

**Intercambio de expertos y técnicas mineras referidas  
al azogue entre ambos lados del Atlántico durante el  
periodo colonial**

*María Silvestre Madrid y Emiliano Almansa Rodríguez*  
ORCID: 0000-0003-3933-0018 y 0000-0003-3918-5308  
*Universidad de Castilla-La Mancha*



**RESUMEN:** Durante los siglos XVII y XVIII hubo una intensa transferencia de conocimientos minero-metalúrgicos entre las minas de mercurio de Almadén y las de la América Colonial, especialmente con la de Huancavelica. Este intercambio se realizó en ambos sentidos y no solo fue tecnológico sino también humano, pues en varias ocasiones mineros de Almadén, en su mayoría españoles, pero a veces también alemanes afincados en Almadén, fueron destinados a las minas del Nuevo Mundo.

*Palabras clave:* Almadén, Huancavelica, mercurio (azogue), mineros, transferencia.

**ABSTRACT:** During the seventeenth and eighteenth centuries, there was an intense transfer of mining and metallurgical knowledge between the mercury mines of Almadén and those of Colonial America, especially with Huancavelica. This exchange was performed in both directions and was not only technological but also human, because in several occasions Almadén miners, mostly Spanish, but sometimes Germans based in Almadén, were destined to the mines of the New World.

*Key words:* Almadén, Huancavelica, mercury (quicksilver), miners, transfer.

## INTRODUCCIÓN

Almadén, situado al suroeste de la provincia de Ciudad Real, en la mitad centro-sur de la península ibérica, ha sido el mayor yacimiento de mercurio del mundo. Explotado desde hace más de dos milenios, se calcula que ha producido la tercera parte del mercurio consumido por la humanidad hasta la fecha.<sup>1</sup> Almadén adquirió una enorme importancia cuando Bartolomé de Medina aplicó el método de amalgamación a los minerales de plata de baja ley en 1555 en las minas de Pachuca (virreinato de Nueva España). Mediante este método, el mercurio o azogue extrae el oro y la plata de las rocas que lo contienen. A mediados del siglo XVI, la puesta en explotación de la mina de mercurio de Huancavelica (virreinato del Perú), que ocupa el cuarto lugar en cuanto a producción mundial, permitió que Almadén surtiera sobre todo a las minas de plata mexicanas, mientras que Huancavelica abastecía preferentemente a las del Alto Perú.

---

1 Hernández Sobrino, Ángel, *Las minas de Almadén*, Madrid, Minas de Almadén y Arrayanes, S.A., 1995, 22-23.

En el siglo XVI, la minería alemana era la más avanzada de Europa, de modo que los banqueros Fugger que tuvieron en asiento las minas de Almadén en diferentes períodos entre 1525 y 1645, trajeron expertos mineros alemanes para su explotación. No es de extrañar, por tanto, que ya en el reinado de Carlos I, a través de la Capitulación de 27 de marzo de 1528, éste concediera permisos a los alemanes Enrique Ehinger y Jerónimo Sayler para descubrir, conquistar y poblar las tierras de la costa entre el cabo de la Vela y Maracapana.<sup>2</sup> La mencionada capitulación estipulaba que los alemanes, en el plazo de dos años fundarían dos poblaciones de al menos 300 hombres cada una, enrolarían 50 mineros alemanes para repartirlos en Tierra Firme y en las islas, y construirían tres fortalezas.

Diez años después, también algún minero de Almadén fue destinado al virreinato de Nueva España, como es el caso de Antonio de Mesa;<sup>3</sup> no obstante, fue la explotación de la mina de azogue de Huancavelica en el virreinato del Perú, la que provocó el mayor tránsito de expertos mineros y horneros almadenenses.

## OBJETIVOS DEL TRABAJO Y ANTECEDENTES DEL MISMO

La investigación realizada pone de relieve que la minería peninsular y la colonial no se mantuvieron aisladas entre sí durante la Edad Moderna, sino que por el contrario tuvieron una relación constante y fluida de técnicas y hombres. Esta relación fue especialmente intensa entre las dos mayores minas de azogue del imperio español: Almadén, en el reino de Castilla, y Huancavelica, en el virreinato del Perú. Este intercambio de conocimientos y de expertos permitió aumentar la producción de azogue de Huancavelica y de Almadén, y, en consecuencia directa, incrementar la de las minas de plata de los virreinos del Perú y Nueva España.

Las fuentes primarias del estudio provienen de diversos archivos y bibliotecas, sobre todo del Archivo General de Indias (Secciones de Contratación, Mapas y Planos, y Patronato) pero también del Archivo Histórico Nacional (Sección de Fondos Contemporáneos-Minas Almadén). Además, se han consultado diversos fondos de la Real Biblioteca (Biblioteca del Palacio Real de Madrid) y de la Biblioteca Nacional de España.

Las fuentes secundarias proceden fundamentalmente de los libros y artículos de los siguientes autores. Sobre las minas de Almadén son especialmente interesantes para la época que nos ocupa los libros de Rafael Gil Bautista (siglo XVIII), Ángel Hernández Sobrino (en general) y Antonio Matilla Tascón (1646-1799).

Sobre la mina de Huancavelica, las aportaciones más importantes proceden de Guillermo Lohmann Villena (siglos XVI y XVII), Miguel Molina Martínez (siglo XVIII), Ángel Hernández Sobrino (siglo XVIII), Mervyn Lang (finales del XVIII) e Isabel Povea Moreno (principios del XIX). Por su parte, Kendall W. Brown y Octavio Puche Riart han tratado la actuación del ingeniero Pedro Subiela en Huancavelica.

En cuanto al intercambio humano y técnico de la minería entre ambos lados del Atlántico y más especialmente entre las minas de azogue de Almadén y Huancavelica, destaca también la contribución de María Silvestre Madrid,<sup>4</sup> *et al.*

2 Archivo General de Indias (AGI), *Indiferente*, 421, L.12, F.296R-297R, Burgos, 12 de febrero de 1528.

3 AGI, *Contratación*, 5536, L.5, F.125, Sevilla, 17 de septiembre de 1538.

4 Sobre las relaciones entre Almadén y América Colonial, la primera de ellos leerá en breve su tesis doctoral en la Universidad de Córdoba.

## INTERCAMBIOS TÉCNICOS EN LA METALURGIA DEL AZOGUE

Los procedimientos metalúrgicos del azogue sufrieron una evolución técnica durante el periodo colonial, de modo que los hornos de xabecas, de origen árabe, y también los de reverbero, procedentes de la región del Tirol, fueron sustituidos hacia 1630 en Huancavelica y 1646 en Almadén por los hornos de aludeles, de mayor rendimiento y más higiénicos desde el punto de vista laboral.

