



Minería extractiva y conflictos socioambientales por agua en el noroeste árido de México: un análisis desde la ecología política

Mineração extrativa e conflitos socioambientais sobre a água no árido noroeste do México: uma análise da ecologia política

Extractive mining and socio-environmental conflicts over water in arid northwest of Mexico: a political ecology analysis

Verónica VÁZQUEZ-GARCÍA^{1*}, Tomás ORTEGA-ORTEGA¹, Rocío MARTÍNEZ-GONZÁLEZ², Dann OJEDA-GUTIÉRREZ³

¹ Colegio de Postgraduados, México.

² Universidad Nacional Autónoma de México, México.

³ Universidad Autónoma Metropolitana, México.

* E-mail de contato: verovazgar10@gmail.com

Artigo recebido em 30 de abril de 2020, versão final aceita em 28 de setembro de 2020, publicado em 18 de dezembro de 2020.

RESUMEN: Desde finales del siglo XX se ha impulsado la megaminería en todo México, incluido el estado de Sonora que se caracteriza por la predominancia de ecosistemas áridos en su territorio. A partir de entonces se ha extendido la extracción de metales preciosos como el oro bajo la técnica de minería a cielo abierto. El presente trabajo analiza desde la óptica de la ecología política los conflictos socioambientales por megaminería en torno al agua en Sonora, en particular la contaminación por derrames y la falta de disponibilidad de agua. La información fue sistematizada y analizada a partir de fuentes periodísticas y académicas. Se identificaron 11 conflictos vinculados con el agua. Ocho se relacionan con la disminución en calidad a causa de un derrame y tres con la disminución en disponibilidad por acaparamiento de agua por parte de las empresas. El análisis refleja las debilidades del modelo de gobernanza ambiental predominante en México que antepone intereses privados a

los públicos. Se argumenta a favor de la necesidad de devolverle al Estado la facultad de proteger los derechos humanos de la ciudadanía, entre ellos el derecho humano al agua.

Palabras clave: megaminería; conflictos socioambientales; contaminación hídrica; disponibilidad de agua; derecho humano al agua.

RESUMO: Desde o final do século XX, a megaminação é promovida em todo o México, incluindo o estado de Sonora, caracterizado pela predominância de ecossistemas áridos em seu território. Desde então, a extração de metais preciosos, como o ouro, foi estendida sob a técnica de mineração a céu aberto. Este trabalho analisa, da perspectiva da ecologia política, os conflitos socioambientais decorrentes da megaminação em torno da água em Sonora, em particular a contaminação por derramamentos e a indisponibilidade da água. As informações foram sistematizadas e analisadas a partir de fontes jornalísticas e acadêmicas. Onze conflitos relacionados à água foram identificados. Oito estão relacionados à diminuição de sua qualidade devido ao derramamento e três devido à diminuição da disponibilidade devido à acumulação de água pelas empresas. A análise reflete as fraquezas do modelo de governança ambiental predominante no México, que coloca os interesses privados antes dos públicos. Argumenta-se a favor da necessidade de devolver ao Estado o poder de proteger os direitos humanos dos cidadãos, incluindo o direito humano à água.

Palavras-chave: megaminação; conflitos socioambientais; poluição da água; disponibilidade de água; direito humano à água.

ABSTRACT: Mega mining activities have expanded throughout Mexico since the end of the 20th century. This is also true for the state of Sonora, which is characterized by the predominance of arid ecosystems in its territory. Since then, the extraction of precious metals such as gold through open mining has also increased. This paper uses a political ecology perspective in order to analyze socio-environmental conflicts over water caused by mega mining activities in Sonora, in particular loss of water quality due to toxic spills and water scarcity. Data were systematized and analyzed using various journalistic and academic sources. Eleven water-related conflicts were identified. Eight are related to a decrease in water quality due to toxic spills while three are related to water access decrease due to water hoarding by mining enterprises. The analysis underlines the weaknesses of the environmental governance model prevailing in Mexico which places private interests before public ones. It is argued that the State needs to recover its power to protect human rights, including the human right to water.

Keywords: mega mining; socio-environmental conflicts; water pollution; water access; human rights to water.

1. Introducción

La minería es la implementación de determinados conocimientos y técnicas para remover o extraer minerales metálicos y no metálicos del subsuelo (De Grinberg, 1993). México tiene una larga e ininterrumpida historia con esta actividad. La minería moderna que se practica en la actualidad consta de las siguientes fases: evaluación técnico-económica

de la reserva de yacimientos; remoción o extracción de material; traslado del mismo mediante vías de comunicación; beneficio del mineral (separarlo de la roca mediante diversos métodos); cierre de la operación (Coll, 2002). Se trata de actividades intensivas cuyas afectaciones se manifiestan en el corto, mediano y largo plazo en diversos ámbitos: contaminación atmosférica por el polvo emitido ya sea en la voladura, la carga y el transporte, o

por efecto del viento que remueve material fino, además de los aerosoles tóxicos que se producen durante procesos de metalurgia; la desertificación y pérdida de suelo fértil; las variaciones a la baja en mantos freáticos y la contaminación química del agua resultado de la lixiviación y cianuración (Lillo, 2008).

El estado de Sonora, situado al noroeste de México, es uno de los de mayor tradición minera en el país, ya que forma “parte de un macizo geológico abundante en metales” (Bracamonte *et al.*, 1997, p. 43). Los asentamientos jesuitas del siglo XVII crecieron precisamente gracias a la exploración y producción de metales preciosos (Bracamonte *et al.*, 1997). Para el siglo XIX, en algunas regiones del estado había “tanta ley de oro que el mineral de calidad inferior se vendía a 12 y 15 dólares por arroba, y el más rico en 200 dólares; el oro de Mulatos se caracteriza por ser casi puro” (Vivas, 1996, p. 82). Entrado el siglo XXI el auge continúa. En 2018 Sonora figuró como el principal productor de oro con una participación de 34% del total nacional. Respecto a la producción de cobre, el estado se mantiene como el mayor productor con 81.3% (CAMIMEX, 2019). Sonora es el único productor de molibdeno, grafito amorfo y wollastonita, con 100% de la producción a nivel nacional (SGM, 2018).

El objetivo de este artículo es presentar un primer esbozo de clasificación de los conflictos socioambientales ocasionados por actividades mineras en Sonora, en particular aquellos que conducen a la contaminación y escasez del agua. Dicho estado se caracteriza por sus largas extensiones de tierras áridas y semiáridas, entre ellas el famoso Desierto de Sonora ubicado al noroeste y sus planicies centrales, con pequeñas variaciones en áreas costeras y montañas donde hay climas templados, tropicales

y subtropicales (Guerrero y Pereznegrón, 2017). La precipitación cambia según la elevación y la influencia continental o costera, con una variación de entre 30 mm y 350 mm anuales. La temperatura en el verano alcanza máximos de 49°C al noroeste y en el invierno se presentan temperaturas bajo 0 °C en prácticamente todo el estado (Búrquez *et al.*, 1999).

El análisis parte del supuesto de que la megaminería es una de las actividades antropogénicas más intensas por sus impactos socioambientales, que se distingue de la minería tradicional o artesanal por su escala, intensidad y tecnología. Los minerales son extraídos haciendo tajos de grandes extensiones en los cerros y utilizando sustancias tóxicas para separarlos de la roca (Cortés *et al.*, 2017). El artículo se enfoca específicamente en la falta de calidad y disponibilidad de agua, dado que Sonora es un estado semidesértico con cerca del 22% de su superficie concesionada a la minería (SGM, 2018). La megaminería requiere de grandes volúmenes de agua para separar metales, proceso que frecuentemente viene acompañado de derrames en fuentes naturales de agua. Se demuestra que las instituciones gubernamentales diseñadas para prevenir, documentar y sancionar estos incidentes resultan inoperantes, poniendo en evidencia el papel subordinado del Estado ante el capital. Destaca el papel de la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA, órgano desconcentrado de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales) que, según la ley, tiene autonomía técnica y operativa para procurar justicia ambiental y garantizar la protección del medio ambiente (SEMARNAT, 2014). Sin embargo, su alcance es limitado. Los desastres ambientales rara vez son resueltos a favor de la población afectada. En la mayor parte de los casos los daños ni siquiera llegan a ser cuantificados.

2. *Extractivismo, minería y agua*

Las reformas estructurales implementadas en el Sur Global a finales del siglo XX han resultado muy favorables para el modelo extractivo que sostiene al sistema capitalista actual, incluyendo países con poca tradición minera tales como Ecuador, Argentina, Uruguay y Paraguay en América Latina, o Malí, Burkina Faso, Senegal y Tanzania en África (Sacher, 2015; Lamalice y Klein, 2016; Fernández-Labbé, 2020). Aún en países con tradición minera como México, los conflictos relacionados con la minería han trascendido el ámbito laboral para abarcar temas de contaminación ambiental y desposesión territorial (Rodríguez, 2010). La Ley Minera aprobada en 2014 por el congreso del país dio prioridad a esta actividad por encima de todas las demás, incluyendo la producción de alimentos (Uribe, 2019). Los contratos son de hasta 50 años, prorrogables por 50 más si no hay causales de cancelación que rara vez tienen que ver con el daño ambiental ocasionado. La legislación no contempla periodos de veda o descanso para los terrenos (López y Eslava, 2011). Frecuentemente hay irregularidades en las concesiones debido a la falta de verificación de requisitos, informes estadísticos, técnicos y contables, comprobación de obra y pago de derechos (Pérez, 2014).

