brujas y demonios en un libro adquirido por el IEA que perteneció a Lastanosa, publicado en 1621 por el médico aragonés Salvador Ardevines. *Argensola*, 121: 123-144.
- Gausson, H. (1931). Les forêts de la vallée d'Aure. *Revue géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*, 2 (3): 241-250.
- Guirao, R. (2008). *Anales de la guerra de la Independencia española en el Alto Aragón (1808-1814)*. IEA. Huesca. 477 pp.
- González Tascón, I. (1999). *Felipe II: los ingenios y las máquinas. Ingeniería y obras públicas en la época de Felipe II*. Sociedad Estatal para la Conmemoración de los Centenarios de Felipe II y Carlos V. Madrid. 490 pp.
- IGME (1982a). *Mapa geológico Nacional 1 : 50 000. Hoja 179. Bielsa*. 48 pp. y un mapa.
- IGME (1982b). *Mapa geológico Nacional 1 : 50 000. Hoja 147 Lianas*. 26 pp. y un mapa.
- IGME (2019). *Mapa geológico del Parque Nacional de Ordesa y Monte Perdido 1 : 25 000*.
- Jarque, E., y J. A. Salas (1997). El último exilio de la Edad Moderna: la expulsión de los franceses al final de la guerra de la Independencia. En A. Mestre y E. Giménez, *Distancias y exilios en la España moderna: actas IV Reunión Científica de la Asociación Española de Historia Moderna*: 783-799. Universidad de Alicante. Alicante.
- Jorre, G. (1936). Les mines des Pyrénées des Gaves. *Revue Géographique des Pyrénées et du Sud Ouest*, 7 (2): 148-168.
- Junta Superior Facultativa de Minería (1886). *Estadística minera de España correspondiente al año de 1885*. Imprenta del Colegio Nacional de Sordomudos y de Ciegos. Madrid. 178 pp.

- Lamicq, P. (1990). Les voyages de “Monsieur Guillaume”: Malesherbes dans les Pyrénées en 1767. iv. Le voyage d’Aragon. *Pyrénées*, 163-164 (3-4): 247-281.
- Madoz, P. (1847). *Diccionario geográfico-estadístico-histórico de España y sus posesiones de ultramar*. Tomo IX. Establecimiento Tipográfico-Literario Universal. Madrid. 672 pp.
- Maestre, A. (1845). Descripción geognóstica del Distrito Minero de Aragón y Cataluña. *Anales de Minas*, t. III: 193-278.
- Mallada, L. (1875). *Breve reseña geológica de la provincia de Huesca*. Imprenta T. Fortanet. Madrid. 64 pp.
- Mallada, L. (1878). *Descripción física y geológica de la provincia de Huesca. Memorias de la Comisión del Mapa Geológico de España*, [VI]. Imprenta y Fundación de Manuel Tello. Madrid. 439 pp., 2 lám. pleg. Edición facsímil, con prólogo de José M.^a Ríos, Huesca, IEA (Rememoranzas, 4), 1990.
- Marsan, F. (1900). *Un projet de route transpyrénéenne pour relier directement Paris et Madrid à la fin du XVIII siècle*. Imprimerie Nationale. París. 35 pp.
- Muthuon, J. M. (1808). *Traité des forges dites catalanes, ou l’art d’extraire directement et par une seule opération le fer de ses mines*. Imprimerie Départementale. Turín. 237 pp.
- Nieto, J. J. (1996). El proceso sidero-metarlúrgico altoaragonés: los valles de Bielsa y Gistaín en la Edad Moderna (1565-1800). *Llull*, 19 (37): 471-508.
- Oliva-Urcia, B., E. L. Pueyo y A. M. Casas (2006). Fábricas en el Triásico de la lámina de Bielsa (Pirineo Axial): ¿indicadoras de distinto grado de deformación? En M. Calvo (coord.), *Paleomagnetismo en la península ibérica: MAGIBER I*: 101-112. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Burgos. Burgos.
- Orellana, F. J. (1867). *La Exposición Universal de París en 1867*. Librería de Manuero. Barcelona. 612 pp.