### LAS XABECAS Y HORNOS DE REVERBERO

En el siglo XVII, la necesidad de hacer frente a una creciente demanda de mercurio por parte de la minería argentífera estimuló la imaginación de inventores, produciéndose innovaciones en el proceso de la metalurgia del azogue, que culminarían con el nuevo sistema de aludeles, el cual perduró durante largo tiempo. La iniciativa de la innovación surgió en Huancavelica, donde se produjeron las novedades más importantes, buena parte de las cuales cruzaron al otro lado del Atlántico para introducirse en Almadén.

En la primera década del siglo XVII y durante el virreinato del marqués de Montesclaros se realizaron ensayos para mejorar el procedimiento de destilación del mercurio. Se enfrentaron entonces los dos sistemas utilizados en el área hispánica: los hornos de reverbero introducidos en Almadén en dicha década y los de xabecas, sustituidos en la mina española por aquellos, pero vigentes en la peruana desde su introducción por Contreras, los cuales sufrieron algunas modificaciones para mejorar su rendimiento, sobre todo en lo referente al alto consumo de combustible.

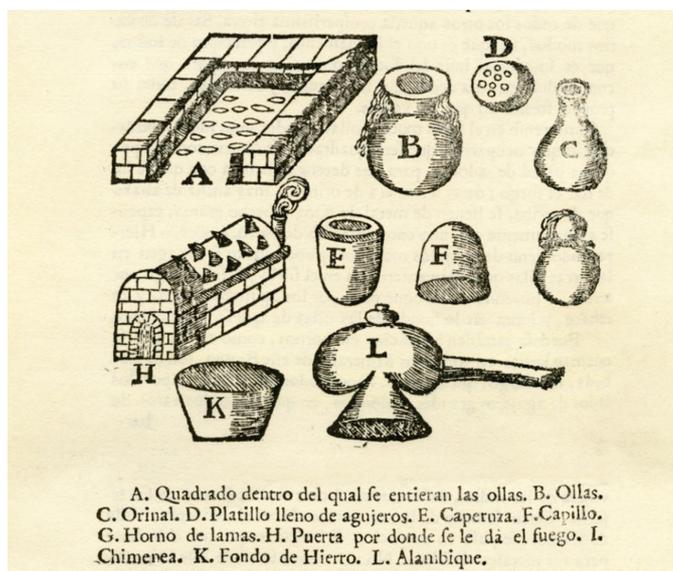


Figura 1. Modos de sacar el azogue según explicación de Álvaro Alonso Barba<sup>5</sup>

<sup>5</sup> Alonso Barba, Álvaro, *El arte de los metales*, Madrid, Imprenta del Reino, 1640, 170. El horno A corresponde al método seguido en Huancavelica y el H al seguido en Almadén.

Mientras tanto, la mina de Almadén atravesaba dificultades de producción, a pesar de que los Fugger habían implantado los hornos de reverbero, a semejanza de los que utilizaban en sus minas del Tirol. El problema principal era la falta de mano de obra, pues los forasteros no querían trabajar en la mina y el Consejo de Hacienda no les remitía los forzados necesarios para las labores subterráneas. No obstante, la Corona quería que la Almadén produjera 10.000 quintales de azogue anuales, ya que en las minas de plata coloniales escaseaba, por lo que se hubo de recurrir en la primera mitad del XVII a comprar azogue a la mina de Idria.<sup>6</sup>

Cuando más tarde llegó a la mina de Huancavelica, enviado por la Corona, un técnico de Almadén, Juan de Buendía, con la misión, entre otras, de renovar la metalurgia de la mina de ultramar, éste se vio obligado a reconocer que los procedimientos castellanos no podían mejorar el rendimiento de la mina peruana.<sup>7</sup>

En 1617 se habló mucho en Huancavelica de un nuevo sistema de hornos de reverberación, cuyo invento se atribuía al dominico Fray Miguel de Monsalve, un fraile sevillano que pasó al Perú en 1566. Por más que el religioso se adjudicara la exclusiva, según Lohmann la invención de Monsalve no era tal y consistía únicamente en una modificación de los hornos utilizados en Almadén.<sup>8</sup>

En cualquier caso, bien porque el rendimiento de los hornos de xabecas se considerara satisfactorio, bien porque los experimentos con el nuevo sistema no alcanzaran el resultado apetecido, las viejas xabecas almadenenses siguieron utilizándose en Huancavelica hasta la invención allí del procedimiento de aludeles.

Mientras tanto, en Almadén se seguían utilizando los hornos de reverberación hasta la introducción de los de aludeles a mediados del siglo XVII. A pesar de todo, las relaciones de Huancavelica con la mina de Almadén continuaron siendo estrechas.

#### LOS HORNOS DE ALUDELES

La mayor aportación de América en el campo de la metalurgia del azogue fue, sin duda, la invención de los hornos de aludeles, llamados también busconiles y dragones. Un aludel es un caño de barro cocido que se enchufaba en fila con otros caños, sirviendo el conjunto para condensar los vapores de mercurio producidos por la calcinación del mineral. Dichos caños estaban enlodados entre sí para evitar pérdidas.

En 1633, en las minas peruanas de Huancavelica el médico buscador de minas Lope de Saavedra Barba construyó este tipo de hornos, muy diferente a los de xabecas, utilizados por entonces en Huancavelica, y a los hornos alemanes de reverbero empleados en Almadén.<sup>9</sup> Los nuevos hornos de aludeles desplazaron con rapidez a las xabecas, pues consumían menos leña y permitían tratar en cada cochura más de cien quintales de mineral, mientras que en las ollas de xabecas tan solo se podían beneficiar alrededor de cuatro quintales en cada jornada.

6 Silvestre Madrid, María, *et al.*, “El mercurio de Almadén, llave de la plata americana”, coord. Vasconcelos e Sousa, Gonçalo, Paniagua Pérez, Jesús, Salazar Simarro, Núria, *Aurea Quersoneso: estudios sobre la plata iberoamericana: siglos XVI-XIX*, Oporto, 2014, 25.

7 Lohmann Villena, Guillermo, *Las minas de Huancavelica en los siglos XVI y XVII*, Sevilla, Escuela de Estudios Hispano-Americanos, 1949, 20.

8 *Ibidem*, 249.

9 *Ibidem*, 296.

