



Revista Metalúrgica

Carrera de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales
Universidad Técnica de Oruro

ISSN 2078 - 5593



N° 52, diciembre 2023



REGISTRATE:

<https://aimetbo.com>

ASOCIACIÓN INGENIEROS METALURGICOS BOLIVIA

LA AIMET DE BOLIVIA ES UNA ORGANIZACIÓN SIN FINES DE LUCRO QUE AGRUPA A INGENIEROS DEL SECTOR METALÚRGICO BOLIVIANO BUSCANDO APOYAR AL DESENVOLVIMIENTO PROFESIONAL DE SUS MIEMBROS Y PROMOVER EL DESARROLLO DEL SECTOR METALÚRGICO NACIONAL. PARA TAL FIN, SOSTIENE UNA VISIÓN DEL SECTOR, CON CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAMENTE MODERNAS, SOSTENIBLE EN EL TIEMPO Y EN EQUILIBRIO CON EL MEDIO AMBIENTE Y LA SOCIEDAD.



Eventos Técnicos Periódicos (Congresos, Seminarios, talleres de trabajo), creación de una biblioteca virtual.



Difusión de información relevante y objetiva, general y especializada, sobre temas de interés del sector, destinada a los distintos grupos de interés.



Promoción de la mentoría para la formación de los nuevos profesionales.



Promoción de la integración de entidades operativas con entidades educacionales.



Desarrollo de actividades en la búsqueda de ser la voz representativa de la industria metalúrgica ante las autoridades gubernamentales.

Revista Metalúrgica

ISSN 2078 – 5593

N° 52, diciembre 2023

Edición digital

Comité Editorial

Juan León Arze
Director Carrera de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales, Universidad Técnica de Oruro - Bolivia

René Antezana García
Carrera de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales, Universidad Técnica de Oruro - Bolivia

Editor invitado

Oscar Jesús Choque Fernández

Editor general

Carlos Jesús Velasco Hurtado

Consejo Editorial

M. Sc. Ing. Juan Eduardo Joffré Encinas
Universidad Autónoma de San Luis Potosí, Méjico

Dr. Salustio Guzmán S.
Universidad Mc Gill, Canadá

Dr. Rafael Padilla Durán
Universidad de Concepción, Chile

Dr. Oscar Jesús Choque Fernández
Instituto Federal do Pará, Brasil

Traductor

Dr. Oscar Jesús Choque Fernández (inglés, portugués)

Revista Metalúrgica es editada y distribuida semestralmente por la Carrera de Ingeniería Metalúrgica, Facultad Nacional de Ingeniería, Universidad Técnica de Oruro, Bolivia.

Contenido

3 Editorial

5 In Memoriam

Artículos originales

7 Obtención de sinter con diferentes proporciones de carbón vegetal en sustitución de coque.

Lourival Miqueias de Araujo Meireles, Oscar Jesus Choque Fernandez; Alacid do Socorro Siqueira Neves, Pablo Ariel da Costa, Fernandez Danielly da Silva Quaresma, Emanuel Negrão Macêdo, Jose Antonio da Silva Souza.

16 Efecto de la escala microestructural en la formación de capas anodizadas de aleaciones de aluminio.

Luan Henrique Bentes das Neves, Mário Vinicius Correa Freire, Luana Maria Lameira de Moraes, Kessia de Jesus Freitas Cantão, Rafaely Lavareda de Oliveira, Leonardo Carvalho de Oliveira, Thiago Antônio Costa.

25 Investigación del impacto de la adición de Bi sobre la microestructura de una aleación tribológica Al-Sn.

Amanda Chaves de Azevedo, Leonardo Carvalho de Oliveira, Thiago Costa.

33 Síntesis y caracterización de fotocatalizador Bi_2WO_6 para la degradación del colorante rodamina B.

Wander Gabriel Maciel da Costa, Vitória Dias Lopes, Vitor Miguel Lima Brito, Rafael Viana Rodrigues, Ramon Kleyton Ferreira, Oscar Choque Fernandez, Patrícia Teresa Souza da Luz.

38 Caracterización tecnológica y flotación de partículas finas de feldespatos de roca granítica.

Jaime Henrique Barbosa da Costa, Hugo André Magalhães de Azevedo, Oscar Jesus Choque Fernandez.

45 Caracterización tecnológica de la bauxita de la mina de Monte Branco, Porto Trombetas, Brasil.

Nerliane Santos, Eliude Ferreira, Jevanildo Caldeira Mendes, Magno Yure Batista de Batista, Andson Ferreira, Oscar Jesús Choque Fernandez, Bruno Apolo Miranda Figueira.

53 Molienda de residuos de cuarzo amatista para agregados en la construcción civil.

Oscar Jesus Choque Fernandez, Elias Gorayeb, Marília das Chagas Lima, Rafael Silva de Assunção, Elaine Cristina Lima de Melo, Jaime Henrique Barbosa da Costa.

Historia de la minería y metalurgia

60 Mercurio y minería en la América española: El consumo de azogue en Oruro a fines del siglo XVIII

*María Concepción Gavira Marquéz
Isabel María Povea Moreno*

Revista Metalúrgica, es el órgano oficial de la Carrera de Ingeniería Metalúrgica y Ciencia de Materiales de la Universidad Técnica de Oruro, pretende ser un espacio donde por medio de la publicación de investigaciones de docentes, estudiantes y profesionales del área, se difunda a la comunidad sobre los avances científicos y tecnológicos en el área de Metalurgia y Materiales, y al mismo tiempo, se realicen análisis y propuestas técnicas sobre el aprovechamiento de los recursos minerales metálicos, no metálicos y otros, en el marco del desarrollo sostenible para nuestro país.

Revista Metalúrgica está registrada en Latindex, y forma parte de la colección Revistas Bolivianas, se la puede obtener en formato digital en la dirección: www.revistasbolivianas.org.bo y www.metalurgia.edu.bo.

Revista Metalúrgica es una publicación de “acceso abierto” a la información científica, donde el lector puede copiar, difundir, utilizar, etc., el artículo, a cambio de citar necesariamente la autoría y la revista. Los derechos de publicación de los artículos publicados son de propiedad de Revista Metalúrgica; el autor es libre de reutilizar el artículo publicado, incluyendo su depósito en repositorios institucionales, páginas web personales, etc.

Revista Metalúrgica no asume responsabilidad alguna por conceptos, ideas y/o expresiones vertidas por los autores de los diferentes artículos publicados, siendo estos de exclusiva responsabilidad del autor del texto.

Dirección: Revista Metalúrgica
 Casilla de correo 200
 Teléfonos 5261046 – 5263888
 Email: revistametalurgica@metalurgia.edu.bo, carlosvelasco@metalurgia.edu.bo
 Ciudad Universitaria, Edificio Metalurgia
 Oruro - Bolivia

Revista Metalúrgica es impresa en los talleres de LATINAS EDITORES LTDA, Sucre, Petot y Linares No 1164, Oruro – Bolivia.

Mercurio y minería en la América española: El consumo de azogue en Oruro a fines del siglo XVIII

María Concepción Gavira Márquez

Profesora investigadora de la Facultad de Historia
Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo
maria.gavira@umich.mx

Isabel María Povea Moreno

Profesora investigadora en el Centro de Investigaciones y Estudios Superiores en Antropología Social
Unidad Ciudad de México
ipovea@ciesas.edu.mx

Resumen

Este trabajo se propone presentar la importancia del mercurio o azogue en la minería americana a través de un recorrido histórico que señala el establecimiento del método de amalgamación con mercurio en los centros mineros americanos como generalizado durante el periodo colonial. Haremos un recorrido breve por el llamado "método de patio" y las variaciones en el proceso de amalgamación de la plata y el oro, nos detendremos en las minas de mercurio como fuentes de abastecimiento y también en la distribución de este insumo a través de las Cajas reales. Pondremos especial atención en el caso de Oruro. Finalmente nos acercaremos a los problemas ocasionados por el consumo de mercurio, los cuales eran conocidos desde el siglo XVI.

Palabras claves: mercurio, amalgamación, periodo colonial, efectos socioambientales, América española.

Mercury and mining in Spanish America: The consumption of quicksilver in Oruro at the end of the eighteenth century

Abstract

This paper aims to present the importance of mercury or quicksilver in Spanish American mining through a historical journey that points out the establishment of the mercury amalgamation method in Spanish American mining centers as widespread during the colonial period. We will make a brief tour of the so-called "patio method" and the variations in the process of amalgamation of silver and gold, we will stop at the mercury mines as sources of supply and in the distribution of this input through the royal coffers. Special attention will be given to the case of Oruro. Finally, we will approach the problems caused by the consumption of mercury, which were known since the 16th century.