Los conflictos socioambientales por megaminería se nutren de las asimetrías de poder existentes entre distintos sectores de la población. Los problemas se agudizan cuando las prácticas mineras transforman la economía local, el tejido social y el acceso a los recursos naturales, afectando de manera irreversible y definitiva la relación de la población con el territorio (Svampa, 2013; Barrera-Bassols y

Toledo, 2018). Un elemento en común, y muchas veces piedra angular de estos conflictos es el recurso agua, en particular su acaparamiento y privatización (Gaitán Ortiz, 2020; Urrea, 2015; Boelens *et al.*, 2015; Yacoub López, 2015).

Estos conflictos en general se expresan en dos ámbitos: calidad y disponibilidad del agua. La primera se refiere a criterios tales como su olor, color y sabor que juntos definen la potabilidad, que la cual frecuentemente se ve comprometida por la contaminación biológica (presencia de microorganismos infecciosos) o química (sustancias tóxicas, contaminación radiológica o radioactividad). Ambos tipos de contaminación están fuertemente asociada con descargas de residuos (Jiménez *et al.*, 2010). Por su parte, la disponibilidad de agua alude a la cobertura, abastecimiento y cantidad de agua que debe suministrarse a cada vivienda. Una buena disponibilidad del agua significa que el servicio sea regular, continuo y suficiente (Rodríguez *et al.*, 2014), considerando que el volumen mínimo por persona es de 100 litros diarios recomendado (Howard y Bartram, 2003). Tanto la calidad como la disponibilidad del agua son atributos del derecho humano al agua; de no contar con alguno de ellos se obstaculiza el ejercicio de este derecho.

La contaminación de cuerpos de agua y la sobre explotación de acuíferos a causa de actividades extractivas denota la dificultad del Estado para garantizar el derecho humano al agua establecido en la constitución mexicana: “toda persona tiene derecho al acceso, disposición y saneamiento de agua para consumo personal y doméstico en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible” (CNDH, 2014, p. 5-6). Las políticas actuales de gestión del agua han conducido a su privatización mediante concesiones, violaciones jurídicas y corrupción (Saldívar *et al.*,

2017). El marco normativo promueve la participación de la sociedad civil en estas actividades pero, en realidad, las denuncias ciudadanas por contaminación o despojo ante la PROFEPA son de impacto limitado porque el interés financiero predomina sobre el uso público del agua.

El término extractivismo justamente hace referencia a la apropiación de un recurso natural para exportar materias primas sin procesar o con un procesamiento mínimo (Gudynas, 2015). Según Machado-Aráoz (2016), el extractivismo tiene dos características principales: la sobreexplotación de los recursos naturales y su orientación exógena o exportadora. La primera se refiere a una tasa y ritmo de extracción superior al de los tiempos de reposición natural, mientras que la segunda abarca la dependencia macroeconómica de los países exportadores de materias primas. Los precios de los minerales extraídos no incluyen los daños socioambientales ocasionados por su sobreexplotación, de manera que la actividad comercial constituye un intercambio ecológico desigual. Los países en vías de desarrollo se especializan en la exportación de materias primas mientras que las economías desarrolladas les agregan valor, convirtiendo a los primeros en “economías de enclave”, dependientes de insumos y tecnologías del exterior (Gudynas, 2013).

Los residuos resultantes de este intercambio desigual se caracterizan por su alta y prolongada toxicidad, situación que reduce las posibilidades de seguir utilizando los recursos afectados. La contaminación del agua puede tornarla inservible para producir alimentos y usarla para consumo humano o animal. Los países desarrollados tienen la posibilidad de mantener limpias sus economías porque importan productos cuya obtención genera escenarios socioambientales adversos en los países

que dependen de esos intercambios (Martínez y Roca, 2013).

La megaminería pone de manifiesto este intercambio desigual en tres modalidades principales: geográfica, económica y ecológica. La primera involucra la apropiación de territorios que desarticula los flujos socioprodutivos internos para encadenarlos al capital internacional. La segunda conlleva las reformas legales e institucionales necesarias para que estos procesos se puedan dar, debilitando en el proceso a las instituciones del Estado ante la globalización del capital. Finalmente, la tercera modalidad se refiere a la transferencia de bienes y servicios ambientales de países del Sur al Norte Global, no solo a través de la transacción económica y física de mercancías, sino también de la transferencia ecológica. En estos intercambios se exporta una gran cantidad de agua y otros recursos naturales del país productor hacia el país consumidor. En la megaminería metalífera a cielo abierto, los principales bienes y servicios ambientales que son motivo de esta transferencia son el agua y la energía (Machado-Aráoz, 2009).

La ecología política es el marco conceptual a través del cual se propone estudiar estos procesos. Se trata de una disciplina híbrida que surge de la integración del estudio de la ecología con diferentes dimensiones de la realidad social. Su objetivo es “analizar los conflictos desde una perspectiva que articula las relaciones entre la naturaleza y los seres humanos con las relaciones sociales mismas”, abordando de manera integradora la problemática socioambiental. En el centro del análisis se colocan los tres poderes (político, económico y social) que tienen influencia en la relación sociedad/naturaleza. Actualmente, el poder político está supeditado al económico, situación que permite el desarrollo

de monopolios donde ambos poderes (Estado y capital) se colocan por encima de la sociedad civil (Toledo, 2018, p. 44). Uno de los temas de mayor interés para la ecología política son los conflictos socioambientales. Al reconocer las diferencias de poder, la ecología política reconoce también los distintos intereses, valores y saberes de diversos actores en conflicto (Alimonda, 2017).

3. Minería y agua en Sonora

En México el agua es considerada propiedad de la nación. Los derechos para uso de las empresas mineras son otorgados por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) mediante concesiones. El artículo 19 de la Ley Minera indica que estas empresas tienen preferencia en el uso del agua si pagan los derechos correspondientes; además, pueden reutilizar las aguas provenientes de sus propias actividades para la exploración, explotación, beneficio y uso doméstico de su personal (Cárdenas, 2013). El Registro Público de Derechos de Agua (REPGA) reporta un total de 1 036 títulos de aprovechamiento de agua para las empresas mineras a nivel nacional, acaparando un volumen de 436 643 287.92 m³ anuales de agua. La mitad de esta cantidad se extrae en tres estados: Sonora, Zacatecas y Michoacán. La PROFEPA es la institución responsable de vigilar el correcto uso de estas aguas (SEMARNAT, 2014).

El incremento de la minería sonorensis ha sido notable comparado con el resto del país. En tan solo cinco años (1990-1996) se establecieron empresas con una inversión total de US\$ 2 165 605 de las cuales 46 son de origen canadiense. En 1995 Sonora ya aportaba 32% del valor total de la producción minera nacional, posicionándose en primer lugar

(Bracamonte *et al.*, 1997). Para 2018 había 4 448 títulos de concesión en 22% de la superficie total del estado, así como 268 proyectos en funcionamiento (SGM, 2018; CAMIMEX, 2019). El sector minero ha crecido a pesar del clima semidesértico caracterizado por la baja disponibilidad de agua (Martínez-Yrizar *et al.*, 2010). Las estimaciones de la CONAGUA indican que Sonora tiene tan solo 1.9% del agua renovable en el país, 1.4% del escurrimiento natural y 3.5% de la recarga de acuíferos (SEMARNAT, 2016).

Como se mencionó en la sección anterior, los conflictos socioambientales se desatan porque la minería incide de manera significativa en la calidad y la distribución del agua debido al uso de sustancias tóxicas que suelen ser vertidas en cuerpos de agua de manera legal, accidental o incluso ilegal (Alfie, 2015). Muestra de ello es la minería practicada en El Jaralito, Sonora, que ha contaminado el agua con cadmio, cromo, cobre, hierro, manganeso, níquel y zinc las fuentes locales de agua (Aguilar-Hinojosa *et al.*, 2016). En lo que se refiere al acaparamiento del agua, Grupo México S.A. de C.V. tiene 103 títulos de concesión para la mina Buenavista del Cobre, 14 para Industrial Minera de México y 11 para Mexicana de Cananea (Lemus, 2019), solo por mencionar una de las empresas más importantes que operan en el estado.