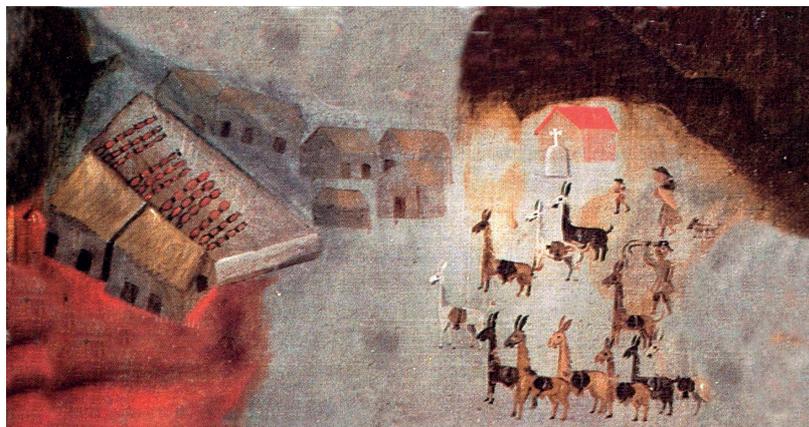


Figura 2. Asiento de fundir el azogue según invención de Saavedra Barba<sup>10</sup>

La contribución más significativa de los hornos de aludeles a la metalurgia del mercurio era que se abandonaba el sistema de ollas empleado hasta entonces y se pasaba a transformar el metal en unos hornos en los que se tostaba mejor el mineral que tenía menor contenido en mercurio. Con anterioridad, tanto en las ollas de xabeca como en las de reverbero se introducían en su interior solamente los trozos de mineral más rico, desechándose los de menor ley.<sup>11</sup>

Lope Saavedra Barba era un médico, natural de Siruela (Badajoz), pueblo cercano a Almadén, que se había asentado en Huancavelica hacia 1617. Aficionado a la minería, pasó a formar parte de los denominados buscones,<sup>12</sup> por lo que algunos llamaron también busconiles a los hornos de aludeles. Dedicó este invento al rey Felipe IV, pero de la recompensa, que suponía el 2% de todo el azogue que se sacase en sus hornos durante tres vidas o generaciones, se encargó el gremio de azogeros de Huancavelica, ya que incoaron juicio contradictorio, alegando que Saavedra no había cumplido lo prometido. Así que éste tuvo que demostrar de nuevo que su invento mejoraba el rendimiento de las xabecas y, por fin, un Acuerdo General de Hacienda del 28 de noviembre de 1644 declaró que había cumplido su promesa y que tenía pleno derecho a cobrar la recompensa.<sup>13</sup>

En cambio, Juan Alonso de Bustamante, un avisgado mayordomo de la mina de Huancavelica que conocía de primera mano el invento de Saavedra, cruzó el Atlántico y lo presentó en España como si fuera de su invención. Autorizado a construir el nuevo modelo de hornos en Almadén, el primero de ellos fue bautizado como Nuestra Señora de la Concepción,<sup>14</sup> realizándose la primera cochura de mineral el 19 de octubre de 1646 con una carga del horno de 280 quintales. A la vista del satisfactorio resultado, Bustamante obtuvo permiso para derribar todos los hornos de reverberación y con sus mismos materiales construir los de aludeles. Como reconocimiento a su brillante actuación, Bustamante fue nombrado superintendente de las minas de Almadén el 7 de noviembre de 1647.

10 Vista parcial del plano de la Real mina de azogue de Huancavelica dibujado por Juan Esteban de Oliva en 1742 y que se encuentra en el Archivo Histórico de Minas de Almadén.

11 Gil Bautista, Rafael, *Las minas de Almadén en la Edad Moderna*, Alicante, Publicaciones de la Universidad de Alicante, 2015, 247.

12 Gamboa, Francisco Javier de, *Comentarios a las Ordenanzas de Minas*, Madrid, Oficina de Joachim Ibarra, 1761, 491.

13 Lohmann, 1949, 300.

14 Matilla Tascón, Antonio, *Historia de las minas de Almadén*, Madrid, Minas de Almadén y Arrayanes e Instituto de Estudios Fiscales, 1987, 90.



Figura 3. Hornos de aludeles San Eugenio y San Julián<sup>15</sup>

#### ENVÍO DE MAESTROS MINEROS DE ALMADÉN E INGENIEROS DE MINAS A AMÉRICA

Además del intercambio técnico en los procesos metalúrgicos del azogue entre ambos lados del Atlántico, hubo también un aporte humano, aunque este se realizó solo en el sentido de la metrópoli a las colonias americanas. Este envío de maestros mineros ocurrió durante el siglo XVII y gran parte del XVIII, si bien a finales de esta centuria fueron ingenieros de minas de la Academia de Almadén los que fueron destinados a América colonial.

#### JUAN DE BUENDÍA Y OTROS ESPECIALISTAS MINEROS DE ALMADÉN

Las labores mineras en Huancavelica se habían hecho al principio a cielo abierto, abriendo a modo de zanjas sobre las áreas mineralizadas, pero la inclinación de las vetas de cinabrio obligó a que cada vez hubo de removerse más tierra y rocas, llegando a un punto en que era muy peligroso el trabajo en esas condiciones debido a la fuerte inclinación de los hastiales de las trincheras. De hecho, se produjeron algunos accidentes por avalanchas de barro y piedras, por lo que pasó a trabajarse bajo tierra.<sup>16</sup>

Por su parte, las labores subterráneas tenían el inconveniente de la falta de ventilación, lo que provocaba un intenso calor y la aparición de enfermedades entre los trabajadores, en su mayor parte indios. Además de un gas que los mitayos llamaban “umpé” y que en aquella época se atribuyó al arsénico, aunque ahora parece más probable que fuera monóxido de carbono; además en la mina aparecía el vapor de mercurio, causante del azogamiento o hidrargirismo. Esta enfermedad era bien conocida en Almadén, donde afectaba a muchos mineros.

El tratamiento del mineral también encerraba sus riesgos, pues la trituración del mismo producía mucho polvo, lo que invariablemente generaba silicosis en los operarios. Por otra parte,

<sup>15</sup> Restaurados en 2006 y ubicados en el Parque minero de Almadén, funcionaron en las minas de Almadén entre 1720 y 1928.

<sup>16</sup> Lohmann, 1949, 171.

durante la destilación del cinabrio se originaban vapores de mercurio, que ocasionaban hidrargirismo a los operarios que trabajaban en los hornos. Huancavelica ocupaba a principios de la década de 1620 a unos 2.200 mitayos, buena parte de los cuales enfermaban o morían por los extraordinarios riesgos de las labores mineras y metalúrgicas.