Keywords: mercury, amalgamation, colonial period, socioenvironmental effects, Spanish America

Introducción

El cinabrio, sulfuro de mercurio, fue empleado con anterioridad al siglo XVI, como pigmento para crear colores rojos y también con fines terapéuticos. Sin embargo, no fue hasta ese siglo que su importancia se incrementó considerablemente debido a su empleo en el proceso de refinado de la plata y el oro. La técnica metalúrgica de la amalgamación, en la que el mercurio desempeñaba un papel central, estuvo vigente desde mediados del siglo XVI hasta finales del siglo XIX, cuando comenzó a ser reemplazada por la cianuración. A pesar de esto, el uso del mercurio en la minería no cesó. Hasta el día de hoy, se sigue empleando en la minería del oro para crear una amalgama con ese metal, lo que facilita su separación de la mena. Luego, al calentar la amalgama, el mercurio se evapora, y queda el oro. A lo largo de este extenso período, el empleo del mercurio ha dejado una profunda huella tanto en las zonas productoras como en las regiones consumidoras.

El trabajo que presentamos surge a propósito de las noticias que este año alarmaron a la opinión pública a partir de la denuncia de intoxicación por mercurio de parte del territorio boliviano, concretamente la Amazonia boliviana. La contaminación por mercurio de los ríos del Beni y Madre de Dios estaba pasando factura a la población ubicada en los pueblos cercanos que tenían como dieta principal los peces de estos acuíferos. Los estudios y análisis detectaron un nivel de mercurio siete veces mayor que lo recomendado por la Organización Mundial de la Salud. A pesar de que Bolivia como país se había adherido al Convenio Minamata, donde se decide controlar y reducir el uso del mercurio por su peligrosidad, la realidad de los últimos años nos presenta cifras de consumo con un crecimiento exponencial, lo cual se traduce en la contaminación del territorio y los recursos naturales. En 2015 Bolivia importó 151 toneladas y el año siguiente 238 toneladas.¹ El objetivo del Estado es ir reduciendo y regulando el consumo, pero en la actualidad la producción de oro se encuentra en pleno auge, los precios del mercado internacional han favorecido y estimulado el aumento de la producción. Esta pequeña minería o minería informal del oro hace de Bolivia uno de los principales importadores de mercurio del mundo, pero las cifras son fatales si reflexionamos sobre los costos en salud y en el medio ambiente.²

En las siguientes líneas, vamos a retroceder en el tiempo y explicaremos por qué el mercurio fue tan importante en la minería americana desde fines del siglo XVI, exploraremos los importantes cambios en la producción de plata y el oro que se produjeron gracias a la introducción de la amalgamación con mercurio. Luego, abordaremos el monopolio de producción y distribución del mercurio durante el periodo colonial, centrándonos en el caso de Oruro a nivel local. Por último, se abordarán los efectos socioambientales del empleo de este tóxico metal.

¹ Arriaza, Miguel. "El dilema del mercurio: el metal que da de comer y envenena a la Amazonia boliviana," *El País, América Futura*, 2 de mayo de 2023, <https://bit.ly/3tPaJFe>

² Molina, Fernando. "La fiebre del oro atrapa a los bolivianos", *El País*, 6 de octubre de 2023, <https://bit.ly/47tqnV2>

³ Lang, Mervin F. "Azoguería y amalgamación. Una apreciación de sus esencias químico-metalúrgicas, sus mejoras y su valor

1. El mercurio: la revolución metalúrgica en América

La relevancia de la minería argentífera en la América española es ampliamente reconocida por la historiografía. Desde que los europeos llegaron a estas tierras, su objetivo primordial fue hallar y explotar vetas de metales preciosos para convertirlos en monedas, y así fortalecer sus lazos comerciales, especialmente con Oriente. La Corona española, consciente del potencial económico que tenía esta actividad, desplegó grandes esfuerzos para regular, supervisar y fiscalizar la producción minera, asegurándose que una parte de la plata y oro llegara de manera constante a la metrópolis.

Al principio, se extraía el mineral de yacimientos superficiales, y su refinación se llevaba a cabo mediante técnicas de fundición rudimentarias, utilizando pequeños hornos. Conforme las reservas más accesibles se agotaban y se hacía necesario explotar depósitos más profundos, se requerían mayores inversiones de capital y la adopción de nueva tecnología. Asimismo, la baja ley de los metales, que dificultaba la obtención eficiente de todo el metal contenido en el mineral a través de la fundición, impulsó la búsqueda de sistemas más adecuados para obtener un mayor rendimiento. Los resultados de esta búsqueda transformaron la industria minera y su capacidad de producción. Eso fue lo que sucedió con el beneficio de patio: un método que permitió el procesamiento de minerales a gran escala mediante la amalgamación con mercurio, posibilitando la extracción de metales de baja ley, muy comunes en la América española.

El empleo del mercurio para procesar minerales ya era conocido en Europa central antes de que Bartolomé de Medina implementara el método de patio en Nueva España en el siglo XVI. La contribución de éste radicó, como explica Lang, en la aplicación a gran escala, ya que previamente se utilizaba "a pequeña escala en sitios cerrados, en vasijas o tinas", mientras que el procedimiento de Medina se llevaba a cabo al aire libre en grandes patios pavimentados.³ En estos espacios se extendía montones (*tortas*) del mineral argentífero previamente molido muy fino y lavado. Luego, se mezclaba de forma homogénea con sal, magistral (sulfato de cobre) y mercurio en proporciones adecuadas, removiéndolo constantemente con los pies para lograr una mezcla uniforme. En esa etapa, se realizaban pruebas (*tentaduras*) para ajustar los ingredientes según fuera necesario. Después de un proceso de lavado para limpiar la amalgama de impurezas, se procedía a calentar la mezcla para destilar el mercurio y obtener la plata, que era el metal mayoritariamente producido.⁴ La duración del proceso variaba según factores como la ubicación geográfica, la calidad del mineral o la temperatura.

tecnológico en el marco científico de la época colonial", *LLULL*, vol. 22, 1999, p. 659.

⁴ Para más detalles del proceso, véase Lang, Mervin F. *El monopolio estatal del mercurio en el México colonial (1550-1710)*, México: FCE, 1977, pp. 46-51

La aplicación de este método representó una revolución en la metalurgia americana, se aplicó y adaptó a todos los centros mineros, aunque fue sometido a lo largo de tres siglos a diferentes cambios para mejorar su eficacia. En la región andina, la introducción de la amalgamación se le atribuye a Pedro Fernández de Velasco quien había aprendido el procedimiento en Nueva España, pero no fue un trabajo en exclusividad, pues en Potosí, según el virrey Francisco de Toledo, habían “hartos Maestros” en fundir y amalgamar la plata. Desde muy pronto se experimentó con el fin de realizar mejoras, las cuales conocemos gracias a numerosos textos y testimonios de contemporáneos, entre los cuales destacamos dos personajes expertos en el tema para el espacio andino, García de Llanos y Álvaro Alonso Barba. En Potosí en un principio se intentó una adaptación aplicando calor a los buitrones con la amalgama pero se desestimó porque según García de Llanos “le es de mucha importancia al metal repasarse al sol y gozar de él todo el día, que el fuego que con gasto ordinario se le daba”,⁵ en definitiva a principios del siglo XVII se había abandonado la práctica del calentamiento de los buitrones.⁶ Un aporte significativo también en los inicios del siglo XVIII, lo presentó Álvaro Alonso Barba en su magistral obra *El arte de los metales*, donde explicaba una variación del beneficio con mercurio, que consistía en hervir la harina mineral con sal y mercurio en fondos o calderos de cobre.⁷ Con esta variación de la técnica de amalgamación descubierta en 1609 y que Barba denominó “beneficio por cocimiento” se ahorra azogue y tiempo. Sin embargo, a pesar de estas ventajas, tenemos muy escasas evidencias de su implantación en la región andina en el periodo colonial a diferencia de la Nueva España donde se denominó plata “de pie y cazo”.⁸ Según David Brading, este proceso no era muy práctico porque tal como se utilizaba en la Nueva España no lograba separar más de dos tercios o tres cuartas partes de la plata y el resto tenía que ser beneficiado por el

proceso de patio.⁹ En la minería novohispana, el método de patio en frío fue ampliamente usado, aunque hubo regiones donde resultó menos común y se optó por el método de cazo y también se utilizó la fundición.