Actualmente Sonora cuenta con 47 minas activas: 23 son metalíferas y 24 no metalíferas (SGM, 2018) (Figura 1). Para el presente artículo se decidió trabajar solo con las 23 primeras por la necesidad de agua involucrada en la extracción y procesamiento del metal que se estima es de 53 millones de m³/a (Santacruz y Peña, 2013). El más común es el oro (11) seguido del cobre (seis), hierro (cuatro) y plata (una) (Figura 1). A nivel nacional también predomina el oro cuya extracción aumentó en un 1

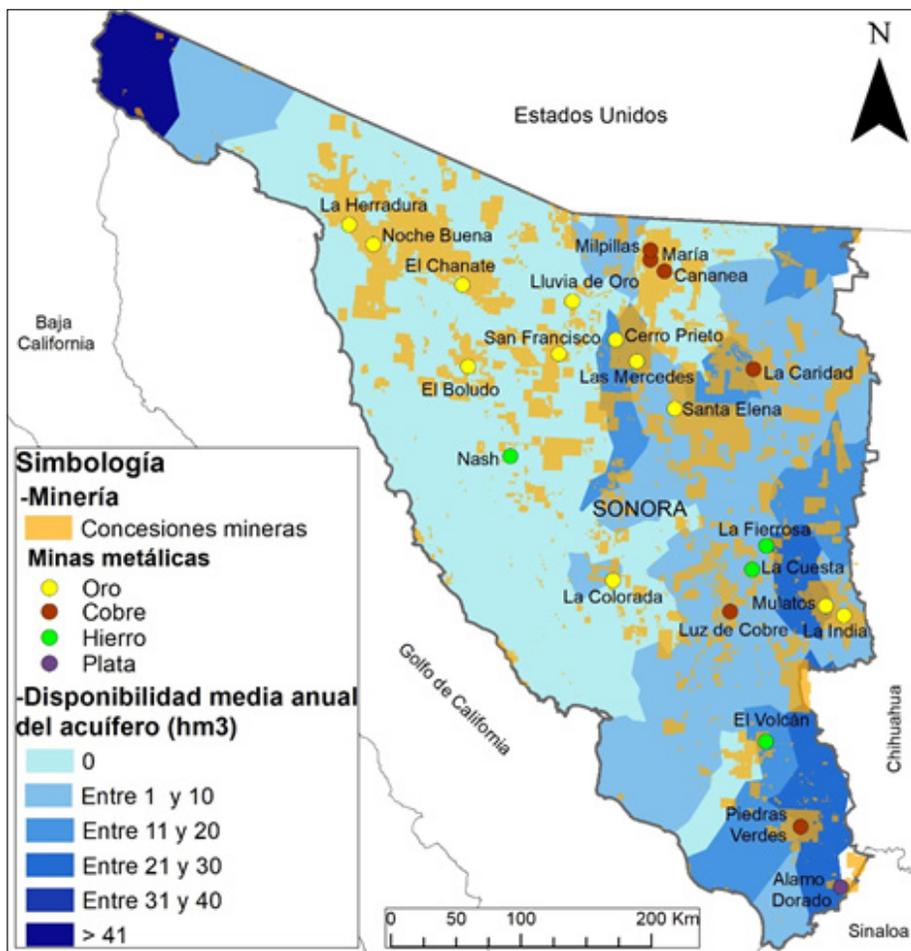


FIGURA 1 - Minas metálicas, área concesionada y disponibilidad del acuífero.
FUENTE: Elaboración propia con datos de la SE (2015) y CONAGUA (2018).

777% entre 1984 y 2014. En el año 2000 solo 11% de la actividad minera involucraba oro; para 2012 ya era el 30%. En conjunto con la plata, el peso de su producción ha pasado de 36% en 2000, a 54% en 2012 (Pérez, 2014).

La minería utiliza el agua subterránea o superficial para el desarrollo de sus actividades, situación

que agota las reservas de mantos acuíferos y produce estrés hídrico en regiones áridas y semiáridas (Pérez, 2014). Diez de las 23 minas metalíferas están ubicadas sobre acuíferos con déficit de agua, por lo que es probable que exista una sobreexplotación de fuentes subterráneas (Tabla 1).

TABLA 1 -Minas metálicas activas y disponibilidad de agua en los acuíferos.

Empresa	Mina	Municipio	Principal Mineral	Disponibilidad hm³
Merril Crowe de Minera Penmont, S. de R. L. de C. V.	La Herradura	Caborca	Oro	0
Merril Crowe de Minera Penmont, S. de R. L. de C. V.	Noche Buena	Caborca	Oro	0
Álamos Gold – Santa Rita	El Chanate	Altar	Oro	0
Minera Secotec, S.A. de C.V.	El Boludo	Trincheras	Oro	0
Minera Columbia de México S.A. de C.V.	Lluvia de Oro	Magdalena	Oro	0
Timmins Gold Corp México, S.A. de C.V.	San Francisco	Santa Ana	Oro	0
G.E. Galaz, S.A. de C.V.	Nash	Hermosillo	Hierro	0
Buenavista del Cobre, S.A. de C.V. de Grupo México	Buenavista del Cobre	Cananea	Cobre	0
Minera La Parreña S. A. de C.V. de Grupo Peñoles	Milpillas	Santa Cruz	Cobre	0
Minera María, S.A. de C.V. de Minera Frisco Grupo Carso	María	Cananea	Cobre	0
Mexicana de Cobre, S.A. de C.V. de Grupo México	La Caridad	Nacozari	Cobre	1-10
Santa Elena, S.A. de C.V. / First Majestic Silver	Santa Elena	Banámichi	Oro	1-10
New Best	La Fierrosa	Bacanora	Hierro	1-10
Gaeso	La Cuesta	Bacanora	Hierro	1-10
Minerales Libertad, S.A. de C.V.	Luz del Cobre	Soyopa	Cobre	1-10
Compañía Minera Pitalla, S.A. de C.V. / Argonaut Gold	La Colorada	La Colorada	Oro	1-10
Agnico Eagle Sonora, S.A. de C.V.	La India	Sahuaripa	Oro	1-10
Arcelor Mittal Steel Company	El Volcán	Rosario	Hierro	11-20
Goldgroup Mining Inc.	Cerro Prieto	Cucurpe	Oro	21-30
Premier Gold Mines Ltd.	Las Mercedes	Cucurpe	Oro	21-30
Minas de Oro Nacional, S.A. de C.V.	Mulatos	Sahuaripa	Oro	31-40
Frontera Copper Corporation, Cobre del Mayo, S. A. de C. V.	Piedras Verdes	Álamos	Cobre	31-40
Minera Corner Bay, S.A. de C.V.	Álamo Dorado	Álamos	Plata	31-40

FUENTE: elaboración propia con datos de la SE (2015) y CONAGUA (2018).

4. Conflictos socioambientales por agua en Sonora

Pérez (2014) identifica 103 conflictos por minería en México ocasionados principalmente por la extracción de oro. Entre 1521 y 1830 se obtuvieron aproximadamente 200 000 kilogramos de este metal, y en tan solo 12 años (2000-2012) esa cantidad se triplicó. En cambio, en este mismo periodo se extrajo 76% menos plata del total obtenido en los 300 años que duró la Nueva España (Pérez, 2014).

Dieciséis de las 23 minas metalíferas iden-

tificadas para el presente trabajo presentan algún tipo de conflicto socioambiental; la mayoría (11 de 16) tienen que ver con el agua (Figura 2). Las condiciones de aridez y la incertidumbre respecto a la disponibilidad de agua contribuyen a la preocupación de la población que reside cerca de las minas (Ibarra, 2018; Luque *et al.*, 2019). A continuación se presenta un primer esbozo de clasificación de conflictos socioambientales por minería y agua en Sonora. La mayoría tienen que ver con la contaminación por derrame seguidos por la reducción en la disponibilidad de agua (Figura 2).

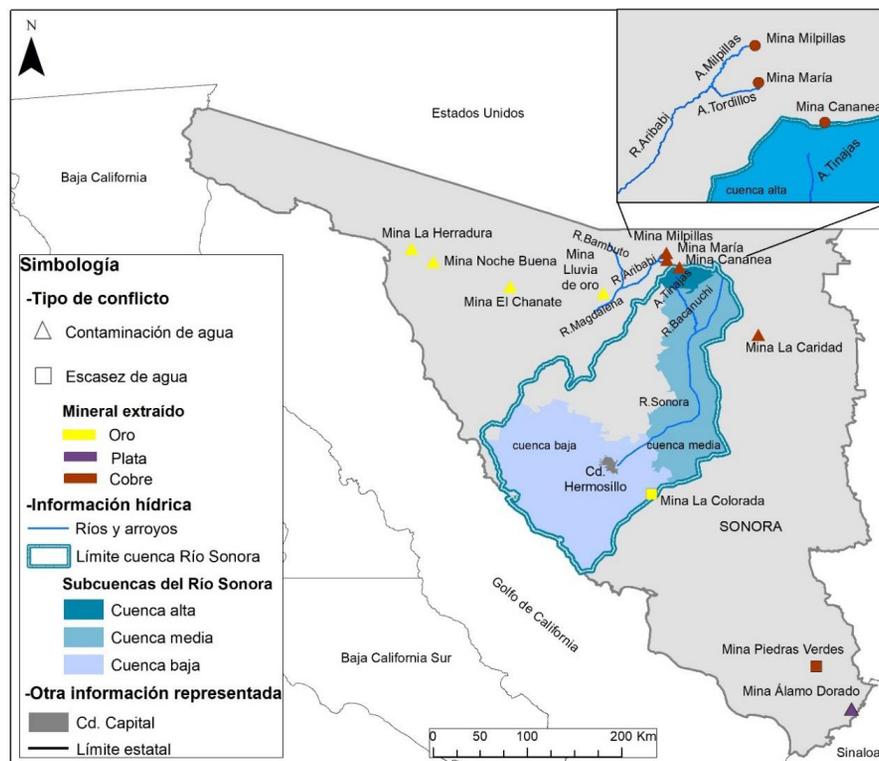


FIGURA 2 – Conflictos por agua en minas de tajo a cielo abierto.