En 1605, siendo administrador de Huancavelica Arias de Ugarte, era perentoria la apertura de lumbreras para ventilar las explotaciones, pero nadie sabía cómo ejecutar con seguridad estos pozos verticales de varias decenas de metros de longitud para comunicar las labores con superficie. Arias de Ugarte propuso al virrey que pidiera a la Corona el envío a Huancavelica de algunos mineros expertos de Almadén. Hecha la petición, la Corona accedió a lo solicitado y a finales de 1607, la Casa de la Contratación les dio la licencia para pasar a Indias y embarcaron en 1608.<sup>17</sup>

En 1609, siendo ya gobernador de Huancavelica Ozores de Ulloa, llegaron desde la mina castellana a la peruana el equipo de expertos con la misión de mejorar las técnicas empleadas en ultramar. Entre los elegidos estaba el antes citado capataz de mina Juan de Buendía, al que acompañaba su mujer y su hija, pues sabía que abandonaba España para siempre. Otros operarios escogidos fueron el alarife Gaspar Guerra; los entibadores Martín Sánchez, Andrés Muñoz y Hernán García; y algunos otros mineros de menor cualificación.<sup>18</sup>

Buendía y sus compañeros empezaron a trabajar en la mina y bien que se dejaron notar sus conocimientos técnicos. A Buendía, como se le prometió, se le otorgó categoría de veedor y permaneció en Huancavelica dirigiendo todas las labores mineras hasta su retiro en 1625, exceptuando una breve suspensión de sus funciones en 1617 impuesta por el visitador Solórzano.

Buendía y Guerra, también ascendido a veedor, plantearon a Ozores de Ulloa la urgente necesidad de abrir una chimenea de ventilación de unos 45 metros de longitud que pusiera en comunicación el exterior con una labor subterránea conocida como Juan García.<sup>19</sup> El gobernador autorizó la ejecución del pozo y los trabajos comenzaron en marzo de 1610. Poco más de un mes después, trabajando día y noche sin parar, la lumbrera estaba terminada y el aire fresco penetró en la explotación con gran alivio de los trabajadores. Los entibadores se encargaron a continuación de ademarla para que no se derrumbara.<sup>20</sup>

Otra obra de gran envergadura fue la construcción del socavón Nuestra Señora de Belén, comenzado en 1609 y al que todavía en 1618 restaban 632 metros para concluirlo. En dicho año se nombró veedor del mismo a Fernando Díaz de Villalba, un minero almadenense que había acreditado su capacidad técnica en Potosí y que llevaba en Huancavelica desde 1613. Aunque Villalba fue a Perú con una cédula que garantizaba su nombramiento como alcalde mayor de Huancavelica, el virrey Marqués de Montesclaros no lo llevó a efecto. En el memorial que el veedor Díaz de Villalba remitió a Su Majestad, explicó que el mayor problema que existía en Huancavelica era:

*(...) la falta de respiración que nos amenaza en lo de adelante, así por la profundidad en que se han ido poniendo las labores como por los pocos o ningunos desmontes que se sacan, con lo que se van ensolbando (sic) las oquedades y falta lugar por donde esparcirse los vapores y calor de los indios.<sup>21</sup>*

17 AGI, *Contratación*, 5298, N. 2, R. 47, Sevilla, 14 de noviembre de 1607.

18 Lohmann, 1949, 194-195.

19 Aunque casi todas las labores subterráneas tenían nombres de santos, unas pocas se denominaban con los nombres de los mineros a los que se les había adjudicado su explotación.

20 Lohmann, 1949, 233.

21 AGI, *Patronato* 239, R.47, 1618, Huancavelica, 8 de abril de 1618.

## NUEVOS MINEROS EXPERTOS DE ALMADÉN PARA HUANCVELICA

En 1735 fue nombrado para el cargo de gobernador de Huancavelica y superintendente general de azogues del Perú, Jerónimo de Sola y Fuente, a sugerencia de José Cornejo e Ibarra, superintendente general de azogues en España. Su nombramiento se debió a las nuevas directrices de José Patiño, ministro de Felipe V, que quería privar al virrey del Perú de la jurisdicción de Huancavelica y que fuese la Corona la que directamente asumiera su administración. En consecuencia, el cargo de gobernador y superintendente de Huancavelica debía ser elegido por la Corte entre alguno de los miembros del Consejo de Indias u otro organismo similar. Sola era ministro togado de dicho Consejo y, aun así, el virrey del Perú y la Audiencia de Lima se opusieron a su nombramiento.<sup>22</sup>

Antes de partir Sola para su nuevo destino, Cornejo, quien había sido superintendente de las minas de Almadén, lo envió a la localidad minera para que se instruyera en los asuntos de mina y seleccionara a un equipo de mineros expertos para acompañarle en su misión americana. Los elegidos fueron: Alonso Arenas (capataz de la mina del Castillo), Miguel de Moya (capataz de herrerías), Francisco Gutiérrez (maestro de cochuras) y José López y Juan Mayoral (entibadores). En cuanto a las condiciones económicas de sus contratos, cobrarían su salario de Almadén y, además, 2.000 pesos anuales para los tres primeros y 1.000 para los otros dos; y para los gastos de viaje, 1.000 pesos para aquellos y 600 para estos.<sup>23</sup>

Cuando en 1735 Jerónimo de Sola tomó posesión de su cargo de corregidor de Huancavelica, percibió que la mina se encontraba en un estado ruinoso, de modo que:

*(...) quedaron admirados los oficiales que de orden de Su Majestad vinieron conmigo de Almadén e igualmente desconsolados por parecerles podrían enmendar poco el desorden introducido en el modo de laborearla por lo dificultoso que esto se hace, estando tan radicado su mal uso.*<sup>24</sup>

Después de siete años en Huancavelica, Sola firmó un nuevo asiento con el gremio de mineros para la explotación del yacimiento, pues se dio cuenta de que después de siglo y medio de dar la mina en concesión a un grupo de particulares, la idea de una administración estatal era difícilmente realizable. No obstante, los mineros de Almadén demostraron su competencia a lo largo del periodo entre 1735 y 1742 y, entre otras obras, llevaron a cabo la entibación con madera "...a la moda que se practica en el Almadén...", de la galería principal de la mina, conocida la Calle Real de las Portadas, que tenía un kilómetro de longitud, aproximadamente.<sup>25</sup>

En dicho año trabajaban en la mina 1.492 operarios, casi todos indios, distribuidos en dos turnos iguales de día y de noche. Dependiendo del tamaño de cada labor subterránea, el número de ellos variaba, oscilando entre los 9 de la más pequeña (la de los Reyes) y los 39 de la mayor (la de San Juan Bautista).<sup>26</sup> Con la mejora de la ventilación, había varios socavones por donde corría el aire, y con el uso generalizado de la pólvora, el azogamiento de los operarios había disminuido considerablemente. Por ello al abandonar su puesto de gobernador Sola escribió:

22 Molina Martínez, Miguel, *Antonio de Ulloa en Huancavelica*, Granada, Universidad de Granada, 1995, 37.

23 Archivo Histórico Nacional (AHN), *Fondos Contemporáneos* (FC)-Minas Almadén (MA), 842-1, Almadén, 31 de marzo de 1735.

24 Real Biblioteca, IX, 9292, 1.

25 *Ibidem*, 20.