En la región andina también fue mayoritaria la amalgamación con mercurio en frío o llamado método de patio. No contamos con datos suficientes para afirmar que se empleara el método de cocimiento en las minas altoperuanas, pero contamos con algunas referencias que sugieren su uso en algunos centros. En los registros de las alcabalas de 1773, encontramos que se estaban internando en Oruro fondos de cobre,¹⁰ lo cual nos hace suponer la posibilidad de que se estuviese beneficiando plata por cocimiento, aunque de forma minoritaria. Es bastante probable que tras un período de experimentación se perfeccionase este método, de manera que fuera adquirido años más tarde durante la República como proceso más rentable por su ahorro en tiempo y azogue. Pero también es posible que este producto entrase por Oruro para ser adquirido por los mineros de otros asentamientos. Sabemos que, durante la segunda mitad del siglo XVIII, los mineros del partido de Tarapacá estaban utilizando los fondos de cobre para el beneficio de la plata, y frecuentemente viajaban hasta Oruro para abastecerse y hacer transacciones comerciales. Es posible que este método de Barba tuviera su expansión, como sugiere Tristan Platt,¹¹ desde Chichas, como respuesta a la llegada de los expertos alemanes encabezados por Nordenflicht; pero tenemos testimonios de que se utilizaba desde antes en el partido de Tarapacá.¹² De todas formas, existen referencias suficientes para considerar que, aunque de forma minoritaria, se estaba utilizando el método de Barba en las últimas décadas del siglo XVIII. Durante principios de la República se aplicaron de forma más regular los fondos de cobre para la amalgamación en caliente en Oruro y en otros centros del Alto Perú.¹³

⁵ Llanos, García de. *Diccionario y maneras de hablar que se usan en las minas*. La Paz: Musef, 1983, p. 15. Véase también Bargalló, Modesto. *La minería y la metalurgia en la América española durante la época colonial*, México: Fondo de Cultura Económica, 1955.

⁶ Bakewell, Peter. “La transferencia de la tecnología y la minería hispanoamericana, siglos XVI y XVII: algunas observaciones”, en Sánchez, Julio y Mira Delli-Zotti, Guillermo. *Hombres, técnica, plata. Minería y sociedad en Europa y América, siglos XVI-XIX*, Sevilla: Aconcagua Libros, 2000, pp. 124-125.

⁷ Alonso Barba, Alvaro. *El arte de los metales en que se enseña el verdadero beneficio de los de oro y plata por azogue*, Valencia: Editorial París-Valencia, 1993. Arduz Eguía, Gastón. “Sobre la metalurgia colonial de la plata en Potosí”, en Sánchez, Julio y Mira Delli-Zotti, Guillermo. *Hombres, técnica, plata. Minería y sociedad en Europa y América, siglos XVI-XIX*, Sevilla: Aconcagua Libros, 2000, pp. 124-125.

⁸ Hausberger, Bernd. “La minería novohispana vista a través de los libros de Cargo y Data de la Real Hacienda (1761-1767)”, en *Estudios de Historia Novohispana*, vol. xv. México 1995.

⁹ Según Brading, los inconvenientes del método provocaron su falta de difusión, aunque se produjeron algunas innovaciones para su perfeccionamiento. Véase de este autor, *Mineros y*

comerciantes en el México borbónico (1763-1810), México: FCE, 1975, p. 192. Sobre la discusión y perfeccionamiento del método en el Alto Perú, Platt, Tristan. “La alquimia de la modernidad. Los Fondos de cobre de Alonso Barba y la Independencia de la Metalurgia boliviana (1780-1880)”, *Anuario* (Archivo y Biblioteca Nacionales de Bolivia), Sucre, 1999, p. 57.

¹⁰ Archivo General de Indias (en adelante AGI), Charcas, 649. Caja Real de Oruro. “Ramo de alcabalas de efectos de la tierra”, años 1773 y 1774.

¹¹ Platt, Tristan. “La alquimia de la modernidad. Los Fondos de cobre de Alonso Barba y la Independencia de la Metalurgia boliviana (1780-1880)”, p. 71.

¹² En la memoria realizada por el dean Echeverría se dice que el mineral de Challacollo, distante 18 leguas de Pica, se comenzó a trabajar en 1773 por Gabriel de Soto y D. Domingo Almonte. El beneficio del mineral “es por cocimiento en peroles grandes, conforme al método que enseñó Barba”. Fragmentos de esta memoria fueron publicados por Manuel J. Bustamante de la Fuente, *Mis Ascendientes*, Santiago de Chile: Edición Privada, 1955, p. 644.

¹³ Para Oruro, véase Gavira, María Concepción. *Historia de una Crisis: La minería de Oruro a fines del periodo colonial*, La Paz:

El ingrediente fundamental del método de beneficio por amalgamación fue el mercurio, también conocido como azogue, un metal líquido cuyos yacimientos son escasos en todo el mundo. Por lo tanto, el auge de la producción de plata y oro en la América española no sólo estuvo asociada a la innovación del sistema de amalgamación de Medina y sus adaptaciones, sino también a la ventaja de que los yacimientos de mercurio más importantes en ese momento se encontraban en territorios de la monarquía hispánica: Almadén, con larga trayectoria de explotación en Europa, y Huancavelica “descubierta” en la década de los 60 del siglo XVI en América.¹⁴ Sin duda, la Corona prestó gran atención a esos dos centros mineros de los que dependía la producción de plata. De ahí que la regulación de la explotación de esas minas y la distribución del mercurio fueran una prioridad por su valor estratégico. Esos centros mineros se convirtieron en parte del patrimonio real y, en un principio, su explotación se organizó a través de acuerdos de arrendamiento. En el caso de Almadén, los Fugger obtuvieron derechos de explotación y comercio, mientras que en Huancavelica los asentistas fueron los miembros de un gremio de mineros locales. Sin embargo, cuando estos sistemas de arrendamiento resultaron ineficaces, la Corona asumió el control directo de la producción de mercurio y la administración de esas minas. En Almadén, este cambio tuvo lugar a mediados del siglo XVII, mientras que en Huancavelica no ocurrió hasta finales del siglo XVIII.

La creciente demanda de mercurio en América impulsó el desarrollo de importantes complejos productivos en Almadén y Huancavelica, que incluían diversas instalaciones (hornos, lavaderos, almacenes, residencias, entre otras.) situadas en las proximidades de las minas. El proceso productivo del mercurio involucraba dos fases: la primera, la extractiva, similar a la de la minería argentífera, se llevaba a cabo en las galerías subterráneas donde se extraía el cinabrio de la roca y se transportaba a la superficie. La segunda, la metalúrgica, era distinta a la empleada para la plata e implicaba la preparación del mineral y su fundición. Las innovaciones en esta fase ejemplifican cómo la tecnología se transmitió en ambas direcciones, desde Europa hacia América y viceversa. Por ejemplo, los hornos de xabecas se utilizaron inicialmente en Almadén y luego se adoptaron en Huancavelica, mientras que los hornos de aludeles, inventados por Lope de Saavedra y Barba, peninsular establecido en la villa andina, se difundieron de Perú a Almadén.¹⁵

IFEA/IEB/ASDI, 2005, p. 315. Para Potosí, véase Platt, “La alquimia de la modernidad...”

¹⁴ Además, la mina de Idria, ubicada en la actual Eslovenia, aunque no se encontraba directamente dentro del territorio de la monarquía hispánica durante la segunda mitad del siglo XVI, pertenecía a los Habsburgo austríacos.

¹⁵ En cuanto al funcionamiento de estos hornos y las mejoras que introdujo el método de Saavedra, se puede consultar, entre otros trabajos: Almansa, E., Montes, F., Iraizoz, J.M. y Fuentes, D., “Evolución histórica de la tecnología de aludeles para la obtención de azogue”, *Energía & Minas: Revista Profesional, Técnica y Cultural de los Ingenieros Técnicos de Minas*, núm. 9, 2011, pp. 14-23.

