

DICTAMEN DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

Río Sonora

Mayo 2023



MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

DICTAMEN DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

Río Sonora Mayo 2023

Primera edición, 2023

DR © 2023, SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

Av. Ejército Nacional 223

Col. Anáhuac I Sección, C.P. 11320,

Miguel Hidalgo, CDMX, México.

Teléfono 55 56 28 06 00

<http://www.gob.mx/semarnat>

CONTENIDO

Fundamento Legal	6
1. Introducción	9
1.1. Problemática del derrame de la Mina Buenavista del Cobre	10
1.2. Programa de remediación	10
1.3. Objetivos del dictamen	13
2. Análisis causa-raíz del derrame de 2014	14
2.1. Capacidad de producción	14
2.2. Presas de jales	15
2.3. Fallos en las presas de jales	16
2.4. Desastre en el río Sonora	16
3. Impactos Ambientales y pérdidas económicas	22
3.1. Agua y sedimentos	22
3.2. Suelo	39
3.3. Aire	56
3.4. Biota	73
3.5. Pérdidas económicas	80
4. Conclusiones	138
5. Anexos	142
5.1. Resultados de los análisis de laboratorio de las muestras de suelo en las comunidades cercanas al río Sonora.	142
5.2. Resultados de los análisis de laboratorio de las muestras de suelo en la ciudad de Cananea.	148
5.3. Resultados de las concentraciones de mercurio obtenidas en cada uno de los puntos de las tres rutas estudiadas.	149
Informes de Resultados-Muestreo Realizado en Julio de 2021-Agua de Río	152
Informes de Resultados-Muestreo Realizado en Julio de 2021-Agua de Pozo	163
Informes de Resultados-Muestreo Realizado en Julio de 2021-Sedimentos	171
Informes de Resultados-Muestreo Realizado en mayo de 2022-Sedimentos	174
Informes de Resultados-Muestreo Realizado en Junio de 2022-Sedimentos	181
Informes de Resultados-Muestreo Realizado en Junio de 2022-Tomas Domiciliarias y Expendios de Agua	187
Informes de Resultados-Muestreo Realizado en Agosto de 2022-Agua de Río	208
Informes de Resultados-Muestreo Realizado en Agosto de 2022-Sedimento	215
Informes de Resultados-Muestreo Realizado en Febrero de 2023-Agua de Pozo	221
6. Bibliografía	230



FUNDAMENTO LEGAL

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos reconoce, en su artículo 4º, párrafo quinto, el derecho humano a un medio ambiente sano para el desarrollo y bienestar de todas las personas.

Ese derecho debe ser respetado, promovido, protegido y garantizado por las autoridades ambientales y por aquellas que ejerzan funciones relativas a los demás que le estén vinculados y por tanto sean interdependientes con él.

Vinculado al derecho humano a un medio ambiente sano, se encuentran los relativos a la salud, al acceso al agua para consumo, personal y doméstico, de forma suficiente, aceptable, salubre y asequible, así como a los que prevé el artículo 27 del propio ordenamiento, que establece que el Estado mexicano debe regular en beneficio social el aprovechamiento de los elementos naturales susceptibles de apropiación para distribuir equitativamente la riqueza pública, cuidar de su conservación, lograr el desarrollo equilibrado del país y el mejoramiento de las condiciones de vida de la población rural y urbana.

Para ello, el mismo precepto dispone, que deberán dictarse medidas que establezcan adecuadas provisiones, usos, reservas y destinos de tierras, aguas y bosques para evitar la destrucción de los elementos naturales.

Su ordenamiento constitucional, en el artículo 25, confiere al Estado mexicano la rectoría del desarrollo nacional para que sea integral y sustentable, fortalezca la soberanía nacional, su régimen democrático y para que mediante, una más justa distribución del ingreso y la riqueza, permita el pleno ejercicio de la libertad y la dignidad de los individuos, grupos y clases sociales cuya seguridad protege.

Los principios referentes a apoyar e impulsar a los sectores social y privado de la economía, a fin de que con responsabilidad social, bajo criterios de equidad, productividad, sustentabilidad y sujetándose a las modalidades que dicte el interés público y el uso en beneficio general de los recursos productivos, cuidando en todo momento su conservación y el medio ambiente, son base fundamental del desarrollo nacional.

Es así que, en México las personas físicas y jurídicas pueden utilizar, aprovechar y explotar los recursos

productivos para el desarrollo de sus actividades y ser impulsadas para lograr su crecimiento, esto, siempre bajo criterios de equidad social, productividad, sustentabilidad y cuidando la conservación de los propios recursos y el medio ambiente.

Los principios anteriores, que rigen entre otras a la materia ambiental, se desarrollan fundamentalmente en la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, que en su artículo 1º establece que es reglamentaria de las disposiciones constitucionales señaladas en tanto que como su denominación lo señala regula la preservación y restauración del equilibrio ecológico, cuestiones que atañen indudablemente a la protección del ambiente tanto en el territorio nacional, como en el mar territorial y en la zona económica exclusiva; en los dos primeros, porque en ellos el Estado mexicano ejerce soberanía y en el tercero jurisdicción.

Por su parte, la citada Ley, en sus artículos 5, 11, 12 y 15, señala que corresponde a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales ejercer las facultades de la Federación en lo concerniente a la formulación y conducción de la política ambiental nacional, la aplicación de instrumentos que respecto a ella establece la ley, regular acciones para la preservación y restauración del equilibrio ecológico y la protección al ambiente, atender asuntos que afecten el equilibrio ecológico en el territorio nacional o en las zonas señaladas, regular las actividades relacionadas con la explotación de minerales, sustancias y demás recursos del subsuelo en cuanto a los efectos que tales actividades puedan generar sobre el equilibrio ecológico y el ambiente.

La política ambiental mexicana establecida en el artículo 15 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, que entre otros, se sujeta a los principios relativos a considerar que los ecosistemas son patrimonio común de la sociedad y que de su equilibrio depende la vida en las posibilidades productivas del país, ecosistemas que conjuntamente con sus elementos deben aprovecharse de forma tal que se asegure una productividad óptima y sostenida, compatible con su equilibrio e integridad. Corresponde según las fracciones III y IV del referido artículo 15, tanto a las autoridades como a los particulares, asumir la responsabilidad de proteger el equilibrio ecológico, debiendo éstos, en aquellos casos en los que causen daños, repararlos y asumir sus





costos, lo que debiera ser excepcional, pues por encima de esto se encuentra la obligación de prevenir o minimizar las afectaciones ambientales, por quienes realicen actividades que puedan causarlas. En el acatamiento de esas obligaciones debe considerarse que las afectaciones o daños ambientales no solo comprenden las condiciones presentes, sino también aquellas que determinarán la calidad de vida de las futuras generaciones de conformidad con la fracción V del mismo artículo.

Parte de la política ambiental es la referente a la utilización de los recursos no renovables como es el caso de los materiales del suelo y del subsuelo, de modo tal que se evite el peligro de su agotamiento y la generación de efectos ecológicos adversos.

Para lograr la eficacia de las acciones ecológicas, es indispensable la coordinación entre dependencias y entidades de la administración pública y entre los distintos órdenes de gobierno y una responsable y activa participación de la sociedad y de sus organizaciones.

Las autoridades ambientales deben garantizar en todo momento el derecho de las comunidades, incluidos los pueblos indígenas, a la protección, preservación, uso y aprovechamiento sustentable de los recursos naturales y la salvaguarda y uso de la biodiversidad tal y como lo establece la fracción XIII, del artículo 15 de la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente.

Garantizar un derecho humano a un medio ambiente sano, implica la obligación de la autoridad de controlar y prevenir la contaminación ambiental, orientar y lograr un adecuado aprovechamiento de los elementos naturales y el mejoramiento del entorno natural en los asentamientos humanos.

En ello, igual que otros países, México tiene responsabilidad, pues unos y otros están obligados y así se reconoce en el Derecho Internacional, a no afectar el equilibrio ecológico de unos y otros Estados por lo que, en igualdad de circunstancias todas las autoridades de las distintas naciones deben promover, preservar y restaurar el equilibrio de los ecosistemas regionales y globales. Esto significa que los nacionales de todos los países están obligados a cuidar, preservar y proteger el medio ambiente y en su caso, a restaurar el equilibrio de los ecosistemas. Además de ser la competente para fijar la política ambiental, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, tiene el carácter de autoridad en la materia.

Es por ello, que paralelamente a la obligación de ser la autoridad garante de la preservación de la naturaleza, sus recursos y del goce del derecho a un ambiente sano, le corresponde ejercer ya sea de manera directa o a través de sus unidades administrativas y las Instituciones que le están sectorizadas, las funciones que le competen, para que a la par de cumplir con los principios de política ambiental, ejerza actos a través de los cuales pueda conocerse el estado de los ecosistemas, de la biodiversidad y de los diversos elementos que integran la naturaleza, como lo son el suelo, el agua, la atmósfera, entre otros. Para ello, dicha Secretaría debe observar y realizar actividades permanentes, que le permitan conocer y diagnosticar, con base en dictámenes de expertos, en el conocimiento del estado del arte, de los elementos mencionados, la situación de la biodiversidad en una o más zonas, regiones, estados o sitios del país, en el caso concreto a lo largo de la cuenca del río Sonora en lugares diversos de los municipios Cananea, Bacoachi, Arizpe, Banamichi, Huepac, San Felipe de Jesús, Aconchi, Baciácora y Ures, en el estado de Sonora.

Dado que estos municipios y localidades se encuentran aguas abajo de la mina Buenavista del Cobre en Cananea, Sonora y que el 6 de agosto de 2014 se presentó un derrame de 40,000 m³ de ácido acildulado y lixiviados de sulfato de cobre hacia un afluente del río Sonora, existe la preocupación legítima de todas las comunidades sobre el estado que guarda el medio ambiente. En especial sobre el nivel de contaminación persiste en su agua, aire, suelo y biota. Dada la problemática ambiental que se deriva por la liberación de sustancias altamente tóxicas al medio ambiente en general y al río Sonora en particular, resulta indispensable proveer de evidencia científica que permita establecer si las preocupaciones sociales tienen sustento real, de tal suerte que sea posible atender los reclamos de las personas por el daño generado por la contaminación tanto a su economía local, como a la salud humana y ambiental de este territorio.

Por esta razón, el Gobierno de México a través de su Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, dispuso la generación de este Dictamen Diagnóstico Ambiental, que identifica a través de la evidencia científica, los impactos ambientales derivados de la actividad minera en Buenavista del Cobre, así como por el derrame de lixiviados ocurrido el 6 de agosto de 2014, considerando para este análisis toda la cuenca del río Sonora y las comunidades afectadas.





Lo anterior, en virtud de que en la mina Buenavista del Cobre en Cananea, se ha venido llevando a cabo durante varios años la extracción de cobre de una forma intensa, pasando de producir 90 mil toneladas al año en 2005 a 420 mil toneladas en 2022, actividad que necesariamente ha incidido en el equilibrio ecológico y la biodiversidad existente en dichos municipios. Como se ha señalado, parte de la política ambiental mexicana es la actuación de las autoridades y el ejercicio de sus derechos por los particulares, con el compromiso de preservar y restaurar el equilibrio ecológico; además de proteger el ambiente, llevando a cabo actos como el presente diagnóstico que constituye un dictamen técnico elaborado por instituciones que forman parte del sector ambiental mexicano, que permite determinar el estado de la biodiversidad integral en lugares como los ya señalados.

En el dictamen participó el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA), organismo público descentralizado parte del sector coordinado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Artículo 1 del Decreto de su creación) y que tiene por objeto realizar investigaciones para el manejo, conservación y rehabilitación del agua, a fin de contribuir al desarrollo sustentable del país conforme a lo dispuesto por el artículo 2 del Decreto por el que se crea el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua y el diverso 14 Bis 3, fracción VII, de la Ley de Aguas Nacionales, por lo que llevó a cabo un análisis hídrico ambiental para conocer los impactos debidos a la actividad minera en el deterioro de la calidad y cantidad del agua superficial y subterránea, así como el agua que se utiliza para consumo humano, en tomas domiciliarias de todas las comunidades.

El Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), organismo público descentralizado sectorizado a la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales objeto (Artículo 1 de su Estatuto Orgánico), participó en la formulación de este dictamen, a través del análisis del impacto ambiental en el suelo, aire, biota y pérdidas económicas ocasionadas por la explotación minera por parte de la mina Buenavista del Cobre en todas las comunidades a lo largo de la cuenca del río Sonora, con particular énfasis en la Ciudad de Cananea donde se ubica la mina.

Ello, al ser parte de sus funciones la realización de estudios de investigación científica en materia de cambio climático, protección al ambiente y preservación y restauración del equilibrio ecológico, conforme al artículo 7, fracción I, de dicho Estatuto y 15, fracción I de la Ley General de

Cambio Climático.

El objetivo del dictamen es elaborar un diagnóstico ambiental en la zona de influencia de la Mina Buenavista del Cobre y las comunidades aledañas al río Sonora, para determinar la exposición a contaminantes del ecosistema correspondiente. Este documento permite conocer el estado actual de la calidad del agua superficial y subterránea, los sedimentos del río Sonora, los suelos en las zonas de influencia de la mina, la calidad del aire en el municipio de Cananea, las condiciones de la biota en las comunidades aledañas al río Sonora y las pérdidas económicas que representan los impactos a cada uno de los elementos mencionados anteriormente.



1. INTRODUCCIÓN

México se encuentra entre los diez países con mayor potencial para la extracción de metales a nivel mundial. En las últimas tres décadas, los tratados de libre comercio han favorecido el crecimiento de la industria minera, lo que con frecuencia conlleva conflictos socioambientales.

En el país, y en particular en la región noroeste, en donde debido a su geografía, clima y distribución poblacional, hay una gran competencia por los recursos hídricos entre los diferentes sectores de usuarios, el problema para garantizar los derechos

humanos al agua y a un medio ambiente sano, se agudiza cuando se presentan contingencias o emergencias ambientales, tales como la ocurrida el día 6 de agosto de 2014, cuando se derramaron 40,000 m³ de solución acidulada de sulfato de cobre del represo Tinaja 1 de la Mina Buenavista del Cobre. Dicho accidente se calificó de muy grave a grave sin pérdida de vidas, y se denominó como el “peor desastre ambiental de la historia de la minería en México”(Medina-Rangel, 2019).



Figura 1. Ubicación de la Mina Buenavista del Cobre y municipios afectados por el derrame.

Fuente: Mejía-Saavedra y otros, 2014.

La Mina Buenavista del Cobre se localiza en el municipio de Cananea, en el vértice de las cuencas hidrológicas de los ríos Concepción, San Pedro (que es transfronterizo, tributario de los ríos Gila y Colorado) y Sonora.

Es importante anotar que dada la ubicación de la mina en el vértice de los ríos Concepción y San Pedro, hace un par de décadas las presas de jales estaban hacia la cuenca del río San Pedro, y por demandas del estado de Arizona, E.U.A., la empresa se vio obligada a moverlas hacia el río Bacanuchi y Bacoachi (Luque-Agraz, y otros, 2019).

Las condiciones de mineralización en la Cuenca del río Sonora, han permitido la existencia de numerosas minas operando en la región, coexisten terreros, presas de jales y antiguas minas abandonadas o manifestaciones minerales individuales en las sierras adyacentes a la dicha cuenca. Por tanto, los metales pesados son acarreados por corrientes

superficiales que drenan la Cuenca, en donde se encuentra la infraestructura de la mina Buenavista del Cobre S. A. de C. V. (Medina-Rangel, 2019).

1.1. Problemática del derrame de la Mina Buenavista del Cobre

El 6 agosto del 2014 se produjo una emergencia ambiental en el periodo de arranque de operación del sistema de lixiviación Tinajas, aproximadamente a las 10:00 h, se detectó un lagrimeo de la solución contenida en el sobre-derrame del represo Poniente, que forma parte del sistema de represas Tinaja 1, debido al aumento de nivel por exceso de agua pluvial y escorrentías provenientes de aguas arriba del represo. El incremento de la presión hidrostática ocasionó la erosión alrededor del tubo, que se encontraba cerrado, y que se ubica en la cortina del represo y que tiene como función desfogar los excedentes hacia el represo Tinajas 1.



Figura 2. Ubicación de las zonas de trabajo de la Mina Buenavista del Cobre, destaca el sistema de presas Tinajas, en donde ocurrió el derrame de solución acidulada de sulfato de cobre. Fuente: Medina-Rangel, 2019.

La solución vertida del represo Poniente fluyó hacia el represo Tinajas 1, en donde fue contenida hasta que el nivel de la solución alcanzó el tubo ubicado en la cortina y que tiene la función de conducir la solución hacia un manifold que se ubica aguas debajo de la cortina y desde donde la solución es bombeada hacia otro represo donde se reintegra al sistema de lixiviación. Durante el evento, el sistema de bombeo se encontraba en reparación y esto fue la causa del derrame ya que el conducto final del sistema hidráulico se encontraba abierto y sin válvula de control, de tal manera que la solución fluyó hacia el cauce del arroyo La Tinaja.

1.2. Programa de remediación

Derivado de la emergencia ambiental ocurrida el 6 de agosto del 2014, el volumen estimado de solución vertida fue de 40,000 m³, la cual, de acuerdo al proceso de lixiviación que la generó, se definió como una solución de sulfato de cobre acidulada. De acuerdo al análisis químico realizado de una muestra recolectada por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) por un laboratorio acreditado.

Se identificaron cuatro contaminantes normados cuya presencia está confirmada en la solución derramada: As, Cd, Ni y Pb; seis contaminantes no



normados cuya presencia está confirmada en la solución: Al, Cu, Cr, Fe, Mn y Zn; nueve contaminantes normados cuya presencia no fue confirmada en la solución derramada: Ba, Be, Cr (VI), Hg, Ag, Se, Tl y V; y un contaminante cuya presencia no fue confirmada en la solución derramada y no se encuentra normado: Sb.

Como resultado de esta emergencia ambiental, la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), impuso a la empresa Buenavista del Cobre una multa de \$22.9 millones de pesos y se ordenó aplicar un Plan de Remediación, junto con la apertura de un fideicomiso que debía llevar a cabo las medidas de remediación, reparación y/o compensación de los daños al ambiente y a la salud humana causados por el derrame, conforme con el Programa de Remediación y de mecanismo de pago respecto de reclamaciones por afectaciones materiales causadas a las personas como consecuencia del derrame.

El 27 de noviembre de 2014, se ingresó el Programa de Remediación que incluyó lo siguiente: Estudio de Caracterización del sitio, Investigaciones Históricas, Estudio de Evaluación de Riesgo Ambiental y la Propuesta de Remediación, entre estos documentos se incluyó un Plan maestro para la zonificación del sitio.

El Programa de Remediación consideró la división del sitio en cinco zonas, desde el punto del derrame y hasta la presa El Molinito sobre el cauce del río Sonora (Ver Tabla 1). En cada una de estas zonas se debería diseñar una Propuesta de Remediación en función a los contaminantes encontrados en la caracterización del sitio y en la evaluación del riesgo ambiental. Las zonas de estudio que se presentan en la Figura 3, fueron acotadas por las coordenadas UTM dentro de los cauces del arroyo La Tinajas y los ríos Bacanuchi y Sonora hasta la presa El Molinito, con un curso natural de 288 km.

Tabla 1. Zonificación de las zonas de estudio.

Zona de estudio	Coordenadas del punto inicial (UTM)	Coordenadas del punto final (UTM)	Descripción general	Justificación
Zona 1	562635 E 3421817 N	566193 E 3398254N	Tramo comprendido entre el punto del derrame en el represo Tinajas 1, considerado el kilómetro 0, hasta el kilómetro 30, ubicado en el cauce del río Bacanuchi.	No hay suelo desarrollado en los primeros 17 km, debido a su relieve y topografía. No hay población humana expuesta.
Zona 2	566193 E 3398254 N	574578 E 3318765 N	Tramo comprendido del kilómetro 30 hasta el kilómetro 140, ubicado el Sur de la localidad de Banámichi.	Cubre áreas con población humana expuesta y suelo con actividades agrícolas.
Zona 3	574578 E 3318765 N	581190 E 3284861 N	Tramo comprendido desde el kilómetro 140, hasta el kilómetro 180 localizado al Sur del poblado de Baviácora.	Zona con mayor número de centros de población y de actividad agrícola.
Zona 4	581190 E 3284861 N	571807 E 3260917 N	Tramo comprendido desde el kilómetro 180 hasta el kilómetro 224, localidad donde se amplía el cauce del río Sonora tras pasar la sierra de Aconchi y dar lugar al valle de Ures.	Áreas sin desarrollo de suelo, intercaladas con áreas con desarrollo de suelo con centros de población y áreas agrícolas.
Zona 5	571807 E 3260917 N	534188 E 3235487 N	Tramo comprendido desde el kilómetro 224, hasta el kilómetro 288 y que corresponde al punto de descarga del río Sonora en la presa El Molinito.	Valle de Ures que se extiende hasta la desembocadura del Río Sonora en el área de la presa El Molinito. Valle muy amplio con suelos agrícolas y población humana expuesta.



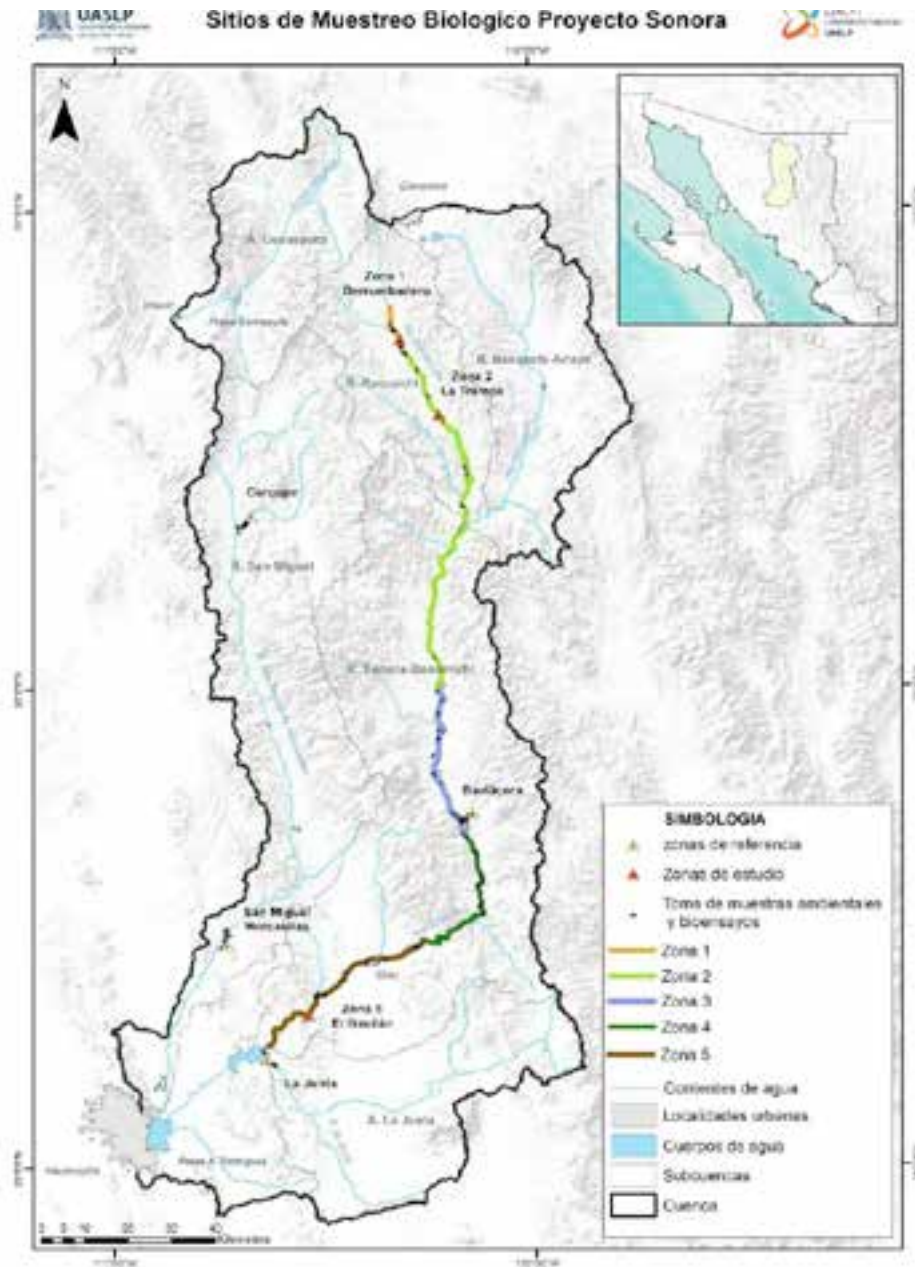


Figura 3. Ubicación de las zonas de estudio.

Se aprobó el referido programa de remediación que solamente consideró la Zona 1 con 30 Km del total de la extensión, los criterios que en su momento COFEPRIS aplicó para determinar dicha remediación fueron los más laxos de la normatividad. Lo que abre un espacio de duda razonable al hecho de que el programa haya sido funcional.

Asimismo, se establecieron los programas de monitoreo ambientales, con duración mínima de 3 años, el objetivo era ejecutar un programa de monitoreo en las 5 zonas, basado en la estimación del riesgo a través de modelos, análisis de toxicidad, evaluación de la exposición en ecosistemas acuático y terrestre, con el propósito de evaluar posibles efectos por el derrame de la solución acidulada de sulfato de bore (solución ferro-cuprífera ácida).



Las actividades del monitoreo consideradas eran:

Estimación de Riesgo Ecológico.

Evaluación de Biomarcadores de exposición (p. ej. odonatos).

Evaluación de los Efectos.

Selección Especies Vegetales: Especies de flora asociadas a la ribera de los Ríos Bacanuchi y Sonora.

Recolecta de muestras biológicas para las especies.

Peces, anfibios e invertebrados seleccionados para el monitoreo.

Debido a las múltiples fallas y falta de cumplimiento de los objetivos del programa de remediación, así como los impactos documentados en medio ambiente, agua, actividades económicas y en la salud que han padecido los pobladores de la región forma crónica, la comunidad se ha organizado para exigir justicia, reparación del daño y remediación de los ecosistemas.

En virtud de esto, resulta necesario atender los reclamos de las personas no solo a su economía local sino también a la salud humana y ambiental del territorio.

Por esta razón, el Gobierno de México a través de su Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales, dispuso la generación de este Dictamen Diagnóstico Ambiental, que identifica a través de la evidencia científica, los impactos ambientales derivados de la actividad minera en Buenavista del Cobre, así como por el derrame de lixiviados ocurrido el 6 de agosto de 2014, considerando para este análisis toda la cuenca del río Sonora y las comunidades afectadas.

1.3. Objetivos del dictamen

El objetivo general del presente dictamen es elaborar un diagnóstico ambiental en la zona de influencia de la Mina Buenavista del Cobre y las comunidades aledañas al río Sonora, para determinar la exposición a contaminantes del ecosistema correspondiente.

Para ello, se desea conocer el estado actual de la calidad del agua superficial y subterránea, los sedimentos del río Sonora, los suelos en las zonas de influencia de la mina, la calidad del aire en el municipio de Cananea, las condiciones de la biota en las comunidades aledañas al río Sonora y las pérdidas económicas que representan los impactos a cada uno de los elementos mencionados anteriormente.

Es importante mencionar que al ser este documento una solicitud de la sociedad al Gobierno de México, todos los muestreos realizados en territorio fueron acompañados y consensados con miembros de las diferentes comunidades del río Sonora.



2. ANÁLISIS CAUSA-RAÍZ DEL DERRAME DE 2014

2.1. Capacidad de producción

En el mundo, los minerales de mena promedio están en declive (Figura 4). El impacto que esto tiene en los recursos naturales es que se requiere un mayor consumo de agua para la extracción (Figura 5), así como la construcción y operación de presas de jales más grandes. Se estima que para el año 2050, la escasez de agua será la amenaza climática más grande para la industria minera (S&P, 2021).

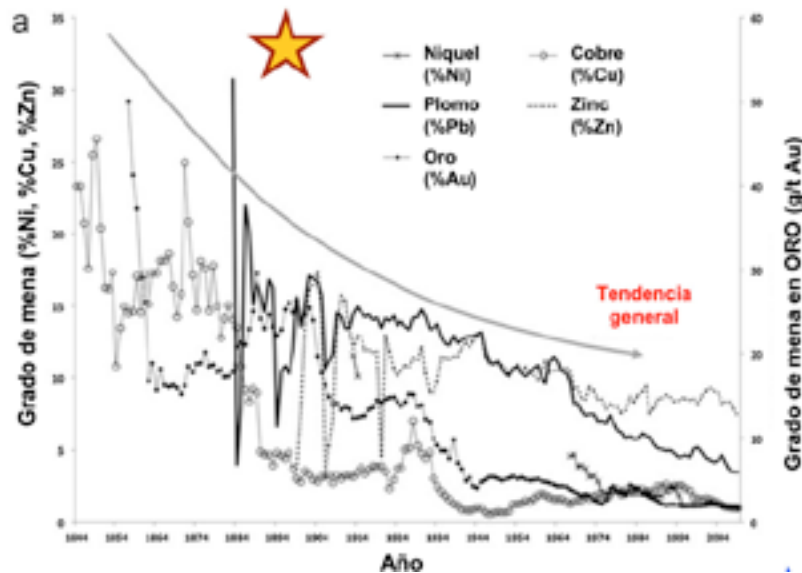


Figura 4. Declive de los minerales de mena.

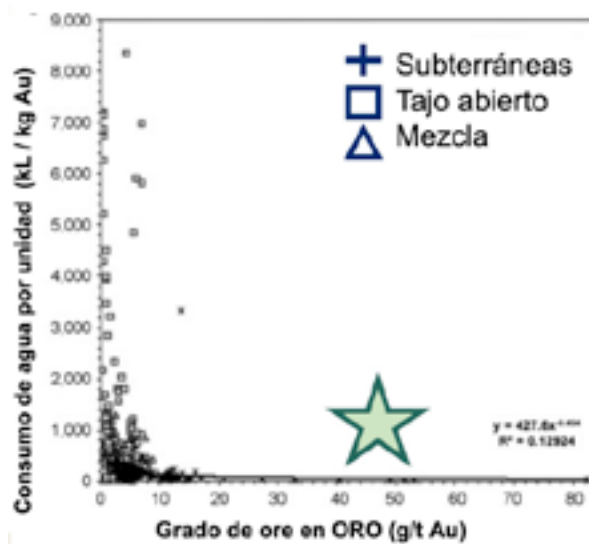


Figura 5. Consumo de agua por unidad (kL/kg Au).

Más del 80% de las extracciones de agua para minería está asociada a la producción de Cobre, Oro y Hierro. Hay que considerar que a nivel global se extraen diferentes metales bajo distintos escenarios de estrés hídrico, tal como se presenta en la siguiente Figura 6.

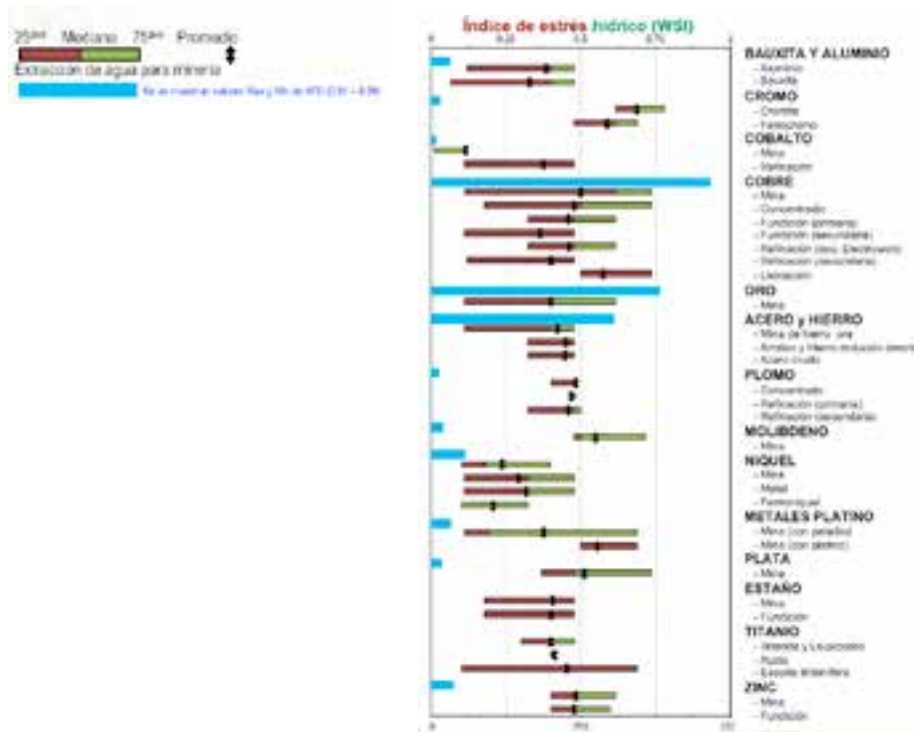


Figura 6. Índice de estrés hídrico (WSI) y extracción estimada de agua (Mm³/año), Fuente: Northley et al. (2014).

2.2. Presas de jales

Las presas de jales son cortinas impermeables cuyo propósito es almacenar lodos (fluidos químicos de molinos, agua, roca y suelo) generados en la extracción de minerales.



Figura 7. Vista en perfil longitudinal de una presa de jales y sus principales elementos que la componen.



La relación de la cantidad de jales con respecto al oro en el año 1900 era igual a 20 gramos de oro por 1 tonelada de jales; en contraste, al día de hoy se tienen en promedio 5 gramos de oro por 1 tonelada de jales, es decir, el contenido de oro por tonelada de jales es cuatro veces menor en la actualidad. Es necesario que los materiales se almacenen bajo espejos de agua para prevenir las polvaredas y la oxidación. Por otra parte, en las zonas áridas es común que se dé la infiltración de metales al subsuelo e incluso a los acuíferos, teniendo impactos considerables en los recursos hídricos de la región.

Es de resaltar que al año se producen miles de millones de toneladas de jales mineros en todo el mundo, cuyas características, entre otras, destaca su composición de sedimentos finos, por lo que se transportan a mayor distancia aguas abajo de las presas, son proclives a la oxidación y liberación de contaminantes, y en dichos sedimentos se tiene presencia de arsénico (As), cobre (Cu), plomo (Pb) y zinc (Zn) en altas concentraciones.

2.3. Fallos en las presas de jales

Los elementos clave que pueden producir una falla en presas de jales son principalmente: el procedimiento constructivo de la cortina y la integridad del liner o membrana impermeable. La probabilidad de falla es mucho mayor a las presas de almacenamiento de agua: mientras que 1 de 10,000 presas de agua fallan, en las presas de jales se tienen registros de 1 falla por cada 1,750; las presas de jales activas son las más probables de sufrir falla.

El origen de las amenazas a las que están expuestas este tipo de presas son: hidrometeorológico (rebase, lluvias extremas), geotécnico (tubificación, sismicidad, licuación, subsidencia, inestabilidad de taludes) y antropogénicas (construcción y mantenimiento).

A continuación se enlistan algunos casos internacionales de desastres por fallas en las presas de jales:

Cobriza, Perú (10 de julio del 2019): la presa contenía un volumen de 65.5 km³ de jales; el derrame generó contaminación en el río Mantaro con cianuro, dicha contaminación se trasladó hasta 375 km aguas abajo. (Ver Figura 8, a).

Germano, Brasil (5 de noviembre del 2015): la presa con un volumen de jales igual a 34 Mm³, produjo una contaminación en los ríos Doce y Carmel, generó impactos a los cultivos y el agua, la contaminación se trasladó 670 km hacia aguas abajo, generando un costo de US\$ 6.3 billones. (Ver Figura 8, b).

Merriespruit, Sudáfrica (22 de febrero de 1994): con un volumen de jales de 600 km³ para la extracción de oro, la mina se encontraba inactiva y la falla se dio por lluvias extraordinarias. (Ver Figura 8, c).

Cananea, México (6 de agosto del 2014): el volumen de jales almacenado era de 40 km³ para la extracción de cobre y plata, la contaminación se trasladó 450 km río abajo hasta la presa El Molinito. (Ver Figura 8, d).



Figura 8. Casos internacionales de desastres por fallas en presas de jales.

2.4. Desastre en el río Sonora

La narrativa oficial establece que a las 10 horas del 6 de agosto del 2014 en el sistema de lixiviación Las Tinajas, se presenta un lagrimeo de jales sobre la Presa Poniente debido a las lluvias y escurrimientos generados en la cuenca alta, lo que provoca el derrame por encima de la cortina; además, se presenta erosión alrededor del conducto de desfogue de excedentes que en dicho instante se encontraba cerrado, por ello, los excesos de agua

fuyen hacia la presa Tinajas 1 (T1), (ver Figura 9). Estos se contienen hasta que el agua drena por un tubo diseñado para la conducción de lixivios hacia aguas abajo de la cortina, para su posterior bombeo y conducción hacia otro represo, cabe señalar, que dicho sistema de bombeo estaba inoperante por lo que las estructuras de control para la descarga río abajo estaban abiertas.





Figura 9. Imagen satelital del estado del sistema de lixiviación Las Tinajas el 30 de septiembre del 2014 (una vez ocurrido el evento).

Lo anterior, se concluyó entonces, produjo el derrame de 40,000 m³ originado por un evento de precipitación intensa en conjunto con la falta de operación del sistema de bombeo en el represo Tinajas 1 (T1).

De esta manera, la narrativa oficial establece un rebase de las condiciones hidrológicas de diseño en la Presa Poniente del sistema Tinajas 1 (Ver Figura 9). Sin embargo, a través del uso de información climática histórica e imágenes de satélite, fue posible hacer el seguimiento a la construcción y falla de este sistema de presas.

La revisión de las imágenes de satélite en cronología permitió identificar que en junio del 2013 dentro de

la zona del derrame donde está el sistema Tinajas 1, no se encontraba ninguna infraestructura construida. Sin embargo, en las imágenes correspondientes a enero 2014 y junio 2014, se aprecia la construcción del sistema de repesos para el manejo de lixiviados. De esta manera, en enero del 2014 se tienen las presas Tinajas 1 y Poniente en construcción. Para junio del 2014 la presa Oriente está en construcción mientras que las presas Tinajas 1 y Poniente se encuentran terminadas con sus respectivas obras de desfogue. Cabe señalar que para esa fecha los embalses se encuentran vacíos, por lo que se infiere que no han operado, tal como se aprecia en la Figura 10.



Figura 10. Imágenes satelitales de junio del 2013, enero del 2014 y junio del 2014.



Así, el derrame del 6 de agosto de 2014 (2 meses después de la imagen en la que se aprecian actividades de construcción en el sistema), se presentó como resultado del primer evento de precipitación intenso en el que operó dicho sistema, lo que hace evidente un mal diseño hidráulico de este sistema de presas, es decir, con la primera lluvia fueron rebasadas.

Tal y como se aprecia en la Figura 9, existió un derrame en la presa Poniente debido a la precipitación y escurrimiento sobre la cuenca alta, además, a través de la imagen satelital es posible corroborar que la presa Tinajas 1 estuvo en riesgo de ser rebasada (ver mancha naranja dentro del embalse). Lo que originó que se abriera la obra de desfogue permitiendo la salida de los 40,000 m³ lixiviados hacia río abajo.

En todo el mundo, las presas o sistemas de presas son diseñados para funcionar en condiciones hidrológicas extremas, por lo general utilizando probabilidades de falla de 1/10,000 años, lo que naturalmente hacen de estas obras de infraestructura hidráulica instalaciones muy seguras. A pesar de esto, el sistema de presas Tinajas 1 perteneciente a la empresa Buenavista del Cobre, fue rebasado en su primer evento de precipitación intensa.

Lo anterior se verifica a través de la revisión de las condiciones hidrometeorológicas en la cuenca de

aportación de este sistema, tal y como se registró en la estación de Bacoachi (SMN) para el año 2014, en la que se tuvo un registro anual de lluvia de 514.9 mm. Con el propósito de complementar esta información, utilizamos la base de datos global Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station data (CHIRPS) que representa un registro de más de 35 años de lluvia en todo el planeta, desde el año 1981 y hasta la fecha (Funk et al. 2015). Esta base de datos, ampliamente utilizada por científicos de todo el mundo, contiene la información de lluvia en una malla con una resolución espacial de 0.05° grados y está corregida la información con los valores de estaciones terrestres, lo que ha permitido el análisis de tendencias y eventos extremos en todo el planeta.

Tal y como se aprecia en la Figura 11, el registro para CHIRPS en la cuenca del río Sonora y en zona de Cananea correspondió a 693.91 mm de lluvia. Más aun, para las tormentas registradas entre julio y agosto se observa que son lluvias normales, no extraordinarias, ya que la lluvia acumulada del 1 de julio del 2014 al 31 de agosto del 2014 es de 221.8 mm, en el periodo en cuestión se presentaron dos trenes de lluvia: del 1 al 15 de julio, obteniendo una precipitación acumulada de 159.2 mm, mientras que el del 21 de julio al 5 de agosto correspondió a 62.6 mm de lluvia.

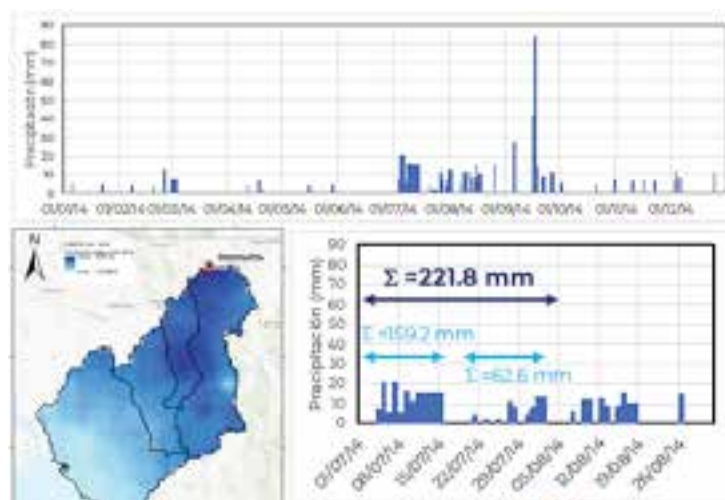


Figura 11. Análisis de precipitación del año 2014 y los trenes del 1 al 15 de julio y del 21 de julio al 5 de agosto del mismo año.

Esta información climática nos permite verificar que el diseño hidrológico del sistema de presas Tinajas 1 fue inadecuado y es responsabilidad de la empresa minera. Como sabemos, el sistema no tuvo la capacidad de almacenar el escurrimiento

producido por este tren de tormentas que no fueron extraordinarias.

Al observar la imagen satelital de abril del 2018 (Figura 12), se verifica que existió una reingeniería

total del sistema, de tal manera que se incrementará su capacidad hidráulica y seguridad ante la ocurrencia de avenidas que pudieran comprometer la integridad de las obras. Las modificaciones consistieron en lo siguiente:

Se demolieron las presas Poniente y Oriente del sistema.

Se adecuán presas aguas arriba de la ubicación de las presas Oriente y Poniente, así como la incorporación de una obra de excedencias.

En la presa Tinajas 1:

Se incrementó la capacidad del vaso de almacenamiento (ver en Figura 12 los taludes y la línea roja del embalse original).

Se colocó liner para la impermeabilización del embalse.

Se reubicó la planta de bombeo de aguas abajo de la presa hacia dentro del vaso, para prever el rebase.

Se crearon dos bordos intermedios al interior del vaso, para segmentarlo y darle estabilidad al flujo en la zona de bombeo.



Figura 12. Imagen satelital de abril del 2018 con la reingeniería del sistema Tinajas 1.

Con estas acciones de reingeniería del sistema Tinajas 1, la empresa minera acepta de forma implícita el mal diseño hidrológico del sistema original, invirtiendo recursos importantes en la adecuación del sistema. Sin embargo, las consecuencias ambientales y económicas que se derivaron del derrame de los 40,000 m³ de ácido acidulado sobre las comunidades y ambiente no fueron igualmente atendidas.

Adicionalmente, entre los años 2016 y 2022 ha habido una clara evolución del paisaje por la

construcción y operación de 2 presas de jales enormes al sur de la mina. La primera de ellas con un área de 1.71 km² a 34.5 km de Bacanuchi (círculo rojo en Figura 13) y la otra con 7.42 km² (círculo verde en Figura 13), ambas ubicadas en tributarios del río Sonora con escurrimientos hacia las 10 comunidades que se encuentran río abajo. Para tener la magnitud espacial de estas instalaciones, la comunidad de Huépac tiene una superficie de 0.53 km² y Arizpe con 0.6 km², ambas ubicadas aguas abajo de estas instalaciones sobre el río Sonora.





Figura 13. Evolución del paisaje con la construcción de mega presas de jales.

En la literatura, ante una falla de presa de jales, se recomiendan las siguientes acciones:

Remoción del suelo y sedimentos contaminados.

Vertido de yeso y/o cal para control del pH.

SEMARNAT y la empresa minera definieron 5 zonas de atención (Figura 14), del origen del derrame y hasta la presa El Molinito, 450 km aguas abajo. Se muestreó bajo la NOM147 identificando 4 compuestos de la NOM (As, Cd, Ni y Pb) presentes en la solución derramada y 6 contaminantes no normados también con presencia de Al, Cu, Cr, Fe, Mn y Zn. En la zona 1 se encontró As (6) y Fe (17), zona 2: As (26), Va (9) y Fe (257), zona 3: As (19), Va (13) y Fe (189), zona 4: As (2) y Fe (57) con programa de monitoreo a 3 años, zona 5: As (6), Va (6) y Fe (54)

con programa de monitoreo a 3 años. La COFEPRIS dictaminó que el riesgo era aceptable. La empresa minera solamente realizó acciones en la zona 1.



Figura 14. Localización de las 5 zonas de atención.



3. IMPACTOS AMBIENTALES Y PÉRDIDAS ECONÓMICAS

3.1. Agua y sedimentos

En todo el mundo, se reconoce que la minería a cielo abierto tiene el potencial de enriquecer las concentraciones de metales pesados en el agua de los ríos y en sus sedimentos como resultado de los procesos de extracción y beneficio que se dan en el territorio (ej. Allan, 1988; Bradley 1995; Evans, 1991; Hudson-Edwards et al. 1999; Miller et al., 2002).

La liberación de metales pesados al medio ambiente por la actividad minera, generalmente se caracteriza por: (1) El drenaje de ácidos de la mina (Fuge et al., 1991); (2) La liberación de lodos que contienen solutos y metales pesados asociados al proceso minero (Allan, 1998); (3) La disposición inadecuada de desperdicios mineros que subsecuentemente son lixiviados o dispersados aguas abajo del depósito de jales (Miller et al., 2007); y (4) la ocurrencia de fallas en las presas de jales (Grimalt et al. 1999).

Cada uno de estos mecanismos de contaminación posee diferentes características relativas a la cantidad de contaminantes que se liberan en los ríos y el medio ambiente y todas tienen el potencial de contaminar agua y sedimentos de los ríos e incluso de generar interrupciones geoquímicas y geomorfológicas en los ríos (Macklin et al., 2006).

Cabe señalar que a pesar de que en el mundo, la ocurrencia de fallas en presas de jales es sorpresivamente común, no se tiene una amplia publicación de resultados o información relativa a estos accidentes, sea su extensión espacial, el destino de largo plazo de los contaminantes que se liberan durante estos eventos o el número de afectados.

Por esta razón, aunado a los reclamos sociales de las diferentes comunidades del río Sonora que piden la atención a la contaminación por la actividad minera, es de vital importancia verificar los impactos de largo plazo que el derrame del 6 de agosto de 2014 ocasionó sobre el agua del río, sus sedimentos y las fuentes de abastecimiento de agua de las comunidades. Así como también, dar seguimiento a los impactos continuos que se derivan de una actividad minera intensa y constante en la parte alta de la cuenca.

Con el propósito de verificar los impactos hídricos que se derivan de la actividad minera de Buenavista del Cobre, tanto en el río Sonora como en los acuíferos que sirven como fuente de abastecimiento de agua potable a las diferentes comunidades, se estableció una estrategia basada en diferentes muestreos extensivos de agua

superficial y subterránea y sedimentos a lo largo del río. Esto, con el fin de que fuera posible caracterizar la magnitud de los efectos sobre la salud ambiental a lo largo del año, bajo diferentes condiciones climáticas (estiaje y avenidas), de tal manera, que sea posible determinar con evidencia científica la contaminación en agua y sedimentos, originada por los procesos mineros y/o el derrame de 2014.

Con ello, se busca evaluar el impacto ambiental derivado de la actividad minera y el destino de largo plazo de los contaminantes liberados durante el derrame de 2014.

Se consideran las siguientes dimensiones esenciales:

- Cantidad de agua.
- Calidad del agua (en ríos y pozos de abastecimiento).
- Sedimentos.

No obstante, se requiere reconocer que un proyecto minero puede tener impactos más allá de su área de influencia, lo que implica grandes alcances, por lo que debe considerarse como prioridad: garantizar la calidad del agua en las fuentes de abastecimiento para consumo humano y salvaguardar la calidad del agua de los ríos para dar soporte a la vida acuática y terrestre.

Para analizar los efectos de la contaminación en cuerpos de agua, se propone su clasificación en dos grupos: efectos inmediatos a días del evento, y efectos a largo plazo, a meses o años después del mismo. Los primeros se caracterizan por presentar en el agua sólidos suspendidos totales y concentraciones de metales, mientras que en los segundos principalmente se manifiesta la contaminación en el depósito de los sedimentos en el lecho del río.

Dado que los muestreos realizados en este estudio se efectuaron años después del derrame de 2014, se planteó la necesidad de realizar dicho muestreo de contaminantes también en los sedimentos que conforman el cauce del río, en virtud de que los sedimentos de un río representan la memoria ambiental de lo que fluye por el mismo.

El panel izquierdo de la Figura 15 representa de forma esquemática los efectos inmediatos o de corto plazo, que se derivan de un derrame de contaminantes como el ocurrido en el río Sonora (fotografía en panel inferior izquierdo),



donde se verifica que en el corto plazo existen altas concentraciones de metales, y sólidos suspendidos totales a la par de que hay una caída en la presencia de vida acuática que se aprecia por la falta de macroinvertebrados, algas y peces en el río, como resultado de la alta toxicidad en el agua. Por otro lado, el panel derecho de la misma figura, representa las condiciones de largo plazo que se esperan en un río que ha sido sometido a un derrame de contaminantes por una actividad minera, dado el flujo continuo del río y el drenado de los contaminantes en el tiempo, se espera entonces que si la actividad minera se realiza con responsabilidad ambiental (es decir que no hay lixiviados hacia al río), los contaminantes liberados en el derrame y presentes en el agua en el corto plazo, con el paso de los años fluirán y saldrán del sistema, las concentraciones de metales en el agua, tenderán a disminuir, con lo que se registrará una recuperación de la vida acuática con presencia de peces y algas.

Sin embargo, una parte importante de los contaminantes vertidos en el derrame, se depositarán en los sedimentos del río, y se bioacumularán en los tejidos de los peces y la vida acuática. Tal y como se presenta en las fotografías del Río Sonora en la Figura 16, donde la imagen del panel izquierdo muestra las afectaciones evidentes a la calidad del agua, unos días después del derrame de 2014.

Mientras que el panel derecho, ilustra el estado actual del río, registrado durante el muestreo realizado en 2022, y donde por la naturaleza de los efectos de largo plazo, no se detecta a simple vista este daño. Para determinar las condiciones de contaminación en el río Sonora, este estudio consideró 2 campañas de campo a lo largo del cauce iniciando en la parte alta de la cuenca en un punto cercano a la mina de Buenavista del Cobre y llegando hasta la presa el Molinito, ubicada aguas abajo en la cuenca y que es fuente de abastecimiento de agua potable para la ciudad de Hermosillo, Sonora.



Figura 15. Gráficos de efectos inmediatos y a largo plazo de la contaminación en cuerpos de agua.



Figura 16. Fotografías de efectos inmediatos y a largo plazo de la contaminación en cuerpos de agua.

La Figura 17 presenta la ubicación espacial de los diferentes puntos de muestreo seleccionados en las dos campañas de campo, realizadas por personal del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua en julio de 2021 y noviembre de 2021, respectivamente, que consideran 17 sitios a lo largo del río en la primera campaña y 8 para sedimentos

en la segunda que fueron seleccionados en conjunto con las comunidades a lo largo del río Sonora. Adicionalmente, se realizó un muestreo para verificar la calidad del agua en 37 pozos de agua subterránea y en tomas domiciliarias de 9 comunidades asentadas a lo largo del río.



Figura 17. Ubicación de los puntos de muestreo en agua y sedimentos a lo largo de la cuenca del río Sonora desde la mina de Buenavista del Cobre y hasta la presa el Molinito (Muestreo de Julio 2021: Puntos de muestreo para sedimento y agua de río; Sedimento (río seco) (Muestreo de Noviembre 2021: puntos de muestreo de sedimentos seleccionados por las comunidades).

Cantidad de agua

La zona de influencia de la minera se ubica en el norte del estado de Sonora, en los acuíferos río San Pedro, río Bacoachi y río Bacanuchi (Ver Figura 18), que pertenecen al Organismo de Cuenca “Noroeste”. Se revisó el Registro Público de Derechos de Agua (REPGA) para conocer el

volumen concesionado que la empresa minera tiene a disposición para su aprovechamiento, además, se analizaron las tendencias en el almacenamiento de agua mediante el empleo de la herramienta TSWa-Grace de la NASA, para determinar la disponibilidad física del recurso hídrico.

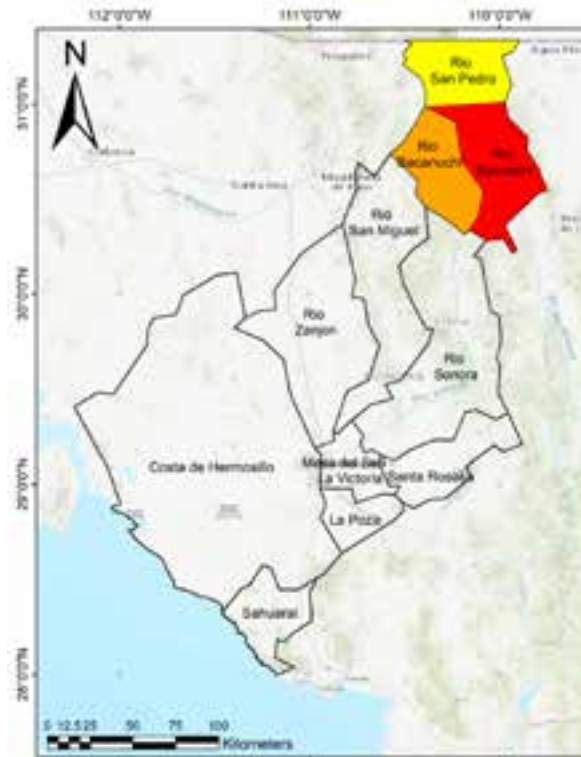


Figura 18. Ubicación de los acuíferos en la vecindad de la mina Buenavista del Cobre, en Cananea, Sonora.

Con base en los datos obtenidos en el REPGA, se constata que Buenavista del Cobre, S.A. de C.V., además de las concesiones en los acuíferos señalados anteriormente, cuenta con una concesión en el acuífero río Agua Prieta de 8 Mm³ (misma que se ha señalado que ha sido devuelta pero persiste en el registro), mientras que en el acuífero río San Pedro tiene 20.86 Mm³, en el acuífero río Bacoachi 16.76 Mm³ y en el acuífero río Bacanuchi con 7.43 Mm³ esto es igual a un volumen total de 53.05 Mm³ que equivale al 57% del total concesionado en los acuíferos correspondientes.

Lo anterior, representa un acaparamiento de agua en esta zona, ya que esta empresa posee más del 50% del agua de los acuíferos correspondientes, impidiendo disponer de agua a otros usuarios, para otras actividades prioritarias como el uso

humano y la producción de alimentos. El volumen de acaparamiento es suficiente para abastecer a 1.45 millones de personas durante un año con una dotación de 100 l/hab./día.

Adicionalmente, mediante el empleo de la herramienta TSWa-Grace, con la serie de tiempo de abril del año 2002 a diciembre del 2021, se obtuvieron los siguientes hallazgos:

Se presenta un declive sostenido (cuadros en rojo a partir de la estrella azul en la Figura 19) a partir de noviembre del 2010, debido a que la mina genera una extracción mayor a la cantidad de agua que se recarga al acuífero, esto es un indicador de déficit o sobreexplotación de agua.

El derrame se da 4 años después del inicio de la extracción desmedida. Ver estrella amarilla en la Figura 19.



La tendencia del almacenamiento continúa a la baja (cuadros en rojo después de la estrella amarilla en la Figura 19), agravando la condición de déficit de agua en la zona.

Estos datos nos permiten identificar con claridad, que el inicio de la etapa no sustentable de los acuíferos en la zona se dio en noviembre de 2010, año que coincide con el reinicio de actividades de

la mina Buenavista del Cobre, como resultado del fin de la huelga de sus trabajadores.

Es importante señalar que la caída en el almacenamiento subterráneo de agua en la zona puede deberse a dos causas físicas: la primera, una mayor extracción de agua por encima de la recarga natural de esos acuíferos y la segunda, una sequía intensa y prolongada en la región de estudio.

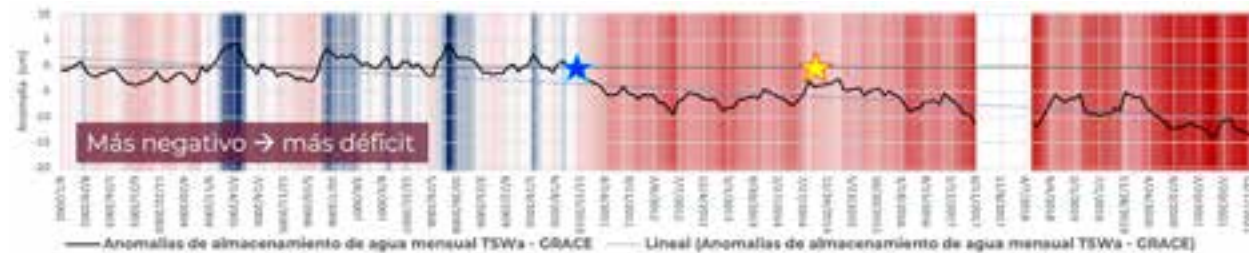


Figura 19. Anomalía de almacenamiento de agua mensual en la zona de estudio.

A fin de determinar el origen de la caída en el almacenamiento de agua subterránea en los acuíferos de la región donde se encuentra la mina de Cananea, se compararon para el mismo periodo (2002-2022), la caída en el almacenamiento (Figura 20a) con el índice estandarizado de sequía meteorológica (Figura 20b) que identifica de manera mensual la intensidad de la sequía en un punto dado del territorio y los datos de producción anual de toneladas de cobre reportadas por la empresa Buenavista del Cobre en esta mina (Figura 20c). Esta correlación temporal nos permite identificar con toda claridad los años en los que se origina la caída en el almacenamiento de agua subterránea y las causas físicas que lo produjeron.

Como se observa en la Figura 20c, en el año 2011 una vez que se reanudaron las actividades mineras en Cananea después de la huelga, la producción pasó de 90 mil toneladas al año a 300 mil toneladas, es decir se incrementó en tres veces la producción de cobre en la mina, lo que necesariamente requiere una importante cantidad de agua. Notablemente, la empresa minera produjo tres veces más toneladas de cobre en 2011 con la misma concesión de agua que tenía antes de la huelga en el año 2005 (19 Hm³). Esto representa algo físicamente imposible, dado que la huella hídrica del cobre para una veta de las características del norte de Sonora es de alrededor de 97 m³ de agua para producir una tonelada de cobre.

La línea azul discontinua en el panel c de la misma figura, representa el volumen de agua concesionado

a la empresa Buenavista del Cobre en los tres acuíferos de la región. Mientras que las barras indican la producción anual de la mina en toneladas de cobre. De esta manera, se aprecia que la concesión de agua casi se duplicó en volumen hacia el año 2012 (pasando de 19 a 37 Hm³), regularizando el consumo de agua que se requiere para una producción de 300 mil toneladas de cobre al año.

Ese incremento en la producción anual de cobre, tiene un costo ambiental evidente que se traduce en la sobreexplotación del acuífero. Más aun, a partir de 2020 la empresa decide incrementar en 1.5 veces la producción de cobre para pasar de 300 mil toneladas al año a 420 mil toneladas. Esto tuvo un impacto claro sobre el acuífero tal y como se registra en la Figura 20a, donde se aprecia una sobreexplotación crónica del agua subterránea, que resultó de ese incremento en la producción de cobre del año 2020 y que se verifica con la magnitud de la anomalía en el almacenamiento de agua subterránea durante los años 2020 y 2022.

Por esta razón, la sobreexplotación registrada en los acuíferos de esta región del país, es antropogénica y tiene su origen en el uso de agua para la producción de la mina Buenavista del Cobre. Es decir, la sobreexplotación no es atribuible a los eventos de sequía que han sido recurrentes en la zona, y en las que se aprecia una variación y recuperación natural del acuífero.

De hecho, durante el año 2005 o los años 2006-2010, el estado de equilibrio o sustentabilidad hídrica en

la zona es muy evidente, pues a pesar de que hubo sequías intensas, no se presenta un abatimiento prolongado del almacenamiento del agua subterránea. Tal y como se aprecia para esos años en la Figura 20a, donde el acuífero logra recuperarse en poco tiempo y presentar incluso

anomalías positivas en la gráfica. Esta recuperación se debe a que en el año 2005 la empresa producía 90mil toneladas de cobre al año y en los años 2006-2010, la producción estuvo cerrada como resultado de la huelga de Cananea, suspendiendo la extracción de agua del acuífero durante ese tiempo.

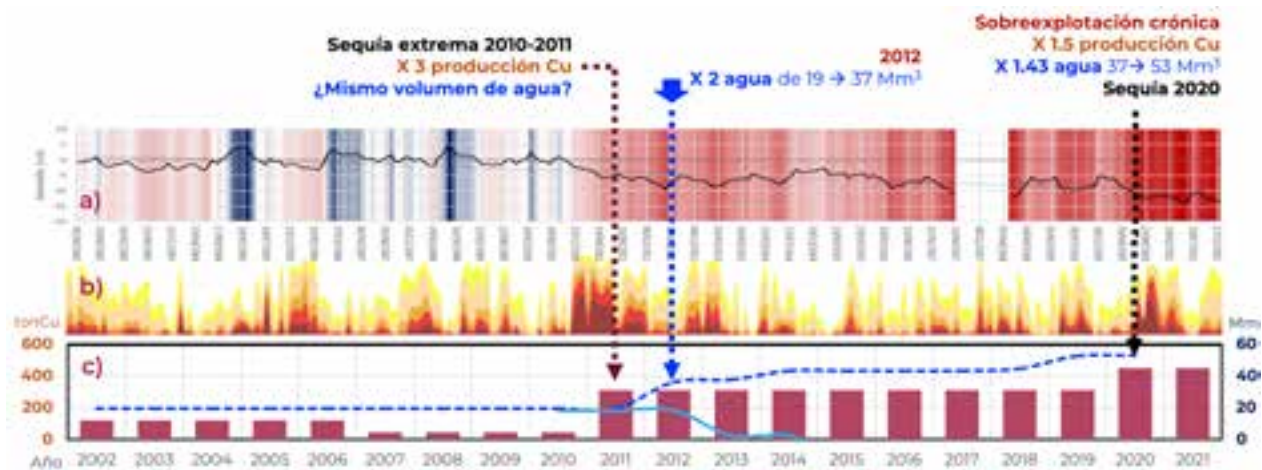


Figura 20. Anomalía de almacenamiento de agua mensual en la zona de estudio.

Calidad de agua

La siguiente dimensión del análisis de impactos hídricos, incorpora la revisión del estado de la calidad del agua a lo largo de todo el río Sonora, desde la zona cercana a la mina Buenavista del Cobre y hasta la presa El Molinito, que abastece de agua potable a la ciudad de Hermosillo, Sonora.

El propósito de estos estudios es verificar si existe algún problema de contaminación que deteriore la calidad del agua en el río y acuíferos, como resultado de la intensa actividad minera de Buenavista del Cobre, con particular énfasis en el derrame que se registró el día 6 de agosto de 2014.

Los muestreos nos permitirán por un lado, revisar si la remediación del río ha sido realizada con éxito y por el otro, dimensionar el problema de contaminación del agua en toda la cuenca y acuíferos de la región, lo que consideramos de gran importancia para ambas, la salud de la población y la salud ambiental que da sustento a la vida.

Por esta razón, el muestreo se diseñó a fin de determinar la calidad del agua a lo largo del río Sonora (agua superficial) y en los pozos de agua que abastecen de agua potable a las diferentes comunidades que se localizan a un costado del río (agua subterránea). Dado que existía una preocupación importante sobre los impactos a la salud de la población por el consumo de agua

contaminada, se tomaron también muestras en tomas domiciliarias de las diferentes comunidades.

Las muestras de agua superficial a lo largo del río Sonora, contemplaron la toma de 18 sitios para su caracterización, 14 ubicados a lo largo del cauce y 4 dentro del embalse de la presa el Molinito. Con el propósito de verificar las condiciones de calidad del agua en relación con la salud del medio ambiente en estos puntos, se utilizaron los Criterios Ecológicos de Calidad del Agua, publicados en el DOF el 13 de diciembre de 1989 (CE-CCA 001/89), para uso como fuente de abastecimiento de agua potable.

En el caso de las muestras de agua superficial se determinaron los siguientes parámetros de calidad del agua:

Metales y metaloides totales y disueltos. Aluminio, antimonio, arsénico, bario, cadmio, cobre, cromo, hierro, manganeso, mercurio, níquel, plomo y zinc.

Parámetros fisicoquímicos. Color verdadero, método de coeficientes de absorción espectral, Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5), Demanda Química de Oxígeno (DQO), dureza total, fluoruros, fosfato total, nitrógeno total, sólidos disueltos totales y turbiedad.





Carbono orgánico total (COT).

Parámetros bacteriológicos: coliformes totales (número más probable) y coliformes fecales (número más probable) y de campo como conductividad eléctrica, potencial de hidrógeno y oxígeno disuelto.

Por lo que respecta al agua subterránea, se tomaron 37 muestras de agua en pozos que sirven como fuente de abastecimiento de agua potable a las diferentes comunidades del río Sonora. Esto con el propósito de verificar las condiciones de calidad del agua para consumo humano de los habitantes de la región. Para ello, se utilizaron los límites máximos permisibles de diferentes compuestos establecidos en la Norma Oficial NOM-127-SSA1-1994, Modificación 2000 "SALUD AMBIENTAL, AGUA PARA USO Y CONSUMO HUMANO-LIMITES PERMISIBLES DE CALIDAD Y TRATAMIENTOS A QUE DEBE SOMETERSE EL AGUA PARA SU POTABILIZACION".

En estas muestras de agua subterránea, se determinaron los siguientes parámetros:

Metales y metaloides totales: aluminio, antimonio, arsénico, bario, cadmio, cobalto, cobre, cromo,

hierro, manganeso, mercurio, níquel, plomo, sodio y zinc. Parámetros fisicoquímicos: cianuros totales, cloruros totales, color verdadero, dureza total, fenoles totales, fluoruros, ion sulfato, nitrógeno como nitrógeno amoniacal, nitrógeno de nitratos, nitrógeno de nitritos, sólidos disueltos totales, sustancias activas al azul de metileno y turbiedad.

Parámetros bacteriológicos: coliformes totales (número más probable) y coliformes fecales (número más probable).

En campo se determinó cloro residual libre, potencial de hidrógeno y temperatura.

De igual manera, como resultado de la preocupación de los efectos negativos a la salud humana por el consumo de agua contaminada con metales pesados, se incorporó un muestreo en 152 tomas domiciliarias en las 24 localidades ubicadas de los 8 municipios que se ubican a lo largo del río Sonora, a saber: Arizpe, Bacanuchi, Tahuichopa, Bacoachi, Sinoquipe, Huepac, Baviácora, Ures.

El resumen de los principales parámetros que se analizaron en agua superficial y subterránea, se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 2. Parámetros de calidad del agua.

PARÁMETROS AGUA
Sulfatos y Floruros totales (agua subterránea)
Sólidos Suspendidos Totales y Disueltos totales (agua subterránea)
Turbiedad
Metales Totales: Al, Sb, As, Ba, Cd, Cu, Cr, Fe, Mn, Hg, Ni, Pb, Zn
Metales Solubles: Al, Sb, As, Ba, Cd, Cu, Cr, Fe, Mn, Hg, Ni, Pb, Zn

Colecta y análisis de muestras de agua superficial y subterránea

Las muestras colectadas fueron preservadas y transportadas de conformidad con la normativa nacional vigente aplicable para cada matriz ambiental, acorde con los procedimientos establecidos en el Sistema de Gestión de Calidad del Laboratorio de Calidad del Agua, el cual cuenta con pruebas acreditadas ante la entidad mexicana de acreditación (EMA) y aprobadas por la CONAGUA.

Las muestras en pozo se colectaron de conformidad a lo descrito en la Norma Oficial Mexicana

NOM-230-SSA1-2002, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano, requisitos sanitarios que deben cumplir los sistemas de abastecimiento públicos y privados durante el manejo del agua. Procedimientos sanitarios para el muestreo (SSA, 2005).

Las determinaciones analíticas de las muestras de agua para uso y consumo humano, aguas superficiales y sedimentos, se llevaron a cabo en el Laboratorio de Calidad del Agua del IMTA, acreditado ante la EMA (No. AG-177-032/09) y aprobado por la CONAGUA (No. CNA-CGA-2425, vigente). El procesamiento y análisis de muestras,



se llevó a cabo de conformidad con la normatividad nacional vigente y aplicable, acorde a los procedimientos del Sistema de Gestión de Calidad del Laboratorio.

Resultados de calidad del agua superficial

Con el objetivo de mostrar la ubicación espacial de los sitios muestreados para los análisis del agua superficial, en la Figura 21 se muestra el mapa con el río Sonora, desde Cananea hasta el Molinito, así como los diferentes sitios de muestreo, identificados en la imagen por los triángulos azules.



Figura 21. Ubicación de los sitios de muestreo de agua superficial.

Los resultados de calidad del agua del río, provenientes del análisis de laboratorio para algunos de los metales pesados más representativos de la actividad minera, se presentan en la Figura 22, para

cada uno de los sitios de muestreo, desde la parte alta de la cuenca (Arizpe) y hasta los cuatro puntos de la presa el Molinito (cerca de Hermosillo). En todos los paneles se indica el límite establecido



por los criterios ecológicos para fuente de abastecimiento de agua potable definidos para cada metal. Tal y como se observa en los cuatro casos presentados, existe una problemática de contaminación de metales pesados en toda la cuenca del río Sonora.

Notorio es el caso del mercurio (panel superior derecho), que no está presente de forma natural en la geología de la zona y que aparece en todos los puntos a lo largo del río (salvo en los cuatro de la presa), encontrándose este metal por encima del límite establecido en la mayoría de los sitios. Lo mismo ocurre con el aluminio (panel superior izquierdo) y con el hierro (panel inferior izquierdo) y

en menor medida con el manganeso (panel inferior derecho) que presentan en algunos de los puntos concentraciones muy por encima de los límites establecidos por los criterios ecológicos. Estos resultados indican que la remediación de la calidad del agua del río Sonora, que debió ocurrir posterior al derrame de 2014, no fue realizada de forma satisfactoria. De hecho, la contaminación por metales pesados en el río está presente desde la parte alta y hasta la presa el Molinito. Ocho años después del derrame, se documenta una persistencia de la contaminación del agua superficial que pone en riesgo la salud ambiental y de las personas en la zona.

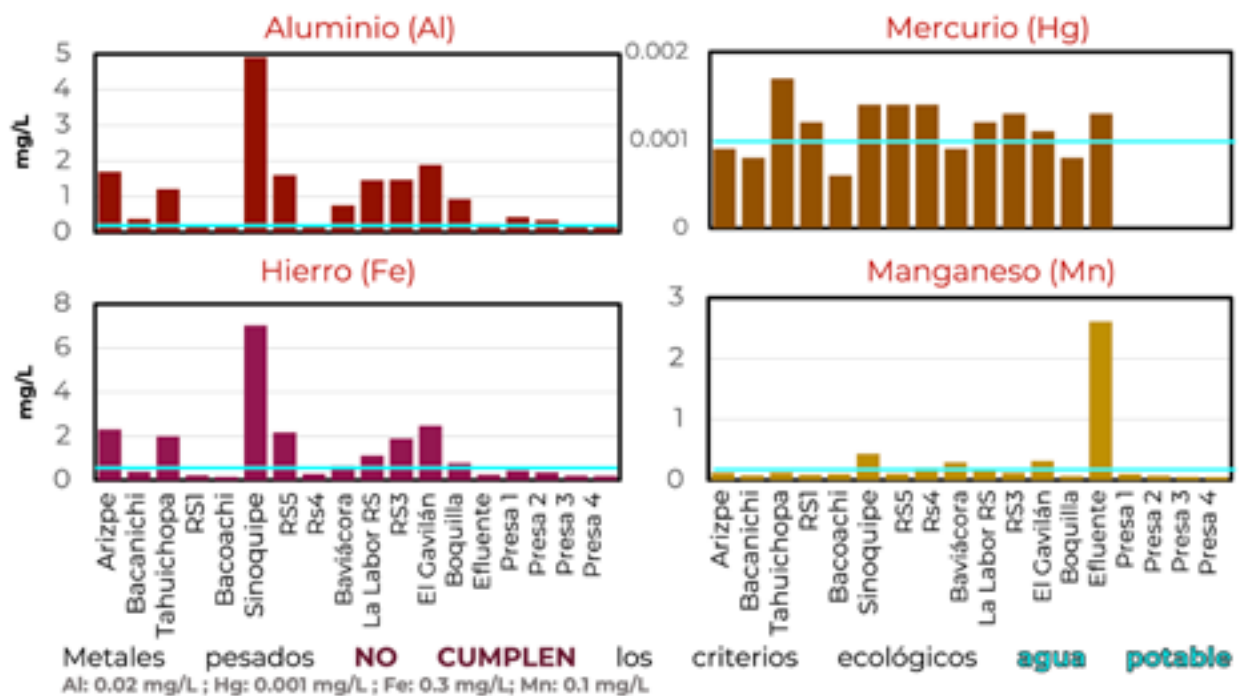


Figura 22. Resultados de las concentraciones de Aluminio (Al) y Hierro (Fe) en el agua superficial en diversos sitios a lo largo del río Sonora.

Resultados de calidad del agua subterránea

Con el propósito de verificar las condiciones de calidad del agua subterránea en diferentes pozos que sirven como fuente de abastecimiento de agua potable a las comunidades, se tomaron 37 muestras a lo largo del río Sonora en diferentes sitios indicados en la Figura 23, donde se presenta la ubicación de los sitios con referencia a las localidades y al paso del río Sonora.





Figura 23. Ubicación de los sitios de muestreo de agua subterránea (pozos).

Los resultados de calidad del agua para los 37 pozos de agua muestreados presentaron en más de la mitad de los pozos algún parámetro fuera de la norma. Lo que de por sí ya nos indica un problema con la calidad del agua para consumo humano que se utiliza en la región. Este resultado tiene una connotación importante para las implicaciones de salud humana de todas las comunidades del río Sonora.

La Figura 24 presenta un resumen de los parámetros más importantes desde una perspectiva de riesgo

a la salud humana, tales como el arsénico (panel superior izquierdo), manganeso (panel superior derecho) y sulfatos (panel inferior izquierdo). En todos los paneles de esta figura se ilustra por medio de una línea azul horizontal, el límite máximo permisible establecido en la NOM-127-SSA y en caso de ser más restrictivo (más seguro), se presenta también el límite establecido por la Organización Mundial de la Salud (OMS).

Tal y como se aprecia en los resultados, existen algunos pozos con alguno de estos parámetros



fuera de la norma, lo que representa un riesgo a la salud de las comunidades que al día de hoy consumen esta agua. Por otro lado, el resultado que sobre la concentración de arsénico encontrada en todos los pozos, indica que si bien no en todos los casos se encuentra por encima del límite establecido por la norma, este metal está presente en todos y cada uno de los pozos, lo que representa un riesgo de bioacumulación en los organismos de las personas que consumen esta agua de manera regular. En tres de los sitios: Tahuachopa, Topahue y Santiago de Ures, rebasaron el límite de la Organización Mundial de la Salud (OMS) que es 0.01 mg/L, mientras que 1 sitio: Santiago de Ures sobrepasó el límite de la NOM-127 que es 0.025 mg/L.

En cuanto a Sulfatos, también se registró su presencia en todos los sitios, mientras que 1 sitio: Mazocahui, rebasó el límite de la NOM-127 establecido en 400 mg/L. Finalmente, en cuanto al

Mn se identificaron dos sitios con presencia del metal: La Capilla, que además rebasó ambos límites, NOM-127 y OMS Y La Aurora cuya concentración sobrepasó el límite de la NOM-127.