FUENTE: Elaboración propia con datos de Maderey *et al.* (1990), CONAGUA (1998), Pineda *et al.* (2014) y INEGI (2016).

5. Contaminación del agua

El problema más reportado es la contaminación por sustancias tóxicas ocasionado por derrames. Varias minas reportan más de un derrame y todos son frecuentes, por lo que queda la duda de cuántos han ocurrido a lo largo de todo el ciclo de vida de la vida de la mina. La Tabla 2 presenta las cantidades y principales sustancias tóxicas que dieron lugar a la contaminación.

TABLA 2 – Minas metalíferas de tajo a cielo abierto con antecedentes de derrame.

Mina	Municipio	Cantidad (m ³)	Sustancia
María	Cananea	20/180	Ácidos / Solución gastada de cobre
Milpillas	Santa Cruz	SD*	Ácido sulfúrico
Buenavista del Cobre	Cananea	40 000	Ácido sulfúrico
Noche Buena	Caborca	82	Solución de cianuro
La Herradura	Caborca	70	Solución de cianuro
Lluvia de oro	Magdalena	SD/45	Solución de cianuro
La Caridad	Nacozari	10	Ácido débil
El Chanate	Altar	400	Solución de cianuro

*SD Sin dato

FUENTE: elaboración propia con datos de notas periodísticas.

5.1. Mina María, Cananea

La mina María de Frisco Grupo Carso S.A. de C.V ubicada en Cananea es productora de cobre catódico. En el 2008 registró un primer derrame por la volcadura de una pipa de 20 m³ de ácido sulfúrico, y seis meses después ocurrió un segundo derrame de aproximadamente 50 000 toneladas de jales que

afectó siete kilómetros del arroyo el Tordillo (Escobar, 2015b; Arvizu-Armenta y Velázquez-Contreras, 2019) (Figura 2). El 7 de marzo de 2015 se registró un tercer derrame por el desbordamiento en la pila de solución gastada que se originó por un fallo en el bombeo. Se derramaron 180 m³ de sustancias corrosivas que recorrieron dos kilómetros y medio para incorporarse al arroyo el Tordillo (PROFEPA, 2015d). La empresa atendió de manera inmediata la situación aplicando el protocolo de seguridad correspondiente. Sin embargo, algunas zonas no pudieron ser neutralizadas ya que los dueños de los predios impidieron la entrada de personal de la mina. El derrame provocó la contaminación de cuerpos superficiales de agua afectando actividades agrícolas y ganaderas (Román, 2015).

5.2. Mina la Parreña Unidad Milpillas

La Parreña Unidad Milpillas de Industrias Peñoles, S.A.B. de C.V. se encuentra en el municipio de Santa Cruz y abarca un área de 800 hectáreas. La mina se dedica a la extracción y producción de cobre catódico mediante el método de lixiviación con ácido sulfúrico (Escobar, 2015a; Martínez, 2015a). Pobladores de Santa Cruz señalaron que desde el 2013 la mina ha bombeado de manera intermitente metales tóxicos al arroyo Milpillas (Figura 2). Los derrames han forzado a la gente a comprar agua embotellada para su consumo, y los terrenos agrícolas se dejaron de sembrar en el ciclo 2015 por temor a la contaminación de cultivos (Escobar, 2015a; Martínez, 2015b) (Figura 2). No fue sino hasta julio de 2015 que los pobladores de Santa Cruz lograron que se reconociera la responsabilidad de la empresa al comprobarse que, entre el 23 y 29

de diciembre de 2014, la mina derramó cianuro, ácido sulfúrico y otras sustancias contaminantes. El análisis de la PROFEPA mostró que la contaminación se encontraba por encima de lo permitido en las Normas Oficiales Mexicanas NOM 127 y SSA1-1994. La población exigió la remediación del daño (Redacción, 2015). No fue posible corroborar si la solicitud fue atendida.

5.3. *Mina Buenavista del Cobre*

En agosto de 2014, la mina Buenavista del Cobre de Grupo México Grupo México S.A. de C.V. instalada en el municipio de Cananea derramó 40 000 m³ de ácido sulfúrico en el arroyo Tinajas (17 km), el río Bacanuchi (64 km) y el río Sonora (190 km) que termina cerca de la capital del estado (Figura 2). Siete municipios (Arizpe, Banámichi, Aconchi, Huépac, San Felipe, Baviácora y Ures) se quedaron temporalmente sin agua, situación que afectó a 20 048 personas (Alfie, 2015; Luque *et al.*, 2019).

Autoridades locales, estatales y nacionales unieron esfuerzos para valorar la dimensión del daño considerado como el peor desastre ambiental del sector minero en la historia del país. Poco tiempo después se conformó el Fideicomiso Río Sonora (FRS) con fondos de la empresa Grupo México cuya cantidad para operar ascendió a US\$ 150 489 089. Se pagó una compensación de US\$ 1 100 (tipo de cambio de 2014) por cada toma de agua potable, y cantidades mayores de dinero a pequeños comerciantes, dueños de animales y cultivos. Se ofreció hacer obra hidráulica y de salud, por ejemplo, reubicar los pozos de agua potable; instalar plantas purificadoras; construir un hospital de especialida-

des. Cinco años después dichas obras no han sido concluidas y sigue existiendo inconformidad entre la población (Luque *et al.*, 2019).

La población de los municipios afectados disminuyó el uso de agua superficial y subterránea por desconfianza en torno a su calidad. Mediante recorridos realizados por las y los autores del presente artículo fue posible constatar que localidades con cerca de 400 años de tradición agrícola y ganadera se reorientaron hacia la siembra de forrajes y la compra de agua embotellada para consumo humano. El negocio del agua embotellada está en manos de empresas purificadoras locales que se surten del mismo río contaminado; sus procedimientos de tratamiento son desconocidos por la población. El análisis químico del agua arrojó altas concentraciones de arsénico a lo largo de la cuenca (Díaz-Caravantes *et al.*, 2016). La Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS) reportó un segundo derrame que se mantuvo oculto, así como la existencia de 1 000 enfermos adicionales a los 381 originalmente reportados (Martínez, 2019). Las personas entrevistadas durante los recorridos de campo confirmaron la existencia de derrames permanentes de menor intensidad y siguen esperando que el Estado mexicano garantice su derecho humano al agua.

5.4. *Mina Nochebuena*

La mina Nochebuena que pertenece al Grupo Minero Fresnillo P.L.C. presentó un derrame de 82 m³ de solución de cianuro el 23 de diciembre del 2014 (PROFEPA, 2015b). El protocolo de seguridad permitió que 64 m³ fueran bombeados a patios destinados para ese tipo de sustancias (SUN, 2015). El

derrame fue conocido por una denuncia ciudadana 15 días después de haber ocurrido (Corresponsalía, 2015; SUN, 2015). Según la PROFEPA no hubo afectaciones a cuerpos superficiales de agua, por lo que se decidió sancionar a la empresa únicamente por no haber notificado a tiempo. Se desconocen los resultados del análisis del subsuelo para dimensionar si la situación amerita sanciones más severas (Corresponsalía, 2015).

5.5. *Mina La Herradura*

La mina La Herradura, propiedad de la Minera Penmont S.R.L. de C.V., se dedica a la extracción y producción de oro. El 6 de mayo de 2015 la empresa derramó 70 m³ de solución de cianuro en baja concentración. Según la PROFEPA (2015a), los cuerpos superficiales de agua no fueron afectados. De todas formas, la empresa suspendió actividades por 14 horas a fin de atender la emergencia abriendo tuberías de desfogue, colocando un dique y realizando monitoreos para descartar la infiltración de la solución derramada. La PROFEPA señaló que de encontrar irregularidades se procedería a imponer las sanciones correspondientes, pero estas nunca tuvieron lugar a pesar de que se reportaron infecciones intestinales y urinarias, úlceras, gastritis, gingivitis y conjuntivitis entre la población aledaña (Agencias, 2015; Escobar, 2015a) las cuales fueron atribuidas a la mala calidad del agua por parte de La Secretaría de Salud (López, 2019).