Además, se implementaron sistemas de trabajo que asegurasen la disponibilidad de mano de obra. De tal forma, se combinaron formas laborales forzadas con la contratación de trabajadores “libres” asalariados. En Huancavelica, se implementó la mita, un sistema coercitivo de trabajo indígena y rotatorio impuesto a ciertas regiones para contribuir a las actividades mineras, mientras que en Almadén, se emplearon presos y esclavizados como mano de obra forzada.¹⁶

2. Sistemas de abastecimiento y distribución del azogue (mercurio)

El azogue, por tanto, representaba un insumo vital para la minería, por lo cual la Corona estableció su monopolio, controlaba la producción, distribución, y precios. El canal para llegar a los mineros fue a través de las Cajas Reales, salvo en el caso de Potosí que durante las últimas décadas del siglo XVIII pasó a ser competencia del Banco de San Carlos. En Oruro, al igual que otros centros de la minería altooperuana, el azogue permaneció siempre distribuido por los oficiales reales, los cuales controlaban de esta forma un ramo esencial de la Real Hacienda y un insumo imprescindible para los productores de plata y oro. Esto le posibilitaba una posición bastante privilegiada a la hora de hacer negocios con su venta. Como hemos podido observar, son muchos los expedientes que encontramos referentes al azogue y su administración por parte de los oficiales; al igual que fueron muchas las disposiciones de la Corona sobre su venta y administración. La razón fundamental consistía en que sin abastecimiento de azogue no había producción de plata, por tanto, no se podrían cobrar los impuestos más sustanciosos de la Corona. Otro de los motivos principales era intentar el control de la producción a través del monopolio del azogue: el correspondido. Este consistía en establecer una proporción entre el azogue consumido y la plata beneficiada, es decir, la relación plata / azogue, para poder de esta forma estimar la producción de plata dependiendo del azogue vendido a los mineros. Pero esta operación no estaba exenta de problemas y limitaciones que iremos comentando.¹⁷

El abastecimiento de azogue para las minas altooperuanas en el siglo XVIII procedía de Huancavelica y de la Península. Los

¹⁶ A lo largo del tiempo, la mita huancavelicana experimentó transformaciones significativas. Para mediados del siglo XVIII, era una contribución económica que las regiones proporcionaban para evitar ir de forma personal a trabajar a las minas, lo que se conoce como “mita pecuniaria”. Véase: Povea Moreno, Isabel M. *Minería y reformismo borbónico en el Perú. Estado, empresa y trabajadores en Huancavelica, 1784-1814*, Lima: BCRP-IEP, 2014, pp. 213-242.

¹⁷ Para el caso del virreinato del Perú, véase Fisher, John, *Minas y mineros en el Perú colonial*. Lima, 1977, pp. 154-156. Las investigaciones de Areche y Escobedo para establecer el correspondido contaron con cifras bastante irregulares dependiendo de los diferentes resultados de los distintos centros y mineros.

problemas de Huancavelica¹⁸ se fueron agudizando a fines de siglo y cada vez más el Alto Perú dependió del suministro de azogue proveniente de la Península, bien de Almadén o bien de la contrata que hizo la Corona con la Cámara Imperial de minas de Alemania para suministrarle azogue de Idria.¹⁹ El azogue de Huancavelica llegaba a través del puerto de Arica para evitar el encarecimiento del viaje por tierra, desde aquí pasaba a Chucuito donde el asentista lo repartía entre las Cajas de Potosí, Oruro y Carangas. Las vías de acceso al continente del azogue que llegaba desde la Península se vieron modificadas durante las últimas décadas del siglo XVIII. Anteriormente, por lo general, llegaba a través de Panamá hasta el puerto del Callao, ingresando por Lima. Más adelante, se hizo más frecuente el transporte por mar hasta el puerto de Buenos Aires y por tierra hasta Potosí, desde donde se distribuía a través de la Caja Real, o posteriormente por el Real Banco de San Carlos, a los otros centros mineros. En ocasiones, también se transportó hasta Lima pasando por el Cabo de Hornos, o hasta el puerto de Arica si se destinaba al Alto Perú, pero esto era en casos especiales, ya que la ruta era mucho más arriesgada.

La Corona siempre se interesó por ofrecer este insumo al mejor precio posible, pero esto dependió de la producción de las minas de mercurio y de las dificultades del transporte que encarecía el producto. Analicemos la ruta que se hizo más frecuente en este momento. El azogue salía desde Cádiz y llegaba hasta Montevideo, donde se transportaba en embarcaciones más pequeñas hacia Buenos Aires. Desde aquí era conducido en carretas hasta Jujuy, que distaba 430 leguas, después en mulas hacia Potosí, “que es la Caja General, cuyo camino montuoso, es como de 120 leguas”. Del transporte por tierra se encargaba un asentista, el cual tenía un contrato con la Corona donde se estipulaban todos los precios. El costo desde Montevideo hasta Potosí en 1788 suponía 19 ½ pesos:

“Este transporte se hace por un Asentista y se le paga hasta dicha villa de Potosí 14 pesos por quintal, y se le abonan 2 ½ q. por ciento de mermas; que estimado cada uno a 8 pesos, viene a tener de costo a la Real Hacienda 16 pesos, a que se aumentan 3 ½ pesos

¹⁸ Sobre Huancavelica en el siglo XVIII, véase Brown, Kendall. “La distribución del mercurio a finales del período colonial y los trastornos provocados por la independencia hispanoamericana”, en Avila Herrera y Ortiz (comps). *Minería colonial Latinoamericana*, México, 1989. Molina Martínez, Miguel. *Antonio de Ulloa en Huancavelica*, Granada, 1995. Pearce, Adrian. “Huancavelica 1700-1759: Administrative Reform of the Mercury Industry in Early Bourbon Peru”, *Hispanic American Historical Review*, 79:4 (Nov. 1999), pp. 669-702. Povea Moreno, Isabel M. *Minería y reformismo borbónico en el Perú. Estado, empresa y trabajadores en Huancavelica, 1784-1814*.

¹⁹ Kendall Brown propone que además de los problemas de producción de Huancavelica a fines del período colonial, la administración pretendía el cierre total de estas minas para crear una total dependencia del azogue suministrado desde la Península. Véase de este autor, “La distribución del mercurio a finales del período colonial, y los trastornos provocados por la independencia hispanoamericana”, p. 158.

*que se le paga al naviero que lo conduce desde esta bahía a Montevideo.”*²⁰

En el caso de Nueva España, la mayoría del azogue provenía de Europa, principalmente de Almadén. Sin embargo, las fluctuaciones en la producción de este yacimiento a menudo obligaron a recurrir al mercurio de Idria. También Huancavelica se consideró una opción, pero las condiciones de esa mina y su enfoque principal para suministrar a Potosí hicieron que el mercurio peruano no llegara de manera constante a Nueva España. La búsqueda de yacimientos de mercurio en el propio virreinato fue otro recurso, e incluso en ocasiones se intentó resolver la crónica escasez de este metal importando mercurio desde China.²¹ El azogue peruano llegaba al puerto de Acapulco en el Pacífico, mientras que el mercurio europeo, una vez que había sido embalado en Sevilla, se transportaba desde Cádiz hasta el puerto de Veracruz. Una vez ahí, los oficiales del puerto se encargaban de su envío a la ciudad de México,²² desde donde se distribuía a las regiones mineras del virreinato. La administración de la renta de azogues en Nueva España experimentó diferentes cambios a lo largo del período colonial. Inicialmente, estuvo bajo el control del virrey, luego pasó a ser responsabilidad de un contador de azogues y, a principios del siglo XVIII, con la creación de la Junta de Azogues en la península, se estableció la Superintendencia de Azogues en Nueva España.²³

Es importante destacar que el traslado de este metal presentaba complicaciones debido a su estado líquido, lo que resultaba en algunas pérdidas a lo largo del proceso de traslado. Durante mucho tiempo se transportaron en bolsas de cuero y, hacia finales siglo XVIII, empezaron a ser progresivamente sustituidas por frasco de hierro, mejorando las condiciones de almacenamiento.²⁴ Desde los almacenes de México, se distribuía a los distintos centros mineros a través de las Cajas Reales (Zacatecas, Guanajuato, Pachuca, San Luis Potosí, Guadalajara, ...).

En las minas altoperuanas, el azogue, una vez llegado hasta Potosí, se distribuía a las demás Cajas Reales en mulas, lo que suponía nuevamente otro incremento en el costo, dependiendo de la distancia de cada centro. A ello, había que añadirle suplementos

²⁰ AGI, Buenos Aires, 343. Informe de la Contaduría a la Casa de la Contratación. Cádiz, 1788.

²¹ Gavira Márquez, M. Concepción. “Expediciones mineralógicas de fines del siglo XVIII: la búsqueda de azogue en Nueva España, Rafael Andrés Helling y José Antonio Alzate, 1778”. *Estudios de Historia Novohispana*, núm. 52, 2015, pp. 1-17. Lang, Mervin F. *El monopolio estatal*, pp.137-146.

²² En período de 1709 a 1740, se llevaba hasta Puebla. Véase Heredia Herrera, Antonia. *La renta del azogue en Nueva España: 1709-1751*. Sevilla: EEHA-Universidad de Sevilla, 1978.