Estos resultados señalan de manera inequívoca que en el caso del agua subterránea, existe una problemática asociada a la presencia de compuestos que representan un riesgo a la salud de las personas. Si bien es cierto, que la presencia de estos elementos en el agua subterránea puede darse de manera natural, por la geología del sitio, es importante mencionar que una de las medidas que en teoría fueron implementadas por la empresa a raíz del derrame de 2014, fue la adquisición y puesta en marcha de plantas potabilizadoras en las fuentes de abastecimiento de todas estas comunidades, las cuales hoy se sabe no se pusieron en operación, lo que redundó en el consumo regular de esta agua por parte de la gente.

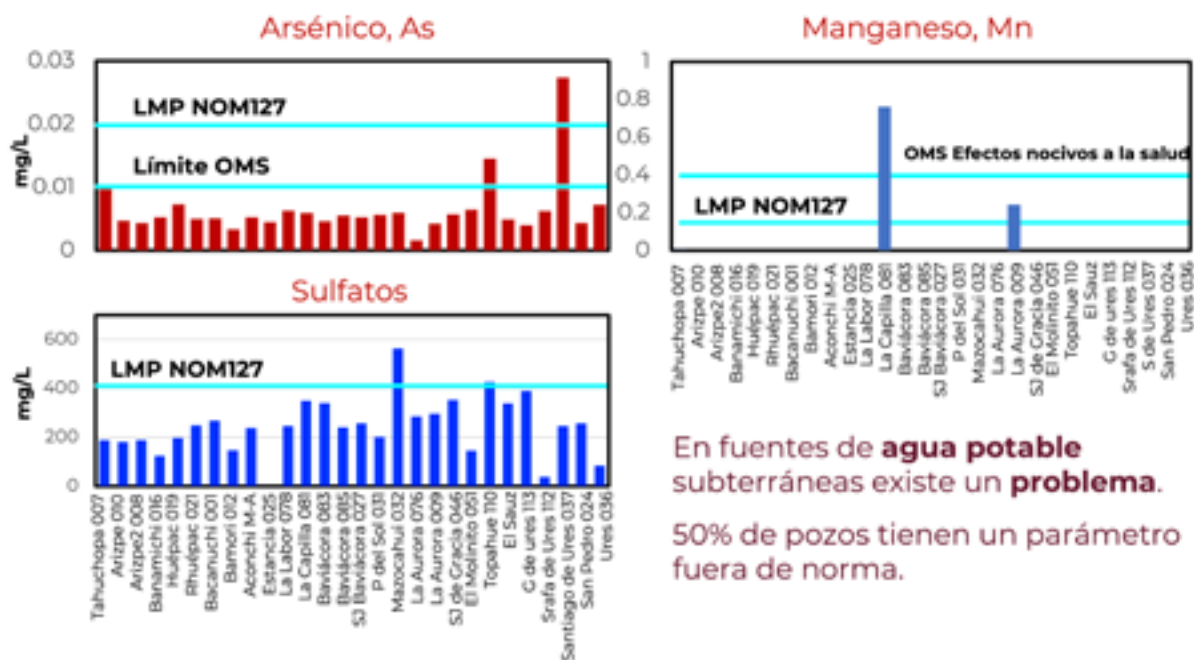


Figura 24. Resultados de las concentraciones de Arsénico (As), Sulfatos y Manganeso (Mn) en pozos de agua subterránea a lo largo de la cuenca del río Sonora.

Sedimentos

Como se mencionó al inicio de esta sección, el análisis también contempló la caracterización de los sedimentos a lo largo del río Sonora. Para ello se llevaron a cabo dos campañas de muestreo, la primera de ellas contempló 17 sitios a lo largo del río y fue realizada en julio del 2021, mientras que la segunda comprendió 8 sitios definidos de forma

conjunta con la comunidad y realizada en noviembre del 2021. Es importante mencionar que en el muestreo de julio de 2021, fue posible tomar un par de muestras de sedimento seco muy cercanos a la mina de Buenavista del Cobre y al sitio del derrame de agosto de 2014.

Los sedimentos fueron analizados en el laboratorio del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua y el análisis contempló el rastreo e identificación de los siguientes metales pesados: aluminio (Al), antimonio (Sb), arsénico (As), bario (Ba), cobre (Cu), hierro (Fe), manganeso (Mn), plomo (Pb) y zinc (Zn).

Una vez realizados los respectivos análisis de laboratorio, los resultados de concentración de metales pesados se compararon con los valores de fondo (de referencia) asociados a las condiciones naturales dadas por la geología del sitio, y que se encuentran reportados en diferentes trabajos de investigación.

La Figura 25 presenta la relación entre el valor de concentración medido respecto al valor de fondo natural en la geología del estado de Sonora para cada uno de los metales reportados. En ella se aprecia cada uno de los metales rastreado de norte a sur a lo largo de la cuenca del río Sonora desde un punto cercano a la mina de Buenavista del cobre, pasando por 8 comunidades a lo largo del cauce del río y hasta los sedimentos colectados en el embalse de la presa el Molinito.

En esta Figura, se observa que para la muestra de sedimentos colectada cerca de la mina se tienen concentraciones de todos los metales pesados rastreados por encima de sus valores de fondo. De forma notable, el cobre (metal que se extrae en la mina) en esa muestra de sedimento está 182 veces por encima del valor de fondo.

Por otro lado en los casos del aluminio, antimonio, arsénico y bario, están presentes en casi todas las muestras analizadas a lo largo del río Sonora, lo que comprueba desde la perspectiva de los sedimentos una persistencia de contaminación crónica por la actividad minera, demostrando una vez más que no ha habido ninguna remediación ambiental en la zona.

Adicionalmente, se detectó la presencia de mercurio (Hg) en todas las muestras de sedimento, aun y cuando este elemento no está presente de forma natural en la geología de la región.

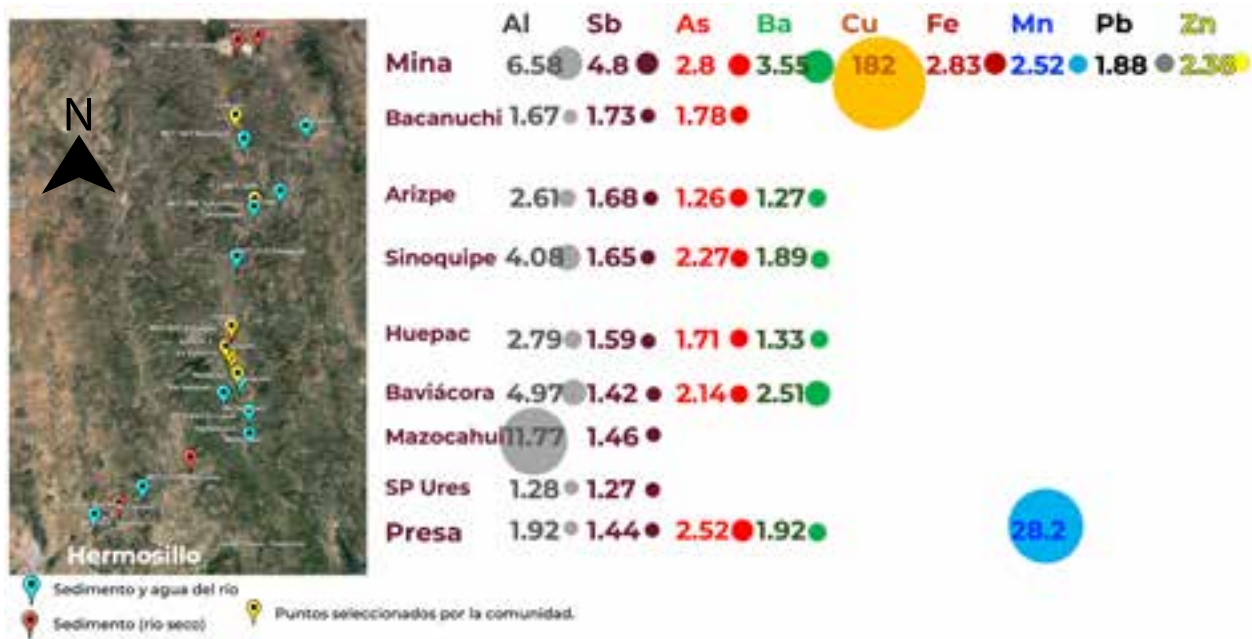


Figura 25. Resultados de las concentraciones de metales pesados superiores a valores de la geología.





De forma complementaria, la Tabla 3 presenta los valores de fondo utilizados en este trabajo, junto con los valores mínimo promedio y máximo encontrados en los muestreos de sedimentos de ambas campañas de campo que se reportan en este documento. Tal y como se aprecia, se consideraron diferentes valores de fondo determinados por el Servicio Geológico Mexicano y otros estudios que reportan concentraciones diferentes para la corteza continental y muestras de rocas locales.

Como ya se ha mencionado, los metales en sedimentos indican contaminación muy por encima de los valores asociados a la geología natural del sitio.

Este resultado es relevante pues indica que incluso a ocho años del derrame en el río Sonora, la contaminación de agua y sedimentos persiste en el medio ambiente de la zona, poniendo en riesgo la salud de la población. Este resultado, nos indica que al igual que en otros accidentes mineros del mundo, los derrames de lixiviados a cuerpos de agua tienen el potencial de contaminar de forma crónica agua y sedimento y de no atenderse de forma adecuada esta contaminación tiene el potencial de perpetuarse, más aun cuando la actividad minera no solo continúa sino se intensifica con el paso del tiempo.

Tabla 3. Valores de fondo para metales pesados en Sonora y resultados del análisis de metales pesados en sedimentos en ambos muestreos del IMTA julio y noviembre 2021.

Analito	Valores de Fondo (Geología)			IMTA (julio 2021)			IMTA (nov 2021)		
	SGM 2000	mg/kg Corteza continental	Rocas locales	Mín	Prom	Máx	Mín	Prom	Máx
Antimonio	2.08	0.4	2.85	1.09	1.87	5.28	1.07	2.40	3.96
Arsénico	4.95	4.8	18.09	3.78	10.27	19.09	4.65	61.32	113.78
Bario				34.28	120.79	343.24	< 200	286.66	393.03
Cadmio	1.1	ND	ND	< 3.0	--	5.48	< 3.0	--	3.06
Cobre	25.09	28	10.09	5.58	435.95	6,658.83	< 5.0	113.62	560.26
Cromo	44.75	92	31.17	<10	11.90	13.48	< 40	--	--
Manganeso	692.5	ND	339.37	89.90	291.21	1,108.95	8.79	740.02	3,979.57
Mercurio				0.10	0.18	0.38	< 0.05	--	0.12
Níquel	11.26	47	10	<10.0	15.64	27.31	< 10	20.99	34.36
Plomo	19.11	17	22.92	<10.0	23.61	66.29	15.70	41.68	80.38
Zinc	58.10	64.40	67	14.01	142.06	1,453.36	24.83	187.00	489.52

Análisis de tomas de agua para uso y consumo humano en domicilios de particulares

Como ya se anotó, en el mes de noviembre se colectaron muestras en tomas de agua de abastecimiento de nueve domicilios particulares (Figura 26).



Figura 26. Localización de las tomas domiciliarias muestreadas.

Parámetros de campo

En las nueve tomas de agua de red de abastecimiento colectadas en domicilios particulares, el pH del agua (7.1 a 7.9 unidades de pH), se encuentra dentro del ámbito de 6.5 a 8.5 unidades de pH, establecido tanto en la modificación del año 2000 a la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1994 como en la NOM-127-SSA1-2021, por lo que no es un parámetro que constituya una preocupación actual.

La conductividad eléctrica, está en el rango de 361 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en La Estancia a 1943 $\mu\text{S}/\text{cm}$ en Mazocahui (Tabla 4), en este último, los sólidos disueltos totales estarían fuera de norma, en tanto que en San José y La Capilla, es posible que los iones disueltos también estarían fuera de norma.





Tabla 4. Conductividad eléctrica y sólidos disueltos totales en pozos y tomas domiciliarias.

POZO	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (μS/cm)	SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES (mg/L)	TOMA DOMICILIARIA	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA (μS/cm)
MET-001 Bacanuchi	929	802	Bacanuchi	908
MET-016 Banámichi	794	494	Banámichi	1013
MET-019 Huépac	1001	712	Huépac	735
MET Nuevo Aconchi	1040	929	Aconchi	802
MET-025 La Estancia	347	220	La Estancia	361
MET-085 Baviácora pozo 3	1090	812	San José	1113
MET-083 Baviácora	1316	1016		
MET-081 La Capilla	1406	1076	La Capilla	1407
MET-078 La Labor	1157	830	La Labor	1131
Pozo Mazocahui	2077	1714	Mazocahui	1943

En el marco de la modificación del año 2000 a la norma oficial mexicana NOM-127-SSA1-1994, el agua para uso y consumo humano no debe contener organismos coliformes totales (ausencia o no detectables), así, en tres de las tomas domiciliarias, el agua no es apta para consumo humano: Bacanuchi (41 NMP/100 mL), La Capilla (216 NMP/100 mL) y Mazocahui (10 NMP/100 mL).

Este grupo de organismos indicadores, también está presente en los pozos analizados en las mismas localidades, lo que habría que identificar es el origen de la contaminación bacteriológica, p. ej., deficiencias en el manejo del agua, puntos vulnerables en la distribución, o bien deficiencias en las prácticas de desinfección del agua, ya que tienen la capacidad de multiplicarse en las tuberías y sus orígenes pueden ser también el suelo, vegetales y otros ambientes naturales.

Arsénico y metales pesados

Se encontró presencia de aluminio en las tomas domiciliarias de La Capilla y Mazocahui, en las siete tomas restantes no se detectó; las concentraciones en el agua de las tomas mencionadas están un orden de magnitud debajo del límite máximo permisible de 0.20 mg/L, 0.012 mg/L y 0.021 mg/L respectivamente.

Por su parte, el arsénico (Figura 27) está presente en todos los sitios muestreados, a pesar de encontrarse por debajo del límite máximo permisible de 0.01 mg/L establecido en la NOM-127-SSA1-2021, es necesario remarcar su presencia, ya que es un indicador de contaminación por este metaloide utilizado en los procesos mineros que tiene un potencial impacto en la salud humana.



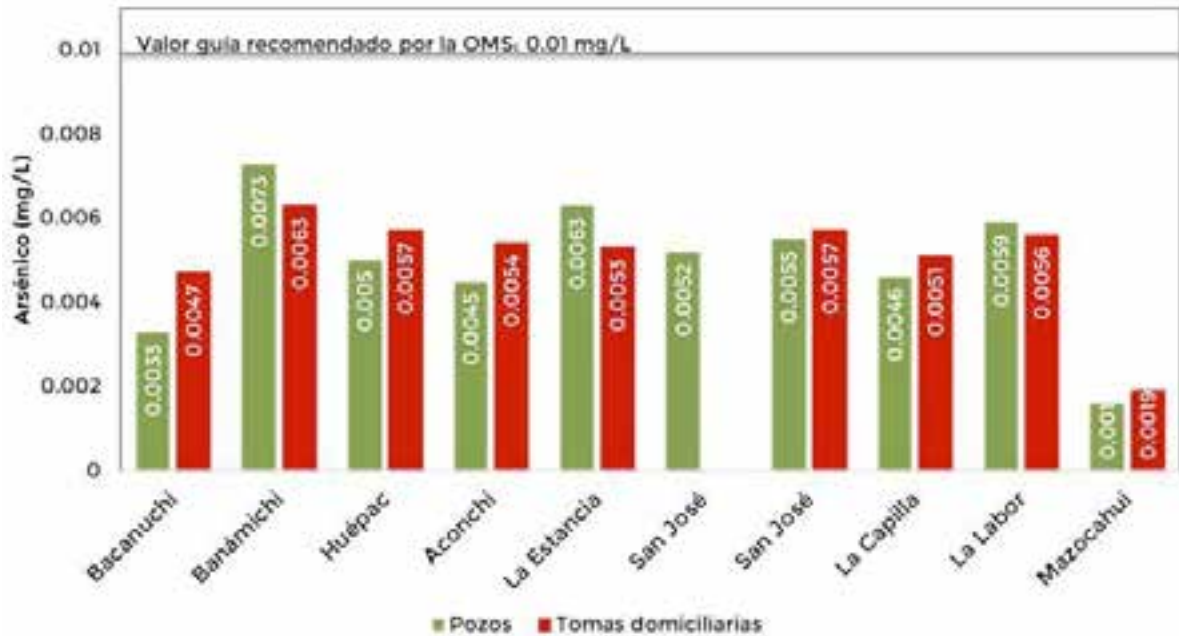


Figura 27. Arsénico total en pozos y tomas domiciliarias.

El hierro se encuentra en general, en concentraciones menores al límite práctico de cuantificación; llama la atención que en la toma muestreada en la Capilla, el contenido del metal sea tan alto (2.43 mg/L).

El mercurio total está dentro de norma en las nueve tomas domiciliarias; no obstante se considera necesario verificar el contenido de este metal en la Estancia (0.0009 mg/L) y Aconchi (0.001 mg/L), ya que las concentraciones están en el límite máximo permisible de 0.001 mg/L, indicado en la modificación del año 2000 a la NOM-127-SSA1-1994. Sin embargo, en la NOM-127-SSA1-2021, el límite permisible para mercurio aumentó a 0.006 mg/L, por lo que las concentraciones detectadas se encontrarían por debajo de este límite.

El sodio se encuentra dentro de norma en el agua de todos los sitios muestreados. Los niveles más altos se presentan en la toma de Mazocahui, lo cual está relacionado con el contenido del metal en el pozo.

Los metales antimonio, bario, cadmio, cobre, cromo, manganeso, níquel, plomo y zinc, están en concentraciones menores al límite de cuantificación práctico en el agua de las nueve tomas domiciliarias muestreadas, por lo que no serían una preocupación inmediata.



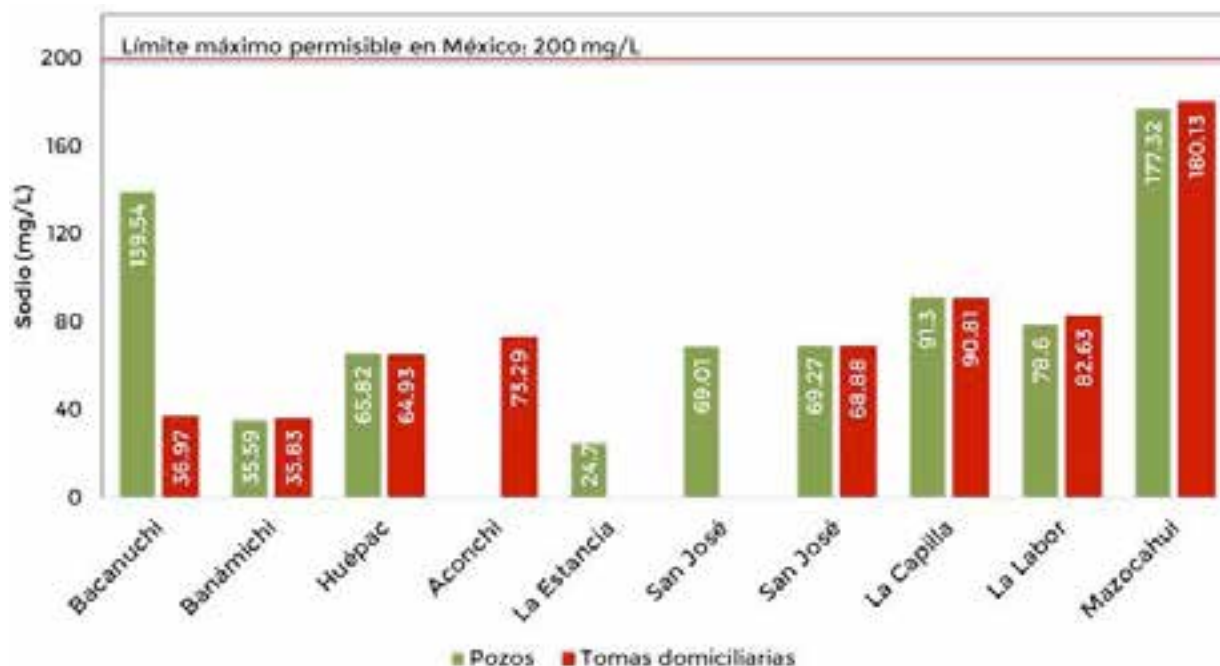


Figura 28. Sodio total en pozos y tomas domiciliarias.

Conclusiones agua y sedimentos

En primer término, como parte de la revisión del evento hidrológico que produjo el derrame del 2014, es posible concluir que el diseño hidrológico del sistema de presas Tinajas 1 fue inadecuado, lo que indica que el derrame fue responsabilidad de la empresa minera. Como se demostró, el sistema de presas no tuvo la capacidad de almacenar el escurrimiento producido por un tren de tormentas no extraordinario. Además, las acciones de reingeniería realizadas por la empresa en el sistema Tinajas 1 posteriores al derrame, indican que la empresa minera reconoce de forma implícita el mal diseño hidrológico del sistema original, invirtiendo recursos económicos importantes en la reconstrucción del sistema. Desafortunadamente, las consecuencias ambientales y económicas que se derivaron de este derrame sobre las comunidades no fueron igualmente atendidas.

En la cantidad de agua, se verificó que existe por parte de la empresa Buenavista del Cobre un acaparamiento del 57 % del volumen concesionado de agua subterránea. Adicionalmente, existe una sobreexplotación documentada en los acuíferos de esta región del país, cuyo origen es antropogénico y se debe de forma inequívoca al incremento en la producción de cobre dentro de la mina Buenavista del Cobre. La sobreexplotación no es atribuible a los eventos de sequía, que han sido recurrentes en la zona, sino a la actividad minera.

Los resultados de calidad del agua superficial a lo largo del río Sonora, indican que la remediación en este cuerpo de agua no fue realizada de forma satisfactoria posterior al derrame de 2014, pues se detectó contaminación por metales pesados en el río desde la parte alta y hasta la presa el Molinito.

Dado que estas muestras se tomaron ocho años después del derrame, se documenta de esta forma una persistencia de la contaminación del agua superficial que pone en riesgo la salud ambiental y de las personas en la zona. Los metales encontrados, están todos asociados a jales y lixiviados que resultan de la actividad minera.

Los resultados de calidad del agua subterránea señalan de manera inequívoca que en este caso existe una problemática asociada a la presencia de compuestos que representan un riesgo a la salud de las personas. Si bien es cierto que la presencia de algunos de los elementos detectados en el agua subterránea puede darse de manera natural por la geología del sitio, es importante mencionar que una de las medidas que en teoría fueron implementadas por la empresa a raíz del derrame de 2014, fue la adquisición y puesta en marcha de plantas potabilizadoras en las fuentes de abastecimiento de todas estas comunidades, las cuales hoy sabemos no se pusieron en operación, lo que necesariamente redundó en permitir un



consumo regular de esta agua de mala calidad por parte de población.

Los sedimentos colectados a lo largo del río Sonora, identificaron la presencia de aluminio, antimonio, arsénico y bario en casi todas las muestras analizadas, lo que comprueba desde la perspectiva de los sedimentos una persistencia de contaminación crónica por la actividad minera. Lo que demuestra que no ha habido ninguna remediación ambiental en la zona. Por si esto fuera poco, se detectó la presencia de mercurio (Hg) en todas las muestras de sedimento, aun y cuando este elemento no está presente de forma natural en la geología de la región. La presencia de estos metales en los sedimentos indica contaminación muy por encima de los valores asociados a la geología natural del sitio. Resultado que es altamente relevante pues indica que incluso a ocho años del derrame en el río Sonora, la contaminación en agua y sedimentos persiste en el medio ambiente de la zona, poniendo en riesgo la salud de la población.

Las muestras de sedimentos tomadas en puntos muy cercanos a la mina Buenavista del Cobre, presentaron concentraciones de cobre muy superiores a las concentraciones asociadas a la geología del sitio en más de 187 veces.

En cuanto a tomas domiciliarias, el arsénico está presente en todos los sitios de muestreo, y a pesar de estar por debajo del límite es necesario remarcar su presencia, ya que es un indicador de contaminación por este metaloide utilizado en procesos mineros, que tiene un potencial impacto en la salud humana.

Adicionalmente, se encontró presencia de aluminio en las tomas domiciliarias de la Capilla y Mazocahui, y también se identificó presencia de valores altos de concentración de hierro en la Capilla. Mientras que para mercurio, se resalta la necesidad de verificar la Estancia y Aconchi por sus valores

cercanos al límite máximo permisible. Finalmente, el sodio se encontró en niveles altos para el sitio de Mazocahui, cuya presencia se relaciona con el hallazgo de dicho metal en el pozo de abastecimiento de la zona.

3.2. Suelo

Objetivo

Evaluar la concentración de metales y metaloides presentes en suelos en zonas de influencia de la mina Buena Vista del Cobre (Cananea y río Sonora) y compararlos con valores permisibles establecidos en los lineamientos de la Norma Oficial Mexicana (NOM-147-SEMARNAT/SSAI-2004) y con referencias internacionales determinando así el impacto en la salud humana y medio ambiente. Para cumplir con lo anterior, se requiere:

- Identificar si los metales y metaloides encontrados superan lo establecido en la regulación mexicana y los valores de referencia internacional.
- Determinar si los resultados obtenidos permiten identificar patrones de contaminación por actividad antropogénica.
- Determinar el perfil de concentración de los metales en el suelo de la región para los posibles efectos a largo plazo de los contaminantes vertidos.
- Determinar el efecto del pH en la movilidad de los macrocomponentes del suelo de la región para identificar riesgos ecológicos potenciales.

El componente de suelo comprendió un muestreo realizado del 6 al 12 de febrero de 2022 tanto en la ciudad de Cananea, como en las comunidades cercanas al río Sonora. Las localidades visitadas fueron: Tahuichopan, Arizpe, Banamichi, Huepac, Aconchi, Baviacora y San José de Gracia.



Metodología

Los sitios para realizar los muestreos de las comunidades cercanas al río Sonora, se señalan en la Figura 29.



Figura 29. Ubicación de los sitios de muestreo de suelo en las comunidades cercanas al río Sonora.

Tabla 5. Sitios de muestreo de suelo en las comunidades cercanas al río Sonora.

Clave del sitio	Nombre del sitio	Referencia geográfica	
		Latitud	Longitud
S-01	Tahuichopan	30°22'00.0336"N	110°09'24.3144"O
S-02	Arizpe	30°19'58.5552"N	110°09'48.9780"O
S-03	Banamichi	30°01'10.2108"N	110°13'04.3248"O
S-04	Huepac	29°55'05.3148"N	110°12'49.4244"O
S-05	Aconchi	29°49'52.5720"N	110°13'43.2516"O
S-06	Baviácora	29°43'41.0088"N	110°10'01.2000"O
S-07	San José de Gracia	29°19'34.0932"N	110°31'52.5792"O

Adicionalmente, en la Tabla 6 se presentan los sitios de muestreo en la ciudad de Cananea, Sonora.





Tabla 6. Sitios de muestreo en suelo en la ciudad de Cananea.

Clave del sitio	Nombre del sitio	Referencia geográfica	
		Latitud	Longitud
S-08	Hospital General Cananea	30°59'53.1650"N	110°15'21.7048"O
S-09	CFE Cananea	31°00'09.7614"N	110°17'44.3033"O
S-10	Plaza Juárez	30°59'00.4211"N	110°18'12.7573"O
S-11	Nueva Buenavista	30°59'16.7917"N	110°17'00.5089"O
S-12	Parque Mártires de Cananea	30°58'22.9321"N	110°15'48.0244"O
S-13	Parroquia de Nuestra Señora de Guadalupe	30°58'52.2844"N	110°18'14.0051"O
S-14	Presa de Jales	30°58'55.3584"N	110°14'21.9120"O
S-15	Observatorio Guillermo Haro	31°03'10.9584"N	110°23'02.2236"O

Para la colecta en las comunidades cercanas al río Sonora, las muestras de perfil de suelo fueron obtenidas mediante el hincado de un muestreador manual para obtener núcleos del suelo con el objetivo de evaluar si había distintos horizontes a partir de la superficie y si éstos generaban diferencias de concentración de los metales y metaloides por las distintas propiedades de los estratos que conforman el suelo. No obstante, no se identificaron horizontes en los perfiles de suelo y no fue posible coleccionar debajo de los 50 cm por lo

que se integró una muestra simple, además, las muestras de suelo superficial fueron de tipo simple, con profundidades de 0 a 5 cm a partir de la superficie y se trasladaron al laboratorio.

En la segunda campaña, para determinar la concentración de diferentes metales en función de la distancia con la ribera del río, se colectaron muestras a tres niveles de profundidad: 30, 60 y 90 cm donde el relieve lo permitió, los sitios se muestran en la Tabla 7.

Tabla 7. Sitios de muestreo relacionados con los estudios de profundidad y referencia geográfica.

Clave del sitio	Nombre del sitio	Referencia geográfica	
		Latitud	Longitud
Punto 1	22 m	30°36'34"N	110°14'39"O
Punto 2	33 cm	30°36'34"N	110°14'38"O
Punto 3	10 m	30°36'34"N	110°14'40"O
Punto 4	7 m	30°36'34"N	110°14'40"O
Punto 5	16 m	30°36'33"N	110°14'38"O
Punto 6	12 m	30°36'33"N	110°14'39"O
Punto 7	4 m	30°36'33"N	110°14'40"O
Punto 8	28 m	30°36'32"N	110°14'40"O
Punto 9	65 m	30°36'31"N	110°14'41"O
Punto 10	118 m	30°36'31"N	4-3



En la Figura 30 se aprecian los puntos de muestreo seleccionados, en los que se visualiza la distancia de cada uno de ellos con respecto a la orilla del río.



Figura 30. Ubicación de los sitios de muestreo con referencia a la distancia a la orilla del río.

Para determinar la presencia de los elementos en las muestras analizadas, en el laboratorio se cuantificaron los siguientes elementos: Ag, Al, As, Ba, Be, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, Pb, Sb, Se, Sn, Sr, Ti, Tl, V, Zn.

La determinación de la concentración en las muestras se realizó mediante dos técnicas diferentes: ICP-OES e ICP-MS. Para determinar la acidez asociada con los suelos a lo largo de la ribera, se realizaron mediciones potenciométricas, se realizaron determinaciones por triplicado para garantizar la precisión de acuerdo con la NOM-021.

Para la obtención de las muestras de perfil de suelo en la ciudad de Cananea, se realizó el mismo procedimiento que para la primera campaña de muestras de las comunidades cercanas al río Sonora, determinando igualmente la integración de una muestra simple con profundidades de 0 a 5 cm a partir de la superficie y el traslado al laboratorio. Asimismo, para determinar la presencia de los elementos requeridos, se cuantificaron los mismos que para las campañas anteriores. Además, para la determinación de concentraciones de las muestras se utilizaron las dos técnicas señaladas anteriormente.

Resultados

Valores encontrados en las comunidades cercanas al río Sonora:

Los resultados obtenidos de los análisis en laboratorio de las muestras referenciadas anteriormente se presentan en las tablas del Anexo 5.1.

Con base en los valores de las tablas Tabla 67 y Tabla 68. Concentraciones de metales y metaloides encontrados a 90 cm de profundidad en función de la distancia a la orilla del río. del anexo, se elaboraron los perfiles de los contaminantes en función de la distancia al punto de referencia (punto 0). Para la mayoría de los metales no se encontró una tendencia clara en su distribución en función de la distancia al punto 0, siendo que la mayoría muestra una distribución aleatoria. No obstante, cabe destacar que en el sitio S-06 Baviácora (ver Figura 29) a 106 Km del punto 0 en el que se observa un aumento en la concentración de los metales por lo que se sospecha que en este sitio hay un comportamiento anómalo en la tendencia registrada. A continuación se presentan los perfiles de los metales.



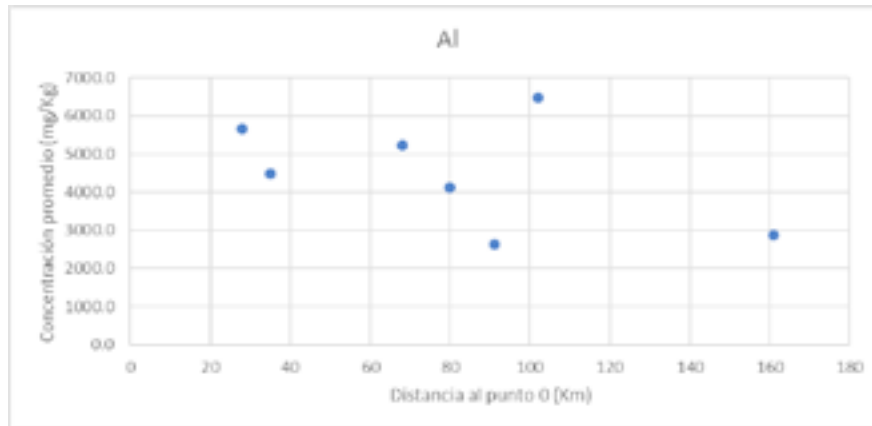


Figura 31. Comportamiento de la concentración de aluminio en función de la distancia al punto 0.

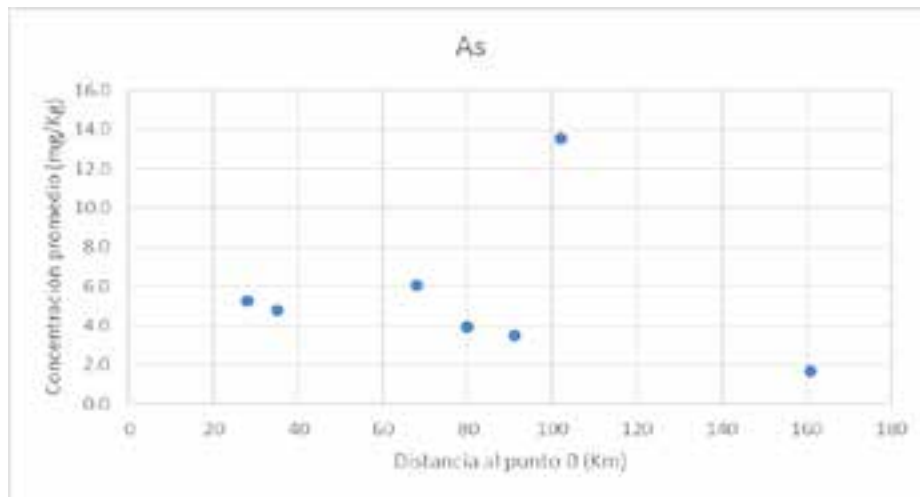


Figura 32. Comportamiento de la concentración de arsénico en función de la distancia al punto 0.

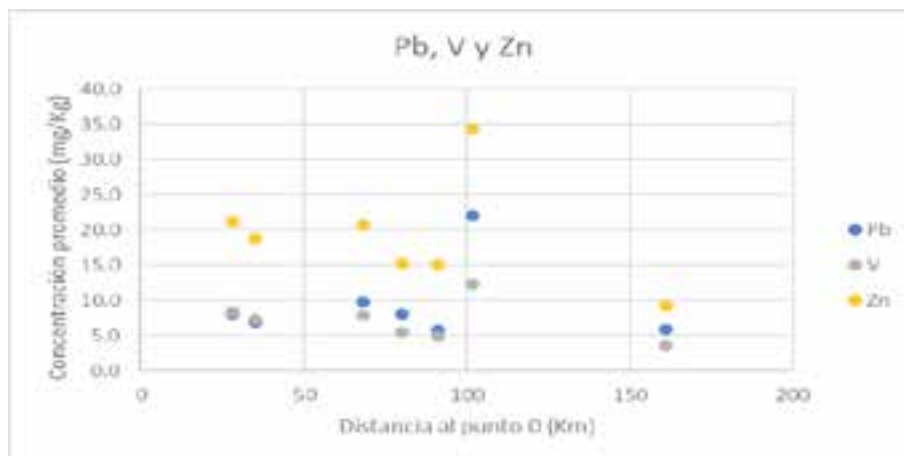


Figura 33. Comportamiento de la concentración de plomo, vanadio y zinc en función de la distancia al punto 0.



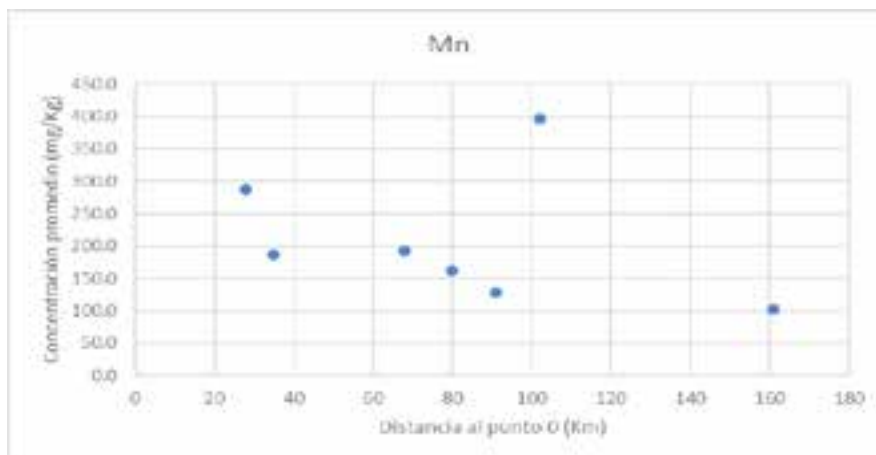


Figura 34. Comportamiento de la concentración de plomo, vanadio y zinc en función de la distancia al punto 0.

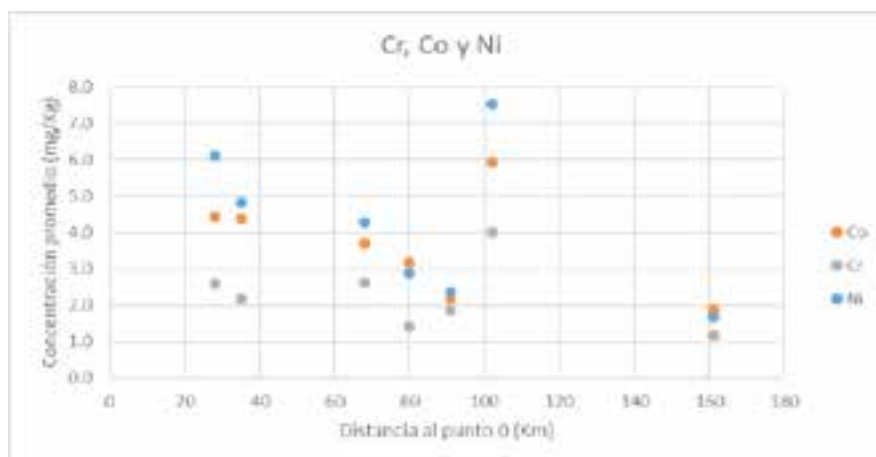


Figura 35. Comportamiento de la concentración de cromo, cobalto y níquel en función de la distancia al punto 0.

Con base en los gráficos presentados, se aprecia que en la Figura 31, correspondiente al perfil de aluminio, la tendencia de la concentración es decreciente conforme aumenta la distancia al punto 0. De acuerdo con lo descrito por la agencia de protección ambiental de los Estados Unidos de Norteamérica, EPA por sus siglas en inglés, la toxicidad de este macrocomponente del suelo está relacionada con la forma en la que se encuentre en el medio ambiente, siendo el aluminio soluble la especie más tóxica, ésta puede provocar daños ambientales y representar un riesgo a la salud humana. Se ha descrito también que a valores de pH superiores a 5.0, el aluminio soluble no se detecta derivado de la formación de diferentes especies insolubles, entre ellas el hidróxido

de aluminio. Finalmente, se ha informado que el Al representa un potencial riesgo ecológico y se considera un contaminante potencial de preocupación, en aquellos suelos cuyo valor de pH sea menor que 5.5, es decir suelos considerados desde moderadamente ácidos a fuertemente ácidos, debido a la formación de especies solubles de aluminio.

El aluminio depende del pH para especiarse en formas solubles que favorezcan su movilidad en los suelos, no obstante, existen múltiples sistemas amortiguadores que se presentan naturalmente en las matrices medio ambientales, por lo que el Al presenta bajas velocidades de migración, esto se corrobora en el perfil de concentración de la Figura 31.



Dado que en el evento del 2014 se vertieron 40 mil m³ de lixiviado acidulado con una concentración de Al soluble de 461 mg/L, es necesario realizar un seguimiento de pH en el suelo para determinar si éste aún guarda residuos ácidos que fomenten la migración de aluminio diferente a la que naturalmente se lleva a cabo.

Con los valores de la Tabla 59 se verificó la condición actual de acidez en el suelo. En la Figura 36 se muestra el perfil de acidez determinado para los

diferentes sitios de muestreo, todos los suelos encontrados son moderadamente ácidos de acuerdo a la NOM-021, con excepción del que se encuentra más alejado del sitio 0, que es neutro. Se resalta que el valor obtenido para el sitio S-03 Banamichi, pH promedio = 5.8 tiene el potencial de generar un riesgo al medio ambiente, ya que está cercano al límite de 5.5, es propicio a que se especie el aluminio en formas solubles y tóxicas para el ambiente.



Figura 36. Valores de pH promedio encontrados a lo largo de la ribera del río Sonora.

Es necesario señalar que, la determinación de acidez debe ser considerada como un parámetro crítico en la evaluación de la remediación de suelos contaminados, ya que puede alterar los amortiguadores naturales presentes en el medio y producir especiación de macrocomponentes del suelo en formas solubles, como el aluminio, con riesgos para la salud humana y a los ecosistemas.

Finalmente, con base en los resultados encontrados para el perfil de comportamiento de diversos metales en función de la distancia a la margen del

río, fue posible determinar que para los metales plata, berilio, cadmio, molibdeno y talio no se encontraron niveles apreciables dentro de las muestras analizadas a los 3 niveles de profundidad estudiados. Además, se identificó que para los elementos bario, aluminio, arsénico, cobre, plomo y zinc el perfil fue diferente al variar la profundidad y la distancia con respecto a la orilla del río. Tal como se muestra en las siguientes figuras.

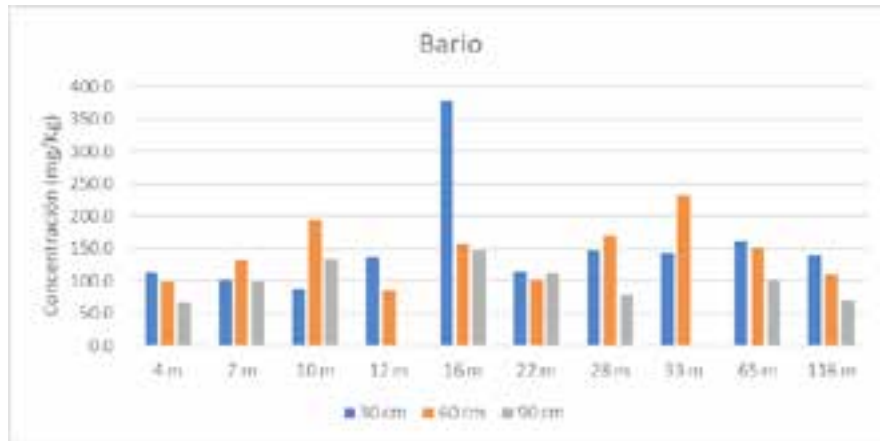


Figura 37. Perfil de concentración de bario a diferentes profundidades en función de la distancia a la orilla del río.

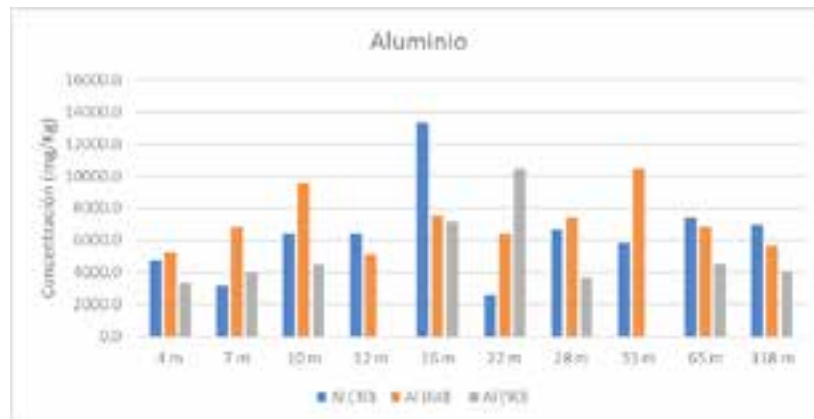


Figura 38. Perfil de concentración de aluminio a diferentes profundidades en función de la distancia a la orilla del río.

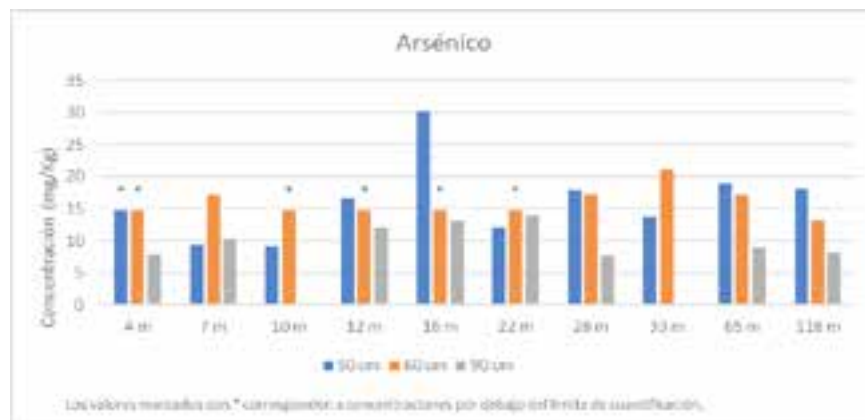


Figura 39. Perfil de concentración de arsénico a diferentes profundidades en función de la distancia a la orilla del río.



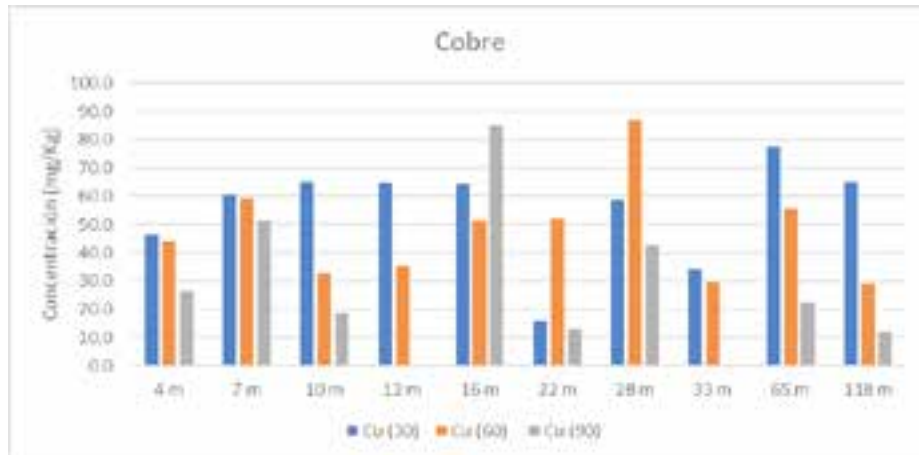


Figura 40. Perfil de concentración de cobre a diferentes profundidades en función de la distancia a la orilla del río.

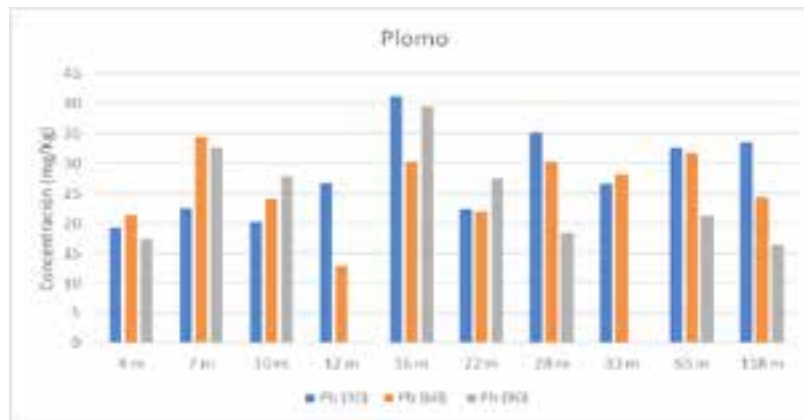


Figura 41. Perfil de concentración de plomo a diferentes profundidades en función de la distancia a la orilla del río.

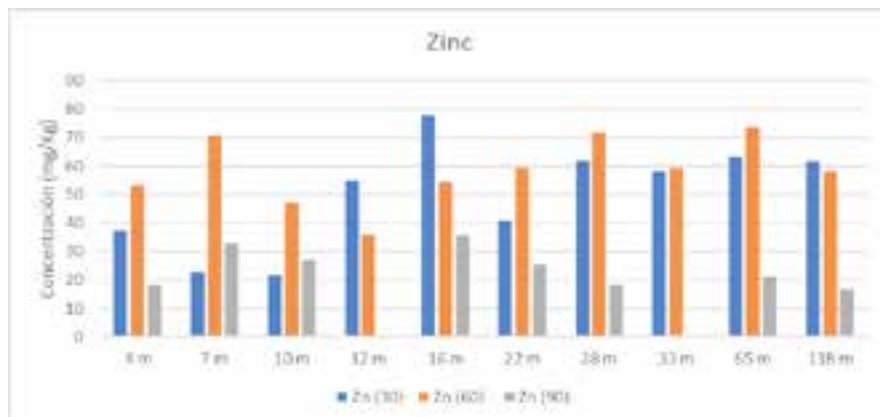


Figura 42. Perfil de concentración de zinc a diferentes profundidades en función de la distancia a la orilla del río.



Cabe resaltar que, dentro de los eventos analizados, se detectó que a los 16 m en la parte superficial del suelo (30 cm de profundidad), las concentraciones de algunos elementos, como arsénico, aluminio, plomo y zinc fueron mayores que para el resto de las distancias a la orilla, lo que sugiere que hay un evento anómalo relacionado con esta muestra.

A partir de las ilustraciones es posible observar que el perfil de contaminantes a diferentes profundidades es distinto y varía de formas diversas entre elementos, por lo que se concluye que la composición en los metales del suelo es heterogénea con respecto a la profundidad, lo que sugiere que en los estudios de remediación se debe incluir el monitoreo de los contaminantes en los diferentes niveles de profundidad para garantizar que la concentración de todos ellos no pongan en riesgo al medio ambiente ni a la salud humana.

Análisis normativo

Con el propósito de anteponer la salud de la población ante su exposición a estos contaminantes, se utilizaron los límites establecidos en la normatividad internacional de vanguardia

y se contrastaron con la mexicana, en este caso la Norma Oficial Mexicana NOM-147-SEMARNAT/SSAI-2004 “Que establece criterios para determinar las concentraciones de remediación de suelos contaminados por arsénico, bario, berilio, cadmio, cromo hexavalente, mercurio, níquel, plata, plomo, selenio, talio y/o vanadio”. Asimismo, con respecto a los valores establecidos en las “Directrices canadienses sobre la calidad del suelo para la protección del Medio Ambiente y la Salud Humana (Canadian Soil Quality Guidelines for the Protection of Environmental and Human Health)” y el estudio de la Agencia de Evaluación Ambiental de los Países Bajos denominado “Concentraciones ecotoxicológicas de riesgo grave para el suelo, los sedimentos y las aguas (subterráneas): propuestas actualizadas para la primera serie de compuestos (Ecotoxicological Serious Risk Concentrations for soil, sediment and (ground)water: updated proposals for first series of compounds)”.

En la Figura 43 se muestran los resultados para las concentraciones de arsénico y los límites establecidos para las normatividades anteriormente referidas.

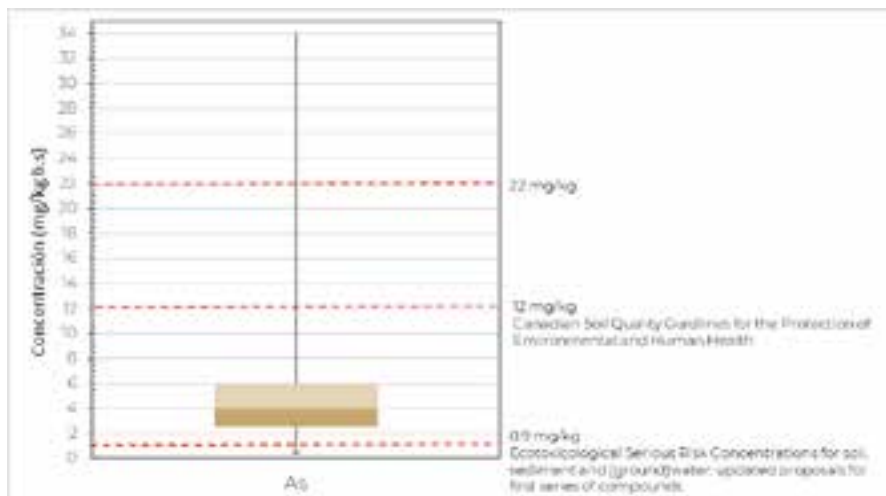


Figura 43. Comparativo de los resultados obtenidos para arsénico con los regulados por la NOM-147-SEMARNAT/SSAI-2004 y otras fuentes internacionales.

Tomado de: "Appendix 5: US EPA Ecological Soil Screening Level for Aluminium", Noviembre 2003

[2] Tomado de "NOM-021-RECNAT-2000".

Con base en lo anterior, se identificó que de acuerdo a lo establecido por Países Bajos, las concentraciones registradas en la región indican un grado de arsénico que es indicativo de un medio ambiente inadecuado para la salud humana. Por otro lado, cabe señalar que los límites definidos en la normatividad canadiense y mexicana son más laxos con lo que las concentraciones registradas no rebasan los límites. A pesar de ello, la concentración

registrada de estos metales pesados en el suelo es digna de señalarse.

En la Tabla 8 se presenta los valores para cada metal o metaloide potencialmente tóxico regulado en la NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004 comparado contra los valores establecidos en las directrices canadienses y el estudio de los Países Bajos.

Tabla 8. Concentraciones normativas de metales y metaloides en suelo.

Elemento	NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004 Residencial / Comercial	Canadian Soil Quality Guidelines for the Protection of Environmental and Human Health	Ecotoxicological Serious Risk Concentrations for soil, sediment and (ground)water: updated proposals for first series of compounds
	(mg/kg)	(mg/kg)	(mg/kg)
Arsénico (As)	22	12	0.9
Bario (Ba)	5 400	750	180
Cadmio (Cd)	37	1.4	0.79
Níquel (Ni)	1 600	45	0.26
Plomo (Pb)	400	70	55

En los casos del Bario y el Níquel las diferencias entre la NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004 y las directrices canadienses y el estudio de los Países Bajos son de dos a cuatro órdenes de magnitud

(Figura 44 y Figura 45). Para el Plomo, aunque estas diferencias son menores, siguen siendo muy relevantes (Figura 46).

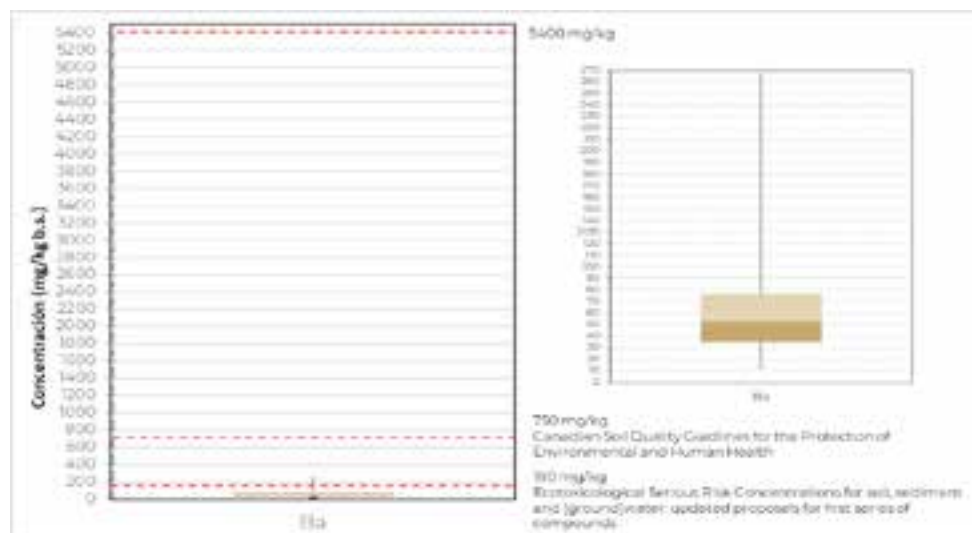


Figura 44. Comparativo de los resultados obtenidos para bario con los regulados por la NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004 y otras fuentes internacionales.

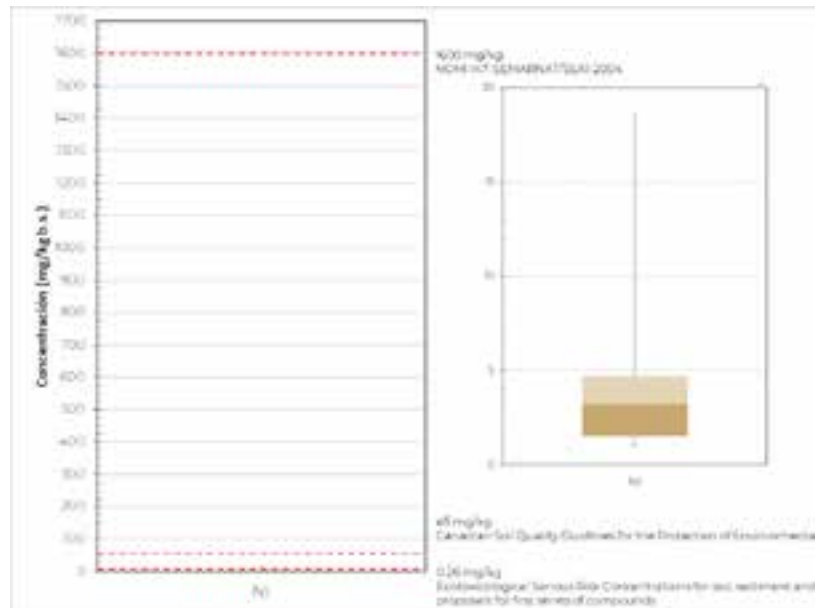


Figura 45. Comparativo de los resultados obtenidos para níquel con los regulados por la NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004 y otras fuentes internacionales.

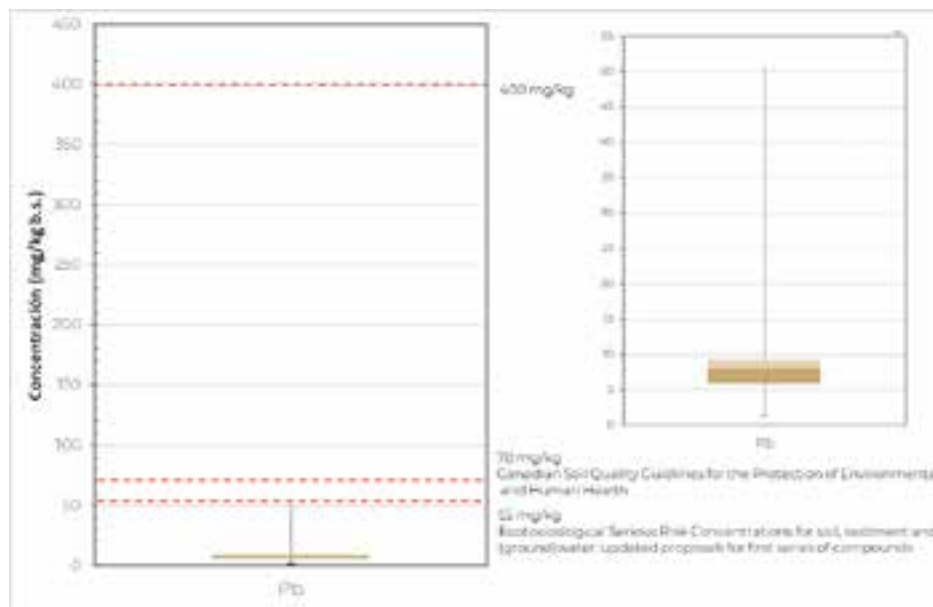


Figura 46. Comparativo de los resultados obtenidos para plomo con los regulados por la NOM-147-SEMARNAT/SSA1-2004 y otras fuentes internacionales.

Enriquecimiento del suelo

La actividad minera ha incrementado dramáticamente la contaminación ambiental. La explotación de los recursos naturales altera el paisaje, incorpora elementos químicos potencialmente tóxicos al medio ambiente y desencadena enfermedades.

En el caso de la actividad minera, la determinación de cualquier perturbación ambiental requiere de un fondo geoquímico de las rocas como marco de referencia.





De acuerdo con lo anterior, se toman los siguientes valores de composición geoquímica de las rocas de la Ribera del río Sonora para evaluar la existencia de un posible enriquecimiento antropogénico del suelo de la región.

Los datos muestran que las rocas tienen un comportamiento geoquímico similar entre ellas, caracterizado por anomalías positivas en los cocientes de variación de aluminio (Al) del orden de 100 a 1000 veces el valor geoquímico (Tabla 9 y Tabla 10).

Tabla 9. Valores geoquímicos para la cuenca alta del río Sonora.

Al	Ti	Be	V	Ba	Sr	Cr	Co
mg/kg							
13.7	0.6	2.2	73.4	926.3	478.6	43.0	9.2

Tabla 10. Valores geoquímicos para la cuenca alta del río Sonora.

Ni	Cu		Zn	As	Mo	Ag	Tl	Pb
mg/kg								
17.5	19.7		76.3	17.9	1.2	0.6	23.1	23.1

Derivado de que los valores de coeficiente de variación para elementos como el Sc, Y, Zr, Ce, Yb, Fe, Ti y Al muestran un comportamiento conservador y, por lo tanto, se recomienda que sean utilizados en estudios ambientales en la cuenca.

Las variaciones con respecto al aluminio indican la existencia de un enriquecimiento del suelo (Tabla 11) por una posible acidificación del mismo, lo que podría ser el detonante de que se manifieste tan abundantemente.

Tabla 11. Coeficientes de enriquecimiento.

Sitio	Coeficiente de variación	
	Al	Mn
S-01	442 384	2798 4375
S-02	343 311	2472 2195
S-03	427 334	2296 2517
S-04	226 374	2115 1919
S-05	102 119 355	857 1496 2448
S-06	1123 103 191	11280 1231 2344
S-07	117 234 278	886 2306 661



Con el objetivo de identificar el comportamiento gráfico del coeficiente de enriquecimiento, los datos asentados en la Tabla 11 se muestran en la siguiente gráfica.



Figura 47. Evaluación del enriquecimiento.

Valores encontrados en la Ciudad de Cananea

En la Tabla 69 del Anexo, se presentan los resultados obtenidos para las muestras colectadas en el suelo superficial para los metales y metaloides potencialmente tóxicos en el suelo de Cananea.

Como parte de las actividades de monitoreo y evaluación de los riesgos al medio ambiente dentro de la localidad de Cananea Sonora, se realizaron las determinaciones de concentración de diferentes metales presentes en el suelo de la ciudad.

Con base en estos resultados, se encontró que las concentraciones de arsénico en el suelo rebasan los valores indicados tanto en normatividad nacional (NOM-141-SEMARNAT/SSA1-2004) como en normatividades internacionales.

En las Figura 48 y Figura 49, se presentan los valores encontrados en los diferentes puntos de muestreo y los porcentajes de las muestras que superan los valores establecidos para suelo de uso residencial de acuerdo con lo establecido en la NOM-147.

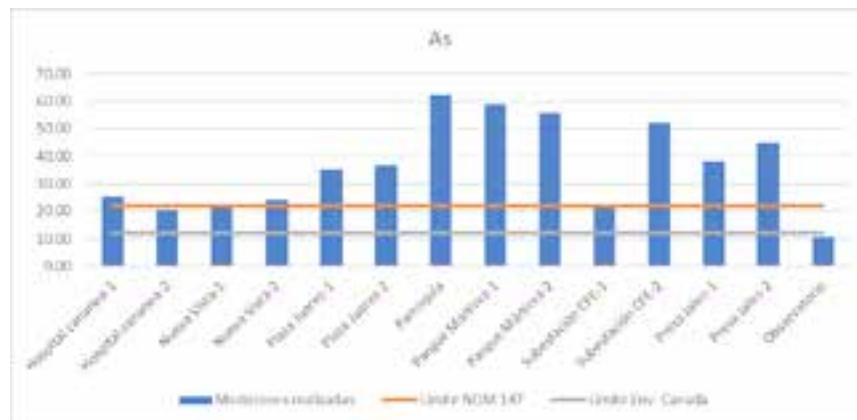


Figura 48. Valores medidos en diferentes puntos de la ciudad de Cananea.

En el gráfico se colocan los valores límite establecidos para suelos residenciales por la NOM-147 y por Ambiental Canadá aceptables de este elemento en suelo.



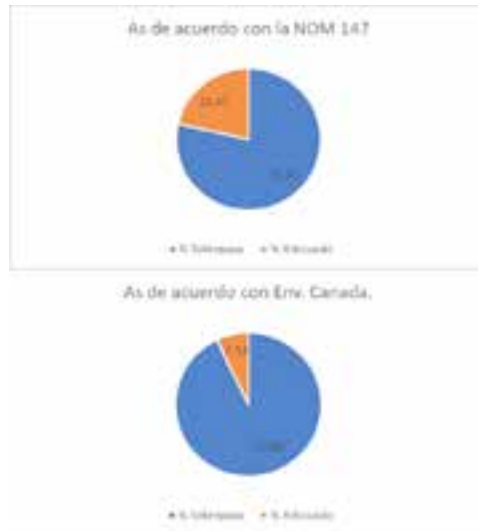


Figura 49. Se muestran el número de muestras que sobrepasaron los límites establecidos en referencias nacionales e internacionales.

Al observar estos resultados, se aprecia que la normativa nacional no cuenta con niveles de aceptación adecuados para la concentración de los elementos considerados como tóxicos, lo cual pone en riesgo al medio ambiente. Estos límites se encuentran muy alejados de lo que otros países han propuesto y que garantizan la salud del medio ambiente y de la población. Es especialmente notoria esta diferencia cuando se hace el análisis

de los resultados obtenidos para el plomo en las muestras colectadas. Los valores de concentración para plomo, considerado un metal pesado altamente tóxico para el medio ambiente y para la salud humana, en la localidad de Cananea, Sonora se presentan en la Figura 50, así como los valores límites permitidos por la NOM-147 y en la normatividad establecida por Canadá.

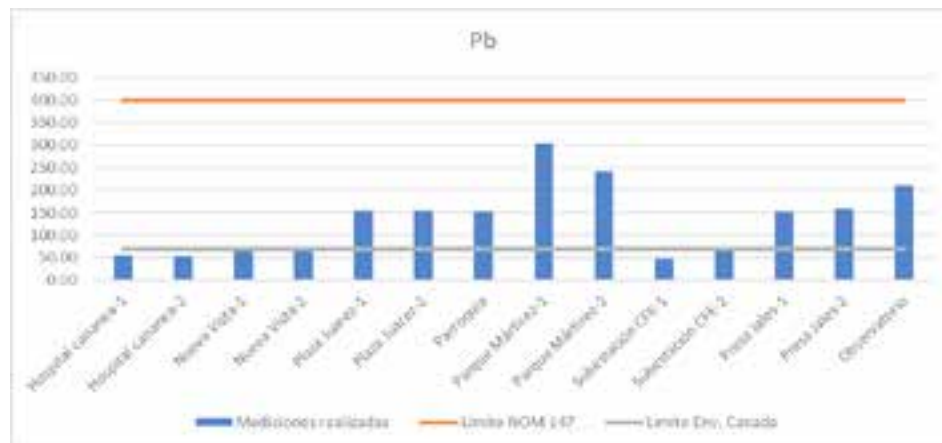


Figura 50. Valores medidos en diferentes puntos de la ciudad de Cananea, Sonora.

En el gráfico se colocan los valores límite establecidos para suelos residenciales por la NOM-147 y por Environmental Canada aceptables de este elemento en suelo. De acuerdo con la normativa nacional, el nivel de concentración de este elemento en el suelo es adecuado para uso residencial; sin embargo, al

establecer el nivel propuesto por Canadá, se observa que 10 de las 14 muestras no cumplen con el criterio apropiado para emplearse como suelo residencial, tal como se ilustra en la Figura 51.





Figura 51. Criterio de aceptación de los resultados obtenidos de muestras de la localidad de Cananea Sonora para plomo de acuerdo con diferentes regulaciones.

Del lado izquierdo se observa que solo 28.6 % de las muestras cumplen con los criterios propuestos por la legislación canadiense, mientras que del lado derecho se observa que el 100 % de las muestras cumplen con los criterios propuestos por la legislación nacional vigente (2022).

Derivado de las observaciones realizadas, se determinó que los principales elementos de riesgo presentes en las muestras que se analizaron fueron

arsénico y plomo. Estos dos elementos, están intrínsecamente relacionados con la actividad minera productora de cobre, por lo que se analizó si el incremento en la cantidad de arsénico en el suelo con respecto al cobre guardaba alguna relación con el incremento del plomo en el suelo con respecto al cobre. La relación obtenida se muestra en la siguiente figura.

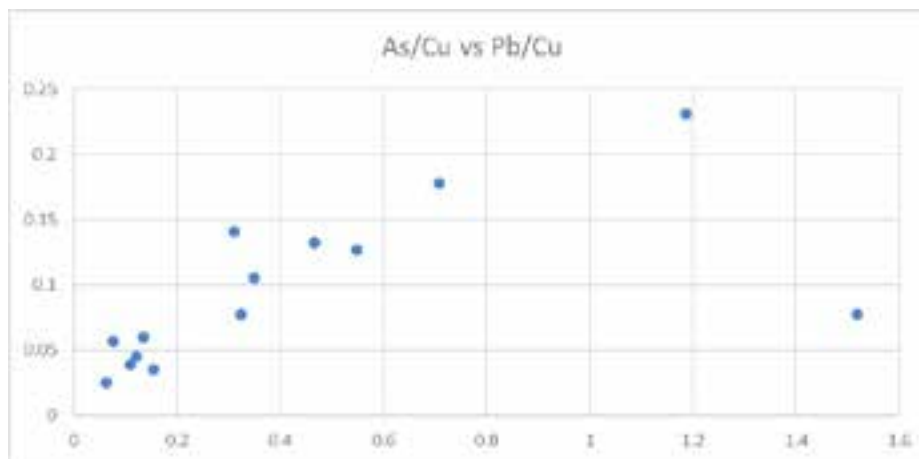


Figura 52. Se representa la relación que existe entre los cambios en la concentración de As con respecto a Cu como función de los cambios en la concentración de Pb con respecto a Cu.

Con base en la Figura 52, se observa que existe una relación entre los incrementos de arsénico y plomo con respecto a cobre, lo que sugiere que los elevados niveles de ambos elementos están relacionados y puede ser debido a la actividad humana que se desarrolla en la zona. Con el objetivo de determinar si existía una relación entre la actividad minera y el incremento en los contaminantes observados, se estudia el cambio en las concentraciones de

molibdeno (un metal que no está relacionado con la extracción de cobre en la zona) con respecto al cobre como función del cambio en las concentraciones de plomo con respecto a cobre (de manera análoga a como se realizó para el arsénico detectado en la zona), ver Figura 53.



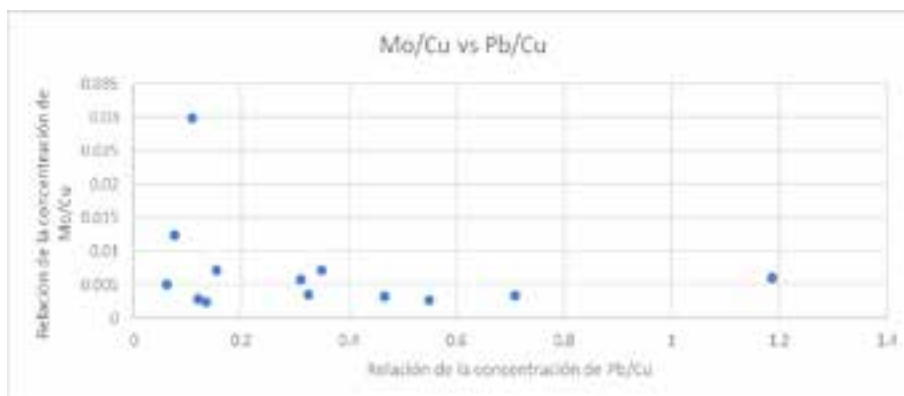


Figura 53. La relación entre los cambios en la concentración de Mo con respecto a Cu como función de los cambios en la concentración de Pb con respecto a Cu.

Como se aprecia en la figura anterior, no se identifica una relación en los cambios que ocurren en las concentraciones de molibdeno con respecto a cobre y los cambios que ocurren en las concentraciones de plomo con respecto a cobre, por lo que se fortalece la hipótesis de que los cambios observados en las concentraciones de arsénico y plomo están fuertemente relacionados con la actividad minera de cobre.

Finalmente, con el objetivo de corroborar esta hipótesis, se analizaron los cambios en la concentración de manganeso con respecto a cobre como función de los cambios en plomo con respecto a cobre, debido a que se conoce que el manganeso es un elemento muy común en los procesos de obtención de cobre (Ver Figura 54), especies tóxicas normalmente insolubles en el medio.

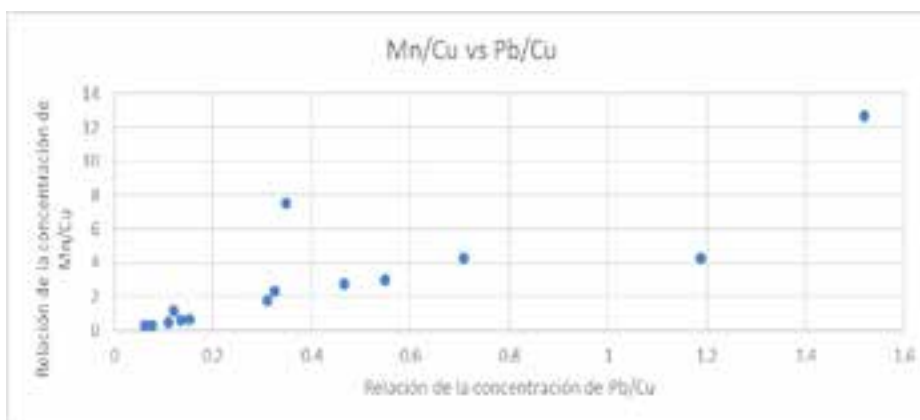


Figura 54. Relación entre los cambios en la concentración de Mo con respecto a Cu como función de los cambios en la concentración de Pb con respecto a Cu.

En la figura anterior se tiene una relación en el incremento de estos dos contaminantes con respecto al cobre, lo que sugiere que la actividad antropogénica derivada de la extracción de cobre puede ser la responsable en el incremento de estos elementos en el suelo de la localidad de Cananea, Sonora.

Conclusiones suelo

Las concentraciones de metales y metaloides potencialmente tóxicos se encuentran sin algún patrón de actividad antropogénica visible por las propias condiciones de la zona.

Sin embargo, se identifican factores de enriquecimiento de algunos metales que sólo podrían estar presentes por su liberación geoquímica como consecuencia de un efecto de acidificación.

Se determinó que la mayoría de los suelos presentes alrededor del punto 0 son moderadamente ácidos, por lo que éstos deben ser monitoreados ya que, en caso de convertirse en suelos fuertemente ácidos, representan un riesgo para la salud medioambiental al permitir la migración de especies tóxicas normalmente insolubles en el medio.



Las concentraciones de metales y metaloides presentes con respecto a la distancia de la orilla del río, no muestran un patrón claro de distribución y la concentración a diferentes niveles de profundidad, no es homogénea para algunos elementos tóxicos. Por lo anterior, es necesario considerar en las normativas vigentes de remediación, los estudios de acidez y el perfil de profundidad de suelo, para determinar los potenciales riesgos a mediano y largo plazo producido por un evento antropogénico.

Las concentraciones de metales potencialmente tóxicos en el municipio de Cananea superan valores de referencias internacionales. No obstante, la normativa mexicana indica que no hay impactos por los límites que establece.

Los resultados indican que el municipio de Cananea está fuertemente impactado por la actividad minera, ya que se evidencian valores de enriquecimiento del suelo por elementos directamente relacionados con la extracción de cobre.

3.3. Aire

Objetivo

Con el objetivo de caracterizar la calidad del aire en la zona de estudio, se llevaron a cabo dos monitoreos: el primero (agosto del 2021), un monitoreo de vapor de mercurio en aire ambiente y el segundo (febrero 2022), un monitoreo de exposición personal a material particulado.

Metodología

Monitoreo de mercurio en aire

Se diseñaron tres campañas de monitoreo exploratorio de vapor de mercurio en aire en dos temporadas distintas: temporada cálida-húmeda (agosto del 2021) y seca-fría (febrero del 2022) y se trazó un polígono de estudio que abarca el norte, centro y sur de la ciudad de Cananea (Figura 55), así como diez poblaciones aledañas al Río Sonora (Figura 56) conforme a una revisión bibliográfica previa, consultas con las poblaciones afectadas y las autoridades locales.