5.6. *Mina Lluvia de Oro*

La mina Lluvia de Oro instalada en el municipio de Magdalena de Kino y perteneciente a Minera

Columbia de México S.A. de C.V. se reactivó en el 2007 para la extracción y producción de oro. El 7 de diciembre de 2015 ocurrió un derrame de cianuro debido a la fisura en una tubería. La PROFEPA constató que la fuga se extendió alrededor de 428 metros lineales y descartó afectaciones a cuerpos de agua (Sánchez, 2015). El 22 de septiembre de 2016 ocurrió un segundo derrame de 45 m³ de solución con cianuro a una concentración de 400 partes por millón que afectó una superficie de 4 000 m². PROFEPA aprobó las medidas de saneamiento tomadas por la empresa para evitar la total infiltración de la solución y cerró el caso (Sánchez, 2016; PROFEPA, 2016b).

5.7. *Mina La Caridad*

La mina La Caridad se fundó en 1968 y actualmente es considerada una de las más grandes de México. Está instalada en el municipio de Nacozari y es operada por Grupo México S.A. de C.V. para la extracción de cobre (Gómez Lima, 2016b). El 15 de octubre de 2016 ocurrió un derrame de 10 m³ de ácido en la sierra alta debido a la volcadura de un carro. La sustancia se dispersó sobre una superficie de suelo pedregoso de 50 m² (PROFEPA, 2016a). El accidente fue notificado de forma inmediata; el derrame fue neutralizado mediante la aplicación de cal y el trasvase de la solución sobrante. Se realizaron las medidas de limpieza en los alrededores para evitar la contaminación del ambiente, y la PROFEPA ordenó medidas correctivas para la restauración del suelo y ambiente (Gómez Lima, 2016b). Se desconoce si estas fueron ejecutadas.

5.8. *Mina El Chanate*

La mina El Chanate es operada por la empresa Santa Rita S. de R.L. de C.V., filial de la corporación canadiense Álamos Gold Inc. que se dedica a la extracción de oro en el municipio Altar. El 26 de abril de 2016 se presentó un derrame tóxico de 400 m³ de solución rica en cianuro que afectó un área de 600 m². Según trabajadores de la empresa, esto pudo haberse evitado con el debido mantenimiento a la tubería (Gómez Lima, 2016a). La empresa dio instrucciones de enterrar la zona contaminada para evitar una mayor dispersión de contaminantes; sigue sin determinarse la afectación a mantos acuíferos y otras fuentes de agua (Gómez Lima, 2016a).

5.9. *Mina Álamo Dorado*

La mina Álamo Dorado se ubica en el municipio de Álamos y es propiedad de la Minera Corney Bay S.A. de C.V. adquirida en el 2003 por el grupo canadiense Pan American Silver Corp. Abarca un área de 4 865 hectáreas y se dedica a la extracción y producción de plata y oro (García, 2019). Las sustancias utilizadas han contaminado el agua superficial y del subsuelo de la región, provocando severos cambios en el medio ambiente y los medios de vida de las localidades (García, 2019). Se afectaron de manera particular las fuentes de agua potable y las actividades agrícolas y ganaderas. La población del municipio ha solicitado la intervención de la PROFEPA para determinar los daños ocasionados (REMA, 2018; García, 2019). Al no haber derrame aparente notificado por la empresa, se desconoce si estas gestiones han servido para atender las legítimas preocupaciones de la ciudadanía.

6. *Escasez de agua*

El análisis de la información arrojó sólo dos conflictos por escasez de agua. Esto no quiere decir que no haya más minas con problemas de escasez. Los datos simplemente sugieren que los derrames son más reportados que los abatimientos. En términos generales la industria minera sonoreNSE utiliza 108 millones de m³ al año, cantidad que podría abastecer de agua potable a cerca de 2 millones de personas en el mismo período de tiempo. Entre las empresas que operan mayores volúmenes de agua están Grupo México S.A. de C.V. (90 616 943 m³ al año), Goldcorp Inc. (47 656 034 m³/a), Minera Frisco S.A. de C.V. (10 251 007 m³/a) y Fresnillo plc (5 647 991 m³/a) (Cartocrítica, 2016; Guzmán, 2017). Todas estas empresas se encuentran entre las ocho que presentaron derrames por sustancias tóxicas ya discutidos arriba. Lo que se reporta enseguida registra quejas ciudadanas recuperadas de medios periodísticos que denuncian la escasez parcial o absoluta de agua potable para consumo humano en dos minas sonorenses.

6.1. *Mina Piedras Verdes*

La mina Piedras Verdes se ubica en el municipio de Álamos y pertenece a Frontera Copper Corp., Cobre del Mayo, S. A. de C. V., la cual ocupa el tercer lugar en la producción de cobre a nivel nacional. La población cedió sus propiedades a la minera bajo la promesa de empleos seguros, instalación de agua potable, viviendas e infraestructura vial. Sus habitantes fueron reubicados en Nuevo Piedras Verdes, sitio que todavía carece de agua potable, de manera que las viviendas son abastecidas con pipas

enviadas por la empresa. La producción de ganado y el cultivo de alimentos han sido abandonados. Además se reportan problemas de contaminación acústica, casas cuarteadas, temblores continuos y contaminación por polvo. La inconformidad ha durado cerca de 10 años sin que se obtenga una respuesta favorable (Valenzuela, 2014; Bolaños, 2017).

6.2. *Mina La Colorada*

La mina La Colorada se ubica en el municipio del mismo nombre a 45 kilómetros de la capital del estado. Es propiedad de Argonaut Gold Inc., de capital canadiense; el mineral que produce es oro. Desde 2008 se reporta contaminación ambiental y dificultades para acceder al agua. Las detonaciones ocasionan daños en las viviendas, contaminación acústica y continuas vibraciones del suelo. Hay un aumento en enfermedades estomacales que han sido atribuidas a los polvos desprendidos por la actividad minera. El agua se reparte mediante sistema de tandeo durante una hora diaria, situación que se manifiesta no solo en estrés hídrico para la población, sino también en la disminución y muerte de fauna silvestre. Otros problemas de salud incluyen alergias, conjuntivitis e irritaciones cutáneas debido a la mala calidad del agua. El 20 de marzo de 2018 se logró un amparo para frenar las explosiones y reparar daños (Moreno, 2018; Martínez, 2019). La empresa ha reparado algunos de ellos aunque no a cabalidad (Carlin, 2017; López, 2018; Miranda, 2018).

7. *Conclusiones*

Este artículo se propuso documentar los conflictos socioambientales relacionados con

contaminación y escasez de agua ocasionados por la megaminería en Sonora, estado de ecosistemas áridos y semiáridos ubicado al noroeste de México. Se realizó un primer ejercicio de sistematización a partir de publicaciones académicas y periodísticas. En esta última sección se resumen los principales hallazgos del artículo y se analizan sus implicaciones.

Primero, la literatura periodística reporta más derrames de sustancias tóxicas en comparación con la académica que proporciona datos generales de los volúmenes de agua utilizados por la megaminería sin profundizar en sus consecuencias para el agotamiento de mantos acuíferos. La mina Buenavista del Cobre ubicada en Cananea es un caso emblemático de estos derrames, no solo por la dimensión de los hechos, sino también porque el problema no fue remediado en su momento a pesar de la creación de un fideicomiso que tuvo suficientes recursos para hacerlo. En la cuenca del Río Sonora predomina el consumo de agua embotellada cuya calidad no está certificada por el Estado, demostrando así su inoperancia para hacer valer el derecho humano al agua tanto en el frente de la remediación de desastres ambientales, como en el de la regulación de la calidad del agua que la población consume. A esto hay que añadir el costo que implica comprar agua embotellada en lugar de disponer de la red de agua potable para resolver necesidades básicas.

Segundo, en el caso de los derrames destaca el hecho de que en algunas minas hubo más de uno y la mayoría tuvieron lugar entre 2014 y 2016. Queda pendiente realizar un estudio que abarque períodos más largos para conocer con mayor profundidad si los derrames son la norma o la excepción en las minas sonorenses. También hay que valorar con mayor detalle si hay diferencias en el origen del capital

(nacional o extranjero), dado que dichos derrames se presentan en ambos casos. Otro pendiente relevante es averiguar si el comportamiento por parte de las instancias del Estado (en particular la PROFEPA) es igual o si varía en función del origen del dinero.

Un tercer punto digno de resaltar es que hay poca presencia de la ciudadanía en las fuentes reportadas. La ecología política presupone la existencia de varios actores en disputa. Los agentes clásicos son el Estado, el capital y la ciudadanía; su composición particular variará en función de cada problemática y localidad. En los casos analizados para este artículo solo la PROFEPA es una instancia relevante y no fue posible profundizar en la existencia de organizaciones o movimientos sociales que defiendan el derecho humano al agua. Ni siquiera se reporta si en estos lugares predomina la compra de agua embotellada como sí es el caso para los siete municipios afectados por la mina Buenavista del Cobre donde ya se ha corroborado la contaminación química del agua. Es urgente hacer lo mismo en el resto de las minas reportadas aquí y extender el análisis hacia el impacto de la contaminación en cultivos y animales que hasta hace poco eran la fuente principal de alimentos e ingresos de la población rural del estado.