²³ Heredia Herrera, Antonia. *La renta del azogue...*

²⁴ Silvestre Madrid, María y Almansa Rodríguez, Emiliano. “La odisea del azogue. El largo camino de Almadén a América en la Edad Moderna”. *Investigaciones Históricas, época moderna y contemporánea*, núm. 41, 2021, p. 272.

por tasa de cordeles y badanas, y las ventajas de los oficiales reales, “siendo sabido que por cada mil libras de azogue llevaban cien pesos de gratificación, que son 10 pesos cada quintal.”²⁵ Estas gratificaciones se suponen formalmente prohibidas por una circular que mandó el visitador Areche a todos los oficiales reales en 1778. Pero el azogue siempre tuvo un sobrepeso añadido al estipulado por la Corona, el cual era todavía más alto cuanto más distancia había desde los ingenios hasta la Caja más próxima²⁶. A pesar de las medidas tomadas para rebajar, unificar y controlar el precio del azogue, evitando estas cargas, no pudieron, pese a todas las disposiciones, mantener un verdadero control de su distribución ni anular el mercado paralelo que se mantenía en los centros más alejados por los comerciantes o habilitadores.²⁷

El artículo 133 de la Real Ordenanza de Intendentes del año 1782, decía “que en las Contadurías y Tesorerías Reales y Administraciones del Estanco, no se carguen a los mineros adeladas, gratificaciones, ni regalías por el azogue y pólvora que necesitasen, aunque sea con título de derechos de oficiales o escribientes”. Sin embargo, en 1789 llegó ante la Audiencia de Charcas la siguiente denuncia: “los ministros de Real Hacienda exigen cierto derecho de balanza para el trabajo de pesarnos el azogue, que montan muchos pesos en el año, y de que S.M. no tiene ingreso de un maravedí, y estoy cierto que el Rey paga sueldos a estos oficiales, para que no tiren gajes”.²⁸ Y aún en 1808, había testimonios y denuncias de los oficiales reales, sobre la ilegalidad que cometía el ensayador, fundidor y balanzario, de las Cajas reales pretendiendo cobrar el impuesto ya extinguido que consistía en tres reales y medio por cada quintal de azogue que sacaban de los almacenes.²⁹

En 1785, Francisco Paula Sanz, superintendente del Virreinato del Río de la Plata, informó a los intendentes que para evitar el perjuicio de los mineros más alejados, “he hecho que se prorrateen los costos y gastos hasta cada una [cajas expendedoras] y con este concepto formado el cómputo por una justa proporción”.³⁰ Esta medida, lógicamente, despertó las iras de los azogueros de Potosí³¹. Pero no fue solamente la cuestión del precio en lo que se vieron más desfavorecidos los centros más apartados, sino también por el privilegio con que siempre se trató a los azogueros de la famosa villa Imperial. Por lo que respecta al abastecimiento, siempre fue prioritario para Potosí desde donde

se distribuía el azogue al resto de los centros, aunque después de satisfacer sus necesidades. La intención de Escobedo, ante el próximo envío de azogue en 1780, era destinarlo exclusivamente a Potosí. Así se lo comunicaba al superintendente Manuel Ignacio Fernández.

*“Como la porción que se espera no alcanza a cubrir las urgencias de todo el virreinato, haciendo yo remisiones a otras cajas, que ignoro lo que pueden pedir, no me es posible calcular el que quedaría para esta villa y su distrito...Estas poderosas razones me han movido a creer que por ahora será mejor que el azogue que esperamos de un día a otro de esa capital, se quede en esta villa...”*³²

Las crisis en el abastecimiento de este insumo tuvieron mucho que ver con la coyuntura internacional. En tiempos de guerra se hacía muy difícil la comunicación entre la Península y el continente americano. Precisamente en estos períodos de escasez, era cuando los oficiales reales hacían mayores beneficios, vendiendo las pocas existencias al por menor, a un precio muy elevado. Al subdelegado y tesorero interino, Francisco Ruiz Sorzano, se le abrió una causa por la venta ilegal de azogue, “repartiendo al menudeo, con ganancias exorbitantes, ya permitiendo que en dicha villa se vendiera públicamente, de los cuales para sí compraron algunas porciones”.³³ Esto ocurrió en 1784-85, cuando apenas se ponía fin a unos años de graves problemas en los abastecimientos.

Después de la crisis de principios de la década de los ochenta, Oruro, al igual que el resto de los otros centros, sufrió la crisis del primer quinquenio del siglo XIX, que fue bastante más grave. La extrema necesidad de los azogueros en 1801, indujo a los interesados a pedir que se realizara un cabildo abierto para manifestar los daños y perjuicios de la mayoría de sus vecinos “entretenidos en el giro de la azoguería”. El síndico personero decidió que, ante la urgencia, era mejor hacer una representación a las autoridades superiores mandando un informe del cabildo que expresara la extrema gravedad de la situación. En este informe se hacía referencia al auxilio con que los azogueros potosinos habían sido favorecidos por el virrey de Lima con el envío de 500 quintales que recogieron en Cuzco. El cabildo decía tener constancia de la existencia de este insumo en las cajas reales

²⁵ AGI. Buenos Aires, 343. Expediente del ramo de azogue, 1784.

²⁶ El Tribunal de Cuentas expuso en la glosa de la carta-cuenta de 1776, que al precio del azogue en Lima había que sumarle “17 pesos diez y medio centavos que hay de diferencia hasta los 95 pesos diez y medio centavos, que consideran de más costos por razón de fletes de Huancavelica a Chucuito y de ahí hasta Oruro, como así mismo de refacción de azogue, badanas, cordeles y retorno del caudal de este ingrediente de Oruro a Chucuito”. AGI. Charcas, 649. Caja Real, ramo de azogue, año 1776.

²⁷ La investigación por la aparición en Aullagas de un mercado de azogue a elevados precios no pudo ser resuelta. Algunas autoridades culpaban a los oficiales de las Cajas de Oruro y Carangas de este tráfico ilegal, otras decían que los responsables eran los azogueros potosinos que sacaban del Banco más azogue del necesario para la reventa. AGI. Buenos Aires, 434. Expediente sobre azogue, años 1784-85.

²⁸ Archivo Nacional de Bolivia (en adelante ANB). Minas T- 151. Año 1790.

²⁹ ANB. Minas T- 140. Núm. 10.

³⁰ AGI. Buenos Aires, 343. Buenos Aires, 1785.

³¹ En la Caja Real de Potosí los manejos de los oficiales con el azogue eran bastante evidentes. Rose Merie Buechler hace una relación de las diferentes formas de manipular el mercado del azogue por parte de los oficiales reales de Potosí. Véase *La compañía de Azogueros y el Banco de Rescates de Potosí (1747-1779)*. Buenos Aires, 1980

³² AGI. Buenos Aires, 343. Jorge Escobedo a Manuel Ignacio Fernández. Potosí, 1780.

³³ AGI. Charcas, 709. Expediente, Buenos Aires, 1792.

de Lima y Arequipa, y pedían ser atendidos de la misma forma que el gremio de azogueros de la ribera de Potosí. Esta petición fue dirigida al virrey de Buenos Aires y al presidente de la Real Audiencia de Charcas, la firmaban todos los componentes del cabildo que eran los primeros interesados, pues todos eran mineros.³⁴ Los resultados de esta petición no debieron ser los esperados pues en 1803 el visitador Diego de la Vega se quejaba ante el virrey de que, a pesar de las remesas entradas ese mismo año, en Oruro no se había recibido ninguna partida. La respuesta del virrey fue la siguiente:

*"...no hubo demoras o entorpecimientos para la entrega de los azogues que hasta entonces se habían recibido, sino meditaciones y cuidados para la resolución precisa e indispensable que tomó de que todo fuese a Potosí, donde era mayor, más grave, más perjudicial, y más peligrosa la falta. Porque, aunque tenía muy presente la necesidad de Oruro y de las demás partes, siendo cantidad corta no admitía divisiones de que no resultase mucho más daño que beneficio"*³⁵

Conscientes de esta situación, el cabildo de Oruro elevaba una petición en 1806, para que se le proveyesen los azogues por el puerto de Arica, "como más pronto y fácil".³⁶ Mientras Potosí fuese centro distribuidor, seguiría manteniendo sus privilegios.

La mayor batalla de la administración colonial con los oficiales reales radicaba en las enormes deudas de los azogueros al ramo de azogue y en el control que estos debían llevar del correspondido. A partir de 1776, con la llegada del visitador Areche y la designación de Escobedo como gobernador de Potosí, se puso especial interés en el control de la producción de plata y se dieron disposiciones a los oficiales para distribuir el azogue con arreglo a los marcos de plata que se registrasen en la Caja Real. Algunos años antes, siendo gobernador de Huancavelica Antonio de Ulloa, se intentó poner en orden este ramo para evitar las crecidas deudas y controlar la producción. Requirió a los oficiales información sobre las barras fundidas y su procedencia, en caso de ser registrados por terceros, al igual que la especificación de los minerales procesados por fundición. Según un informe del mismo Ulloa, sobre los marcos de plata registrados en Oruro desde abril del 1763 hasta mayo de 1764, y los que debían de haberse registrado, dependiendo del azogue consumido; se declaró una falta de 50.000 marcos aproximadamente, que no fueron registrados y, por tanto, no pagaron impuestos.³⁷

Según las disposiciones de la administración, los oficiales sólo podían dar azogue fiado a los azogueros con el plazo de seis meses bajo fianzas. Estos tenían la obligación de registrar y pagar los impuestos en la Caja Real de su jurisdicción donde habían sacado

su azogue, por lo que supuestamente debía de haber una relación entre el azogue que habían consumido y la plata que registraban. La disculpa de los oficiales de Oruro, ante la insistencia de Areche en 1777, para el cobro de deudas y que se llevase el correspondido se fundamentó en lo arriesgado de la empresa minera que requería toda la ayuda posible, y que gracias a sus desacatos se mantenía el mineral de Oruro.