Figura 55. Ciudad de Cananea: Polígono de monitoreo de vapores de mercurio en aire.

Para el monitoreo de mercurio en el aire se utilizó el equipo portátil OHIO LUMEX RA915+ que funciona bajo el principio de espectrometría de absorción atómica, con un límite de detección entre 2 ng/m^3 y $200,000 \text{ ng/m}^3$ de mercurio en forma de vapor.

Debido a que el mercurio puede volatilizarse o transformarse biológica o químicamente (Hogg et al., 1978), para la volatilización la temperatura es un factor fundamental y ésta favorece su dispersión (Siegel, 1998, Xiao et al., 1991, Lindberg et al., 1979, Millán et al., 2005), una vez en la atmósfera este elemento puede recorrer grandes distancias y transformarse en su trayecto, mediante procesos de foto-oxidación, en compuestos solubles que precipitan, pudiendo pasar de este modo a la biosfera. Además, se presentan fenómenos de deposición seca de partículas y mercurio gaseoso sobre los suelos y vegetación, por ello es importante

conocer el efecto de la temperatura en la precisión de los registros. Con base en lo anterior y en los estudios realizados por la Agencia de Protección Ambiental (EPA, por sus siglas en inglés), se ajustan los valores medidos por el equipo para calibrar la desviación que se da en los datos debido las condiciones ambientales particulares de la zona. Sitios de muestreo

La estrategia de monitoreo de mercurio en aire se basa en tres rutas, que en conjunto tienen una longitud de 33.4 Km (Figura 56, Figura 57 y Figura 58) y abarcan diferentes zonas del área de estudio de la Figura 55. En la zona norte se ubica la sierra; en el sur existen algunos cuerpos de agua y la presa de jales mineros de la minera Buenavista del Cobre y en la zona centro se encuentra la ciudad de Cananea que concentra la mayor parte de la población.



Figura 56. Monitoreo de vapores de mercurio en aire, ruta 1.



Figura 57. Monitoreo de vapores de mercurio en aire, ruta 2.



Figura 58. Monitoreo de vapores de mercurio en aire, ruta 3.

Asimismo, durante la tercera campaña realizada en la temporada fría-seca se monitorearon diez poblaciones aledañas al Río Sonora (Figura 59): Aconchi, Arizpe, Bacoachi, Bacanuchi, Banamichi, Baviácora, Huépac, San José de Gracia, San Felipe de Jesús y Ures, para identificar posibles afectaciones como resultado de la actividad minera realizada en el municipio de Cananea.





Figura 59. Poblaciones de estudio aledañas al Río Sonora.

Monitoreo de exposición personal

Se efectuaron dos campañas de monitoreo, la primera del 10 al 19 de agosto del 2021, temporada cálida-húmeda, y la segunda del 6 al 10 de febrero del 2022, temporada seca-fría. La primera se realizó en la ciudad de Cananea y la segunda en comunidades aledañas al río Sonora y en la misma ciudad.

El objetivo fue determinar las concentraciones de material particulado $PM_{2.5}$, con un diámetro aerodinámico menor a 2.5 micras, a las que se exponen algunos sectores de la población.

A continuación se muestran las figuras con los mapas de los sitios de muestreo.





Figura 60. Recorridos y sitios donde se realizaron los muestreos para la determinación de las concentraciones ambientales de PM_{2.5} en la campaña de agosto de 2021.



Figura 61. Recorridos y sitios donde se realizaron los muestreos para la determinación de las concentraciones ambientales de PM_{2.5} en la campaña de febrero de 2022.

La primera campaña consistió en el recorrido de las rutas que cubren los vehículos que brindan el servicio de transporte público en Cananea, incluidas banquetas y vialidades.

Además, en dicha campaña, con base en los resultados del monitoreo de las partículas PM_{2.5}, se utilizó el modelo Híbrido Lagrangiano de Trayectorias Integradas de Partículas Única



(HYSPLIT, por sus siglas en inglés) para modelar las trayectorias inversas del transporte de masas de aire, con una temporalidad de 3 horas, para evaluar las parcelas de viento en la semana del 17 de agosto del 2021, los sitios correspondientes son: Hospital General y Unidad Médico Familiar No. 55 del IMSS.

Respecto a la segunda campaña, se repitieron las mismas actividades realizadas en agosto del 2021 para la ciudad de Cananea, excepto la modelación, en las comunidades del río Sonora, se colectaron muestras de PM_{2.5} mediante los monitores portátiles DustTrack y equipos de georreferenciación.

Resultados

Mediciones de mercurio en aire ambiente

Las tablas con las concentraciones de mercurio obtenidas en cada uno de los puntos de las tres rutas estudiadas se encuentran en el Anexo 5.3.

Las campañas consideraron 44 puntos de monitoreo de vapores de mercurio en aire ambiente, en la temporada húmeda-cálida se identificaron las concentraciones de mercurio más elevadas, ubicadas en la zona centro del municipio de Cananea, que tiene una población de 39,451 habitantes, así como en la zona centro del municipio de Arizpe, con 1,666 habitantes (Figura 62). Mientras que en el monitoreo de febrero de 2022 se identificaron las concentraciones más bajas (Figura 63 y Figura 64); esta diferencia se asocia a la variación en la volatilidad del mercurio debido a los cambios de temperatura en las diferentes

temporadas, que se relacionan a una mayor deposición del mercurio en el suelo en la temporada seca-fría. Considerando lo anterior, se realizó un ajuste positivo por temperatura en ambos periodos de monitoreo igual a 12.98 ng/m³, tomando en cuenta el estudio de la EPA descrito anteriormente en la metodología.

En la ruta 1 se identificó una concentración promedio de 38 ng/m³ de mercurio en aire. En esta región, la concentración máxima identificada fue de 55 ng/m³. Ambos valores se ubicaron por debajo de los identificados en la campaña en la temporada húmeda-cálida con 145.8 ng/m³ como valor promedio y 363 ng/m³ como máximo (Figura 62 y Figura 64). Con respecto a ruta 2, la zona de mayor afectación continuó siendo el centro del municipio, en donde se concentra la mayor parte de la población. La concentración promedio fue de 41 ng/m³ y la concentración máxima de 64 ng/m³. De los puntos de monitoreo destacaron por sus altas concentraciones, el Museo de la Cárcel de Cananea, la Parroquia de Nuestra Señora de Guadalupe y el mirador a la laguna de lixiviados. Cabe destacar que en esta ruta en la campaña de la temporada húmeda cálida se registraron concentraciones de hasta 554 ng/m³ (Figura 64).

Finalmente, en la Ruta 3, en la zona del arroyo Bacoachi, la concentración promedio de mercurio fue igual a 90 ng/m³ (Figura 65), la cual fue más baja con respecto a la registrada en la campaña de la temporada húmeda-cálida (que fue de 283 ng/m³); mientras que en Arizpe la concentración promedio fue de 73, y en la temporada húmeda-cálida de 303.7 ng/m³.

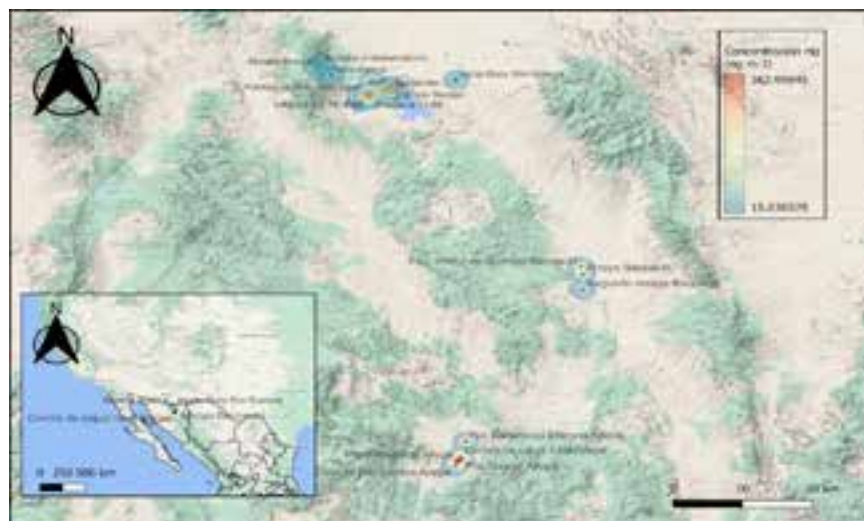


Figura 62. Ciudad de Cananea, concentraciones de mercurio en aire en la temporada húmeda-cálida.



Figura 63. Ciudad de Cananea, concentraciones de mercurio en aire en la temporada seca-fría.

Asimismo, se realizó una comparación con respecto a las concentraciones típicas de mercurio en el aire en otras ciudades (Monterrey o Ciudad de México), con valores entre 40 y 100 ng/m^3 y la dosis de referencia reportada por la EPA con un valor de 300 ng/m^3 (EPA, 1995), la cual puede definirse como la dosis mínima de una sustancia que una vez superada conlleva un riesgo a la salud. Cabe destacar, que en la primera campaña (agosto 2021), 12 sitios superaron las concentraciones típicas de mercurio en otras ciudades; además, los mismos 12 sitios superaron la dosis de referencia de la EPA. Con respecto a la segunda campaña (febrero 2022), 9 puntos rebasaron el límite de otras ciudades y ninguno el de la EPA, ver Figura 64.

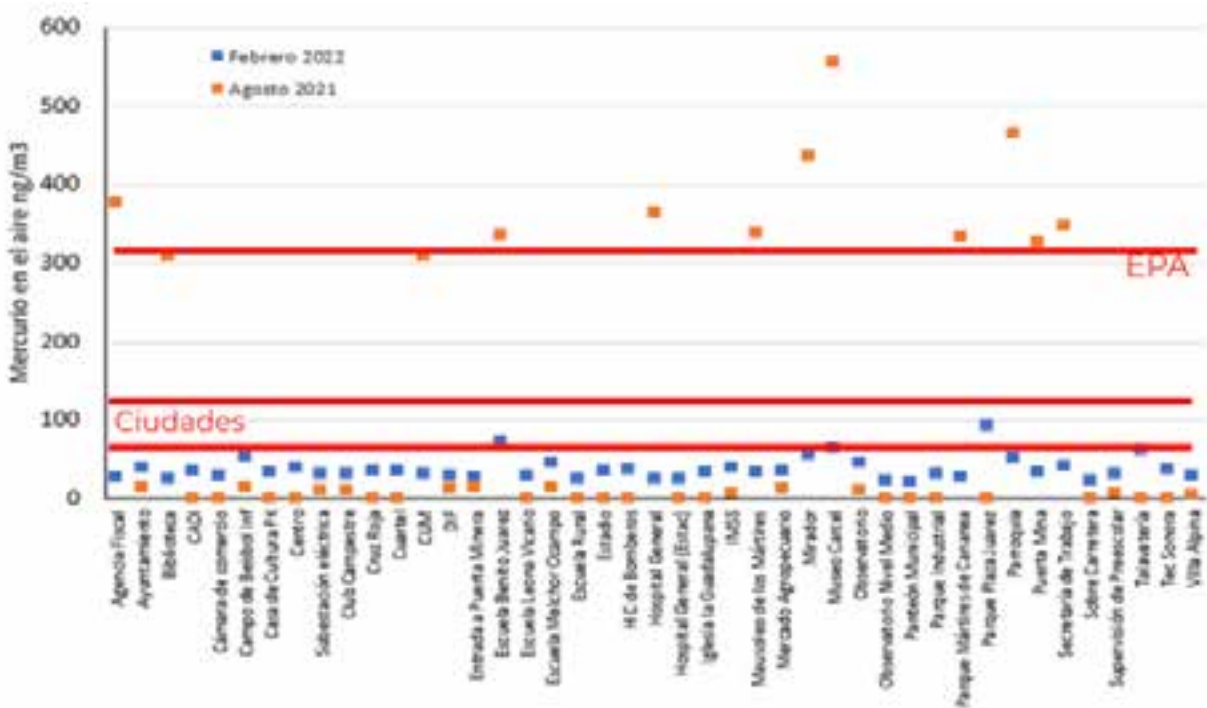


Figura 64. Concentraciones de mercurio en aire medidas en el municipio de Cananea en las campañas de agosto de 2021 y febrero de 2022, corregidas por temperatura.

Con respecto a los resultados obtenidos en el río Sonora, durante la campaña de la temporada húmeda-cálida únicamente se monitorearon las poblaciones de Arizpe y Bacoachi y ambas campañas se registraron concentraciones elevadas de mercurio en aire, que se asocian a su proximidad con el municipio de Cananea donde se desarrolla la

producción minera de cobre. Sin embargo, aunque ninguna población registró un valor que rebase la dosis de referencia de la EPA si se registraron 11 valores superiores a las típicas concentraciones de mercurio en grandes ciudades que oscilan entre 40 y 100 ng/m³ (Ver Figura 65).

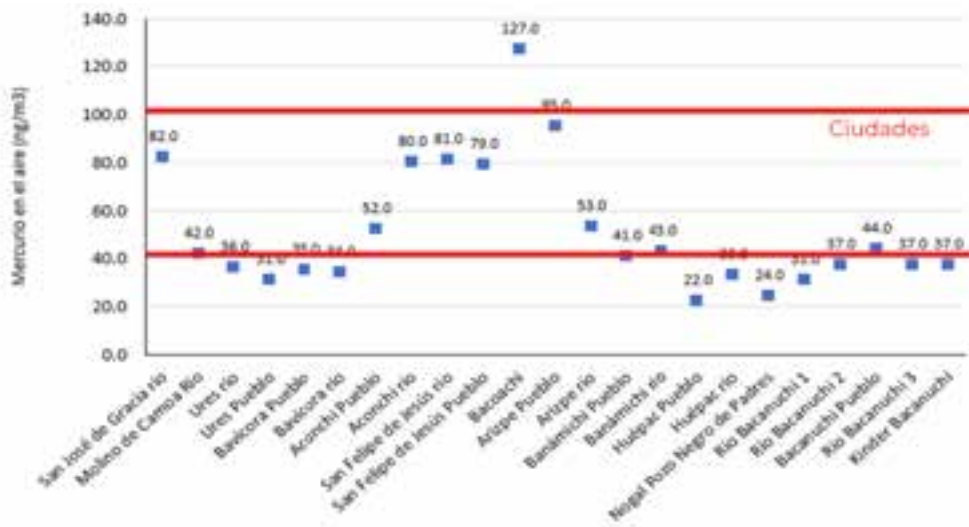


Figura 65. Concentraciones de mercurio en aire medidas en el río Sonora en las campañas de agosto de 2021 y febrero de 2022, corregidas por temperatura.



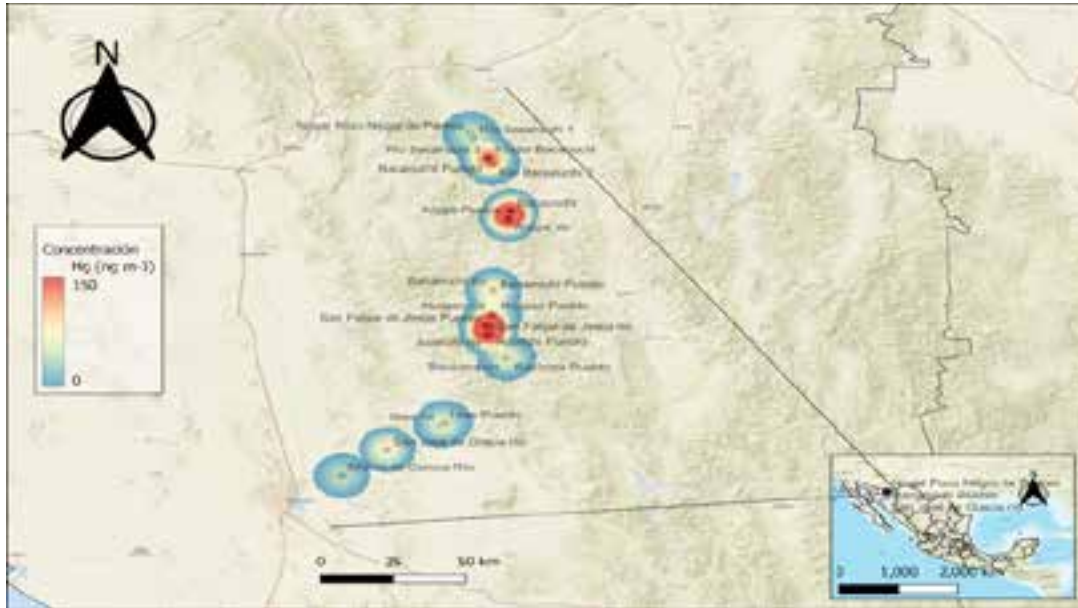


Figura 66. Poblaciones aledañas al Río Sonora, concentraciones de mercurio en aire en la temporada seca-fría.

Modelación de la dispersión de mercurio en la ciudad de Cananea

Se realizó una estimación con el software CALPUFF para obtener las concentraciones horarias de todo el periodo de estudio, en la Figura 67 se presentan las concentraciones horarias máximas con la fina

lidad de apreciar los valores agudos de mercurio. Como se observa en dicha Figura, el transporte dominante de mercurio fue hacia el sur, suroeste y en menor medida hacia el sureste de la mina Buenavista del cobre.

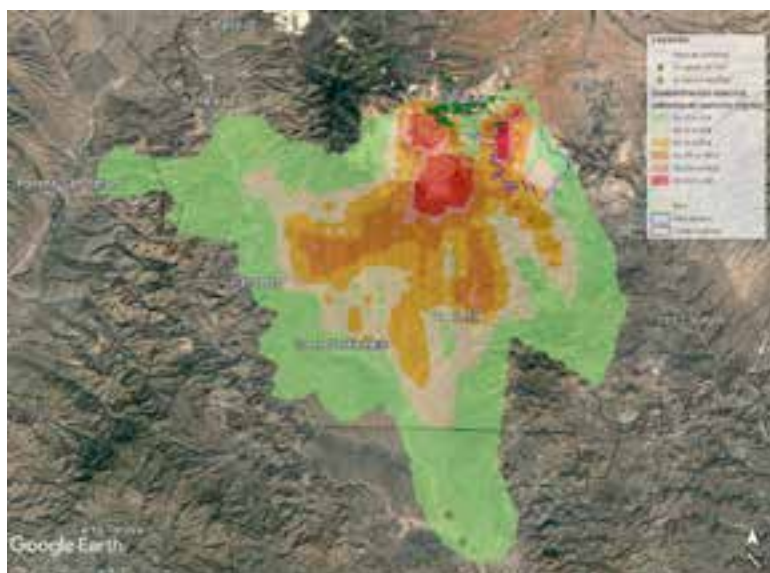


Figura 67. Concentraciones horarias máximas estimadas de mercurio del 6 al 13 de febrero 2022.

En este contexto, la sección oeste de la ciudad de Cananea estaría más expuesta a concentraciones elevadas de mercurio, ya que el gradiente de concentraciones en esta ciudad sería menor en el centro (con menos de 10 ng/h) y aumentaría hacia

el oeste, en los límites con la mina (con concentraciones de cerca de 300 ng). Distribución que también se puede observar en la Figura 68, con concentraciones acumuladas.

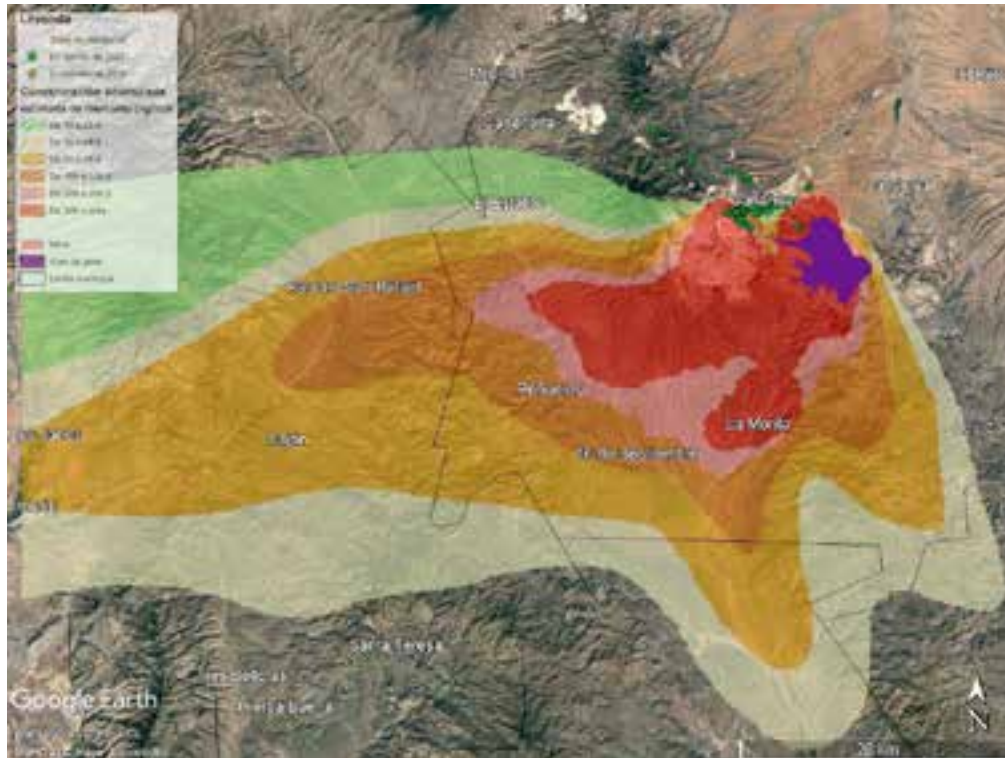


Figura 68. Concentraciones acumulada estimadas de mercurio del 6 al 13 de febrero 2022.

La Figura 63 permite observar que se presentan dos zonas de alta concentración de mercurio bien definidas, una en la parte noreste de la mina, que podría estar asociada principalmente con la operación de la concentradora 1; y otra zona en el sur y sureste de la mina, al parecer relacionada con la operación de la concentradora 2, el tren de extracción y la presencia de las dos presas o jales. La Figura 68 muestra la acumulación de concentraciones de mercurio si éste no se transforma y transporta, dejando ver la cantidad del metal que se habría generado en el periodo modelado. Además, se aprecia de manera más clara las zonas donde se tuvo la mayor exposición a este metal, y también la ubicación de las fuentes más importantes del mismo. Como se observa, la huella o transporte de mercurio se extiende desde la mina hacia el sur y sureste, pero tiene su mayor fumigación hacia el suroeste de la fuente. En este sentido, las concentraciones acumuladas mostraron que la región de mayor impacto podría

abarcar una zona de 10 km hacia el este, 10 km hacia el sur y 14 km hacia el oeste, al sur de la mina.

Monitoreo de exposición personal

Con base en el análisis de las muestras colectadas en la primera campaña en los recorridos de las rutas de transporte público, se presentan las condiciones determinadas en las siguientes tablas y figuras.

Tabla 12. Concentración de partículas PM2.5 obtenidas del muestreo a lo largo de las rutas de transporte público y en las principales vialidades de la ciudad de Cananea.

FECHA	PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
2021.08.17	69.0
2021.08.17	116.9
2021.08.17	61.0
2021.08.17	40.3
2021.08.18	153.1
2021.08.18	94.5
2021.08.18	74.0
2021.08.18	145.3
2021.08.19	157.7
2021.08.19	51.5
2021.08.19	56.9
2021.08.19	61.9

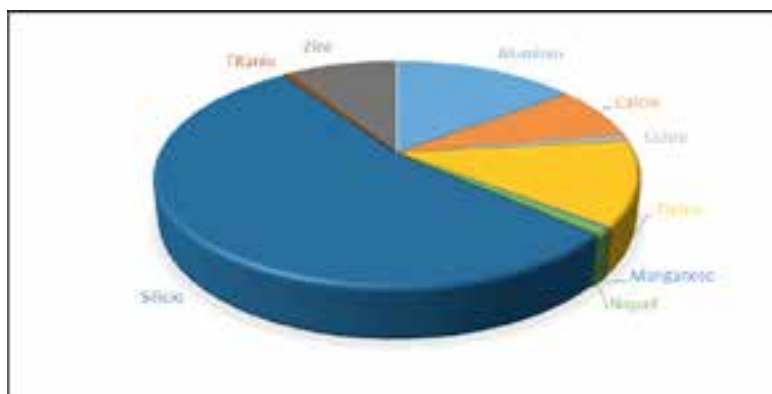


Figura 69. Metales detectados en las muestras de PM2.5 colectadas a lo largo de las rutas de transporte público y en las principales vialidades de la ciudad de Cananea en la campaña de agosto de 2021.

Adicionalmente, con base en las concentraciones determinadas de calidad del aire y su georreferenciación se elaboraron los mapas de

distribución espacial para determinar zonas de la ciudad con mayor exposición, (Ver Figura 70).



Figura 70. Mapa con la distribución espacial de las concentraciones de PM2.5, determinadas durante la realización de recorridos a nivel de banqueta.

Posterior al análisis gravimétrico, se realizó la determinación de metales presente en las muestras, por medio de Fluorescencia de Rayos X,

en la siguiente figura se muestran los resultados de las muestras del Hospital General de Cananea y la Unidad Médico Familiar 55 IMSS.

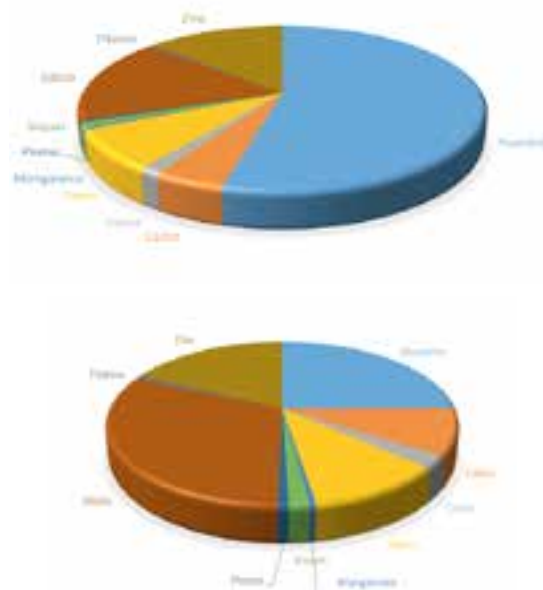


Figura 71. Proporciones de metales presentes en las muestras de PM2.5 colectadas en Hospital General de Cananea (arriba) y la Unidad Médico Familiar 55 (abajo) en la campaña de agosto de 2021.

En cuanto a los resultados de las modelaciones se obtuvieron los siguientes hallazgos:

Para el Hospital General de Cananea, se hicieron dos evaluaciones de trayectorias inversas, por cada día se modelaron dos horas, a las 6 y a las 18 horas; durante el periodo del 17 al 19 de agosto del 2021, se observa que las trayectorias que confluyen en el sitio Hospital General de Cananea, que pasan por la zona de jales de la mina, así como una parte de la

presa de jales. Es importante destacar que la presa se encuentra en un proceso de secado para posterior remediación y reforestación, lo cual contribuye a incrementar las aportaciones por procesos de resuspensión de partículas.

En cuanto a la Unidad Médico Familiar No. 55, se modelaron las mismas horas, una a las 6 y otra a las 18 horas, durante el periodo del 17 al 19 de agosto del 2021, el punto final fue el sitio donde se realizó



el monitoreo ambiental de partículas. Los resultados de las modelaciones indican que las trayectorias pasan sobre la zona industrial y de depósito de jales de la mina, así como parte de la presa de jales, se estima que las aportaciones más importantes son de la zona industrial y en menor proporción de la presa de jales. Se destaca que la Unidad Médico Familiar se encuentra sujeta al proceso de secado de la presa de jales de la mina.

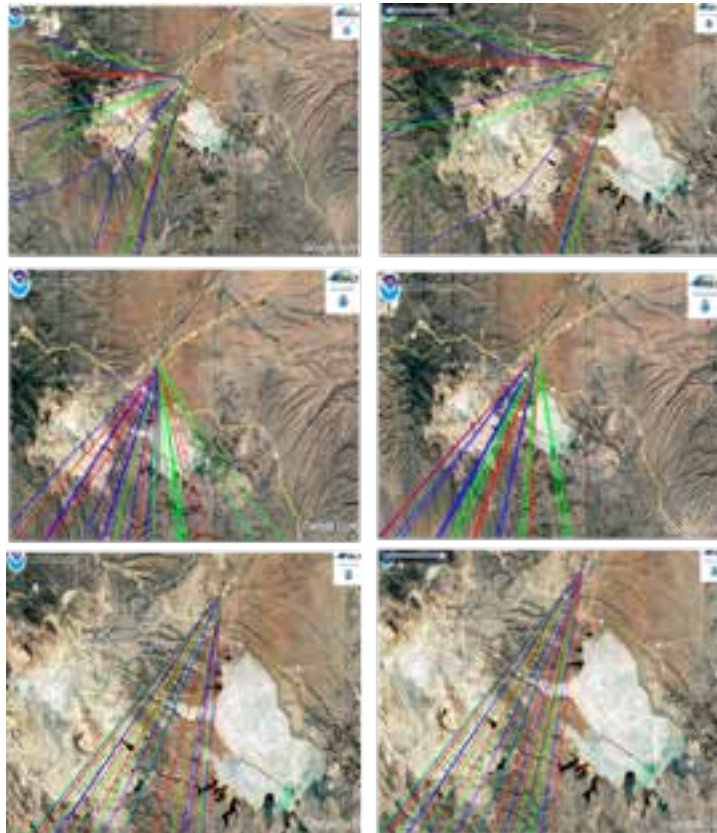


Figura 72. Modelación de las retrotrayectorias de las masas de aire que impactan el sitio del Hospital General de Cananea.

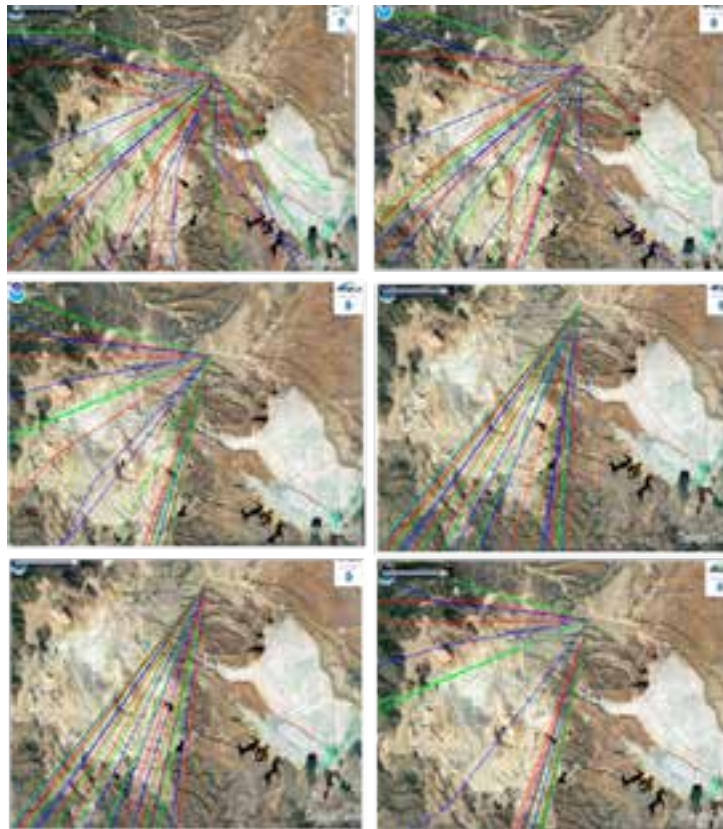


Figura 73. Modelación de las retrotrayectorias de las masas de aire que impactan el sitio de la Unidad Médico Familiar No 55.

Referente a la campaña de febrero del 2022, se elaboró el mapa de distribución espacial para identificar zonas de mayor exposición a concentraciones de $PM_{2.5}$ dentro de la ciudad.

En la siguiente figura se presenta el mapa con líneas en amarillo para los tramos con las rutas recorridas con las mayores concentraciones de material particulado.



Figura 74. Mapa con la distribución espacial de las concentraciones de $PM_{2.5}$, en los recorridos realizados en la ciudad de Cananea.



Derivado del análisis gravimétrico de las muestras colectadas con las bombas e impactadores personales se determinaron las concentraciones de PM_{2.5} para los diferentes recorridos realizados.

Asimismo, se efectuó una comparación de las concentraciones de las partículas finas, con las fracciones de carbono total, carbono negro y orgánico.

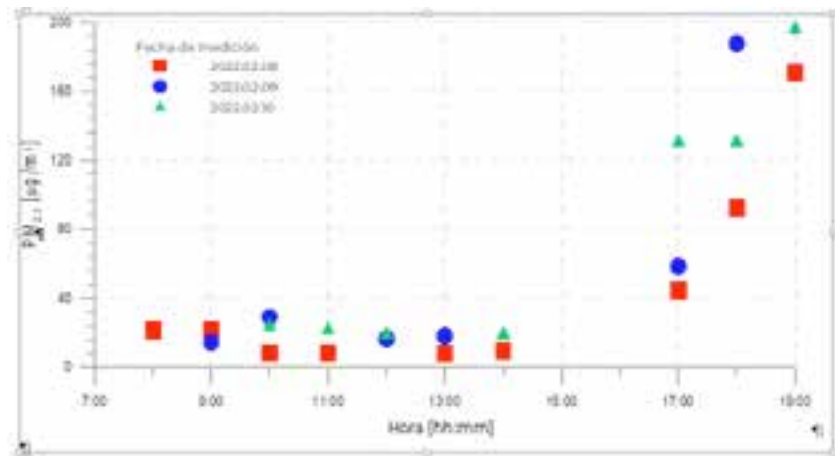


Figura 75. Concentraciones horarias promedio de PM_{2.5} de los recorridos realizados en la ciudad de Cananea en la campaña de febrero de 2022.

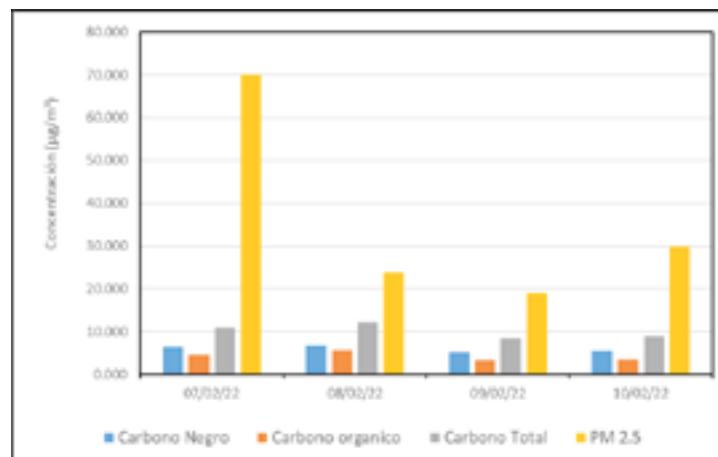


Figura 76. Concentraciones de PM_{2.5} y de las fracciones de carbono en las muestras colectadas en los recorridos realizados en la ciudad de Cananea.

En la Figura 76 se observan valores muy bajos de fracciones de carbono negro, orgánico y total, al igual que el material particulado, exceptuando el día 7 de febrero, cuando se tuvo la medición más alta en un punto ubicado en las afueras de Cananea. En la determinación de metales presentes, el elemento más abundante fue el silicio, cuya presencia se registró a lo largo de los recorridos de toda la ciudad. El resto de metales tuvieron concentraciones mucho más bajas.

Se destaca que la región por sus características geológicas, contiene ciertos niveles naturales de silicio, no obstante, un valor de referencia para la exposición crónica de la población es $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ establecido por la Oficina de Evaluación de Peligros para la Salud Ambiental de California (OEHHA, por siglas en inglés).



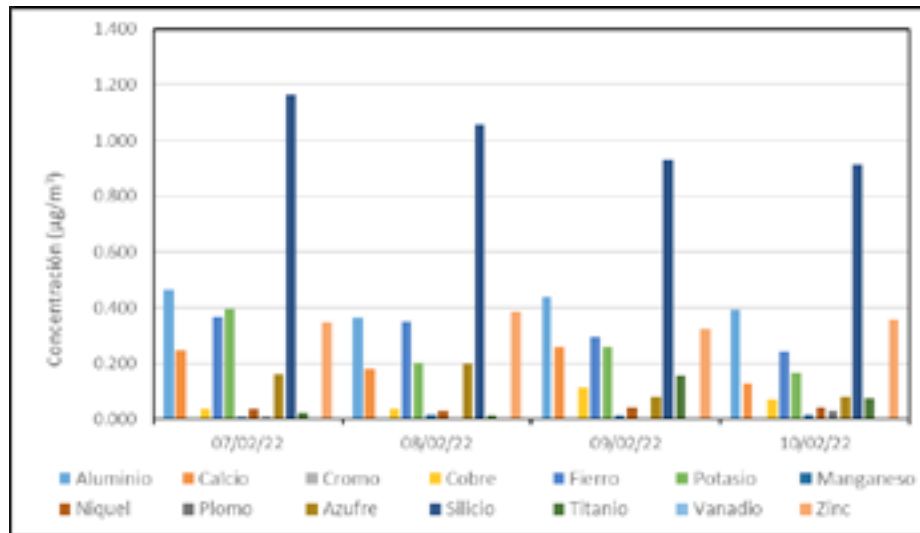


Figura 77. Metales presentes en las muestras colectadas en los recorridos realizados en la Ciudad de Cananea en la campaña de febrero de 2022.

Como se mencionó previamente, para determinar los niveles ambientales del material particulado, se establecieron dos sitios de muestreo: el Hospital General (HG) y la Unidad Médico Familiar 55 del IMSS (Clínica). Los datos muestran las concentraciones de los metales presentes en las muestras ambientales colectadas con los equipos minivol

(bajo volumen) instalados en sus azoteas. Los resultados observados señalan que la zona más cercana a la mina presentó los niveles más elevados de metales, principalmente de hierro y silicio, aun cuando la presencia de estos metales es normal en esta zona, dadas sus características geológicas.

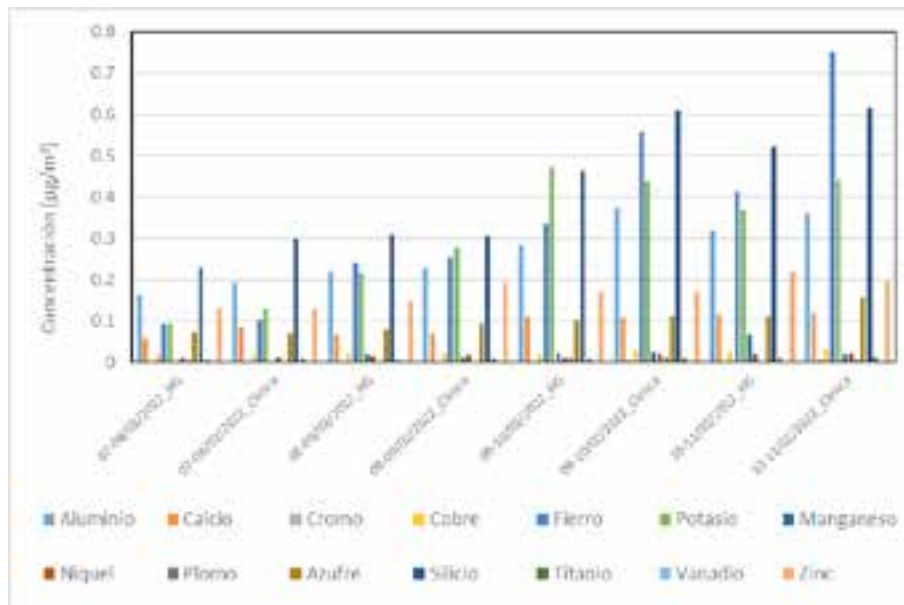


Figura 78. Metales presentes en las partículas PM2.5 colectadas en el Hospital General y la Unidad Médico Familiar 55 del IMSS en la campaña de febrero de 2021.



Conclusiones aire

Durante la temporada húmeda-cálida el 28% de las mediciones realizadas superó el límite recomendado de la dosis de referencia establecida por la EPA (300 ng/m^3), al igual que los límites de concentraciones típicas de mercurio en el aire en grandes ciudades (entre 40 y 100 ng/m^3). En la campaña de la temporada seca-fría, si bien no se rebasaron los valores antes mencionados, si se superaron las concentraciones típicas en otras ciudades. Es importante considerar que una exposición crónica a estos niveles puede causar problemas de bioacumulación de mercurio en los organismos, causando daños en la salud humana y en la flora y fauna local. En las personas, dicha exposición representa un riesgo de padecer hidrargirismo o mercurialismo, que ocasiona con alteraciones funcionales expresadas en déficits orgánicos, neurológicos, cognitivos y psicológicos (INS, 2012).

De manera particular en la ciudad de Cananea pueden atribuirse los impactos a las actividades mineras desarrolladas, debido a que el mineral para extracción de cobre (principalmente mineral sulfhídrico) puede contener cantidades traza de mercurio. En la extracción del cobre del mineral, se utilizan procesos que liberan este mercurio del material rocoso que posteriormente puede evaporarse y seguir a las corrientes gaseosas en el proceso de extracción (en la mayoría de los casos) o seguir a las corrientes de procesos húmedos (líquidos), según la tecnología de extracción utilizada. A menos que se capture el mercurio en pasos del proceso especialmente destinados a este fin, es probable que la mayor parte pueda liberarse a la atmósfera y a medios terrestres y acuáticos (UNEP, 2015). Los lugares con altas concentraciones comprobadas de mercurio (zonas mineras críticas), son fuentes importantes de dispersión del mercurio en los sistemas acuáticos y contribuyen a la contaminación por metilmercurio que es mucho más tóxico que el mercurio elemental y las sales inorgánicas. La contaminación alcanza los peces, la fauna y flora silvestres, con los efectos consiguientes en la vida de miles de personas, tanto de las que participan directamente en las actividades mineras como de las que viven en las cercanías.

Con respecto al monitoreo realizado en el Río Sonora, es difícil identificar la fuente de las concentraciones elevadas de mercurio, que, si bien no rebasan la dosis de referencia recomendada por la EPA, si rebasan las concentraciones típicas en otras ciudades. Sin embargo, en diversas zonas mineras del mundo el mercurio puede transportarse varios kilómetros y depositarse en las diferentes matrices

ambientales, para posteriormente evaporarse y continuar un ciclo de evaporación-deposición; el derrame de lixiviados tóxicos al Río Sonora ocurrido en 2014 aumenta la lista de eventos desafortunados de alto impacto que pueden contribuir a la liberación de mercurio y otros contaminantes al medio ambiente.

Es importante recalcar que el mercurio es de especial preocupación debido a que puede acumularse en varios compartimentos del ambiente y en diferentes especies. De acuerdo con Borchardt y colaboradores (1988) la bioacumulación por mercurio dependerá de diferentes variables como la talla, sexo, posición del organismo en la cadena trófica, relaciones genéticas entre poblaciones, etc. Asimismo, en algunos organismos machos se han encontrado niveles de mercurio superiores a los medidos en hembras (IPCS, 1989).

Diversos estudios han identificado los impactos en la salud de la población cuando ésta se expone a altas concentraciones contaminantes en el aire, incluso en periodos cortos de tiempo; por lo que, cualquier medida orientada a mejorar la calidad del aire en la ciudad de Cananea permitirá reducir su impacto en la salud de la población.

De los resultados obtenidos durante los recorridos para el monitoreo de exposición personal, así como de las concentraciones ambientales, se observa la presencia de silicio en el material particulado y existe evidencia científica respecto a los efectos en la salud —cancerígenos y no cancerígenos— cuando existe una exposición crónica. En este sentido, hay evidencias de aportaciones ambientales a nivel de superficie y calle. Los valores observados de exposición personal muestran que existe una relación entre el depósito de emisiones de material en las calles de Cananea y la exposición personal, magnificada por procesos de resuspensión.

El modelo de trayectorias inversas HYSPLIT-NOAA mostró, como una primera aproximación, que las parcelas de aire que llegan a los dos sitios de monitoreo (Hospital General de Cananea y Unidad Médico Familiar No 55) pasan a través de la zona industrial y la presa de Jales de la minera Buenavista del Cobre. Adicionalmente, esta modelación permitió estimar que la zona urbana de la ciudad de Cananea recibe aportaciones importantes de depósito atmosférico provenientes de la zona industrial de la minera y, con alta probabilidad, que dicho depósito ocurre mayoritariamente en calles, donde la resuspensión puede ser una fuente importante



de material particulado a nivel de calle, techos de viviendas y escuelas donde habitan y desarrollan sus actividades cotidianas la población de la ciudad.

Se recomienda ampliamente tener una estación de monitoreo meteorológico permanente para establecer las rosas de viento estacionales y evaluar el desempeño de modelos de fuente en superficie que permitan mejorar el análisis de la modelación, así como un apoyo adicional para determinar la aportación de las principales fuentes de emisión, principalmente por industria y suelos en la zona urbana de la ciudad de Cananea.

3.4. Biota

El análisis de la biota se enfocó a determinar la influencia de la mina Buenavista del Cobre sobre los artrópodos asociados al zacate Buffel (*Pennisetum ciliare*), como indicadores de una posible degradación ambiental en las comunidades aledañas al Río Sonora. De esta manera, las actividades se centraron en los siguientes tres objetivos particulares:

- Describir la riqueza de morfoespecies y la abundancia de individuos de la comunidad de artrópodos asociados al zacate Buffel, así como los grupos taxonómicos más comunes.
- Determinar la relación de la concentración de metales en suelo y de mercurio en aire de los diferentes sitios estudiados a lo largo del Río Sonora

con la riqueza de morfoespecies y abundancia de individuos, así como con los grupos taxonómicos más comunes.

- Determinar la relación de la lejanía de la mina Buenavista del Cobre con la riqueza de morfoespecies y la abundancia de individuos, así como de los grupos taxonómicos más comunes. Además de la relación entre la lejanía de la mina con las concentraciones de metales y metaloides del suelo de los sitios donde se colectaron artrópodos.

Metodología

Colecta de muestras

Para lograr lo anterior, se recolectaron los artrópodos asociados al pasto Buffel en 8 de las localidades visitadas en la cercanía del río Sonora, en el trayecto desde Cananea hasta Hermosillo (Figura 79). Estos organismos se colectaron, entre las 10 y las 17 horas, por medio de una red entomológica de golpeo. En cada sitio se buscó un parche de zacate Buffel y se golpeó 50 veces la red sobre el follaje de los zacatones (Gillot, 2015) (Figura 80). Los organismos fueron colocados en una cámara letal, compuesta por una bolsa y una torunda con alcohol al 70%.



Figura 79. Ubicación de los ocho sitios distribuidos a lo largo del Río Sonora donde se colectaron los artrópodos asociados al zacate Buffel (*Pennisetum ciliare*), como indicadores de una posible degradación ambiental.





Figura 80. Colecta de artrópodos asociados al pasto Buffel (*Pennisetum ciliare*) por la técnica de red de golpeo en Arizpe, Sonora.

Extracción y revisión de artrópodos

Posteriormente, en el laboratorio, los organismos fueron extraídos de las muestras tomadas en campo y separados a morfoespecies, es decir, se separaron por sus diferencias morfológicas con ayuda

de un microscopio estereoscópico. También los organismos se clasificaron a nivel taxonómico de orden (Figura 81) y fueron almacenados en alcohol al 70% (Gillot, 2005).



Figura 81. Vista al microscopio estereoscópico del proceso de extracción de artrópodos en las muestras de pasto (izquierda) y de su clasificación y determinación taxonómica (derecha).

Análisis estadísticos

Para determinar las relaciones entre las variables ambientales (metales en suelo, mercurio en el aire y la lejanía a la mina), así como con los atributos de la comunidad de artrópodos (riqueza y abundancia de toda la comunidad y la abundancia de los grupos más comunes), se calcularon los coeficientes de correlación (Zar, 2010). La significancia se obtuvo a partir de una tabla de valores críticos donde muestra los coeficientes de correlación significativos ($P < 0.05$) a partir de sus grados de libertad (número de pares de datos - 2) (Zar, 2010). Asimismo, se señalaron aquellos coeficientes de

correlación marginalmente significativos; es decir, aquellos con un nivel de significancia entre 0.05 y 0.10.

Resultados

Comunidad de artrópodos asociados a zacate Buffel

Se colectó un total de 301 artrópodos asociados al zacate Buffel, todos ellos pertenecientes a los grupos de los arácnidos o los insectos. Los

grupos más abundantes por orden de importancia fueron las chinches (Heteroptera), las moscas y los mosquitos (Diptera), los insectos hoja (Homoptera), las avispas (Vespidae), las arañas (Araneae) y los escarabajos (Coleoptera).

En menor abundancia estuvieron presentes los chapulines (Orthoptera), las hormigas (Formicidae), los trips (Thysanoptera), las libélulas (Odonata) y las crisopas (Neuroptera) (Figura 82).

Comunidad de artrópodos asociados al pasto buffel

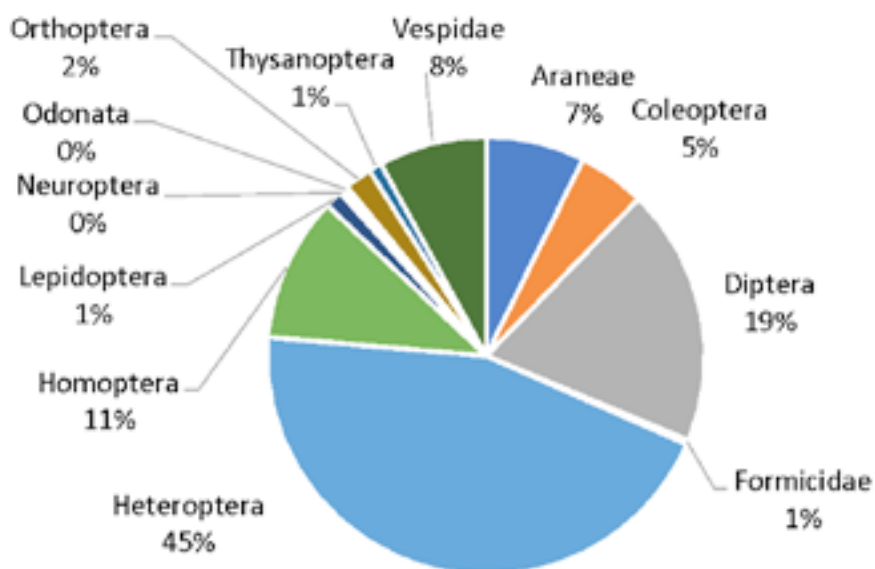


Figura 82. Contribución proporcional de los artrópodos de cada grupo taxonómico a la comunidad asociada al pasto Buffel.

Relación de la comunidad de artrópodos y los metales y metaloides en el ambiente. Se encontraron relaciones negativas y significativas ($P < 0.05$) entre la riqueza de morfoespecies de algunos artrópodos y la concentración de cobalto, manganeso y níquel en el suelo de los diferentes sitios. La concentración de cobalto en el suelo estuvo relacionada inversamente con la riqueza de chinches y avispas; mientras que la concentración de manganeso fue inversamente proporcional con la riqueza de moscas y mosquitos y la de níquel tuvo la misma relación con la riqueza de moscas y mosquitos, así como con las avispas (Tabla 13). Asimismo, se registraron relaciones inversas marginalmente significativas ($P < 0.10$) entre las concentraciones de aluminio con la riqueza de la comunidad, y la riqueza de las chinches, moscas y

mosquitos, y avispas. De la misma manera, otros metales presentaron este tipo de relaciones inversas con los atributos de la comunidad, por ejemplo, las concentraciones de cobalto con la riqueza de moscas y mosquitos; el manganeso con la riqueza de morfoespecies de la comunidad y de las avispas; el níquel con la riqueza de chinches; el titanio con la abundancia de moscas y mosquitos; y el vanadio con la riqueza de especies de la comunidad. Por otra parte, ninguno de los atributos de la comunidad (riqueza y abundancia), ni la abundancia y riqueza de los grupos más frecuentes, como las chinches, se relacionaron de forma significativa o marginalmente significativa con la concentración de mercurio presente en el aire de los diferentes sitios muestreados (Tabla 13).





Tabla 13. Coeficientes de correlación de las concentraciones de metales en suelo y los atributos de la comunidad de artrópodos asociados al zacate Buffel de sitios ubicados a lo largo del Río Sonora.

ATRIBUTO DE LA COMUNIDAD		METAL															
		Al	As	Ba	Cd	Co	Cr	Cu	Mn	Mo	Ni	Pb	Sr	Ti	Tl	V	Zn
GENERAL	Número de especies	-0.79†	-0.69	-0.65	-0.61	-0.6	-0.71	-0.62	-0.80†	-0.61	-0.65	-0.66	-0.32	-0.62	-0.61	-0.74†	-0.68
	Abundancia	-0.50	-0.53	-0.20	-0.72	-0.33	-0.68	-0.71	-0.38	-0.72	-0.25	-0.59	0.04	-0.42	-0.72	-0.61	-0.69
ABUNDANCIA	Heteroptera	-0.27	-0.41	0.03	-0.54	-0.31	-0.50	-0.53	-0.16	-0.54	-0.12	-0.44	0.39	-0.33	-0.54	-0.46	-0.52
	Diptera	-0.37	-0.71	-0.19	-0.55	-0.52	-0.62	-0.57	-0.6	-0.55	-0.37	-0.69	0.55	-0.78†	-0.55	-0.63	-0.61
	Homoptera	-0.32	-0.09	-0.54	0.04	-0.02	-0.06	0.04	-0.24	0.04	-0.17	-0.06	-0.52	-0.12	0.04	-0.09	-0.02
	Araneae	0.14	-0.22	0.23	-0.36	0.21	-0.25	-0.35	-0.14	-0.36	0.22	-0.34	0.4	-0.31	-0.36	-0.14	-0.29
	Coleoptera	-0.63	-0.43	-0.43	-0.5	-0.46	-0.54	-0.5	-0.47	-0.5	-0.47	-0.42	-0.35	-0.29	-0.5	-0.54	-0.52
	Vespidae	0.13	0.06	0.42	-0.36	0.23	-0.16	-0.33	0.21	-0.36	0.27	-0.08	0.13	0.17	-0.36	-0.03	-0.22
RIQUEZA	Heteroptera	-0.75†	-0.67	-0.57	-0.40	-0.91*	-0.58	-0.43	-0.72	-0.40	-0.80†	-0.54	-0.03	-0.59	-0.4	-0.71	-0.54
	Diptera	-0.81†	-0.68	-0.72	-0.45	-0.75†	-0.61	-0.47	-0.90*	-0.45	-0.82*	-0.6	-0.35	-0.64	-0.45	-0.71	-0.57
	Homoptera	-0.51	-0.20	-0.67	-0.07	-0.21	-0.19	-0.07	-0.36	-0.07	-0.35	-0.14	-0.63	-0.17	-0.07	-0.24	-0.14
	Araneae	0.29	-0.14	0.39	-0.35	0.36	-0.20	-0.34	0.02	-0.35	0.39	-0.29	0.54	-0.24	-0.35	-0.05	-0.25
	Coleoptera	-0.50	-0.49	-0.40	-0.54	-0.24	-0.55	-0.54	0.55	-0.54	-0.31	-0.53	-0.22	-0.46	-0.54	-0.52	-0.55
	Vespidae	-0.78†	-0.59	-0.55	-0.45	-0.83*	-0.58	-0.47	-0.78†	-0.45	-0.84*	-0.51	-0.33	-0.47	-0.45	-0.68	-0.55

*Coeficientes de correlación estadísticamente significativos (P < 0.05, g.l. = 4).
 †Valores marginalmente significativos (P < 0.10).



Tabla 14. Coeficientes de correlación entre la concentración de mercurio en el aire y los atributos de la comunidad de artrópodos asociados al zacate Buffel en sitios ubicados a lo largo del Río Sonora (g.l. = 6).

ATRIBUTOS DE TODA LA COMUNIDAD DE ARTRÓPODOS					
NÚMERO DE ESPECIES			ABUNDANCIAS		
0.09			0.28		
DIVERSIDAD DE MORFOESPECIES DE LOS ARTRÓPODOS					
Chinches (Heteróptera)	Insectos Hoja (Homóptera)	Arañas (Araneae)	Escarabajos (Coleóptera)	Moscas y Mosquitos (Díptera)	Avispas (Vespidae)
0.33	-0.01	0.17	-0.03	0.19	-0.33
ABUNDANCIAS DE LOS ARTRÓPODOS					
Chinches (Heteróptera)	Insectos Hoja (Homóptera)	Arañas (Araneae)	Escarabajos (Coleóptera)	Moscas y Mosquitos (Díptera)	Avispas (Vespidae)
0.62	-0.01	0.08	-0.11	-0.25	-0.14

Relación con la lejanía de la mina Buenavista del Cobre

No se registraron relaciones significativas ($P < 0.05$) entre la lejanía a la mina Buenavista del Cobre y la concentración de metales en el suelo de las comunidades en donde se realizaron colectas de artrópodos. Sin embargo, se encontraron relaciones

marginalmente significativas e inversas ($P < 0.10$) entre las concentraciones de cobalto, cobre, manganeso, níquel, vanadio y zinc con la lejanía a la mina (Tabla 15).

Tabla 15. Coeficientes de correlación entre la lejanía de la mina Buenavista del Cobre y las concentraciones de metales encontradas en suelo en sitios ubicados a lo largo del Río Sonora.

METAL							
As	Ba	Be	Co	Cr	Cu	Mn	Mo
-0.66	-0.64	-0.32	-0.71 †	-0.62	-0.73 †	-0.72 †	-0.59
METAL							
Ni	Pb	Sr	Ti	Tl	V	Zn	
-0.71 †	-0.53	-0.64	-0.03	-0.51	-0.71 †	-0.72 †	

† Valores marginalmente significativos ($P < 0.10$).



Por otro lado, se observaron correlaciones inversas y estadísticamente significativas entre la lejanía a la mina con la abundancia de toda la comunidad y de los escarabajos. Además, se encontraron relaciones negativas y marginalmente significativas con la diversidad y abundancia de las avispas (Tabla 16 y Figura 83).

Tabla 16. Coeficientes de correlación entre la lejanía de la mina Buenavista del Cobre y los atributos de la comunidad de artrópodos asociados al zacate Buffel en sitios ubicados a lo largo del Río Sonora.

ATRIBUTOS DE TODA LA COMUNIDAD DE ARTRÓPODOS					
NÚMERO DE ESPECIES			ABUNDANCIAS		
0.63			0.90*		
DIVERSIDAD DE MORFOESPECIES DE LOS ARTRÓPODOS					
Chinchas (Heteróptera)	Insectos Hoja (Homóptera)	Arañas (Araneae)	Escarabajos (Coleóptera)	Moscas y mosquitos (Díptera)	Avispas (Vespidae)
0.63	0.16	-0.28	0.4	0.44	0.80 †
ABUNDANCIAS DE LOS ARTRÓPODOS					
Chinchas (Heteróptera)	Insectos Hoja (Homóptera)	Arañas (Araneae)	Escarabajos (Coleóptera)	Moscas y mosquitos (Díptera)	Avispas (Vespidae)
0.72	-0.15	-0.23	0.88*	0.1	0.80 †

*Coeficientes de correlación estadísticamente significativos ($P < 0.05$, g.l. = 6).

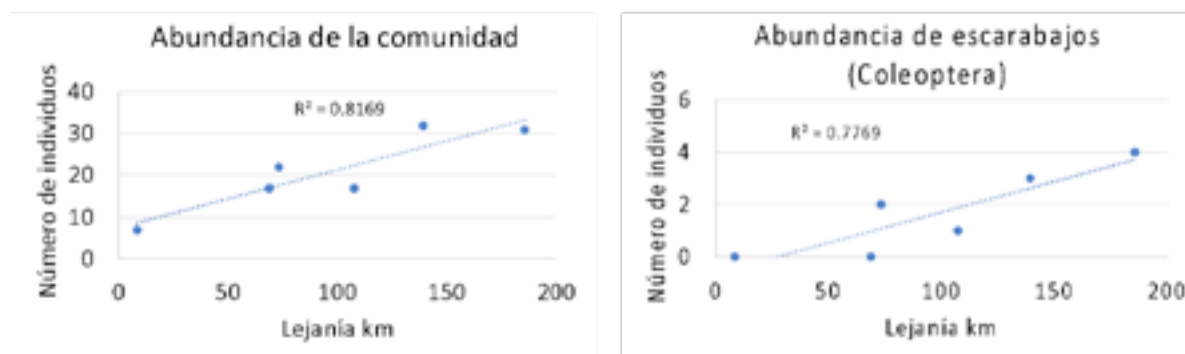


Figura 83. Correlaciones significativas ($P < 0.05$, g.l. = 6) entre la lejanía de la mina Buenavista del Cobre y los atributos de la comunidad de artrópodos asociados al zacate Buffel en sitios ubicados a lo largo del Río Sonora.

Los resultados señalan una afectación negativa en la estructura (y por tanto en la funcionalidad) de la comunidad de artrópodos asociados al zacate Buffel que se distribuye a lo largo del Río Sonora, desde la ciudad de Cananea hasta localidades cercanas a Hermosillo. Esta afectación se registró en la diversidad y abundancia de toda la comunidad de artrópodos, así como en grupos tan importantes,

por los servicios ambientales que proporciona, como son las chinches, las avispas, los escarabajos, las moscas y los mosquitos.





La comunidad de artrópodos es muy útil como bioindicador de la degradación del ambiente, ya que son organismos que son susceptibles a contaminantes como son los metales pesados en el ambiente (Spiller et al., 2018). Además, estos permiten conocer el impacto sobre los servicios ecosistémicos que estos brindan por alguna fuente de contaminación (Maleque et al., 2009).

Los suelos son reflejo de la acumulación de partículas provenientes de otros lados y también refleja las condiciones de suelo al que está expuesto las plantas que crecen en la zona. La interacción de los insectos con las plantas es muy estrecha y tiene origen desde hace millones de años (Schowalter, 2011). Las plantas representan hábitats disponibles para los insectos, en donde existen una gran variedad y cantidad de condiciones y recursos necesarios para su supervivencia (Schowalter, 2011). Las plantas proporcionan a los artrópodos refugio, alimento para los fitófagos, lugares donde pueden encontrar presas, sitios de encuentro para la reproducción y condiciones microclimáticas adecuadas para colocar sus huevecillos que eclosionarán en meses posteriores (Gillot, 2005).

La reducción en la diversidad de chinches, avispas, moscas y mosquitos por cobalto, manganeso y níquel en suelos; la disminución en la riqueza de especies de toda la comunidad por aluminio y manganeso y vanadio en el suelo; el decremento de estos metales conforme se aleja de la mina Buenavista del Cobre; y la reducción en la abundancia de toda la comunidad, de los escarabajos y las avispas conforme los sitios están más cerca de la mina, señalan, por un lado, la influencia de la mina derivada de la dispersión de partículas de metales a lo largo de la Cuenca del Río Sonora, posiblemente proveniente de la presa de Jales que se encuentra a unos metros hacia el sur de la Ciudad de Cananea, la cual es de gran extensión (35 km² aproximadamente) y actualmente no presenta una barrera física que impida la exposición y dispersión de estos residuos mineros (Toscana-Aparicio y Hernández Canales, 2017).

Por otro lado, las evidencias sugieren que las plantas podrían estar presentando niveles de acumulación de metales importantes que puedan estar afectando a los artrópodos que se alimentan de ellas y que, consecuentemente, generan una bioacumulación en los niveles tróficos superiores, como son los depredadores (Schowalter, 2011). Esto se observa en los datos con la reducción de la diversidad y abundancia de toda la comunidad y en algunos grupos relevantes.

Hoy en día está bien documentado que las reducciones de la diversidad por una fuente de contaminación se deben a la presencia de condiciones adversas que impiden el establecimiento de algunas especies por su bajo nivel de tolerancia a algún contaminante (Gillot, 2005), que en este caso serían los metales presentes en el aire o en su alimento. Los ambientes con altos niveles de contaminación también impiden el crecimiento de las poblaciones ya que los organismos enfocan la mayor parte de su energía en tolerar los altos niveles de algún contaminante y asignan poca energía a la reproducción (Schowalter, 2011).

Adicionalmente, los datos no señalaron alguna afectación sobre la comunidad de artrópodos asociados al zacate Buffel por parte del mercurio en el aire, esto puede deberse a diferentes causas, que los artrópodos tienen una mayor resistencia a los niveles de mercurio presentes en la Cuenca del Río Sonora o que los parches de zacate pueden ser un refugio que les brinda una barrera física eficiente que evita que estén expuestos a altos niveles de este elemento (Schowalter, 2011).

Es importante resaltar que sólo se encontró un ejemplar del grupo de las abejas, de las crisopas y los chapulines. Esto puede ser reflejo de una reducción de estos grupos por un ambiente contaminado y sería una evidencia más de la actual crisis que se vive a nivel mundial respecto a la pérdida de polinizadores (abejas) y otros organismos benéficos por la degradación del ambiente (Hochkirch, 2016), como es el caso de las crisopas que son reguladores de plagas de los cultivos (Gillot, 2005).





Conclusiones biota

La mina de Buenavista del Cobre afecta negativamente a la funcionalidad de los artrópodos de la Cuenca del río Sonora, por tanto afecta también a los servicios ecosistémicos que estos brindan a la cuenca; tan importantes como la polinización, la regulación de plagas, el reciclaje de nutrientes y la biodiversidad de la región.

La relación negativa de la comunidad de artrópodos con los metales y metaloides en suelos, así como la lejanía con la mina, indican que la principal fuente de afectación son las partículas provenientes de esta zona minera. Se recomienda eliminar totalmente la influencia de estas partículas que muy probablemente provienen de la presa de Jales que está al sur de Cananea. La cual es de gran extensión (aproximadamente de 35 km²) y actualmente está a cielo abierto. Para lograr esto se requeriría de barreras físicas que eviten la movilidad de los contaminantes como una geomembrana, una capa de suelo y barreras rompevientos. Se debe de revisar la Norma Oficial Mexicana NOM-141-SEMARNAT-2003, que establece el procedimiento para caracterizar los jales, así como las especificaciones y criterios para la caracterización y preparación del sitio, proyecto, construcción, operación y postoperación de presas de jales.

3.5 Pérdidas económicas

Introducción

Existe una afectación a los recursos naturales, servicios ambientales, actividades económicas y salud pública derivada del derrame de 40,000 metros cúbicos (m³) de lixiviados de la empresa Buenavista del Cobre S.A. de C.V., en el estado de Sonora el 6 de agosto de 2014.

El derrame impactó cuatro cuerpos de agua, arroyo Tinajas, ríos Bacanuchi y Sonora, y la presa Molinito, así como y a ocho municipios, los cuales son Ures, Arizpe, Baviácora, Aconchi, Banamichi, Cananea, Huépac y San Felipe de Jesús, los cuales cuentan con una población aproximada de 24,000 habitantes.

En términos biofísicos, se estima que la zona de afectación tiene una superficie de 24,400 hectáreas (ha) y considera el lecho del río Bacanuchi-Sonora y las planicies de inundación, donde se ubican zonas agropecuarias y asentamientos humanos. El tramo del río afectado comprende desde el punto del derrame (represa denominada "Tinaja 1" de la Mina Buenavista del Cobre S.A. de C.V.) hasta la Presa El Molinito con una longitud de 281 kilómetros (km).

Desde 2021, el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) condujo un diagnóstico del estado de la salud ambiental en la ciudad de Cananea y las comunidades del Río Sonora, en materia de aire, suelo y biota, en el cual se halló, de manera resumida, que a medida que las muestras se acercan a la mina, las concentraciones de sustancias tóxicas como el mercurio, arsénico y plomo aumentan, al tiempo las poblaciones de insectos disminuyen.

A partir de dicho diagnóstico ambiental, este documento busca abonar elementos técnicos sobre los costos del impacto del derrame que contribuyan a fortalecer la posición del sector ambiental en la materia. El objetivo técnico de esta sección consiste en estimar los costos actualizados de las pérdidas y daños derivados por el derrame mencionado, en términos de acceso al agua, producción agrícola, pecuaria y otros sectores económicos, salud física y mental, remediación de suelos del río y su ribera, servicios ecosistémicos de la vegetación ribereña y desembolsos realizados por el sector ambiental federal, así como otros costos asociados.





Debido a las características de la problemática y la información disponible se determinó viable desarrollar este estudio por medio de un análisis económico primordialmente de gabinete, aunque con información primaria puntual, con un enfoque de abajo hacia arriba, es decir a través de un análisis contable y desagregado. Los recursos con los que se contó se basan en la información pública disponible en línea desde 2014 y hasta el momento, tales como literatura académica, reportes de la sociedad civil, estudios desarrollados por instancias gubernamentales y prensa, así como información solicitada a instancias gubernamentales vía oficio, y la información recolectada en un cuestionario aplicado a los representantes de los Comités de Cuenca Río Sonora (CCRS).

El análisis incluye ocho municipios que se estiman afectados: Aconchi, Arizpe, Banámichi, Baviácora, Cananea, San Felipe de Jesús, Ures y Huépac. Los resultados fueron sensibilizados con base en la información de campo proporcionada por 19 pobladores afectados mediante un cuestionario estructurado aplicado en el marco de las reuniones de los CCRS (el cuestionario fue aplicado en la reunión en Huépac, Sonora del 8 de abril del 2022). Respecto a los años analizados estos parten de 2014 y hasta 2022, sin embargo, se presentan cálculos puntuales de 2014 a 2015 para sectores como el ganadero o el agrícola, en función de la información disponible que se haya localizado por cada uno de los rubros analizados.

La sección se estructura con una breve descripción de la población de la zona y de los antecedentes de cálculo económico de los daños, la metodología empleada en el análisis y posteriormente se presenta el detalle de las estimaciones respecto a los sectores hídrico, económico, salud, ecosistemas y sector federal.

El periodo de análisis varía en función de la información disponible, por lo que los resultados parciales se presentan en datos corrientes con base en la literatura encontrada.

Finalmente, se presenta un apartado de conclusiones, con el resumen de los resultados, en el que se podrá identificar que los montos obtenidos son superiores en magnitud a los reportados anteriormente y a los desembolsos ejercidos por la empresa minera para la atención del daño. Es importante aclarar que los resultados de este apartado final ya se presentan en valor presente al 2022=100, por lo

que, para cualquier referencia de costos totales o parciales, los datos de esta sección deben ser considerados como los correctos y finales.

Es importante considerar que después de 2016, existen vacíos importantes de información, tal como la línea base de condiciones biofísicas, vegetación y fauna, sociales, económicas y de salud, así como de la cuantificación de los daños indirectos, acumulativos y a distancia, como consecuencia del derrame, que requieren ser caracterizados más ampliamente a fin de disponer de insumos mucho más robustos para este tipo de análisis. En este sentido, es importante indicar que, de contar con más información, esta no demeritaría los resultados aquí presentados, sino por el contrario, los análisis pueden ser robustecidos y complementados.

Población y migración

De acuerdo con los censos de población del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) de 2010 y 2020, Sonora incrementó su población de 2.7 a 2.9 millones de personas (INEGI, 2020 y 2022). El censo de población 2020 muestra que en Sonora emigraron 20,208 personas a otro país y de los cuales 89 de cada 100 se fueron a Estados Unidos. A nivel estatal, se estima que entre 2015 y 2020, salieron de Sonora 63,808 personas para radicar en otra entidad, que de acuerdo con el orden de importancia fueron: Baja California, Sinaloa, Jalisco, Chihuahua y Nuevo León.

Actualmente algunos de los municipios afectados por el derrame tienen menor población¹ que en 2015 y 2010, lo que puede estar representando procesos demográficos, como la migración (Tabla 17).

1 De acuerdo con los CCRS, cerca del 40% de la población afectada corresponde a adultos mayores.





Tabla 17. Población por municipio 2010, 2015 y 2020.

Municipios	2010	2015	2020	Mu- jeres 2020	Hom- bres 2020
Aconchi	2,637	2,788	2,563	1,227	1,336
Arizpe	3,037	2,677	2,778	1,342	1,446
Banámichi	1,643	1,612	1,825	1,825	923
Baviácora	3,560	3,312	3,191	1,529	1,662
Cananea	32,936	35,892	39,451	19,841	19,610
Huépac	1,154	927	934	449	494
San Felipe de Jesús	396	407	369	168	201
Ures	9,185	8,704	8,548	4,097	4,451

Fuente: Elaboración propia con base en COESPO (2022); INEGI (2010); (2020).

De los ocho municipios afectados la mitad de ellos (Aconchi, Baviácora, San Felipe de Jesús y Ures), disminuyeron su población entre 2015 y 2020, mien-

tras que los cuatro restantes (Arizpe, Banámichi, Cananea y Huépac), la incrementaron (Figura 84).

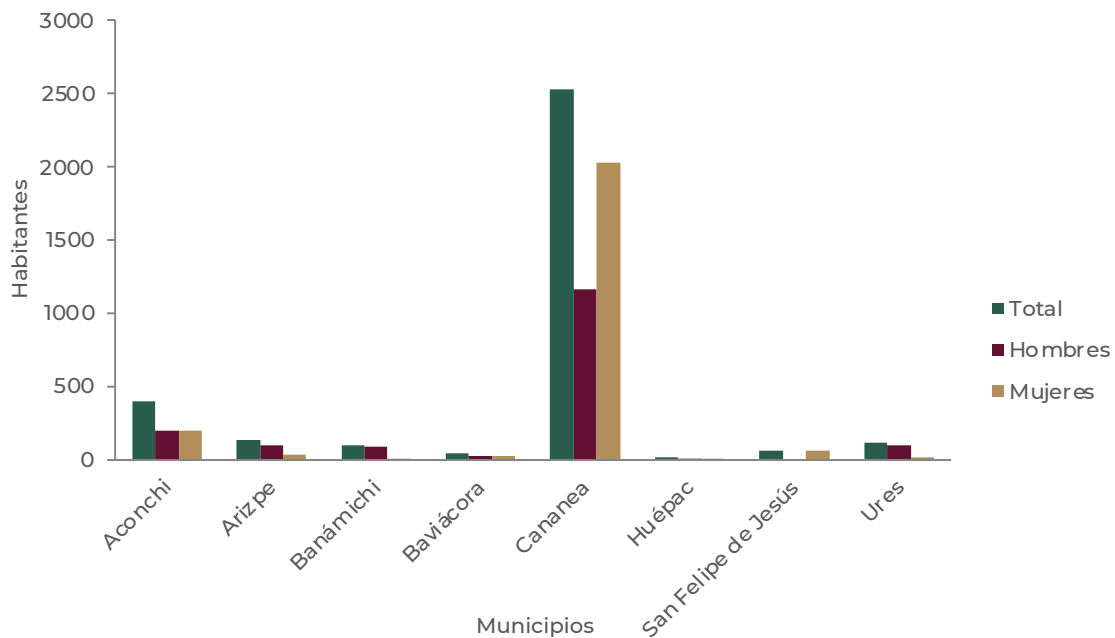


Figura 84. Tasa neta de migración municipal entre 2015 y 2020.

Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2020).

Nota: Población de 5 años o más según condición migratoria y sexo, por municipios de residencia en 2020 (migrantes: personas que en 2015 residían en un municipio diferente al de 2020). Migrantes municipales: Personas mayores de 5 años que residen en otra entidad que proceden de los municipios señalados. Tasa de migración: Saldo migratorio, o migración neta, es el balance que existe entre la inmigración y la emigración.



Los datos del año 2020 sobre emigración de habitantes señalan que San Felipe de Jesús y Aconchi tuvieron el mayor porcentaje. En el primero de ellos migraron básicamente mujeres. En todos los municipios afectados, las causas de la migración fueron principalmente por razones familiares y en segundo lugar por trabajo, lo que refleja una tendencia contraria a las dinámicas poblacionales reflejadas en el resto de la entidad.

Debido al bajo número de la población que dejó de residir en estos municipios durante el periodo de 2015 a 2020 se infiere que los impactos del derrame en la población no generaron grandes flujos migratorios fuera del municipio y la entidad. En este sentido, habría que determinar a nivel comunitario el porcentaje de personas que abandonaron los municipios por causas ambientales, particularmente aquellas vinculadas a los daños directos e indirectos

derivados del derrame, principalmente en los municipios de San Felipe de Jesús y Aconchi.

No obstante, el fenómeno toma relevancia cuando algunos habitantes de los lugares más afectados afirman conocer casos de migración debido al derrame (INECC, 2022a). Se cuenta con algunos testimonios que indican que aquellas personas que migraron estuvieron dentro del grupo de jóvenes: Eduwiges Ortiz Rodríguez del municipio de Ures, dice “Hoy estamos divididos”, y explica que sus hijos mayores tuvieron que mudarse a Hermosillo debido a la falta de trabajo en el municipio” (FUNDAR, 2018).

En la Figura 85 se observa el número de personas de cinco años y más que emigraron de los municipios afectados y las principales causas.