26 Hernández Sobrino, Ángel, *La Real Mina de azogue de Huancavelica (Perú), 1742*, Madrid, Minas de Almadén y Arrayanes, S.A., 1999, 21.



Figura 4. Calle Real de las Portadas<sup>27</sup>

*(...) era aquí dictamen corriente no haber piquero, por lo general, que aguantase sin arrojar sangre ni azogarse de tres a cuatro años en el trabajo; y ahora se les ve entrar y salir tan robustos al fin de este tiempo como el primero día.*<sup>28</sup>

Por tanto, podemos concluir que si bien el propósito de convertir a Huancavelica en un nuevo Almadén había fracasado, pues Sola no consiguió que la explotación de la mina fuera llevada a cabo directamente por la Corona, también es cierto que realizó en sus once años de gobierno mejoras importantes en la mina y en el municipio.

Al igual que ocurrió con Sola, otro gobernador de Huancavelica, Domingo Antonio de Jáuregui también fue enviado a Almadén antes de incorporarse a su puesto. Julián de Arriaga, ministro de Indias, escribió en ese sentido el 5 de noviembre de 1765 a Diego Luis Gijón y Pacheco, superintendente de Almadén,

*(...) con el fin de actuarse menudamente del método con que se manejan esas minas en toda la especie de labores; de suerte que pueda llevar a su gobierno las luces convenientes a establecer las de aquellos parajes sobre el pie feliz que hoy logran las de esa villa.*<sup>29</sup>

Arriaga deseaba que dos expertos de la mina de Almadén acompañaran a Jáuregui a Huancavelica. Este llegó a Almadén el 8 de enero de 1766 y Gijón y Pacheco le mostró todo el proceso minero-metalúrgico, acompañándole en su visita al interior de la mina y al recinto de los hornos, donde el cinabrio se transformaba en mercurio. Además le acompañó al cercano Almadenejos, lugar donde el ingeniero alemán Kreyher acababa de poner en marcha una nueva explotación subterránea. Jáuregui pudo conocer allí de primera mano no solo las labores mineras, sino también la infraestructura necesaria para su funcionamiento, como talleres, almacenes, etc...

Uno de los técnicos elegidos para acompañar a Jáuregui fue Everardo Pavis, maestro mayor de obras, pero este se resistió a viajar debido a sus achaques y avanzada edad. Aunque el superintendente Gijón se ofreció a Arriaga para ir él mismo a Huancavelica, el ministro no aceptó su proposición y Jáuregui hubo de marchar solo.<sup>30</sup>

27 Daba acceso a las diferentes labores subterráneas de la mina de Huancavelica. Vista parcial del plano de la Real mina de azogue de Huancavelica en el plano dibujado por Juan Esteban de Oliva, en 1742. Archivo Histórico de Minas de Almadén.

28 *Ibidem*, 22.

29 AHN, FC-MA, 582, Buen Retiro, 5 de noviembre de 1765.

30 AGI, *Indiferente*, 1631, Aranjuez, 12 de mayo de 1765.

Situadas a medio camino entre Ciudad de México y el puerto de Acapulco, las minas de azogue de Chilapa eran conocidas al menos desde mediados del siglo XVII. En los tiempos de los virreyes de Nueva España, Conde de Baños y Marqués de Mancera, se habían realizado ya diversas labores mineras y ensayos de mineral; los análisis llevados a cabo por Juan Martín López, que era ensayador de la Caja Real de México, dieron una ley del mineral del 1,4% de mercurio, muy inferior a la que se obtenía por esos años en Almadén y Huancavelica.<sup>31</sup>

El intento de Juan Martín por explotar la mina había comenzado en 1662 y después de ocho años se encontraba "...pobre y aniquilado por haber gastado todo su caudal en ella...". Este había abandonado su empleo a cambio de poder beneficiar por sí solo las minas, pero a pesar de haber construido, según él, varios hornos de azogue de mejor rendimiento que los españoles y peruanos, la falta de trabajadores adecuados en la comarca le había obligado a pagar jornales elevados, lo que había provocado su ruina.<sup>32</sup>

De los 12.000 pesos que le había prestado la Real Hacienda del virreinato, únicamente había podido devolver 6.149, pues la producción solo fue de 121 quintales de azogue. Los oficiales de la Real Hacienda lo pusieron preso en su casa y le embargaron todos los pertrechos de la mina, así como las caballerías y herramientas.<sup>33</sup>

Un nuevo intento de explotación de este yacimiento es realizado por Gonzalo Suárez de San Martín en 1676. Este inició el reconocimiento de los diversos afloramientos con indicios de cinabrio y en el sitio que consideró más prometedor emprendió un socavón, al que bautizó con el nombre de La Concepción. Del mineral extraído se hicieron diversos ensayos y se pidió opinión al jesuita José de Zaragoza, cosmógrafo y profesor de matemáticas del Colegio Imperial, quien se mostró favorable a continuar el socavón.<sup>34</sup> Según el padre Zaragoza, la mina prometía riqueza, si bien no se había encontrado ningún experto para realizar adecuadamente la destilación del mineral, por lo que recomendó que se enviasen desde Almadén un maestro de fábrica para construir el horno y otro de cochura para realizar correctamente la tostación del cinabrio.<sup>35</sup>

Un siglo después, el virrey de Nueva España solicitó que se hicieran venir de Almadén un práctico facultativo y varios mineros expertos para el reconocimiento de dichas minas. Por entonces, la mayor parte de la plata de la América Colonial se obtenía en Nueva España y aunque Almadén producía mucho azogue por esos años, había mucho interés en descubrir minas de cinabrio en el virreinato. El 8 de agosto de 1777, José de Gálvez, ministro de Indias, se dirigió a Gaspar Soler, superintendente de Almadén, para que consultase al director de las minas, Enrique Cristóbal Storr, quiénes eran los operarios más adecuados para destinar a las minas de Chilapa y bajo qué condiciones habían de ir, fijando además el salario y el tiempo de desplazamiento.<sup>36</sup>

31 AGI, *Patronato*, 238, N.2, R.12, México, 4 de junio de 1664.

32 *Ibidem*, R.14, México, 15 de julio de 1670.

33 *Idem*.

34 *Ibidem*, R.19, México, 13 de enero de 1677.

35 El padre Joseph de Zaragoza participó en una visita a las minas de Almadén en 1672, ordenada por el Consejo de Hacienda. Zaragoza trazó un mapa de la mina en aquella visita, en el cual quedaron consignadas cuatro proposiciones, mapa que lamentablemente se ha perdido.