Como se puede observar, la capacidad para actuar por parte de los oficiales reales sobre el azogue era bastante importante, a pesar de las normas y decretos de las autoridades superiores. Los oficiales estaban asumiendo cierta autonomía que justificaban por el bien público y por la experiencia y conocimiento de la realidad local. En las distintas visitas que se efectuaron a la Caja, generalmente resultaban con alcances en contra por los azogues dados sin fianzas. Los oficiales argumentaban que eran pocos los que pagaban el azogue al contado y que la mayoría tenían que hipotecar sus bienes y "prendas de oro y plata, perlas, diamantes y otras joyas del adorno de sus mujeres".³⁸ A pesar de ello, muchas veces, las deudas resultaron incobrables y se acumularon en gran cantidad como ocurrió los años posteriores a la sublevación. En 1780, cuando se hacía evidente el descenso en la producción, las deudas por azogue ascendían a 64.448 pesos y, cuatro años más tarde, apenas se habían reducido a 60.139 pesos.³⁹ Antonio de Ulloa también se esforzó por corregir las deudas contraídas por los azogueros. En 1764 mandó órdenes a todos los oficiales para que el azogue se fiase en pequeñas proporciones, las cuales se debían cobrar cuando el azoguero entregase las piñas a fundir. Cuando las piñas fuesen entregadas por terceros, los oficiales debían de averiguar de dónde procedía el mineral para reclamar la deuda de azogue. En la Caja de Oruro tenemos numerosos testimonios que indican que esto no se llegó a cumplir.

Sin embargo, Escobedo tenía una visión mucho más realista de la situación y así se lo comunicaba a Gálvez en un informe sobre las inconveniencias que encontraba en el virreinato peruano para establecer un control sobre la producción de plata a través del azogue. Según el superintendente del Perú, en este virreinato se daba el azogue con fianza de correspondido, pero de forma poco eficaz, y "se sigue este método porque sirva de algún freno". Entre las limitaciones que encontraba se menciona la pobreza de los mineros, que se veían obligados a pagar en pastas a sus habilitadores, por lo cual no podían asegurar el azogue ya que no pagaban los impuestos en la Caja Real. Otro de los inconvenientes de este método, como lo denominaba Escobedo, eran los minerales que se sacaban por fundición, y la existencia de azogue que tenían los mineros de un año para otro. Y finalmente la circulación de pastas porque, aunque había disposiciones para que cada mineral se fundiese en su respectiva callana.

³⁴ Archivo de la Corte Superior de Justicia de Oruro (en adelante ACSJ). Año 1801.

³⁵ AGI. Buenos Aires, 438. El virrey a Soler. Buenos Aires, 1804.

³⁶ AGI. Lima, 600. Ayuntamiento de Oruro al Consejo de Indias. Oruro, 1806.

³⁷ AGI. Lima, 1327. Estado General del ramo de azogue en la superintendencia de Huancavelica, 1763.

³⁸ *Ibidem*.

³⁹ AGI. Charcas, 649 y 651. Ramo: "Debido y no cobrado de deudas antiguas y modernas". Años respectivos 1780 y 1784. Respecto a la deuda de 1780, más de la mitad fue contraída por Juan de Dios Rodríguez. Este mismo año José Areche mandó una carta a los oficiales de Oruro diciendo estar asombrado con el monto de las deudas por azogue y sobre todo por la de Juan de Dios que ascendía a 34.208 pesos para lo cual sólo tenía como fianza la entrega de 282 quintales de cobre.

CUADRO I
Marcos de plata registrados y azogue consumido en la Caja Real de Oruro, años 1793-1802.

Años	Marcos de plata	Quintales de azogue	Correspondido
1793	62.662	546	114,7
1794	65.105	610	106,7
1795	59.300	761	77,9
1796	64.141	803	79,8
1797	59.270	782	75,7
1798	57.777	137	421,7
1799	52.017	1.087	47,8
1800	55.228	0	0
1801	46.446	129	360
1802	31.547	0	0

Fuente: AGI. Charcas, 583.

En la Caja Real de Oruro, el correspondido (relación producción de plata azogue consumido) variaba de un año a otro, dependiendo de muchos factores, pero sobre todo de la regularidad en el abastecimiento de la Caja. Después de años de escasez, los azogueros compraban grandes cantidades para beneficiar los minerales acumulados y para prevenir nuevas crisis. Esto ocurrió en 1799, cuando se recibió una remesa de azogues después de la falta de este suministro el año anterior. La irregularidad en el correspondido fue mucho más evidente durante principios del siglo XIX, en plena crisis de abastecimiento. El oficial explicaba que durante los últimos años, los mineros se las ingenieron para adquirir azogues de Lima, conducido por particulares y “a expensas del subido precio a que se vendió”.⁴⁰

3. El trabajo con el mercurio: efectos socio-ambientales

El trabajo minero está inseparablemente ligado a una serie de enfermedades y riesgos ocupacionales, en relación estrecha con las condiciones ambientales y físicas presentes en las galerías subterráneas, así como al ambiente saturado de polvo en las haciendas metalúrgicas. Sin duda, la presencia del mercurio intensificaba estas difíciles circunstancias debido a su toxicidad. Hoy en día, tenemos un amplio conocimiento acerca de la extrema toxicidad del mercurio tanto para los seres humanos como para el medioambiente en su conjunto. Por esa razón, a principios del siglo XXI, la Organización Mundial de la Salud (OMS) promovió la gradual eliminación de dispositivos médicos que hicieran uso del mercurio, como algunos termómetros. En 2013, se firmó el Convenio de Minamata sobre el Mercurio (ONU), el cual entró en vigor en 2017, con el objetivo de reducir los efectos del mercurio

en la salud pública al cesar la fabricación, importación y exportación de muchos productos que contienen mercurio.⁴¹ Con antelación, en 2011, las políticas de la Unión Europea que prohibían la comercialización del mercurio, llevaron a la transformación de Almadén en un recurso patrimonial, luego de su cierre en 2003. Sin embargo, a pesar de estos pasos, en la actualidad aún persiste el uso del mercurio en diversas aplicaciones, como en la extracción de oro en ciertas regiones.⁴² Asimismo, esta práctica lleva a la producción de mercurio en otras áreas, lo que también genera preocupaciones ambientales y de salud por sus emisiones y consecuencias dañinas en el entorno y las comunidades.

En la edad moderna (siglos XVI-XVIII), aunque no se poseía el conocimiento tan profundo que hoy tenemos acerca de los efectos y alcances de las emisiones de mercurio, no eran desconocidos los efectos perjudiciales relacionados con la manipulación del azogue. La literatura médica ya registraba estos efectos desde el siglo XVI, como señala Alfredo Menéndez.⁴³ En lugares como Almadén y Huancavelica, los peligros de la minería subterránea se agravaban debido a ser el cinabrio el mineral que se extraía. La exposición al polvo y los vapores mercuriales provocaba un envenenamiento lento y progresivo que se manifestaba a través de síntomas como la tos seca, la formación de úlceras en la boca y alteraciones en el sistema nervioso, entre otros, que, en última instancia, conducían a la completa incapacitación de los afectados. En 1575, el cronista Ambrosio de Morales hacía referencia a los temblores experimentados por los trabajadores de Almadén como consecuencia de la absorción de mercurio, y también señalaba una disminución en la esperanza de

⁴⁰ AGI. Charcas, 583. La Plata, 25-XI-1804. Informe del presidente de la Audiencia de Charcas.

⁴¹ Convenio de Minamata sobre el Mercurio," Observatorio de los 10 Grandes Tratados, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), fecha de acceso 23 de octubre de 2023, <https://observatoriop10.cepal.org/es/tratado/convenio-minamata-mercurio>.

⁴² Arriaza, Miguel. "El dilema del mercurio: el metal que da de comer y envenena a la Amazonia boliviana," *El País, América Futura*, 2 de mayo de 2023, <https://bit.ly/3tPaJFe>.