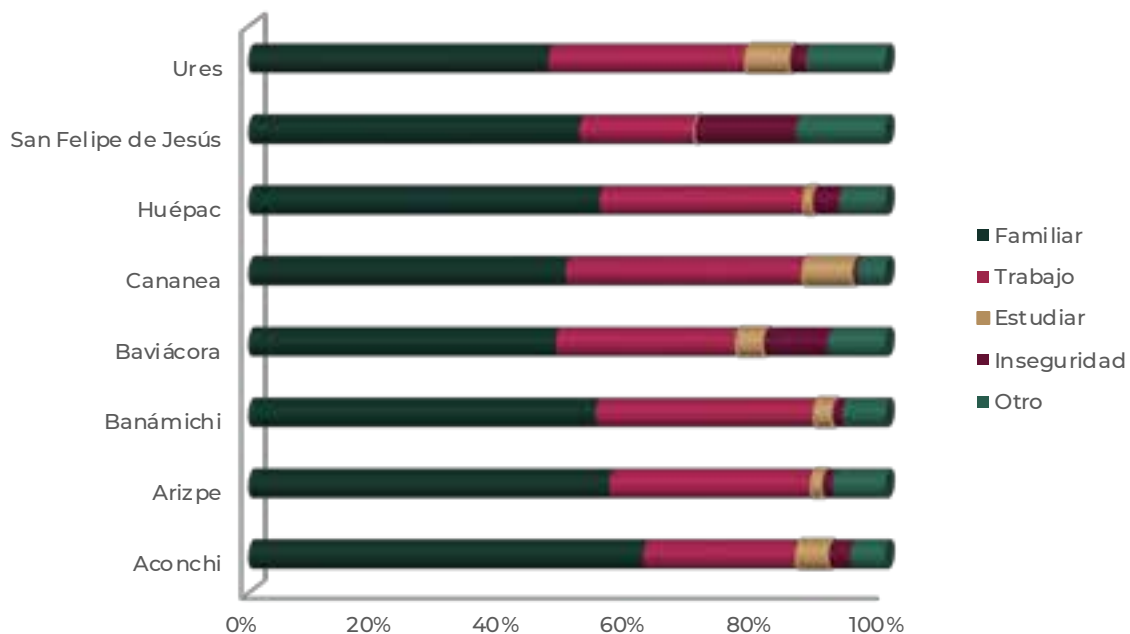


Figura 85. Causas de migración de la población de 5 años y más que en 2015 residían en un municipio diferente al año 2020. Fuente: Elaboración propia con datos de INEGI (2020).



Antecedentes del cálculo de costos

A partir de una búsqueda exhaustiva de información histórica sobre las posibles estimaciones económicas sobre el costo del derrame, se lograron

localizar cuatro ejercicios al respecto, los cuales se presentan de manera desagregada a continuación (Ver Figura 86).

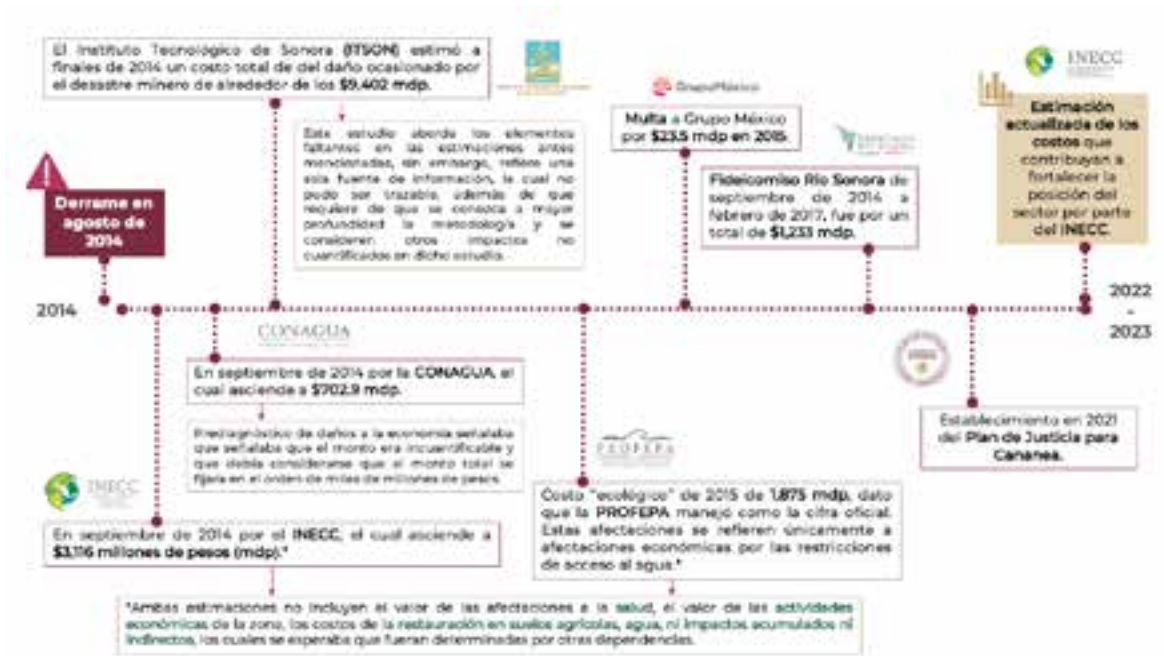


Figura 86. Línea del tiempo de análisis económicos desarrollados y localizados en torno al desastre minero en el río Sonora-Bacanuchi.

Fuente: Elaboración propia.

1. La primera estimación hallada, y relativamente la más completa, fue realizada en septiembre de 2014 por el Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC), la cual asciende a \$3,116 millones de pesos (mdp)(Ver Tabla 59).

Tabla 18. Estimación de costos de los daños del derrame de acuerdo con el INECC.

Concepto	Mdp de 2014
Afectaciones económicas por el deterioro de agua	\$861
Implementación de las medidas de respuesta inmediata	\$104
Medidas adicionales para evitar mayores daños: sistemas de monitoreo	\$280
Implementación de medidas de la CONAGUA a mediano plazo	\$15
Costos de restauración*	\$1,856
Total 2014	\$3,116

Fuente: Elaboración propia con base en INECC (2014).

Nota: *Estos costos no consideran la remediación de suelos agrícolas de propiedad privada y social.





El análisis reconoce que estas afectaciones identificadas y cuantificadas en ese momento se referían a: los daños en recursos naturales y servicios ambientales; los gastos asociados a la implementación de las medidas de respuesta inmediata para evitar mayores daños; medidas adicionales de mediano y largo plazo para evaluar y entender mejor los impactos del derrame en el ambiente y; los posibles costos de restauración. Esta estimación no considera otro tipo de impactos, como los observados en los suelos agrícolas, por mencionar un ejemplo.

- Costo “ecológico” de \$1,875 mdp, dato que la Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA) manejó como la cifra oficial en 2015. Éste refiere únicamente a afectaciones económicas por las restricciones de acceso al agua (Ver Tabla 19).

Tabla 19. Estimación de costos de los daños del derrame de acuerdo con la PROFEPA.

Rubro	Mdp de 2015
Distribución de agua potable y otras medidas	\$3
Monitoreo ambiental	\$252
Derechos no cobrados presa El Molinito de agosto a septiembre 2014	\$133
Restricción de un año más de la presa a 2015	\$1,437
Inflación*	3%
Total 2014-2015	\$1,875**

Fuente: Elaboración propia con base en CICM (s/a).

Nota: *Se supone que ese ejercicio se realizó, pero no se encuentra documentado. **Este es el dato que puede encontrarse en los medios de comunicación nacionales e internacionales. Este dato considera hasta 2015 y con alcances de rubros limitados.

- La tercera estimación encontrada, refiere al “Prediagnóstico de daños a la economía de los municipios del Río Sonora como consecuencia del derrame de sustancias químicas a los ríos Bacanuchi y Sonora” elaborado en septiembre de 2014 por la Comisión Nacional del Agua (CONAGUA) y que estimó afectaciones económicas por \$702.9 mdp (Ver Tabla 20).

Tabla 20. Estimación de costos de los daños del derrame de acuerdo con la CONAGUA.

Rubro	Mdp de 2014
Gasto familiar extraordinario	\$46.2
Inhabilitación de tierras agrícolas	\$86.6
Pérdida de valor de tierras	\$529.5
Perjuicio en liquidez a las actividades turísticas	\$22.8
Suspensión del Sistema Comercial Pecuario	\$17.8
Total 2014	\$702.9

Fuente: Elaboración propia con base en Cámara de Diputados (2014).

Nota: La estimación señalaba que el monto era incuantificable y que debía considerarse que el monto total se fijara en el orden de miles de millones de pesos.





El documento fue preparado en el marco de la “Comisión Especial para dar seguimiento a la problemática generada por el derrame de diversas sustancias contaminantes a los ríos Sonora y Bacanuchi” de la Cámara de Diputados (2014), sin embargo, el mismo no ha sido localizado al momento de la redacción de este reporte.

Para los tres casos, las estimaciones no incluyen el valor de las afectaciones a la salud, el valor de las actividades económicas de la zona, los costos de la restauración en suelos agrícolas, servicios ecosistémicos, las cuales se esperaba que fueran determinadas por otras dependencias, ni los impactos acumulados ni indirectos.

4. Por otro lado, el Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON; 2014) estimó un costo total del daño ocasionado por el desastre minero de alrededor de los \$9,402 mdp, en el que se estiman los impactos esperados en los sectores agrícolas, ganaderos y servicios turísticos hasta cinco años después del desastre. Este estudio aborda los elementos faltantes en las estimaciones antes mencionadas, sin embargo, refiere una sola fuente de información, la cual no pudo ser trazable, además de que requiere de que se conozca a mayor profundidad la metodología y se consideren otros impactos no cuantificados en dicho estudio.

En términos de los recursos ejercidos por la empresa Buenavista del Cobre, estos se asocian al pago de la multa impuesta por la PROFEPA y a la operación del Fideicomiso Río Sonora. La multa ascendió a \$23.5 mdp por 50 irregularidades detectadas ante el derrame mientras que, por concepto del Fideicomiso Río Sonora de septiembre de 2014 a febrero de 2017, fue por un total de \$1,233 mdp los cuales fueron utilizados para atender algunas de las afectaciones ocasionadas por el derrame.

Sin embargo, es importante indicar que este mecanismo de remediación y compensación de daños no fue diseñado ni implementado con la participación de la población afectada, ya que este era administrado por Nacional Financiera, S.N.C. (NAFIN), así como por una comisión de representantes técnicos de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), el Centro Mario Molina y la empresa minera. Como se documenta a lo largo de este informe, tanto las estimaciones de los impactos económicos por el derrame como los montos ejercidos para el pago de la multa y para el Fideicomiso, claramente subestimaron los daños al no incluir la totalidad de las matrices ambientales y sociales afectadas.

Enfoque metodológico

Se realizó un análisis económico primordialmente de gabinete, con base en la consulta de información pública disponible en medios digitales, producida por fuentes gubernamentales, estadísticas oficiales, organizaciones de la sociedad civil, académicas y periodísticas, así como aquella compartida por instituciones vía oficio, a fin de obtener insumos de las pérdidas económicas por este derrame. De tener acceso a la información histórica adicional, estos cálculos podrían ser mejorados.

Para este ejercicio, se estimaron los costos económicos de los siguientes rubros:

1. Limitaciones de acceso al agua y otros costos asociados.
2. Pérdidas económicas en la producción agropecuaria.
3. Pérdidas económicas en otros sectores de la economía.
4. Daños en la salud física y mental y otros gastos en salud.
5. Daños en suelos y vegetación ribereña, y en el lecho del río.
6. Desembolsos realizados por el sector ambiental federal.

En términos generales, para la estimación de las externalidades generadas por la actividad minera, se consideran los siguientes pasos metodológicos:

1. Estimar el impacto físico sobre el medio ambiente en general. Se requiere conocer el grado de atribución del derrame en los efectos medioambientales, sociales y económicos de los municipios analizados.
2. Estimar los efectos netos de estos impactos en la zona.
3. Monetizar dichos impactos mediante diversas metodologías.

Dependiendo de los tipos de impactos generados por el daño ambiental, pueden aplicarse diversas metodologías para monetizarlos (Figura 87).





Figura 87. Árbol de decisiones para la selección de metodologías para estimación de daño ambiental. Fuente: INECC (2016).

En la siguiente tabla, se presenta un resumen de las metodologías a emplear por rubro de impacto analizado (Ver Tabla 21).

Tabla 21. Metodologías por rubro de impacto analizado

Rubro	Metodología
1) Limitaciones de acceso al agua y otros costos asociados	<ul style="list-style-type: none"> • Costos de oportunidad • Precios de mercado • Costos de reemplazo de activos varados
2) Pérdidas económicas en la producción agropecuaria	<ul style="list-style-type: none"> • Precios de mercado • Cambio de productividad
3) Pérdidas económicas en otros sectores de la economía	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de ingreso
4) Daños en la salud física y mental y otros gastos en salud	<ul style="list-style-type: none"> • Costos médicos • Pérdida de ingreso • Costos de reemplazo de activos varados
5) Daños en suelos y vegetación ribereña, y en el lecho del río	<ul style="list-style-type: none"> • Costos de oportunidad: remediación y restauración • Valoración económica de servicios ecosistémicos
6) Desembolsos realizados por el sector ambiental federal	<ul style="list-style-type: none"> • Gastos y cotizaciones directas

Fuente: Elaboración propia con base en INECC (2016).





A continuación, se detallan las metodologías empleadas por rubro las cuales fueron seleccionadas y adaptadas, dependiendo de la información disponible para cada caso.

1. Limitaciones de acceso al agua y otros costos asociados

En este rubro se emplearon las metodologías de costo de oportunidad, precios de mercado y costos de reemplazo. La metodología de costo de oportunidad busca visibilizar el valor de renunciar a una opción por seleccionar otra, es decir los costos o beneficios que se hubieran obtenido de haber seleccionado dicha alternativa. En este caso se empleó para el agua que tuvieron que pagar los habitantes por las restricciones en la cantidad y calidad del recurso por el derrame.

Por su parte, los precios de mercado permiten estimar el valor económico del bien o servicio que es vendido y comprado en un mercado, asumiendo que es uno perfectamente competitivo. Se usa cuando existe un mercado para el bien afectado y busca reflejar sus beneficios basado en la oferta y demanda a diferentes precios de este (INECC, 2020). Este enfoque se utilizó de manera transversal en todos los cálculos.

Por otro lado, el método de costos de reemplazo es también conocido como el método de costos evitados. En este caso, el rubro impactado es valorado de acuerdo con lo que costaría reemplazarlo si sus funciones se detuvieran o se vieran afectadas. Los métodos de costos de reemplazo calculan justamente el valor de reemplazar los activos que operan ineficientemente, que no operan como los activos varados (o que ni siquiera fueron construidos), para este caso esta metodología se emplea para conocer el valor de “otros costos asociados” en donde se estima el costo de volver a poner en marcha las potabilizadoras de agua que no operan o lo hacen de manera correcta.

2. Pérdidas económicas en la producción agropecuaria

Las metodologías empleadas corresponden a los precios de mercado y cambio en la productividad. La metodología de precios de mercado se explica en el bullet 1. En cuanto al cambio a la productividad se refiere a la metodología que rastrea el cambio observado en los niveles y valor de producción de bienes y servicios de la zona antes y después del evento, en este caso se refiere a las cabezas de ganado y hectáreas afectadas. Si bien, se ve limitado por las características de la información recolectada, si se documenta el cambio en los niveles de productividad agrícola y ganadera.

3. Pérdidas económicas en otros sectores de la economía

En este rubro se contabilizaron los ingresos perdidos por el comercio, la industria y los servicios. La pérdida de ingresos en estos sectores se vincula con la metodología de costo de oportunidad, pero referente a los recursos económicos que se pierden ya sea por la falta de insumos para producción o la caída en las ventas debido a las afectaciones derivadas del problema ambiental.

4. Daños en la salud física y mental y otros gastos en salud

El método de costo de enfermedad se basa en el mismo principio que el costo de oportunidad, en particular en el costo de oportunidad social derivado de la necesidad de atención causada por enfermedades o emergencias médicas generadas por la afectación a los servicios ambientales, sobre todo los servicios ambientales que son vitales e influyen directamente en el estado de salud de los individuos.

De acuerdo con Ripari et al. (2012), esta carga involucra los recursos necesarios para la prevención, tratamiento y rehabilitación, como también los costos asociados a la pérdida económica como consecuencia de enfermedades o de un factor de riesgo, los cuales se cuantifican en términos monetarios².

2 Los costos de enfermedad se pueden clasificar dentro de dos tipos, los costos directos (medicamentos, equipo e infraestructura, transporte, entre otros) y los costos indirectos (pérdida de productividad e ingresos) de acuerdo con Ripari et al. (2012).





El enfoque de pérdida de ingreso fue utilizado para estimar los costos de la ausencia de días laborales por problemas de salud mental que se documentaron en el evento. El costo unitario fue el salario mínimo para los municipios analizados.

Los métodos de costos de reemplazo fueron empleados para este caso para identificar los montos no ejercidos para la puesta en marcha y operación de la Unidad de Vigilancia Epidemiológica y Ambiental, la cual fue planteada y comprometida en el marco del Fideicomiso, pero no fue ejecutada, salvo su versión piloto.

5. Daños en suelos y vegetación ribereña, y en el lecho del río

El costo de reemplazo, explicado anteriormente, se utilizó en este rubro para estimar cuál es el valor de remediar los sedimentos tanto de la ribera como del río que aún están afectados, así como el costo de la vegetación riparia dañada.

Para estimar el costo específico de la vegetación dañada se usó el enfoque de la valoración económica de servicios ecosistémicos, la cual se compone de una serie de metodologías para cuantificar los bienes y servicios que la naturaleza brinda a la sociedad. Para la mayoría de los servicios de los ecosistemas no hay precios observables a partir de los cuales se pueda derivar su valor para la sociedad, por este motivo se utilizan técnicas de valoración económica³ de servicios ecosistémicos (INECC, 2020). En este caso se identificaron estudios de valoración similares para identificar los costos potenciales por la pérdida de estos servicios.

3 Existen tres grupos de métodos de valoración económica: los métodos de preferencia revelada; preferencias declaradas y transferencia de beneficios. Los primeros se basan en el comportamiento real del mercado de los usuarios de bienes y servicios del ecosistema, sin embargo, su aplicabilidad se limita solo a unos pocos bienes y servicios ecosistémicos. Por su parte, los métodos de preferencias declaradas pueden aplicarse a todos los tipos de bienes y servicios ecosistémicos, a partir de la construcción de situaciones hipotéticas para la estimación del valor del servicio ecosistémico para la población objetivo. Finalmente, el método de transferencia de beneficios es la adaptación de información derivada desde una investigación original para su aplicación en un contexto diferente de estudio (INECC, 2020).

6. Desembolsos realizados por el sector ambiental federal

En este último rubro únicamente se contabilizaron los gastos ejercidos y reportados por el sector ambiental federal en el monitoreo ambiental y seguimiento de esta problemática. No se contabilizan los gastos ejercidos por los niveles estatal y municipal, y otros sectores del gobierno.

Análisis detallado por rubro

Limitaciones de acceso al agua y otros costos asociados

Impactos en el recurso hídrico

Para el análisis del deterioro de los recursos hídricos por la contaminación del río Bacanuchi-Sonora, se consideraron los municipios de Arizpe, Aconchi, Banámichi, Baviácora, Cananea, Huépac, San Felipe de Jesús y Ures, ubicados en la porción alta, media y baja de la cuenca del río. Con datos del monitoreo realizado en 2019 por la CONAGUA (PODER-CCRS, 2021) se determinó que 42 pozos se encontraban contaminados, de los cuales solo 38 continuaron presentando mala calidad para el 2021 (SEMARNAT y CONAGUA, 2021). Los volúmenes de agua contaminada que potencialmente se extraen son 154,110,948 m³ de los cuáles 85,754,798 m³ se dedican a uso agrícola (PODER-CCRS, 2021).

Ante este panorama, en 2018 se instalaron seis plantas potabilizadoras de agua en los pozos de Bacanuchi, Banámichi, San Felipe de Jesús, La Capilla, Mazocahui y San Rafael de Ures. Para 2019, solo una de estas potabilizadoras funcionaba (Banámichi) de manera intermitente (Díaz-Caravantes et al., 2021), por lo que 22 mil habitantes de estos municipios se han visto afectados por la escasez de agua de calidad.

En 2016, se entrevistaron a 109 personas de los municipios mencionados y 91 de ellas (84%) preferían comprar agua de garrafón (Luque et al., 2019). Para 2020, este gasto ascendía a \$150 pesos semanales y a \$46 mil pesos por familia si se contabiliza el mismo desde 2014 (Expreso, 2020), esto representa el 24% de los ingresos semanales de cada hogar, considerando que el salario mínimo fue de \$123.56.00 pesos en 2020 (CONASAMI, 2020) y que únicamente la persona jefa de familia provee recursos monetarios para la sustentabilidad del hogar. Lo anterior, ha sido confirmado por testimonios



recientes de pobladores de la región, en los cuales destacan los gastos adicionales realizados para la obtención de agua potable (INECC, 2022a).

Al respecto, se realizaron estimaciones del monto gastado por las familias a 2020 en garrafones, considerando la población total de los ocho municipios bajo escenarios donde: 50%, 80% y 100% de las familias preferían consumir agua de garrafón, lo que

generó un gasto de \$155,503,000, \$248,804,800 y \$311,006,000; respectivamente para cada escenario (Tabla 22). Para este caso, se tomó como dato aproximado para la suma de costos el escenario 1, correspondiente a \$155.50 mdp (en precios de 2020). En efecto, testimonios recientes de pobladores de la región, que se han realizado gastos adicionales en agua potable debido al derrame (INECC, 2022a).

Tabla 22. Costo estimado por consumo de agua potable en garrafón.

Fuente: Elaboración propia con base en Díaz-Caravantes et al. (2021); Expreso (2020); INEGI (2010); (2020); Gobierno de Sonora (2022); Luque et al. (2019); POD-

Rubro	Metodología
<p>Costos de las familias por consumo de agua potable en garrafón en los ocho municipios analizados</p> <p>Población: 22,000 habitantes (19,877 en 2020)</p> <p>Se consideran 6,761 hogares</p>	<p>\$46,000 por familia</p> <p>A continuación, se presentan algunos escenarios de gastos:</p> <p>Si 50% de los hogares prefirieron agua de garrafón: \$155,503,000.00</p> <p>Si 80% de los hogares prefirieran agua de garrafón: \$248,804,800.00</p> <p>Si 100% de los hogares prefirieran agua de garrafón: \$311,006,000.00</p>

ER-CCRS (2021); SEMARNAT y CONAGUA (2021).

A partir de la revisión de fuentes de abastecimiento de agua por municipio, se encontró un crecimiento

en el número de familias que obtienen agua por pipas, lo que representa gastos adicionales para las familias, por ejemplo, la obtención de agua potable a través de pipas, sobre todo en Ures, Cananea y Aconchi. En la Tabla 23 se muestran los montos estimados en pesos mexicanos invertidos en el servicio de agua potable a través de pipas, correspondientes a \$0.70 mdp a precios corrientes (en la

sección de resultados se presentan todos los resultados en precios constantes).





Tabla 23. Montos estimados en pesos mexicanos invertidos en el servicio de agua potable a través de pipas para Aconchi, Arizpe, Banámichi, Baviácora, Cananea, Huépac, San Felipe de Jesús y Ures para el periodo 2015-2020.

Año	No. de familias que obtienen agua potable por pipas	Consumo promedio diario de agua potable por persona (litros)	Integrantes por hogar en promedio (personas)	Consumo estimado de agua potable por familia (litros)	Estimación de duración de pipa de agua potable por hogar (días)	Costo de pipa de agua potable (pesos corrientes)	Monto mensual estimado para la compra de pipa de agua potable (pesos corrientes)	Monto anual estimado para la compra de pipa de agua potable (pesos corrientes)
2015	9	100	3.8	380	26	\$819.04	\$7,371.32	\$88,455.84
2016	11			382		\$856.63	\$9,522.26	\$114,267.12
2017	13			384		\$894.22	\$11,673.19	\$140,078.28
2018	15			386		\$931.82	\$13,824.13	\$165,889.56
2019	17			388		\$969.41	\$15,975.06	\$191,700.72
2020	18		3.9	390	25	\$1,007.00	\$18,126.00	\$217,512.00
Total								\$700,391.52

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (2010); (2015a); (2020); BANXICO (2022); PROFECO (2021).

Nota: Se consideró como base una pipa de agua potable de 10,000 litros. El número de familias de 2016 a 2019, fue estimado a partir de una interpolación lineal considerando como información directa la obtenida en el año 2015 y 2020. Para el costo de las pipas se obtuvo de Martínez et al. (2018) y de PROFECO (2021), con los cuales, junto con la inflación, se realizó también una interpolación.

Cuadro 1. Datos comparativos entre compensaciones y el tema hídrico.

<p>Las compensaciones del Fideicomiso para el resarcimiento por afectaciones al agua ascendieron a \$15,250 pesos en una sola exhibición.</p>	<p>Tan solo en la compra de garrafones muchas familias han desembolsado cuando menos \$43 mil pesos de 2014 a 2020.</p> <p>Se estima que el monto mensual destinado a la compra de agua en pipas asciende en promedio a \$11.6 mil pesos mensuales, para el periodo del 2015 al 2020.</p>
---	---

Asimismo, se incluyen cálculos anteriores del INECC realizados en 2014, respecto a las estimaciones de los volúmenes de agua que no se usaron y que por consiguiente recursos a los cuales el estado no tuvo acceso por concepto de derechos. Los cuales muestran un deterioro del recurso agua por contaminación del río (Tabla 24) por \$100.67

mdp, un deterioro del recurso agua subterránea por \$3.67 mdp, y un deterioro del recurso agua por contaminación por \$756.70 mdp





Tabla 24. Volumen de agua que no se pudo usar del momento del derrame a septiembre de 2014.

Concepto	Descripción	Unidad del daño ambiental	Costo unitario (pesos)	Monto
Deterioro del recurso agua por contaminación del río Sonora-Bacanuchi del momento del derrame hasta el 15 de septiembre de 2014.	Deterioro del recurso agua por contaminación del río Sonora-Bacanuchi del momento del derrame hasta el 15 de septiembre de 2014.	4,967,136 m ³ Volumen de agua del río Sonora del 6 agosto – 26 agosto 2014 2,318,900 m ³ Volumen de agua del río Sonora del 27 agosto – 15 septiembre 2014 Total: 7,286,035 m ³ de agua Calculado con base en el promedio diario de gasto registrado en la estación hidrométrica del Orégano 2.	\$13.8162 por m ³ de agua LFD Art. 223 Fracc. A. Zona de disponibilidad 1	\$100.67
Deterioro del recurso agua subterránea por el cierre preventivo de pozos dentro del área potencial de afectación del momento del derrame hasta el mes de septiembre de 2014	Es el volumen de agua subterránea para consumo humano, agrícola, doméstico o urbano que no se extrajo debido al cierre preventivo de pozos.	3,481,665 m ³ Volumen de agua para uso agrícola o pecuario durante agosto y septiembre 196,980 m ³ Volumen de agua para uso industrial, doméstico, urbano o múltiple durante agosto y septiembre Total: 3,678,654 m ³ de agua durante agosto y septiembre Calculado con base en el volumen de extracción que ampara el título de concesión de los pozos dentro del área potencial de afectación. Se asume un consumo mensual constante.	\$0.00 por m ³ de agua LFD Art. 224 Fracc. I \$18.6169 por m ³ de agua LFD Art. 223 Fracc. A. Zona de disponibilidad 1	\$3.67
Deterioro del recurso agua por contaminación del río Sonora-Bacanuchi durante el año que como mínimo durará la contaminación.	Es el volumen de agua almacenada en la Presa El Molinito que no se podrá usar durante un año.	54.75 millones de m ³ Volumen de agua de la Presa El Molinito estimado para 2014 Calculado con base en las extracciones promedio históricas 1993-2013 de la Presa El Molinito.	\$0.00 por m ³ de agua LFD Art. 224 Fracc. I \$18.6169 por m ³ de agua LFD Art. 223 Fracc. A. Zona de disponibilidad 1	\$756.70
Total por volumen hídrico no aprovechado				\$861.04

Fuente: Elaboración propia con base en INECC (2014); DOF (2014); CONAGUA (2014).

Las plantas potabilizadoras de agua

Por medio del Fideicomiso se estableció la puesta en marcha de plantas potabilizadoras, sin embargo, no todas se encuentran en operación (Tabla 25).

Tabla 25. Estado de cada una de las potabilizadoras instalada.

Sitio	Operación	Problemática detectada	Suministro eléctrico
Mazocahui	No funcionaba	Cuando se encendía la planta potabilizadora, sólo abastecía a un pequeño sector de la comunidad, porque se había instalado en un lugar inadecuado, donde la tubería de agua era la más delgada de la red (1.5 pulgadas) y por la falta de presión no podía llevar agua a otros sectores con la tubería más ancha (4 pulgadas). Además, se instaló la planta en un lugar con muy poca altitud y por tanto no había presión para abastecer por gravedad.	No contaba con suministro eléctrico de la red. Tenía paneles solares. Tenía un generador eléctrico.
La Capilla	No funcionaba	El problema de la planta potabilizadora es la falta de equipo para cloración del agua; aunque se contaba con las pastillas para el proceso de cloración, no sabían cómo utilizarlas. Se habían realizado gestiones con la Comisión Estatal del Agua, pero no han solucionado el problema.	Contaba con suministro eléctrico de la red. Tenía paneles solares. No tenía generador eléctrico.
Banamichi	Funcionaba de forma intermitente	Había días en que sí funcionaba, pero tenían problemas, ya que el combustible es costoso y si no había suficiente luz solar, no funcionaban los paneles solares. Durante los meses de junio, julio y agosto faltaba agua y requerían otro pozo.	No tenía suministro eléctrico de la red. Tenía paneles solares. Tenía un generador eléctrico.
San Felipe de Jesús	No funcionaba	Cuando la planta se visitó, aún no funcionaba porque todavía no contaba con el suministro eléctrico de la red. Un problema adicional del sistema de suministro es que la pila de almacenamiento tenía una fuga que causaba problemas de derrame de agua.	No contaba con suministro eléctrico. Los paneles solares dan energía al pozo y no a la planta. No tenía generador eléctrico.
San Rafael de Ures	No funcionaba	Cuando inició su operación se elevó el costo del consumo de energía eléctrica y no tuvieron recursos para pagar. La Comisión Federal de Electricidad les suspendió el servicio.	Tenía suministro eléctrico de la red. No contaba con paneles solares. Tenía generador eléctrico.
Bacanuchi	Funcionaba de forma intermitente	Al poner en funcionamiento la planta potabilizadora en un determinado horario, algunos habitantes no alcanzaban a abastecerse de agua. Otro problema es el costo de la operación.	No contaba con suministro eléctrico. No tenía paneles solares. Tenía generador eléctrico.

Fuente: Tomado de Díaz-Cervantes et al. (2021).

Asimismo, el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA) analiza la situación actual de las plantas potabilizadoras con el fin de determinar los

costos a incurrir para la rehabilitación de las plantas fijas y la sustitución de las plantas móviles, así como el costo de operación y mantenimiento, tomando





en cuenta que las comunidades han manifestado su negativa a las plantas potabilizadoras móviles. El resumen de costos para las 10 plantas se detalla a

continuación (Tabla 26), el cual asciende tentativamente a **\$19.57 mdp (en precios de 2022)**.

Tabla 26. Erogaciones estimadas para poner en operación 10 plantas potabilizadoras.

Concepto	Costo (pesos de 2022)
Rehabilitación de 6 plantas fijas, puesta en marcha	\$3,461,402.88
Sustitución de 4 plantas móviles por plantas fijas	\$12,400,000.00
Operación y mantenimiento anual de 10 plantas	\$3,710,326.91
Total	\$19,571,729.79

Fuente: Elaboración propia con base en IMTA (2022).

Nota: No se incluyen los costos de conexiones de entrada y distribución.

Nota: Los resultados resumidos y traídos a valor presente de esta sección se presentan en el apartado de resultados y conclusiones.

Pérdidas económicas en la producción agropecuaria

Esta sección profundiza los impactos económicos detectados a nivel de gabinete en las actividades agrícolas y ganaderas de ocho municipios afectados: Aconchi, Arizpe, Banámichi, Baviácora, Cananea, San Felipe de Jesús, Ures y Huépac.

Análisis estadístico de la actividad agrícola

Para el sector agrícola, se analiza y detalla la información histórica de 2013 a 2020 por municipio de las hectáreas cultivadas, cosechadas y siniestradas, número de productos agrícolas, el rendimiento agrícola, así como el volumen y valor de la producción, además de información adicional sobre casos específicos.

Hectáreas cosechadas

De acuerdo con el Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP) de la Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (SADER), la superficie cosechada de los municipios analizados ha presentado disminuciones significativas en 2014 y el 2020 (Figura 88). Entre el año 2013 y 2014, la pérdida de superficie cosechada fue de -15.26%, (1,600 ha) con una ligera recuperación en los años siguientes. Para este mismo periodo se reportaron 245 hectáreas (ha) siniestradas, equivalente a 2.63% del total. Fue hasta 2016 que se recuperó la superficie cosechada similar a 2013, año anterior al derrame. Sin embargo, durante el periodo 2013-2020 la tasa de variación promedio de pérdida en la superficie cosechada fue de 5.77%.



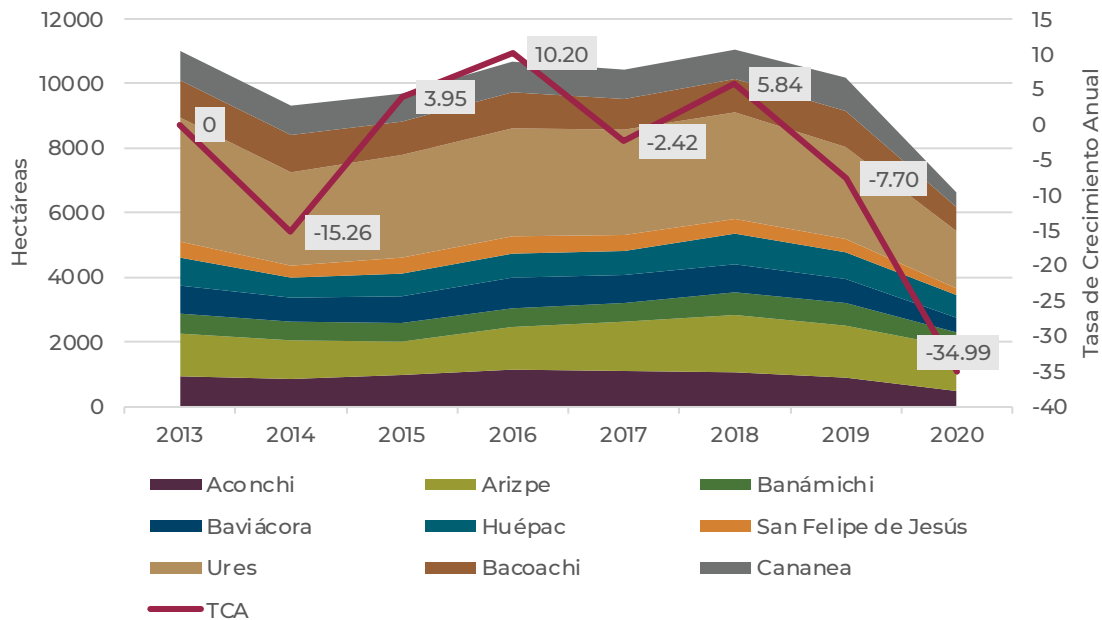


Figura 88. Variación de superficie cosechada en los municipios seleccionados.

Fuente: Elaboración propia basado en SIAP (2022).

Nota: La producción para 2020 puede haberse reducido por las importaciones de alimentos, las afectaciones climáticas, y las preocupaciones surgidas ante la pandemia del coronavirus y el mercado agroalimentario mexicano. TCA (Tasa de Crecimiento Anual).

Respecto a la diferencia entre las ha sembradas y cosechadas es posible observar, que posterior al derrame se presentó un incremento de esta diferencia, cuando menos hasta 2018 (Tabla 27).

Tabla 27. Hectáreas cosechadas y sembradas de 2013 al 2020 en los municipios afectados.

Año	Total de ha sembradas	Total de ha cosechadas	Diferencia
2013	10,246.00	9,850.00	396.00
2014	9,219.00	8,158.20	1,060.80
2015	9,716.00	8,664.00	1,052.00
2016	10,614.00	9,562.00	1,052.00
2017	10,703.31	9,454.81	1,248.50
2018	10,202.01	10,021.01	181.00
2019	9,631.60	9,052.90	578.70
2020	6,663.60	5,870.80	792.80
Suma	76,995.52	70,633.72	6,361.80

Fuente: Elaboración propia con base en SIAP (2022).

A nivel municipal (Figura 89), hubo un aumento en la brecha entre las ha sembradas y las cosechadas en todos los municipios, excepto Ures, con los casos más graves en Arizpe, Banámichi, Huépac

y Aconchi, en donde hubo una pérdida más amplia de ha efectivamente cosechadas (Tabla 28). De 2013 a 2014 se perdieron 1,027 ha sembradas y 1,692 ha cosechadas.



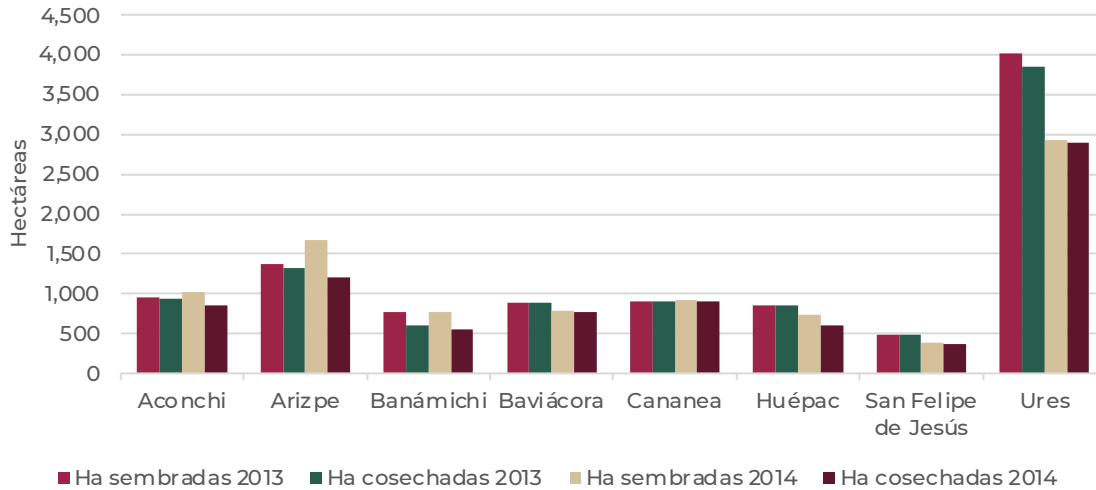


Figura 89. Hectáreas sembradas y cosechadas por municipio del 2013-2014
Fuente: Elaboración propia con base en SIAP (2022).

Tabla 28. Diferencia porcentual entre las hectáreas sembradas y cosechadas por año y municipio.

Municipio / Año	Diferencia entre hectáreas por año	
	2013	2014
Aconchi	-2.20%	-16.07%
Arizpe	-3.07%	-28.61%
Banámichi	-22.01%	-27.96%
Baviácora	0.00%	-1.40%
Cananea	0.00%	-1.09%
Huépac	0.00%	-18.83%
San Felipe de Jesús	0.00%	-0.79%
Ures	-4.08%	-1.26%

Fuente: Elaboración propia con base en SIAP (2022).

Asimismo, es importante resaltar que si bien en algunos casos las ha sembradas aumentaron en 2014 respecto a 2013, estas se deben a un mayor esfuerzo en la siembra por parte de los productores, representando un 23% de esfuerzo adicional para Arizpe, 6% para Aconchi, 2% para Cananea y 1% para Banámichi.



Inversiones perdidas en hectáreas siniestradas

En cuanto a las ha siniestradas⁴ por municipio (Figura 90), se puede observar que en el 2014 se registraron formalmente 245.8 ha siniestradas. Durante los ocho años del análisis, los municipios con más ha siniestradas fueron Ures (613.3 ha), Aconchi (251

ha), Arizpe (214.5) y Baviácora (108 ha); mientras que durante el periodo 2013-2014 los municipios con más ha siniestradas fueron Aconchi (142 ha), seguido por Arizpe (69 ha), Baviácora (11 ha), Banámichi (10 ha) y Huépac (7 ha).

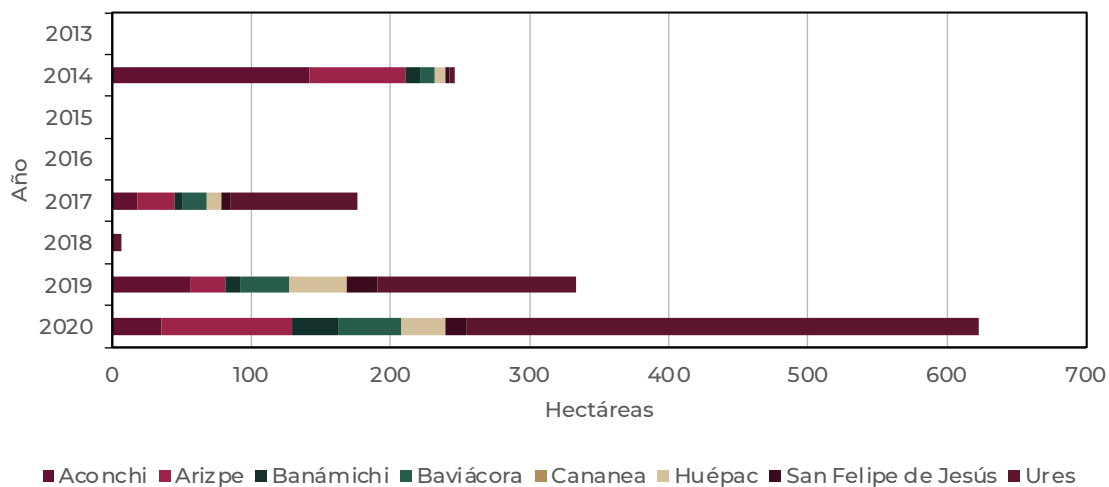


Figura 90. Hectáreas siniestradas por municipio desde 2013 al 2020.
Fuente: Elaboración propia con base en SIAP (2022).

Las ha siniestradas por municipio se desagregan por tipo de cultivo en la Tabla 29. Los productos con más ha siniestradas durante esos años fueron: maíz grano (129 ha siniestradas), cacahuate (60 ha siniestradas), sorgo grano (50 ha siniestradas), trigo

grano (3.8 ha siniestradas) y frijol (3 ha siniestradas). La mayor afectación en la producción de maíz grano fue en Arizpe con 52 ha siniestradas seguido del cacahuate en Aconchi con 47 ha siniestradas.

⁴ La superficie siniestrada refiere al área sembrada que, en el ciclo agrícola y mes de reporte, registra pérdida total. Un siniestro agrícola se refiere a la destrucción total de los cultivos, la producción parcialmente dañada y/o la ocurrencia de fenómenos climáticos y/o biológicos que afectan la producción calidad y/o supervivencia del cultivo



Tabla 29. Hectáreas siniestradas por tipo de cultivo y municipio del 2013-2014.

Tipo de cultivo / Municipio	Aconchi	Arizpe	Banámichi	Baviácora	Cananea	Huépac	San Felipe de Jesús	Ures	Suma total
Cacahuate	47	9	0	0	nd	9	1	0	60
Frijol	0	2	0	0	nd	2	1	0	3
Maíz grano	60	52	8	4	nd	52	5	0	129
Sorgo grano	35	6	2	7	nd	6	0	0	50
Trigo grano	0	nd	nd	0	nd	nd	0	3.8	3.8
Suma total	142	69	10	11	0	69	7	3.8	245.8

Fuente: Elaboración propia con base en SIAP (2022).
Nota: nd = datos no disponibles.

Las ha siniestradas conllevaron la pérdida de inversiones ya realizadas en la preparación del sitio. La Tabla 30 presenta un estimado de los costos de producción durante el periodo 2013-2014 de los cultivos que presentaron más ha siniestradas para la zona de Sonora, de la cual se puede resaltar, por

ejemplo, que el cultivo de una ha de alfalfa y una ha de maíz grano requieren de aproximadamente \$53,000.00 y \$52,000.00 pesos de inversión respectivamente. Los datos fueron extraídos del Sistema de Agrocostos de los Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA; 2022)⁵.

Tabla 30. Costos unitarios 2022 de agrocostos de FIRA para la zona de Sonora.

Tipo de cultivo / Municipio	Maíz grano	Cacahuate	Sorgo	Trigo	Frijol	Alfalfa
Preparación del terreno	\$4,375.00	\$4,364.00	\$3,606.00	\$3,411.00	\$3,254.00	\$4,443.00
Siembra	\$9,213.00	\$5,171.00	\$2,588.00	\$3,357.00	\$5,896.00	\$8,249.00
Fertilización	\$18,537.00	\$9,132.00	\$9,651.00	\$15,747.00	\$8,087.00	\$10,603.00
Labores culturales	\$492.00	\$2,577.00	\$744.00	nd	\$704.00	nd
Riegos	\$3,770.00	\$6,500.00	\$2,555.00	\$2,074.00	\$2,442.00	\$19,548.00
Control de plagas, malezas y enfermedades	\$2,777.00	\$9,762.00	\$2,007.00	\$3,439.00	\$2,975.00	\$2,338.00
Cosecha, selección y empaque	\$3,732.00	\$3,600.00	\$3,933.00	\$1,588.00	\$3,233.00	\$7,968.00
Comercialización	\$4,981.00	nd	\$3,800.00	\$4,590.00	nd	nd
Diversos	\$4,306.00	\$1,405.00	\$2,885.00	\$2,732.00	\$4,156.00	nd
Total	\$52,183.00	\$42,511.00	\$31,769.00	\$36,938.00	\$30,747.00	\$53,149.00

Fuente: Elaboración propia con base en FIRA (2022).

Nota: La modalidad de los cultivos antes mencionados corresponde a agricultura tradicional específicamente en la zona de Sonora. nd = datos no disponibles.

5 El Sistema de Agrocostos de FIRA es una herramienta que permite estimar de manera paramétrica costos de producción agrícola en una zona o región determinada bajo una tecnología de producción especí-



A partir de las hectáreas siniestradas y los costos unitarios, se estimaron las pérdidas durante el periodo 2013-2014 (Tabla 31), de las que se destaca la del maíz grano con una pérdida en la inversión correspondiente a \$6.73 mdp, seguido por los cultivos de cacahuate y sorgo en grano con una pérdida de

\$2.55 y \$1.58 mdp respectivamente. Es importante resaltar que durante este periodo el monto correspondiente a las inversiones perdidas en ha siniestradas fue alrededor de **\$11.10 mdp (en precios de 2022)**.

Tabla 31. Costos totales por hectáreas siniestradas durante el periodo 2013-2014.

Tipo de cultivo	Total de ha siniestradas	Inversiones perdidas
Maíz grano	129	\$6,731,607.00
Cacahuate	60	\$2,550,660.00
Sorgo grano	50	\$1,588,450.00
Trigo grano	3.8	\$140,364.40
Frijol	3	\$92,241.00
Total	245.8	\$11,103,322.40

Fuente: Elaboración propia con base en FIRA (2022).

Análisis testimonial del impacto en 2014

Con el fin de complementa el análisis del impacto en el sector agrícola, se solicitó información a los CCRS, en la Tabla 32 se muestra un estimado de los costos de producción por ha de los cultivos de cacahuate, maíz grano, chile verde, chiltepín y alfal

fa del año 2014, información fue proporcionada por el Sr. José Manuel López (2023) quien se dedica a cosechar dichos productos. Esto permite visibilizar la pérdida real para los pequeños y medianos productores de la región.





Tabla 32. Costos unitarios 2014 correspondientes a la cosecha de un productor de la región.

Rubro / Tipo de cultivo	Cacahuete	Maíz grano	Chile verde	Chiltepín	Alfalfa
Barbechos	\$4,000	\$4,000	\$4,000	\$4,000	\$4,000
Rastreos	\$2,000	\$2,000	\$2,000	\$2,000	\$3,000
Emparejado	\$1,000	\$1,000	\$1,000	\$1,000	\$2,000
Surqueo	\$1,000	\$1,000	\$1,000	\$1,000	n/a
Riegos	\$2,200	\$2,200	\$3,080	\$4,400	\$5,000
Siembra	\$1,000	n/a	n/a	n/a	n/a
Semilla	\$3,000	\$2,000	n/a	n/a	\$3,000
Cultivadas	\$4,000	\$4,000	\$5,000	\$6,000	n/a
Deshierbes	\$4,500	\$4,500	\$6,000	\$9,000	n/a
Postura y Almacigo	n/a	n/a	\$3,600	\$3,800	n/a
Total	\$22,700	\$20,700	\$25,680	\$31,200	\$17,000

Fuente: Elaboración propia con base en López (2023).
Nota: n/a = no aplica.

Daño patrimonial por pérdida de valor de las tierras

De acuerdo con el “Prediagnóstico de daños a la economía de los municipios del Río Sonora como consecuencia del derrame de sustancias químicas a los ríos Bacanuchi y Sonora”, elaborado por la CONAGUA (Cámara de Diputados, 2014), se establece, entre otros costos, que el daño patrimonial por pérdida de valor de tierras se calculó por **\$529.50 mdp (en precios de 2014)**. Si bien este dato es conservador, se incluye en este análisis a fin de complementarlo.

Número de cultivos

Referente al número de cultivos por municipio⁶ desde 2013 al 2020, en la Tabla 33 se puede notar que en el 2014 el 75% de los municipios presentó una disminución del número de sus cultivos, durante el periodo 2014-2015 el 37.5% de los municipios presentaron un decrecimiento del número de sus cultivos, aunque la mayor alteración se presentó en el 2020, con los municipios de Aconchi, Baviácora y San Felipe de Jesús con la mayor disminución de cultivos desde el 2013 al 2020. Cabe mencionar que esta variación puede haberse producido por factores externos como afectaciones climáticas, el mercado agroalimentario mexicano y las afectaciones relacionadas con el COVID-19.

6 Refiere al número de productos agrícolas sembrados en un área y tiempo específico, y que corresponde a la lista de productos reportados en el SIAP, independientemente del número de ha sembradas.



Tabla 33. Número de cultivos por año y producto del 2013 al 2020 para los municipios afectados.

Rubro / Tipo de cultivo	2013	2014	2015	2020
Agave	1	1	1	1
Ajo	8	7	3	8
Alfalfa achicalada	8	8	8	8
Avena en forrajera verde	8	8	8	8
Cacahuete	6	6	7	0
Calabacita	4	2	4	4
Calabaza	7	7	7	0
Caña de azúcar piloncillo	1	1	1	0
Cártamo	1	1	1	0
Cebada forrajera en verde	8	8	8	0
Cebolla	7	7	5	3
Chile verde	7	6	7	6
Frijol	7	3	1	7
Haba grano	6	6	0	0
Haba verde	0	0	4	0
Maíz grano	14	14	14	14
Nopalitos	1	0	0	0
Nuez	6	7	8	7
Papa	3	1	1	1
Pastos y praderas	9	9	9	0
Pepino	3	1	4	0
Sandía	1	0	1	0
Sorgo forrajero en verde	8	8	8	15
Sorgo grano	13	13	13	10
Trigo grano	5	4	4	1
Uva	0	0	0	2

Fuente: Elaboración propia con base en SIAP (2022).





Los cultivos que se vieron disminuidos durante 2013, 2014 y 2015 fueron: Ajo, cebolla, frijol, haba, grano, nuez, nopalitos, y papa. Los productos desaparecidos a 2020 son: Cacahuate, calabaza, caña de azúcar piloncillo, cártamo, haba grano, nopali-

tos, pastos y praderas, pepino, y sandía. Asimismo, todos los municipios con excepción de Cananea vieron reducido el número de cultivos de 2014 y 2015, con respecto a los valores de 2013 (Figura 91).

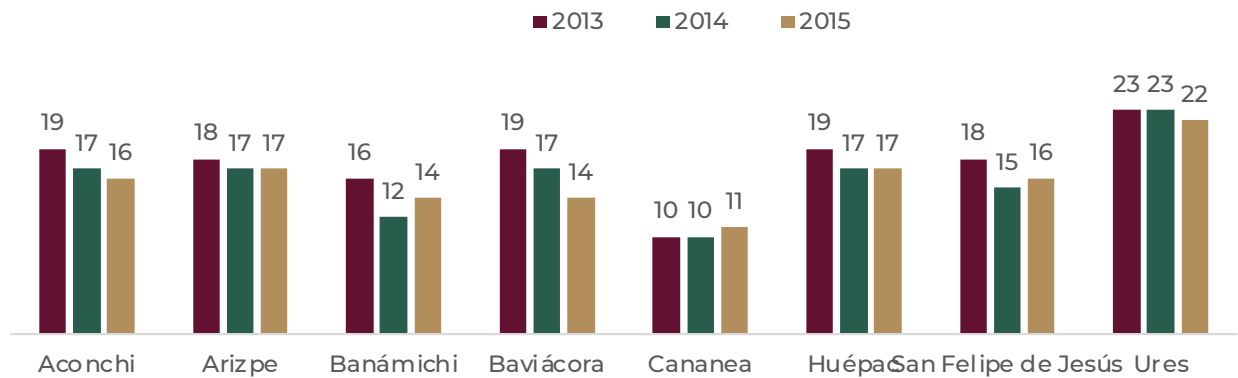


Figura 91. Número de cultivos por municipio 2013-2015.

Fuente: Elaboración propia con base en SIAP (2022).

Rendimientos agrícolas

En relación con el rendimiento agrícola, durante el periodo 2013-2014 se concentra la mayor caída promedio, la cual se debe a pérdidas de rendimiento importante en cultivos como el sorgo, ajo, cacahuete, trigo, cebada y chile, por mencionar algunos (Tabla 34).



Tabla 34. Tasa de variación anual promedio de los rendimientos agrícolas en el periodo 2013-2020 para los municipios con mayor caída.

Producto	Municipio con mayor caída en rendimientos 2014	Tasa de variación 2013-2014 en municipios con mayor caída							
Sorgo forrajero en verde	Ures	-53.08%	-24.83%	34.70%	1.55%	-1.17%	-7.99%	-16.41%	13.35%
Nuez	San Felipe de Jesús	-50.00%	-42.76%	58.16%	-5.82%	-3.72%	3.65%	25.07%	-6.34%
Ajo	Cananea	-50.00%	-6.32%	3.10%	9.87%	19.85%	-13.87%	-3.97%	-0.21%
Cacahuate	Aconchi	-44.88%	-35.85%	25.75%	24.47%	-5.67%	-0.37%	-0.94%	nd
Trigo grano	Huépac	-44.57%	-15.68%	23.97%	3.76%	3.32%	16.23%	7.27%	1.78%
Cebada forrajera en verde	Cananea	-43.59%	-5.10%	8.60%	1.73%	2.39%	1.82%	-2.33%	nd
Chile verde	Arizpe	-40.00%	38.13%	19.44%	3.22%	-4.09%	17.62%	-1.29%	4.02%
Sorgo grano	Huépac	-36.86%	-14.44%	0.60%	14.13%	-24.98%	58.65%	-38.09%	79.49%
Frijol	Huépac	-35.29%	-31.69%	2.34%	14.50%	-4.13%	2.37%	-6.80%	14.68%
Maíz grano	Arizpe	-28.57%	-16.36%	19.37%	8.14%	-2.21%	17.75%	-16.38%	21.33%
Cebolla	San Felipe de Jesús	-17.54%	-9.42%	-1.61%	-5.41%	3.57%	17.35%	-13.13%	2.06%
Pastos y praderas	Cananea	-16.71%	2.82%	4.83%	0.36%	1.33%	3.35%	-1.25%	nd
Calabacita	Ures	-16.00%	-11.50%	45.23%	3.81%	-12.01%	-2.90%	11.82%	-12.09%
Avena forrajera en verde	Cananea	-15.79%	-1.33%	5.19%	1.07%	0.94%	0.27%	-2.52%	-6.34%
Haba grano	Aconchi	-12.00%	-6.90%	nd	nd	nd	-2.67%	nd	nd
Calabaza	Baviácora	-1.69%	2.02%	5.97%	0.00%	-23.97%	-1.26%	3.74%	nd

Fuente: Elaboración propia con base en SIAP (2022).
Nota: nd = datos no disponibles.





Volumen de la producción

En cuanto a la producción agrícola, se realizó un análisis puntual del volumen de producción⁷ por año y municipio para 2013-2014 (Figura 92), con el que pudo determinarse que los municipios con

una mayor caída en su volumen de producción fueron Ures, Cananea y Huépac, lo que arroja una pérdida de alrededor de 1,575 toneladas de productos agrícolas.

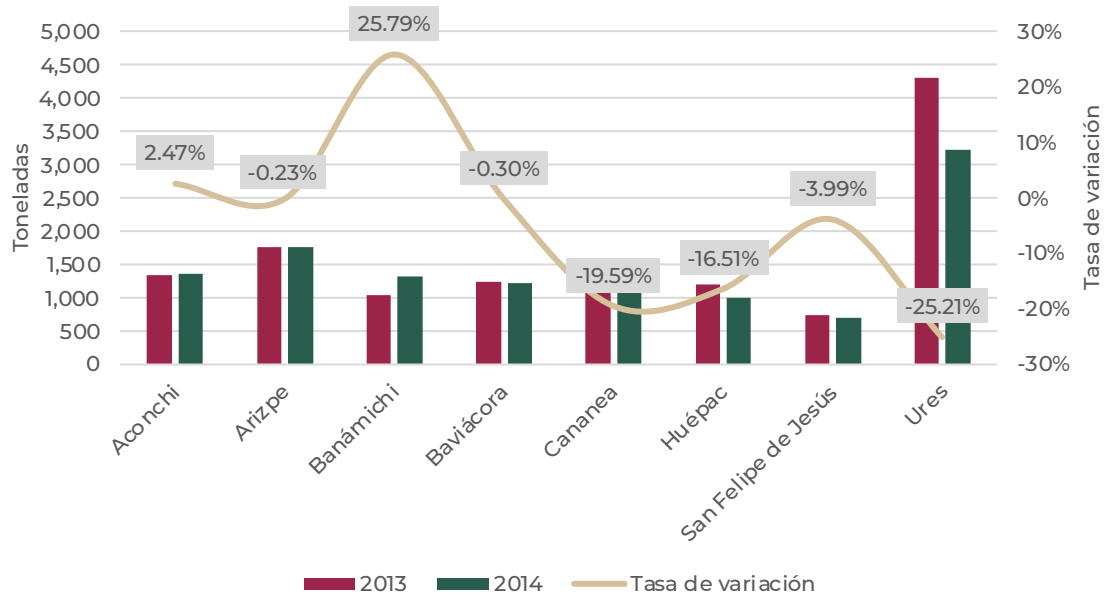


Figura 92. Promedio del volumen producción por municipio del 2013-2014 (toneladas).

Fuente: Elaboración propia con base en SIAP (2022).

Valor de la producción

Con respecto al valor de la producción agrícola durante el periodo 2013-2014, se estima que pasó de \$265.5 a \$219.7 mdp, correspondiente a una pérdida de 17.2%, es decir, \$45 mdp, para este periodo. En la Figura 93, se muestra la distribución del valor de la producción agrícola a nivel municipal entre 2013 y 2020.

7 Volumen de producto que se logró levantar en determinada superficie cosechada (SAGARPA, s/a).

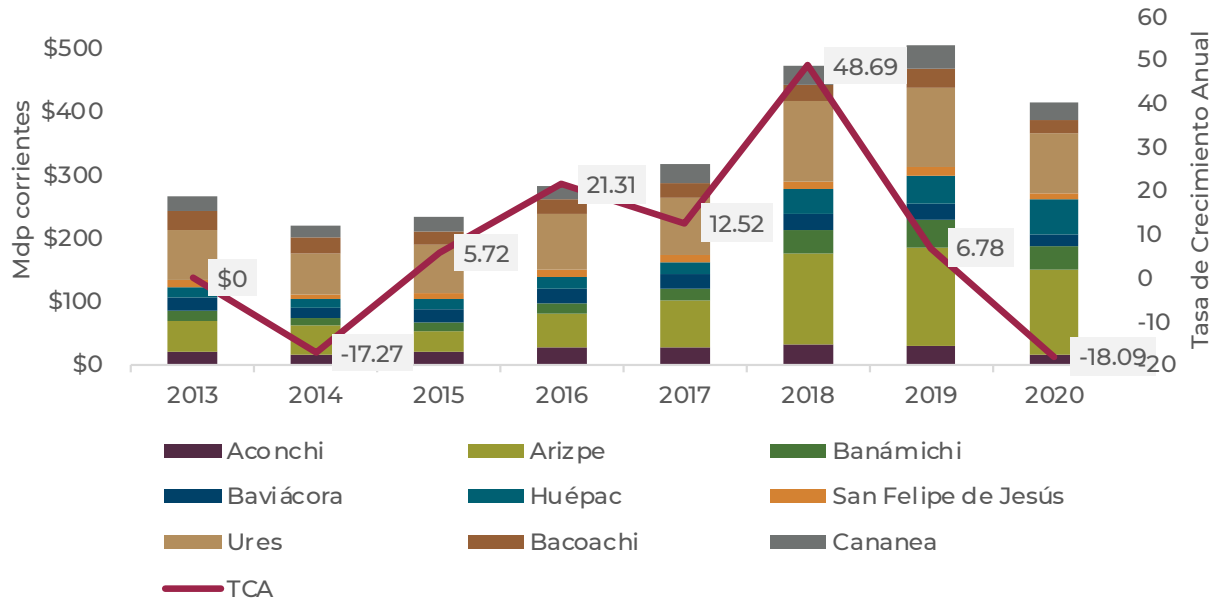


Figura 93. Valor de la producción agrícola en los municipios seleccionados.

Fuente: Elaboración propia basado en SIAP (2022).
Nota: TCA (Tasa de Crecimiento Anual).

En cuanto al valor de la producción de los productos agrícolas de la región del 2013 al 2014, se puede resaltar que los productos con una mayor caída durante el periodo de análisis fueron: frijol, cacahuate,

maíz grano, trigo en grano, papa y nuez (Figura 94). La suma total de esta variación da origen a una caída neta de **\$54.87 mdp (en precios de 2014)**.

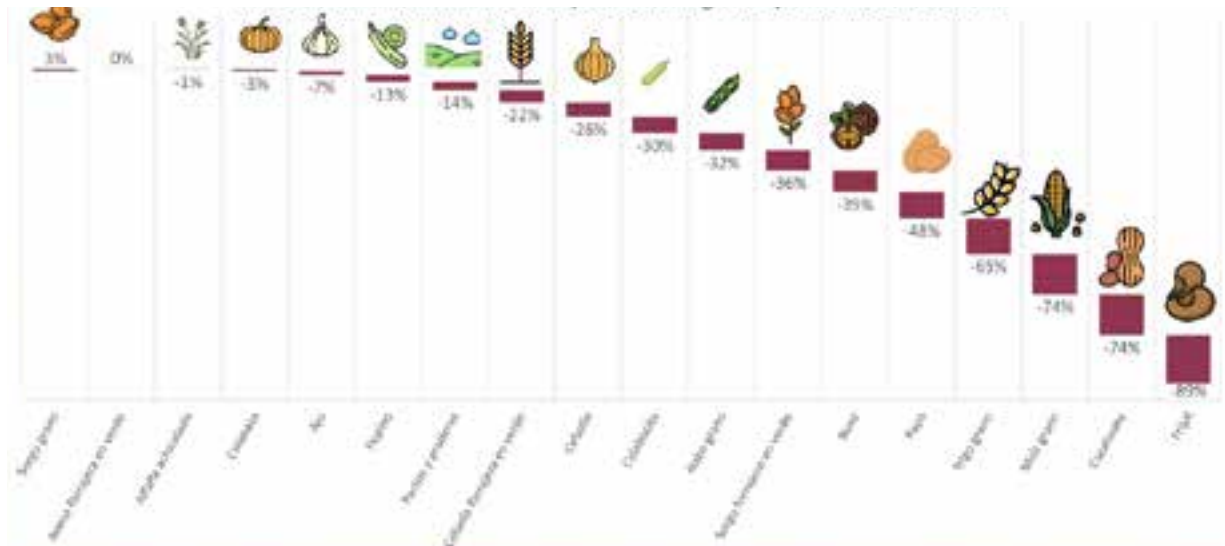


Figura 94. Variación del valor corriente de la producción agrícola por cultivo de 2013 a 2014.

Fuente: Elaboración propia con base en SIAP (2022).










Estas variaciones negativas se ven reflejadas a nivel municipal en Banámichi con 4 productos completamente perdidos, seguido por Arizpe y San Felipe de Jesús con 3 productos cada uno.

En cuanto a los productos con caída, Huépac presentó 17 productos agrícolas con esta tendencia, seguido por Baviácora con 16 productos y Arizpe con 15. En cuanto a los montos de las pérdidas, los municipios que presentaron mayores fueron (Tabla 35): Ures Aconchi y Cananea.

Caída de producto de alto valor: el caso del chiltepín

Para las localidades de los pueblos aledaños a la región del río Sonora, la colecta de chile chiltepín constituye una opción económica importante; este fruto se conoce por poseer un alto valor alimenticio, se oferta tanto en verde como en seco (rojo), es altamente demandado en las áreas urbanas de la entidad (Sonora), y apreciado por sus propiedades medicinales (Puebla, 2013).

Tabla 35. Caída del valor de la producción por municipio y por producto, 2013-2014.

Municipio	Producto perdido (el cual su producción en 2014 fue cero)	Número de productos con caída	Pérdidas (pesos)
Aconchi	Pepino 	14	-\$5,817,380.98
Arizpe	Calabacita, papa y pepino 	15	-\$4,544,624.59
Banámichi	Ajo, cacahuete, chile verde y frijol 	11	-\$2,983,550.56
Baviácora	Frijol, papa 	16	-\$4,854,219.09
Cananea	nd	7	-\$5,693,501.97
Huépac	Calabacita y sandía 	17	-\$4,892,235.77
San Felipe de Jesús	Frijol, pepino y trigo 	14	-\$2,502,025.30
Ures	Nopalitos 	14	-\$23,584,417.87
Total			-\$54,871,956.13

Fuente: Elaboración propia con base en SIAP (2022).
Nota: nd = datos no disponibles.

Se calcula que hay 400 ha de siembra del chiltepín en la zona del río Sonora, lo que significa una producción de entre 5 y 6 millones de litros⁸, equivalentes a 1,714,285.71 kilogramos (kg) en toda esta región. En 2014 se estimó una caída por ha de 100 kg, lo que rondarían los 40,000 kg (40 toneladas) perdidas en dicho año, y considerando un valor de \$800 pesos por kg y una cuota compensatoria por ha por la producción perdida equivalente a \$80,000 pesos por ha, se estima una pérdida de **\$32.00 mdp (en precios de 2014)** en la región (Tabla 36).

⁸ Volumen de la equivalencia de litros de chiltepín a kilogramos es de 3.5 litros por cada kilogramo (Puebla, 2013).



Tabla 36. Afectación a la producción de chiltepín en la región del río Sonora.

Tipo de cultivo	Producción óptima por ha	Producción pérdida por ha	Propuesta de cuota compensatoria (pesos por ha)
Chiltepín	300 a 400 kg	100 kg	\$80,000

Fuente: Elaboración propia con base en SAGARPA (2015).

Resumen de las pérdidas agrícolas (en millones de pesos corrientes)

- Inversión perdida en ha siniestradas: \$11.10 mdp de 2022.
- Daño patrimonial por pérdida de valor de tierras: \$529.50 mdp de 2014.
- Caída del valor de la producción agrícola: \$54.87 mdp de 2014.
- Caída de producto agrícola de alto valor (chiltepín): \$32.00 mdp de 2014.

Especies ganaderas

Respecto a las especies ganaderas, el SIAP reporta para los ocho municipios las siguientes: abejas, aves, bovinos, ovinos y porcinos. El comportamiento del número de especies de ganado durante el periodo 2013-2020 se ha mantenido relativamente estable y los reportes para cada municipio revelan poca variación (Figura 95). Ures es el municipio con el mayor número de especies durante todos los años, seguido por Aconchi, Arizpe, Baviácora y Huépac.

Análisis estadístico de la actividad ganadera

Para el sector ganadero, se analiza y detalla la información por municipio de las especies y productos ganaderos, inversión en cabezas de ganado, así como el volumen y valor de la producción de 2013 a 2020, para los municipios analizados.



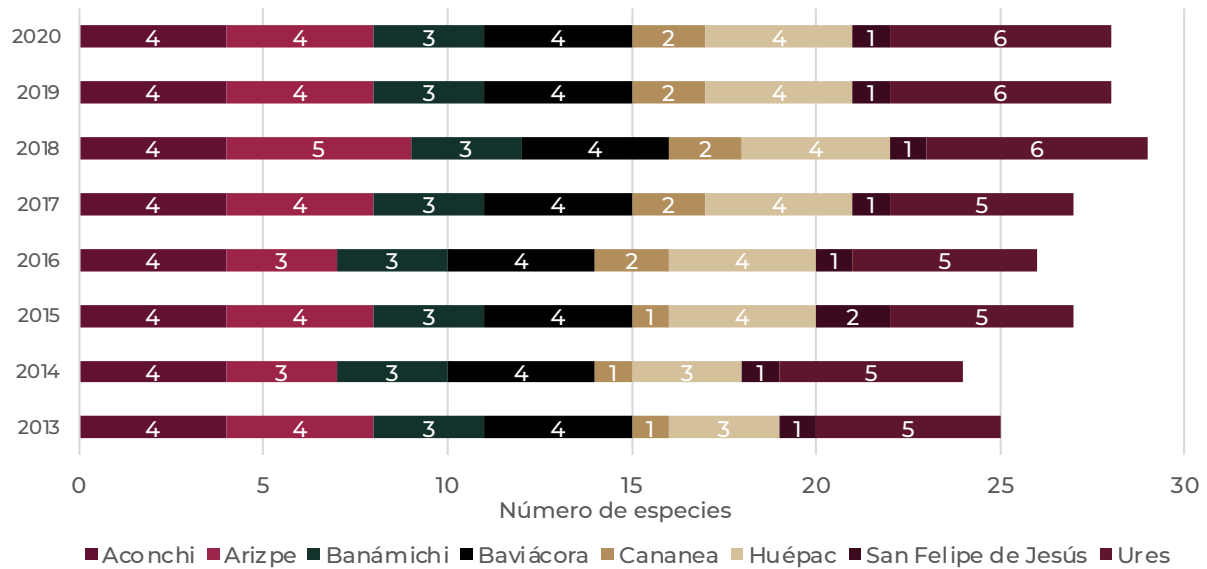


Figura 95. Número de especies por año y municipio del 2013 al 2020.

Fuente: Elaboración propia con base en SIAP (2022).

En la Tabla 37 se muestra el número de especies ganaderas en los ocho municipios afectados, en donde se puede visualizar cuántas especies se han ido perdiendo desde el 2013 al 2015, podemos señalar que respecto a las aves, bovinos y ovinos que

la producción es constante, en el caso de la abeja disminuye de 5 a 4 en los primeros años y para el tercero crece. El resto de los comportamientos son estables en la zona de estudio.

Tabla 37. Número de especies ganaderas por año durante el periodo 2013-2015 para los municipios afectados.

Especie / Año	2013	2014	2015	2013 - 2014	2014 - 2015
Abeja	5	4	6	↓	↑
Ave	1	1	1	→	→
Bovino	23	23	23	→	→
Ovino	12	12	12	→	→
Porcino	10	10	12	→	↑

Productos ganaderos

En cuanto a la distribución espacial de la producción ganadera en la región, el municipio con mayor contribución es Ures, principalmente en los derivados de ganado en pie y carne. Dadas sus características territoriales semejantes, Arizpe es el segundo municipio con producción ganadera, la carne y el ganado en pie, son las actividades que producen más derivados. Aconchi y Baviácora son

otros municipios que reportan cifras medianamente semejantes, destacan también en producción de derivados de la carne y ganado en pie y menormente en miel y leche. Cananea, por su parte, no tiene una actividad ganadera significativa, solamente reporta derivados de la carne y ganado en pie (Figura 96).

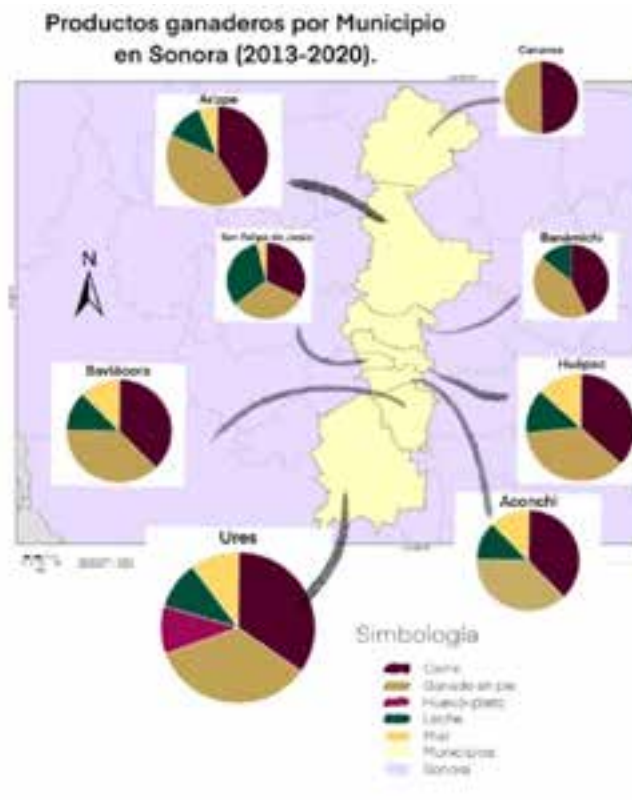


Figura 96. Productos ganaderos por municipio en Sonora durante el periodo 2013-2020.

Fuente: Elaboración propia con base en SIAP (2022).

La Tabla 38 revela la dinámica del total de productos ganaderos entre los años 2013, 2014 y 2015, donde se observa que en el caso de la miel disminuye de 2013 a 2014, para el resto de los productos el comportamiento es estable.

Tabla 38. Número de productos ganaderos durante el periodo 2013-2015 para los municipios afectados

Producto / Año	2013	2014	2015	2013 - 2014	2014 - 2015
Abeja	19	19	20	→	↗
Ave	19	19	20	→	↗
Bovino	1	1	1	→	→
Ovino	7	7	7	→	→
Porcino	5	4	6	↘	↗

Fuente: Elaboración propia con base en SIAP (2022).

Respecto a los municipios, la dinámica temporal de los productos ganaderos también es medianamente estable, los municipios más estables

son Banámichi y Huépac, el primero mantiene 7 productos durante todo el periodo, mientras que Huépac mantiene 8 (Figura 97).

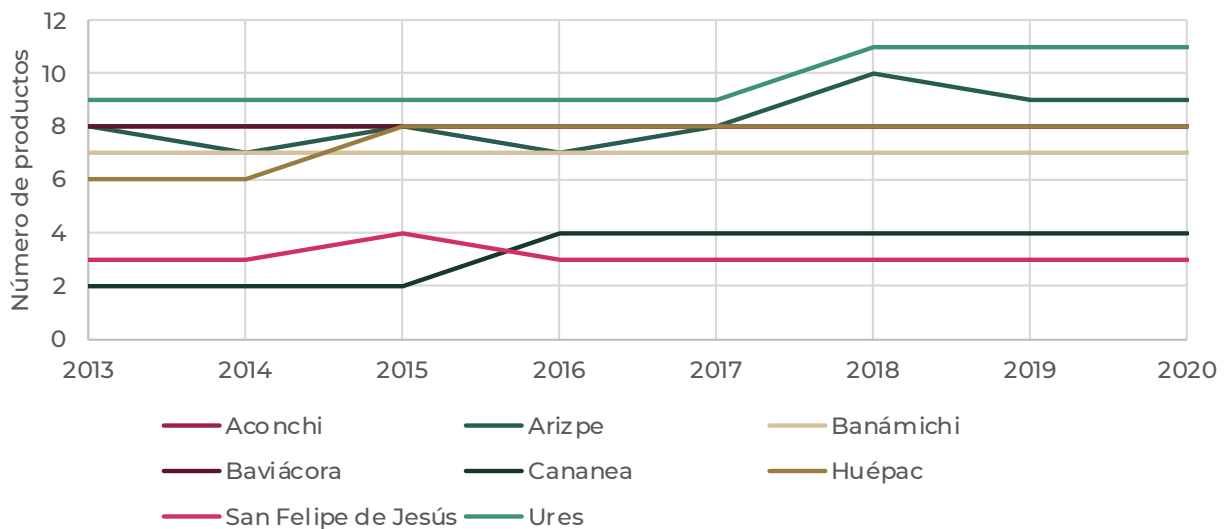


Figura 97. Número de productos ganaderos anuales por año y municipio desde el 2013 al 2020.

Fuente: Elaboración propia con base en SIAP (2022).