36 AHN, FC-MA, 842-1, Aranjuez, 8 de agosto de 1777.



En esa época, la dirección técnica de las minas de Almadén estaba en manos de ingenieros alemanes, quienes habían venido siendo contratados desde mediados del XVIII para aumentar la producción de azogue y enseñar a los españoles el arte de la minería practicado en Alemania, el más avanzado de Europa. En Almadén trabajaban también más de una docena de maestros mineros alemanes, especialistas en la entibación, el desagüe y otras ramas de la minería.<sup>38</sup>

El 11 de septiembre de 1777, Soler contestó a Gálvez, proponiéndole al maestro minero alemán Raphael Christian Helling como jefe de la expedición a las minas de mercurio de Nueva España. Helling era uno de los primeros maestros alemanes en llegar a las minas de Almadén, donde empezó a trabajar en 1754. Su buen comportamiento y rendimiento le supusieron en 1757 el ascenso a primer maestro y su destino a Almadenejos, otra mina de mercurio, situada a unos 11 km al este de Almadén. En 1763 trajo a España a su mujer y a su única hija desde Clausthal, donde residían en Alemania.

Además de costearle el viaje por completo, el salario de Helling en Nueva España sería casi seis veces superior al que cobraba en Almadén, y su hija, quien se quedaba en España, dispondría de 300 ducados anuales para sus gastos y se le facilitaría el ingreso en uno de los colegios-conservatorios de mujeres de la Corte.<sup>39</sup>

Como segundo práctico de mina se eligió a Diego Casasola, “soltero muy aplicado y juicio”; aunque ningún operario, ni soltero ni casado, podía desobedecer la orden, “...pues en estas circunstancias no queda otro arbitrio que el de obligarle...”, Casasola se negó a ir. A pesar de que su padre, quien fue capataz de la mina del Castillo, intentó convencerle, no lo consiguió, así es que fue en su lugar José de Corpas. Aunque Casasola merecía un fuerte castigo por su negativa, el superintendente acabó perdonándole por los méritos contraídos por su padre y volvió a readmitirlo en la mina.

Los otros operarios que iban en la expedición fueron: Joseph Mason (minero alsaciano) y Manuel Rodríguez, ayudantes de capataz, con un salario de 2.000 pesos anuales; Juan Gargantiel, Ignacio Delgado y Pedro Talaverano, entibadores, con 1.800 pesos; y los hermanos José y Alfonso Martín, maestros de destilación, con 2.000 pesos. Como estos dos últimos estaban casados y sus mujeres no querían acompañarles en el viaje, se les darían a éstas para su mantenimiento 10 y 8 reales diarios, respectivamente. Al final, se incluyeron también en la expedición al oficial contador, Juan Antonio Posadas, con un salario anual de 2.500 pesos, y al oficial de pluma, José de la Quintana, con 500 pesos.<sup>40</sup>

Como se temía que en Chilapa no hubiera las herramientas adecuadas, se desplazaron a Sevilla un maestro revisor de herramientas y tres oficiales de taller para fabricarlas allí: 40 barrenillas alemanas, 70 hachas, 50 atacaderas, 30 cucharillas, 100 agujas, 50 martillos para destajeros, 25 martillos de huideros, 6 porras gordas, 50 piquetas, 12 picayos, 12 cavaderas, 6 rastros, 6 raederas, 6 azadones, 24 porrillas, etc...<sup>41</sup> Por fin, el 14 de marzo de 1778 los operarios elegidos embarcaron en la fragata Nuestra Señora del Carmen, rumbo a Veracruz.

Los mineros de Almadén trabajaron en los diferentes yacimientos de cinabrio de Nueva España donde fueron destinados: construyeron hornos en Chapultepec, cerca de Cuernavaca, y

---

38 Matilla, 1987, 141-147.

39 AHN, FC-MA, 842-1.

40 *Idem.*

41 *Idem.*

en otros lugares, como San Luis de la Paz; pero los minerales eran de baja ley y las inversiones resultaban deficitarias. Los ánimos empezaron a decaer y el 16 de noviembre de 1783 se les ordenó pasar a Huancavelica, donde a pesar de los problemas que arrastraba la explotación, el mineral era mejor. La orden no se llevó a cabo porque nuevas prospecciones se estaban realizando en la jurisdicción de Cadereita; pero el problema fue el mismo porque no se encontró ninguna veta de mineral interesante, así es que se consideró que los expertos de Almadén eran totalmente innecesarios en Nueva España y causaban cuantiosos gastos a la Corona.<sup>42</sup>

En enero de 1785 se consideró terminada definitivamente su misión y el ministro Gálvez les ordenó volver a Almadén para ocupar de nuevo sus respectivos destinos.

#### PEDRO DE SUBIELA Y OTROS INGENIEROS DE MINAS EN AMÉRICA COLONIAL

En la Real Orden de Carlos III del 14 de julio de 1777 por la que se fundaba la Academia de Minas de Almadén, se indicaba claramente que los jóvenes matemáticos que se formaran en ella "...se remitirán a estos Reynos y los de América...", así que no es de extrañar que algunos de estos cadetes, una vez terminados sus estudios, fueran enviados a los virreinos de Nueva España y del Perú. Además, la Corona española se propuso mandar también a la América Colonial a ingenieros alemanes a su servicio. Tal fue el caso de Johann Martín Hoppensak, a quien el ministro de Indias, José de Gálvez, ordenó contratar en 1783 con la intención de que pasase a América para dirigir allí las minas de azogue. Al final, Gálvez cambió de parecer y nombró a Hoppensak director de las minas de Almadén y de su Academia de Minas.<sup>43</sup>

Pedro Subiela fue uno de estos jóvenes elegidos para instruirse en mineralogía y geometría subterránea en Almadén. A Subiela le acompañaron otros cinco jóvenes más: Carlos Buxó, José Xerta, Francisco Carlos de la Garza, Andrés José Rodríguez y Francisco Palacio Ximán; los seis formaban la primera promoción de cadetes de Almadén y comenzaron sus estudios en 1778. Durante su estancia en Almadén se les abonaron doce reales diarios y estuvieron a disposición de Enrique Cristóbal Storr, director de las minas de azogue, quien fue el encargado de su formación.<sup>44</sup>

Pedro Subiela permaneció en Almadén hasta que en 1788 el superintendente general de Azogues, Antonio Valdés, ordenó que fuera destinado a las minas de Huancavelica con el empleo de geómetra subterráneo e ingeniero de minas, y con un sueldo anual de 1.500 pesos, (unas cuatro veces superior al que percibía en Almadén).<sup>45</sup> A Subiela le acompañó en su viaje José Antonio Becerra, oficial de la Contaduría de las minas de Almadén, quien había sido nombrado contador general y ministro principal de la Real Hacienda en la Intendencia de Huancavelica, donde tendría un sueldo de 1.800 pesos al año.<sup>46</sup>

El 23 de enero de 1789, ambos dispusieron su viaje a Cádiz para cruzar el Atlántico y después, ya en el Pacífico, arribaron al puerto del Callao en el virreinato del Perú. La intención de la Corona era clara al enviar a Subiela a Huancavelica, pues pocos años antes, en 1786, había ocurrido un

42 Urrutia, Carlos de, Fonseca, Fabián de, Valdés, Manuel Antonio, *Libro de la razón general de la Real Hacienda en Nueva España, Ramos de azogue y el de baxilla*, México, manuscrito 10357, vol. 3º, 1776, Fol. 74R-76R.