⁴³ Menéndez Navarro, Alfredo. *Un mundo sin sol. La salud de los trabajadores de las minas de Almadén, 1750-1900*, Granada: Universidad de Granada, Universidad de Castilla-La Mancha, 1996, p.77.

vida de estos operarios.⁴⁴ En relación con la incapacitación de los enfermos, el testimonio de José Parés y Franqués, médico en Almadén durante la segunda mitad del siglo XVIII, resulta muy elocuente:

*“La vehemencia del temblor es comúnmente tan rigurosa que unos no pueden tenerse en pie; otros ni sentados pueden mantenerse; otros es forzoso atarlos en la cama de pies y manos; otros deben estar cuidadosamente atados de la cabeza; infinitos no pueden por sí solos comer ni beber; los más andan como saltando o trotando, por no poder seguir el paso regular”.*⁴⁵

En el caso de Huancavelica, los efectos eran tan devastadores que el protector de naturales, Damián de Jeria, llegó a describir la mina como un “matadero público”.⁴⁶ Ahí la situación se volvía aún más complicada, puesto que comunidades indígenas eran forzadas a enviar trabajadores a estas minas, lo que generó argumentos muy fuertes en contra del sistema de mita para el caso huancavelicano. En la segunda mitad del siglo XVII, el jesuita Pedro de Oñate cuestionó la institución mitaya y expresó que resultaba evidente que el mercurio utilizado en la minería estaba perjudicando gravemente a los trabajadores indígenas, llegando incluso a señalar que enviarlos a trabajar a las minas de mercurio de Huancavelica equivalía a condenarlos a muerte.⁴⁷

Estos riesgos no se limitaban a la etapa de extracción, ya que en la fase metalúrgica, con la destilación del azogue, los peligros eran aún mayores. El testimonio de un reo de Almadén expresaba:

*“el asistir al cozimiyento de los metales quando se haze el dicho azogue es de mucho peligro para la salud porque con el humo del dicho metal y la hordinaria asistencia hazen notable daño y muchos bienen a perder el juicio y otros quedan azogados y este trauaje es el de mayor peligro para la salud de los hombres”*⁴⁸

Tanto en Almadén como en Huancavelica, desde mediados del siglo XVI y comienzos del siglo XVII, se pusieron en marcha instituciones sanitarias relacionadas con la labor en las minas, marcando hitos significativos en este ámbito. En el caso de la mina peruana de mercurio, se optó por implementar un modelo basado en la asistencia hospitalaria. La presencia de un mal mortal ampliamente reconocida en estas minas, ayuda a explicar la creación del hospital real de Huancavelica para los trabajadores mineros.⁴⁹ Asimismo, como hemos explicado en otro trabajo, la fundación del hospital también podría haber tenido como objetivo contrarrestar los argumentos de aquellos que abogaban

por la abolición de la mita debido a la alta incidencia de enfermedades entre los operarios involucrados en la extracción y manipulación del mercurio.⁵⁰ No obstante, es necesario señalar, que la creación de estas instituciones sanitarias no coincidió con la cura de la enfermedad, ya que en ese momento no se disponía de un tratamiento concreto y efectivo para tratar la intoxicación por mercurio.

En la minería de la plata, el método de amalgamación, que como hemos señalado antes se desarrolló en las haciendas de beneficio, añadía el mercurio al proceso productivo, y la manipulación de este mineral tuvo igualmente efectos perjudiciales en la salud de los operarios que se ocupaban de esta fase. No se debe pasar por alto que en muchas minas, la tarea de mezclar polvillos minerales, mercurio, sal y otros reactivos, era realizada por trabajadores descalzos durante largas jornadas (repasiris). Posteriormente, durante el proceso del lavado del material amalgamado en tinas, con el fin de separar la plata del mercurio y otros componentes, el agua mezclada con diversos elementos, como mercurio, cobre, plomo, y otros, iba a dar a diferentes cuerpos de agua.⁵¹ El aire también se contaminaba en la siguiente etapa, cuando, para eliminar por completo los restos de mercurio, se introducía la mezcla en un horno donde se volatilizaba, produciendo gases de mercurio que, al enfriarse, se condensaban en metal líquido. Como explica Carlos Serrano para el caso de Potosí, a pesar de los esfuerzos por sellar adecuadamente los hornos, no se lograba evitar del todo las fugas de gas mercurial.⁵² Las fugas de mercurio líquido también contaminaron la tierra.

Por lo tanto, es importante abordar con cautela las afirmaciones de Humboldt, quien sostenía que los riesgos eran menores en la fase metalúrgica de la plata:

*“un gran número de estos individuos —escribía— pasan su vida andando descalzos sobre montones de metal molido, humedecido, y mezclado de muriate de sosa, de sulfate de hierro, y de mercurio oxidado por el contacto del aire atmosférico y de los rayos del sol; y es un fenómeno bien singular ver que estos hombres gozan de la mejor salud”*⁵³

No son pocos los testimonios que contradicen esa afirmación. Por ejemplo, en 1764, los vecinos de Pachuca (México) que vivían cerca de una pequeña hacienda de beneficio, se quejaron de los efectos perjudiciales para la salud causados por el humo de las piritas y el polvo de los metales que se quemaban en la zona. Declararon que “los humos fétidos son peligrosos para la salud, y

⁴⁴ Menéndez Navarro, *Un mundo sin sol*, p. 79.

⁴⁵ Menéndez Navarro, *Un mundo sin sol*, p. 155.

⁴⁶ Brown, Kendall W. *Minería e imperio en Hispanoamérica colonial. Producción, mercados y trabajo*. Lima: BCRP-IEP, 2015, p. 189.

⁴⁷ Povea Moreno, Isabel M. “La mita minera a debate en el contexto de las Cortes de Cádiz (1810-1814). Entre viejos esquemas y nuevas concepciones”, *Naveg@mérica. Revista electrónica de la Asociación Española de Americanistas*, n. 5, 2010, p.4.

⁴⁸ Menéndez Navarro, *Un mundo sin sol*, p. 81

⁴⁹ Sala Catalá, José. “Vida y muerte en la mina de Huancavelica durante la primera mitad del siglo XVII”, *Asclepio*, 39, 1987, p. 194.

⁵⁰ Povea Moreno, Isabel M. *Minería y reformismo borbónico en el Perú*, p.326.

⁵¹ Como explica, Carlos Serrano, en el caso de Potosí, esa agua con componentes tóxicos iba a dar a la Ribera, y a lugares más alejados. Serrano, Carlos. “Problemas de contaminación y salud en la época colonial”. *De Re Metallica*, 5, 2005, p. 80.

⁵² *Ibidem*, p.77.

⁵³ Humboldt, Alexander von, *Ensayo político sobre el reino de la Nueva-España*, trans. por Vicente Gonzales Arnao. París: Rosa, 1822, tomo I, p. 139.

hemos perdido gallinas, pájaros y animales domésticos, que han muerto debido a ellos”.⁵⁴ La manipulación del mercurio en las operaciones metalúrgicas no sólo afectó a los trabajadores y a sus familias, también contaminó el entorno natural de los centros mineros. Elementos vitales, como el agua y el aire, se vieron alterados por el contacto con los residuos o gases tóxicos procedentes de las haciendas de beneficio, y lo mismo ocurrió con la tierra circundante. Además, es importante señalar que el consumo de ganado criado en áreas contaminadas por el mercurio, ya sea a través del aire, el agua o el suelo, también representaba un medio de intoxicación.⁵⁵

Un caso de gran catástrofe ecológica, ocurrida en el periodo colonial, tuvo lugar en Potosí en 1626, cuando la presa de San Ildefonso se derrumbó y el agua inundó la ciudad. Estas aguas, que contenían mercurio y otros residuos, ocasionaron la pérdida de miles de vidas, además de los perjudiciales efectos del agua contaminada.⁵⁶

Esta contaminación por mercurio, unida a la de otros desechos mineros, ha tenido un impacto a lo largo del tiempo. Como señalan algunos autores, en regiones con una larga historia minera, se han acumulado pasivos ambientales, es decir, áreas o instalaciones afectadas por la actividad minera y metalúrgica y que siguen presentando problemas ambientales significativos en la actualidad.⁵⁷ Por ejemplo, los desechos minerales de épocas pasadas continúan generando contaminación hasta el día de hoy.⁵⁸

A modo de conclusión

Desde fines del siglo XVI, la amalgamación con mercurio fue el método generalizado en la minería americana hasta que en el siglo XIX se establecieron otros procesos como la cianuración. Todos los implicados en la minería sabían de la importancia del azogue, de las dificultades en la manipulación y los problemas de abastecimiento. Sin embargo, en los primeros tiempos de su utilización, podría suscitarse interrogantes acerca de la conciencia sobre su peligrosidad, no sólo en términos de contacto directo, sino también en relación con la contaminación de los recursos naturales. Desgraciadamente, muy pronto los problemas de contaminación terminaron por ilustrar a los trabajadores y a la población en general sobre esos riesgos. Sin embargo, no podemos afirmar que la amalgamación con azogue haya desaparecido por completo, como evidenciamos en la actualidad. A pesar de haberse reconocido su peligrosidad para la salud, su uso persiste en la pequeña minería o minería informal, generando impactos en la población y los ecosistemas en determinados territorios bolivianos.