Inversión en cabezas de ganado

Como parte de la realización del análisis económico presentado, se realizaron solicitudes de información entre 2022 y 2023 en relación con el número de cabezas de ganado anual por tipo para el periodo 2010-2020 en los ocho municipios afectados. A continuación, se resume la información obtenida:

- La información proporcionada por parte del SIAP de la SADER engloba la población de 2010 a 2020 de aves, bovinos, caprinos, guajolotes, ovinos, porcinos y abejas a nivel estatal para Sonora, es decir, no se encuentra desagregada por municipio.
- Por su parte, la información recibida por parte de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Recursos Hidráulicos, Pesca y Acuicultura



(SAGARHPA; 2023) del Estado de Sonora en global la población de 2010 a 2020 de bovinos, porcinos, equinos, caprinos, mulares, asnales y ovinos a nivel municipal para los ocho municipios analizados.

- Por otro lado, el Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta (SIACON; 2023) del SIAP, disponible en línea, presenta información al respecto, pero que no guarda consistencia con los volúmenes de la fuente anterior.

Las tres fuentes de datos presentan una disparidad en el número y características de la información recibida, con lo que se limita la posibilidad de desarrollar análisis confiables y a profundidad. En este sentido, un punto muy importante para considerar es que las estadísticas agrícolas y pecuarias no recolectan información de todas las actividades a pequeña escala, de autoconsumo ni de traspasamiento, por lo que debe reconocerse las severas restricciones de esta información y la necesidad de complementarla con información primaria.

A este aspecto, Lamberti (2018) documenta que posterior al derrame la entonces SAGARPA (ahora SADER) realizó un levantamiento de campo en el cual observó una merma generalizada de la

economía del sector debida a la disminución de los precios de los productos (porque se había difundido que era riesgoso consumir los productos de la región), y estableció que estimaba, entre otros puntos, alrededor de 72,755 cabezas de ganado bovino afectadas. Por otro lado, se identificó que la prensa señalaba un total de 111,514 cabezas de ganado bovino afectadas (Uniradio Noticias, 2014). Para estimar el valor de la pérdida de la inversión en cabezas, se tomó como dato de referencia las 72,755 cabezas de ganado bovino.

Asimismo, se obtuvieron los precios de venta de ganado de pie promedio, por municipio del Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados (SNIIM, 2022). Con esta información se obtuvieron los siguientes costos por cabeza de bovino a valor de 2020: \$22,311.32 pesos. Cabe mencionar que las compensaciones por medio del Fideicomiso solo fueron de \$400 pesos por cabeza de ganado.

Finalmente, en la Tabla 39 se obtiene que el valor económico de las cabezas de ganado perdidas asciende a **\$1,623.26 mdp (en precios de 2022)**.

Tabla 39. Pérdida económica en cabezas de ganado en los municipios afectados

Escenario	Número de cabezas de ganado perdidas	Pérdidas calculadas (pesos de 2022)
SAGARPA y FRS (Lamberti)	72,755	\$1,623,260,087.00

Fuente: Elaboración propia con base en SNIIM (2022); SIAP (2022); Lamberti (2018); Uniradio Noticias (2014).





Volumen de la producción

Durante el periodo 2013-2020 el volumen de producción en los municipios muestra una tasa de crecimiento anual promedio de 2.4%, sin embargo, esta demuestra signos negativos en los años 2014,

2017 y 2020. Los municipios que contribuyeron principalmente a la producción pecuaria a lo largo del periodo fueron Ures, Arizpe, Baviácora con 35%, 19% y 14%, respectivamente (Figura 98).

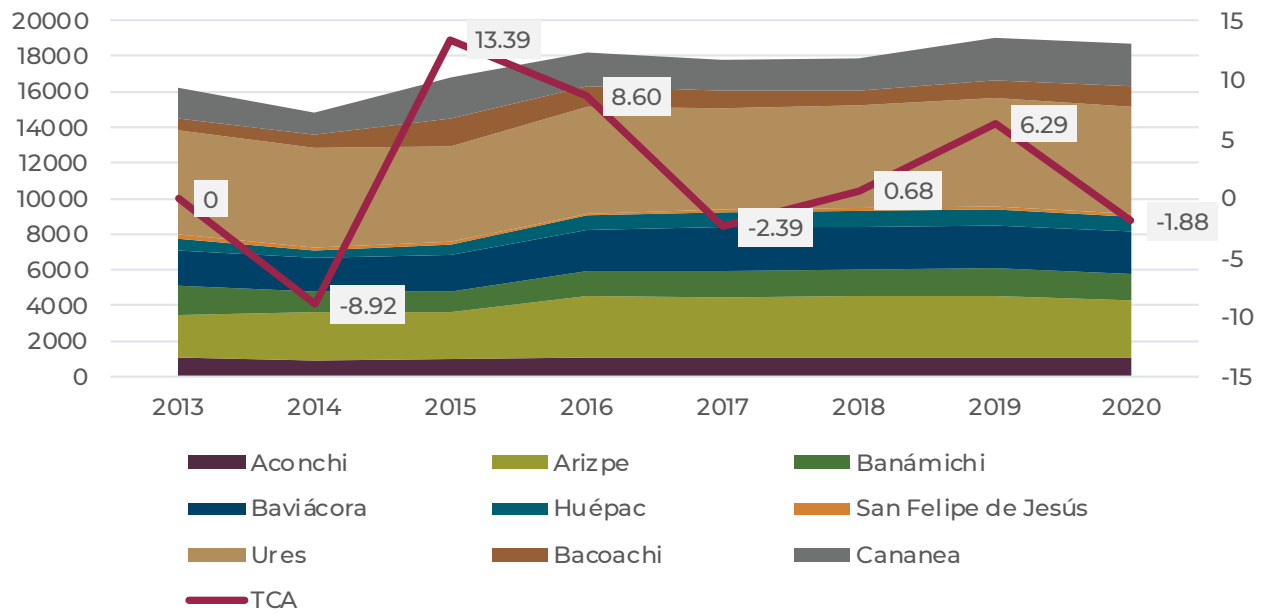


Figura 98. Volumen de la producción pecuaria en los municipios seleccionados (número de cabezas).

Fuente: Elaboración propia basado en SIAP (2022).
Nota: TCA (Tasa de Crecimiento Anual).

Revisando la información detallada por municipio, se muestran caídas evidentes de 2013 a 2014 en Cananea, Baviácora, Banámichi, Aconchi, San Felipe de Jesús y Huépac, con un total de 729,306 toneladas perdidas. Para 2015 no se observan variaciones destacadas (Figura 99).

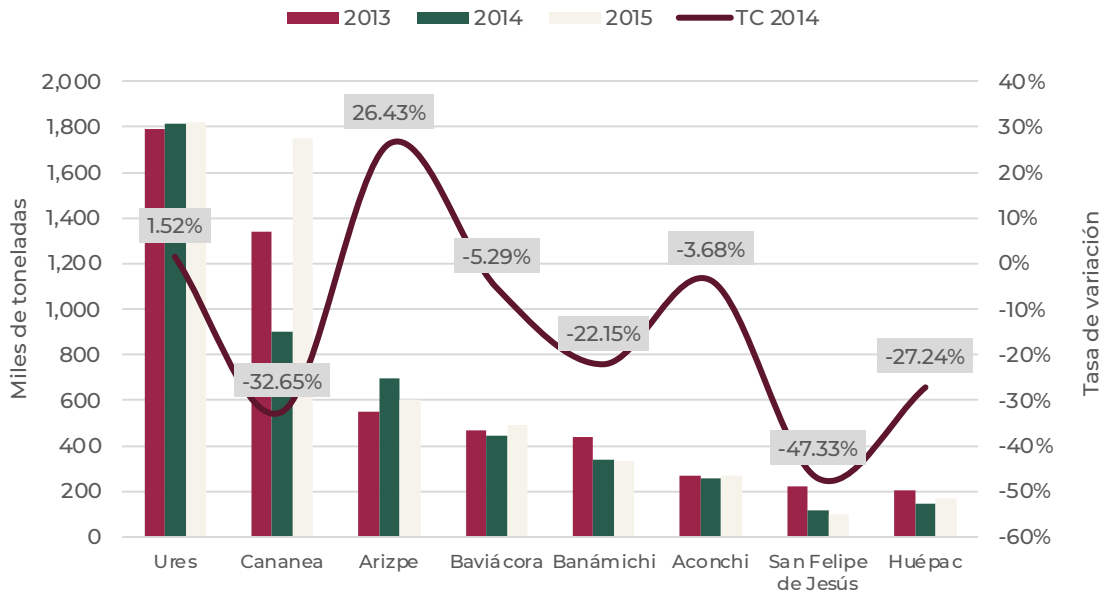


Figura 99. Volumen de producción municipal durante el periodo 2013-2015.

Fuente: Elaboración propia con base en SIAP (2022).

Valor de la producción

Los municipios que han contribuido al valor de la producción pecuaria durante el periodo de análisis han sido Ures, Arizpe y Baviácora. De igual manera,

se estima que de 2013 a 2014 el valor total de los municipios seleccionados presentó un incremento de 19.1% (Figura 100).

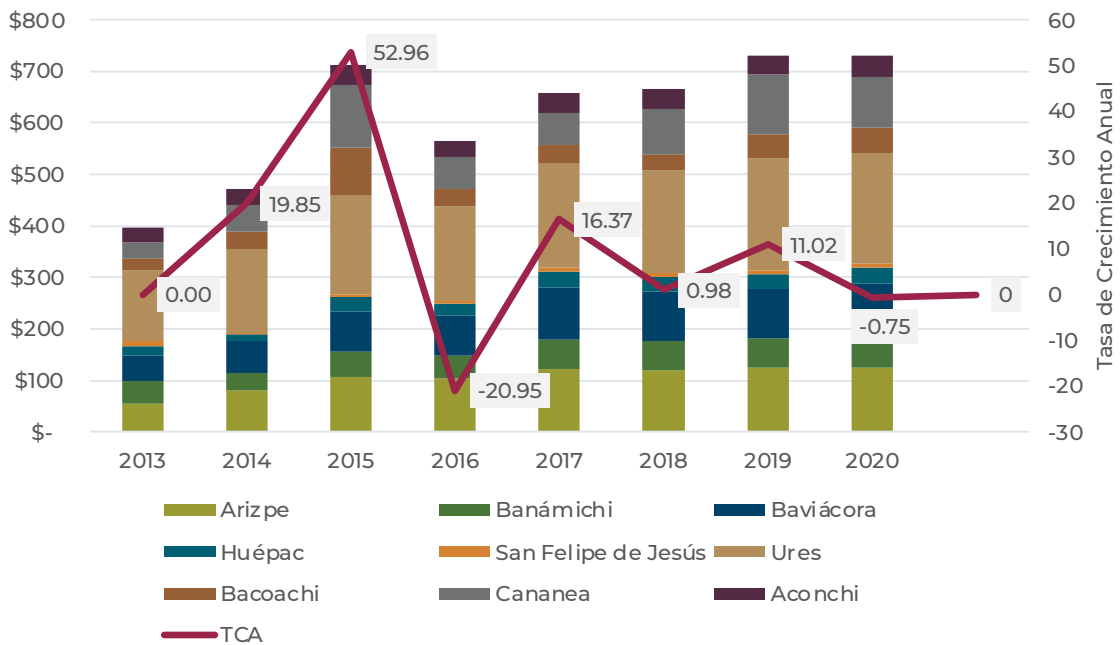


Figura 100. Valor de la producción pecuaria en los municipios seleccionados (en miles de pesos).

Fuente: Elaboración propia basado en SIAP (2022).





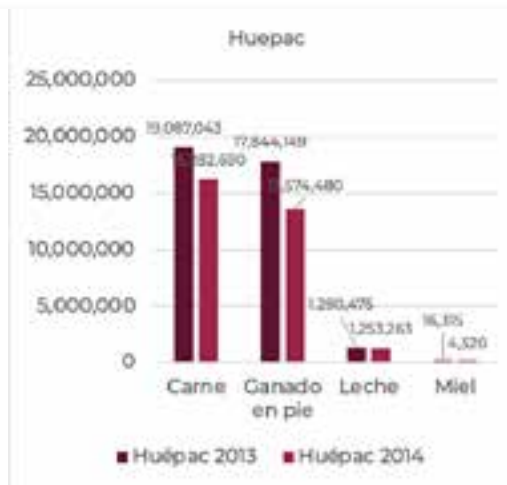
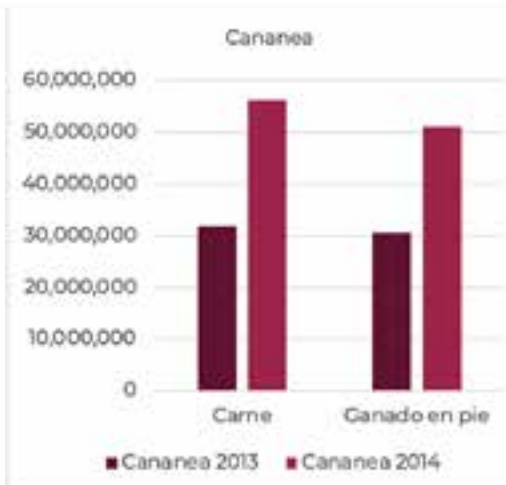
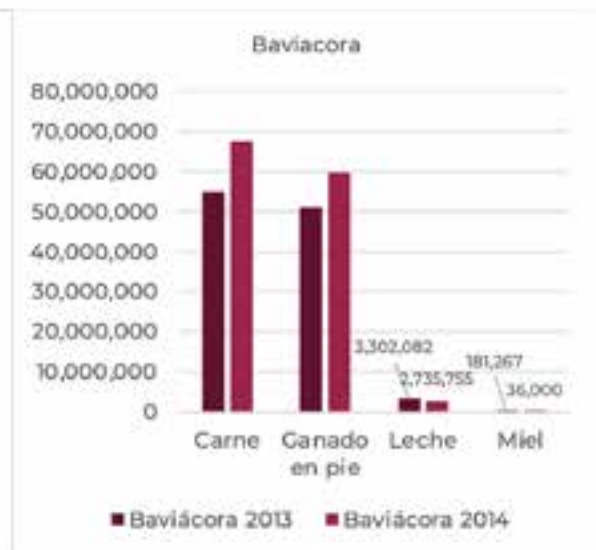
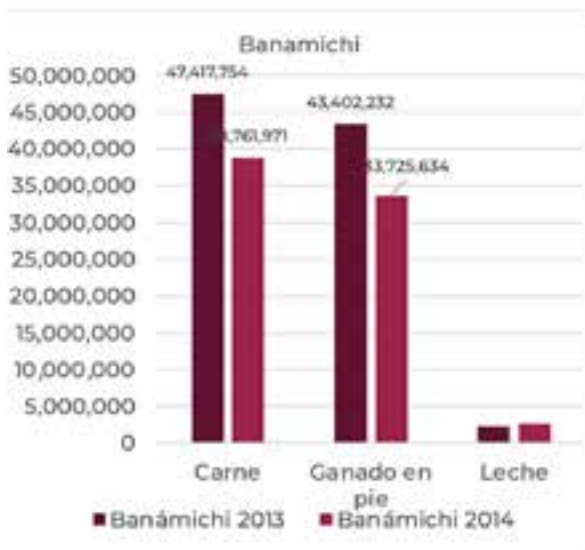
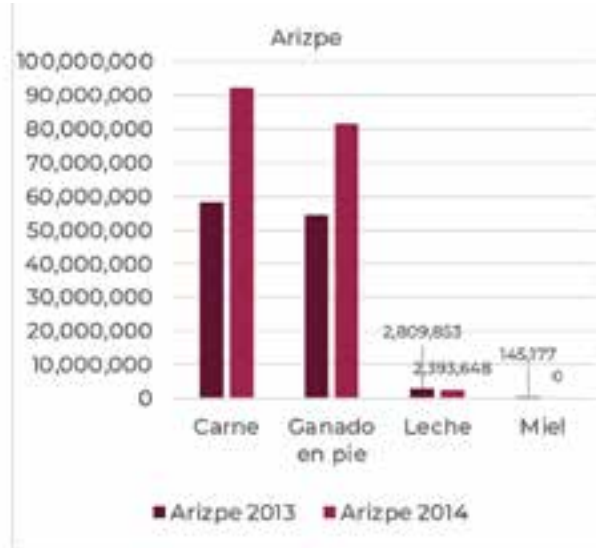
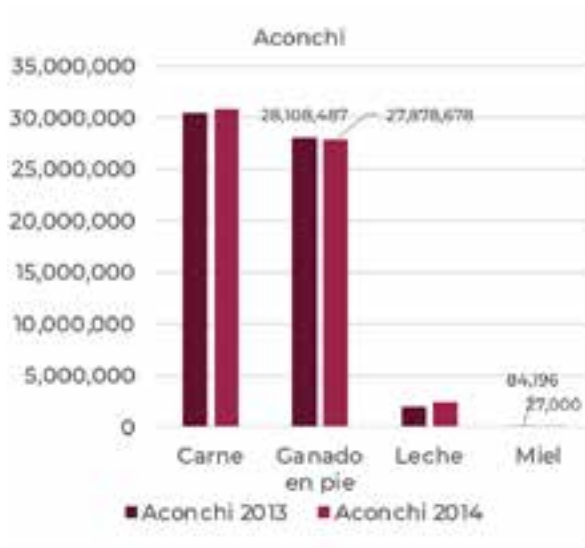
Sin embargo, al revisar a nivel municipal, para el mismo periodo, se encuentra que los municipios de Banámichi, Huépac y San Felipe de Jesús reportaron pérdidas de entre 22% y 61%. Asimismo, para el periodo 2015-2016, se observa una disminución en el valor de la producción en todos los municipios seleccionados, siendo Bacoachi (de nuevo), Cananea y Aconchi los más afectados con pérdidas del 64%, 50% y 12% en el valor de su producción (Tabla 40).

Dado que estos valores no reflejan las variaciones por producto y con el fin de contar con un refinamiento de las pérdidas en el sector ganadero, se analizaron los valores de la producción por municipio y por productos, en lo que respecta a carne, ganado, leche y miel, de 2013 a 2014 (Figura 101).

Tabla 40. Pérdidas estimadas en el sector pecuario para el periodo 2013-2014.

Clave del sitio	2013 (pesos)	2014 (pesos)	Pérdidas estimadas (2013-2014) (pesos)	2015 (pesos)	2016 (pesos)	Pérdidas estimadas (2015-2016) (pesos)
Aconchi	\$28,108	\$30,838		\$38,514	\$33,889	\$4,625
Arizpe	\$54,434	\$81,764		\$105,622	\$104,320	\$1,302
Banámichi	\$43,402	\$33,726		\$48,927	\$44,576	\$4,351
Baviácora	\$51,155	\$59,756	\$9,677	\$79,737	\$75,933	\$3,804
Huépac	\$17,844	\$13,574		\$27,568	\$25,009	\$2,559
San Felipe de Jesús	\$9,037	\$3,513	\$4,270	\$5,055	\$4,695	\$360
Ures	\$137,593	\$161,656	\$5,524	\$190,730	\$183,460	\$7,270
Bacoachi	\$23,338	\$35,402		\$94,175	\$34,195	\$59,980
Cananea	\$30,687	\$51,04		\$121,871	\$60,328	\$61,543
Total	\$395,598	\$471,270	\$19,470	\$712,200	\$566,404	\$145,795

Fuente: Elaboración propia basado en SIAP (2022).



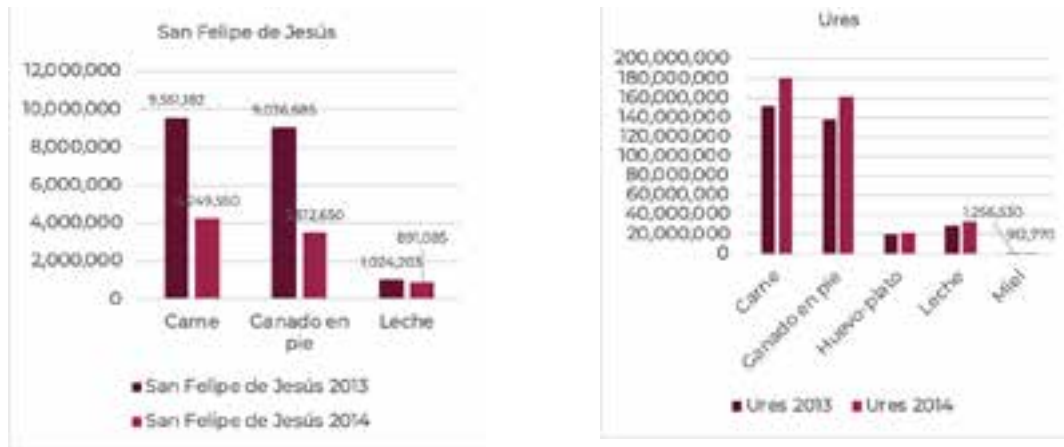


Figura 101. Valor de la producción por producto y municipio del periodo 2013-2014 (en miles de pesos).

Fuente: Elaboración propia con base en SIAP (2022).

El municipio con mayores pérdidas fue Banámichi con aproximadamente \$18 mdp, seguido por San Felipe de Jesús y Huépac con \$10 mdp y \$7 mdp respectivamente. En resumen (Tabla 41), las afecta

ciones en el valor de la producción ganadera se valoran en aproximadamente **\$38.31 mdp (en precios de 2014)**.

Tabla 41. Pérdidas en el valor de la producción por municipio y producto, en el periodo 2013-2014.

Municipio	2013 (pesos)	Pérdidas 2013-2014
Aconchi	Ganado, miel	-\$287,005.00
Arízpe	Leche, miel	-\$561,382.00
Banámichi	Carne, ganado	-\$18,332,381.00
Baviácora	Leche, miel	-\$711,594.00
Cananea	nd	nd
Huépac	Carne, ganado, leche, miel	-\$7,123,029.00
San Felipe de Jesús	Carne, ganado, leche	-\$10,958,785.00
Ures	Miel	-\$343,760.00
Total		-\$38,317,936.00

Fuente: Elaboración propia con base en SIAP (2022).
Nota: nd = datos no disponibles.



Resumen de las pérdidas ganaderas (en millones de pesos corrientes)

- Inversión perdida en cabezas de ganado afectado: \$1,623.26 mdp de 2022.
- Caída del valor de la producción pecuaria: \$38.31 mdp de 2014.

Resumen de daños del sector agropecuario

Derivado de este análisis sobre las pérdidas económicas en el sector agrícola y ganadero derivadas del derrame de 2014 en los ríos Sonora y Bacanuchi, es posible concluir que es complejo extender el análisis más allá de 2015, pero se dispone de información a detalle respecto a los productos agropecuarios y municipios impactados, lo que permite identificar un importante problema en la seguridad alimentaria y los medios de vida de la región impactada.

Asimismo, este análisis confirma los resultados en términos de la caída del valor de la producción ganadera y agrícola en los municipios afectados. Aunque si bien, es necesario tomar en cuenta la naturaleza de la información estadística, ya que esta no reporta las actividades de autoconsumo familiar y la producción de pequeña escala.

A continuación, se presentan las afectaciones en el sector agropecuario en conjunto, las cuales ascienden a alrededor de **\$2,289.05 mdp a precios corrientes**, correspondientes a **\$627.48 a precios corrientes mdp** por pérdidas en el sector agrícola y a **\$1,661.58 mdp a precios corrientes** para el sector pecuario, las cuales corresponden al 27% y al 73% respectivamente (Ver Tabla 42).

Finalmente, se tiene documentado que el mercado regional cerró las puertas a los productos locales, como leche, quesos y un sinnúmero de hortalizas y frutas, previendo que estaban contaminados por metales tóxicos. Esto coincide con testimonios de habitantes de las zonas impactadas por el derrame, pues señalan que se han visto afectados por las pérdidas en la producción y la reducción en la venta de lácteos, verduras y frutas, debido a la desconfianza de los consumidores por la posible contaminación de estos. Se considera, además, que esta situación afectó los ingresos de por lo menos un miembro de cada hogar (INECC, 2022a).

Tabla 42. Resultados de las afectaciones económicas en el sector agropecuario.

Sector	2013 (pesos)	Total por concepto (pesos)	
Sector agrícola	Inversión perdida en ha siniestradas	\$11,103,322.40	\$627,475,278.53
	Daño patrimonial por pérdida de valor de tierras	\$529,500,000.00	
	Caída del valor de la producción agrícola	\$54,871,956.13	
	Caída de producto agrícola de alto valor (chiltepín)	\$32,000,000.00	
Sector ganadero	Inversión perdida en cabezas de ganado afectado	\$1,623,260,087.00	\$1,661,578,023.00
	Caída del valor de la producción pecuaria	\$38,317,936.00	
Total			\$2,289,053,301.53

Fuente: Elaboración propia.





Esta información contribuye al análisis de las afectaciones en el sector agropecuario, las cuales a su vez tienen impactos en los ingresos de la población, la seguridad alimentaria y medios de vida de las comunidades.

Nota: Los resultados resumidos y traídos a valor presente de esta sección se presentan en el apartado de resultados y conclusiones.

Pérdidas económicas en otros sectores de la economía

Existen diversos ejercicios para la estimación de pérdidas en los sectores secundario y terciario de la economía. En un primer momento, la Secretaría de Economía realizó una estimación sobre la compensación en este sector calculando el resultado de restar las ventas después del derrame al total de ventas promedio antes de ocurrido el suceso. Esta estimación se basó en un censo en que estimó el universo inmediato de atención de 1,426 Unidades

Económicas de los siguientes sectores: 675 comerciantes, 361 industriales y 390 prestadores de servicios⁹, y estableció que debería darse una compensación mínima de \$14,583 pesos que representa el Producto Interno Bruto (PIB) per cápita mensual estatal; no consideró el salario mínimo porque en la región afectada los salarios son mucho mayores que el mínimo¹⁰ (Lamberti, 2018).

Finalmente, de acuerdo con FUNDAR (2018), el Fideicomiso Río Sonora otorgó un monto de \$150.9 mdp, correspondiente al 25% del monto total del Fideicomiso, a 6,303 Unidades Económicas¹¹ en los municipios de Ures, Arizpe y Baviácora, durante el periodo de septiembre de 2014 a enero de 2016, sin considerar a los demás municipios (Ver Tabla 43).

Tabla 43. Distribución de los recursos del Fideicomiso a nivel municipal.

Municipios	Unidades Económicas	Monto asignado a las Unidades Económicas (mdp)
Ures	3,191	\$103.20
Arizpe	1,648	\$25.30
Baviácora	1,464	\$22.40
Aconchi	N/D	N/D
Banámichi	N/D	N/D
Huépac	N/D	N/D
San Felipe de Jesús	N/D	N/D
Cananea	N/D	N/D
Total	6,303	\$150.90

Fuente: Elaboración propia con información de FUNDAR (2018). Nota: N/D = No disponible.

9 Por otro lado, de acuerdo con el ITSON (2014) se identificó que el derrame ocasionó un impacto social en 27 hoteles o casas de hospedaje, 60 restaurantes, 11 balnearios y 17 puntos turísticos en los municipios afectados, entre otras afectaciones, los cuales dejaron de funcionar o no fueron visitados por miedo a verse afectados. Dicho estudio estima que el impacto económico en los servicios turísticos representó una pérdida anual de \$33,000,000 pesos. En relación con estas actividades turísticas, fueron reactivadas cuatro años después del derrame, actualmente el Gobierno del Estado de Sonora cuenta con un recorrido a los municipios aledaños al río, la ruta inicia en el municipio de Ures, prosigue a Baviácora y Aconchi donde se visitan las aguas termales, continúa en Huépac, Banámichi, Arizpe, Bacoachi, para finalmente pasar por Cananea; la mayoría de las actividades se basan en la historia de los municipios y su arquitectura, sin embargo, una de las actividades del

recorrido sugiere visualizar el río a través del puente de San Felipe de Jesús, la mayoría de las rutas realizan el mismo recorrido (Comisión del Fomento al Turismo, 2022).

10 De acuerdo con la Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE) del INEGI (s/a) para Sonora el porcentaje de personas ocupadas que tuvieron un ingreso de hasta 3 salarios mínimos pasó de 58% en 2008 a 67% en 2014. El salario mínimo para este año fue de \$1,976, por lo que el monto de la compensación cubriría al menos 7.3 salarios mínimos.

11 De acuerdo con información de los Censos Económicos de 2008 y 2014 a nivel estatal se registró una disminución en el número de unidades económicas de 107,723 a 90,642 correspondiente a una disminución del 15.8%. Asimismo, se presentó una disminución en el personal ocupado, pasando de 738,403 y 619,690, con una caída del 16.07%.



En vista de que el patrimonio del Fideicomiso fue destinado, en mayor medida, a las zonas de Ures, Arizpe y Baviácora, es importante conocer el número de Unidades Económicas que no fueron contabilizadas de los otros municipios para estimar los posibles costos adicionales en estas zonas, con el propósito de complementar el análisis. De acuerdo con el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE) del INEGI (2015b), existen cuando menos 2,069 Unidades Económicas formales (excluyendo las correspondientes a los sectores minero y agropecuario) en el resto de los municipios que no recibieron algún recurso por parte del Fideicomiso.

Si estas unidades no atendidas hubieran recibido cuando menos los \$14,583 empleados para las compensaciones mínimas por el Fideicomiso, el desembolso adicional hubiera ascendido a \$22 mdp. Por lo que, con estos valores, los montos que se debieron otorgar en total a estos sectores de la

economía ascienden a **\$172.90 mdp (en precios de 2014)**.

A pesar de estos cálculos iniciales, se requiere disponer de información primaria sobre las afectaciones durante los años siguientes en cada unidad productiva, así como sus cadenas de valor y sectores transversales como el transporte.

Nota: Los resultados resumidos y traídos a valor presente de esta sección se presentan en el apartado de resultados y conclusiones. Daños en la salud física y mental y otros gastos en salud

Generalidades sobre morbilidad en el estado

Respecto al estado actual del sector público de salud en el estado de Sonora, y que compete a los ocho municipios de este análisis, se detalla a continuación su conformación (Ver Tabla 44).

Tabla 44. Infraestructura pública en salud de Sonora.

Municipios	Número de unidades médicas	Distribución de las unidades médicas y nivel de operación
Jurisdicción Sanitaria I - Hermosillo		
Coordinación Médica Local 02 Ures		
Aconchi	2	(1) Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) (1) Servicios de Salud de Sonora (SSS) *Todos de consulta externa
Banámichi	1	(1) Servicios de Salud de Sonora (SSS) *De consulta externa
Baviácora	3	(1) Instituto de Seguridad y Servicios Sociales para los Trabajadores del Estado (ISSSTE) (2) Servicios de Salud de Sonora (SSS) *Todos de consulta externa
Huépac	2	(1) Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado de Sonora (ISSSTESON) (1) Servicios de Salud de Sonora (SSS) *Todos de consulta externa
San Felipe de Jesús	1	(1) Servicios de Salud de Sonora (SSS) *De consulta externa
Ures	6	(1) Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) (1) Instituto de Seguridad y Servicios Sociales para los Trabajadores del Estado (ISSSTE) (1) Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado de Sonora (ISSSTESON) (3) Servicios de Salud de Sonora (SSS) *5 de consulta externa y 1 de hospitalización general (SSS)
Jurisdicción Sanitaria III - Santa Ana		
Coordinación Médica Local 11 Cananea		
Arizpe	3	(3) Servicios de Salud de Sonora (SSS) *Todos de consulta externa
Cananea	8	(1) Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) (1) Instituto de Seguridad y Servicios Sociales para los Trabajadores del Estado (ISSSTE) (1) Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado de Sonora (ISSSTESON) (5) Servicios de Salud de Sonora (SSS) *7 de consulta externa y 1 de hospitalización general (SSS)

Fuente: Elaboración propia con base en SSP-SES (2020).

Nota: Operación al 31 de diciembre de 2019.





En la Figura 102, se muestra la distribución de las cinco principales causas de morbilidad en Sonora, de acuerdo con los diagnósticos de 2013-2020, en donde resalta el rubro de infecciones respiratorias agudas para dicho periodo.

Respecto al costo de sesiones practicadas de quimioterapia y radioterapia aplicadas en la Jurisdicción Sanitaria I - Hermosillo y en la Jurisdicción Sanitaria III - Santa Ana de Sonora que comprenden los ocho municipios de este análisis, a continuación, se detalla para el periodo 2013-2019, y que arroja un costo total de \$383,771,112 pesos (Ver Tabla 45).

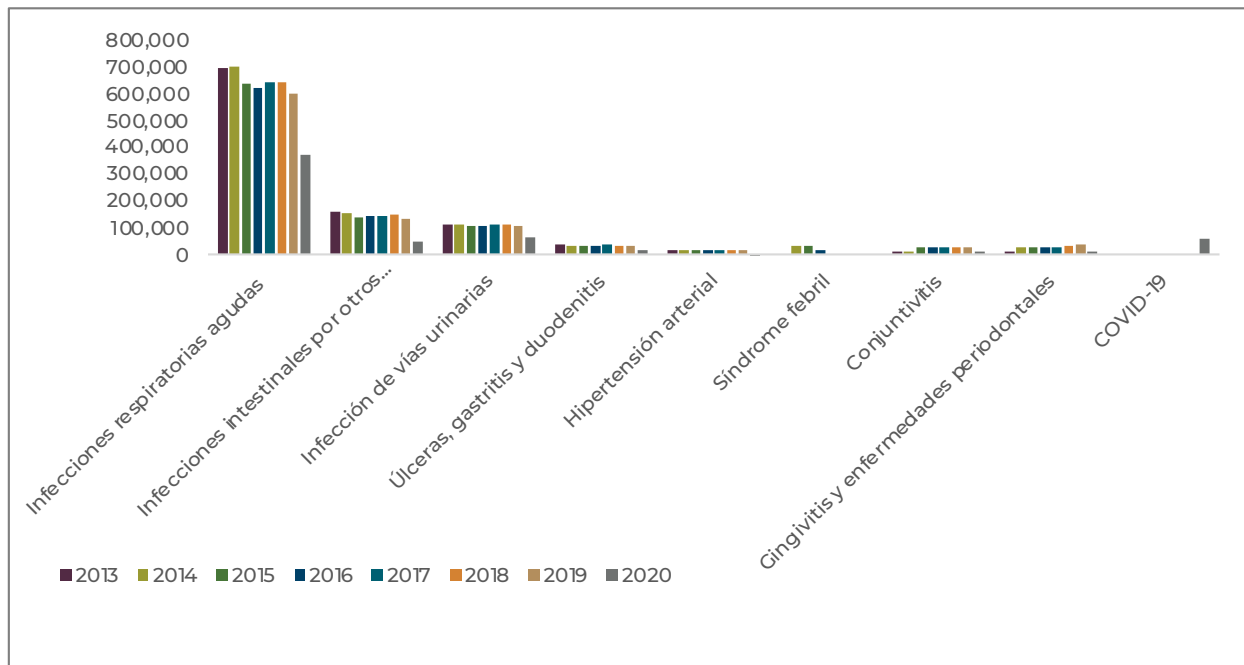


Figura 102. Casos nuevos de enfermedades registrados en las instituciones del sector público de salud en Sonora de 2013 a 2020.

Fuente: Elaboración propia con base en SALUD (2022).



Tabla 45. Costo asociado a sesiones de quimioterapia y radioterapia practicadas en los servicios de salud en Sonora de 2013 a 2019 en las Jurisdicciones Sanitarias I y III.

Año	Sesiones por Jurisdicción Sanitaria	Jurisdicción Sanitaria I - Hermosillo	Jurisdicción Sanitaria III - Santa Ana	Total (pesos)
2013 (pesos)	Quimioterapia	2,667	S/D	\$2,667.00
	Radioterapia	16,971	S/D	\$16,971.00
2014 (pesos)	Quimioterapia	3,375	S/D	\$3,375.00
	Radioterapia	16,000	S/D	\$16,000.00
2016 (pesos)	Quimioterapia	3,607	S/D	\$3,607.00
	Radioterapia	14,325	S/D	\$14,325.00
2017 (pesos)	Quimioterapia	3,410	S/D	\$3,410.00
	Radioterapia	13,244	S/D	\$13,244.00
2018 (pesos)	Quimioterapia	3,048	S/D	\$3,048.00
	Radioterapia	11,234	S/D	\$11,234.00
2019 (pesos)	Quimioterapia	3,078	S/D	\$3,078.00
	Radioterapia	13,410	S/D	\$13,410.00
Costo por sesión del periodo (pesos)	Costo quimioterapia			\$140,741,160.00
	Costo radioterapia			\$243,029,952.00

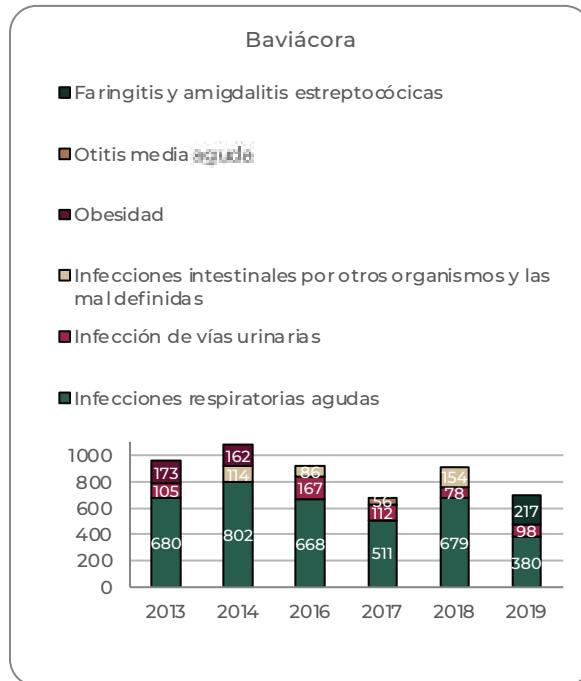
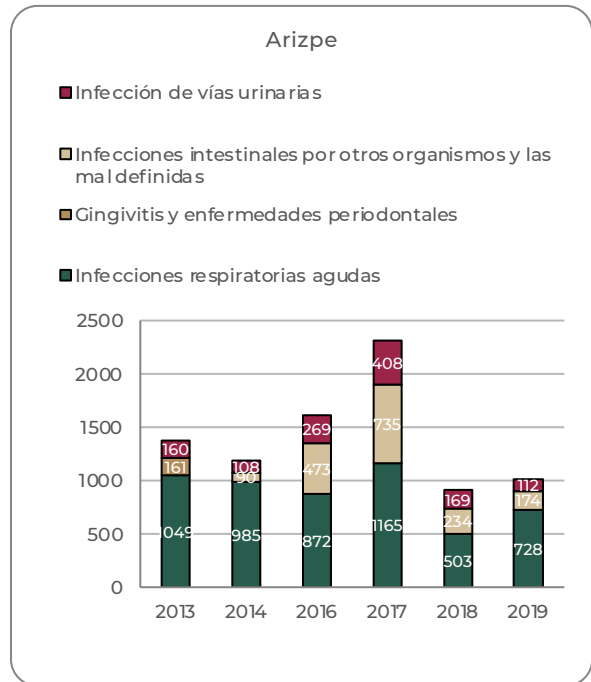
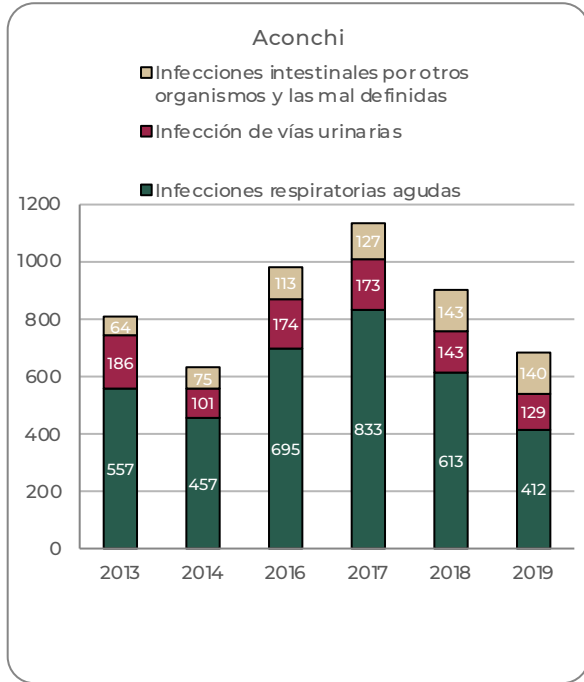
Fuente: Elaboración propia con base en SSP-SES (2014); (2015); (2017); (2018); (2019); (2020); DOF (2021a).

Nota: S/D = Sin dato. N/A = No aplica. Considerando que la unidad médica de hospitalización especializada más cercana a los municipios seleccionados se ubica en el de Hermosillo, y tomando en cuenta la agrupación de las Jurisdicciones Sanitarias en el estado.

Asimismo, sobre las tres principales causas por enfermedad para la Jurisdicción Sanitaria I - Hermosillo y la Jurisdicción Sanitaria III - Santa Ana de Sonora que comprenden los ocho municipios de este análisis, a continuación, se detalla para el periodo 2013-2019 a nivel municipal.

A continuación, se presenta el análisis de las principales causas de enfermedad a nivel municipal de acuerdo con los servicios de salud en Sonora de 2013 a 2019. Donde se puede observar que, para cada uno de los ocho municipios afectados, la principal causa de enfermedad son las infecciones respiratorias agudas, como en el caso estatal presentado previamente (Figura 103).

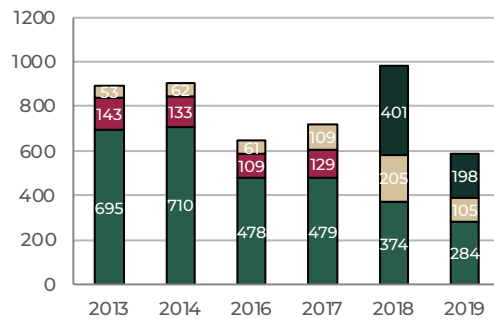






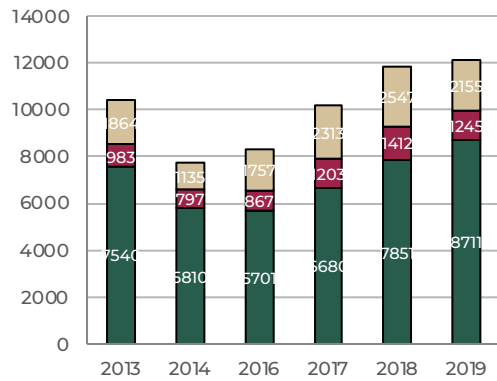
Banámichi

- Faringitis y amigdalitis estreptoocóicas
- Infecciones intestinales por otros organismos y las mal definidas
- Infección de vías urinarias
- Infecciones respiratorias agudas



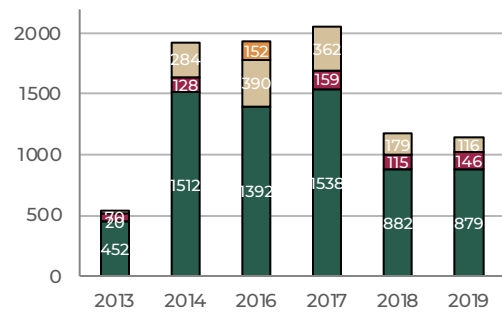
Cananea

- Infecciones intestinales por otros organismos y las mal definidas
- Infección de vías urinarias
- Infecciones respiratorias agudas



Huépac

- Úlceras, gastritis y duodenitis
- Infecciones intestinales por otros organismos y las mal definidas
- Infección de vías urinarias
- Infecciones respiratorias agudas



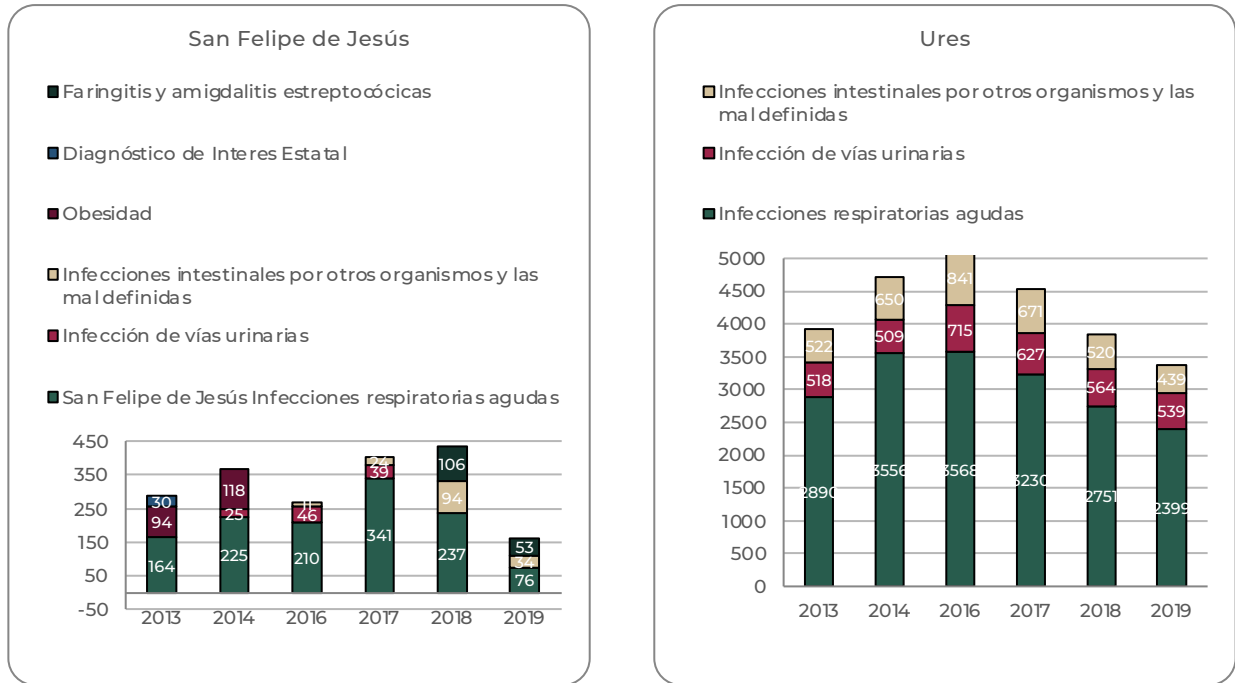


Figura 103. Análisis de las principales causas de enfermedad a nivel municipal de acuerdo con los servicios de salud en Sonora de 2013 a 2019, número de casos.

Fuente: Elaboración propia con datos de SSP-SES (2014); (2015); (2017); (2018); (2019); (2020).

De acuerdo con Cruz et al. (2017), existe una relación de moderada a fuerte entre las infecciones respiratorias agudas y el cobre en Hermosillo, Sonora, posiblemente asociada con la permanente presencia de este metal en el aire ambiente y su capacidad de irritación de nariz y garganta.

Análisis en los municipios afectados en términos de salud

La Tabla 46. Costo unitario anual de tratamiento para el cáncer u otras afectaciones en los municipios afectados de la cohorte de 2016. muestra el costo unitario anual de tratamiento para el cáncer u otras afectaciones a la salud que podrían derivar de la exposición a metales pesados de las 381 personas identificadas en agosto de 2016 (CCRS-PODER, s/a) de los ocho municipios de este análisis, considerando un límite mínimo en una institución de salud pública, de acuerdo con datos del Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) y un límite máximo en una institución de sa-

lud privada, de acuerdo con información del sector asegurador en México, así como información de la media a manera comparativa. El monto máximo es de \$1,018.23 mdp anuales (a precios de 2019) para las personas afectadas de acuerdo con los datos de 2016, lo que representa un total de 2016 a 2022 de **\$7,328.73 mdp a precios corrientes** (las cifras en valor presente se muestran en la sección de resultados finales y conclusiones).



Tabla 46. Costo unitario anual de tratamiento para el cáncer u otras afectaciones en los municipios afectados de la cohorte de 2016.

Concepto del impacto y descripción	Municipio(s), zona y/o población	Costo unitario (pesos 2019)	Monto total anual estimado (pesos 2019)
Afectaciones a la salud de las personas, que presentaron desechos tóxicos en sangre y orina, y habrían sido afectadas.	381 personas. 8 municipios de Sonora: Aconchi, Arizpe, Banámichi, Cananea, Huépac, San Felipe de Jesús, Baviácora y Ures. (Número de personas a agosto de 2016). Enfermedades de la piel, renales, cardiovasculares y oculares, cáncer, etc.	Atención en unidades de primer nivel: \$969.00 Consulta de Medicina Familiar ¹ \$122.00 Estudio de Laboratorio Clínico Atención en unidades de segundo nivel: \$1,559.00 Consulta de Especialidades ² \$1,164.00 Estudio de Medicina Nuclear \$454.00 Estudio de Radiodiagnóstico Atención en unidades de tercer nivel: \$2,461.00 Consulta de Especialidades ² \$7,336.00 Sesión de Quimioterapia \$2,853.00 Sesión de Radioterapia \$48,143.00 Intervención Quirúrgica \$10,761.00 Día paciente en Hospitalización Costo unitario anual total \$75,822.00	\$28,888,182.00 límite mínimo anual
		Costo unitario promedio anual considerando cáncer o tumores durante 2019 \$2,672,523.00	\$1,018,231,263.00 límite máximo anual

Fuente: Elaboración propia con base en CCRS-PODER (s/a); (2018); DOF (2021a); FORBES (2021).

Durante 2022 el Centro Nacional de Programas Preventivos y Control de Enfermedades (CENAPRECE) realizó el levantamiento de información y la integración de diagnósticos de salud, en ocho municipios afectados por el derrame, considerando Bacanuchi, Arizpe, Banámichi, Huépac, Aconchi, Baviácora, Ures y Hermosillo Rural.

De este ejercicio resultó un total de 705 casos con plomo en la sangre y sintomatología asociadas a la exposición ambiental, los cuales requieren atención inmediata y algunos tratamientos de por vida, sobre todo aquellos vinculados con arsenicosis, cáncer de piel y riñón. De este grupo de 705 personas, 62 corresponden a la cohorte anteriormente identificada de 381 (2016), por lo que es importante cuantificar los costos base de tratamiento médico necesario para este nuevo grupo de 643 personas (Tabla 47).





Tabla 47. Costo unitario anual de tratamiento para el cáncer u otras afectaciones en los municipios afectados de la cohorte de 2022.

Concepto del impacto y descripción	Municipio(s), zona y/o población	Costo unitario (pesos 2022)	Monto total anual estimado (pesos 2022)
Afectaciones por plomo en la sangre y sintomatología asociadas a la exposición ambiental.	643 personas. 8 municipios de Sonora: Bacanuchi, Arizpe, Banámichi, Huépac, Aconchi, Baviácora, Ures y Hermosillo Rural. (Número de personas a abril de 2022).	Atención en unidades de primer nivel (mismos datos que la tabla anterior) Costo unitario anual total \$75,822.00	\$48,753,546.00 límite mínimo anual
	Enfermedades vinculadas con arsenicosis, cáncer de piel y riñón.	Costo unitario promedio anual considerando cáncer o tumores (mismos datos que la tabla anterior) \$2,672,523.00	\$1,718,432,289.00 límite máximo anual

Fuente: Elaboración propia con base en CENAPRECE (2022); DOF (2021a); FORBES (2021).

Los costos de tratamiento de este grupo de 643 personas ascienden a un monto máximo de \$1,718.43 mdp (en precios de 2022) para las personas afectadas con datos de dicho año, lo que reafirma la urgencia de atención de los riesgos de sufrir daños severos a la salud en las poblaciones humanas que habitan en estos municipios y que se encuentran crónicamente expuestas a dicho entorno contaminado.

A partir de los datos de las siguientes tablas (Tabla 48. Gastos médicos debido a infecciones respiratorias agudas para el periodo 2014-2016 en los municipios afectados y Tabla 49), se presentan los gastos por consultas médicas debido a infecciones respiratorias agudas e infecciones intestinales por otros organismos y las mal definidas, considerando las posibles erogaciones del IMSS, los cuales equivalen a alrededor de \$1.55 mdp (en precios de 2016).

Tabla 48. Gastos médicos debido a infecciones respiratorias agudas para el periodo 2014-2016 en los municipios afectados.

Municipio	No. casos en 2014	No. casos en 2016	Incremento de casos de 2014 a 2016	Gastos por consulta médica (pesos corrientes)
Aconchi	457	695	238	\$230,622.00
Arizpe	985	872	N/A	N/A
Banámichi	710	478	N/A	N/A
Baviácora	802	668	N/A	N/A
Cananea	5,810	5,701	N/A	N/A
Huépac	1,512	1,392	N/A	N/A
San Felipe de Jesús	225	210	N/A	N/A
Ures	3,556	3,568	12	\$11,628.00
Total				\$242,250.00

Fuente: Elaboración propia con datos de SSP-SES (2014); (2015); (2017); (2018); (2019); (2020).

Nota: costo de la consulta \$969.00 pesos mexicanos de acuerdo con DOF (2021a). N/A = No aplica. Se refiere a aquellos municipios donde no hubo un incremento de casos.





Tabla 49. Gastos médicos debido a infecciones intestinales por otros organismos y las mal definidas para el periodo 2014-2016 en los municipios afectados.

Municipio	No. casos en 2014	No. casos en 2016	Incremento de casos de 2014 a 2016	Gastos por consulta médica (pesos corrientes)
Aconchi	75	113	238	\$36,822.00
Arizpe	90	473	383	\$37,1127.00
Banámichi	62	61	N/A	N/A
Baviácora	114	86	N/A	N/A
Cananea	1,135	1,757	622	\$60,2718.00
Huépac	284	390	106	\$102,714.00
San Felipe de Jesús	S/D	11	11	\$10,659.00
Ures	650	841	191	\$185,079.00
Total				\$1,309,119.00

Fuente: Elaboración propia con datos de SSP-SES (2014); (2015); (2017); (2018); (2019); (2020).

Nota: costo de la consulta \$969.00 pesos mexicanos de acuerdo con DOF (2021a). N/A = No aplica. Se refiere a aquellos municipios donde no hubo un incremento de casos. S/D = Sin dato.

Cuadro 2. Datos comparativos entre compensaciones y costos de salud.

<p>Las compensaciones oscilaban de \$14,500 a \$100,000 pesos por persona¹².</p> <p>No hay cálculo exacto de afectación, pero se compensó mediante un solo pago. Se estima que se ha dado a la población en compensación 7 veces más que el PIB de la región.</p> <p>Los pagos por daños a la salud ascendieron a \$7,805,010 pesos (al 2 de febrero de 2017), otorgándose 358 pagos vía cheque.</p>	<p>De acuerdo con la Asociación Mexicana de Instituciones de Seguros (AMIS), el costo promedio anual de enfermedades como el cáncer o el desarrollo de tumores asciende a \$2,672,523 pesos por paciente, entre otros valores de referencia sobre los impactos.</p> <p>Estas compensaciones, bajo ningún escenario, cubrieron los efectos directos, indirectos y acumulativos en la población, los ecosistemas y la economía, ni los costos de monitoreo de la salud y la calidad de las matrices ambientales.</p>
---	--

Según las opiniones de algunos habitantes de los municipios afectados por el derrame, los problemas de salud se manifiestan principalmente en enfermedades respiratorias y gastrointestinales, pero no han estimado los gastos que en este rubro ocasionó el derrame (INECC, 2022a).

Otros costos asociados a la salud

Asimismo, es importante mencionar que para la atención epidemiológica en 2014 se creó la Unidad de Vigilancia Epidemiológica y Ambiental de Sonora (UVEAS), en la cual el personal técnico realizó la búsqueda intencionada de casos, elaboró diagnós-

ticos clínicos y otorgó seguimiento médico (COFEPRIS, 2015).

Esta unidad contó con el apoyo de la Dirección General de Epidemiología de la Secretaría de Salud y el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), y se estableció que operaría una nueva hasta el 2029, quedando pendiente su instalación, cuya construcción fue prometida por la empresa, pero ésta fue cerrada en junio de 2016 (CCRS-PODER, s/a y 2018), la cual contaría con el recurso del Fideicomiso Río Sonora, mismo que fue extinguido en febrero de 2017 (SEMARNAT, 2018).

¹²

En total, se realizaron 27,200 compensaciones que beneficiaron a 22,000 habitantes de la región afectada.





Cuadro 3. Costo de inversión y operación de la primera UVEAS (Fase I y II) de 2014 a 2017.

<p>Acciones de evaluación, contención, seguimiento y atención (UVEAS) incluyendo:</p> <p>19 personas (profesionales de la salud y administrativos), 4 vehículos, visitas domiciliarias, medicamentos, toma de muestras biológicas, consultas médicas, 1 inmueble.</p>	<p>Inversión inicial: \$5.9 mdp Costo estimado de operación mensual: \$2.9 mdp Costo total erogado: \$71,080,280 pesos (al 2 de febrero de 2017)</p>
--	---

Fuente: Elaboración propia con base en SEMARNAT (2018); Gobierno de México (2015).

Como parte de los compromisos derivados del Fideicomiso, se preveía la construcción de una nueva (fase III) que operaría hasta 15 años después del derrame, con la finalidad de realizar un seguimiento epidemiológico y ambiental a mediano y largo plazo (Gobierno de México, 2015), sin embargo, esta no fue construida. Estos elementos tienen que ser considerados para atender a la población afectada mediante este esquema u otro que se considere pertinente.

La nueva UVEAS tendría que haber operado hasta 2029, de acuerdo con la fase III y la cohorte afectada, considerando 15 años de afectaciones en un total de 10,875 personas, que de acuerdo con la fase I y II representaban el 100% de la población afectada (Gobierno de México, 2015).

De acuerdo con el Gobierno de México (2015) se tenía presupuestado un total de \$279 mdp corrientes para la construcción y equipamiento de la nueva UVEAS. Adicionalmente se indicaba que se destinarían \$6.07 mdp mensuales para su operación. La nueva UVEAS tenía previsto iniciar el 31 de julio de 2015 para la cohorte 2015-2029. Por lo que, considerando dichos datos, existen desembolsos que no fueron ejecutados, los cuales representan, de 2015 a 2029, \$1,601.13 mdp a precios corrientes (en la sección de resultados se presentan todos los resultados en precios constantes; Tabla 50. Gastos totales acumulados no ejercidos para la UVEAS (fase III) para el periodo 2015-2029 (mdp a precios corrientes).

Tabla 50. Gastos totales acumulados no ejercidos para la UVEAS (fase III) para el periodo 2015-2029 (mdp a precios corrientes).

Concepto	Monto (mdp corrientes)	Promedio anual por periodo de análisis (mdp corrientes)	Subtotal por rubro (mdp corrientes)
Costos de construcción y equipamiento (2015)	\$279.00	N/A	\$279.00
Gastos de operación:			
Periodo 1: 6 años, del 2016 al 2022 (mdp corrientes)	\$569.47	\$81.35	\$1,322.13
Periodo 2: 6 años, de 2023 a 2029 (mdp corrientes)	\$752.66	\$107.52	
Total			\$1,601.13

Fuente: Elaboración propia con base en SEMARNAT (2018); Gobierno de México (2015). Nota: N/A = No aplica.



Salud mental

Un estudio desarrollado por Luque et al. (2019) aplicó una serie de encuestas longitudinales para medir la percepción sobre la problemática socioambiental derivada del derrame, con énfasis en el agua, para continuar con una evaluación de la salud física y mental de los entrevistados. Respecto a la salud mental, presenta los resultados de las entrevistas a 114 personas de la cuenca alta del río, en los cuales se muestran los días laborales perdidos por salud mental después de ocurrido el derrame (Figura 104. Resultados sobre los días laborales perdidos por salud mental después de ocurrido el derrame).

Considerando el número de días laborales perdidos por salud mental por el derrame obtenidos en la encuesta y tomando en cuenta el salario mínimo de 2015, se obtuvo que durante los dos primeros años se tuvo una pérdida económica para estas personas, solo considerando la ausencia laboral por la salud mental por al menos **\$.08 mdp (en precios de 2015)**, lo que representa más de 10 salarios mínimos de 2015 por persona (y familia) afectada (Ver Tabla 51).

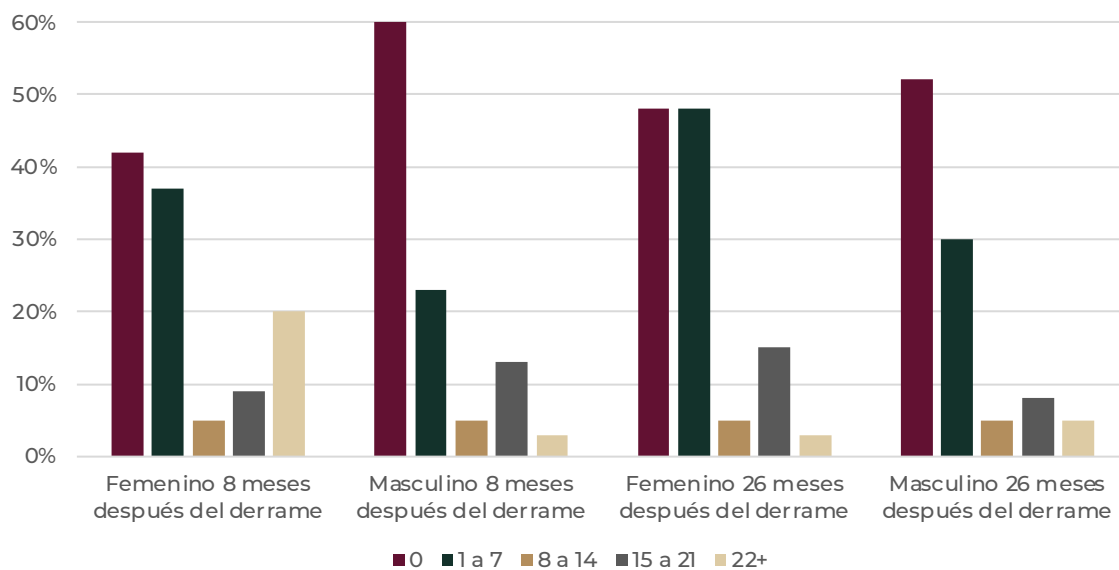


Figura 104. Resultados sobre los días laborales perdidos por salud mental después de ocurrido el derrame.

Fuente: Tomado de Luque et al. (2019).





Tabla 51. Pérdida económica días laborales perdidos por salud mental por el derrame (pesos de 2015).

Días perdidos de trabajo y monto perdido	8 meses después del derrame		26 meses después	
	Femenino (pesos)	Masculino (pesos)	Femenino (pesos)	Masculino (pesos)
Ninguno	N/A	N/A	N/A	N/A
4	\$4,397.00	\$4,066.00	\$6,124.00	\$4,879.00
11	\$864.00	\$2,236.00	\$1,727.00	\$2,236.00
18	\$6,359.00	\$9,514.00	\$11,306.00	\$5,855.00
22	\$17,273.00	\$1,789.00	\$1,727.00	\$4,472.00
Total	\$28,893.00	\$17,605.00	\$20,884.00	\$17,442.00
Sumatoria				\$84,824.00

Fuente: Elaboración propia con base en SEMARNAT (2018). Nota: N/A = No aplica.

Es muy probable que este dato sea mucho más elevado, a razón de que la muestra solo consideró a un ciento de personas, por lo que habría que considerar estudios longitudinales de percepción en toda la población ocupada, considerando que ascienden a poco más de 8 mil personas (de acuerdo con el último censo del INEGI de 2020), además de su percepción actual y los salarios corrientes.

Valor Estadístico de la Vida (VEV)

Adicionalmente, por medio del VEV, podemos obtener una estimación de los beneficios que pueden obtenerse por la disminución del riesgo de muerte o del costo que genera la pérdida de una vida humana, calculado a partir de metodologías de precios hedónicos, donde se determina la cantidad de dinero máxima que la gente está dispuesta a pagar para disminuir el riesgo.

Este dato ofrece información de la valoración monetaria que la sociedad en México atribuye a evitar que uno cualquiera de sus miembros fallezca, es decir, es un tipo de aproximación al valor que las personas le asignan a su salud y a su vida.

Impactos en salud en las infancias

De acuerdo con la UNAM (2016) existe un elevado riesgo a la salud por exposición a plomo en la zona de San Felipe de Jesús. Asimismo, los datos de bio-accesibilidad indican que más del 70% de la población infantil de San Felipe de Jesús podría tener niveles de plomo en sangre superiores a 10 microgramos por decilitro, lo que representa un alto riesgo para su salud.

Tomando como base la población de San Felipe de 369 personas en 2020, que 29% es infantil (INEGI, 2020) y que 70% de estas personas se encuentran en alto riesgo de salud, tendríamos un estimado de 52 infantes con alto riesgo de salud. El VEV, es decir el posible costo económico aproximado de la pérdida de salud de estas infancias (por riesgo de muerte), asciende a alrededor de \$196.82 mdp (en precios de 2021). Es importante mencionar estas estimaciones sobre los impactos a la niñez a fin de acercarse a los costos ocultos que se tienen por los daños intergeneracionales en la salud (Tabla 52. Impacto a las infancias de acuerdo con el VEV.).





Tabla 52. Impacto a las infancias de acuerdo con el VEV.

Valor Estadístico de la Vida (VEV) (México, pesos a precios 2021)	Población infantil en San Felipe de Jesús en riesgo de salud	VEV total (pesos)
\$3,785,090.22	52 personas	\$196,824,691.00

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Los resultados resumidos y traídos a valor presente de esta sección se presentan en el apartado de resultados y conclusiones.

Daños en suelos y vegetación ribereña, y en el lecho del río

La cuenca del río Sonora-Bacanuchi pertenece a la región hidrológica RH-9 Sonora Sur de la Región II Noroeste de la clasificación de la CONAGUA (2010). Por su extensión y provisión de servicios ecosistémicos, la cuenca del río Sonora se ubica como la tercera en importancia en Sonora, seguida de las cuencas de los ríos Yaqui y Mayo.

Los ríos Sonora y Bacanuchi pertenecen a esta cuenca e históricamente han sido las principales fuentes de abastecimiento de agua para uso en agricultura, ganadería y minería, dada su ubicación en la región semiárida del estado y la relativa limitación de sus cauces (Solis-Garza et al., 2017).

La vegetación en los tres sectores del área de influencia del derrame del 2014 en la subcuenca del río sonora Alto está representada por 27 clases de cobertura del suelo¹³, de las cuales 20 corresponden a distintos tipos de vegetación natural (primaria y secundaria) y tres a sistemas transformados Luque et al. (2019). Dentro de la zona de estudio se encuentran los hábitats ribereños, los cuales en zonas áridas y semiáridas son proveedores de servicios ecosistémicos, tales como: provisión de agua, protección, alimento y nutrientes a un gran número de organismos para su sobrevivencia, e incluso fungen como corredores migratorios para diversas especies de fauna, además de brindar sustento a comunidades humanas (Solis-Garza et al., 2017).

¹³ Las clases de cobertura corresponden principalmente vegetación natural (bosques, selva baja y matorrales) 80.2%, seguida por un 14.9% de vegetación secundaria, es decir, vegetación en proceso de regeneración natural, desarrollándose en tierras abandonadas que fueron usadas como campos de cultivo o potreros y un 4.2% clasificado como sistemas transformados, correspondientes a áreas de agricultura de riego, de agricultura de temporal y de pastizales cultivados e inducidos.

Con la finalidad de determinar el deterioro de los ecosistemas ribereños, se realizó una estimación de la superficie afectada a partir de información del “Diagnóstico ambiental en la cuenca del río Sonora afectada por el derrame del represo “Tinajas 1” de la mina Buenavista del Cobre, Cananea, Sonora” de la UNAM (2016) y de Solis-Garza et al. (2017). Se determinó el área afectada a partir de la longitud de la afectación (13 km) y el ancho de la franja estimada a partir de la cobertura aérea promedio de 131.3 metros cuadrados (m²) (aproximada a 11.45 metros – m – * 11.45 m), resultando un área de 148, 954 m², es decir 14.8 ha por cada franja. Si consideramos que las afectaciones pudieron presentarse en ambos lados del río está superficie multiplicada por dos franjas daría como resultado 29.7 ha. Se estima que los costos por restauración ribereña ascenderían a \$5.95 mdp (en precios de 2014)¹⁴.

Con respecto a la remediación de suelos, de acuerdo con Romero-Lázaro et al. (2019) se estima que las afectaciones se presentaron entre 90 y 100 centímetros (cm) de profundidad, por lo que el volumen total a remediar ascendería a 297,908 m³, con un costo aproximado de \$104.60 mdp (en precios de 2014)¹⁵.

¹⁴ De acuerdo con el Plan de Acción de Manejo Integral (PAMIC) Cuenca del río Jamapa del INECC (2017), se estima que el costo de restauración de una franja ribereña asciende a \$20,000 por cada 1,000 m², considerando franjas de 100 m lineales*10 m de ancho, el costo unitario por m² es de \$20.00. Este costo unitario multiplicado por la superficie afectada, correspondiente a 297,908 m.

¹⁵ De acuerdo con Julca (2021), se estima que el costo de remediación por m³ es de \$17.22 USD, en pesos mexicanos este monto equivale a \$354.73 por m³. Si se considerara que existieron posibles afectaciones a un metro de profundidad, el volumen a remediar asciende a 297,908 m³. A este monto estimado se descontó el volumen que ya ha sido remediado en la zona 1.





Asimismo, información complementaria proporcionada por la Dirección General de Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas (DGGIMAR) de la SEMARNAT (2022) indica que se realizó remediación a nivel superficial (10 cm). Se identificaron las siguientes zonas de afectación (Tabla 53).

En la zona 1 se alcanzaron los niveles de remediación propuestos y autorizados, respecto a un volumen de 2,843.6 m³ de suelo contaminado con hierro en un área de 28,153.7 m². A continuación, se presentan los costos asociados al deterioro de los ecosistemas ribereños y los costos de estabilización de sedimentos (Tabla 54. Costos asociados al deterioro de los ecosistemas ribereños, a la estabilización de sedimentos y a la remediación del lecho del río).

Por su parte, la Dirección de Investigación de Contaminantes, Sustancias, Residuos y Bioseguridad del INECC estimó en 2022 que el costo total del sedimento a remediar asciende a \$1,898.05 mdp (en precios de 2022)¹⁶.

Tabla 53. Descripción espacial de la remediación a nivel superficial.

Sector	2013 (pesos)	Total por concepto (pesos)	
1	Tramo comprendido entre el punto del derrame en el represo Tinajas 1, ubicado en el cauce del río Bacanuchi	30 km (0-30)	2.81
2	Tramo ubicado al sur de la localidad Banámichi	110km (30-140)	947.5
3	Tramo localizado al sur del poblado de Baviácora	40 km (140-180)	1,902
4	En este tramo se amplía el cauce del río sonora tras pasar la sierra de Aconche e inicia el valle de Ures	44 km (180-224)	574.45
5	Este tramo corresponde al punto de descarga del río Sonora en la presa el Molinito	52 km (224-276)	2,520.85
Total		276	5,947.61

Fuente: Elaboración propia con información de SEMARNAT (2022).

¹⁶ De acuerdo con información proporcionada por la Dirección de Investigación de Contaminantes, Sustancias, Residuos y Bioseguridad del INECC (2022b), este costo considera una longitud de afectación de 250 km, con un ancho de 10 m y una profundidad de 1 m, el costo unitario por tonelada es de \$524.3/ton.

¹⁷ De acuerdo con información proporcionada porcho de 10 m y una profundidad de 1 m, el costo unitario por tonelada es de \$524.3/ton.

¹⁸ De acuerdo con Luque et al. (2019) se estima que en toda la cuenca existe evidencia de alteración del paisaje por actividades humanas. La extensión por transformación a sistemas agrícolas y pastizales es relativamente baja, de aproximadamente 40,000 ha, distribuidas principalmente en las partes bajas de la subcuenca, cercanas a los cauces de ríos y arroyos. A su vez, los sistemas agrícolas y pastizales, junto con los ecosistemas de la zona ribereña, representados por los bosques de mezquite y de galería (con una extensión aproximada de 35,000 ha) fueron los ecosistemas afectados directa e inmediatamente por el derrame de tóxicos del 2014.





Tabla 54. Costos asociados al deterioro de los ecosistemas ribereños, a la estabilización de sedimentos y a la remediación del lecho del río.

Concepto del impacto y descripción	Municipio(s), zona y/o población	Unidad de daño ambiental	Costo unitario (pesos)	Monto total (mdp)
Deterioro de los ecosistemas ribereños	Ecosistemas del río Bacanuchi y el río Sonora ¹⁷	<p>La vegetación riparia de la zona tiene una cobertura aérea promedio de 131.3 m² (11.45 m de largo * 11.45 m de ancho).</p> <p>Se estima que el deterioro de los ecosistemas ribereños se manifestó en la alta mortalidad de árboles ribereños sobre el arroyo Tinajas 1, a 13 km al sur del represo, un año después del derrame¹⁸ (esta distancia correspondería a la longitud de la franja a restaurar).</p> <p>A su vez, se estimó una pérdida de 50.3% de la vegetación ribereña (mayormente mezquites) y se observaron árboles muertos a lo largo de 13 km del río.</p> <p>Superficie afectada: 11.458 m * 13,000 m²= 148,954 m², es decir 14.8 ha por cada franja de vegetación riparia, si se consideran dos franjas, una de cada lado del río, la superficie asciende a 29.7 ha (297,908 m²).</p>	<p>\$20,000, por cada 1000 m² (caso de franjas de 100 m² lineales x 10 m de ancho)</p> <p>Este costo incluye el cercado de exclusión, la planta y los jornales.</p>	\$5.95 mdp a precios 2014
Costos de estabilización de sedimentos	Estabilización de sedimentos tratamiento químico reacción de óxidos reducción.	<p>297,908 m³.</p> <p>Volumen total de sedimentos a remediar, considerando la superficie afectada y que a un metro de profundidad se presentaba una tonalidad anómala de parda amarillenta</p> <p>Volumen remediado correspondiente a la zona 1 (al 2022): 2,843.6 m³</p> <p>Volumen residual para remediar: 295,064.40 m³</p>	<p>\$354.73/m³</p> <p>precio de 17.22 dólares por m³ para la conversión se utilizó un tipo de cambio \$20.6 pesos por dólar</p>	<p>\$104.60 mdp a precios de 2014</p> <p>Sería importante revisar a qué nivel de profundidad de las afectaciones y actualizar la superficie afectada.</p>
Costos de remediación del lecho del río	Río Sonora	Se consideró un volumen de 2,500,000m ³ de sedimento a remediar, con una densidad promedio de un suelo arenoso de 1.4 t/m ³	\$524.3/ton	El costo de la remediación total asciende a \$1,898.05 mdp a precios de 2022

Fuente: Elaboración propia con base en Solis-Garza et al. (2017); UNAM (2016); INECC (2017); Romero-Lázaro et al. (2019); Morales y Hantke (2020); Julca (2021); INECC (2022b).



En relación con la pérdida de otros servicios ecosistémicos y considerando los resultados del estudio de Haro et al. (2015) sobre valoración económica de los servicios ecosistémicos realizada a los ríos Mayo y delta Yaqui, se obtuvieron estimaciones asociadas a las pérdidas de los servicios de aprovisionamiento de alimentos por agricultura, aprovisionamiento de alimentos por ganadería y prevención de sequías, las cuales ascienden a un aproximado de \$2,315.59 mdp a precios corrientes (Tabla 55. Estimaciones asociadas a las pérdidas de los servicios de aprovisionamiento de alimentos por agricultura, aprovisionamiento de alimentos por ganadería y prevención de sequías).

Desde la perspectiva del valor de paisaje, la visión de algunas personas asentadas en las zonas afectadas por el derrame es que este generó cambios importantes que se reflejan en más árboles muertos, menos animales silvestres y cambios en el color y olor del agua del río y pozos (INECC, 2022a).

Desembolsos realizados por el sector ambiental federal

Cabe resaltar la labor del Gobierno de México para atender las afectaciones en los ríos Sonora y Bacanuchi, a través de las diferentes dependencias y entidades que conforman la Administración Pública Federal (APF), muestra de ello es el Plan de Justicia para Cananea, compuesto por cinco ejes: trabajo digno; atención médica y medicamentos gratuitos; bienestar; salud ambiental y derecho al agua; y mejoramiento urbano (STPS, 2022). Y el cual busca dar atención integral a la zona afectada y que contempla la zona del río Sonora.

Para este estudio se presentan las erogaciones correspondientes a algunas actividades realizadas por el sector ambiental federal de la APF de 2014 a 2021, y que ascienden a alrededor de \$16.15 mdp a precios corrientes para dicho periodo (Tabla 56. Erogaciones del Gobierno de México para la atención del derrame de 2014 a 2021 (pesos corrientes).

Tabla 55. Estimaciones asociadas a las pérdidas de los servicios de aprovisionamiento de alimentos por agricultura, aprovisionamiento de alimentos por ganadería y prevención de sequías. Fuente: Elaboración propia con información de Haro et al. (2015); UNAM (2016).