43 *Ibidem*, 3519-1, Aranjuez, 19 de septiembre de 1783.

44 Puche Riart, Octavio y Brown, Kendall W., «Pedro Subiela: un alumno de Almadén en América», *Industria Minera*, Madrid, 1992, 31-32.

45 AHN, FC-MA, 842-1, San Lorenzo, 4 de noviembre de 1788.

46 Puche y Brown, 1992, 33.

hundimiento catastrófico en las labores subterráneas en el que perecieron más de 200 operarios, en su mayoría indios. No obstante, Subiela recibió orden de pasar antes a la provincia de Coquimbó en el reino de Chile, para reconocer la mineralización de cinabrio que se había descubierto allí.<sup>47</sup>

Esta dilación, unida a diversos avatares ocurridos durante el largo viaje, retrasó la llegada de Subiela a Huancavelica considerablemente. Además, las vetas de cinabrio de Punitaqui,<sup>48</sup> en Coquimbó (Chile), no tuvieron mayor interés, pues la ley del mineral era pobre. Cuando por fin Subiela llegó a Huancavelica en 1792, la misión de expertos europeos enviada por la Corona española para mejorar la tecnología minera peruana se le había adelantado. Al frente de la misma iba el sueco Thaddeus Von Nordenflicht, quien en 1791 ya había elaborado su propia propuesta para modernizar la minería huancavelicana.<sup>49</sup>

Una vez que Subiela conoció Huancavelica, se celebraron varias reuniones en Lima en presencia del virrey y diversos funcionarios del virreinato, a las que asistieron Subiela y Nordenflicht, a fin de discutir y aprobar, llegado el caso, el proyecto presentado por este último. Aunque al principio parecía que iba a haber acuerdo en el plan, pronto surgieron los problemas, cuando Pedro de Tagle, por entonces Oidor de la Chancillería de Lima, apoyado por otros burócratas, mostró su total desaprobación al mismo.<sup>50</sup> El único acuerdo al que llegaron fue la necesidad de realizar un plano detallado de las labores del interior de la mina, plano que debía realizar Subiela cuanto antes; pero fuera porque las explotaciones subterráneas eran un laberinto de cámaras y galerías sumamente difíciles de cartografiar, o por lo inhóspito del lugar comparado con Lima, el caso es que en 1793 seguía sin haber un plano de la mina.<sup>51</sup>

Cuando por fin Subiela se vio en la obligación de permanecer en Huancavelica, surgió una fuerte desavenencia entre él y el intendente, José María Gálvez. Este permitía que los pallaqueadores<sup>52</sup> trabajaran en las inmediaciones de la mina, produciendo numerosas oquedades en su entorno que provocaban muchas filtraciones de agua en las labores subterráneas con el consiguiente riesgo de derrumbe, lo que sin duda desanimaba a Subiela a entrar en la mina para levantar el plano. Así es que este se dedicó a conspirar contra Gálvez, mientras el intendente acusaba a aquel de no ganarse los 1.500 pesos anuales que cobraba. Harto de las maniobras dilatorias de Subiela, Gálvez ordenó arrestarlo en su casa.<sup>53</sup>

Cuando meses después Subiela fue puesto en libertad, obtuvo permiso para viajar a Lima, pero al no obtener el apoyo del virrey, hubo de volver a Huancavelica. Las relaciones de Subiela con Becerra, su compañero de expedición desde Almadén, también se deterioraron, e incluso

---

47 Brown, Kendall W., "El ingeniero Pedro Subiela y el desarrollo tecnológico en las minas de Huancavelica (1786-1821)", *Histórica*, XXX-1, Lima, 2006, 169.

48 En 1796 Punitaqui interrumpió sus labores por la suma pobreza de sus metales de cinabrio, por cuya razón era evidente que no tenía cuenta al Real Erario. Según nuestros cálculos basados en los datos procedentes del manuscrito 0338/003 del Archivo del Museo Naval, la ley del mineral era del 1,25% de mercurio, seis veces menor que la que había por entonces en Almadén.

49 Brown, 2006, 170.

50 Unos años atrás, Tagle, por entonces intendente de Huancavelica, le había hecho la vida imposible a Antonio Zacarías Helms, un químico polaco que llegó al Perú en 1788 en la misión dirigida por el barón de Nordenflicht.

51 Brown, 2006, 174.

52 Povea Moreno, Isabel M., "Los buscones de metal. El sistema de pallaqueo en Huancavelica (1793-1820)", *Anuario de Estudios Americanos*, 69-1, Sevilla, 2012, 111-113.

Los pallaqueadores o buscones se dedicaban a la búsqueda de mineral en superficie y por su cuenta, y eran tanto españoles como indios.

53 Brown, 2006, 175.

Nordenflicht acabó exasperándose con la actitud de Subiela, quien en 1797 seguía sin entregar el plano de la mina. No obstante, Subiela tenía comenzado dicho plano en 1795, del cual se encontró una copia en el archivo de la Sociedad Minera El Brocal S.A. (Lima). El citado plano se llama: *Plano General de la Real Mina de Azogues de Guancavelica nombre Santa Bárbara. Levantado por el Ing.o Subterr.o D.n Pedro Subiela de la Banda*. A esta situación vino a sumarse la orden de cese de la producción de Huancavelica, emitida por el ministro de Hacienda, Miguel Cayetano Soler, en 1800.<sup>54</sup> Subiela podía haber aprovechado para terminar el plano, pero siguió en su actitud pasiva, lo que provocó un nuevo arresto ordenado por el intendente Gálvez en 1802. El nombramiento de un nuevo intendente, Juan Vives, en 1806, no arregló el problema con Subiela, al que consideraba un inútil enfermizo. Para colmo de males, en ese mismo año hubo un nuevo hundimiento en el interior de la mina, con lo que gran parte de las labores quedó inhabilitada. En 1808 comenzó en España la guerra de la Independencia contra los franceses y Subiela aprovechó la coyuntura para pedir su jubilación, que no le fue concedida, por lo que hubo de esperar hasta 1821, fecha en la que se declaró la independencia del Perú.