Esta pequeña minería, sin duda, plantea un dilema complejo, ya que si bien es una fuente de sustento para numerosas familias,

también conlleva riesgos ambientales considerables. Ante esta encrucijada, es preciso adoptar un enfoque equilibrado y sostenible que aborde las necesidades económicas de las comunidades y, al mismo tiempo, reduzca los impactos adversos en la salud y los ecosistemas. La búsqueda de alternativas sostenibles se presenta como un elemento clave en esa tarea. Asimismo, la conciencia y educación juegan un papel fundamental. Reforzar la comprensión de los efectos dañinos asociados al mercurio, no sólo entre los trabajadores mineros directamente expuestos, sino también en las comunidades circundantes, es esencial. Igualmente, necesario es destacar la persistencia de los efectos a lo largo del tiempo, promoviendo una conciencia sobre la duración de los impactos dañinos del mercurio y destacando la urgencia de implementar medidas preventivas y correctivas a largo plazo.

La relevancia histórica del mercurio durante el periodo colonial ha dejado una marcada impronta en la industria minera y en el medio ambiente, con implicaciones importantes que se extienden hasta el presente. Comprender ese contexto histórico es crucial para abordar los desafíos actuales vinculados con su uso y puede servir como punto de partida para concebir estrategias sostenibles en el ámbito de la minería contemporánea.

Bibliografía

ALMANSA, E., MONTES, F., IRAIZOZ, J.M. Y FUENTES, D., (2011). “Evolución histórica de la tecnología de aludeles para la obtención de azogue”, *Energía & Minas: Revista Profesional, Técnica y Cultural de los Ingenieros Técnicos de Minas*, núm. 9.

ARDUZ EGUÍA, GASTÓN. (2000). “Sobre la metalurgia colonial de la plata en Potosí”, en Sánchez, Julio y Mira Delli-Zotti, Guillermo, *Hombres, técnica, plata. Minería y sociedad en Europa y América, siglos XVI-XIX*, Sevilla: Aconcagua Libros, 2000.

ARRIAZA, MIGUEL. (2023). “El dilema del mercurio: el metal que da de comer y envenena a la Amazonia boliviana,” *El País, América Futura*, 2 de mayo de 2023, <https://bit.ly/3tPaJFe>

BAKEWELL, PETER. (2000). “La transferencia de la tecnología y la minería hispanoamericana, siglos XVI y XVII: algunas observaciones”, en Sánchez, Julio y Mira Delli-Zotti, Guillermo, *Hombres, técnica, plata. Minería y sociedad en Europa y América, siglos XVI-XIX*, Sevilla: Aconcagua Libro.

BROWN, KENDALL. (2015). *Minería e imperio en Hispanoamérica colonial. Producción, mercados y trabajo*. Lima: BCRP-IEP.

BROWN, KENDALL. (1989). “La distribución del mercurio a finales del período colonial y los trastornos provocados por la

⁵⁴ Ladd, Doris M. *Génesis y desarrollo de una huelga: las luchas de los mineros mexicanos de la plata en Real del Monte, 1766-1775*. México: Alianza, 1992, p. 49.

⁵⁵ Robins, Nicholas A., *Mercury, Mining, and Empire: The Human and Ecological Cost of Colonial Silver Mining in the Andes*. Bloomington: Indiana University Press, 2011, pp. 109-110.

⁵⁶ *Ibidem*. pp. 28-29.

⁵⁷ López Pardo, Claudia. “Aguas de Copajira: Minería en el Potosí colonial”, *Letras Verdes*, núm. 6, 2010, pp. 4-5.

⁵⁸ Studnicki-Gizbert, Daviken. *The Three Deaths of Cerro de San Pedro. Four Centuries of Extractivism in a Small Mexican Mining Town*. Chapel Hill: University of North Carolina Press, 2022, p. 133.

independencia hispanoamericana”, en Avila Herrera y Ortiz (comps). *Minería colonial Latinoamericana*, México.

BUECHLER, MARIE. (1980). *La compañía de Azogueros y el Banco de Rescates de Potosí (1747-1779)*. Buenos Aire: Editorial Universitaria.

BUSTAMANTE DE LA FUENTE, MANUEL (1955). *Mis Ascendientes*, Santiago de Chile: Edición Privada.

GAVIRA, MARÍA CONCEPCIÓN. (2015). “Expediciones mineralógicas de fines del siglo XVIII: la búsqueda de azogue en Nueva España, Rafael Andrés Helling y José Antonio Alzate, 1778”. *Estudios de Historia Novohispana*, núm. 52, 2015.

GAVIRA, MARÍA CONCEPCIÓN. (2005). *Historia de una Crisis: La minería de Oruro a fines del periodo colonial*, La Paz: IFEA/IEB/ASDI.

HUMBOLDT, ALEXANDER VON. (1822). *Ensayo político sobre el reino de la Nueva-España*, trans. por Vicente Gonzales Arnao. París: Rosa.

LADD, DORIS M. (1992). *Génesis y desarrollo de una huelga: las luchas de los mineros mexicanos de la plata en Real del Monte, 1766-1775*. México: Alianza, 1992.

LLANOS, GARCÍA DE. (1983) *Diccionario y maneras de hablar que se usan en las minas*. La Paz: Musef.

LANG, MERVIN F. (1977). *El monopolio estatal del mercurio en el México colonial (1550-1710)*, México: FCE.

LANG, MERVIN F. (1999). “Azoguería y amalgamación. Una apreciación de sus esencias químico-metalúrgicas, sus mejoras y su valor tecnológico en el marco científico de la época colonial”, *LLULL*, vol. 22.

LÓPEZ PARDO, CLAUDIA. (2010). “Aguas de Copajira: Minería en el Potosí colonial”, *Letras Verdes*, núm. 6.

MENÉNDEZ NAVARRO, ALFREDO. (1996). *Un mundo sin sol. La salud de los trabajadores de las minas de Almadén, 1750-1900*,

Granada: Universidad de Granada, Universidad de Castilla-La Manch.

MOLINA, FERNANDO. (2023) “La fiebre del oro atrapa a los bolivianos”, *El País*, 6 de octubre de 2023, <https://bit.ly/47tqnV2>

MOLINA MARTÍNEZ, MIGUEL. (1995). *Antonio de Ulloa en Huancavelica*, Granada: Universidad de Granada.

PEARCE, ADRIAN. (1999). “Huancavelica 1700-1759: Administrative Reform of the Mercury Industry in Early Bourbon Peru”, *Hispanic American Historical Review*, 79:4.

PLATT, TRISTAN. (1999). “La alquimia de la modernidad. Los Fondos de cobre de Alonso Barba y la Independencia de la Metalurgia boliviana (1780-1880)”, *Anuario* (Archivo y Biblioteca Nacionales de Bolivia), Sucre.

POVEA MORENO, ISABEL M. (2010). “La mita minera a debate en el contexto de las Cortes de Cádiz (1810-1814). Entre viejos esquemas y nuevas concepciones”, *Naveg@mérica. Revista electrónica de la Asociación Española de Americanistas*, núm. 5.

POVEA MORENO, ISABEL M. (2014). *Minería y reformismo borbónico en el Perú. Estado, empresa y trabajadores en Huancavelica, 1784-1814*, Lima: BCRP-IEP.

ROBINS, NICHOLAS A. (2011). *Mercury, Mining, and Empire: The Human and Ecological Cost of Colonial Silver Mining in the Andes*. Bloomington: Indiana University Press.

SALA CATALÁ, JOSÉ. (1987). “Vida y muerte en la mina de Huancavelica durante la primera mitad del siglo XVII”, *Asclepio*, 39.

SILVESTRE MADRID, MARÍA Y ALMANSA RODRÍGUEZ, EMILIANO. (2021). “La odisea del azogue. El largo camino de Almadén a América en la Edad Moderna”. *Investigaciones Históricas, época moderna y contemporánea*, núm. 41.

STUDNICKI-GIZBERT, DAVIKEN. (2022). *The Three Deaths of Cerro de San Pedro. Four Centuries of Extractivism in a Small Mexican Mining Town*. Chapel Hill: University of North Carolina Press.