Cuarto, la PROFEPA aparece como un actor institucional inoperante para hacer cumplir su papel en la vigilancia y monitoreo ambiental. En dos minas (Mina María y Lluvia de Oro), los casos se dan por cerrados después de una breve inspección. En seis (Mina Milpillan, Buenavista del Cobre, Nochebuena, La Herradura, La Caridad y Álamo Dorado) se decidió tomar ciertas medidas pero no hay claridad sobre sus consecuencias para la remediación. En otras tres minas incluso se desconoce si la PROFEPA participó en la evaluación del daño

(El Chanate, Piedras Verdes y La Colorada). Bajo el modelo extractivista actual lo más importante es facilitar el despojo sin tomar en cuenta sus consecuencias, por lo que no es de sorprenderse que las instituciones destinadas a la vigilancia ambiental estén supeditadas al poder del capital. Es necesario trascender este modelo y construir otro que realmente proteja los derechos humanos de la ciudadanía.

Quinto y último, la situación de las reservas de agua en zonas áridas como las de Sonora requiere de mayor documentación y análisis. La mitad de las minas metalíferas del estado se ubican en acuíferos con déficit hídrico, por lo que es muy probable que exista una sobreexplotación de fuentes subterráneas de agua así como conflictos ya existentes o potenciales entre distintos usuarios de esta. A riesgo de ser reiterativos, hay que insistir en que el marco de análisis que tendría que prevalecer en la resolución de estos conflictos es la constitución mexicana que establece que el acceso, disposición y saneamiento del vital líquido tiene que darse en forma suficiente, salubre, aceptable y asequible para toda la sociedad.

En este contexto, el estado de Sonora resultó muy útil para analizar conflictos por megaminería en torno al agua. Se comprobó que el modelo extractivista opera en cualquier lugar, independientemente de sus ecosistemas, porque no es prioridad conservarlos. La minería como estrategia de desarrollo se vislumbra próspera a pesar de los climas desérticos y semidesérticos que predominan en el estado, y de las consecuencias que este modelo impone a sus habitantes. Es necesario analizar críticamente las contribuciones de la minería al desarrollo de Sonora y devolverle al Estado las facultades de proteger los derechos humanos, entre ellos el derecho humano al agua.

Referencias

- Agencias. *Evalúan derrame con cianuro en mina de Caborca*. El Imparcial, 2015. Disponible en: <<https://www.elimparcial.com/sonora/hermosillo/Evaluan-derrame-con-cianuro-en-mina-de-Caborca-20150507-0019.html>>. Acceso en: feb. 2020.
- Aguiar-Hinojosa, Y.; Meza-Figueroa, D.; Villalba-Atondo, A. I.; Encinas-Romero, M. A.; Valenzuela-García, J. L.; Gómez-Álvarez, A. Mobility and bioavailability of metals in stream sediments impacted by mining activities: the Jaralito and the Mexicana in Sonora, Mexico. *Water, Air, & Soil Pollution*, 227(9), 1-16, 2016. doi: 10.1007/s11270-016-3046-11
- Alfie, C. M. Conflictos socio-ambientales: la minería en Wirikuta y Cananea. *El Cotidiano*, 19, 97-108, 2015. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/325/32538023011.pdf>
- Alimonda, H. En clave del sur: la ecología política latinoamericana y el pensamiento crítico. En: Alimonda, H.; Toro, C.; Martín, F. (Coords.). *Ecología política latinoamericana: pensamiento crítico, diferencia latinoamericana y rearticulación epistémica*. V. I. Buenos Aires: CLACSO, 2017. p. 33-50.
- Arvizu-Armenta, E.; Velázquez-Contreras, L. Responsabilidad social empresarial: distintivos, prácticas y procesos del sector minero en Sonora, México. *Estudios Sociales. Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*, 29(54), 1-30, 2019. doi: 10.24836/es.v29i54.786
- Barrera-Bassols, N.; Toledo, V. M. La devastación del patrimonio biocultural de México. En: Toledo, V. M.; Alarcón-Cháires, P. (Eds.). *Tópicos bioculturales. Reflexiones sobre el concepto de bioculturalidad y la defensa del patrimonio biocultural de México*. Universidad Nacional Autónoma de México, 2018. p. 99-119.
- Boelens Rutgerd, G. D.; Bibiana Duarte, M. S.; Yacoub, C. Despojo del agua en Latinoamérica: introducción a la ecología política en los agronegocios, la minería y las hidroeléctricas. En: Yacoub, C.; Duarte B.; Boelens, R. (Eds.) *Agua y ecología política. El Extractivismo en la agroexportación, la minería y las hidroeléctricas en América Latina*. Ecuador: Ediciones Abya Yala, 2015. p. 11-31. (Serie Agua y Sociedad)
- Bolaños, F. *Comunidades de Álamos afectadas por la minería*. El Sol de México, 2017. Disponible en: <<https://www.elsoldemexico.com.mx/republica/sociedad/serial-comunidades-de-alamos-afectadas-por-la-mineria-231580.html>>. Acceso en: mar. 2020.
- Bracamonte, S. A.; Lara, E. B. E.; Borbón, A. M. I. El desarrollo de la industria minera sonorense: el retorno a la producción de metales preciosos. *Región y Sociedad*, 8(13-14), 39-75, 1997. doi: 10.22198/rys.1997.13-14.a1136
- Búrquez, A.; Martínez-Yrizar, A.; Stephen Felger, R.; Yemtman, D. Vegetation and habitat diversity at the southern edge of the sonoran desert. En: Robichaux, R. H. (Ed.). *Ecology of Sonoran desert plants and plant communities*. The University of Arizona Press, 1999. p. 36-67.
- CAMIMEX - Cámara Minera de México. *Informe de la octagésima segunda asamblea general ordinaria de la Cámara Minera de México*. México: Cámara Minera de México, 2019.
- Cárdenas, J. La minería en México: despojo a la nación. *Cuestiones Constitucionales, Revista Mexicana de Derecho Constitucional*, 28, 35-74, 2013. Disponible en: <http://www.scielo.org.mx/pdf/cconst/n28/n28a2.pdf>. Acceso en: sep. 2020.
- Carlin, L. Á. *En La Colorada opera la mina más cercana a un pueblo; se acostumbran a las sirenas, detonaciones y sacudidas*. Proyecto Puente, 2017. Disponible en: <<https://proyectopuente.com.mx/2017/10/23/en-la-colorada-opera-la-mina-cercana-a-pueblo-se-acostumbran-a-oir-sirenas-detonaciones-sacudidas/>>. Acceso en: ene 2020.
- Cartocritica. *Concesiones de agua para las mineras*, 2016. Disponible en: <<https://cartocritica.org.mx/2016/concesiones-de-agua-para-las-mineras/>>. Acceso en: mar. 2020.
- Coll, H. A.; Sánchez, S. M. T.; Morales, J. *La minería en México. Geografía, historia, economía y medio ambiente*. Ciudad de México: Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México, 2002.