- Palassou, P. B. (1784). *Essai sur la minéralogie des Monts Pyrénées*. Didot, Alex, Esprit. París. 124 pp.
- Pallaruelo, S. (1994). El hierro en los valles de Bielsa y Gistaín en el siglo XVI. *Revista del Centro de Estudios de Sobrarbe*, 1: 135-161.
- Pereda, M. J. (2017). Republicanos en Almansa. La Agrupación Municipal de Izquierda Republicana. En *Actas XXI Jornadas de Estudios Locales*: 135-367.
- Picot de Lapeyrouse, Ph.-I. (1786). *Traité sur les mines de fer et les forges du comté de Foix*. Desclassan. Toulouse. 390 pp. + 5 planchas.
- Ramond de Carbonnières, L. F. É. (1792-1795). *Carnets Pyrénéens*. Edición a cargo de P. Debofle. MonHélios. Pau. 99 pp. + anejos.
- Salas, J. A. (1993). Extranjeros en el corregimiento de Barbastro en el siglo XVIII. *Somontano*, 3: 41-64.
- Solana, J. (2020). *Las minas de cobalto de San Juan de Plan (San Chuan)*. Rolde de Estudios Aragoneses. Zaragoza. 200 pp.

- Tomàs, E. (1999). The catalan process for the direct production of malleable iron and its spread to Europe and the Americas. *Contributions to Science*, 1 (2): 225-232.
- Van Lith, J. G. J. (1968). Geology of the Spanish part of the Gavarnie Nappe (Pyrenees) and its underlying sediments near Bielsa (Province of Huesca). *Geologica ultraiectina*, 10: 1-64.
- Verna, C. (2002). *Le temps des moulins: fer, technique et société dans les Pyrénées centrales (XIII^e-XVI^e siècles)*. Publications de La Sorbonne. París. 425 pp.
- Vivez, Ph. (1997a). Un centro industrial en el término de Bielsa: el Hospital de Parzán. Actividades transfronterizas para la explotación del plomo argentífero desde finales del siglo XIX hasta principios del siglo XX. En *Relaciones históricas del valle de Bielsa con Francia*: 37-61. Ayuntamiento de Bielsa.
- Vivez, Ph. (1997b). Minas del Hospital de Parzán. En *Relaciones históricas del valle de Bielsa con Francia*: 63-95. Ayuntamiento de Bielsa.
- Vivez, Ph. (2001). Los senderos del hierro y de la plata en los altos valles del Aure y del Cinca: ocio, negocio y cultura. *Tresorols*, 6: 40-46.
- Vivez, Ph. (2002). El camino del ferrocarril aéreo de la mina Luisa en el hospital de Parzán. *Aragón turístico y monumental*, 78 (354): 37-38.
- Vivez, Philippe (2004). ¿Qué más sabemos sobre las minas de Mener?: las minas de hierro del valle de Bielsa (Alto Aragón), siglos XIII a XIX. *Revista del Centro de Estudios de Sobrarbe*, 10: 61-80.
- Vivez, Ph. (2012a). La Revolución Industrial frente al Monte Perdido: la empresa internacional Societé des Mines de Parzan (1912-1928), valle de Bielsa, Sobrarbe, Aragón. En *Actas XII Congreso Internacional sobre Patrimonio Geológico y Minero*: 10-24. Geoparque Sobrarbe-Pirineos. Comarca de Sobrarbe / Sociedad Española para la Defensa del Patrimonio Geológico y Minero. Madrid.
- Vivez, Ph. (2012b). Excursión por el circo de Barrosa: minas de Parzán. En *Actas XII Congreso internacional sobre Patrimonio Geológico y Minero*, t. III, *Salidas al campo*: 67-80. Geoparque del Sobrarbe. Comarca de Sobrarbe / Sociedad Española para la Defensa del Patrimonio Geológico y Minero. Madrid.
- Woronoff, D. (1984). Forges prédatrices, forges protectrices. *Revue géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest*. 55 (2): 213-218.
- Yuste, A., I. Subías y C. Fernández-Nieto (1997). El filón Ana (Bielsa, Huesca): aspectos estructurales e implicaciones genéticas. *Boletín de la Sociedad Española de Mineralogía*, 20-A: 63-64.