Pedro Subiela no fue el único ingeniero de la promoción de 1778 de la Academia de Minas de Almadén destinado a la América Colonial. Andrés José Rodríguez era un joven matemático madrileño, quien después de una estancia de cuatro años en Almadén, volvió a la Corte en 1782 para proseguir sus estudios de matemáticas en la Academia de San Fernando.<sup>55</sup> Una Real Orden de 14 de abril de 1788 le asignó al Real Colegio de Minería de la Ciudad de México. Antes de su partida solicitó para el desempeño de su actividad de profesor una brújula, un nivel y un angulario, "...creyendo no poder hallar estos instrumentos en América...".<sup>56</sup> Su salario se fijó provisionalmente en 1.250 pesos anuales, entre tanto que el director general de Minería de América, D. Fausto de Elhuyar, fijara la dotación correspondiente.

Otro ingeniero más de Almadén, Andrés Manuel del Río, quien había ingresado en la Academia de Minas en 1782, fue nombrado profesor del Real Seminario de Minería de México, una de las instituciones de mayor prestigio del mundo iberoamericano, que también contaría con la participación de Alejandro Von Humboldt como profesor durante su estancia en Nueva España. Andrés del Río pasaría a la posteridad como descubridor del vanadio en 1801,<sup>57</sup> extrayéndolo de una muestra de vanadinita (vanadato de plomo) de una mina cerca de Pachuca.

## CONCLUSIONES

A mediados del siglo XVI, el descubrimiento de la amalgamación de los minerales de plata de baja ley con el azogue se convirtió en un procedimiento industrial de primer orden en América colonial, lo que supuso la necesidad de incrementar la producción de Almadén y Huancavelica. Además, en la primera mitad del siglo XVI y en las décadas finales del XVIII fue necesario que la Corona española adquiriera azogue en Idria, la otra gran mina de aquella época.

---

<sup>54</sup> *Ibidem*, 178.

<sup>55</sup> AHN, FC-MA, 842-1, Carta de Joseph de Gálvez a José Agustín Castaño, El Pardo, 12 de marzo de 1783.

<sup>56</sup> *Ibidem*, Carta de Andrés Joseph Rodríguez a D. Cayetano Soler, Almadén, 10 de marzo de 1788.

<sup>57</sup> El vanadio, que Del Río denominó Erythionium, fue redescubierto treinta años después por el químico sueco Nils Gabriel Sefström, que lo llamó así en honor de la diosa escandinava Vanadis.

Durante casi tres siglos hubo además un intenso intercambio de conocimientos técnicos y de mineros expertos entre ambos lados del Atlántico, contactos que fueron especialmente intensos entre Almadén y Huancavelica. Maestros mineros almadenenses fueron destinados a Huancavelica para modernizar su minería y su metalurgia del azogue y de Huancavelica llegó a Almadén un nuevo tipo de hornos, el de aludeles, que contribuyó poderosamente a aumentar su producción de azogue.

A medida que fue transcurriendo la segunda mitad del XVIII, ya no era suficiente ser un buen minero para ser destinado a la América Colonial, sino que se requerían mayores conocimientos técnicos, bien para ejercer allí como ingenieros o bien para enseñar la ciencia de la minería a los jóvenes estudiantes americanos. Si a mediados del XVIII se solicitaban mineros expertos y maestros de hornos, a finales del mismo se necesitaban ingenieros-delineadores o, más aun, profesores de matemáticas y de mineralogía para formar ingenieros en la propia América; se unían así a las misiones de expertos mineros europeos enviados por la Corona de España a los virreinos de Nueva España y del Perú.

La crisis de la minería americana planteó que las minas del Nuevo Mundo requerían personas sabias que las sacaran del caos. La respuesta de la Corona fue la creación de cuatro expediciones europeas (Nueva España, Nueva Granada, reino de Chile y Virreinato del Perú). Esta última estuvo encabezada por Nordenflicht y se componía de ocho miembros, entre los cuales se hallaba el metalurgista polaco Antonio Zacarías Helms. Por otra parte, la Corona ordenó la fundación de una escuela técnica especializada en minería en la ciudad de México, donde los primeros cursos empezaron a impartirse en 1792. Todavía en 1813 se recogían solicitudes del virrey del Perú y del intendente de Huancavelica para que se enviasen facultativos y operarios de las Minas de Almadén para restablecer la producción de azogue del virreinato.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso Barba, Álvaro, *El arte de los metales*, Madrid, Imprenta del Reino, 1640, 1.
- Brown, Kendall W., "El ingeniero Pedro Subiela y el desarrollo tecnológico en las minas de Huancavelica (1786-1821)", *Histórica*, XXX-1, Lima, 2006, 165-184.
- Gamboa, Francisco Javier de, *Comentarios a las Ordenanzas de Minas*, Madrid, Oficina de Joachim Ibarra, 1761, 1.
- Gil Bautista, Rafael, *Las minas de Almadén en la Edad Moderna*, Alicante, Publicaciones de la Universidad de Alicante, 2015, 1.
- Hernández Sobrino, Ángel, *Las minas de Almadén*, Madrid, Minas de Almadén y Arrayanes, S.A., 1995, 1.
- Hernández Sobrino, Ángel, *La Real Mina de azogue de Huancavelica (Perú), 1742*, Madrid, Minas de Almadén y Arrayanes, S.A., 1999, 1.
- Lohmann Villena, Guillermo, *Las minas de Huancavelica en los siglos XVI y XVII*, Sevilla, Escuela de Estudios Hispano-Americanos, 1949, 1.
- Matilla Tascón, Antonio, *Historia de las minas de Almadén*, Madrid, Minas de Almadén y Arrayanes e Instituto de Estudios Fiscales, 1987, 2.
- Molina Martínez, Miguel, *Antonio de Ulloa en Huancavelica*, Granada, Universidad de Granada, 1995, 1.

- Povea Moreno, Isabel M., "Los buscones de metal. El sistema de pallaqueo en Huancavelica (1793-1820)", *Anuario de Estudios Americanos*, 69-1, Sevilla, 2012, 109-138.
- Puche Riart, Octavio y Brown, Kendall W., "Pedro Subiela: un alumno de Almadén en América", *Industria Minera*, Madrid, 1992, 29-38.
- Silvestre Madrid, María, et al., "El mercurio de Almadén, llave de la plata americana", coord. Vasconcelos e Sousa, Gonçalo, Paniagua Pérez, Jesús, Salazar Simarro, Núria, Aurea Quersoneso: estudios sobre la plata iberoamericana: siglos XVI-XIX, Oporto, 2014, 17-33.
- Urrutia, Carlos de, Fonseca, Fabián de, Valdés, Manuel Antonio, *Libro de la razón general de la Real Hacienda en Nueva España, Ramos de azogue y el de baxilla*, México, manuscrito 10357, vol. 3º, 1776, 15.