- CONAGUA - Comisión Nacional del Agua. *Cuencas hidro-lógicas de la República Mexicana, escala 1:250,000*, 1998. Disponible en: <<http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>>. Acceso en: mar. 2020.
- CONAGUA - Comisión Nacional del Agua. *Aguas subterráneas/acuíferos*, 2018. Disponible en: <<https://sigagis.conagua.gob.mx/gas1/sections/Edos/sonora/sonora.html?fbclid=IwAR2cj1dVEbFHSxVTqeURrCWgI5-IHYVUtGrI3EE0G7bNgXYHrFYiPZFcDck>>. Acceso en: mar. 2020.
- CNDH - Comisión Nacional de Derechos Humanos. *El Derecho Humano al Agua potable y saneamiento*. México: Comisión Nacional de los Derechos Humanos, 2014.
- Cortés, R.; Zapata Martelo, E.; Ayala Carrillo, M. del R.; Rosas Vargas, R.; Navarro Garza, H. Megaminería y género. Acumulación por desposesión en Cerro de San Pedro, San Luis Potosí. *Sociedad y Ambiente*, 5(12), 61-97, 2017. Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=455749968004>
- Corresponsalia. *Sancionarán a minera Penmont por derrame de cianuro en Sonora*, 2015. Disponible en: <<https://www.proceso.com.mx/392788/sancionaran-a-minera-penmont-por-derrame-de-cianuro-en-sonora>>. Acceso en: ene. 2020.
- De Grinberg, D. M. K. Metalurgia mesoamericana. *Revista Ciencias*, 29, 17-25, 1993. Disponible en: <https://www.revistaciencias.unam.mx/s/178-revistas/revista-ciencias-29/1659-metalurgia-mesoamericana.html>
- Díaz-Caravantes, R. E.; Duárte-Tagles, H.; Durazo-Gálvez, F. M. Amenazas para la salud en el río Sonora: análisis exploratorio de la calidad del agua reportada en la base de datos oficial de México. *Revista de La Universidad Industrial de Santander. Salud*, 48(1), 91-96, 2016. doi: 10.18273/revsal.v48n1-2016010
- Escobar, A. *Denuncian contaminantes en el arroyo Milpillás en Sonora*. El Universal, 2015a. Disponible en: <<https://archivo.eluniversal.com.mx/estados/2015/denuncian-contaminantes-en-el-arroyo-milpillás-en-sonora--1088663.html>>. Acceso en: ene. 2020.
- Escobar, A. *Derrame de mina afecta un ejido por tercera vez*. El Universal, 2015b. Disponible en: <<https://archivo.eluniversal.com.mx/estados/2015/mina-sonora-derrame-1084383.html>>. Acceso en: mar. 2020.
- Fernández-Labbé, J. El territorio como espacio contradictorio: Promesas y conflictos en torno a la actividad extractiva en Ecuador, Colombia, Perú y Chile. *EURE*, 46(137), 225-246, 2020. doi: 10.4067/S0250-71612020000100225
- Gaitán Ortiz, L. M. *El agua, un anhelo permanente. La minería y sus efectos territoriales sobre el agua en la comunidad afrodescendiente de Patilla, La Guajira, Colombia*. Lima: GRADE, 2020.
- García, C. L. A. *Corner Bay daña profundamente el medio ambiente en Sonora*, 2019. Disponible en: <<http://obsc.org/corner-bay-dana-profundamente-el-medio-ambiente-en-sonora/>>. Acceso en: ene. 2020.
- Gómez Lima, C. *Derrama minera 400 mil litros de solución de cianuro en Sonora*. La Jornada, 2016a. Disponible en: <<https://www.jornada.com.mx/2016/05/03/estados/026n1est>>. Acceso en: ene. 2020.
- Gómez Lima, C. *Derrama Grupo México más de 10 mil litros de ácido en Nacozari*. Proyecto Puente, 2016b. Disponible en: <<https://proyectopuente.com.mx/2016/10/17/derrama-grupo-mexico-10-mil-litros-acido-en-nacozari/>>. Acceso en: feb. 2020.
- Gudynas, E. Extracciones, extractivismos y extrahecciones. Un marco conceptual sobre la apropiación de recursos naturales. *Observatorio del Desarrollo*, (18), 1-17, 2013. Disponible en: <http://ambiental.net/wp-content/uploads/2015/12/GudynasApropiacionExtractivismoExtraheccionesOdeD2013.pdf>
- Gudynas, E. *Extractivismos: Ecología y Economía política de un modo de entender el desarrollo y la naturaleza*. Bolivia: Centro de Documentación e Información Bolivia, 2015.
- Guerrero, G. B.; Pereznegrón, P. R. Evolución, perspectivas y administración de las zonas áridas de México (CONAZA). En: Roccatti V. M. R. (Coord.). *Memoria y prospectiva de las secretarías de Estado*. Ciudad de México: SAGARPA, 2017. p. 44-72.
- Guzmán, L. F. Las aguas turbias de la megaminería en México. *Observatorio del Desarrollo*, 6 (16), 4-14, 2017. Disponible en: <https://estudiosdeldesarrollo.mx/observatoriodeldesarrollo/wp-content/uploads/2019/05/OD16-2.pdf>

- Howard, G.; Bartram, J. *Domestic Water Quantity, Service Level and Health*. Geneva, Switzerland: World Health Organization, 2003.
- Ibarra, B. M. F. *Justicia ambiental y movilización sociolegal en el río Sonora (2014-2017)*. Sonora, Tesis (Maestría en Ciencias Sociales) - El Colegio de Sonora, 2018.
- INEGI - Instituto Nacional de Estadística y Geografía. *Áreas geoestadísticas por entidad federativa escala 1:250000*, 2016. Disponible en: <<https://www.conabio.gob.mx/información/gis/>>. Acceso en: mar. 2020.
- Jiménez, C. B.; Durán, Á. J. C.; Méndez, C. J. M. Calidad. En: Jiménez, C. B.; Torregrosa, M.; Aboites, L. (Eds.). *El agua en México. Cauces y encauces*. México: CONAGUA y Academia Mexicana de Ciencias, 2010. p. 265-290.
- Lamallice, A.; Klein, J. L. Efectos socioterritoriales de la mega minería y reacción social: el caso de Minera Alumbrera en la provincia de Catamarca, Argentina. *Revista de Geografía Norte Grande*, 177(65), 155-177, 2016. doi: 10.4067/s0718-34022016000300008
- Lemus, J. J. *El agua o la vida*. México: Grijalbo, 2019.
- Lillo, J. *Impactos de la minería en el medio natural*, 2008. Disponible en: <[https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-15564/Impactos de la minería-JavierLillo.pdf](https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-15564/Impactos%20de%20la%20minería-JavierLillo.pdf)>. Acceso en: feb. 2020.
- López, E. *La minera, el único sustento: pobladores*. El Imparcial, 2018. Disponible en: <<https://www.elimparcial.com/sonora/sonora/La-minera-el-unico-sustento-Pobladores-20180409-0157.html>>. Acceso en: feb. 2020.
- López, E. *La guerra del agua: acaparamiento y contaminación por industrias*. Avispa, 2019. Disponible en: <<https://avispa.org/la-guerra-del-agua-acaparamiento-y-contaminacion-por-industrias/>>. Acceso en: mar. 2020.
- López, B. F.; Eslava, G. M. M. *El mineral o la vida. La legislación minera en México*. Ciudad de México: COAPI, 2011.
- Luque, A. D.; Murphy, A. D.; Jones, E. C.; Búrquez, A.; Martínez, Y. A.; Manrique, T.; Esquer, D. *Río Sonora: el derrame de la mina Buenavista Del Cobre-Cananea*, 2014. Hermosillo, Sonora: Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo A. C., 2019.
- Machado-Aráoz, H. Auge minero y dominación neocolonial en América Latina. Ecología política de las transformaciones socioterritoriales neoliberales. En: *XXVII Congreso de la Asociación Latinoamericana de Sociología. VIII Jornadas de Sociología de la Universidad de Buenos Aires*. Buenos Aires, 2009.
- Machado-Aráoz, H. Ecología política de los regímenes extractivistas. De reconfiguraciones imperiales y re-existencias decoloniales en nuestra América. *Bajo el Volcán*, 15(23), 11-51, 2016. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/286/28643473002.pdf>
- Maderey, R. L. E.; Torres-Ruata, C. *Hidrografía e hidrometría. Atlas Nacional De México, vol II escala 1,4 000 000*, 1990. Disponible en: <<http://conabio.gob.mx/información/gis/>>. Acceso en: abr. 2020.
- Martínez-Yrizar, A.; Stephen, F. R.; Búrquez, A. Los ecosistemas terrestres de Sonora: un diverso capital natural. En: Molina Freaner, F. E.; Van Devender, T. R. (Eds.). *Diversidad Biológica de Sonora*. Ciudad de México: CONABIO, 2010. p. 129-156.
- Martínez, J. A.; Roca, J. *Economía ecológica y política ambiental*. 3. ed. México: Fondo de Cultura Económica, 2013.
- Martínez, M. *Acusan a minera de Peñoles de contaminar arroyo en Sonora*, 2015a. Disponible en: <<https://www.proceso.com.mx/399846/acusan-a-minera-de-penoles-de-contaminar-arroyo-en-sonora>>. Acceso en: mar. 2020.
- Martínez, M. *La PROFEPA investiga contaminación en el arroyo Milpillas de Sonora*, 2015b. Disponible en: <<https://www.proceso.com.mx/401373/la-profepa-investiga-contaminacion-en-el-arroyo-milpillas-de-sonora>>. Acceso en: feb. 2020.
- Martínez, M. *Caso río Sonora: Cofepri revela segundo derrame; El gobierno de Peña lo ocultó*, 2019. Disponible en: <<https://www.proceso.com.mx/610498/caso-rio-sonora-cofepri-revela-segundo-derrame-el-gobierno-de-pena-lo-oculto>>. Acceso en: feb. 2020.
- Miranda, M. *Mina se está comiendo al pueblo de La Colorada en Sonora*, 2018 Disponible en: <<https://lasillarota.com/sonora-mina-pitalla-la-colorada-dano-ambiental/218739>>. Acceso en: ene. 2020.

Moreno, G. L. R. *Afectados ambientales por megaproyectos mineros en La Colorada, Sonora*. Hermosillo, Sonora, Tesis (Licenciatura en Sociología) – Universidad de Sonora, 2018.

Pérez, J. S. *Territorialidades contenciosas en México: el caso de la minería*. Tesis (Maestría en Geografía) – UNAM, 2014.

Pineda, P. N.; Moreno, J. L.; Salazar, A.; Lutz, A. Derechos de agua y gestión por cuencas en México: el caso del río Sonora. *Espiral: Estudios Sobre Estado y Sociedad* 21(61), 19-225, 2014. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1665-05652014000300007&script=sci_abstract

PROFEPA –Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. *Activa PROFEPA protocolo de atención por derrame de solución cianurada de baja concentración en mina de Caborca, Sonora*, 2015a. Disponible en: <https://www.gob.mx/profepa/prensa/activa-profepa-protocolo-de-atencion-por-derrame-de-solucion-cianurada-de-baja-concentracion-en-mina-de-caborca-sonora>. Acceso en: ene. 2020.

PROFEPA –Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. *Atiende PROFEPA oportunamente derrame de cianuro en el interior de mina en Caborca, Sonora*, 2015b. Disponible en: https://www.profepa.gob.mx/innovaportal/v/6736/1/mx.wap/atiende_profepa_oportunamente_derrame_de_cianuro_en_el_interior_de_mina_en_caborca_sonora.html. Acceso en: feb. 2020.

PROFEPA –Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. *Investiga PROFEPA posible contaminación en una vertiente del arroyo Milpillas, Sonora*, 2015c. Disponible en: <https://www.gob.mx/profepa/prensa/investiga-profepa-posible-contaminacion-en-una-vertiente-del-arroyo-milpillas-sonora>. Acceso en: feb. 2020.

PROFEPA –Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. *Minera María sin presentar aún estudio de caracterización por derrame de 180 m³ de solución gastada de cobre: PROFEPA*, 2015d. Disponible en: http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/v/6920/1/mx.wap/minera_maria_sin_presentar_aun_estudio_de_caracterizacion_por_derrame_de_180_m3_de_solucion_gastada_de_cobre_profepa.html. Acceso en: feb. 2020.

PROFEPA –Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. *Atiende PROFEPA derrame de 10 mil litros de ácido débil al interior de la mina la Caridad en Nacozari de*

García, Sonora, 2016a. Disponible en: <https://www.gob.mx/profepa/prensa/atiende-profepa-derrame-de-10-mil-litros-de-acido-debil-al-interior-de-la-mina-la-caridad-en-nacozari-de-garcia-sonora>. Acceso en: ene. 2020.

PROFEPA –Procuraduría Federal de Protección al Ambiente. *Atiende PROFEPA derrame de solución cianurada en minera Columbia de México en Sonora*, 2016b. Disponible en: <https://www.gob.mx/profepa/prensa/la-procuraduria-federal-de-proteccion-al-ambiente-profepa-atendio-en-tres-ocasiones-el-varamiento-de-una-ballena-de-bryde-ba-laenoptera-edeni-en-la-bahia-de-la-paz-b-c-s-mediante-la-activacion-de-la-red-de-atencion-para-varamientos-de-mamifero>. Acceso en: ene. 2020.

Redacción. *Interponen demanda colectiva a Peñoles por contaminación en río Milpillas*, 2015. Disponible en: <https://www.soycobre.com/2015/07/interponen-demanda-colectiva-a-penoles-por-contaminacion-en-rio-milpillas/>. Acceso en: feb. 2020.

REMA - Red Mexicana de Afectados por la Minería. *Ejidatarios denuncian contaminación causada por mina en Álamos*, 2018. Disponible en: <http://www.remamx.org/2018/10/ejidatarios-denuncian-contaminacion-causada-por-mina-en-alamos/>. Acceso en: mar. 2020.

Rodríguez, W. C. A. Empresas mineras, apropiación territorial y resistencia campesina en México. *En: VIII Congreso Latinoamericano de Sociología Rural*. Porto de Galinhas, 2010. Disponible en: <https://www.lavida.org.mx/sites/default/files/archivos-contenidos/Mineras%20resistencia%20campesina%20Mexico%20Carlos-A.-Rodr%C3%ADGUEZ-Wallenius.pdf>. Acceso en: feb. 2020.

Rodríguez, H. B.; Salazar, R. H.; Salazar, R. R. *Género y derechos humanos. Recomendaciones para la Ley de Aguas del Distrito Federal*. Ciudad de México: Gobierno de la Ciudad de México, 2014.

Román, J. A. *Se produce derrame tóxico de minera María en Cananea*. La Jornada, 2015. Disponible en: <https://www.jornada.com.mx/2015/03/11/sociedad/039n1soc>. Acceso en: ene. 2020.

Sacher, W. Megaminería y desposesión en el Sur: un análisis comparativo. *Íconos - Revista de Ciencias Sociales*, 19(51), 99-116, 2015. doi: 10.17141/iconos.51.2015.1475

- Saldívar, A.; Domínguez, S. J.; Flores, R. J. Derecho humano al agua y al saneamiento, Jiutepec, Mor. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 32(3), 701-704, 2016. 2017. doi: 10.24201/edu.v32i3.1748
- Sánchez, D. D. *Nuevo derrame tóxico en Sonora*; van 5 en minas durante 2015. Excelsior, 2015. Disponible en: <<https://www.excelsior.com.mx/nacional/2015/12/09/1062364>>. Acceso en: mar. 2020.
- Sánchez, D. D. *Otro Derrame Tóxico de Una Mina En Sonora*. Excelsior, 2016. Disponible en: <<https://www.excelsior.com.mx/nacional/2016/09/27/1119157>>. Acceso en: mar. 2020.
- Santacruz, G.; Peña, F. J. Huella gris y minería: el impacto de extracción de metales en el agua. En: Pérez, R.; Constantino, R.; Dávila, H. (Coords.). *Agua, alimentación y bienestar: la huella hídrica como enfoque integral de gestión del agua en México*. Ciudad de México: Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, 2013. p. 225.
- SE - Secretaría de Economía. *Cartografía de concesiones mineras en el territorio nacional*, 2015. Disponible en: <<https://www.datos.gob.mx/busca/dataset/cartografia-minera-de-se>>. Acceso en: mar. 2020.
- SEMARNAT- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. *Programa de procuración de justicia ambiental 2014-2018*, 2014. Disponible en: <http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/5796/1/ppja_2014-2018.pdf>. Acceso en: mar. 2020.
- SEMARNAT- Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. *Informe de la situación del medio ambiente en México. Compendio de estadísticas ambientales. Indicadores clave de desempeño ambiental y de crecimiento verde. Edición 2015*. México: SEMARNAT, 2016.
- SGM - Servicio Geológico Mexicano. *Panorama minero del estado de Sonora*, 2018. Disponible en: <<http://www.sgm.gob.mx/pdfs/SONORA.pdf>>. Acceso en: ene. 2020.
- Svampa, M. Consenso de los commodities, giro ecoterritorial y pensamiento crítico en América Latina. *Revista Nueva Sociedad*, 244, 30-46, 2013. Disponible en: <<http://maristellavsvampa.net/archivos/ensayo59.pdf>>. Acceso en: mar. 2020.
- SUN. *Atienden derrame de cianuro dentro de mina en Caborca, Sonora*. Informador, 2015. Disponible en: <<https://www.informador.mx/Mexico/Atienden-derrame-de-cianuro-dentro-de-mina-en-Caborca-Sonora-20150109-0012.html>>. Acceso en: mar. 2020.
- Toledo, M. V. M. ¿De qué hablamos cuando hablamos de sustentabilidad? Una propuesta ecológico política. En: Nieves, G. M.; Cruz, A. R. A.; Rodríguez, W. C. A. (Coords.). *Sociedades sustentables. Aproximaciones críticas*. Ciudad de México: Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, División de Ciencias Sociales y Humanidades, 2018. p. 27-56.
- Uribe, S. S. E. Actores resistencias y perspectivas de cambio a la luz de cinco conflictos mineros en Zacatecas. En: Espinosa, D. G.; Meza, V. A. (Coords.). *Reconfiguraciones socioterritoriales. Entre el despojo capitalista y las resistencias comunitarias*. Ciudad de México: Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Xochimilco, 2019. p. 159-181.
- Urrea, D. Conflictos ambientales por el agua y el extractivismo en el departamento de La Guajira, Colombia. En: Yacoub, C.; Duarte, B.; Boelens, R. (Eds.). *Agua y ecología política. El extractivismo en la agroexportación, la minería y las hidroeléctricas en América Latina*. Ecuador: Ediciones Abya Yala/Justicia Hídrica, 2015. p. 175-188. (Serie Agua y Sociedad)
- Valenzuela, M. *Piedras Verdes: el desencanto minero de un pueblo mágico*. Desinformémonos, 2014. Disponible en: <<https://desinformemonos.org/piedras-verdes-el-desencanto-minero-de-un-pueblo-magico/>>. Acceso en: feb. 2020.
- Vivas, G. Reseña histórica. Breve descripción de la minería en Sonora. En: Álvarez, P. A. M.; Echávarri, P. A.; Escárcega, E. J. E.; Vivas, G.; Montané, M. J. C.; Pérez, B. R. G.; Villalpando, C. M. E. (Eds.). *Historia general de Sonora periodo: prehistórico y prehispánico*, Tomo I. 2. ed. Hermosillo, Sonora: Gobierno del Estado de Sonora, 1996. p. 78-96.
- Yacoub López, C. Los guardianes del agua frente a las lógicas mineras en el Perú. El caso Conga. En: Yacoub, C.; Duarte B.; Boelens, R. (Eds.). *Agua y ecología política. El Extractivismo en la agroexportación, la minería y las hidroeléctricas en América Latina*. Ecuador: Ediciones Abya Yala/Justicia Hédrica, 2015. p. 157-174. (Serie Agua y Sociedad)