Servicios ecosistémicos	Valor (pesos)/ha	Pérdida por servicio ecosistémico* (pesos corrientes)
Provisión de alimento por agricultura	\$6,978.92	\$244,262,102.20
Provisión de alimento por ganadería	\$55,293.47	\$1,935,271,328.99
Prevención de sequía	\$3,887.45	\$136,060,701.21
Riesgo de pérdida de servicios ecosistémicos en el río Sonora-Bacanuchi	-	\$2,315,594,132.39

Nota: *Estimación con base en la superficie total dañada 35,000 ha presentada en el informe final de la UNAM (2016).

Nota: Los resultados resumidos y traídos a valor presente de esta sección se presentan en el apartado de resultados y conclusiones.

¹⁷ Este estudio realizó muestreos a lo largo a 220 km, de los cuales 40 km se localizan en el río Bacanuchi y 180 km en el río Sonora y una anchura de 40 m promedio abarcando desde el poblado de Arizpe en la confluencia de los ríos Bacanuchi y Bacoachi hasta la presa El Molinito a 30 km al noreste de Hermosillo. Es relevante mencionar que este estudio se realizó posterior al paso del huracán Odile en 2014, por lo que también considera la pérdida de cobertura forestal por eventos hidrometeorológicos extremos.



Tabla 56. Erogaciones del Gobierno de México para la atención del derrame de 2014 a 2021 (pesos corrientes).

Fuente: Elaboración propia con datos proporcionados por las instituciones. Considerando DOF (2020); (2021b).

Rubro / Año	Muestreo y análisis de laboratorio	Sueldos y salarios	Campañas de monitoreo y salarios asociados	Viáticos, pasajes y otros gastos	Total
Sin año identificado	\$300,000.00 ^{b)}				\$300,000.00
2014	\$654,176.69 ^{a)}				\$654,176.69
2015	\$746,431.49 ^{a)}				\$746,431.49
2016	\$741,758.76 ^{a)}	S/D		S/D	\$741,758.76
2017	\$795,346.95 ^{a)}				\$795,346.95
2018	\$780,916.40 ^{a)}				\$780,916.40
2019	\$327,419.13 ^{a)}				\$327,419.13
2020	\$2,077,206.68 ^{a), b)}	\$53,286.49 ^{c)}			\$2,130,493.17
2021	\$3,242,401.93 ^{a), b), d)}	\$60,775.01 ^{c)}	\$6,300,000.00 ^{e)}	\$79,242.53 ^{d)}	\$9,682,419.47
Total	\$9,665,658.02	\$114,061.50	\$6,300,000.00	\$79,242.53	\$16,158,962.05

Nota: a) Corresponde a la Red Nacional de Medición de Calidad del Agua (RENAMECA), b) Organismo de Cuenca Noroeste, y c) Laboratorio Nacional de Referencia, todos de la CONAGUA, d) IMTA y e) Laboratorio del INECC. N/A = No aplica. S/D = Sin dato.

Nota: Los resultados resumidos y traídos a valor presente de esta sección se presentan en el apartado de resultados y conclusiones.

Resultados finales y conclusiones

La sumatoria de los costos derivados del derrame presentados a lo largo de este informe, asciende a un total de alrededor de **\$18,685.84 mdp a precios corrientes**, sin embargo, dado que cada rubro de análisis proviene de fuentes de información con diferentes años o periodos de tiempo, es importante reportar el costo en una misma base actualizada, por lo que cada uno de los rubros fue sometido a un proceso de ajuste inflacionario, dependiendo del año o periodo de tiempo en el que se reporta cada impacto, para que se reflejen en precios actuales (100=2022), con lo que se obtiene una sumatoria actualizada de alrededor de **\$20,508.17 mdp a precios constantes** (Tabla 57). Como se mencionó en la introducción, es importante indicar que estos valores fueron estimados conforme a la información pública disponible, por lo que de disponer de más y mejor información sería posible refinar los datos, y de ocurrir esto, la tendencia esperada es que los costos se incrementen.





Tabla 57. Estimación de costos para los impactos derivados del derrame en precios corrientes y constantes 2022.

Rubro	Subrubro	Periodo analizado	Costo desagregado por subrubro (mdp a valores corrientes de cada año)	Subtotal por rubro (mdp corrientes)	Costo desagregado por subrubro (mdp a valor constante de 2022)	Subtotal por rubro (mdp 2022)
Limitaciones de acceso al agua y otros costos asociados	Costo estimado suponiendo que el 50% de la población consume agua de garrafón.	2020	\$155.50	\$1,036.81	\$177.32	\$1,433.96
	Costo por consumo de agua potable por pipa	2015 – 2020	\$0.70		\$0.92	
	Deterioro del recurso agua por contaminación del río.	2014	\$100.67		\$144.53	
	Deterioro del recurso agua subterránea.	2014	\$3.67		\$5.27	
	Deterioro del recurso agua por contaminación.	2014	\$756.70		\$1,086.35	
	Erogaciones estimadas para poner en operación plantas potabilizadoras	2022	\$19.57		\$19.57	
Pérdidas económicas en la producción agropecuaria	Pérdidas en el sector agrícola	2013 – 2014	\$627.48	\$2,289.05	\$895.99	\$2,574.26
	Pérdidas en el sector pecuario	2013 – 2014	1,661.58		\$1,678.27	
Pérdidas económicas en otros sectores de la economía	Atención a unidades económicas (comercio, industria y servicios)	2014	\$172.90	\$172.90	\$248.22	\$248.22
Daños en la salud física y mental y otros gastos en salud	Costo anual de tratamiento para el cáncer u otras afectaciones (cohorte de 2016)	2016 – 2022	\$7,328.73	\$10,846.74	\$7,477.69	\$11,030.55
	Costo anual de tratamiento para el cáncer u otras afectaciones (cohorte de 2022)	2022	\$1,718.43		\$1,718.43	
	Gastos por consultas médicas	2016	\$1.55		\$2.11	
	Gastos totales acumulados no ejercidos para la UVEAS (fase III)	2015 – 2029	\$1,601.13		\$1,619.86	
	Días perdidos de trabajo	2015	\$0.08		\$0.11	
	Impactos en salud en las infancias	2021	\$196.82		\$212.36	
Daños en suelos y vegetación ribereña, y en el lecho del río	Deterioro de los ecosistemas ribereños	2014	\$5.95	\$4,324.19	\$8.54	\$5,204.25
	Costos de estabilización de sedimentos ribereños	2014	\$104.60		\$150.17	
	Costos de remediación del lecho del río	2022	\$1,898.05		\$1,898.05	
	Riesgo de pérdida de servicios ecosistémicos	2015 – 2016	\$2,315.59		\$3,147.49	
Desembolsos realizados por el sector ambiental federal	Erogaciones del sector ambiental federal	2014 – 2021	\$16.15	\$16.15	\$16.92	\$16.92
Total				\$18,685.84		\$20,508.17

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Las cifras se presentan a dos dígitos.



Testimonios recabados por el INECC de la población asentada en los municipios afectados confirman que los impactos se concentran, en orden de importancia, en el medio ambiente, la salud de las poblaciones y la economía local. Asimismo, se considera que los efectos fueron diferentes entre hombres y mujeres (INECC, 2022a).

Asimismo, de acuerdo con las estimaciones de este análisis se puede determinar que ni el monto pagado por la multa ni las compensaciones entregadas por el Fideicomiso Río Sonora, bajo ningún escenario, cubrieron los efectos directos, indirectos y acumulativos en la población, los ecosistemas y la economía, ni los costos de monitoreo y atención de la salud y la calidad de las matrices ambientales y de salud.

Necesidades para mejorar el análisis

A pesar de la búsqueda y análisis exhaustivos de la información disponible, hay alcances y limitaciones de este reporte, los cuales se basan en los siguientes elementos:

- Es importante considerar que después de 2016, existen vacíos importantes de información, asimismo los daños indirectos a los ecosistemas y a la población humana se relacionan a una serie de impactos adversos, acumulativos y a distancia como consecuencia del derrame, que requieren ser monitoreados contabilizados y caracterizados sistemáticos a fin de disponer de mayores insumos para el análisis.
- Conocer la información detallada de línea base de condiciones biofísicas, vegetación y fauna, sociales económicas y de salud, así como y de la cuantificación de los impactos directos y acumulados.
- Se requiere de información primaria desagregada para un análisis detallado tanto en los sectores económicos (a nivel de unidad económica en sectores como industria, servicios y transporte) así como en el sector social (hogar, sexo, edad, condición étnica y otras interseccionalidades), a fin de llevar a cabo análisis de mayor refinamiento.
- Disponer de información estadística detallada a nivel hogar.
- Es necesario recolectar costos directos de las fuentes primarias de información de datos y realizar análisis de sensibilidad.
- Identificar multiplicadores productivos y de empleo para analizar las pérdidas de encadenamientos productivos y mercados.

- Considerar el desarrollo de estudios longitudinales de percepción social y salud mental y emocional en toda la población ocupada.
- Completar faltantes de información desagregada por sexo, edad, condición étnica y otras interseccionalidades.
- Tomar en cuenta que las estadísticas agrícolas y pecuarias no reflejan actividades a pequeña escala, de autoconsumo ni de traspaso, por lo que se requiere complementar los análisis con información primaria, a través de censos integrales.
- Conocer qué sucedió con las instalaciones previstas para la prevención de contingencias ambientales: geomembranas, bordos de sedimentación y represas que se documentaron como instalaciones por desarrollar. Esto de acuerdo con lo indicado por el Gobierno de México (2015).

Otros daños importantes de visibilizar

Aunque quedaron fuera del alcance de este reporte, hay impactos sociales y ambientales que merecen ser documentados y analizados a profundidad, tales como:

- Riesgos a la salud humana y de los ecosistemas por exposición al agua y suelos contaminados.
- Ausencia de perspectiva de género durante todo el abordaje de la problemática socioambiental de acuerdo con Luque et al. (2019)¹⁹.
- Daños reputacionales ocasionados a los productos agrícolas y ganaderos locales.
- Conflictos socioambientales en la zona, principalmente por los pozos.
- Migración ambiental y desintegración del tejido social.
- Síntomas de depresión y estrés en la población.

¹⁹ "A las mujeres nos hicieron a un lado. Aquí tomaron en cuenta a los de las tomas de agua, que todos son hombres. Las mujeres somos las que más hemos sufrido, pues hemos tenido que acarrear el agua y conseguir la comida para los niños, pues ya ni siquiera podemos agarrar de la milpa o del río. La cuestión económica aquí es crítica, urgente, que vengan a ver cada casa. Las familias de los jornaleros, como no tienen tierra ni casa, pues se quedaron fuera de los apoyos. Yo no tengo dinero para comprar agua de garrafón, mis hijos se pegan a la llave" (San José de Baviácora, 21 de febrero 2015).





4. CONCLUSIONES

En primer término, como parte de la revisión del evento hidrológico que produjo el derrame del 2014, es posible concluir que el diseño hidrológico del sistema de presas Tinajas 1 fue inadecuado, lo que indica que el derrame fue responsabilidad de la empresa minera. Como se demostró, el sistema de presas no tuvo la capacidad de almacenar el escurrimiento producido por un tren de tormentas no extraordinario. Además, las acciones de reingeniería realizadas por la empresa en el sistema Tinajas 1 posteriores al derrame, indican que la empresa minera reconoce de forma implícita el mal diseño hidrológico del sistema original, invirtiendo recursos económicos importantes en la reconstrucción del sistema. Desafortunadamente, las consecuencias ambientales y económicas que se derivaron de este derrame sobre las comunidades no fueron atendidas.

En la cantidad de agua, se verificó que existe por parte de la empresa Buenavista del Cobre un acaparamiento del 57 % del volumen concesionado de agua subterránea. Adicionalmente, existe una sobreexplotación documentada en los acuíferos de esta región del país, cuyo origen es antropogénico y se debe de forma inequívoca al incremento en la producción de cobre dentro de la mina Buenavista del Cobre. La sobreexplotación no es atribuible a los eventos de sequía, que han sido recurrentes en la zona, sino a la actividad minera.

Los resultados de calidad del agua superficial a lo largo del río Sonora, indican que la remediación en este cuerpo de agua no fue realizada de forma satisfactoria posterior al derrame de 2014, pues se detectó contaminación por metales pesados en el río desde la parte alta y hasta la presa el Molinito. Dado que estas muestras se tomaron ocho años después del derrame, se documenta de esta forma una persistencia de la contaminación del agua superficial que pone en riesgo la salud ambiental y de las personas en la zona. Los metales encontrados están todos asociados a jales y lixiviados que resultan de la actividad minera.

Los resultados de calidad del agua subterránea señalan de manera inequívoca que en este caso existe una problemática asociada a la presencia de compuestos que representan un riesgo a la salud de las personas. Si bien es cierto que la presencia de algunos de los elementos detectados en el agua subterránea puede darse de manera natural

por la geología del sitio, es importante mencionar que una de las medidas que en teoría fueron implementadas por la empresa a raíz del derrame de 2014, fue la adquisición y puesta en marcha de plantas potabilizadoras en las fuentes de abastecimiento de todas estas comunidades, las cuales hoy sabemos no se pusieron en operación, lo que necesariamente redundó en permitir un consumo regular de esta agua de mala calidad por parte de la población.

Los sedimentos colectados a lo largo del río Sonora identificaron la presencia de aluminio, antimonio, arsénico y bario en casi todas las muestras analizadas, lo que comprueba desde la perspectiva de los sedimentos una persistencia de contaminación crónica por la actividad minera. Lo que demuestra que no ha habido ninguna remediación ambiental en la zona. Por si esto fuera poco, se detectó la presencia de mercurio (Hg) en todas las muestras de sedimento, aun y cuando este elemento no está presente de forma natural en la geología de la región. La presencia de estos metales en los sedimentos indica contaminación muy por encima de los valores asociados a la geología natural del sitio. Resultado que es altamente relevante pues indica que incluso a ocho años del derrame en el río Sonora, la contaminación en agua y sedimentos persiste en el medio ambiente de la zona, poniendo en riesgo la salud de la población.

Las muestras de sedimentos tomadas en puntos muy cercanos a la mina Buenavista del Cobre, presentaron concentraciones de cobre muy superiores a las concentraciones asociadas a la geología del sitio en más de 187 veces.

En cuanto a tomas domiciliarias, el arsénico está presente en todos los sitios de muestreo, y a pesar de estar por debajo del límite es necesario remarcar su presencia, ya que es un indicador de contaminación por este metaloide utilizado en procesos mineros, que tiene un potencial impacto en la salud humana.

Adicionalmente, se encontró presencia de aluminio en las tomas domiciliarias de la Capilla y Mazocahui, y también se identificó presencia de valores altos de concentración de hierro en la Capilla. Mientras que para mercurio, se resalta la necesidad de verificar la Estancia y Aconchi por sus valores cercanos al límite máximo permisible. Finalmente, el sodio se encontró en niveles altos para el



sitio de Mazocahui, cuya presencia se relaciona con el hallazgo de dicho metal en el pozo de abastecimiento de la zona.

En las afectaciones al suelo, se halló que las concentraciones de metales y metaloides potencialmente tóxicos se encuentran sin algún patrón de actividad antropogénica visible por las propias condiciones de la zona. Sin embargo, se identifican factores de enriquecimiento de algunos metales que sólo podrían estar presentes por su liberación geoquímica como consecuencia de un efecto de acidificación.

Se determinó que la mayoría de los suelos presentes alrededor del punto 0 son moderadamente ácidos, por lo que éstos deben ser monitoreados ya que, en caso de convertirse en suelos fuertemente ácidos, representan un riesgo para la salud medioambiental al permitir la migración de especies tóxicas normalmente insolubles en el medio. Además, se identificó que las concentraciones de metales y metaloides presentes con respecto a la distancia de la orilla del río, no presentan un patrón claro de distribución y la concentración a diferentes niveles de profundidad no es homogénea, para algunos elementos tóxicos. Por lo anterior, es necesario considerar en las normativas vigentes de remediación, los estudios de acidez y el perfil de profundidad de suelo, para determinar los potenciales riesgos a mediano y largo plazo producido por un evento antropogénico.

Las concentraciones de metales potencialmente tóxicos en el Municipio de Cananea superan cualquiera de los valores internacionales. No obstante, la normativa mexicana indica que no hay impactos por los límites que establece.

Los resultados indican que el Municipio de Cananea está fuertemente impactado por la actividad minera, ya que se evidencian valores de enriquecimiento del suelo por elementos directamente relacionados con la extracción de cobre.

En cuanto a los impactos a la calidad del aire, se identificó que durante la temporada húmeda-cálida el 28% de las mediciones realizadas superó el límite recomendado de la dosis de referencia establecida por la EPA (300 ng/m^3), al igual que los límites de concentraciones típicas de mercurio en el aire en grandes ciudades (entre 40 y 100 ng/m^3). En la campaña de la temporada seca-fría, si bien no se rebasaron los valores antes mencionados, sí se superaron las concentraciones típicas en otras ciudades.

Es importante considerar que una exposición crónica a estos niveles puede causar problemas de bioacumulación de mercurio en los organismos, causando daños en la salud humana y en la flora y fauna local. En las personas, dicha exposición representa un riesgo de padecer hidrargirismo o mercurialismo, que ocasiona alteraciones funcionales expresadas en déficits orgánicos, neurológicos, cognitivos y psicológicos (INS, 2012).

De manera particular, en la ciudad de Cananea pueden atribuirse impactos a las actividades mineras desarrolladas, debido a que el mineral para extracción de cobre (principalmente mineral sulfídrico) puede contener cantidades traza de mercurio. En la extracción del cobre del mineral, se utilizan procesos que liberan este mercurio del material rocoso que posteriormente puede evaporarse y seguir a las corrientes gaseosas en el proceso de extracción (en la mayoría de los casos) o seguir a las corrientes de procesos húmedos (líquidos), según la tecnología de extracción utilizada. A menos que se capture el mercurio en pasos del proceso especialmente destinados a este fin, es probable que la mayor parte pueda liberarse a la atmósfera y a medios terrestres y acuáticos (UNEP, 2015). Los lugares con altas concentraciones comprobadas de mercurio (zonas mineras críticas), son fuentes importantes de dispersión del mercurio en los sistemas acuáticos y contribuyen a la contaminación por metilmercurio que es mucho más tóxico que el mercurio elemental y las sales inorgánicas. La contaminación alcanza los peces, la fauna y flora silvestres, con los efectos consiguientes en la vida de miles de personas, tanto de las que participan directamente en las actividades mineras como de las que viven en las cercanías.

Con respecto al monitoreo realizado en el río Sonora, es difícil identificar la fuente de las concentraciones elevadas de mercurio, que, si bien no rebasan la dosis de referencia recomendada por la EPA, sí rebasan las concentraciones típicas en otras ciudades. Sin embargo, en diversas zonas mineras del mundo el mercurio puede transportarse varios kilómetros y depositarse en las diferentes matrices ambientales, para posteriormente evaporarse y continuar un ciclo de evaporación-deposición; el derrame de lixiviados tóxicos al río Sonora ocurrido en 2014 aumenta la lista de eventos desafortunados de alto impacto que pueden contribuir a la liberación de mercurio y otros contaminantes al medio ambiente.

Es importante recalcar que el mercurio es de especial preocupación debido a que puede acumularse





en varios compartimentos del ambiente y en diferentes especies. De acuerdo con Borchardt y colaboradores (1988) la bioacumulación por mercurio dependerá de diferentes variables como la talla, sexo, posición del organismo en la cadena trófica, relaciones genéticas entre poblaciones, etc. Asimismo, en algunos organismos machos se han encontrado niveles de mercurio superiores a los medidos en hembras (IPCS, 1989).

Diversos estudios han identificado los impactos en la salud de la población cuando ésta se expone a altas concentraciones contaminantes en el aire, incluso en periodos cortos de tiempo; por lo que, cualquier medida orientada a mejorar la calidad del aire en la ciudad de Cananea permitirá reducir su impacto en la salud de la población.

De los resultados obtenidos durante los recorridos para el monitoreo de exposición personal, así como de las concentraciones ambientales, se observa la presencia de silicio en el material particulado y existe evidencia científica respecto a los efectos en la salud —cancerígenos y no cancerígenos— cuando existe una exposición crónica. En este sentido, hay evidencias de aportaciones ambientales a nivel de superficie y calle. Los valores observados de exposición personal muestran que existe una relación entre el depósito de emisiones de material en las calles de Cananea y la exposición personal, magnificada por procesos de resuspensión.

El modelo de trayectorias inversas HYSPLIT-NOAA mostró, como una primera aproximación, que las parcelas de aire que llegan a los dos sitios de monitoreo (Hospital General de Cananea y Unidad Médico Familiar No 55) pasan a través de la zona industrial y la presa de jales de la minera Buenavista del Cobre. Adicionalmente, esta modelación permitió estimar que la zona urbana de la ciudad de Cananea recibe aportaciones importantes de depósito atmosférico provenientes de la zona industrial de la minera y, con alta probabilidad, que dicho depósito ocurre mayoritariamente en calles, donde la resuspensión puede ser una fuente importante de material particulado a nivel de calle, techos de viviendas y escuelas donde habitan y desarrollan sus actividades cotidianas la población de la ciudad.

Se recomienda ampliamente tener una estación de monitoreo meteorológico permanente para establecer las rosas de viento estacionales y evaluar el desempeño de modelos de fuente en superficie que permitan mejorar el análisis de la modelación, así como un apoyo adicional para determinar la aportación de las principales fuentes de emisión,

principalmente por industria y suelos en la zona urbana de la ciudad de Cananea.

En los impactos a la biota, se aprecia que la mina de Buenavista del Cobre afecta negativamente a la funcionalidad de los artrópodos de la Cuenca del río Sonora, por tanto daña también a los servicios ecosistémicos que éstos brindan a la cuenca; tan importantes como la polinización, la regulación de plagas, el reciclaje de nutrientes y la biodiversidad de la región.

La relación negativa de la comunidad de artrópodos con los metales y metaloides en suelos, así como la lejanía con la mina, indican que la principal fuente de afectación son las partículas provenientes de esta zona minera. Se recomienda eliminar totalmente la influencia de estas partículas que muy probablemente provienen de la presa de jales que está al sur de Cananea. La cual es de gran extensión (aproximadamente de 35 km²), y actualmente está a cielo abierto. Para lograr esto se requeriría de barreras físicas que eviten la movilidad de los contaminantes como una geomembrana, una capa de suelo y barreras rompevientos. Se debe de revisar la Norma Oficial Mexicana NOM-141-SEMARNAT-2003, que establece el procedimiento para caracterizar los jales, así como las especificaciones y criterios para la caracterización y preparación del sitio, proyecto, construcción, operación y postoperación de presas de jales.

En cuanto a las pérdidas económicas, se estableció que la sumatoria de los costos derivados del derrame presentados a lo largo de este informe, asciende a un total de alrededor de \$18,685.84 mdp a precios corrientes, sin embargo, dado que cada rubro de análisis proviene de fuentes de información con diferentes años o periodos de tiempo, es importante reportar el costo en una misma base actualizada, por lo que cada uno de los rubros fue sometido a un proceso de ajuste inflacionario, dependiendo del año o periodo de tiempo en el que se reporta cada impacto, para que se reflejen en precios actuales (100=2022), con lo que se obtiene una sumatoria actualizada de alrededor de \$20,508.17 mdp a precios constantes (Tabla 57).

Como se mencionó en la introducción, es importante indicar que estos valores fueron estimados conforme a la información pública disponible, por lo que de disponer de más y mejor información sería posible refinar los datos, y de ocurrir esto, la tendencia esperada es que los costos se incrementen. Testimonios recabados por el INECC de la población asentada en los municipios afectados confirman que los impactos se concentran, en orden



de importancia, en el medio ambiente, la salud de las poblaciones y la economía local. Asimismo, se considera que los efectos fueron diferentes entre hombres y mujeres (INECC, 2022a).

Asimismo, de acuerdo con las estimaciones de este análisis se puede determinar que ni el monto pagado por la multa ni las compensaciones entregadas por el Fideicomiso río Sonora, bajo ningún escenario, cubrieron los efectos directos, indirectos y acumulativos en la población, los ecosistemas y la economía, ni los costos de monitoreo y atención de la salud y la calidad de las matrices ambientales y de salud.





5. ANEXOS

5.1. Resultados de los análisis de laboratorio de las muestras de suelo en las comunidades cercanas al río Sonora.

Tabla 58. Concentraciones de metales y metaloides de suelo superficial.

Localidad	Concentraciones en suelo superficial mg/kg base seca												
	Al	As	Ba	Co	Cr	Cu	Mn	Ni	Pb	Sr	Ti	V	Zn
S-01	6073	4.0	94.3	4.2	2.4	7.2	223.9	6.5	7.0	135.7	<16.0	8.4	23.4
	5270	6.6	77.0	4.6	2.8	13.9	350.0	5.7	9.0	77.3	<16.0	8.4	18.9
S-02	4704	3.7	49.1	4.6	2.1	12.3	197.8	4.5	7.0	47.9	<16.0	7.2	20.2
	4268	5.8	49.3	4.2	2.3	9.1	175.6	5.1	6.8	43.5	<16.0	7.4	17.4
S-03	5857	7.6	94.0	3.7	2.8	6.6	183.7	4.7	9.9	80.3	17.2	9.0	24.1
	4580	4.5	76.1	3.7	2.4	7.6	201.4	3.9	9.5	61.1	<16.0	6.9	17.5
S-04	3099	4.0	56.3	3.0	1.2	4.1	169.2	2.5	8.0	45.9	<16.0	5.3	13.9
	5135	3.8	74.6	3.3	1.6	4.9	153.5	3.2	8.1	50.1	<16.0	5.7	16.5
S-05	1395	<0.3	<7.9	0.9	1.3	2.7	68.6	1.0	1.5	4.3	31.1	2.4	10.7
	1641	0.4	12.5	1.7	1.4	2.6	119.7	1.4	4.8	5.3	27.3	2.6	9.9
	4870	6.6	73.0	4.1	2.9	7.0	195.8	4.6	10.8	61.7	21.3	9.6	24.6
S-06	15419	34.1	267.7	13.5	9.6	50.5	902.4	18.7	50.7	175.8	<16.0	28.9	79.2
	1420	2.2	30.3	1.5	0.7	3.6	98.5	1.2	5.9	17.8	<16.0	2.6	9.6
	2618	4.3	41.0	2.7	1.7	4.1	187.5	2.7	9.3	27.5	21.8	5.7	14.3
S-07	1600	1.5	22.3	1.6	1.1	2.8	70.9	1.5	5.6	15.5	<16.0	3.0	7.5
	3208	2.6	37.1	2.7	1.9	7.2	184.5	2.4	8.7	41.8	<16.0	6.0	12.9
	3814	0.9	22.1	1.4	0.6	1.7	52.9	1.1	3.3	15.8	<16.0	1.7	7.3





Tabla 59. Valores de pH obtenidos de analizar las muestras de suelo a lo largo de la ribera del río Sonora.

Muestra	pH1	pH2	pH3	pH promedio
S-01	6.0	6.2	6.5	6.2
S-01	6.1	6.4	6.4	6.3
S-02	6.4	6.5	6.5	6.5
S-02	5.9	6.1	6.1	6.0
S-03	6.0	5.7	5.8	5.8
S-03	5.6	5.7	5.8	5.7
S-04	5.9	6.0	6.0	6.0
S-04	6.3	6.5	6.3	6.3
S-05	5.6	5.8	5.8	5.7
S-05	6.4	6.5	6.6	6.5
S-05	6.3	6.4	6.5	6.4
S-06	6.1	6.2	6.2	6.1
S-06	6.2	6.6	6.5	6.4
S-06	6.1	6.4	6.5	6.3
S-07	6.7	6.8	6.8	6.8
S-07	6.5	6.6	6.6	6.6
S-07	6.5	6.7	6.7	6.6

Tabla 60. Concentraciones de metales y metaloides encontrados a 30 cm de profundidad en función de la distancia a la orilla del río.

Sitio	Distancia estimada	Ag	Al	As	Ba	Be	Cd
	m	mg/kg b.s.					
Punto 7	4	< 0.7	4715.3	< 14.8	113.6	< 0.8	0.2
Punto 4	7	< 0.7	3185.3	9.3	102.5	< 0.8	< 0.2
Punto 3	10	< 0.7	6435.9	9.2	87.4	< 0.8	< 0.2
Punto 6	12	< 0.7	6428.4	16.6	137.2	< 0.8	0.3
Punto 5	16	< 0.7	13333.6	30.2	377.9	< 0.8	0.4
Punto 1	22	< 0.7	2579.4	12.1	114.9	< 0.8	< 0.2
Punto 8	28	< 0.7	6683.7	17.8	146.8	< 0.8	0.3
Punto 2	33	< 0.7	5790.2	13.7	143.6	< 0.8	< 0.2
Punto 9	65	< 0.7	7424.2	19.0	160.6	< 0.8	0.3
Punto 10	118	< 0.7	6968.4	18.1	140.4	< 0.8	0.3





Tabla 61. Concentraciones de metales y metaloides encontrados a 30 cm de profundidad en función de la distancia a la orilla del río.

Sitio	Distancia estimada	Co	Cr	Cu	Mo	Ni	Pb
	m	mg/kg b.s.					
Punto 7	4	< 13.3	< 16.8	46.5	< 0.4	< 10.7	19.3
Punto 4	7	9.3	4.4	60.6	< 0.4	6.3	22.6
Punto 3	10	9.1	4.4	65.0	< 0.4	5.8	20.2
Punto 6	12	< 13.3	< 16.8	64.8	< 0.4	12.4	26.7
Punto 5	16	< 13.3	< 16.8	64.4	< 0.4	18.5	41.2
Punto 1	22	9.2	4.2	16.1	< 0.4	12.7	22.3
Punto 8	28	< 13.3	< 16.8	58.8	< 0.4	13.2	35.2
Punto 2	33	11.3	4.4	34.0	< 0.4	18.9	26.6
Punto 9	65	< 13.3	< 16.8	77.4	< 0.4	13.6	32.7
Punto 10	118	< 13.3	< 16.8	65.0	< 0.4	13.7	33.5

Tabla 62. Concentraciones de metales y metaloides encontrados a 30 cm de profundidad en función de la distancia a la orilla del río.

Sitio	Distancia estimada	Sb	Ti	Tl	V	Zn	
	m	mg/kg b.s.					
Punto 7	4	< 0.7	23.8		< 0.6	< 13.0	37.2
Punto 4	7	5.6	< 4.9		< 0.6	6.0	22.8
Punto 3	10	6.2	< 4.9		< 0.6	5.9	21.6
Punto 6	12	< 0.7	31.9		< 0.6	15.0	54.8
Punto 5	16	18.4	< 4.9		< 0.6	20.3	78.0
Punto 1	22	6.4	< 4.9		< 0.6	8.2	40.8
Punto 8	28	< 0.7	35.7		< 0.6	16.3	61.9
Punto 2	33	8.4	9.3		< 0.6	10.8	58.1
Punto 9	65	< 0.7	41.5		< 0.6	17.9	63.3
Punto 10	118	< 0.7	41.5		< 0.6	16.9	61.7



Tabla 63. Concentraciones de metales y metaloides encontrados a 60 cm de profundidad en función de la distancia a la orilla del río.

Sitio	Distancia estimada	Ag	Al	As	Ba	Be	Cd
	m	mg/kg b.s.					
Punto 7	4	< 0.7	< 14.8	5226.0	98.7	< 0.8	0.2
Punto 4	7	< 0.7	17.2	6863.9	96.5	< 0.8	0.3
Punto 3	10	< 0.7	< 14.8	9609.0	194.6	< 0.8	0.3
Punto 6	12	< 0.7	< 14.8	5122.7	85.2	< 0.8	0.2
Punto 5	16	< 0.7	< 14.8	7541.9	157.5	< 0.8	0.3
Punto 1	22	< 0.7	< 14.8	6460.2	101.0	< 0.8	0.3
Punto 8	28	< 0.7	17.3	7430.2	170.3	< 0.8	0.3
Punto 2	33	< 0.7	21.1	10481.9	232.2	< 0.8	0.3
Punto 9	65	< 0.7	17.1	6825.1	151.4	< 0.8	0.3
Punto 10	118	< 0.7	13.2	5633.1	110.3	< 0.8	0.2

Tabla 64. Concentraciones de metales y metaloides encontrados a 60 cm de profundidad en función de la distancia a la orilla del río.

Sitio	Distancia estimada	Co	Cr	Cu	Mo	Ni	Pb
	m	mg/kg b.s.					
Punto 7	4	< 13.3	< 16.8	44.3	< 0.4	< 10.7	21.4
Punto 4	7	< 13.3	< 16.8	59.0	< 0.4	12.9	34.3
Punto 3	10	< 13.3	< 16.8	32.8	< 0.4	11.4	24.0
Punto 6	12	< 13.3	< 16.8	35.5	< 0.4	< 10.7	13.0
Punto 5	16	< 13.3	< 16.8	51.4	< 0.4	< 10.7	30.3
Punto 1	22	< 13.3	< 16.8	52.1	< 0.4	11.2	22.0
Punto 8	28	< 13.3	< 16.8	87.0	< 0.4	12.8	30.3
Punto 2	33	< 13.3	< 16.8	29.5	< 0.4	12.7	28.2
Punto 9	65	< 13.3	< 16.8	55.6	< 0.4	14.0	31.8
Punto 10	118	< 13.3	< 16.8	29.2	< 0.4	11.2	24.4





Tabla 65. Concentraciones de metales y metaloides encontrados a 60 cm de profundidad en función de la distancia a la orilla del río.

Sitio	Distancia estimada	Sb	Ti	Tl	V	Zn
	m	mg/kg b.s.				
Punto 7	4	< 0.7	22.3	< 0.60	< 13.0	53.4
Punto 4	7	< 0.7	51.1	< 0.60	17.8	70.8
Punto 3	10	< 0.7	< 18.0	< 0.60	16.9	47.2
Punto 6	12	< 0.7	< 18.0	< 0.60	< 13.0	36.1
Punto 5	16	< 0.7	< 18.0	< 0.60	15.1	54.3
Punto 1	22	< 0.7	44.6	< 0.60	14.2	59.3
Punto 8	28	< 0.7	26.1	< 0.60	15.4	71.7
Punto 2	33	< 0.7	< 18.0	< 0.60	15.9	59.3
Punto 9	65	< 0.7	31.8	< 0.60	15.8	73.3
Punto 10	118	< 0.7	26.7	< 0.60	12.9	58.0

Tabla 66. Concentraciones de metales y metaloides encontrados a 90 cm de profundidad en función de la distancia a la orilla del río.

Sitio	Distancia estimada	Ag	Al	As	Ba	Be	Cd
	m	mg/kg b.s.					
Punto 7	4	< 0.7	3358.4	7.9	68.6	< 0.8	< 0.2
Punto 4	7	< 0.7	3992.8	10.3	103.0	< 0.8	< 0.2
Punto 3	10	< 0.7	4488.3	12.1	142.1	< 0.8	< 0.2
Punto 5	16	< 0.7	7178.9	13.1	152.7	< 0.8	< 0.2
Punto 1	22	< 0.7	10473.4	14.0	118.2	< 0.8	< 0.2
Punto 8	28	< 0.7	3687.9	7.6	80.5	< 0.8	< 0.2
Punto 9	65	< 0.7	4568.9	8.9	105.8	< 0.8	< 0.2
Punto 10	118	< 0.7	4103.7	8.2	73.5	< 0.8	< 0.2





Tabla 67. Concentraciones de metales y metaloides encontrados a 90 cm de profundidad en función de la distancia a la orilla del río.

Sitio	Distancia estimada	Co	Cr	Cu	Mo	Ni	Pv
	m	mg/kg b.s.					
Punto 7	4	7.9	4.2	26.4	< 0.45	5.9	17.4
Punto 4	7	9.5	3.6	51.4	< 0.45	8.3	32.7
Punto 3	10	11.0	4.2	18.8	< 0.45	8.9	27.8
Punto 5	16	11.9	4.5	85.0	< 0.45	9.9	39.5
Punto 1	22	10.3	4.5	13.3	< 0.45	7.6	27.6
Punto 8	28	8.0	4.0	43.0	< 0.45	5.1	18.4
Punto 9	65	8.6	3.9	22.8	< 0.45	19.1	21.3
Punto 10	118	7.8	4.1	12.1	< 0.45	6.8	16.4

Tabla 68. Concentraciones de metales y metaloides encontrados a 90 cm de profundidad en función de la distancia a la orilla del río.

Sitio	Distancia estimada	Sb	Ti	Tl	V	Zn
	m	mg/kg b.s.				
Punto 7	4	5.7	< 4.90	< 0.60	5.1	18.3
Punto 4	7	6.7	< 4.90	< 0.60	7.2	32.7
Punto 3	10	8.3	< 4.90	< 0.60	9.5	27.0
Punto 5	16	8.1	< 4.90	< 0.60	9.4	35.6
Punto 1	22	7.6	< 4.90	< 0.60	8.6	25.4
Punto 8	28	4.9	< 4.90	< 0.60	4.6	18.3
Punto 9	65	6.1	< 4.90	< 0.60	6.2	21.4
Punto 10	118	5.8	< 4.90	< 0.60	5.0	16.9





5.2. Resultados de los análisis de laboratorio de las muestras de suelo en la ciudad de Cananea.

Tabla 69. Resultados de metales y metaloides potencialmente tóxicos en suelo de Cananea.

Sitio	Ag	Al	As	Ba	Cd	Cr	Cu	Mn	Mo	Ni	Pb	Sr	Ti	Tl	V	Zn
	mg/kg b.s.															
S-08	<0.4	8415	25.4	73.6	<0.4	<8.7	180.5	325.3	1.1	<13.0	56.0	17.6	25.5	0.3	20.6	93.0
	<0.4	5170	<16.3	87.5	0.6	<8.7	455.7	530.2	1.4	<13.0	54.6	29.0	26.7	<0.2	<14.7	134.1
S-09	<0.4	6354	21.1	81.9	<0.4	19.8	352.5	227.2	0.9	<13.0	47.3	<10.4	39.6	0.3	39.0	33.1
	0.5	5723	52.0	73.6	0.8	15.3	920.9	313.3	<17.8	<13.0	70.3	18.6	38.2	0.3	29.6	101.9
S-10	0.8	11188	35.3	121.1	2.1	12.3	1004.4	663.1	<17.8	<13.0	154.1	60.8	39.8	<0.2	19.5	460.0
	0.7	6115	36.8	103.9	0.9	15.7	474.7	1094.8	1.7	<13.0	154.0	37.0	55.6	<0.2	31.2	212.3
S-11	<0.4	5665	22.2	165.5	2.0	<8.7	210.7	1584.4	1.6	<13.0	73.5	30.2	19.8	<0.2	<14.7	200.1
	<0.4		24.2	49.4	0.8	<8.7	<10.6	307.5	<17.8	<13.0	66.9	46.3	81.6	<0.2	<14.7	192.5
S-12	<0.4	7676	59.1	112.1	<0.4	12.3	255.7	1101.2	1.6	3.9	303.5	12.4	46.4	0.4	31.4	153.2
	0.6	7051	55.7	136.4	0.8	<8.7	439.1	1311.1	1.2	<13.0	241.0	20.8	25.2	0.5	27.5	321.6
S-13	0.8	9845	62.2	66.5	2.7	18.9	2472.9	803.6	<17.8	<13.0	152.2	23.2	50.9	0.3	28.7	702.1
S-14	0.5	10749	38.2	119.8	1.2	12.6	215.2	918.1	0.8	14.8	152.4	20.1	28.5	0.4	28.1	246.8
	<0.4	18456	45.0	200.0	1.6	13.5	340.8	942.7	1.2	18.7	158.9	25.8	28.9	0.4	30.7	313.4
S-15	<0.4	8898	<16.3	43.8	0.7	<8.7	138.1	1747.3	<0.3	4.9	209.6	17.7	219.8	<0.2	<14.7	134.8





5.3 Resultados de las concentraciones de mercurio obtenidas en cada uno de los puntos de las tres rutas estudiadas.

Tabla 70. Resultados de las concentraciones de mercurio medidas en los puntos de la Ruta 1.

NO.	COORDENADAS		LUGAR	CONCENTRACIÓN DE MERCURIO (ng/m ³)	
				AGOSTO 2021	FEBRERO 2022
1	30°59'50"	-110°15'12"	Hospital Cananea	376	25
2	30°59'26"	-110°16'02"	Campo Beisbol	190	54
3	30°59'36"	-110°16'06"	Mausoleo	350	33
4	30°59'49"	-110°16'14'	Cuerpo agua 1	297	ND
5	31°00'11"	-110°17'54"	CFE Cananea	157	31
6	30°58'27"	-110°18'18"	Laguna Lix Mirador	155	55
7	30°59'0"	-110°18'05"	Kiosko Ayuntamiento	28	39
9	30°59'25"	-110°16'58"	Jardín de niños	48	ND
10	31°00'50"	-110°21'30"	Villa Alpina	52	29
11	31°00'21"	-110°18'20"	Inicio Río Sonora	48	ND



Tabla 71. Resultados de las concentraciones de mercurio medidas en los puntos de la Ruta 2.

NO.	COORDENADAS		LUGAR	CONCENTRACIÓN DE MERCURIO (ng/m ³)	
				AGOSTO 2021	FEBRERO 2022
1	30°59'20"	-110°15'47"	Ministerio Público	281	ND
2	30°59'43"	-110°16'12"	Esc. Primaria Luis D.C.	226	ND
3	30°59'30"	-110°16'15"	DIF	288	28
4	30°59'12"	-110°16'18"	Mercado agropecuario	293	34
5	30°59'10"	-110°16'44"	STPS Junta de conciliación	360	40
6	30°59'12"	-110°17'42"	Agencia fiscal	389	27
7	30°59'07"	-110°18'01"	Esc. Primaria Benito Juárez	347	71
8	30°58'59"	-110°18'24"	Parroquia Ntra. Sra. Gpe.	477	51
9	30°58'58"	-110°18'13"	Museo Cárcel Cananea	567	64
10	30°58'48"	-110°18'52"	Tres Marías Biblioteca	320	25
11	30°58'54"	-110°18'58"	Cerca puerta minas	339	33
12	30°58'54"	-110°18'12"	Segunda La Pasadita	162	ND
13	30°58'34"	-110°18'08"	Escuela Melchor Ocampo	314	44
14	30°58'27"	-110°18'07"	Supervisión de P. Federal	238	31
15	30°58'20"	-110°17'54"	Frente al CUM	317	31
16	30°58'27"	-110°18'18"	Laguna Lix Mirador	449	55
17	30°58'45"	-110°17'33"	Club Campestre	276	31
18	30°58'23"	-110°15'41"	Parque Mártires de Cananea	346	27
19	31°01'40"	-110°22'49"	Minería María	79	ND
20	31°02'03"	-110°22'22"	Rumbo a observatorio	168	45
21	30°58'58"	-110°18'19"	Cerca Parroquia Ntra. Sra. Gpe	89	ND
22	30°58'59"	-110°18'24"	Parroquia Ntra. Sra. Gpe.	92	51
23	30°58'58"	-110°18'13"	Museo Cárcel Cananea	199	64
24	30°58'51"	-110°18'11"	Rumbo al mirador	188	ND
25	30°58'27"	-110°18'18"	Laguna Lix Mirador	188	55
26	30°58'54"	-110°18'58"	Cerca puerta minas	243	33
27	30°58'27"	-110°18'07"	Supervisión de P. Federal	295	31
28	30°58'20"	-110°17'54"	Frente al CUM	315	31



Tabla 72. Resultados de las concentraciones de mercurio medidas en los puntos de la Ruta 3.

No.	COORDENADAS		LUGAR	CONCENTRACIÓN DE MERCURIO (ng/m ³)	
				AGOSTO 2021	FEBRERO 2022
1	30°40'29"	-109°59'06"	Esc. Vasco de Quiroga Bacoachi	359	ND
2	30°39'47"	-109°58'56"	Arroyo Bacoachi	275	126
3	30°38'07"	-109°58'56"	Segundo Arroyo Bacoachi	254	ND
4	30°22'00"	-110°09'23"	Río Bacanucci Entrada Arizpe	372	ND
5	30°20'23"	-110°09'54"	Centro de salud rural Arizpe	312	94
6	30°20'09"	-110°10'00"	Centro histórico Arizpe	146	ND
7	30°20'06"	-110°09'49"	Río Sonora Arizpe	397	52
8	30°19'25"	-110°10'23"	Salida río Sonora Arizpe	322	ND
9	30°19'55"	-110°10'11"	Pozo Arsénico Arizpe	351	ND





**INFORMES DE RESULTADOS
MUESTREO REALIZADO EN JULIO DE 2021
AGUA DE RÍO**





MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



MEDIO AMBIENTE



Puerto Coahuilense 8342 Col. Progresso
Juárez, Bta. CP. 83500
Tel. (773) 2 26 16 86, 2 26 16 84

LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA

101/2021

RESULTADOS


AREA: QUÍMICA ANALÍTICA, FÍSICOQUÍMICOS										
CLIENTE Y/O PROYECTO: SUBCOORDINACIÓN DE CALIDAD DEL AGUA										
DOMICILIO: FASEO CUALIHNAHUAC NO. 8532 COL. PROGRESO, JUZTEPEC, MORELOS C.P. 62558										
No. de CONTROL 101/2021			TIPO DE MUESTRA: AGUA DE RÍO			FECHA DE MUESTREO: 2021/07/27-29		FECHA DE RECEPCIÓN: 2021/07/29-31		
No.	DESCRIPCIÓN	COLOR VERDADERO MÉTODO DE COEFICIENTES DE ABSORCIÓN ESPECTRAL				DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO DBO ₅ mg/L	DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO mg/L	DUREZA TOTAL mg/L CaCO ₃	FLUORUROS mg/L	
		@ 435 nm	@ 510 nm	@ 520 nm	U pt/l					
1	FECHA DE MUESTREO: 2021/07/27 OCNOR 4024 (ARIZPE)	0.7	0.4	0.1	7.99	< 1.0	11.1	400	0.340	
2	MET-003 (BACANUCHI-LA TRAMPA)	0.8	0.2	0.2	8.03	< 1.0	8.47	451	0.227	
3	MET-006 (TAHUICHOPA RÍO)	0.7	0.2	0.1	8.15	1.1	11.0	400	0.254	
4	RÍO-MET-SON-1	0.8	0.3	0.1	8.12	1.1	6.04	298	0.367	
5	OCNOR 4028 (BACACH)	0.6	0.2	0.1	7.98	< 1.0	< 5.00	290	0.388	
FECHA DE MUESTREO: 2021/07/28										
6	MET-014 SINOQUIPE (RÍO SONORA)	0.8	0.4	0.2	8.38	1.9	33.3	360	0.488	
7	OCNOR 4023 (RÍO SONORA 3)	0.8	0.3	0.4	8.78	< 1.0	27.8	319	0.349	
8	OCNOR 4022 (RÍO SONORA 4)	0.8	0.4	0.3	8.11	< 1.0	8.83	221	0.376	
FECHA DE MUESTREO: 2021/07/29										
9	OCNOR 4020 (BAVACORA)	1.0	0.4	0.3	8.18	3.3	25.9	414	0.529	
10	MET-043 (LA LABOR, RÍO SONORA)	0.8	0.5	0.3	8.27	< 1.0	6.78	437	0.385	
11	OCNOR 4019 (RÍO SONORA 3)	1.0	0.5	0.4	8.40	< 1.0	15.8	437	0.528	
12	OCNOR 4017 (EL GAVELAN)	1.0	0.5	0.4	8.25	1.7	17.0	612	0.339	
13	MET-058 (BOQUILLA DREDAÑO)	1.4	0.6	0.3	8.34	2.8	30.7	202	0.368	
14	OCNOR 4043 (FUENTE DE LA PRESA EL MOLINITO)	1.0	0.5	0.4	7.98	< 1.0	15.3	421	0.640	
FECHA DE ANÁLISIS		MUESTRA 1 A LA 2		2021/07/29		2021/07/29-08/03		2021/06/04	2021/06/06	2021/06/06-08
		MUESTRA 3 A LA 11		2021/06/02		2021/07/29-08/04				
		MUESTRA 12 A LA 14				2021/07/31-08/05				
MÉTODO DE ANÁLISIS		*PEFO-40				*NMX-AA-028-SCFI-2001	*NMX-AA-030-SCFI-2011	*NMX-AA-072-SCFI-2001	*NMX-AA-077-SCFI-2001	
FECHA DE EMISIÓN DE RESULTADOS						2021/06/12				
1) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, s.c., Número de acreditación: AQ-177-02208.										
2) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, s.c., Número de acreditación: AQ-177-02208. El tipo de muestra se encuentra fuera del alcance de la acreditación.										
3) Número de aprobación CONAVAL, CNA-GCA-2127										
4) Puesto no acreditado por la ente o otra organización o institución, sin embargo, se realiza de conformidad con nuestro Sistema de Gestión de Calidad, basado en la NMX-EC-17226-IMNC-2018										
OBSERVACIONES: NINGUNA.										
<p style="text-align: center;"> M. en C. MAREVA SANCHEZ OLIZMAN RESPONSABLE DEL AREA </p>										





MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

MEDIO AMBIENTE		IMTA		Fase Coordinación 832 del Programa Cajupén No. CP. 82558 Tel. 075 2 29 24 86, 2 29 24 84					
LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA				1010201					
RESULTADOS									
ÁREA: QUÍMICA ANALÍTICA, FÍSICOQUÍMICAS									
CLIENTE Y/O PROYECTO: SUBCOORDINACIÓN DE CALIDAD DEL AGUA									
DOMICILIO: PASO CUALIHNAHUAC NO. 8532 COL. PROGRESO JUITEPEC, MORELOS C.P. 82550									
No. de CONTROL: 1010201		TIPO DE MUESTRA: AGUA DE RÍO		FECHA DE MUESTREO: 2021/07/27-29		FECHA DE RECEPCIÓN: 2021/07/29-31			
No.	DESCRIPCIÓN	COLOR VERDADERO MÉTODO DE COEFICIENTES DE ABSORCIÓN ESPECTRAL				DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO DBO ₅	DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	DUREZA TOTAL	FLUORUROS
		488 nm	625 nm	625 nm	435 nm				
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L CaCO ₃	mg/L		
1	FECHA DE MUESTREO: 2021/07/27								
2	OCNOR 4024 (ARIPE)	0.7	0.4	0.3	7.99	< 1.0	11.1	405	0.245
3	MET-003 (BACANUCHI-LA TRAMPA)	0.6	0.2	0.2	8.03	< 1.0	8.47	481	0.227
4	MET-008 (TAHUICHORA RÍO)	0.7	0.2	0.1	8.15	1.1	11.0	405	0.254
5	RÍO-MET-SOM-1	0.8	0.3	0.1	8.13	1.1	6.04	296	0.287
6	OCNOR 4028 (BACDACH)	0.8	0.2	0.1	7.98	< 1.0	< 5.00	290	0.268
7	FECHA DE MUESTREO: 2021/07/28								
8	MET-014 SINOQUIPE (RÍO SONORA)	0.9	0.4	0.2	8.38	1.9	33.0	365	0.488
9	OCNOR 4023 (RÍO SONORA 8)	0.9	0.5	0.4	8.78	< 1.0	27.8	318	0.349
10	OCNOR 4022 (RÍO SONORA 4)	0.8	0.4	0.3	8.11	< 1.0	8.63	321	0.376
11	FECHA DE MUESTREO: 2021/07/29								
12	OCNOR 4020 (BAVIACORA)	1.0	0.4	0.3	8.18	3.3	25.9	414	0.529
13	MET-043 (LA LABOR RÍO SONORA)	0.9	0.5	0.3	8.27	< 1.0	6.79	437	0.385
14	OCNOR 4019 (RÍO SONORA 3)	1.0	0.5	0.4	8.40	< 1.0	15.6	437	0.529
15	OCNOR 4017 (EL GAVILAN)	1.0	0.5	0.4	8.25	1.7	17.0	432	0.338
16	MET-058 (BOQUILLA ORÉGANO)	1.4	0.6	0.3	8.34	2.8	30.7	302	0.368
17	OCNOR 4043 (EFLUENTE DE LA PRESA EL MOLINITO)	1.0	0.5	0.4	7.98	< 1.0	13.2	421	0.645
FECHA DE ANÁLISIS		MUESTRA 1 A LA 8		2021/07/28		2021/07/29-08/03			
		MUESTRA 9 A LA 11		2021/08/02		2021/07/30-08/04		2021/08/04	2021/08/05
		MUESTRA 12 A LA 14				2021/07/31-08/05			2021/08/05-08
MÉTODO DE ANÁLISIS		*PEFO-40				*NMX-AA-028-SCFI-2001	*NMX-AA-030/0-SCFI-2011	*NMX-AA-072-SCFI-2001	*NMX-AA-077-SCFI-2001
FECHA DE EMISIÓN DE RESULTADOS				2021/08/12					
1) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, s.c., Número de acreditación: AG-177-022/09									
2) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, s.c., Número de acreditación: AG-177-022/09. El tipo de muestra se encuentra fuera del alcance de la acreditación.									
3) Número de aprobación CONADUA CNA-GCA-2127									
4) Prueba no acreditada por la SEMA o otra organización o institución, sin embargo, se realiza de conformidad con nuestro Sistema de Gestión de Calidad, basado en la NMX-EC-17025-ISO-2018									
OBSERVACIONES									
NINGUNA									
ESTE REPORTE SE PUEDE USAR COMO RESPUESTA OCURRENCIALES, TITULARIDAD EN LA AUTORIZACIÓN POR USO DE SERVICIOS, Y/O COMO EVIDENCIA DE LA EFECTIVIDAD DE LOS SERVICIOS EN EL ÁMBITO DE LA CALIDAD DEL AGUA.									
 M. de la ESPERANZA SÁNCHEZ GUZMÁN RESPONSABLE DEL ÁREA									
Edición	01	02	03	04	05	06	07	08	09
Fecha	01	02	03	04	05	06	07	08	09



MEDIO AMBIENTE



Paseo Cuauhnáhuac 8532 Col. Progreso
Jiutepec Mor. CP. 62550
Tel. (777) 3 29 36 96, 3 29 36 64.

LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA

101/2021

RESULTADOS

ÁREA: MICROBIOLOGÍA												
CLIENTE Y/O PROYECTO: SUBCOORDINACIÓN DE CALIDAD DEL AGUA												
DOMICILIO: PASEO CUAUHNÁHUAC NO. 8532 COL. PROGRESO JIUTEPEC, MORELOS C.P. 62550												
No. DE CONTROL: 101/2021	TIPO DE MUESTRA: AGUA DE RIO											
FECHA MUESTREO: 2021/07/27-29	FECHA RECEPCIÓN: 2021/07/29-31											
No	DESCRIPCIÓN	PARÁMETROS										
		COLIFORMES FECALES (NMP) NMP/100 mL	COLIFORMES TOTALES (NMP) NMP/100 mL									
FECHA DE MUESTREO: 2021/07/27												
1	OCNOR 4024 (ARIZPE)	9.30 x 10 ³	4.30 x 10 ³									
2	MET-003(BACANUCHI-LA TRAMPA)	4.30 x 10 ³	9.30 x 10 ³									
3	MET-006 (TAHUICHOPA RIO)	9.30 x 10 ³	9.30 x 10 ³									
4	RIO-MET-SON-1	4.30 x 10 ³	1.50 x 10 ³									
5	OCNOR 4028 (BACOACHI)	28	4.30 x 10 ³									
FECHA DE MUESTREO: 2021/07/28												
6	MET-014 SINOQUIPE (RÍO SONORA)	4.30 x 10 ³	9.30 x 10 ³									
7	OCNOR 4023 (RÍO SONORA 5)	43	4.30 x 10 ³									
8	OCNOR 4022 (RÍO SONORA 4)	7	23									
FECHA DE MUESTREO: 2021/07/29												
9	OCNOR 4020 (BAVIACORA)	4.30 x 10 ³	1.50 x 10 ³									
10	MET-043 (LA LABOR RÍO SONORA)	4.30 x 10 ³	1.50 x 10 ³									
11	OCNOR 4019 (RÍO SONORA 3)	4.60 x 10 ³	2.10 x 10 ³									
12	OCNOR 4017 (EL GAVILAN)	23	1.50 x 10 ³									
13	MET-058 (BOQUILLA OREGANO)	43	7.50 x 10 ³									
14	OCNOR 4043(EFLUENTE DE LA PRESA EL MOLINITO)	1.50 x 10 ³	2.40 x 10 ³									
FECHA DE ANÁLISIS	MUESTRAS I A LA I I	2021/07/29-2021/08/01	2021/07/29-2021/08/02									
	MUESTRAS I A LA II	2021/07/30-2021/08/02	2021/07/30-2021/08/03									
	MUESTRAS I A LA III	2021/07/31-2021/08/03	2021/07/29-2021/08/04									
MÉTODO DE ANÁLISIS	1. NMX-AA-042-SCFI-2015											
FECHA DE EMISIÓN DE RESULTADOS	2021/08/16											
1) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, s.c., Número de acreditación: AG-177-032-08												
2) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, s.c., Número de acreditación: AG-177-032-09. El tipo de muestra se encuentra fuera del alcance de la acreditación.												
3) Número de aprobación CONAGUA, CNA-GCA-1127.												
4) Prueba no acreditada por la em o esta organización o institución, sin embargo, se realiza de conformidad con nuestro Sistema de Gestión de Calidad, basado en la NMX-EC-17025-AMC-2018												
OBSERVACIONES: NINGUNA												
ESTE REPORTE NO PODRÁ SER ALTERADO NI REPRODUCIDO PARCIAL O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACIÓN PREVIA DEL LABORATORIO. LOS RESULTADOS EMITIDOS SOLO AMPARAN LAS MUESTRAS RECIBIDAS EN ESTE LABORATORIO.												
 BIÓL. LORENA CASTILLO RODRIGUEZ RESPONSABLE DE ÁREA												
Edición:	D	M	A	Sustituye a:	D	M	A	Revisión:	Hoja	f	de:	f
	07	08	2020		18	12	2018	15				

FAE C06-B





MEDIO AMBIENTE



IMTA

Paseo Cuauhnáhuac #532 Col. Progreso
Júpiter Bta. CP. 62160
Tel. (777) 3 26 26 86, 3 23 26 84

LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA

101/2021

RESULTADOS

ÁREA: ABSORCIÓN ATÓMICA					
CLIENTE Y/O PROYECTO: SUBCOORDINACIÓN DE CALIDAD DEL AGUA					
DOMICILIO: PASEO CUAUHNÁHUAC NO. 5332 COL. PROGRESO JÚTEPEC, MORELOS C.P. 62550					
No. de CONTROL: 101/2021		TIPO DE MUESTRA: AGUA DE RÍO		FECHA DE MUESTREO: 2021/07/27-29 FECHA DE RECEPCIÓN: 2021/07/29-31	
No	DESCRIPCIÓN	PARÁMETROS			
		ANTIMONIO mg/l	ARSÉNICO mg/l	BARIO mg/l	COBRE mg/l
1	FECHA DE MUESTREO: 2021/07/27 OCNOR 4024 (ARIZPE)	0.0030	0.0007	<0.500	<0.050
2	MET-003 (BACANUCHI-LA TRAMPA)	0.0026	0.0051	<0.500	<0.050
3	MET-006 (TAHUICHOPA RÍO)	0.0028	0.0080	<0.500	<0.050
4	RÍO-MET-SON-1	0.0025	0.0048	<0.500	<0.050
5	OCNOR 4025 (BACOACHI)	0.0021	0.0026	<0.500	<0.050
FECHA DE MUESTREO: 2021/07/28					
6	MET-014 SIWOQUIPE (RÍO SONORA)	0.0032	0.0147	<0.500	<0.050
7	OCNOR 4023 (RÍO SONORA 5)	0.0027	0.0097	<0.500	<0.050
8	OCNOR 4022 (RÍO SONORA 4)	0.0018	0.0066	<0.500	<0.050
FECHA DE MUESTREO: 2021/07/29					
9	OCNOR 4020 (BAVIACORA)	0.0027	0.0074	<0.500	<0.050
10	MET-043 (LA LABOR RÍO SONORA)	0.0027	0.0070	<0.500	<0.050
11	OCNOR 4019 (RÍO SONORA 3)	0.0028	0.0083	<0.500	<0.050
12	OCNOR 4017 (EL GAVILAN)	0.0025	0.0087	<0.500	<0.050
13	MET-058 (BOQUILLA OREGANO)	0.0013	0.0147	<0.500	<0.050
14	OCNOR 4043 (EFLUENTE DE LA PRESA EL MOLINITO)	<0.0010	0.0199	<0.500	<0.050
FECHA DE ANÁLISIS		2021/08/12	2021/08/13	2021/08/19	2021/08/10
MÉTODO DE ANÁLISIS		1. NMX-AA-051-SCFI-2016			
FECHA DE EMISIÓN DE RESULTADOS		2021/08/20			
1) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, s.c. Número de acreditación: AG-177-032/09.					
2) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, s.c. Número de acreditación: AG-177-032/09. El tipo de muestra se encuentra fuera del alcance de la acreditación.					
3) Número de aprobación: CONAGUA, CMA-DCA-2127					
4) Prueba no acreditada por la eme u otra organización o institución, sin embargo, se realiza de conformidad con nuestro Sistema de Gestión de Calidad, basado en la NMX-EC-17025-IMNC-2018					
OBSERVACIONES: NINGUNA					
ESTE RESULTADO PUEDE SER REPRODUCIDO PARCIAL O TOTALMENTE EN LA AUTORIDAD O AFIN ESTABLECIDA DE IDENTIDAD LOCAL SIN QUE IMPLORE SU RESPONSABILIDAD AL ESTABLECIMIENTO DE ESTE LABORATORIO					
 M. en I. MANUEL SÁNCHEZ ZARZA RESPONSABLE DEL ÁREA					
Edición:	02	01	01	01	01
	07	28	2020	16	11
			Suministro		2019
					18
					Página 1 de 1



MEDIO AMBIENTE



Paseo Constituyentes 852 Col. Progreso
Jiutepec Mor. C.P. 62550
Tel. (777) 3 29 36 94, 3 29 36 64

LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA

101/2021

RESULTADOS

AREA: ABSORCION ATOMICA										
CLIENTE Y/O PROYECTO: SUBCOORDINACIÓN DE CALIDAD DEL AGUA										
DOMICILIO: PASEO CUAJINAHUAC NO. 8532 COL. PROGRESO JIUTEPEC, MORELOS C.P. 62550										
No. de CONTROL: 101/2021		TIPO DE MUESTRA: AGUA DE RIO	FECHA DE MUESTREO: 2021/07/27-29	FECHA DE RECEPCIÓN: 2021/07/29-31						
PARÁMETROS										
No	DESCRIPCIÓN	HIERRO mg/L	MANGANESO mg/L	MERCURIO mg/L						
FECHA DE MUESTREO: 2021/07/27										
1	OCNOR 4024 (ARIZPE)	2.32	0.130	0.0009						
2	MET-003(BACANUCHI-LA TRAMPA)	0.40	0.081	0.0008						
3	MET-006 (TAHUICHOPA RIO)	1.99	0.135	0.0017						
4	RIO-MET-SON-1	0.23	0.094	0.0012						
5	OCNOR 4028 (BACOACHI)	0.16	0.105	0.0008						
FECHA DE MUESTREO: 2021/07/28										
6	MET-014 SINOQUIPE (RIO SONORA)	7.03	0.439	0.0014						
7	OCNOR 4023 (RIO SONORA 5)	2.17	0.106	0.0014						
8	OCNOR 4022 (RIO SONORA 4)	0.28	0.213	0.0014						
FECHA DE MUESTREO: 2021/07/29										
9	OCNOR 4020 (BAVIACORA)	0.66	0.296	0.0009						
10	MET-043 (LA LABOR RIO SONORA)	1.13	0.109	0.0012						
11	OCNOR 4019 (RIO SONORA 3)	1.90	0.130	0.0013						
12	OCNOR 4017 (EL GAVILAN)	2.45	0.317	0.0011						
13	MET-058 (BOQUILLA OREGANO)	0.79	0.072	0.0008						
14	OCNOR 4043(EFLUENTE DE LA PRESA EL MOLINITO)	0.25	2.607	0.0013						
FECHA DE ANALISIS		2021/08/10	2021/08/11	2021/08/17						
METODO DE ANÁLISIS		1. NMX-AA-051-SCFI-2015								
FECHA DE EMISIÓN DE RESULTADOS		2021/08/20								
1) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, a.e., Número de acreditación. AG-177-032/09.										
2) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, a.e., Número de acreditación. AG-177-032/09. El tipo de muestra se encuentra fuera del alcance de la acreditación.										
3) Número de aprobación CONAGUA. CNA-GCA-2127										
4) Prueba no acreditada por la ama u otra organización o institución, sin embargo, se realiza de conformidad con nuestro Sistema de Gestión de Calidad, basado en la NMX-EC-17625-MNC-2018										
OBSERVACIONES: NINGUNA										
ESTE REPORTE NO PODRÁ SER UTILIZADO NI REPRODUCIDO PARCIAL O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACIÓN POR ESCRITO DEL LABORATORIO. LAS ÚNICAS COPIAS VÁLIDAS SON LAS MUESTRAS RECIBIDAS EN ESTE LABORATORIO.										
 M. en I. MANUEL SÁNCHEZ ZARZA RESPONSABLE DEL ÁREA										
Estado:	O 27	M 28	A 2021	Serie de:	O 19	M 12	A 2019	Hoja:	11	de 2

FM/CS-B





MEDIO AMBIENTE



Paseo Cuauhnahuac 8332 Col. Progreso
Júpiter, Méx. CP. 62550
Tel. (777) 2 29 29 86, 2 29 26 14

LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA

101/2021

RESULTADOS

ÁREA: ABSORCIÓN ATÓMICA			
CLIENTE Y/O PROYECTO: SUBCOORDINACIÓN DE CALIDAD DEL AGUA			
DOMICILIO: PASEO CUAUHNAHUAC NO. 8332 COL. PROGRESO, JÚPITER, MORELOS C.P. 62550			
No. de CONTROL: 101/2021	TIPO DE MUESTRA: AGUA DE RÍO	FECHA DE MUESTREO: 2021/07/27-29	FECHA DE RECEPCIÓN: 2021/07/29-31
DESCRIPCIÓN		NIQUEL	ZINC
		mg/l	mg/l
1	FECHA DE MUESTREO: 2021/07/27 OCNOR 4024 (ARIZPE)	<0.10	0.067
2	MET-003 (BACANUCHI-LA TRAMPA)	<0.10	0.042
3	MET-006 (TAHUICHOPA RÍO)	<0.10	0.061
4	RÍO-MET-SON-1	<0.10	0.045
5	OCNOR 4028 (BACOACHI)	<0.10	0.035
FECHA DE MUESTREO: 2021/07/29			
6	MET-014 SINOQUIPE (RÍO SONORA)	<0.10	0.094
7	OCNOR 4023 (RÍO SONORA 5)	<0.10	0.052
8	OCNOR 4022 (RÍO SONORA 4)	<0.10	0.034
FECHA DE MUESTREO: 2021/07/29			
9	OCNOR 4020 (BAYACORA)	<0.10	0.037
10	MET-043 (LA LABOR RÍO SONORA)	<0.10	0.049
11	OCNOR 4019 (RÍO SONORA 3)	<0.10	0.052
12	OCNOR 4017 (EL GAVILAN)	<0.10	0.124
13	MET-058 (BOQUILLA OREGANO)	<0.10	0.065
14	OCNOR 4043 (EFLUENTE DE LA PRESA EL MOLINITO)	<0.10	0.022
FECHA DE ANÁLISIS		2021/08/11	
MÉTODO DE ANÁLISIS		1. NMX-AA-051-SCFI-2016	
FECHA DE EMISIÓN DE RESULTADOS		2021/08/20	
1) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, s.c., Número de acreditación: AG-177-032/08.			
2) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, s.c., Número de acreditación: AG-177-032/08. El tipo de muestra se encuentra fuera del alcance de la acreditación.			
3) Número de aprobación CONAGUA: CNA-GCA-2137			
4) Prueba no acreditada por la ente u otra organización o institución, sin embargo, se realiza de conformidad con nuestro Sistema de Gestión de Calidad, basado en la NMX-EC-17025-IMNC-2018.			
OBSERVACIONES: NINGUNA			
ESTE REPORTE AUTOMÁTICO SE HA GENERADO Y REPRODUCIDO PARCIAL O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACIÓN POR ESCRITO DEL LABORATORIO. (ESTE RESULTADO NO SE CONSIDERA VÁLIDO SI NO SE RECIBIÓ EN ESTE LABORATORIO)			
 M. en I. MANUEL SÁNCHEZ ZARZA RESPONSABLE DEL ÁREA			
Estado:	D	M	A
	07	08	2020
Calificación:	0	31	4
	10	13	3018
Revisión:	18	Página 1 de 2	

FALC060





MEDIO AMBIENTE



IMTA

Paseo Cuauhnáhuac 4530 Col. Progreso
Jiutepec Mor. C.P. 62550
Tel. (777) 2 28 36 95, 2 28 36 94

LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA

101/2021

RESULTADOS

AREA: ABSORCIÓN ATÓMICA					
CLIENTE Y/O PROYECTO: SUBCOORDINACIÓN DE CALIDAD DEL AGUA					
DOMICILIO: PASEO CUAUHNÁHUAC NO. 4532 COL. PROGRESO JIUTEPEC, MORELOS C.P. 62550					
No. de CONTROL: 101/2021		TIPO DE MUESTRA: AGUA DE RÍO (DISUELTOS)		FECHA DE MUESTREO: 2021/07/27-29	
				FECHA DE RECEPCIÓN: 2021/07/29-31	
No	DESCRIPCIÓN	PARÁMETROS			
		ANTIMONIO mg/l	ARSÉNICO mg/l	BARIO mg/l	COBRE mg/l
1	FECHA DE MUESTREO: 2021/07/27 OCNOR 4024 (ARIZPE)	<0.0010	0.0069	<0.500	<0.050
2	MET-003 (BACANUCHI-LA TRAMPA)	<0.0010	0.0051	<0.500	<0.050
3	MET-006 (TAHUICHOPA RÍO)	<0.0010	0.0068	<0.500	<0.050
4	RÍO-MET-SÓN-1	<0.0010	0.0052	<0.500	<0.050
5	OCNOR 4028 (BACOACHI)	<0.0010	0.0030	<0.500	<0.050
FECHA DE MUESTREO: 2021/07/28					
6	MET-014 SINOQUIPE (RÍO SONORA)	<0.0010	0.0078	<0.500	<0.050
7	OCNOR 4023 (RÍO SONORA 5)	<0.0010	0.0075	<0.500	<0.050
8	OCNOR 4022 (RÍO SONORA 4)	<0.0010	0.0063	<0.500	<0.050
FECHA DE MUESTREO: 2021/07/29					
9	OCNOR 4020 (BAVIACORA)	<0.0010	0.0070	<0.500	<0.050
10	MET-043 (LA LABOR RÍO SONORA)	<0.0010	0.0063	<0.500	<0.050
11	OCNOR 4019 (RÍO SONORA 3)	<0.0010	0.0072	<0.500	<0.050
12	OCNOR 4017 (EL GAVILAN)	<0.0010	0.0071	<0.500	<0.050
13	MET-058 (BOQUILLA GREGANO)	<0.0010	0.0126	<0.500	<0.050
14	OCNOR 4043 (EFLUENTE DE LA PRESA EL MOLINITO)	<0.0010	0.0139	<0.500	<0.050
FECHA DE ANÁLISIS		2021/08/12	2021/08/13	2021/08/19	2021/08/10
MÉTODO DE ANÁLISIS		1. NMX-AA-051-SOFI-2016			
FECHA DE EMISIÓN DE RESULTADOS		2021/08/20			
1) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, a.c., Número de acreditación: AG-177-032/09.					
2) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, a.c., Número de acreditación: AG-177-032/09. El tipo de muestra se encuentra fuera del alcance de la acreditación.					
3) Número de aprobación CONAGUA, CNA-GCA-2137					
4) Prueba no acreditada por la snm y otra organización o institución, sin embargo, se realiza de conformidad con nuestro Sistema de Gestión de Calidad, basado en la NMX-EC-17925-IMNC-2018					
OBSERVACIONES:					
NINGUNA					
ESTE REPORTE NO PUEDE SER ALTERADO NI REPRODUCCIÓN PARCIAL, E TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACIÓN POR ESCRITO DEL LABORATORIO LOS RESULTADOS EMITIDOS SÓLO APLICAN A LAS MUESTRAS RECIBIDAS EN ESTE LABORATORIO					
 En: MANUEL SÁNCHEZ ZARZA RESPONSABLE DEL ÁREA					
Emisión:	07	08	2021	Revisión:	18
FM.C08					





MEDIO AMBIENTE



Plaza Constitución 8332 Col. Progreso
Jiutepec Mor. CP. 62550
Tel: (777) 3 28 28 16, 3 29 29 64

LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA

101/2021

RESULTADOS

AREA: ABSORCIÓN ATÓMICA				
CLIENTE Y/O PROYECTO: SUBCOORDINACIÓN DE CALIDAD DEL AGUA				
DOMICILIO: PASEO CUAUHNAHUAC NO. 8532 COL. PROGRESO JUTEPEC, MORELOS C.P. 62550				
No. de CONTROL:	TIPO DE MUESTRA:	FECHA DE MUESTREO:	2021/07/27-29	
101/2021	AGUA DE RIO (DISUELTOS)	FECHA DE RECEPCIÓN:	2021/07/28-31	
PARÁMETROS				
No	DESCRIPCIÓN	HIERRO	MANGANESO	MERCURIO
		mg/L	mg/L	mg/L
1	FECHA DE MUESTREO: 2021/07/27 OCNOR 4024 (ARIZPE)	<0.10	<0.050	<0.0005
2	MET-003 (BACANUCHI-LA TRAMPA)	<0.10	<0.050	<0.0005
3	MET-006 (TAHUICHOPA RIO)	<0.10	<0.050	<0.0005
4	RIO-MET-SON-1	<0.10	<0.050	<0.0005
5	OCNOR 4028 (BACOACHI)	<0.10	<0.050	<0.0005
FECHA DE MUESTREO: 2021/07/28				
6	MET-014 SINOQUIPE (RIO SONORA)	<0.10	<0.050	<0.0005
7	OCNOR 4023 (RIO SONORA 5)	<0.10	<0.050	<0.0005
8	OCNOR 4022 (RIO SONORA 4)	<0.10	<0.050	<0.0005
FECHA DE MUESTREO: 2021/07/29				
9	OCNOR 4020 (BAYACORA)	<0.10	<0.050	<0.0005
10	MET-043 (LA LABOR RIO SONORA)	<0.10	<0.050	<0.0005
11	OCNOR 4019 (RIO SONORA 3)	<0.10	<0.050	<0.0005
12	OCNOR 4017 (EL GAVILAN)	<0.10	<0.050	<0.0005
13	MET-058 (BOCULLA OREGANO)	<0.10	<0.050	<0.0005
14	OCNOR 4043 (EFLUENTE DE LA PRESA EL MOLINITO)	<0.10	<0.050	<0.0005
FECHA DE ANÁLISIS		2021/08/10	2021/08/11	2021/08/17
MÉTODO DE ANÁLISIS		1. NMX-AA-051-SCFI-2016		
FECHA DE EMISIÓN DE RESULTADOS		2021/08/20		
1) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, a.c., número de acreditación: AG-177-032/09.				
2) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, a.c., número de acreditación: AG-177-032/09. El tipo de muestra se encuentra fuera del alcance de la acreditación.				
3) Número de aprobación CONAGUA: CNA-GCA-2137				
4) Prueba no acreditada por la eme u otra organización e institución, sin embargo, se realiza de conformidad con nuestro Sistema de Gestión de Calidad, basado en la NMX-EC-17025-INNC-2018				
OBSERVACIONES:				
NINGUNA				
ESTE REPORTE NO PUEDE SER ALTERADO NI REPRODUCIDO PARCIALMENTE O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACIÓN POR ESCRITO DEL LABORATORIO				
ESTE REPORTE TIENE VALOR LEGAL EN LA MEDIDA QUE SE REALICE EN EL LABORATORIO				
 M. en C. MANUEL SÁNCHEZ ZARZA RESPONSABLE DEL ÁREA				
Ejecutor	D	M	A	Supervisor
	27	28	29/30	10
				M
				2021
				101
				Página 2 de 3

FM-08-E



MEDIO AMBIENTE



Platan Cuauhnahuac 8822 Col. Progreso
Jiutepec, Morelos, C.P. 62500
Tel. (777) 2 29 28 98, 2 29 28 94

LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA

101/2021

RESULTADOS

ÁREA: ABSORCIÓN ATÓMICA				
CLIENTE Y/O PROYECTO: SUBCOORDINACIÓN DE CALIDAD DEL AGUA				
DOMICILIO: PASEO CUAUHNÁHUAC NO. 8532 COL. PROGRESO JIUTEPEC, MORELOS C.P. 62500				
No. de CONTROL: 101/2021		TIPO DE MUESTRA: AGUA DE RÍO (DIFUSIVOS)		FECHA DE MUESTREO: 2021/07/27-29
				FECHA DE RECEPCIÓN: 2021/07/29-31
PARÁMETROS				
No.	DESCRIPCIÓN	HIERRO	MANGANESO	MERCURIO
		mg/L	mg/L	mg/L
1	FECHA DE MUESTREO: 2021/07/27 OCNOR 4024 (ARIZPE)	<0.10	<0.050	<0.0005
2	MET-003 (BACANUCHI-LA TRAMPA)	<0.10	<0.050	<0.0005
3	MET-006 (TAHUICHOPA RÍO)	<0.10	<0.050	<0.0005
4	RÍO-MET-SON-1	<0.10	<0.050	<0.0005
5	OCNOR 4029 (BACOACHI)	<0.10	<0.050	<0.0005
FECHA DE MUESTREO: 2021/07/28				
6	MET-014 SINOQUIPE (RÍO SONORA)	<0.10	<0.050	<0.0005
7	OCNOR 4023 (RÍO SONORA 5)	<0.10	<0.050	<0.0005
8	OCNOR 4022 (RÍO SONORA 4)	<0.10	<0.050	<0.0005
FECHA DE MUESTREO: 2021/07/29				
9	OCNOR 4020 (BAVIACORA)	<0.10	<0.050	<0.0005
10	MET-043 (LA LABOR RÍO SONORA)	<0.10	<0.050	<0.0005
11	OCNOR 4019 (RÍO SONORA 3)	<0.10	<0.050	<0.0005
12	OCNOR 4017 (EL GAVILAN)	<0.10	<0.050	<0.0005
13	MET-058 (BOQUILLA OREGANO)	<0.10	<0.050	<0.0005
14	OCNOR 4043 (EFLUENTE DE LA PRESA EL MOLINITO)	<0.10	<0.050	<0.0005
FECHA DE ANÁLISIS		2021/08/10	2021/08/11	2021/08/17
MÉTODO DE ANÁLISIS		1. NMX-AA-051-SCFI-2016		
FECHA DE EMISIÓN DE RESULTADOS		2021/08/20		
1) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, s.c., Número de acreditación: AG-171-03208.				
2) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, s.c., Número de acreditación: AG-171-03208. El tipo de muestra se encuentra fuera del alcance de la acreditación.				
3) Número de aprobación CONAGUA: CNA-GCA-2127				
4) Prueba no acreditada por la eme u otra organización e institución, sin embargo, se realizó de conformidad con nuestro Sistema de Gestión de Calidad, basado en la NMX-EC-17625-MNC-2018				
OBSERVACIONES:				
NINGUNA				
ESTE REPORTE NO PUEDE SER ATERADO NI REPRODUCIDO PARCIAL O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACIÓN POR ESCRITO DEL LABORATORIO				
LOS RESULTADOS PRECISOS SON OBTENIDOS LAS MUESTRAS RECIBIDAS EN ESTE LABORATORIO				
 M. en I. MANUEL SÁNCHEZ ARZA RESPONSABLE DE ÁREA				
Edición	0	01	01	2020
Revisión	0	01	01	2020
Página 2 de 2				

FM/CSB





MEDIO AMBIENTE



IMTA

Paseo Cuauhnahuac 8532 Col. Progreso
Jiitepec Mor. CP. 62550
Tel. (777) 3 29 26 96, 3 29 26 84

LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA

101/2021

RESULTADOS

ÁREA: ABSORCIÓN ATÓMICA																																																			
CLIENTE Y/O PROYECTO: SUBCOORDINACIÓN DE CALIDAD DEL AGUA																																																			
DOMICILIO: PASEO CUAUHNAHUAC NO. 8532 COL. PROGRESO JIITEPEC, MORELOS C.P. 62550																																																			
No. de CONTROL: 101/2021	TIPO DE MUESTRA: AGUA DE RÍO (DISUELTOS)																																																		
	FECHA DE MUESTREO: 2021/07/27-29																																																		
	FECHA DE RECEPCIÓN: 2021/07/29-31																																																		
PARAMETROS																																																			
No	DESCRIPCIÓN																																																		
	NIQUEL																																																		
	ZINC																																																		
	mg/L																																																		
	mg/L																																																		
1	FECHA DE MUESTREO: 2021/07/27																																																		
2	OCNOR 4024 (ARIZPE)																																																		
3	MET-003 (BACANUCHI-LA TRAMPA)																																																		
4	MET-006 (TAHUACHOPA RÍO)																																																		
5	RÍO-MET-SON-1																																																		
6	OCNOR 4028 (BAGOACHI)																																																		
7	FECHA DE MUESTREO: 2021/07/28																																																		
8	MET-014 SINDOQUIPE (RÍO SONORA)																																																		
9	OCNOR 4023 (RÍO SONORA 5)																																																		
10	OCNOR 4022 (RÍO SONORA 4)																																																		
11	FECHA DE MUESTREO: 2021/07/29																																																		
12	OCNOR 4020 (BAVIADORA)																																																		
13	MET-043 (LA LABOR RÍO SONORA)																																																		
14	OCNOR 4019 (RÍO SONORA 3)																																																		
15	OCNOR 4017 (EL GAVILAN)																																																		
16	MET-058 (BOQUILLA OREGANC)																																																		
17	OCNOR 4043 (EFLUENTE DE LA PRESA EL MOLINITO)																																																		
FECHA DE ANÁLISIS: 2021/08/11																																																			
MÉTODO DE ANÁLISIS: * NMX-AA-051-SCFI-2016																																																			
FECHA DE EMISIÓN DE RESULTADOS: 2021/08/23																																																			
1) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, s.c., Número de acreditación: AG-177-032/09.																																																			
2) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, s.c., Número de acreditación: AG-177-032/09. El tipo de muestra se encuentra fuera del alcance de la acreditación.																																																			
3) Número de aprobación CONAGUA: CNA-GCA-2137																																																			
4) Prueba no acreditada por la eme u otra organización o institución, sin embargo, se realiza de conformidad con nuestro Sistema de Gestión de Calidad, basado en la NMX-EC-17623-IMNC-2018																																																			
OBSERVACIONES:																																																			
NINGUNA.																																																			
ESTE REPORTE NO PODRÁ SER REPRODUCIDO PARCIAL O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACIÓN POR ESCRITO DEL LABORATORIO. LOS RESULTADOS EMISOS SON ÚNICAMENTE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN ESTE LABORATORIO.																																																			
 M. I. MANJUC SÁNCHEZ ZARZA RESPONSABLE DEL ÁREA																																																			
Calidad	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50



**INFORMES DE RESULTADOS
MUESTREO REALIZADO EN JULIO DE 2021
AGUA DE POZO**





MEDIO AMBIENTE



Perseo Constitucionales 9332 Col. Progreso
Jilotepec Mor. CP. 62760
Tel (017) 1 29 16 96, 1 29 16 44

LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA

103/2021

RESULTADOS

AREA: QUÍMICA ANALÍTICA FÍSICOQUÍMICOS	
CLIENTE Y/O PROYECTO: SUBCOORDINACIÓN DE CALIDAD DEL AGUA	
DOMICILIO: PASAD CUALIHMANUAC NO. 8532 COL. PROGRESO JILTEPEC, MORELOS C.P. 62660	
No. de CONTROL: 103/2021	TIPO DE MUESTRA: AGUA DE POZO
	FECHA DE MUESTREO: 2021/07/27-28
	FECHA DE RECEPCIÓN: 2021/07/28-31

No	DESCRIPCIÓN	PARÁMETROS					
		CLORUROS TOTALES mg/L	COLOR VERDADERO U/Pl-Co el. pt		DUREZA TOTAL mg/L CaCO3	FENÓLES TOTALES mg/L	FLUORUROS mg/L
FECHA DE MUESTREO: 2021/07/27							
1	ESTACION DE BOMBEO EL RITO	3.36	<2.5	7.91	115	<0.0100	0.273
2	OCNOR 3887M1 (POZO 3 OJO DE AGUA)	16.0	3	7.97	264	<0.0100	0.426
3	MET-001 BACANUCHI POZO	13.2	<2.5	7.30	601	<0.0100	0.477
4	MET-006 ARIZPE POZO 2 (ARIZPE)	8.90	3	7.92	358	<0.0100	0.386
5	OCNOR 4027 (POZO TAHUICHORA)	10.0	5	7.89	401	<0.0100	0.286
6	OCNOR 4030 (NUEVO POZO CHINAPA)	6.60	<2.5	7.47	313	<0.0100	0.336
FECHA DE MUESTREO: 2021/07/28							
7	OCNOR 4029 (POZO BACDACHI)	6.97	<2.5	7.34	120	<0.0100	1.19
8	MET-013 SINGUIPE POZO	6.27	<2.5	7.10	308	<0.0100	0.313
9	MET-016 BANAMCHI POZO	9.25	<2.5	7.66	321	<0.0100	0.545
10	MET-019 HUERPAC	14.0	<2.5	6.74	406	<0.0100	0.563
11	MET-023 SAN FELIPE DE JESUS	7.26	<2.5	6.66	140	<0.0100	0.426
12	MET-NUEVO ACONCHI	16.3	<2.5	7.80	404	<0.0100	0.491
FECHA DE MUESTREO: 2021/07/29							
13	OCNOR 4021 (SAN PABLO DE ACONCHI)	5.97	<2.5	7.47	188	<0.0100	0.258
14	MET-083 BAVIACORA POZO	26.0	<2.5	7.32	597	<0.0100	0.579
15	MET-081 LA CAPILLA POZO	24.2	<2.5	7.33	547	<0.0100	0.671
16	MET-032 MAZOCAHUI POZO	52.0	<2.5	7.72	533	<0.0100	0.797
17	OCNOR-4018 POZO SAUZ DE LRES	42.1	<2.5	7.16	627	<0.0100	0.628
18	MET-112 SAN RAFAEL POZO	54.7	<2.5	8.24	36.7	<0.0100	9.93
19	MET-046 SAN JOSE DE GRACIA POZO	69.8	<2.5	7.66	592	<0.0100	0.690
20	MET-051 MOLINITO POZO	49.8	<2.5	7.35	336	<0.0100	0.769

FECHA DE ANÁLISIS	DE MUESTRAS 1 A LA 6	2021/08/02	2021/07/29	2021/08/06	2021/08/06-17	2021/08/06-08
	MUESTRAS 7 A LA 18		2021/07/30		2021/08/09-17	
	MUESTRAS 19 y 20		2021/07/31		2021/08/17-17	

MÉTODO DE ANÁLISIS	1° NMX-073-SCFI-2001	1° NMX-AA-045-SCFI-2001	1° NMX-AA-072-SCFI-2001	1° NMX-AA-060-SCFI-2001	1° NMX-AA-077-SCFI-2001
--------------------	----------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------	-------------------------

FECHA DE EMISIÓN DE RESULTADOS: 2021/09/13

1) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, s.c., número de acreditación: AG-177-03149.

2) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, s.c., número de acreditación: AG-177-03149. El tipo de muestra se encuentra fuera del alcance de la acreditación.

3) Número de aprobación CONAGUA, CNA-GCA-2137

4) Prueba no acreditada por la eme u otra organización o institución, sin embargo, se realiza de conformidad con nuestro Sistema de Gestión de Calidad, basado en la NMX-EC-17025-IMNC-2018

OBSERVACIONES:

PESO MOL DEL MATERIAL DE REFERENCIA DE SAAM=268.38 g/mol

ESTE REPORTE SE EMITE SIN EL USAR EL PROCEDIMIENTO PARA EL TALLADO DE LA MUESTRA POR PARTE DEL LABORATORIO

ESTE REPORTE EMITE LOS RESULTADOS SIN EL USAR EL PROCEDIMIENTO PARA EL TALLADO DE LA MUESTRA POR PARTE DEL LABORATORIO

M. en L. BRIGITTA SÁNCHEZ GUZMÁN
RESPONSABLE DEL ÁREA

Estado	OP	SI	NO	OTRO	Comentarios	FECHA	USUARIO	IMPRESIÓN
--------	----	----	----	------	-------------	-------	---------	-----------



MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES

MEDIO AMBIENTE		IMTA		Planta Constructiva 2022 Cui Progreso Juchitán Mor. CP. 62000 Tel: (95) 2 28 28 86, 2 28 28 84																											
LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA																															
RESULTADOS																															
AREA: QUÍMICA ANALÍTICA FÍSICOQUÍMICAS																															
CLIENTE Y/O PROYECTO: SUBCOMUNIDAD DE CALIDAD DEL AGUA																															
DOMICILIO: PASEO CUALIHUAMAJAC NO. 8532 COL. PROGRESO JUITEPEC MORELOS C.P. 62560																															
No. de CONTROL: 103/2021		TIPO DE MUESTRA: AGUA DE POZO/AGUA DE RÍO		FECHA DE MUESTREO: 2021/07/29		FECHA DE RECEPCIÓN: 2021/07/29-31																									
No	DESCRIPCIÓN	ION SULFATO	PARÁMETROS				SUSTANCIAS ACTIVAS AL AZUL DE METILENO mg/L																								
			NITRÓGENO COMO NITRÓGENO AMONÍACAL mg/L	NITRÓGENO DE NITRATOS mg/L	NITRÓGENO DE NITRITOS mg/L	SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES mg/L																									
FECHA DE MUESTREO: 2021/07/27																															
1	ESTACION DE REBOMBEO EL RINTO	64.3	< 0.200	0.484	< 0.0200	204	< 0.100																								
2	OCNOR 3987M1 (POZO 3 OJO DE AGUA)	267	< 0.200	0.878	< 0.0200	462	< 0.100																								
3	MET-001 BACANUCHI POZO	472	< 0.200	5.73	< 0.0200	722	< 0.100																								
4	MET-008 ARIZPE POZO 2 (ARIZPE)	228	< 0.200	1.48	< 0.0200	358	< 0.100																								
5	OCNOR 4027 (POZO TAHUCHOFA)	260	< 0.200	1.44	< 0.0200	362	< 0.100																								
6	OCNOR 4030 (NUEVO POZO CHINAPA)	134	< 0.200	2.45	< 0.0200	324	< 0.100																								
FECHA DE MUESTREO: 2021/07/28																															
7	OCNOR 4029 (POZO BACOACHO)	21.7	< 0.200	0.320	< 0.0200	220	< 0.100																								
8	MET-013 SINOQUIPE POZO	124	< 0.200	1.55	< 0.0200	412	< 0.100																								
9	MET-016 BANAMICHÍ POZO	175	< 0.200	1.38	< 0.0200	486	< 0.100																								
10	MET-019 HUEPAC	241	< 0.200	3.22	< 0.0200	656	< 0.100																								
11	MET-023 SAN FELIPE DE JESUS	70.2	< 0.200	1.38	< 0.0200	240	< 0.100																								
12	MET-NUEVO ACONCHI	291	< 0.200	3.12	< 0.0200	738	< 0.100																								
FECHA DE MUESTREO: 2021/07/29																															
13	OCNOR 4021 (SAN PABLO DE ACONCHI)	22.9	< 0.200	1.02	< 0.0200	274	< 0.100																								
14	MET-083 BALVACORA POZO	441	< 0.200	6.07	< 0.0200	1008	< 0.100																								
15	MET-081 LA CAPILLA POZO	420	< 0.200	6.16	< 0.0200	970	< 0.100																								
16	MET-032 MAZOCAHUI POZO	379	< 0.200	6.43	< 0.0200	860	< 0.100																								
17	OCNOR-4018 POZO SALIZ DE GRES	466	< 0.200	8.80	< 0.0200	1126	< 0.100																								
18	MET-112 SAN RAFAEL POZO	34.9	< 0.200	0.699	< 0.0200	334	< 0.100																								
19	MET-046 SAN JOSE DE GRACIA POZO	542	< 0.200	1.16	< 0.0200	1176	< 0.100																								
20	MET-051 MOLINITO POZO	230	< 0.200	2.14	< 0.0200	704	< 0.100																								
FECHA DE ANÁLISIS		MUESTRAS 1 A LA 6		2021/07/29	2021/07/29	2021/08/02-04	2021/07/31																								
		MUESTRAS 7 A LA 18		2021/07/30	2021/07/30	2021/08/03-05	2021/08/02																								
		MUESTRAS 19 y 20		2021/08/02	2021/07/31																										
MÉTODO DE ANÁLISIS		1) NMX-AA-074-SCFI-2014		1) STANDARD METHODS SECCIÓN 4500-N-AM-20ª EDICIÓN, 1998	1) NMX-AA-079-SCFI-2007	1) NMX-AA-099-SCFI-2006	1) NMX-AA-034-SCFI-2015																								
							1) NMX-AA-039-SCFI-2007																								
FECHA DE EMISIÓN DE RESULTADOS				2021/08/13																											
1) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, s.a., Número de acreditación: AG-177-032/99.																															
2) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, s.a., Número de acreditación: AG-177-032/99. El tipo de muestra se encuentra fuera del alcance de la acreditación.																															
3) Número de aprobación: CÓNAGUA, CNA-GCA-2787																															
4) Prueba no acreditada por la ama u otra organización o institución, sin embargo, se realiza de conformidad con nuestro Sistema de Gestión de Calidad, basado en la NMX-EC-17228-IMC-2019																															
OBSERVACIONES:																															
PESO MOL DEL MATERIAL DE REFERENCIA DE SAAM=286.38 g/mol																															
ESTE REPORTE NO DEBE SER USADO PARA FINESES LEGALES NI PARA FINESES DE RESPONSABILIDAD CIVIL NI PARA FINESES DE RESPONSABILIDAD PENAL NI PARA FINESES DE RESPONSABILIDAD LABORAL.																															
 M. en I. MIRENKA SANCHEZ GUZMAN RESPONSABLE DEL ÁREA																															
<table border="1"> <tr> <td>Calidad</td> <td>0</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> <td>7</td> <td>8</td> <td>9</td> <td>10</td> </tr> <tr> <td>Fecha</td> <td>07</td> <td>08</td> <td>09</td> <td>10</td> <td>11</td> <td>12</td> <td>13</td> <td>14</td> <td>15</td> <td>16</td> <td>17</td> </tr> </table>								Calidad	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Fecha	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17
Calidad	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10																				
Fecha	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17																				



Paseo Cuauhnahuac 8532 Col. Progreso
Jalisco Mex. CP. 42100
Tel. (375) 7 29 36 96, 7 29 39 84

LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA

103/2021

RESULTADOS

ÁREA: QUÍMICA ANALÍTICA, FÍSICOQUÍMICOS	
CLIENTE Y/O PROYECTO: SUBCOORDINACIÓN DE CALIDAD DEL AGUA	
DOMICILIO: PASEO CUAUHNÁHUAC NO. 8532 COL. PROGRESO JU/TEPEC, MORELOS C.P. 42350	
No. de CONTROL: 103/2021	TIPO DE MUESTRA: AGUA DE POZOAQUA DE RÍO
FECHA DE MUESTREO: 2021/07/27	FECHA DE RECEPCIÓN: 2021/07/29-31
PARÁMETROS	
No	DESCRIPCIÓN
TURBIEDAD	
UNIT	
1	FECHA DE MUESTREO: 2021/07/27
2	ESTACIÓN DE BOMBEO EL RÍO
3	OCNOR 3987M (POZO 3 OJO DE AGUA)
4	MET-001 BACANUCHI POZO
5	MET-008 ARIZPE POZO 2 (ARIZPE)
6	OCNOR 4027 (POZO TAHUICHOPA)
7	OCNOR 4030 (NUEVO POZO CHINAPA)
FECHA DE MUESTREO: 2021/07/29	
8	OCNOR 4029 (POZO SACOACHI)
9	MET-013 SINOQUIPE POZO
10	MET-016 SANAMICHI POZO
11	MET-019 HUEPAC
12	MET-023 SAN FELIPE DE JESUS
13	MET-NUEVO ACONCHI
FECHA DE MUESTREO: 2021/07/29	
14	OCNOR 4021 (SAN PABLO DE ACONCHI)
15	MET-083 BAYACORA POZO
16	MET-081 LA CAPILLA POZO
17	MET-032 MAZOCANU POZO
18	OCNOR-4018 POZO SAUZ DE URES
19	MET-112 SAN RAFAEL POZO
20	MET-046 SAN JOSÉ DE GRACIA POZO
	MET-051 MOLINTO POZO
FECHA DE ANÁLISIS	MUESTRAS 1 A LA 6
	MUESTRAS 7 A LA 18
	MUESTRAS 19 Y 20
MÉTODO DE ANÁLISIS	*NMX-AA-038-SCFI-2001
FECHA DE EMISIÓN DE RESULTADOS	2021/05/13
1) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, s.c., Número de acreditación: AG-177-03208.	
2) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, s.c., Número de acreditación: AG-177-03208. El tipo de muestra se encuentra fuera del alcance de la acreditación.	
3) Número de aprobación CONAGUA: CNA-GCA-2137	
4) Puede no acreditarse por la eme u otra organización o institución, sin embargo, se realiza de conformidad con nuestro Sistema de Gestión de Calidad, basado en la NMX-EC-17025-MNC-2018.	
OBSERVACIONES	
PESO MOL DEL MATERIAL DE REFERENCIA DE SAAM=208.38 g/mol	
ESTE REPORTE NO PUEDE SER ALTERADO NI REPRODUCCION PARCIAL O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACION POR ESCRITO DEL LABORATORIO. LOS RESULTADOS SÓLO SON VÁLIDOS PARA LAS MUESTRAS RECIBIDAS EN ESTE LABORATORIO.	
 M. en I. MARGARITA SÁNCHEZ GUZMÁN RESPONSABLE DEL ÁREA	
Estado	0
At	1
Pr	2
2020	3
Insuficiente	4
5	6
7	8
9	10
11	12
13	14
15	16
17	18
19	20
21	22
23	24
25	26
27	28
29	30
31	32
33	34
35	36
37	38
39	40
41	42
43	44
45	46
47	48
49	50
51	52
53	54
55	56
57	58
59	60
61	62
63	64
65	66
67	68
69	70
71	72
73	74
75	76
77	78
79	80
81	82
83	84
85	86
87	88
89	90
91	92
93	94
95	96
97	98
99	100



MEDIO AMBIENTE



Paseo Cuauhnahuac 8532 Col. Progreso
Ajunon Mil. CP. 82150
Tel. (777) 3 29 31 96, 3 29 34 64

LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA

103/2021

RESULTADOS

ÁREA: ABSORCIÓN ATÓMICA					
CLIENTE Y/O PROYECTO: SUBCOORDINACIÓN DE CALIDAD DEL AGUA					
DOMICILIO: PASEO CUAUHNÁHUAC NO. 8532 COL. PROGRESO JUTEPEC, MORELOS C.P. 62550					
No. de CONTROL: 103/2021		TIPO DE MUESTRA: AGUA DE POZO		FECHA DE MUESTREO: 2021/07/27-29	FECHA DE RECEPCIÓN: 2021/07/29-31
No	DESCRIPCIÓN	PARÁMETROS			
		ANTIMONIO mg/L	ARSÉNICO mg/L	BARIO mg/L	COBRE mg/L
1	FECHA DE MUESTREO: 2021/07/27 ESTACION DE REBOMBEO EL RITO	<0.0010	0.0076	<0.500	<0.050
2	OCNOR 3987M1 (POZO 3 CJO DE AGUA)	<0.0010	0.0070	<0.500	<0.050
3	MET-001 BACANUCHI POZO	<0.0010	0.0028	<0.500	<0.050
4	MET-008 ARIZPE POZO 3 (ARIZPE)	<0.0010	0.0042	<0.500	<0.050
5	OCNOR 4027 (POZO TAHUICHOPA)	0.0024	0.0049	<0.500	<0.050
6	OCNOR 4030 (NUEVO POZO CHINAPA)	<0.0010	0.0054	<0.500	<0.050
FECHA DE MUESTREO: 2021/07/28					
7	OCNOR 4029 (POZO BACOACHI)	<0.0010	<0.0010	<0.500	<0.050
8	MET-013 SINOQUIPE POZO	<0.0010	0.0031	<0.500	<0.050
9	MET-016 BANAMICHI POZO	<0.0010	0.0066	<0.500	<0.050
10	MET-019 HUEPAC	<0.0010	0.0047	<0.500	<0.050
11	MET-023 SAN FELIPE DE JESUS	<0.0010	<0.0010	<0.500	<0.050
12	MET-NUEVO ACONCHI	<0.0010	0.0054	<0.500	<0.050
FECHA DE MUESTREO: 2021/07/29					
13	OCNOR 4021 (SAN PABLO DE ACONCHI)	<0.0010	0.0047	<0.500	<0.050
14	MET-083 BAVIACORA POZO	<0.0010	0.0051	<0.500	<0.050
15	MET-081 LA CAPILLA POZO	<0.0010	0.0039	<0.500	<0.050
16	MET-032 MAZOCAHU POZO	<0.0010	<0.0010	<0.500	<0.050
17	OCNOR-4018 POZO SAUZ DE URES	<0.0010	0.0037	<0.500	<0.050
18	MET-112 SAN RAFAEL POZO	<0.0010	0.0195	<0.500	<0.050
19	MET-046 SAN JOSE DE GRACIA POZO	<0.0010	0.0058	<0.500	<0.050
20	MET-051 MOLINITO POZO	<0.0010	0.0120	<0.500	<0.050
FECHA DE ANÁLISIS		2021/08/12	2021/08/13	2021/08/19	2021/08/10
MÉTODO DE ANÁLISIS		1. NMX-AA-051-SCFI-2016			
FECHA DE EMISIÓN DE RESULTADOS		2021/08/20			
1) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, a.e., Número de acreditación: AG-177-03209.					
2) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, a.e., Número de acreditación: AG-177-03209. El tipo de muestra se encuentra fuera del alcance de la acreditación.					
3) Número de aprobación CONAGUA, CNA-GCA-2137					
4) Prueba no acreditada por la eme u otra organización o institución, sin embargo, se realiza de conformidad con nuestro Sistema de Gestión de Calidad, basado en la NMX-EC-17025-MNC-2018					
OBSERVACIONES					
NINGUNA					
ESTE REPORTE NO PUEDE SER AL TERZO NI REPRODUCCION PARCIAL O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACION POR ESCRITO DEL LABORATORIO. LOS RESULTADOS EMPROBOS SÓLO APLICAN LAS MUESTRAS REALIZADAS EN ESTE LABORATORIO.					
 M. en I. MANUEL SÁNCHEZ ZARZA RESPONSABLE DEL ÁREA					
Edición	01	M	A	Subtipo B	17
	07	08	2020		14
					2020
					18
					Página 1 de 2





MEDIO AMBIENTE



Perseo Cuauhnáhuac 8532 Col. Progreso
Jiutepec Mor. CP. 62550
Tel. (777) 2 29 24 44, 2 29 24 64

LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA

103/2021

RESULTADOS

AREA: ABSORCIÓN ATÓMICA												
CLIENTE Y/O PROYECTO: SUBCOORDINACIÓN DE CALIDAD DEL AGUA												
DOMICILIO: PASEO CUAUHNÁHUAC NO. 8532 COL. PROGRESO JIUTEPEC, MORELOS C.P. 62550												
No. de CONTROL: 103/2021	TIPO DE MUESTRA: AGUA DE POZO	FECHA DE MUESTREO: 2021/07/27-29	FECHA DE RECEPCIÓN: 2021/07/29-31									
No	DESCRIPCIÓN	PARAMETROS										
		HIERRO mg/L	MANGANESO mg/L	MERCURIO mg/L								
1	FECHA DE MUESTREO: 2021/07/27 ESTACION DE REBOMBEO EL RITO	<0.10	<0.050	<0.0005								
2	OCNCR 3987M1 (POZO 3 OJO DE AGUA)	<0.10	<0.050	<0.0005								
3	MET-001 BACANUCHI POZO	<0.10	<0.050	<0.0005								
4	MET-008 ARIZPE POZO 2 (ARIZPE)	<0.10	<0.050	<0.0005								
5	OCNCR 4027 (POZO TAHUICHOPA)	1.11	<0.050	<0.0005								
6	OCNCR 4030 (NUEVO POZO CHINAPA)	<0.10	<0.050	<0.0005								
FECHA DE MUESTREO: 2021/07/28												
7	OCNCR 4029 (POZO BACCACHI)	<0.10	<0.050	<0.0005								
8	MET-013 SINOQUIPE POZO	<0.10	<0.050	<0.0005								
9	MET-016 BANAMICHI POZO	<0.10	<0.050	<0.0005								
10	MET-019 HUEPAC	<0.10	<0.050	<0.0005								
11	MET-023 SAN FELIPE DE JESUS	<0.10	<0.050	<0.0005								
12	MET-NUEVO ACONCHI	<0.10	<0.050	<0.0005								
FECHA DE MUESTREO: 2021/07/29												
13	OCNCR 4021 (SAN PABLO DE ACONCHI)	<0.10	<0.050	<0.0005								
14	MET-083 BAVIACORA POZO	<0.10	<0.050	<0.0005								
15	MET-081 LA CAPILLA POZO	<0.10	<0.050	<0.0005								
16	MET-032 MAZOCAHUI POZO	<0.10	<0.050	<0.0005								
17	OCNCR-4018 POZO SAJZ DE URES	<0.10	<0.050	<0.0005								
18	MET-112 SAN RAFAEL POZO	<0.10	<0.050	<0.0005								
19	MET-046 SAN JOSE DE GRACIA POZO	<0.10	<0.050	<0.0005								
20	MET-051 MOLINITO POZO	<0.10	<0.050	<0.0005								
FECHA DE ANÁLISIS		2021/08/10	2021/08/11	2021/08/17								
MÉTODO DE ANÁLISIS		1. NMX-AA-051-SCFI-2016										
FECHA DE EMISIÓN DE RESULTADOS		2021/08/20										
1) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, a.c., Número de acreditación: AG-177-032/09.												
2) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, a.c., Número de acreditación: AG-177-032/09. El tipo de muestra se encuentra fuera del alcance de la acreditación.												
3) Número de aprobación CONAGUA: CNA-GCA-2137												
4) Prueba no acreditada por la ems u otra organización o institución, sin embargo, se realiza de conformidad con nuestro Sistema de Gestión de Calidad basado en la NMX-EC-17023-MNC-2018												
OBSERVACIONES: NINGUNA.												
ESTE REPORTE NO PODRÁ SER AL TERCIARIAMENTE REPRODUCCION PARCIAL O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACIÓN POR ESCRITO DEL LABORATORIO LOS RESULTADOS EMPLEADOS SON ÚNICAMENTE PARA LAS MUESTRAS RECORRIDAS EN ESTE LABORATORIO												
 M. en I. MANUEL SÁNCHEZ ZARZA RESPONSABLE DEL ÁREA												
Edición	01	M	A	2020	Revisión	01	M	A	2019	Revisión	01	Página 2 de 2



MEDIO AMBIENTE



Paseo Cuauhtémoc 8531 Col. Progreso
Jilotepec Mor. CP. 82550
Tel. (773) 9 29 26 85, 9 29 26 84

LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA

103/2021

RESULTADOS

AREA: ABSORCION ATDMICA		SUBCOORDINACIÓN DE CALIDAD DEL AGUA		
CLIENTE Y/O PROYECTO:		PASADU CUAUHNAHUAC NO. 8532 COL. PROGRESO JILOTEPEC, MORELOS C.P. 82550		
DOMICILIO:		PASADU CUAUHNAHUAC NO. 8532 COL. PROGRESO JILOTEPEC, MORELOS C.P. 82550		
No. de CONTROL:		TIPO DE MUESTRA:	FECHA DE MUESTREO:	2021/07/27-29
103/2021		AGUA DE POZO	FECHA DE RECEPCIÓN:	2021/07/29-31
No	DESCRIPCIÓN	PARÁMETROS		
		NIQUEL	SODIO	ZINC
		mg/L	mg/L	mg/L
1	FECHA DE MUESTREO: 2021/07/27 ESTACION DE REBOMBEO EL RITO	<0.10	31.05	<0.010
2	OCNOR 3987M1 (POZO 3 OJO DE AGUA)	<0.10	29.22	<0.010
3	MET-001 BACANUCHI POZO	<0.10	83.62	<0.010
4	MET-006 ARIZPE POZO 2 (ARIZPE)	<0.10	33.87	0.010
5	OCNOR 4027 (POZO TAHUICHOPA)	<0.10	34.82	1.16
6	OCNOR 4030 (NUEVO POZO CHINAPA)	<0.10	39.60	0.016
7	FECHA DE MUESTREO: 2021/07/28 OCNOR 4079 (POZO BACOACHI)	<0.10	33.78	<0.010
8	MET-013 SINOQUIPE POZO	<0.10	21.71	0.027
9	MET-016 BANAMCHI POZO	<0.10	42.04	0.018
10	MET-019 HUEPAC	<0.10	77.35	0.013
11	MET-023 SAN FELIPE DE JESUS	<0.10	17.15	0.015
12	MET-NUEVO ACONCHI	<0.10	80.47	0.011
13	FECHA DE MUESTREO: 2021/07/29 OCNOR 4021 (SAN RAFAEL DE ACONCHI)	<0.10	32.03	<0.010
14	MET-083 BAVIACORA POZO	<0.10	84.26	0.011
15	MET-081 LA CAPILLA POZO	<0.10	96.37	0.010
16	MET-032 MAZOCAHU POZO	<0.10	107.14	<0.010
17	OCNOR 4018 POZO SAUZ DE URES	<0.10	116.66	<0.010
18	MET-112 SAN RAFAEL POZO	<0.10	114.50	<0.010
19	MET-046 SAN JOSE DE GRACIA POZO	<0.10	136.06	0.021
20	MET-051 MOLINITO POZO	<0.10	113.82	<0.010
FECHA DE ANÁLISIS:		2021/08/11	2021/08/18	2021/08/11
MÉTODO DE ANÁLISIS		1. NMX-AA-051-SCFI-2016		
FECHA DE EMISIÓN DE RESULTADOS		2021/08/20		
1) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, s.c. Número de acreditación: AG-177-032/09.				
2) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, s.c. Número de acreditación: AG-177-032/09. El tipo de muestra se encuentra fuera del alcance de la acreditación.				
3) Número de aprobación CONAGUA, CNA-GCA-2137				
4) Prueba no acreditada por la ente u otra organización o institución, sin embargo, se realiza de conformidad con nuestro Sistema de Gestión de Calidad, basado en la NMX-EC-17025-IMNC-2018				
OBSERVACIONES:				
NINGUNA				
ESTE REPORTE NO PUEDE SER ATRIBUIDO A RESPONSABILIDAD DEL ESTABLECIMIENTO DE LA AUTORIZACIÓN POR ERRORES DEL LABORATORIO. LOS RESULTADOS (METODOS) SON DE MUESTRA Y NO DE LA FUENTE.				
 M. en I. MANUEL SÁNCHEZ ZARZA RESPONSABLE DEL ÁREA				
Fecha:	20	08	2021	Hoja 2 de 2

FM-0388





MEDIO AMBIENTE



Paseo Cuauhnáhuac 8532 Col. Progreso
Jiutepec Mor. CP. 62550 Tel.
(777) 3 29 38 95, 3 29 38 64.

LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA

103/2021

RESULTADOS

ÁREA: MICROBIOLOGÍA		SUBCOORDINACIÓN DE CALIDAD DEL AGUA										
CLIENTE Y/O PROYECTO:		SUBCOORDINACIÓN DE CALIDAD DEL AGUA										
DOMICILIO: PASEO CUAUHNÁHUAC NO. 8532 COL. PROGRESO JIUTEPEC, MORELOS C.P. 62550												
No. DE CONTROL:	TIPO DE MUESTRA:	FECHA MUESTREO:	2021/07/27-29									
103/2021	AGUA DE POZO	FECHA RECEPCIÓN:	2021/07/29-30									
No	DESCRIPCIÓN	PARÁMETROS										
		COLIFORMES FECALES (NMP) NMP/100 mL	COLIFORMES TOTALES (NMP) NMP/100 mL									
FECHA DE MUESTREO: 2021/07/27												
1	ESTACION DE REBOMBEO EL RITO	<3	9									
2	OCNOR 3987M1 (POZO 3 OJO DE AGUA)	<3	1,50 x 10 ⁴									
3	MET-001 BACANUCHI POZO	4	7									
4	MET-008 ARIZPE POZO 2 (ARIZPE)	<3	4									
5	OCNOR 4027 (POZO TAHUICHOPE)	1,50 x 10 ⁴	1,50 x 10 ⁴									
6	OCNOR 4030 (NUEVO POZO CHINAPA)	<3	<3									
FECHA DE MUESTREO: 2021/07/28												
7	OCNOR 4029 (POZO BACOACHI)	<3	<3									
8	MET-013 SINOQUIPE POZO	<3	23									
9	MET-016 BANAMICHI POZO	<3	<3									
10	MET-019 HUEPAC	<3	<3									
11	MET-023 SAN FELIPE DE JESUS	<3	<3									
12	MET-NUEVO ACONCHI	<3	4									
FECHA DE MUESTREO: 2021/07/29												
13	OCNOR 4021 (SAN PABLO DE ACONCHI)	<3	4									
14	MET-086 BAVIACORA POZO	<3	<3									
15	MET-081 LA CAPILLA POZO	43	2,40 x 10 ⁴									
16	MET-032 MAZOCAHUI POZO	<3	21									
17	OCNOR-4018 POZO SAUZ DE URES	<3	<3									
18	MET-112 SAN RAFAEL POZO	<3	4									
19	MET-046 SAN JOSE DE GRACIA POZO	<3	<3									
20	MET-051 MOLINITO POZO	<3	<3									
FECHA DE ANÁLISIS		MUESTRAS 1 A LA 6	2021/07/29-2021/07/31	2021/07/29-2021/08/01								
		MUESTRAS 7 A LA 12	2021/07/30-2021/08/02	2021/07/30-2021/08/03								
		MUESTRAS 13 A LA 18	2021/07/31-2021/08/03	2021/07/29-2021/08/04								
		MUESTRAS 19 A LA 20	2021/07/31-2021/08/03	2021/07/31-2021/08/04								
MÉTODO DE ANÁLISIS		*NMX-AA-042-SCFI-2015										
FECHA DE EMISIÓN DE RESULTADOS		2021/08/18										
1) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, s.c., Número de acreditación: AO-177-022-09.												
2) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, s.c., Número de acreditación: AO-177-022-09. El tipo de muestra se encuentra fuera del alcance de la acreditación.												
3) Número de aprobación CONAGUA, CNA-GCA-2137.												
4) Prueba no acreditada por la ems u otra organización o institución, sin embargo, se realiza de conformidad con nuestro Sistema de Gestión de Calidad, basado en la NMX-EC-17925-IMNC-2018.												
OBSERVACIONES:												
NINGUNA												
ESTE REPORTE NO PODRÁ SER ALTERADO NI REPRODUCCION PARCIAL, O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACION PREVIA DEL LABORATORIO. LOS RESULTADOS EMITIDOS SOLO AMPARAN LAS MUESTRAS RECIBIDAS EN ESTE LABORATORIO.												
 BIOL. LORENA CASTILLO RODRIGUEZ RESPONSABLE DE AREA												
Edición	D	M	A	Sustituye a	D	M	A	Revisión	Foja	f	de	f
	07	08	2020		15	12	2018	15				



**INFORMES DE RESULTADOS
MUESTREO REALIZADO EN JULIO DE 2021
SEDIMENTOS**





MEDIO AMBIENTE



IMTA

Paseo Cuauhnahuac 9532 Col. Progreso
Júpiter Mex. CP. 42560
Tel. (777) 2 29 26 95, 2 29 26 64

LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA

102/2021

RESULTADOS

AREA: QUIMICA ANALITICA FISISICOQUIMICOS

CLIENTE Y/O PROYECTO: SUBCOORDINACIÓN DE CALIDAD DEL AGUA

DOMICILIO: PASEO CUAUHNAHUAC NO. 9532 COL. PROGRESO JUJUTEPEC, MORELOS C.P. 62550

No. de CONTROL:
102/2021

TIPO DE MUESTRA:
SEDIMENTOS

FECHA DE MUESTREO: 2021/07/27-29
FECHA DE RECEPCIÓN: 2021-07-31

PARAMÉTRICOS GRANULOMETRÍA

No	DESCRIPCIÓN	TAMAÑO EQUIVALENTE (Deg)mm	
		COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD (C.U.)	
		SIN UNIDADES	%
1	FECHA DE MUESTREO: 2021/07/27 MET-005 (ARROYO EL JARALITO)	26.0	0.1598
2	OCNOR 3988 (SONORA 6)	11.3	0.0751
3	OCNOR 4024 (ARIZPE)	3.67	0.1114
4	MET-003(BACANUCHI-LA TRAMPA)	3.90	0.2097
5	MET-006 (TAHUICHOPA RIO)	4.00	0.1040
6	MET-SON-1	2.78	0.2532
7	OCNOR 4028 (BACOACHI)	3.75	0.1795
FECHA DE MUESTREO: 2021/07/28			
8	MET 014(SINDOQUIPE RIO SONORA)	4.00	0.0539
9	OCNOR 4023 (RIO SONORA 5)	6.00	0.0774
10	MET-022 (RANCHITO DE HUÉPAC RIO SONORA)	2.73	0.0666
11	OCNOR 4022 (RIO SONORA 4)	4.19	0.1831
FECHA DE MUESTREO: 2021/07/29			
12	OCNOR 4020 (BAVIACORA)	7.75	0.1298
13	MET 043 (LABOR RIO SONORA)	7.00	0.2945
14	OCNOR 4019 (RIO SONORA 3)	2.83	0.5396
15	MET 033(SAN PEDRO DE URES RIO SONORA)	5.67	0.3925
16	OCNOR 4017 (EL GAVILAN)	4.53	0.1831
17	MET-056 (TOPAHUE RIO SONORA)	8.00	0.2391
18	OCNOR 4043 (EFLUENTE DE LA PRESA EL MOLINITO)	17.00	0.2048

FECHA DE ANÁLISIS: 2021/08/09-18

MÉTODO DE ANÁLISIS: *CAPT6-01

FECHA DE EMISIÓN DE RESULTADOS: 2021/08/20

- 1) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, a.s., Número de acreditación, AG-177-032/09.
- 2) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, a.s., Número de acreditación, AG-177-032/09. El tipo de muestra se encuentra fuera del alcance de la acreditación.
- 3) Número de aprobación CONAGUA, CNA-GCA-2127
- 4) Prueba no acreditada por la ems o otra organización o institución, sin embargo, se realizó de conformidad con nuestro Sistema de Gestión de Calidad, basado en la NMX-EC-17825-IMNC-2018

OBSERVACIONES:
NINGUNA

ESTE REPORTE NO PUEDE SER ATRIBUIDO A RESPONSABILIDAD TOTALMENTE DE LA AUTORIDAD EMISORA DE RESULTADOS DE LABORATORIO. LOS RESULTADOS ENTREGADOS CAMBIARAN LAS MUESTRAS RECIBIDAS EN ESTE LABORATORIO

M. en L. MINERVA SANCHEZ GUZMAN
RESPONSABLE DEL AREA

Edición	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	2021	Revisión	01	Hoja 1 de 2
---------	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	------	----------	----	-------------



				Plano Cartográfico 8332 del Programa Julio de 2011 CP 42585 Tel: (777) 2 29 18 96, 2 29 18 94			
LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA			192/2021				
RESULTADOS							
AREA: QUÍMICA ANALÍTICA, FÍSICOQUÍMICOS							
CLIENTE Y/O PROYECTO:				SUBCOORDINACIÓN DE CALIDAD DEL AGUA			
DOMICILIO:				PASEO CUAUHNAHUAC NO. 8532 COL. PROGRESO JIUTEPEC, MORELOS C.P. 62550			
No. de CONTROL:		TIPO DE MUESTRA:		FECHA DE MUESTREO:		FECHA DE RECEPCIÓN:	
192/2021		SEDIMENTOS		2021/07/27-29		2021-07-31	
PARÁMETROS							
No.	DESCRIPCIÓN	GRAVA FINA	ARENA MUY GRUESA	ARENA GRUESA	ARENA FINA	ARENA MUY FINA	LIMO
1	FECHA DE MUESTREO: 2021/07/27 MET-305 (ARROYO EL JARALITO)	7.30	30.36	28.13	15.06	14.38	4.77
2	CCNOR 3988 (SONORA 6)	1.74	8.72	23.27	27.55	26.12	12.50
3	CCNOR 4024 (ARIZPE)	1.07	2.39	7.02	67.30	20.77	1.44
4	MET-003(BACANUCHI-LA TRAMPA)	4.10	10.36	24.80	45.63	4.80	0.52
5	MET-006 (TANGICHOPA RIO)	1.84	2.17	4.32	17.11	70.22	4.34
6	MET-SON-1	8.08	37.58	56.29	0.52	0.64	0.09
7	CCNOR 4028 (BACUACH)	8.67	4.54	8.09	24.76	52.58	1.29
FECHA DE MUESTREO: 2021/07/28							
8	MET 014(SINOQUIPE RIO SONORA)	4.71	4.71	15.03	4.78	52.72	17.05
9	CCNOR 4023 (RIO SONORA 5)	5.33	8.26	17.32	20.72	38.19	9.19
10	MET-022 (RANCHITO DE HUEPAC RIO SONORA)	0.76	0.45	26.74	10.24	54.78	6.35
11	CCNOR 4022 (RIO SONORA 4)	17.94	25.43	43.04	1.62	6.28	3.39
FECHA DE MUESTREO: 2021/07/29							
12	CCNOR 4020 (BAVACORA)	13.09	27.96	27.40	3.65	27.52	0.37
13	MET 043 (LABOR RIO SONORA)	5.44	17.31	13.26	33.04	30.01	0.93
14	CCNOR 4019 (RIO SONORA 3)	0.94	9.59	31.16	49.81	6.20	0.31
15	MET 033(SAN PEDRO DE LURES RIO SONORA)	10.07	9.65	11.83	42.77	25.61	0.07
16	CCNOR 4017 (EL GAVILAN)	17.94	25.43	45.04	1.92	6.28	3.39
17	MET-056 (TOPAHUE RIO SONORA)	6.41	17.81	49.16	14.84	11.52	0.26
18	CCNOR 4043 (EFLUENTE DE LA PRESA EL MUNITO)	1.07	19.69	19.47	25.03	31.70	2.12
FECHA DE ANÁLISIS			2021/08/09-12				
MÉTODO DE ANÁLISIS			"CAP15-01, United States department of Agriculture, Technical References /SSM - CA. 3 Examination and Description of soil profiles"				
FECHA DE EMISIÓN DE RESULTADOS			2021/08/20				
1) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, s.c., Número de acreditación: AG-177-022/08.							
2) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, s.c., Número de acreditación: AG-177-022/08. El tipo de muestra se encuentra fuera del alcance de la acreditación.							
3) Número de acreditación CONAGUA, CNA-GCA-2137							
4) Prueba no acreditada por sí misma o por otra organización o institución, sin embargo, se realizó de conformidad con nuestro Sistema de Gestión de Calidad, basado en la norma ISO 17025-IMNC-2018							
OBSERVACIONES: NINGUNA							
 M. en U. WENDY SANCHEZ GUZMAN RESPONSABLE DEL AREA							
Escala		D		A		Página 2 de 2	



**INFORMES DE RESULTADOS
MUESTREO REALIZADO EN MAYO DE 2022
SEDIMENTOS**





MEDIO AMBIENTE



IMTA

Carrilero Cuauhtémoc 8532 Col. Progreso
Jiutepec, Mex. C.P. 62550
Tel. (777) 7 21 31 94, 7 29 24 64

LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA

672/2022

RESULTADOS

AREA: ABSORCIÓN ATÓMICA					
CLIENTE Y/O PROYECTO: SUBCOORDINACIÓN DE CALIDAD DEL AGUA					
DOMICILIO: PASEO CUAUHTÉMOC NO. 8532 COL. PROGRESO JIUTEPEC, MORELOS C.P. 62550					
No. de CONTROL: 072/2022		TIPO DE MUESTRA: SEDIMENTO		FECHA DE MUESTREO: 2022/05/18-19	
				FECHA DE RECEPCIÓN: 2022/05/20	
No	DESCRIPCIÓN	PARÁMETROS			
		ALUMINIO	ANTIMONIO	ARSÉNICO	BARIO
		mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
1	MET-003 (RACUACHI LA TRAMPA)	4321,66	3,44	11,86	104,20
2	MET-006 (TAHUICHOPA RIO)	5803,03	3,26	11,51	149,22
3	RIO OCNOR 4024 (ARIZPE)	4044,54	2,86	9,36	83,48
4	MET-014 (ZINCOQUIPE RIO SONORA)	4885,29	2,85	10,96	115,55
5	OCNOR 4023 (RIO SONORA 5)	4519,01	4,90	10,45	116,68
6	MET-022 (RANCHO DE HUEPAC RIO SONORA)	3974,66	2,54	8,70	103,57
7	OCNOR 4022 (RIO SONORA 4)	2367,87	1,72	6,51	<50
8	OCNOR 4020 (BAVMOCRA)	3921,08	2,15	9,46	54,09
9	MET-043 (LA LABOR RIO SONORA)	3503,86	2,05	8,02	56,51
10	OCNOR 4016 (RIO SONORA 3)	2769,28	1,58	5,13	87,26
11	MET-033 (SAN PEDRO DE URES RIO)	3100,71	1,80	5,03	51,68
12	OCNOR 4017 (EL GAVILÁN)	2400,34	1,93	4,87	<50
13	MET-056 (TOPAHUE RIO SONORA)	2570,75	1,56	5,26	54,92
14	OCNOR 4043 (EFLUENTE DE LA PRESA EL)	2007,72	1,78	8,70	111,77
15	MET-SON-7	4199,19	2,20	7,20	94,49
16	OCNOR 4028 (BACOACH)	1702,26	1,95	4,82	51,86
FECHA DE ANÁLISIS		2022/12/09	2022/12/12	2022/12/16	2022/12/08
MÉTODO DE ANÁLISIS		1. NMX-AA-051-SCFI-2016			
FECHA DE EMISIÓN DE RESULTADOS		2022/12/21			
1) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, s.c., Número de acreditación. AG-177-033/08					
2) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, s.c., Número de acreditación. AG-177-033/09. El tipo de muestra se encuentra fuera del alcance de la acreditación.					
3) Número de aprobación CONAGUA. CNA-GCA-2428					
4) Prueba no acreditada por la oma u otra organización o institución, sin embargo, se realiza de conformidad con nuestro Sistema de Gestión de Calidad, basado en la NMX-EC-17025-IMNC-2018					
OBSERVACIONES: NINGUNA					
ESTE REPORTE NO PODRÁ SER ALTERADO NI REPRODUCCIÓN PARCIAL, Y TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACIÓN POR ESCRITO DEL LABORATORIO					
LOS RESULTADOS (MÉTODO DE LABORATORIO) SON RESULTADOS RECORRIDOS EN ESTE LABORATORIO					
 M. en L. MARDEL SANCHEZ ZARZA RESPONSABLE DEL ÁREA					
OPORTO	OP	OP	A	OPORTO	OPORTO
OPORTO	OP	OP	A	OPORTO	OPORTO

VAL-008-B





MEDIO AMBIENTE



Plaza Cuauhtémoc 8531 Col. Progreso
Jiutepec Mor. CP. 62550
Tel. (777) 3 29 36 96, 3 29 36 64

LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA

072/2022

RESULTADOS

AREA: ABSORCIÓN ATÓMICA					
CLIENTE Y/O PROYECTO: SUBCOORDINACIÓN DE CALIDAD DEL AGUA					
DOMICILIO: PASEO CUAUHNÁHUAC NO. 8532 COL. PROGRESO JIUTEPEC, MORELOS C.P. 62550					
No. de CONTROL:		TIPO DE MUESTRA:		FECHA DE MUESTREO:	
072/2022		SEDIMENTO		2022/05/18-19	
				FECHA DE RECEPCIÓN: 2022/05/20	
No	DESCRIPCIÓN	PARÁMETROS			
		CADMIO	COBRE	CROMO	HIERRO
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
1	MET-003 (BACUACHI LA TRAMPA)	<3	20.24	16.21	16508.00
2	MET-000 (TAHUICHOPA RIO)	<3	30.24	18.18	17759.84
3	RIO OCNOR 4024 (ARIZPE)	<3	17.24	15.93	14473.68
4	MET-014 (ZINQUIPE RIO SONORA)	<3	12.45	15.44	12987.99
5	OCNOR 4023 (RIO SONORA 5)	<3	12.70	15.34	13829.89
6	MET-022 (RANCHITO DE HUEPAC RIO SONORA)	<3	10.00	13.47	11385.49
7	OCNOR 4022 (RIO SONORA 4)	<3	12.91	10.59	6627.31
8	OCNOR 4020 (BAYACORA)	<3	9.69	11.79	6085.72
9	MET-043 (LA LABOR RIO SONORA)	<3	9.01	13.98	11139.87
10	OCNOR 4019 (RIO SONORA 3)	<3	8.15	14.67	8308.23
11	MET-033 (SAN PEDRO DE URES RIO)	<3	7.24	11.87	8206.69
12	OCNOR 4017 (EL GAVILAN)	<3	5.98	13.43	16070.08
13	MET-058 (TOPAHUE RIO SONORA)	<3	5.53	12.68	8173.08
14	OCNOR 4043 (EFLUENTE DE LA PRESA EL)	<3	<5	13.18	6880.97
15	MET-SON-7	<3	17.93	16.83	16174.97
16	OCNOR 4028 (BACOACHI)	<3	31.70	12.21	8755.55
FECHA DE ANÁLISIS		2022/07/04	2022/07/05	2022/07/05	2022/12/21
MÉTODO DE ANÁLISIS		1. NMX-AA-051-SCFI-2016			
FECHA DE EMISIÓN DE RESULTADOS		2022/12/21			
f) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, a.c. Número de acreditación. AG-177-032/09.					
j) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, a.c. Número de acreditación. AG-177-032/09. El tipo de muestra se encuentra fuera del alcance de la acreditación.					
k) Número de aprobación CONAGUA. CNA-GCA-2425					
l) Prueba no acreditada por la eme u otra organización o institución, sin embargo, se realiza de conformidad con nuestro Sistema de Gestión de Calidad, basado en la NMX-EC-17025-IMNC-2018					
OBSERVACIONES					
NINGUNA					
ESTE REPORTE NO PUEDE SER REPRODUCIDO PARCIAL O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACIÓN POR ESCRITO DEL LABORATORIO					
LOS RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS SE ENVIARÁN POR CORREO ELECTRÓNICO EN ESTE LABORATORIO					
 M. en I. MANUEL SÁNCHEZ ZARZA RESPONSABLE DEL ÁREA					



MEDIO AMBIENTE



Paseo Cuauhnáhuac 8832 Col. Progreso
Jiutepec Mor. C.P. 62560
Tel: (777) 3 21 26 86, 3 29 26 84

LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA

072/2022

RESULTADOS

AREA: ABSORCIÓN ATÓMICA				
CLIENTE Y/O PROYECTO: SUBCOORDINACIÓN DE CALIDAD DEL AGUA				
DOMICILIO: PASEO CLAUHNÁHUAC NO. 8532 COL. PROGRESO JIUTEPEC, MORELOS C.P. 62560				
No. de CONTROL: 072/2022		TIPO DE MUESTRA: SEDIMENTO		FECHA DE MUESTREO: 2022/05/18-19
				FECHA DE RECEPCIÓN: 2022/05/20
No	DESCRIPCIÓN	PARAMETROS		
		MANGANESO	MERCURIO	NIQUEL
		mg/L	mg/L	mg/L
1	MET-003 (BACUACHI LA TRAMPA)	367.50	<0.05	16.51
2	MET-208 (TAHUICHOPA RIO)	329.52	<0.05	17.48
3	RIO OCNOR 4024 (ARIZPE)	309.60	<0.05	16.14
4	MET-014 (ZINCOQUIPE RIO SONORA)	226.10	<0.05	15.84
5	OCNOR 4023 (RIO SONORA 5)	315.86	0.22	16.66
6	MET-222 (RANCHITO DE HUEPAC RIO SONORA)	247.01	<0.05	14.38
7	OCNOR 4022 (RIO SONORA 4)	182.50	<0.05	10.59
8	OCNOR 4020 (BAVIACOPA)	405.59	<0.05	13.69
9	MET-043 (LA LABOR RIO SONORA)	191.41	<0.05	14.08
10	OCNOR 4019 (RIO SONORA 3)	484.00	<0.05	16.71
11	MET-333 (SAN PEDRO DE URES RIO)	150.88	<0.05	12.98
12	OCNOR 4017 (EL GAVILAN)	169.66	<0.05	13.23
13	MET-056 (TICPAHUE RIO SONORA)	144.87	<0.05	12.37
14	OCNOR 4043 (EFLUENTE DE LA PRESA EL)	9700.25	<0.05	12.78
15	MET-SON-7	389.62	<0.05	17.23
16	OCNOR 4028 (BAGOACHE)	196.85	<0.05	11.91
FECHA DE ANÁLISIS		2022/07/07	2022/07/14	2022/07/06
METODO DE ANALISIS		1) NMX-AA-051-SCFI-2015		
FECHA DE EMISIÓN DE RESULTADOS		2022/12/21		
1) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, a.c., Número de acreditación: AG-171-032/99.				
2) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, a.c., Número de acreditación: AG-171-032/99. El tipo de muestra se encuentra fuera del alcance de la acreditación.				
3) Número de aprobación CONAGUA, CNA-GCA-2426				
4) Prueba no acreditada por la ome o otra organización o institución, sin embargo, se realiza sin conformidad con nuestro Sistema de Gestión de Calidad basado en la NMX-EC-17023-IMNC-2018				
OBSERVACIONES: NINGUNA				
ESTE REPORTE NO PUEDE SER A, REVISADO NI REPRODUcido PARCIAL O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACIÓN POR ESCRITO DEL LABORATORIO LOS RESULTADOS EMPORNO SÓLO APLICAN A LAS MUESTRAS ACREDITADAS EN ESTE LABORATORIO				
 M. en I. MANUEL SÁNCHEZ ZARZA RESPONSABLE DEL ÁREA				
Estado:	C	M	A	
	07	08	2022	
Hoja 1 de 1				

FALCMB





MEDIO AMBIENTE



Primo Cuauhtémoc 8031 Col. Progreso
Jiitepec, Mor. CP. 62550
Tel (072) 2 29 26 26, 1 29 26 84

LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA

072/2022

RESULTADOS

AREA: ADSORCIÓN ATÓMICA			
CLIENTE Y/O PROYECTO: SUBCOORDINACIÓN DE CALIDAD DEL AGUA			
DOMICILIO: PASEO CUAUHNAHUAC NO. 8532 COL. PROGRESO, JIITEPEC, MORELOS C.P. 62550			
No. de CONTROL: 072/2022	TIPO DE MUESTRA: SEDIMENTO	FECHA DE MUESTREO: 2022/05/18-19	FECHA DE RECEPCIÓN: 2022/05/20
No	DESCRIPCIÓN	PARÁMETROS	
		FLOMO	ZINC
		ng/L	
1	MET-003 (SACUACHI LA TRAMPA)	22.75	60.01
2	MET-006 (TANUICHOPA RIO)	23.01	52.84
3	RIO OCNOR 4024 (ARIZPE)	21.08	44.07
4	MET-014 (ZINOQUIPE RIO SONORA)	22.01	36.35
5	OCNOR 4023 (RIO SONORA 5)	32.50	46.11
6	MET-022 (RANCHITO DE HUEPAC RIO SONORA)	22.34	37.24
7	OCNOR 4022 (RIO SONORA 4)	20.17	32.16
8	OCNOR 4020 (BAVIACORA)	17.48	33.07
9	MET-043 (LA LABOR RIO SONORA)	17.82	33.93
10	OCNOR 4019 (RIO SONORA 3)	20.99	29.86
11	MET-033 (SAN PEDRO DE URES RIO SONORA)	15.39	29.57
12	OCNOR 4017 (EL GAYILÁN)	18.89	23.33
13	MET-055 (TOPAHLE RIO SONORA)	17.10	20.42
14	OCNOR 4043 (EFLUENTE DE LA PRESA EL)	15.29	22.03
15	MET-SON-7	21.03	41.67
16	OCNOR 4029 (BACOACH)	18.68	36.14
FECHA DE ANÁLISIS		2022/07/04	2022/07/07
MÉTODO DE ANÁLISIS		1. NMX-AA-051-SCFI-2016	
FECHA DE EMISIÓN DE RESULTADOS		2022/12/21	
1) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, a.c., Número de acreditación, AG-171-032/05.			
2) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, a.c., Número de acreditación, AG-177-032/05. El tipo de muestra se encuentra fuera del alcance de la acreditación.			
3) Número de aprobación CONAGUA, CNA-GCA-2425			
4) Prueba no acreditada por la eme y ctra organización o institución, sin embargo, se realiza de conformidad con nuestro Sistema de Gestión de Calidad, basado en la NMX-EC-17025-IRMV-2019			
OBSERVACIONES: NINGUNA			
ESTE REPORTE NO PUEDE SER EL OBJETO DE REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL SIN LA AUTORIZACIÓN POR ESCRITO DEL LABORATORIO. CORRIJA TODOS LOS DATOS DEL REPORTE AL MOMENTO DE RECIBIR EL RESULTADO EN ESTE LABORATORIO			
 M. en I. MANUEL SÁNCHEZ ZARZA RESPONSABLE DEL ÁREA			
Edición:	0	N	A
	07	08	2022
			2022
			13
			1

PA.2219




Paseo Cuadrángulo 8532 Col. Progreso
Julques Muc. CP. 62550
Tel. 0770 428 18 96, 428 18 99

LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA

072/2022

RESULTADOS

AREA: QUIMICA ANALITICA FISICOQUIMICOS															
CLIENTE Y/O PROYECTO: SUBCOORDINACION DE CALIDAD DEL AGUA															
DOMICILIO: PASEO CUALIMAHUAC NO. 8532 COL. PROGRESO JIUTEPEC, MORELOS C.P. 62550															
No. de CONTROL: 072/2022		TIPO DE MUESTRA: SEDIMENTO	FECHA DE MUESTREO: 2022/05/19-19	FECHA DE RECEPCION: 2022/05/20											
No	DESCRIPCION	MATERIA ORGANICA	PARAMETROS												
			COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD (C.U.)	TAMANO EQUIVALENTE (D _{eq} en μ m)											
		%													
FECHA DE MUESTREO: 2022/05/19															
1	MET-003 (BACUACHI LA TRAMPA)	2.06	7.59	0.2032											
2	MET-006 (TAHUICHOPA RIO)	2.38	3.92	0.1877											
3	RIO OCNOR 4024 (ARIZPE)	1.86	6.00	0.2195											
4	MET-014 (ZINQUPE RIO SONORA)	2.94	2.33	0.1733											
5	OCNOR 4023 (RIO SONORA 2)	2.90	10.00	0.1857											
6	MET-022 (RANCHITO DE HUEPAC RIO SONORA)	1.90	3.07	0.1268											
7	OCNOR 4022 (RIO SONORA 4)	1.34	6.17	0.1990											
8	OCNOR 4020 (BAYACORA)	1.60	4.33	0.1832											
9	MET-043 (LA LABOR RIO SONORA)	1.55	5.47	0.2168											
10	OCNOR 4019 (RIO SONORA 3)	2.58	3.67	0.3242											
11	MET-033 (SAN PEDRO DE URES RIO SONORA)	1.74	3.67	0.1650											
12	OCNOR 4017 (EL GAVILAN)	2.29	7.19	0.3596											
13	MET-056 (TORAHUE RIO SONORA)	1.73	4.75	0.2221											
14	OCNOR 4043 (EFLUENTE DE LA PRESA EL MOLINITO)	3.78	10.34	0.1369											
15	MET. SON-7	2.47	7.12	0.2294											
FECHA DE MUESTREO 2022/05/19															
16	OCNOR 4028 (BACUACHI)	1.29	4.95	0.2236											
FECHA DE ANALISIS		2022/06/10	2022/06/10-07/06												
METODO DE ANALISIS		CADAF6-62	CAPTS-01												
FECHA DE EMISION DE RESULTADOS		2022/07/15													
1) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, a.c., Número de acreditación, AG-177-032209.															
2) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, a.c., Número de acreditación, AG-177-032209. El tipo de muestra se encuentra fuera del alcance de la acreditación.															
3) Número de aprobación CONAGUA, CMA-GCA-2423															
4) Prueba no acreditada por la entidad mexicana de acreditación, sin embargo, se realiza de conformidad con nuestro Sistema de Gestión de Calidad, basado en la norma ISO 17025-IMNC-2018															
OBSERVACIONES:															
NINGUNA															
ESTE RESULTADO SE EMITE EN EL MARCO DE RESPONSABILIDAD DEL LABORANTE EN LA CALIDAD DEL AGUA. LA CALIDAD DEL AGUA SE DETERMINA EN EL LABORANTE.															
 IR en LI MIRYVA SANCHEZ GUZMAN RESPONSABLE DEL AREA															
Impreso	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	Fecha:	15	Página:	de 2

ML0283





MEDIO AMBIENTE



Paseo Constitucionales 8532 Col. Progreso
Jiutepec Mor. C.P. 62550
Tel. (777) 2 35 18 04, 1 84 14 84

LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA

872/2022

RESULTADOS

AREA: QUÍMICA ANALÍTICA, FISIQUÍMICOS								
CLIENTE Y/O PROYECTO: SUBCOORDINACIÓN DE CALIDAD DEL AGUA								
DOMICILIO: PASEO CONSTITUCIONALES NO. 8532 COL. PROGRESO JIUTEPEC, MORELOS C.P. 62550								
No. de CONTROL: 072/2022			TIPO DE MUESTRA: SEDIMENTO			FECHA DE MUESTREO: 2022/05/18-19		
						FECHA DE RECEPCIÓN: 2022/05/20		
No	DESCRIPCIÓN	GRAVA MEDIA	GRAVA FINA	ARENA MUY GRUESA	ARENA GRUESA	ARENA FINA	ARENA MUY FINA	LIMO
N								
FECHA DE MUESTREO: 2022/05/18								
1	MET-003 (BACUACHI LA TRAMPA)	3.22	15.12	12.87	24.69	33.93	9.01	1.15
2	MET-006 (TANLICHOPA RÍO)	-----	1.17	8.92	30.98	49.49	8.58	0.87
3	RÍO OCNOR 4024 (ARIZPE)	5.66	14.95	11.62	30.77	39.73	6.74	0.53
4	MET -014 (ZINOQUIPE RÍO SONORA)	-----	1.84	6.38	28.29	55.23	4.89	3.41
5	OCNOR 4023 (RÍO SONORA 3)	0.61	11.20	12.93	30.31	30.93	10.50	3.48
6	MET-022 (RANCHITO DE HUEPAC RÍO SONORA)	-----	0.83	0.88	8.62	73.92	17.09	0.66
7	OCNOR 4022 (RÍO SONORA 4)	3.36	9.09	12.95	29.03	35.93	8.29	1.38
8	OCNOR 4020 (BAYACORA)	0.64	2.76	9.17	34.06	44.50	8.85	0.52
9	MET-043 (LA LABOR RÍO SONORA)	0.35	2.58	12.52	41.90	34.90	7.48	0.29
10	OCNOR 4019 (RÍO SONORA 3)	4.69	8.32	9.72	55.16	18.33	2.41	1.18
11	MET-033 (SAN PEDRO DE LRES RÍO SONORA)	0.64	5.76	8.70	22.40	51.57	10.12	0.81
12	OCNOR 4017 (EL GAVILÁN)	9.40	19.71	18.43	32.55	15.67	2.88	1.37
13	MET-056 (TOPAHUE RÍO SONORA)	0.60	3.71	11.62	42.80	34.92	4.99	1.36
14	OCNOR 4043 (EFLUENTE DE LA PRESA EL MOLINITO)	3.22	2.88	5.60	28.01	40.32	18.18	1.79
15	MET-SON-7 FECHA DE MUESTREO 2022/05/14	2.48	8.15	14.99	39.41	26.19	7.50	1.26
16	OCNOR 4028 (BACUACHI)	0.99	3.23	15.47	39.03	34.74	5.25	1.28
FECHA DE ANÁLISIS			2022/06/10-07/08					
MÉTODO DE ANÁLISIS			CAPT6-01; United States Department of Agriculture, Technical References / SSM-Ch. 3. Examination and Description of Soil Profiles					
FECHA DE EMISIÓN DE RESULTADOS			2021/07/15					
1) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, a.c., número de acreditación, AG-173-03209.								
2) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, a.c., número de acreditación, AG-173-03209. El tipo de muestra se encuentra fuera del alcance de la acreditación.								
3) Número de aprobación CONAGUA, CNA-GCA-2423								
4) Prueba no acreditada por la eme u otra organización o institución, sin embargo, se realiza de conformidad con nuestro Sistema de Gestión de Calidad basado en la NMX-EC-17825-IMNC-2018								
OBSERVACIONES								
NINGUNA								
ESTE RESULTADO FUE OBTENIDO DESPUÉS DE VERIFICAR QUE LA MUESTRA SE ENCUENTRA BAJO LA AUTORIZACIÓN POR LICENCIA DEL LABORATORIO								
ESTABLECIMIENTO EMPLEADO PARA ANALIZAR LAS MUESTRAS RECIBIDAS EN ESTE LABORATORIO								
 M. en L. MARILVA GONZALEZ GUZMAN RESPONSABLE DEL AREA								
Elaboró	D	MF	A	Revisó	D	MF	A	Revisó
	AT	DE	2022		19	17	2022	18

FIR.C09-8





**INFORMES DE RESULTADOS
MUESTREO REALIZADO EN JUNIO DE 2022
SEDIMENTOS**





MEDIO AMBIENTE



IMTA

Parque Cuauhtémoc 8519 Col. Progreso
Jilotepec Mor. CP. 62550
Tel. (777) 3 29 34 88, 3 29 36 84

LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA

091/2022

RESULTADOS

AREA: ABSORCIÓN ATÓMICA									
CLIENTE Y/O PROYECTO: SUBCOORDINACIÓN DE CALIDAD DEL AGUA									
DOMICILIO: PASEO CUAUHTÉMOC NO. 8519 COL. PROGRESO, JILOTEPEC, MORELOS C.P. 62550									
No. de CONTROL: 091/2022		TIPO DE MUESTRA: SEDIMENTO		FECHA DE MUESTREO: 2022/06/02-04 FECHA DE RECEPCIÓN: 2022/06/07					
PARÁMETROS									
No	DESCRIPCIÓN	ALUMINIO	ANTIMONIO	ARSÉNICO	BARIO				
		mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg				
1	FECHA DE MUESTREO: 2022/06/02 SITIO 2 AGUAS ARRIBA	1790.39	0.52	3.23	<50				
2	SITIO 1 AGUAS ARRIBA	1683.80	0.47	2.64	<50				
3	SITIO 3 COBACHI	1580.66	0.67	3.60	84.11				
4	SITIO 4 LA GALERA	1658.56	1.15	12.63	150.44				
5	SITIO 5 SAN JOSE DE PIMA	1983.68	1.05	6.25	98.83				
6	FECHA DE MUESTREO: 2022/06/03 SITIO 6 LA CABAÑA	1730.33	1.20	7.62	84.18				
7	SITIO 7 EL COYARU	1605.90	1.18	7.56	79.67				
8	SITIO 8 EL VIBORERO	1385.45	0.63	3.93	<50				
9	SITIO 9 EL ALAMO	1389.30	0.60	4.91	<50				
10	SITIO 10 SAN MARCIAL	1476.11	0.61	4.70	<50				
11	FECHA DE MUESTREO: 2022/06/04 SITIO 11 PRESA	12227.54	1.20	12.55	537.31				
12	SITIO 12 PRESA	15030.03	1.13	10.35	399.60				
13	SITIO 13 PRESA	16897.50	0.77	11.09	392.25				
FECHA DE ANÁLISIS		2022/12/05	2022/12/12	2022/12/15	2022/12/05				
MÉTODO DE ANÁLISIS		*PROCESO ESPECIAL 014							
FECHA DE EMISIÓN DE RESULTADOS		2022/12/21							
1) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, s.c., Número de acreditación: AG-177-032/08									
2) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, s.c., Número de acreditación: AG-177-032/08. El tipo de muestra se encuentra fuera del alcance de la acreditación.									
3) Número de aprobación CONAGUA, CNA-DCA-2425									
4) Prueba no acreditada por la emisor u otra organización o institución, sin embargo, se realiza de conformidad con nuestro Sistema de Gestión de Calidad, basado en la NMX-EC-17025-MNC-2018									
OBSERVACIONES: NINGUNA									
ESTE REPORTE NO PUEDE SER ALTERADO NI REPRODUCIDO PARCIAL O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACIÓN POR ESCRITO DEL LABORATORIO. CUALQUIER RECLAMO DEBE DIRIGIRSE A LAS AUTORIDADES RESPONSABLES DE ESTE LABORATORIO									
 M. en I. MANJEL SÁNCHEZ ZARZA RESPONSABLE DEL ÁREA									
Estado	D	h	A	Sancti Spiritus	D	M	A	Parque Cuauhtémoc	Hoja 1 de 1

INCCO-0





MEDIO AMBIENTE



Finca Guadalupe 102 Col. Progreso
Jalisco Mex. CP. 62550
Tel. (777) 3 28 26 24, 3 28 26 24

LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA

091/2022

RESULTADOS

AREA: ABSORCIÓN ATÓMICA										
CLIENTE Y/O PROYECTO: SUBCOORDINACIÓN DE CALIDAD DEL AGUA										
DOMICILIO: PASEO CUAUHMAHJAC NO. 8532 COL. PROGRESO JUITEPEC, MORELOS C.P. 62550										
No. de CONTROL: 091/2022		TIPO DE MUESTRA: SEDIMENTO		FECHA DE MUESTREO: 2022/05/02-04		FECHA DE RECEPCIÓN: 2022/06/07				
No	DESCRIPCIÓN	PARÁMETROS								
		MANGANESO	MERCURIO	NIQUEL	PLOMO	ZINC				
		mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg				
	FECHA DE MUESTREO: 2022/05/02									
1	SITIO 2 AGUAS ARRIBA	147.23	<0.05	<10	16.71	13.03				
2	SITIO 1 AGUAS ARRIBA	118.63	<0.05	<10	17.14	14.69				
3	SITIO 3 COBACHI	165.16	<0.05	10.27	16.01	16.62				
4	SITIO 4 LA GALERA	172.05	<0.05	13.60	19.59	21.72				
5	SITIO 5 SAN JOSE DE PIMA	113.75	<0.05	11.08	14.87	24.45				
	FECHA DE MUESTREO: 2022/05/03									
6	SITIO 6 LA CABAÑA	97.11	<0.05	<10	14.67	18.11				
7	SITIO 7 EL COVARI	64.60	<0.05	10.30	13.60	21.40				
8	SITIO 8 EL VIBORERO	55.88	<0.05	<10	10.20	10.00				
9	SITIO 9 EL ALAMO	57.49	<0.05	<10	<10	13.50				
10	SITIO 10 SAN MARCIAL	67.31	<0.05	<10	13.16	11.03				
	FECHA DE MUESTREO: 2022/05/04									
11	SITIO 11 PRESA	576.51	<0.05	23.20	32.58	57.65				
12	SITIO 12 PRESA	664.66	<0.05	19.12	29.13	51.95				
13	SITIO 13 PRESA	705.71	<0.05	22.57	30.40	57.86				
FECHA DE ANÁLISIS		2022/07/07	2022/07/14	2022/07/06	2022/07/18	2022/07/07				
MÉTODO DE ANÁLISIS		*PROCESO ESPECIAL 014								
FECHA DE EMISIÓN DE RESULTADOS		2022/12/21								
1) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, a.c., número de acreditación: AG-177-022/01.										
2) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, a.c., número de acreditación: AG-177-022/01. El tipo de muestra se encuentra fuera del alcance de la acreditación.										
3) Número de aprobación CONAGUA, CMA-SCA-2428										
4) Prueba no acreditada por la emsa u otra organización o institución, sin embargo, se realiza de conformidad con nuestro Sistema de Gestión de Calidad, basado en la NMX-EC-17025-IRM-2018										
OBSERVACIONES: NINGUNA										
ESTE REPORTE PODRÁ SER UTILIZADO COMO EVIDENCIA DE TOTALMENTE EN LA AFIRMACIÓN POR PARTE DEL LABORATORIO. ESTE RESULTADO ENTREGADO SIN COMPARARLOS MUESTRA ANTERIORES EN ESTE LABORATORIO.										
 M. en I. MANUEL SÁNCHEZ ZARZA RESPONSABLE DEL ÁREA										
Edición:	C	M	A	Edición:	2	M	A	Revisión:	01	Hoja 3 de 3
	11	27	2022		07	29	2022			



MEDIO AMBIENTE



IMTA

Parque Cuauhnahuac 8532 Col. Progreso
Jutepeque Morelos C.P. 62560
Tel: (777) 2 28 26 96, 2 28 26 94

LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA

091/2022

RESULTADOS

AREA: QUÍMICA ANALÍTICA, FÍSICOQUÍMICOS		SUBCOORDINACIÓN DE CALIDAD DEL AGUA	
CLIENTE Y/O PROYECTO:		DOMICILIO: FASEO CUAUHNAHUAC NO. 8532 COL. PROGRESO JUTEPEQUE, MORELOS C.P. 62560	
No. de CONTROL:	TIPO DE MUESTRA:	FECHA DE MUESTREO:	2022/06/02-04
091/2022	SEDIMENTO	FECHA DE RECEPCIÓN:	2022/06/07
No	DESCRIPCIÓN	PARÁMETROS	
		MATERIA ORGÁNICA	GRANULOMETRÍA
		%	COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD (C.U.)
			TAMANO EQUIVALENTE (Dígitos)
	FECHA DE MUESTREO: 2022/06/02		
1	SITIO 2 AGUAS ARRIBA	1,18	4,62
2	SITIO 1 AGUAS ARRIBA	1,72	2,95
3	SITIO 3 COBACHI	1,14	4,38
4	SITIO 4 LA GALERA	1,47	5,84
5	SITIO 5 SAN JOSE DE PIMA	1,98	3,69
	FECHA DE MUESTREO: 2022/06/03		
6	SITIO 6 LA CABAÑA	1,11	4,65
7	SITIO 7 EL COVARI	1,09	2,93
8	SITIO 8 EL VIBORERO	0,85	2,70
9	SITIO 9 EL ALAMO	0,91	4,27
10	SITIO 10 SAN MARCIAL	1,58	3,38
	FECHA DE MUESTREO: 2022/06/04		
11	SITIO 11 PRESA	13,17	8,02
12	SITIO 12 PRESA	15,77	5,82
13	SITIO 13 PRESA	17,33	8,96
FECHA DE ANÁLISIS		2022/07/13-15	2022/06/10-2022/07/13
MÉTODO DE ANÁLISIS		*CAGAF6-62	*CAPT6-01
FECHA DE EMISIÓN DE RESULTADOS		2022/07/14	
1) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, s.c., Número de acreditación, AG-177-83208.			
2) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, s.c., Número de acreditación, AG-177-83208. El tipo de muestra se encuentra fuera del alcance de la acreditación.			
3) Número de aprobación CONAGUA, CNA-GCA-2426			
4) Prueba no acreditada por la SEMA u otra organización o institución, sin embargo, se realizó de conformidad con nuestro Sistema de Gestión de Calidad, basado en la NMX-EC-17025-MEXC-2018			
OBSERVACIONES			
NINGUNA.			
ESTE REPORTE NO FORMA PARTE DE LA INFORMACIÓN PÚBLICA Y ÚNICAMENTE PARA LOS INTERESADOS EN EL PROCESO DE CALIDAD DEL AGUA. PARA MÁS INFORMACIÓN CONTACTAR AL SERVIDOR DE CALIDAD AMBIENTAL DEL INSTITUTO MEXICANO DEL AGUA (IMTA).			
 M. de la MINERVA SANCHEZ GUZMAN RESPONSABLE DEL AREA			
Edición:	01	MP	01
Fecha:	07	2022	
Hoja 1 de 2			

PA-009-B





MEDIO AMBIENTE




IMTA

Paseo Cuauhnahuac 1612 Col. Progreso
Puebla Pue. CP. 72500
Tel. (071) 3 01 36 86, 3 71 36 84

LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA

091/2022

RESULTADOS

AREA: QUIMICA ANALITICA, FISICOQUIMICOS								
CLIENTE Y/O PROYECTO: SUECOORDINACIÓN DE CALIDAD DEL AGUA								
DOMICILIO: PASEO CUAUHNÁHUAC NO. 1612 COL. PROGRESO JUITEPEC, MORELOS C.P. 52350								
No. de CONTROL:		TIPO DE MUESTRA:			FECHA DE MUESTREO:		2022/06/02-04	
091/2022		SEDIMENTO			FECHA DE RECEPCIÓN:		2022-06-07	
PARÁMETROS								
No	DESCRIPCIÓN	GRAVA MEDIA	GRAVA FINA	ARENA MUY GRUESA	ARENA GRUESA	ARENA FINA	ARENA MUY FINA	LIMO
%								
1	FECHA DE MUESTREO: 2022/06/02							
2	SITIO 2 AGUAS ARRIBA	3,58	6,94	15,32	44,40	27,67	1,61	0,47
3	SITIO 1 AGUAS ARRIBA	1,04	2,91	17,35	60,40	17,17	0,65	0,47
4	SITIO 3 COBACHI	4,62	18,09	23,95	39,13	13,22	0,63	0,35
5	SITIO 4 LA GALERA	11,69	14,05	15,86	36,76	18,21	2,58	0,87
6	SITIO 5 SAN JOSE DE	4,00	10,69	27,62	44,10	11,86	0,97	0,77
7	FECHA DE MUESTREO: 2022/06/03							
8	SITIO 6 LA CABAÑA	1,18	9,49	29,71	40,64	17,47	0,89	0,43
9	SITIO 7 EL COVARI	7,61	15,50	23,82	46,94	5,92	0,08	0,13
10	SITIO 8 EL VIBORERO	0,84	4,21	22,59	50,44	13,64	0,22	0,05
11	SITIO 9 EL ALAMO	4,72	10,31	17,80	44,23	21,91	0,77	0,25
12	SITIO 10 SAN MARCIAL	3,42	6,70	17,78	53,59	15,93	2,20	0,38
13	FECHA DE MUESTREO: 2022/06/04							
14	SITIO 11 PRESA	**	0,20	12,99	47,96	25,87	7,05	5,94
15	SITIO 12 PRESA	**	4,75	22,99	45,38	18,64	5,25	2,99
16	SITIO 13 PRESA	**	1,84	19,12	45,61	22,03	7,09	4,31
FECHA DE ANALISIS		2022/06/10-2022/07/13						
MÉTODO DE ANALISIS		CAP76-01, United States Department of Agriculture, Technical References / 35M-Ch. 3: Examination and Description of Soil Profiles						
FECHA DE EMISIÓN DE RESULTADOS		2022/07/14						
1) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, a.c., Número de acreditación, AG-177-832/09.								
2) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, a.c., Número de acreditación, AG-177-832/09. El tipo de muestra se encuentra fuera del alcance de la acreditación								
3) Número de aprobación COMISGUA CMA-GCA-2426								
4) Prueba no acreditada por la SEMA u otra organización o institución, sin embargo, se realiza de conformidad con nuestro Sistema de Gestión de Calidad, basado en la NMX-EC-17305-IMNC-2018								
OBSERVACIONES:								
** AUSENCIA								
<p style="text-align: center;">  M. D. A. RIVERA SANCHEZ GUZMAN RESPONSABLE DEL AREA </p>								
Estado	SI	NO	OTRO	Comentarios	SI	NO	OTRO	Comentarios



**INFORMES DE RESULTADOS
MUESTREO REALIZADO EN JUNIO DE 2022
TOMAS DOMICILIARIAS Y
EXPENDIOS DE AGUA**





MEDIO AMBIENTE



Paseo Cuauhtémoc 832 Col. Progreso
Júpiter, Mor. CP. 62500
Tel. (977) 2 29 26 46, 2 29 26 44

LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA

108/2022

RESULTADOS

AREA: QUÍMICA ANALÍTICA, FÍSICOQUÍMICOS										
CLIENTE Y/O PROYECTO: SUBCOORDINACIÓN DE CALIDAD DEL AGUA										
DOMICILIO: PASEO CUAUHTÉMOC NO. 832 COL. PROGRESO JÚPITER, MORELOS C.P. 62500										
No. de CONTROL: 108/2022	TIPO DE MUESTRA: AGUA DE RED DE ABASTECIMIENTO									
FECHA DE MUESTREO: 2022/06/27/29	FECHA DE RECEPCIÓN: 2022/07/04									
No	DESCRIPCIÓN	PARAMETROS								
		FLUORUROS mg/l								
1	FECHA DE MUESTREO: 2022/06/27 ESPERANZA GARCIA MARTINEZ	0.458								
2	DAINA ANDRADE BARRA	0.456								
3	BRENDA LIZETH GARCIA OZUNA	0.324								
4	WISSENDO GARCIA ROBLES	0.352								
5	MARIA TERESA ACLAÑA MORAN	0.363								
6	JESUS ALFONSO NAVARRO MALDONADO	0.287								
7	MARCO ANTONIO GARCIA MARTINEZ	0.410								
8	TEODORO GIOVANA GUTIERREZ	0.307								
9	FRANCISCO ANTONIO VILLÉ ALDAY	0.331								
10	MARITZA PATRICIA VELARDE ORTEGA	0.449								
11	RAMÓN ARROLA MENDOZA	1.09								
12	LUZ MARIA DOMINGUEZ PERALTA	0.612								
13	FRANCISCO DOMINGUEZ MORENO	0.693								
14	FECHA DE MUESTREO: 2022/06/28 MARIA VIRGINIA LOPEZ LOPEZ	0.662								
15	MARIA DEL CARMEN PADILLA	0.529								
16	MARIA DEL ROSARIO FLORES BARRERA	0.464								
17	MARCO A. LOPEZ MORALES	0.489								
18	ROBERTO BUSTAMANTE LOPEZ	0.462								
19	SANDRA EDUVIGES TRACAY CARMELO	0.468								
20	MARIA ELONKA LOGO MENDEZ	0.426								
21	BALEDMAR MENDEZ MONTE	0.396								
22	CASILDO EMIGDIO LOPEZ	0.384								
23	ROSALBA LOPEZ PENALTA	0.436								
FECHA DE ANÁLISIS		2022/07/15-31								
MÉTODO DE ANÁLISIS		1. NMX-AA-077-SCFI-2001								
FECHA DE EMISIÓN DE RESULTADOS		2022/07/31								
1) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, a.c., Número de acreditación: AG-177-832/06.										
2) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, a.c., Número de acreditación: AG-177-832/06. El tipo de muestra se encuentra fuera del alcance de la acreditación.										
3) Número de aprobación CONAGUA, CNA-GCA-2423										
4) Puesto no acreditado por la eme o otra organización o institución, sin embargo, se realiza de conformidad con nuestro Sistema de Gestión de Calidad, basado en la NMX-EC-17025-IMNC-2018.										
OBSERVACIONES: NINGUNA										
ESTE REPORTE REPRESENTA EL RESULTADO DE LA PRUEBA Y NO SE GARANTIZA LA VERACIDAD DEL RESULTADO SIN LA Acreditación por ISO 17025, LA PRUEBA DE CALIDAD DE AGUA DE RED DE ABASTECIMIENTO EN EL LABORATORIO										
 M. ELI VIVERVA SANCHEZ OJUNAS RESPONSABLE DEL ÁREA										
Estado	2	M	A	Fecha de	27	31	2022	Revisión	00	Página 1 de 2



MEDIO AMBIENTE



Planta Comestibles 452 Col. Progreso
Jalisco, Jalisco, CP. 42100
Tel: (777) 2 29 28 96, 2 29 34 44

LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA

100/1022

RESULTADOS

AREA: QUIMICA ANALITICA FISICOQUIMICOS	
CLIENTE Y/O PROYECTO: SUBCOORDINACIÓN DE CALIDAD DEL AGUA	
DOMICILIO: PASAD CUAUHNÁHUAC NO. 8332 COL. PROGRESO JALTEPEC, MORELOS C.P. 62550	
No. de CONTROL: 108/2022	TIPO DE MUESTRA: AGUA DE RED DE ABASTECIMIENTO
	FECHA DE MUESTREO: 2022/05/27-29
	FECHA DE RECEPCIÓN: 2022/07/04
No	DESCRIPCIÓN
PARAMETROS	
FLUORUROS	
mg/L	
24	ABEL LOPEZ VAZQUEZ
25	JUDAS FRANCISCO LOPEZ MEDINA
26	FELIPE HILANDRITO LOPEZ TERAN
FECHA DE MUESTREO: 2022/05/28	
27	CRUZ DOLORES GARCIA POZA
28	GUADALUPE VANDOLA
29	MARIA DE LOS ANGELES
30	CRUZ DELIA ARVIDO MORENO
31	LUZ MARIA ESCALANTE HEREDIA
32	CRUZ ELENA LOPEZ LOPEZ
33	ELDA LUCINA LEON CONTRERAS
34	CAREL M. GALVEZ
35	LUIS CARLOS EUSTAMANTE
36	JAVIER ADAN RUIZ GALVEZ
37	LUJANA AREDO MEDINA
38	GABRIELA RUIZ MEDINA
39	MARIA LETICIA AREDO MEDINA
40	MARIA EDUARDO GALVEZ BONDIALEZ
41	FRANCISCA MARIA FERRALTA
42	CELINA EDITH AREDO AREDO
43	LYDIA DIAZ CAÑIZO
44	DIPITAL GPE FRANCO
45	ANA MARIA DEL ROSAL AGLUISA ESPINZA
46	AGUA PURISIMA BAVADORA
FECHA DE ANÁLISIS: 2022/07/15-31	
MÉTODO DE ANÁLISIS: 1-NMX-AA-077-SCFI-2001	
FECHA DE EMISIÓN DE RESULTADOS: 2022/07/31	
1) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, s.c., Número de acreditación: AG-177-03269.	
2) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, s.c., Número de acreditación: AG-177-03269. El tipo de muestra se encuentra fuera del alcance de la acreditación.	
3) Número de aprobación CONAGUA, CNA-GCA-2428	
4) Método no acreditado por la SEMA o una organización o institución, sin embargo, se realizó de conformidad con nuestro Sistema de Gestión de Calidad, basado en la NMX-EC-17025-IMC-2018	
OBSERVACIONES: NINGUNA	
<small>ESTE RESULTADO PUEDE SER, SIEMPRE QUE SE PRECISE, VALIDADO SI SE REALIZA UNA REPRÉSENTACIÓN POR REPLICAS DEL LABORATORIO SOLAMENTE PARA EL TIPO DE MUESTRA Y MÉTODO DE ANÁLISIS EN ESTE LABORATORIO</small>	
 ME en LI MIRERY SÁNCHEZ GUZMÁN RESPONSABLE DEL ÁREA	
Elaboró	JJ
Revisó	ET
Aprobó	ET
Fecha	2022
Revisión	01
Edición	01
Revisión	18
Hoja 2 de 2	

PL-2018





MEDIO AMBIENTE



Plaza Constitución 8221 Col. Progreso
Jiitepec Mor. CP 61883
Tel. (777) 2 19 30 30, 2 28 28 64

LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA

108/2022

RESULTADOS

AREA: ABSORCIÓN ATÓMICA			
CLIENTE Y/O PROYECTO: SUBCOORDINACIÓN DE CALIDAD DEL AGUA			
DOMICILIO: PASEO CUAUHNAHUAC NO. 8532 COL. PROGRESO JUITEPEC, MORELOS C.P. 62950			
No. de CONTROL:	TIPO DE MUESTRA:	FECHA DE MUESTREO:	2022/06/27-29
108/2022	AGUA DE RED DE ABASTECIMIENTO	FECHA DE RECEPCIÓN:	2022-07-04
		PARÁMETROS	
No	DESCRIPCIÓN	MERCURIO	PLOMO
		mg/L	mg/L
1	ESPERANZA GARCIA MARTINEZ	<0.0005	<0.0050
2	DIANA ANDRADE IBARRA	<0.0005	<0.0050
3	BRENDA LIZETH GARCIA OZUNA	<0.0005	<0.0050
4	ROSENDO GARCIA ROBLES	<0.0005	<0.0050
5	MARIA TIRZA ACUÑA MORAN	<0.0005	<0.0050
6	MALDONADO	<0.0005	0.0000
7	MARCO ANTONIO GARCIA MARTINEZ	<0.0005	<0.0050
8	TEODORO SIERRA GUTIERREZ	0.0028	<0.0050
9	FRANCISCO ANTONIO VILLA ALDAY	0.0011	<0.0050
10	MARTHA PATRICIA VELARDE ORTEGA	0.0006	<0.0050
11	RAMON ARRIOLA MENDOZA	<0.0005	<0.0050
12	LUZ MARIA DOMINGUEZ PERALTA	<0.0005	<0.0050
13	FRANCISCO DOMINGUEZ MORENO	<0.0005	<0.0050
14	MARIA VIRGINIA LOPEZ LOPEZ	<0.0005	<0.0050
15	MARIA DEL CARMEN PADILLA	<0.0005	<0.0050
16	IBARRA	<0.0005	<0.0050
17	MARCO A. LOPEZ MORALES	0.0006	<0.0050
18	NORBERTO BUSTAMENTE LOPEZ	<0.0005	<0.0050
19	SANDRA EDUVIGES TAKAKI CARMELO	<0.0005	<0.0050
20	MARIA ELIOMA LUGE MENDEZ	<0.0005	<0.0050
21	BALDEMAR MENDEZ MONGE	<0.0005	<0.0050
22	CASILDO EMIGDIO LOPEZ	<0.0005	<0.0050
23	ROSALBA LOPEZ PERALTA	<0.0005	<0.0050
FECHA DE ANÁLISIS		2022/07/19	2022/09/01
MÉTODO DE ANÁLISIS		1) NMX-AA-051-SCFI-2015	
FECHA DE EMISIÓN DE RESULTADOS		2022/09/19	
1) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, a.c., Número de acreditación: AG-177-032/09.			
2) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, a.c., Número de acreditación: AG-177-032/09. El tipo de muestra se encuentra fuera del alcance de la acreditación.			
3) Número de aprobación CONAGUA: CM-GCA-2425			
4) Prueba no acreditada por la ente u otra organización o institución, sin embargo, se realiza de conformidad con nuestro Sistema de Gestión de Calidad, basado en la NMX-EC-17025-IMC-2014			
OBSERVACIONES: NINGUNA			
ESTE REPORTE CORRESPONDE AL CANTIDAD REPRODUCIDA PAGANDO TOTALMENTE SIN LA APLICACIÓN DE DESCUENTOS DEL LABORATORIO. LOS RESULTADOS IMPRIMIDOS SOLO AFIRMAN LAS MUESTRAS RECIBIDAS EN ESTE LABORATORIO			
 M. en I. MANUEL SÁNCHEZ ZARZA RESPONSABLE DEL AREA			
Estado:	SI	NO	OTRO
Fecha:	2022	09	19
Hoja:	de	4	

FM/088



MEDIO AMBIENTE



Paseo Cuauhnahuac 8532 Col. Progreso
Jiutepec, Morelos, C.P. 62550
Tel. (777) 7 29 24 96, 7 29 24 94

LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA

108/2022

RESULTADOS

AREA: ABSORCION ATOMICA		SUBCOORDINACIÓN DE CALIDAD DEL AGUA			
CLIENTE Y/O PROYECTO:		PASEO CUAUHNAHUAC NO. 8532 COL. PROGRESO JIUTEPEC, MORELOS C.P. 62550			
DOMICILIO:		PASEO CUAUHNAHUAC NO. 8532 COL. PROGRESO JIUTEPEC, MORELOS C.P. 62550			
No. de CONTROL:	TIPO DE MUESTRA:	FECHA DE MUESTREO:		2022/06/27-29	
108/2022	AGUA DE RED DE ABASTECIMIENTO	FECHA DE RECEPCIÓN:		2022-07-04	
		PARAMETROS			
No	DESCRIPCIÓN	ARSENICO	CADMIO	COBRE	MANGANESO
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
24	ABEL LOPEZ VAZQUEZ	0,0057	<0,0010	<0,050	<0,050
25	JUDAS FRANCISCO LOPEZ MEDINA	0,0045	<0,0010	<0,050	<0,050
26	FELIPE HUMBERTO LOPEZ TERAN	0,0045	<0,0010	<0,050	<0,050
27	CRUZ DOLORES GARCIA PEÑA	0,0062	<0,0010	<0,050	<0,050
28	GUADALUPE VINDIOLA	0,0058	<0,0010	<0,050	<0,050
29	MARIA DE LOS ANGELES	0,0058	<0,0010	<0,050	<0,050
30	CRUZ DELIA ARVIZU MORENO	0,0056	<0,0010	<0,050	<0,050
31	LUZ MARIA ESCALANTE HERNANDEZ	0,0059	<0,0010	<0,050	<0,050
32	CRUZ ELENA LOPEZ LOPEZ	0,0059	<0,0010	<0,050	<0,050
33	ELDA LUCINA LEON CONTRERAS	0,0058	<0,0010	<0,050	<0,050
34	CARLA M. GALVEZ	0,0055	<0,0010	<0,050	<0,050
35	LUIS CARLOS BUSTAMANTE	0,0056	<0,0010	<0,050	<0,050
36	JAVIER ADAN RUIZ GALVEZ	0,0055	<0,0010	<0,050	<0,050
37	JUANA AREDO MEDINA	0,0055	<0,0010	<0,050	<0,050
38	GABRIELA RUIZ MEDINA	0,0057	<0,0010	<0,050	<0,050
39	MARIA LETICIA AREDO MEDINA	0,0056	<0,0010	<0,050	<0,050
40	MARIA EDUVIGES GALVEZ GONZALEZ	0,0057	<0,0010	<0,050	<0,050
41	FRANCISCA MARIA FERALTA	0,0055	<0,0010	<0,050	<0,050
42	CELINA EDITH AREDO AREDO	0,0056	<0,0010	<0,050	<0,050
43	LYDIA DIAZ CAÑEZ	0,0055	<0,0010	<0,050	<0,050
44	CRISTAL GPE FRANCO	0,0046	<0,0010	<0,050	<0,050
45	ANA MARIA DEL ROSAL ACUÑA ESPARZA	0,0044	<0,0010	<0,050	<0,050
45	AGUA PURISIMA BAVIACORA	<0,0010	<0,0010	<0,050	<0,050
FECHA DE ANÁLISIS		2022/08/16		2022/07/25	2022/07/26
MÉTODO DE ANÁLISIS		1 NMX-AA-051-SCFI-2016			
FECHA DE EMISIÓN DE RESULTADOS		2022/08/19			
1) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, a.c., Número de acreditación: AG-177-03299.					
2) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, a.c., Número de acreditación: AG-177-03299. El tipo de muestra se encuentra fuera del alcance de la acreditación.					
3) Número de aprobación CONAGUA, CMA-GCA-M25					
4) Prueba no acreditada por la ems u otra organización o institución, sin embargo, se realiza de conformidad con nuestro Sistema de Gestión de Calidad, basado en la NMX-EC-17025-IMNC-2018					
OBSERVACIONES:					
NINGUNA					
ESTE REPORTE NO PODRÁ SER ALTERADO NI REPRODUCIDO PARCIAL O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACIÓN POR ESCRITO DEL LABORATORIO					
LOS RESULTADOS EMITIDOS SON AMPLIAMENTE VERIFICABLES EN ESTE LABORATORIO					
 M. en I. MANUEL SÁNCHEZ ZARZA RESPONSABLE DEL ÁREA					
Estado	Q	SI	A	2022	2022
Fecha	12	07	04	2022	2022
Horario	10	00	00	00	00
Operador	18				
Analista					

FALCOB-8





MEDIO AMBIENTE



Parque Cuauhnhuac 8532 Col. Progreso
Atlixco Mex., C.P. 42300
Tel. (777) 2 18 14 96, 3 28 16 64

LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA

108/2022

RESULTADOS

AREA: ABSORCIÓN ATÓMICA			
CLIENTE Y/O PROYECTO: SUBCOORDINACIÓN DE CALIDAD DEL AGUA			
DOMICILIO: PASEO CUAUHNHUAC NO. 8532 COL. PROGRESO JIUTEPEC, MORELOS C.P. 62560			
No. de CONTROL:	TIPO DE MUESTRA:	FECHA DE MUESTREO:	2022/05/27-29
108/2022	AGUA DE RED DE ABASTECIMIENTO	FECHA DE RECEPCIÓN:	2023-07-04
No	DESCRIPCIÓN	PARÁMETROS	
		MERCURIO	PLOMO
		mg/l	mg/l
24	ABEL LOPEZ VAZQUEZ	<0.0005	<0.0050
25	JUDAS FRANCISCO LOPEZ MEDINA	<0.0005	<0.0050
26	FELIPE HUMBERTO LOPEZ TERAN	<0.0005	<0.0050
27	CRUZ DOLORES GARCIA PEÑA	<0.0005	<0.0050
28	GUADALUPE VINDIOLA	<0.0005	<0.0050
29	MARIA DE LOS ANGELES	<0.0005	<0.0050
30	CRUZ DELIA ARVIZU MORENO	<0.0005	<0.0050
31	LUZ MARIA ESCALANTE HEREDIA	<0.0005	<0.0050
32	CRUZ ELENA LOPEZ LOPEZ	<0.0005	<0.0050
33	ELDA LUDNA LEON CONTRERAS	<0.0005	<0.0050
34	CARLA M. GALVEZ	<0.0005	<0.0050
35	LUIS CARLOS BUSTAMANTE	<0.0005	<0.0050
36	JAVIER ADAN RUIZ GALVEZ	<0.0005	<0.0050
37	JUANA AREDO MEDINA	<0.0005	<0.0050
38	GABRIELA RUIZ MEDINA	<0.0005	<0.0050
39	MARIA LETICIA AREDO MEDINA	<0.0005	<0.0050
40	MARIA EDUVIGES GALVEZ GONZALEZ	<0.0005	<0.0050
41	FRANCISCA MARIA PERALTA	<0.0005	<0.0050
42	CELINA EDITH AREDO AREDO	<0.0005	<0.0050
43	LYDIA DIAZ CAÑEZ	<0.0005	<0.0050
44	CRISTAL GPE. FRANCO	<0.0005	<0.0050
45	ESPARZA	<0.0005	<0.0050
46	AGUA PURISIMA BAWACORA	<0.0005	<0.0050
FECHA DE ANÁLISIS		2022/07/19	2022/09/02
MÉTODO DE ANÁLISIS		1) NMX-AA-051-SCFI-2016	
FECHA DE EMISIÓN DE RESULTADOS		2022/09/19	
1) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, a.c., Número de acreditación: AG-177-032/99			
2) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, a.c., Número de acreditación: AG-177-032/99. El tipo de muestra se encuentra fuera del alcance de la acreditación.			
3) Número de aprobación CONAQUA, CNA-GCA-2423			
4) Prueba no acreditada por la ema u otra organización o institución, sin embargo, se realiza de conformidad con nuestro Sistema de Gestión de Calidad basado en la NMX-EC-17025-IMNC-2018			
OBSERVACIONES: NINGUNA.			
ESTE REPORTE NO FORMA PARTE DEL SERVICIO DE RESPONSABILIDAD, SÍ TAN SOLO DE LA AUTORIZACIÓN POR ENCARGO DEL LABORATORIO. LOS RESULTADOS EMITIDOS SON DE APARANCIALES MUESTRAS RECIBIDAS EN ESTE LABORATORIO			
 M. en S. MANUEL SANCHEZ ZARZA RESPONSABLE DEL AREA			
EMISSA:	C	M	A
	19	07	2022
RECIBO:			



MEDIO AMBIENTE



IMTA

Av. Paseo Cuauhnáhuac 1032 Col. Progreso
Ajajpeten, Mex. C.P. 62010
Tel. (773) 3 29 16 16, 3 29 36 64

LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA

109/2022

RESULTADOS

AREA: QUIMICA ANALITICA FISICOQUIMICOS	
CLIENTE Y/O PROYECTO: SUBCOORDINACIÓN DE CALIDAD DEL AGUA	
DOMICILIO: PASEO CUAUHNÁHUAC NO. 8532 COL. PROGRESO JIUTEPEC, MORELOS, C.P. 62050	
No. de CONTROL: 109/2022	TIPO DE MUESTRA: AGUA DE RED DE ABASTECIMIENTO
FECHA DE MUESTREO: 2022/06/27/28	FECHA DE RECEPCIÓN: 2022/07/04
PARAMÉTRICOS	
No	DESCRIPCIÓN
FLUORUROS	
mg/l	
1	FECHA DE MUESTREO 2022/06/27
2	SAN RAFAEL CALLE BERCIAN FINA
3	ISIDORA DE URES
4	LA ESTANCA DE URES
5	EL SALZ DE URES
6	HEROICA CIUDAD DE URES ABASOLO 14
7	HEROICA CIUDAD DE URES ABASOLO 31
8	HEROICA CIUDAD DE URES ZARAGOZA #1
9	HEROICA CIUDAD DE URES CALLE ISLA 1
10	HEROICA CIUDAD DE URES CALLE ISLA SIN
11	HEROICA CIUDAD DE URES MORELOS 2
12	HEROICA CIUDAD DE URES DR. RAUL TERAN MINA
13	HEROICA CIUDAD DE URES BENITO JUAREZ 62V
14	HEROICA CIUDAD DE URES CONTRERAS 7
15	HEROICA CIUDAD DE URES ISARCA MORALES 4B
16	HEROICA CIUDAD DE URES CALLE 1920 4B
17	HEROICA CIUDAD DE URES GUERRERO #52
18	SAN PEDRO DE URES ANTIGUA CARRETERA SIN
19	SAN PEDRO DE URES ANTIGUA CARRETERA
20	SAN PEDRO DE URES CARRETERA VIEJA SIN
21	SAN PEDRO DE URES GUERRERO SIN
FECHA DE MUESTREO 2022/06/28	
22	LA ESTANCA CALLE PRINCIPAL LADO DEL RIO
23	LA ESTANCA CALLE 3ra
24	LA ESTANCA CONOCIDO DE ACONCHÉ SIN
FECHA DE ANÁLISIS: 2022/07/03/31	
MÉTODO DE ANÁLISIS: 13WDX-AA-077-SCFI-2001	
FECHA DE EMISIÓN DE RESULTADOS: 2022/07/31	
<p>1) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, s.c., Número de acreditación: AG-177-832/08.</p> <p>2) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, s.c., Número de acreditación: AG-177-832/09. El tipo de muestra se encuentra fuera del alcance de la acreditación.</p> <p>3) Número de aprobación CONAGUA, CNA-SCA-3423</p> <p>4) Prueba no acreditada por la eme u otra organización e institución, sin embargo, se realiza de conformidad con nuestro Sistema de Gestión de Calidad, basado en la norma ISO 17025 (SI-MC-2018)</p>	
OBSERVACIONES: NINGUNA	
<p>ESTE REPORTE SE FUNDAMENTA EN LOS RESULTADOS ANALÍTICOS O FÍSICO-QUÍMICOS DE LA MUESTRA, SIN LA APORTACIÓN DE INFORMACIÓN DEL CLIENTE.</p> <p>LOS RESULTADOS EN TODOS LOS CAMPOS DEBEN SER LEÍDOS EN SU CONJUNTO PARA SU INTERPRETACIÓN CORRECTA.</p>	
 M. en C. MINDYVA SANCHEZ GUZMAN RESPONSABLE DEL AREA	
Fecha:	2022/07/31
Hoja 1 de 2	



MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



Paseo Constituyentes 812 Col. Progreso
Juárez Mor. CP. 62550
Tel. (011) 236 24 81, 236 24 84

LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA

108/2022

RESULTADOS

AREA: QUÍMICA ANALÍTICA FÍSICOQUÍMICOS										
CLIENTE Y/O PROYECTO: SUBCOORDINACIÓN DE CALIDAD DEL AGUA										
DOMICILIO: PASEO CUAUHPAHUAC NO. 8532 COL. PROGRESO JUITEPEC, MORELOS C.P. 62550										
No. de CONTROL: 109/2022	TIPO DE MUESTRA: AGUA DE RED DE ABASTECIMIENTO									
	FECHA DE MUESTREO: 2022/06/27-29									
	FECHA DE RECEPCIÓN: 2022/07/04									
PARÁMETROS										
No	DESCRIPCIÓN									
FLUORUROS										
	mg/L									
24	LA ESTANCA FRANCISCO CONTRERAS SN									
25	LA ESTANCA JAVIER MNA SN									
26	LA ESTANCA DOMICILIO CONVOCO									
27	LA ESTANCA CONVOCO SIN CERCA DE SUPER									
28	LA ESTANCA CERCA CERRO DE LA VIRGEN									
29	LA ESTANCA CONVOCO CERRO DE LA VIRGEN									
30	SAN PARCO CALLEJON SIN JUNTO AL RIO									
FECHA DE MUESTREO 2022/06/29										
31	ARISE CALLEJON LERDO SIN COL. CENTRO									
32	TAHUICHOPA DOM. CONVOCO SIN CARRETERA									
33	TAHUICHOPA CONVOCO A UN LADO CORRALES									
34	TAHUICHOPA DOMICILIO CONVOCO									
35	TAHUICHOPA CONVOCO ATRAS CENTRO DE SALUD									
36	TAHUICHOPA CONVOCO (13.15)									
37	TAHUICHOPA CERCA DEL TINACO									
38	TAHUICHOPA ENFRENTA A LA CAPILLA									
39	TAHUICHOPA CERCA DE LA CAPILLA									
40	TAHUICHOPA CONVOCO TAHUICHOPA									
41	TAHUICHOPA CERCA DE LA ESCUELA PRIMARIA									
42	TAHUICHOPA CONVOCO (11.40)									
43	TAHUICHOPA ENFRENTA A ESCUELA CADA VERDE									
44	TAHUICHOPA DOM. CONVOCO CERCA CENTRO DE SALUD									
45	TAHUICHOPA DOMICILIO CONVOCO TAHUICHOPA									
FECHA DE ANÁLISIS: 2022/07/20-31										
MÉTODO DE ANÁLISIS: 1) NMX-AA-077-SCFI-2001										
FECHA DE EMISIÓN DE RESULTADOS: 2022/07/31										
1) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, s.c., Número de acreditación: AG-177-032/06										
2) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, s.c., Número de acreditación: AG-177-032/06. El tipo de muestra se encuentra fuera del alcance de la acreditación.										
3) Número de aprobación CONASUS: CNA-SCA-3425										
4) Prueba no acreditada por la eme y esta organización o institución, sin embargo, se realiza de conformidad con nuestro Sistema de Gestión de Calidad, basado en la NMX-EC-17425-IMNC-2019										
OBSERVACIONES: NINGUNA										
ESTE REPORTE SE EMITE DE ACUERDO A LA INFORMACIÓN FACILITADA POR EL CLIENTE Y/O LABORATORIO. LOS RESULTADOS SE EMITIRÁN EN SU MOMENTO DE RECEPCIÓN EN ESTE LABORATORIO										
 M. en L. WINERY SÁNCHEZ GUZMÁN RESPONSABLE DEL ÁREA										
Estado:	CI	MI	JA	SEPTIEMBRE	DI	OP	AG	AGOSTO	16	Página 2 de 2

FLC03-2



MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



MEDIO AMBIENTE



Plaza Cuauhtémoc #32 Col. Progreso
Julagan, Mex. CP. 62550
Tel. (777) 329 26 96, 779 26 34

LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA

10/9/2022

RESULTADOS

ÁREA: ABSORCIÓN ATÓMICA									
CLIENTE Y/O PROYECTO: COORDINACIÓN DE TRATAMIENTO Y CALIDAD DEL AGUA									
DOMICILIO: PASEO CUAUHNÁHUAC NO. 8532 COL. PROGRESO JUITEPEC, MORELOS C.P. 62550									
No. de CONTROL: 109/2022		TIPO DE MUESTRA: AGUA DE RED DE ABASTECIMIENTO		FECHA DE MUESTREO: 2022/06/27-29					
				FECHA DE RECEPCIÓN: 2022-07-04					
No	DESCRIPCIÓN	PARÁMETROS							
		ARSÉNICO	CADMIO	COBRE	MANGANESO				
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L				
1	SAN RAFAEL CALLE BERGMAN FINAL	0.0217	<0.0010	<0.050	<0.050				
2	GUADALUPE DE URES	0.0044	<0.0010	<0.050	<0.050				
3	LA ESTANCA DE URES	0.0043	<0.0010	<0.050	<0.050				
4	EL SAUZ DE URES	0.0034	<0.0010	<0.050	<0.050				
5	HERÓICA CIUDAD DE URES ABASOLO 14	0.0026	<0.0010	<0.050	<0.050				
6	HERÓICA CIUDAD DE URES ABASOLO 31	0.0025	<0.0010	<0.050	<0.050				
7	HERÓICA CIUDAD DE URES ZARAGOZA #1	0.0022	<0.0010	<0.050	<0.050				
8	HERÓICA CIUDAD DE URES CALLE ISLA 1	0.0025	<0.0010	<0.050	<0.050				
9	HERÓICA CIUDAD DE URES CALLE ISLA 5/N	0.0023	<0.0010	<0.050	<0.050				
10	HERÓICA CIUDAD DE URES MORELOS 2	0.0023	<0.0010	<0.050	<0.050				
11	HERÓICA CIUDAD DE URES DR. RAUL TERAN MMA	0.0022	<0.0010	<0.050	<0.050				
12	HERÓICA CIUDAD DE URES BENITO JUAREZ #24	0.0029	<0.0010	<0.050	<0.050				
13	HERÓICA CIUDAD DE URES CONTRERAS 7	0.0025	<0.0010	<0.050	<0.050				
14	HERÓICA CIUDAD DE URES GARCIA MORALES 48	0.0023	<0.0010	<0.050	<0.050				
15	HERÓICA CIUDAD DE URES CALLE 1938 96	0.0024	<0.0010	<0.050	<0.050				
16	HERÓICA CIUDAD DE URES GUERRERO #52	0.0022	<0.0010	<0.050	<0.050				
17	SAN PEDRO DE URES ANTIGUA CARRETERA	0.0045	<0.0010	<0.050	<0.050				
18	SAN PEDRO DE URES ANTIGUA CARRETERA	0.0044	<0.0010	<0.050	<0.050				
19	SAN PEDRO DE URES CARRETERA VIEJA 5/N	0.0045	<0.0010	<0.050	<0.050				
20	SAN PEDRO DE URES GUERRERO 5/N	0.0044	<0.0010	<0.050	<0.050				
21	LA ESTANCA CALLE PRINCIPAL LADO DEL RIO	0.0056	<0.0010	<0.050	<0.050				
22	LA ESTANCA CALLE 5/N	0.0056	<0.0010	<0.050	<0.050				
23	LA ESTANCA CONOCIDO DE ACONCHI 5/N	0.0054	<0.0010	<0.050	<0.050				
FECHA DE ANÁLISIS		2022/08/16		2022/07/25					
MÉTODO DE ANÁLISIS		1) NMX-AA-051-SCFI-2016							
FECHA DE EMISIÓN DE RESULTADOS		2022/09/19							
1) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, a.c., Número de acreditación: AG-177-03208.									
2) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, a.c., Número de acreditación: AG-177-03209. El tipo de muestra se encuentra fuera del alcance de la acreditación.									
3) Número de aprobación CONAGUA: CNA-GCA-2425									
4) Prueba no acreditada por la ems u otra organización o institución, sin embargo, se realiza de conformidad con nuestro Sistema de Gestión de Calidad, basado en la NMX-EC-17025-IMNC-2018									
OBSERVACIONES: NINGUNA									
ESTE REPORTE NO PUEDE SER ALTERADO NI REPRODUCIDO PARCIAL O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACIÓN POR ESCRITO DEL LABORATORIO. LOS RESULTADOS ENTREGADOS SÓLO AMPLIAN LAS BUENAS PRÁCTICAS DE ESTE LABORATORIO.									
 M. en I MANUEL SÁNCHEZ ZARZA RESPONSABLE DEL ÁREA									
Estado	C	M	A	Suministros	C	M	A	Revisiones	Hoja 1 de 4
	17	07	2022		0	0	0	0	

FM202-8





MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



Plaza Cuauhtémoc #102 del Progreso
Jiutepec Mor. CP. 62550
Tel. (777) 7 21 34 94, 7 29 34 14

LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA

109/2022

RESULTADOS

AREA: ABSORCIÓN ATÓMICA		COORDINACIÓN DE TRATAMIENTO Y CALIDAD DEL AGUA	
CLIENTE Y/O PROYECTO:		PASAD CUAUHNAHUAC NO. 8532 COL. PROGRESO JIUTEPEC, MORELOS C.P. 62550	
DOMICILIO:		PASAD CUAUHNAHUAC NO. 8532 COL. PROGRESO JIUTEPEC, MORELOS C.P. 62550	
No. de CONTROL:	TIPO DE MUESTRA:	FECHA DE MUESTREO:	2022/06/27-29
109/2022	AGUA DE RED DE ABASTECIMIENTO	FECHA DE RECEPCIÓN:	2022-07-04
		PARAMETROS	
No	DESCRIPCIÓN	MERCURIO	PLOMO
		mg/L	mg/L
1	SAN RAFAEL CALLE SERDAN FINAL	<0.0005	<0.0050
2	GUADALUPE DE URES	<0.0005	<0.0050
3	LA ESTANCIA DE URES	<0.0005	<0.0050
4	EL SAUZ DE URES	<0.0005	<0.0050
5	HERÓICA CIUDAD DE URES ABASOLO 14	<0.0005	<0.0050
5	HERÓICA CIUDAD DE URES ABASOLO 31	<0.0005	<0.0050
7	HERÓICA CIUDAD DE URES ZARAGOZA #1	<0.0005	<0.0050
8	HERÓICA CIUDAD DE URES CALLE ISLA 1	<0.0005	<0.0050
9	HERÓICA CIUDAD DE URES CALLE ISLA 3/N	<0.0005	<0.0050
10	HERÓICA CIUDAD DE URES MORELOS 2	<0.0005	<0.0050
11	HERÓICA CIUDAD DE URES DR. RAÚL TERÁN MORA	<0.0005	<0.0050
12	HERÓICA CIUDAD DE URES BENITO JUÁREZ #24	<0.0005	<0.0050
13	HERÓICA CIUDAD DE URES CONTRERAS 7	<0.0005	<0.0050
14	HERÓICA CIUDAD DE URES GARCÍA MORALES 49	<0.0005	<0.0050
15	HERÓICA CIUDAD DE URES CALLE 1239 #6	<0.0005	<0.0050
16	HERÓICA CIUDAD DE URES GUERRERO #52	<0.0005	<0.0050
17	SAN PEDRO DE URES ANTIGUA CARRETERA	<0.0005	<0.0050
18	SAN PEDRO DE URES ANTIGUA CARRETERA	<0.0005	<0.0050
19	SAN PEDRO DE URES CARRETERA VIEJA 5/N	<0.0005	<0.0050
20	SAN PEDRO DE URES GUERRERO 5/N	<0.0005	<0.0050
21	LA ESTANCIA CALLE PRINCIPAL LADO DEL RÍO	<0.0005	<0.0050
22	LA ESTANCIA CALLE 5/N	<0.0005	<0.0050
23	LA ESTANCIA CONOCIDO DE ACONCHI 5/N	<0.0005	<0.0050
FECHA DE ANÁLISIS		2022/07/16	2022/09/12
MÉTODO DE ANÁLISIS		1) WMX-AA-051-SCFI-2016	
FECHA DE EMISIÓN DE RESULTADOS		2022/09/19	
1) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, a.c., Número de acreditación: AG-177-032/09.			
2) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, a.c., Número de acreditación: AG-177-032/09. El spa de muestra se encuentra fuera del alcance de la acreditación.			
3) Número de aprobación CONAGUA: CNA-GCA-3425			
4) Prueba no acreditada por la eme u otra organización o institución, sin embargo, se realiza de conformidad con nuestro Sistema de Gestión de Calidad, basado en la NMX-EC-17025-IRM-2018			
OBSERVACIONES:			
NINGUNA			
ESTE REPORTE NO FORMALIZA EL GRADO DE REPRODUCCIÓN PARCIAL Y TOTALMENTE SIN LA APROBACIÓN POR ESCRITO DEL LABORATORIO. LOS RESULTADOS EMITIDOS SOLO AMPARAN LA MUESTRA PROCESADA EN ESTE LABORATORIO.			
 M. de I. MANUEL SÁNCHEZ ZARZA RESPONSABLE DEL ÁREA			
Emisión:	D	M	A
	27	09	2022
Integró:	D	M	A
	16	09	2022
Página 2 de 4		FM/2022	



MEDIO AMBIENTE



Polvo Colohnáhuac 8532 Col. Progreso
Juárez, Mex. CP. 62550
Tel. (777) 229 36 86, 2 29 36 84

LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA

109/2022

RESULTADOS

AREA: ABSORCIÓN ATÓMICA					
CLIENTE Y/O PROYECTO: COORDINACIÓN DE TRATAMIENTO Y CALIDAD DEL AGUA					
DOMICILIO: PASEO CUAUHNÁHUAC NO. 8532 COL. PROGRESO JUITEPEC, MORELOS C.P. 62550					
No. de CONTROL: 109/2022		TIPO DE MUESTRA: AGUA DE RED DE ABASTECIMIENTO		FECHA DE MUESTREO: 2022-06-27-29	
				FECHA DE RECEPCIÓN: 2022-07-04	
No	DESCRIPCIÓN	PARÁMETROS			
		ARSENICO	CADMIO	COBRE	MANGANESO
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
24	LA ESTANCIA FRANCISCO CONTRERAS SIN	0.0059	<0.0010	<0.0050	<0.050
25	LA ESTANCIA JAVIER MNA SIN	0.0057	<0.0010	<0.0050	<0.050
26	LA ESTANCIA DOMICILIO CONOCIDO	0.0053	<0.0010	<0.0050	<0.050
27	LA ESTANCIA CONOCIDO SIN CERCA DE SUPER	0.0055	<0.0010	<0.0050	<0.050
28	LA ESTANCIA CERCA DE CERRO DE LA VIRGEN	0.0055	<0.0010	<0.0050	<0.050
29	LA ESTANCIA CONOCIDO CERRO DE LA VIRGEN	0.0056	<0.0010	<0.0050	<0.050
30	SAN PABLO CALLEJON SIN JUNTO AL RIO	0.0040	<0.0010	<0.0050	<0.050
31	ARISPE CALLEJON LERDO SIN COL. CENTRO	0.0079	<0.0010	<0.0050	<0.050
32	TAHUICHOPA DOM. CONOCIDO SIN CARRETERA	0.0041	<0.0010	<0.0050	<0.050
33	TAHUICHOPA CONOCIDO A UN LADO CORRALES	0.0040	<0.0010	<0.0050	<0.050
34	TAHUICHOPA DOMICILIO CONOCIDO	0.0038	<0.0010	<0.0050	<0.050
35	TAHUICHOPA CONOCIDO ATRÁS CENTRO DE SALUD	0.0037	<0.0010	<0.0050	<0.050
36	TAHUICHOPA CONOCIDO	0.0039	<0.0010	<0.0050	<0.050
37	TAHUICHOPA CERCA DEL TINACO	0.0036	<0.0010	<0.0050	<0.050
38	TAHUICHOPA ENFRENTA A LA CAPILLA	0.0040	<0.0010	<0.0050	<0.050
39	TAHUICHOPA CERCA DE LA CAPILLA	0.0037	<0.0010	<0.0050	<0.050
40	TAHUICHOPA CONOCIDO TAHUICHOPA	0.0037	<0.0010	<0.0050	<0.050
41	TAHUICHOPA CERCA DE LA ESCUELA PRIMARIA	0.0040	<0.0010	<0.0050	<0.050
42	TAHUICHOPA CONOCIDO (14.40)	0.0033	<0.0010	<0.0050	<0.050
43	TAHUICHOPA ENFRENTA A ESCUELA CASA VERDE	0.0037	<0.0010	<0.0050	<0.050
44	TAHUICHOPA DOM. CONOCIDO CERCA CENTRO DE SALUD	0.0037	<0.0010	<0.0050	<0.050
45	TAHUICHOPA DOMICILIO CONOCIDO TAHUICHOPA	0.0047	<0.0010	<0.0050	<0.050
FECHA DE ANÁLISIS		2022/08/16	2022/08/17	2022/07/28	2022/07/29
MÉTODO DE ANÁLISIS		1. NMX-AA-051-SCFI-2016			
FECHA DE EMISIÓN DE RESULTADOS		2022/06/19			
1) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, a.c., Número de acreditación. AG-177-032/08.					
2) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, a.c., Número de acreditación. AG-177-032/08. El tipo de muestra se encuentra fuera del alcance de la acreditación.					
3) Número de aprobación CONAGUA, CNA-GCA-2423					
4) Prueba no acreditada por la ems u otra organización o institución, sin embargo, se realiza de conformidad con nuestro Sistema de Gestión de Calidad, basado en la NMX-EC-17025-IMNC-2018					
OBSERVACIONES: NINGUNA					
ESTE REPORTE NO PODRÁ SER ALTERADO NI REPRODUCIDO PARCIAL O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACIÓN POR ESCRITO DEL LABORATORIO. LOS RESULTADOS SON SOLO PARA LAS MUESTRAS RECIBIDAS EN ESTE LABORATORIO.					
 M. en I. MANUEL SANCHEZ ZARZA RESPONSABLE DEL AREA					
Fecha:	17	de	07	del	2022
Hoja:	1	de	1		

FIA-08-0





MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



MEDIO AMBIENTE



Paseo Cuauhnáhuac #22 Col. Progreso
Jiutepec Mor. CP. 62550
Tel: (071) 7 21 36 96, 7 29 28 68

LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA

109/2022

RESULTADOS

AREA: ABSORCION ATOMICA		COORDINACION DE TRATAMIENTO Y CALIDAD DEL AGUA	
CLIENTE Y/O PROYECTO:		PASEO CUAUHNÁHUAC NO. 2532 COL. PROGRESO JIUTEPEC, MORELOS C.P. 62550	
DOMICILIO:		PASEO CUAUHNÁHUAC NO. 2532 COL. PROGRESO JIUTEPEC, MORELOS C.P. 62550	
No. de CONTROL:	TIPO DE MUESTRA:	FECHA DE MUESTREO:	2022-05-27-29
109/2022	AGUA DE RED DE ABASTECIMIENTO	FECHA DE RECEPCIÓN:	2022-07-04
		PARÁMETROS	
No	DESCRIPCIÓN	MERCURIO	PLOMO
		mg/l	mg/l
24	LA ESTANCIA FRANCISCO CONTRERAS SIN	<0.0005	<0.0050
25	LA ESTANCIA JAVIER MINA SIN	<0.0005	<0.0050
26	LA ESTANCIA DOMICILIO CONOCIDO	<0.0005	<0.0050
27	LA ESTANCIA CONOCIDO SIN CERCA DE SUPER	<0.0005	<0.0050
28	LA ESTANCIA CERCA DE CERRO DE LA VIRGEN	<0.0005	<0.0050
29	LA ESTANCIA CONOCIDO CERRO DE LA VIRGEN	<0.0005	<0.0050
30	SAN PABLO CALLEJON SIN JUNTO AL RIO	<0.0005	<0.0050
31	ARISPE CALLEJON LEIDO SIN COL. CENTRO	<0.0005	<0.0050
32	TAHUICHOPA DOM. CONOCIDO SIN CARRETERA	<0.0005	<0.0050
33	TAHUICHOPA CONOCIDO A UN LADO CORRALES	<0.0005	<0.0050
34	TAHUICHOPA DOMICILIO CONOCIDO	<0.0005	<0.0050
35	TAHUICHOPA CONOCIDO ATRÁS CENTRO DE SALUD	<0.0005	<0.0050
36	TAHUICHOPA CONOCIDO	<0.0005	<0.0050
37	TAHUICHOPA CERCA DEL TINACO	<0.0005	<0.0050
38	TAHUICHOPA ENFRENTA A LA CAPILLA	<0.0005	<0.0050
39	TAHUICHOPA CERCA DE LA CAPILLA	0.0016	<0.0050
40	TAHUICHOPA CONOCIDO TAHUICHOPA	<0.0005	<0.0050
41	TAHUICHOPA CERCA DE LA ESCUELA PRIMARIA	<0.0005	<0.0050
42	TAHUICHOPA CONOCIDO (F4-R3)	<0.0005	<0.0050
43	TAHUICHOPA ENFRENTA A ESCUELA CASA VERDE	<0.0005	<0.0050
44	TAHUICHOPA DOM. CONOCIDO CERCA CENTRO DE SALUD	<0.0005	<0.0050
45	TAHUICHOPA DOMICILIO CONOCIDO TAHUICHOPA	<0.0005	<0.0050
FECHA DE ANÁLISIS		2022/07/19	2022/09/13
MÉTODO DE ANÁLISIS		1. NMX-AA-051-SCFI-2016	
FECHA DE EMISIÓN DE RESULTADOS		2022/09/15	
1) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, s.c., Número de acreditación: AG-177-832-08.			
2) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, s.c., Número de acreditación: AG-177-832-08. El tipo de muestra se encuentra fuera del alcance de la acreditación.			
3) Número de aprobación CONAGUA: CMA-GCA-2423			
4) Prueba no acreditada por la sma u otra organización o institución, sin embargo, se realiza de conformidad con nuestro Sistema de Gestión de Calidad, basado en la NMX-EC-17025-IMNC-2018			
OBSERVACIONES: NINGUNA			
ESTE REPORTE NO PODRÁ SER REPRODUCIDO, COPIADO, TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACIÓN POR ESCRITO DEL LABORATORIO. LOS RESULTADOS IMPRIMIDOS SON ÚNICAMENTE PARA SU USO EN ESTE LABORATORIO			
 M. en I. MANUEL SÁNCHEZ ZARZA RESPONSABLE DEL ÁREA			
Emisión	07/19	07/19	07/19
Revisión			
Fecha	07/19	07/19	07/19
Hoja	1	1	1

FVLC03-E





MEDIO AMBIENTE




Paseo Cuauhtémoc #122 Col. Progreso
Juárez, Mty. C.P. 62560
Tel. (977) 2 28 26 96, 2 28 26 84

LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA

110/2022

RESULTADOS

AREA: QUIMICA ANALITICA, FISICOQUIMICOS									
CLIENTE Y/O PROYECTO: SUBCOORDINACIÓN DE CALIDAD DEL AGUA									
COMPLICIO: PASEO CUAUHTÉMOC NO. 8632 COL. PROGRESO, JUZTEPEC, MORELOS C.P. 62660									
No. de CONTROL: 110/2022	TIPO DE MUESTRA: AGUA DE RED DE ABASTECIMIENTO								
FECHA DE MUESTREO: 2022/06/27	FECHA DE RECEPCIÓN: 2022/07/04								
PARAMETROS									
FLUORUROS									
mg/l									
No	DESCRIPCIÓN								
	TOPAHUE- SAN JOSE DE GRACIA BUENAVISTA								
1	ANA ALICIA LUCERO VALENZUELA								
2	JULIO CESAR MIYTORENA FIMBRE								
4	ISLA ACUÑA SAMANEDA								
5	SILVIA ESTHER MORALES								
6	JOSEFINA SAMANEDO ADURRE								
7	ELVIA VILLA MORALES								
8	LUZ MERCEDES MANGARAT								
9	MANUEL SAMANEDO								
10	MA. ELENA BUSTAMANTE VILLANES								
11	MANUEL FRANCISCO ACUÑA SAMANEDO								
12	MARIA JESUS GUTÉRREZ CASTRO								
13	LOURDES PÉREZ BUSTAMANTE								
14	EDUARDO ACUÑA BUSTAMANTE								
15	FRANCISCO LÓPEZ VILLA								
16	ALIM GRISelda CASTRO LÓPEZ								
17	ROBERTO ACUÑA BUSTAMANTE								
18	MARIA LUISA GUZMÁN ACUÑA								
19	RAMÓN ESTRELLA GONZÁLEZ								
20	EFREN LUCERO VALENZUELA								
21	RAÚL MARTÍN GUZMÁN GUTIÉRREZ								
22	MARIA FLORENTINA BOWILLA OLIVA								
FECHA DE ANÁLISIS: 2022/07/04-14									
MÉTODO DE ANÁLISIS: 1/NMX-AA-077-SCFI-2001									
FECHA DE EMISIÓN DE RESULTADOS: 2022/07/19									
1) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, a.c., Número de acreditación: AG-177-03269.									
2) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, a.c., Número de acreditación: AG-177-03269. El tipo de muestra se encuentra fuera del alcance de la acreditación.									
3) Número de aprobación: CONAGUA, CRA-GCA-2425									
4) Prueba no acreditada por la eme a otra organización o institución, sin embargo, se realiza de conformidad con nuestro Sistema de Gestión de Calidad, basado en la NMX-EC-17025-IMNC-2018									
OBSERVACIONES: NINGUNA									
ESTE REPORTE SERÁ VÁLIDO SIEMPRE Y CUANDO SE REPRODUZCA PARALELO A TODA LA FIRMA DE LA AUTENTICACIÓN POR FIRMA DEL LABORATORIO Y CUANDO TODOS LOS DATOS DE LA MUESTRA SEAN CORRECTAMENTE ARCHIVADOS EN EL LABORATORIO									
 Lilian Patricia SANCHEZ OJMAN RESPONSABLE DEL ÁREA									
Fecha	D	M	A	Horario	U	M	A	PROCESO	Page 1 de 2
	07	27	2022		07	28	2022	16	

PAE-158 B





MEDIO AMBIENTE



Avda. Casahuate 832 Col. Progreso
Jiitepec, Mor. CP. 62500
Tel. (01) 2 21 35 96, 2 29 38 64

LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA

11/02/2022

RESULTADOS

AREA: QUIMICA ANALITICA, FISICOQUIMICOS	
CLIENTE Y/O PROYECTO: SUPERCOORDINACION DE CALIDAD DEL AGUA	
DOMICILIO: FASEO GUAHUAHUAC NO. 8532 COL. PROGRESO, JIITEPEC, MORELOS C.F. 62500	
No. de CONTROL: 113/2022	TIPO DE MUESTRA: AGUA DE RED DE ABASTECIMIENTO
FECHA DE MUESTREO: 2022/06/27-30	FECHA DE RECEPCION: 2022/07/04
PARAMETROS	
FLUORUROS	
mg/L	
No	DESCRIPCION
	A CONCH
	FECHA DE MUESTREO: 2022/06/28
23	GERMAN OCTAVIO IBAÑERA GARCIA
24	MARTHA GUADALUPE HAROS MALDONADO
25	MARTHA ELISA ESPINOSA
26	MACARIO DEGOLLADO RAMIREZ
27	BLASITA LOPEZ DANIELAS
28	FRANCISCO OCTAVIO DOMINGUEZ
29	RAMONA MELANIEVA GRANADOS
30	CYNTHIA RAMONA ESPINOZA HERRERA
31	AMERICA VELA VAZQUEZ
32	JUAN JOSE VILLADA ESCALANTE
33	MIQUEL LUÑA QUIJADA
34	LEONOR VAZQUEZ VANDOLA
35	GERMAN OCTAVIO IBAÑERA GARCIA
36	ANA GABRIELA GALLEGOS LOPEZ
37	CRUZ ELENA HERRERA QUIRON
38	MARIA DE LOS ANGELES GUERRERO S.
39	MALTAZAR DEGOLLADO QUIRON
40	FLOH ANGELICA DOMINGUEZ QUIJADA
41	JULIETA GOMEZ VALDEZ
42	JOSE FRANCISCO ORNELAS
43	EVERARDO RAMOS QUIJADA
44	LEONOR VAZQUEZ QUIJADA
45	MANUELA LOPEZ PADILLA
FECHA DE ANALISIS: 2022/07/04-14	
METODO DE ANALISIS: 1-NMX-AA-077-SCFI-2001	
FECHA DE EMISION DE RESULTADOS: 2022/07/19	
1) Metodo acreditado por la entidad mexicana de acreditación, a.c., Número de acreditación: AG-177-01208	
2) Metodo acreditado por la entidad mexicana de acreditación, a.c., Número de acreditación: AG-177-01208. El tipo de muestra se encuentra fuera del alcance de la acreditación	
3) Número de aprobación CONAGUA, CNA-GCA-3R2E	
4) Prueba no acreditada por la eme u otra organización o institución, sin embargo, se realiza de conformidad con nuestro Sistema de Gestión de Calidad, basado en la NMX-EC-17025-IMNC-2018	
OBSERVACIONES:	
NINGUNA	
ESTE REPORTE ES PROPRIEDAD DEL INSTITUTO MEXICANO DE ESTADÍSTICA Y CENSO. ESTÁ SUJETO A LA AUTORIZACIÓN POR ESCRITO DEL INSTITUTO MEXICANO DE ESTADÍSTICA Y CENSO. LOS RESULTADOS DE ESTE REPORTE SON VALIDADOS POR EL INSTITUTO MEXICANO DE ESTADÍSTICA Y CENSO.	
 M. en U. MNERVA SANCHEZ GUZMAN RESPONSABLE DEL AREA	
Ejemplar	1
2	1
3	1
4	1
5	1
6	1
7	1
8	1
9	1
10	1
11	1
12	1
13	1
14	1
15	1
16	1
17	1
18	1
19	1
20	1
21	1
22	1
23	1
24	1
25	1
26	1
27	1
28	1
29	1
30	1
31	1
32	1
33	1
34	1
35	1
36	1
37	1
38	1
39	1
40	1
41	1
42	1
43	1
44	1
45	1
46	1
47	1
48	1
49	1
50	1
51	1
52	1
53	1
54	1
55	1
56	1
57	1
58	1
59	1
60	1
61	1
62	1
63	1
64	1
65	1
66	1
67	1
68	1
69	1
70	1
71	1
72	1
73	1
74	1
75	1
76	1
77	1
78	1
79	1
80	1
81	1
82	1
83	1
84	1
85	1
86	1
87	1
88	1
89	1
90	1
91	1
92	1
93	1
94	1
95	1
96	1
97	1
98	1
99	1
100	1



MEDIO AMBIENTE

SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



Paseo Cuauhnahuac 8532 Col. Progreso
Jiutepec Mor. CP. 62590
Tel. (777) 2 21 38 96, 2 29 38 64

LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA

110/2022

RESULTADOS

AREA: ABSORCIÓN ATÓMICA	
CLIENTE Y/O PROYECTO: COORDINACIÓN DE TRATAMIENTO Y CALIDAD DEL AGUA	
DOMICILIO: PASEO CUAUHNAHUAC NO. 8532 COL. PROGRESO JIUTEPEC, MORELOS C.P. 62590	
No. de CONTROL: 119/2022	TIPO DE MUESTRA: AGUA DE RED DE ABASTECIMIENTO
	FECHA DE MUESTREO: 2022/09/27-30
	FECHA DE RECEPCIÓN: 2022-07-04

No	DESCRIPCIÓN	PARÁMETROS			
		ARSENICO mg/l	CADMIO mg/l	COBRE mg/l	MANGANESO mg/l
	TOPAHUE- SAN JOSE DE GRACIA BUENAVISTA				
1	ANA ALICIA LUCERO VALENZUELA	0,0072	< 0,0010	< 0,050	< 0,050
2	JULIO CESAR MAYTORENA FIMBRE	0,0047	< 0,0010	< 0,050	< 0,050
3	NO HUBO AGUA	-	-	-	-
4	ISELA ACUÑA SAMAMEGA	0,0043	< 0,0010	< 0,050	< 0,050
5	SILVIA ESTHER MORALES	0,0046	< 0,0010	< 0,050	< 0,050
6	JOSEFINA SAMANIEGO AGUIRRE	0,0045	< 0,0010	< 0,050	< 0,050
7	ELVA VILLA MORALES	0,0044	< 0,0010	< 0,050	< 0,050
8	LUZ MERCEDES MUNGARAY	0,0045	< 0,0010	< 0,050	< 0,050
9	MANUEL SAMANIEGO	0,0045	< 0,0010	< 0,050	< 0,050
10	MA. ELENA BUSTAMANTE VILLANES	0,0045	< 0,0010	< 0,050	< 0,050
11	MANUEL FRANCISCO ACUÑA SAMAMEGO	0,0044	< 0,0010	< 0,050	< 0,050
12	MARIA JESUS GUTIERREZ CASTRO	0,0045	< 0,0010	< 0,050	< 0,050
13	LOURDES PÉREZ BUSTAMANTE	0,0045	< 0,0010	< 0,050	< 0,050
14	EDUARDO ACUÑA BUSTAMANTE	0,0082	< 0,0010	< 0,050	< 0,050
15	FRANCISCO LÓPEZ VILLA	0,0044	< 0,0010	< 0,050	< 0,050
16	ALMA GRISELDA CASTRO LÓPEZ	0,0043	< 0,0010	< 0,050	< 0,050
17	ROBERTO ACUÑA BUSTAMANTE	0,0080	< 0,0010	< 0,050	< 0,050
18	MARIA LUISA GUZMAN ACUÑA	0,0044	< 0,0010	< 0,050	< 0,050
19	RAMÓN ESTRELLA GONZÁLEZ	0,0060	< 0,0010	< 0,050	< 0,050
20	EFREN LUCERO VALENZUELA	0,0041	< 0,0010	< 0,050	< 0,050
21	RAÚL MARZÍN GUZMÁN GUTIERREZ	0,0042	< 0,0010	< 0,050	< 0,050
22	MARIA FLORENA BONILLA OLIVA	0,0050	< 0,0010	< 0,050	< 0,050

FECHA DE ANÁLISIS	2022/09/16, 17	2022/08/17, 18, 26	2022/07/28	2022/07/29
-------------------	----------------	--------------------	------------	------------

MÉTODO DE ANÁLISIS	NMX-AA-051-SCFI-2015
--------------------	----------------------

FECHA DE EMISIÓN DE RESULTADOS	2022/09/30
--------------------------------	------------

1) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, a.e., Número de acreditación: AG-177-832/05.

2) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, a.e., Número de acreditación: AG-177-832/05. El tipo de muestra se encuentra fuera del alcance de la acreditación.

3) Número de aprobación CONAGUA: CNA-GCA-2425

4) Prueba no acreditada por la eme u otra organización o institución, sin embargo, se realiza de conformidad con nuestro Sistema de Gestión de Calidad, basado en la NMX-EC-17025-IMNC-2018

OBSERVACIONES:

* NO HUBO AGUA/NO SE COLECTÓ

ESTE REPORTE NO PUEDE SER REPRODUCIDO PARCIAL O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACIÓN POR ESCRITO DEL LABORATORIO

LOS RESULTADOS EMITIDOS SON AMPARADOS POR LA ACCREDITACIÓN EN ESTE LABORATORIO

M. en C. MANUEL SÁNCHEZ ZARZA
RESPONSABLE DEL ÁREA

Estado	22	09	30	2022	Señalado a	07	08	2022	Revisión	00	Hoja 1 de 8
--------	----	----	----	------	------------	----	----	------	----------	----	-------------

FM-CR-8





MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



Parque Cuauhnahuac 8332 Col. Progreso
Jiutepec, Mor. C.P. 62550
Tel: (777) 3 29 24 94, 3 29 26 64

LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA

110/2022

RESULTADOS

ÁREA: ABSORCIÓN ATÓMICA					
CLIENTE Y/O PROYECTO: COORDINACIÓN DE TRATAMIENTO Y CALIDAD DEL AGUA					
DOMICILIO: PASEO CUAUHNÁHUAC NO. 8532 COL. PROGRESO JIUTEPEC, MORELOS C.P. 62550					
No. de CONTROL: 110/2022		TIPO DE MUESTRA: AGUA DE RED DE ABASTECIMIENTO		FECHA DE MUESTREO: 2022-06-27-30	FECHA DE RECEPCIÓN: 2022-07-04
No	DESCRIPCIÓN	PARAMETROS			
		ARSÉNICO mg/L	CADMIO mg/L	COBRE mg/L	MANGANESO mg/L
23	A CONCHI GERMÁN OCTAVIO IBARRA GARCÍA	0.0046	< 0.0010	< 0.050	< 0.050
24	MARtha GUADALUPE HAROS MALDONADO	0.0046	< 0.0010	< 0.050	< 0.050
25	MARThA ELISA ESPINOSA	0.0045	< 0.0010	< 0.050	< 0.050
26	MACARIO DEGOLLADO RAMÍREZ	0.0046	< 0.0010	< 0.050	< 0.050
27	BLASITA LÓPEZ ORNELAS	0.0048	< 0.0010	< 0.050	< 0.050
28	FRANCISCO OCTAVIO DOMÍNGUEZ	0.0045	< 0.0010	< 0.050	< 0.050
29	RAMONA VILLANUEVA GRANADOS	0.0045	< 0.0010	< 0.050	< 0.050
30	CYNTIA RAMONA ESPINOZA HERRERA	0.0047	< 0.0010	< 0.050	< 0.050
31	AMÉRICA VILLA VAZQUEZ	< 0.0010	< 0.0010	< 0.050	< 0.050
32	JUAN JOSÉ VILLADA ESCALANTE	0.0052	< 0.0010	< 0.050	< 0.050
33	MIGUEL LUNA QUIJADA	0.0051	< 0.0010	< 0.050	< 0.050
34	LEON VAZQUEZ VINDIOLA	0.0052	< 0.0010	< 0.050	< 0.050
35	GERMÁN OCTAVIO IBARRA GARCÍA	0.0050	< 0.0010	< 0.050	< 0.050
36	ANA GABRIELA GALLEGOS LÓPEZ	0.0048	< 0.0010	< 0.050	< 0.050
37	CRUZ ELENA HERRERA DURÓN	0.0050	< 0.0010	< 0.050	< 0.050
38	MARÍA DE LOS ANGELES GUERRERO S.	0.0050	< 0.0010	< 0.050	< 0.050
39	BALTAZAR DEGOLLADO DURÓN	0.0050	< 0.0010	< 0.050	< 0.050
40	FLOR ANGÉLICA DOMÍNGUEZ QUIJADA	0.0050	< 0.0010	< 0.050	< 0.050
41	JULIETA GÓMEZ VALDEZ	0.0049	< 0.0010	< 0.050	< 0.050
42	JOSÉ FRANCISCO ORNELAS	0.0047	< 0.0010	< 0.050	< 0.050
43	EVERARDO RAMOS QUIJADA	0.0051	< 0.0010	< 0.050	< 0.050
44	LEONOR VAZQUEZ QUIJADA	*	*	*	*
45	MANUELA LÓPEZ PADILLA	0.0050	< 0.0010	< 0.050	< 0.050
FECHA DE ANÁLISIS		2022/09/16, 17	2022/08/18	2022/07/28	2022/07/29
MÉTODO DE ANÁLISIS		NMX-AA-051-SCFI-2016			
FECHA DE EMISIÓN DE RESULTADOS		2022/09/30			
1) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, a.c., Número de acreditación: AG-177-032/08.					
2) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, a.c., Número de acreditación: AG-177-032/09. El tipo de muestra se encuentra fuera del alcance de la acreditación.					
3) Número de aprobación CONAGUA, CNA-GCA-2425					
4) Prueba no acreditada por la imta o otra organización o institución, sin embargo, se realiza de conformidad con nuestro Sistema de Gestión de Calidad, basado en la NMX-EC-17625-IMNC-2018					
OBSERVACIONES: * NO HUBO AGUA/ NO SE COLECTÓ					
ESTE REPORTE NO PUEDE SER ALTERADO NI REPRODUCIDO PARCIAL O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACIÓN POR ESCRITO DEL LABORATORIO. LOS RESULTADOS EXPUESTOS SON RESPONSABILIDAD DE ESTE LABORATORIO					
 M. en I. MANUEL SÁNCHEZ ZARZA RESPONSABLE DEL ÁREA					
Edición	01	01	01	01	01
	12	01	2022	09	30
Página 3 de 4					

FALC08-B





MEDIO AMBIENTE



Paseo Cuauhnahuac 8323 Col. Progreso
Juárez Mar. CP. 83550
Tel: (777) 3 29 26 96, 3 29 26 84

LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA

11/0/2022

RESULTADOS

AREA: ABSORCIÓN ATÓMICA		COORDINACIÓN DE TRATAMIENTO Y CALIDAD DEL AGUA			
CLIENTE Y/O PROYECTO:		PASEO CUAUHNÁHUAC NO. 8532 COL. PROGRESO JUITEPEC, MORELOS C.P. 62550			
DOMICILIO:		PASEO CUAUHNÁHUAC NO. 8532 COL. PROGRESO JUITEPEC, MORELOS C.P. 62550			
No. de CONTROL:		TIPO DE MUESTRA:		FECHA DE MUESTREO:	2022/05/27-30
110/2022		AGUA DE RED DE ABASTECIMIENTO		FECHA DE RECEPCIÓN:	2022-07-04
No	DESCRIPCIÓN	PARAMETROS			
		ARSÉNICO mg/L	CADMIO mg/L	COBRE mg/L	MANGANESO mg/L
46	DOMICILIARIAS SINOQUIPE ALMA ANGELINA ACUÑA LÓPEZ	0,0033	< 0,0010	< 0,050	< 0,050
47	JESÚS MEDINA CONTRERAS	0,0030	< 0,0010	< 0,050	< 0,050
48	DÓLORES MEDINA CONTRERAS	0,0032	< 0,0010	< 0,050	< 0,050
49	VENTURA ACUÑA MORENO EXPENDEDORAS DE AGUA	0,0031	< 0,0010	< 0,050	< 0,050
50	AGUA PURIFICADA LA FUENTE	< 0,0010	< 0,0010	< 0,050	< 0,050
51	HERÓICA URES N°m 63 (GABRIEL ENRIQUE CONDE)	< 0,0010	< 0,0010	< 0,050	< 0,050
52	URES JUNTO A LA CRUZ ROJA	< 0,0010	< 0,0010	< 0,050	< 0,050
53	BAVIACORA (LA PURÍSIMA)	< 0,0010	< 0,0010	< 0,050	< 0,050
54	LA ESTANCIA (WATER CENTER PAZ)	< 0,0010	< 0,0010	< 0,050	< 0,050
55	ACONCHI (REVOLUCIÓN INDUSTRIAL) ULTRAPURA	< 0,0010	< 0,0010	< 0,050	< 0,050
56	PURIFICADORA ULTRA PURA (URES)	< 0,0010	< 0,0010	< 0,050	< 0,050
57	SAN PEDRO (DESP. COMDA CHINA) BACANUCHI	< 0,0010	< 0,0010	< 0,050	< 0,050
58	ROSA MONSERRAT VILLELA QUIHUI	0,0029	< 0,0010	< 0,050	< 0,050
59	JESÚS RAMÓN IBARRA VAZQUEZ	0,0030	< 0,0010	< 0,050	< 0,050
60	MARTHA ALICIA AGUIRRE VILLELA	0,0030	< 0,0010	< 0,050	< 0,050
61	ISIDRO VÁZQUES RIVERA	0,0029	< 0,0010	< 0,050	< 0,050
62	RITA VÁZQUEZ OSUNA	0,0029	< 0,0010	< 0,050	< 0,050
63	NORA LETICIA QUINTERO JUVERA	0,0029	< 0,0010	< 0,050	< 0,050
64	MARISOL PACHECO IRIQUI	0,0029	< 0,0010	< 0,050	< 0,050
65	ALMA CECILIA AGUIRRE ESQUERA	0,0030	< 0,0010	< 0,050	< 0,050
66	FRANCISCA GACÍA GÓMEZ	0,0029	< 0,0010	< 0,050	< 0,050
67	MA DE LOS ANGELES MEDRANO PEZQUERA	0,0029	< 0,0010	< 0,050	< 0,050
FECHA DE ANÁLISIS		2022/09/16, 17	2022/08/18	2022/07/28	2022/07/29
MÉTODO DE ANÁLISIS		1,2 NMX-AA-051-SCFI-2016			
FECHA DE EMISIÓN DE RESULTADOS		2022/09/30			
1) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, a.c., Número de acreditación. AG-177-032-08.					
2) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, a.c., Número de acreditación. AG-177-032-09. El tipo de muestra se encuentra fuera del alcance de la acreditación.					
3) Número de aprobación CONAGUA. CNA-GCA-2425					
4) Prueba no acreditada por la ems u otra organización o institución, sin embargo, se realiza de conformidad con nuestro Sistema de Gestión de Calidad, basado en la NMX-EC-17035-IMNC-2018					
OBSERVACIONES: * NO HUBO AGUA/ NO SE COLECTÓ					
ESTE REPORTE NO PUEDE SER ALTERADO NI REPRODUCIDO PARCIAL O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACIÓN POR ESCRITO DEL LABORATORIO SUS RESULTADOS EMPLEADOS SÓLO APLICAN A LAS MUESTRAS RECIBIDAS EN ESTE LABORATORIO					
 M. en I. MANUEL SÁNCHEZ ZARZA RESPONSABLE DEL ÁREA					
Emisor	Elaborado	Revisado	Aprobado	Fecha	Página
	12	27	2022	2022	14 de 14

FA-028-B



MEDIO AMBIENTE



Paseo Cuauhnahuac 8532 Col. Progreso
Jiutepec, Mor. CP. 62550
Tel. (777) 7 29 26 96, 7 29 26 64

LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA

110/2022

RESULTADOS

ÁREA:	ABSORCIÓN ATÓMICA		
CLIENTE Y/O PROYECTO:	COORDINACIÓN DE TRATAMIENTO Y CALIDAD DEL AGUA		
DOMICILIO:	PASEO CUAUHNÁHUAC NO. 8532 COL. PROGRESO JIUTEPEC, MORELOS C.P. 62550		
No. de CONTROL:	110/2022	TIPO DE MUESTRA:	AGUA DE RED DE ABASTECIMIENTO
		FECHA DE MUESTREO:	2022/06/27-30
		FECHA DE RECEPCIÓN:	2022-07-04

No	DESCRIPCIÓN	PARÁMETROS	
		MERCURIO mg/L	FLOMO mg/L
	TOPAHUE- SAN JOSE DE GRACIA BUENAVISTA		
1	ANA ALICIA LUCERO VALENZUELA	< 0.0005	< 0.0050
2	JULIO CESAR MAYTORENA FIMBRE	< 0.0005	< 0.0050
3	NO HUBO AGUA	-	-
4	ISELA ACUÑA SAMANIEGA	< 0.0005	< 0.0050
5	SILVIA ESTHER MORALES	< 0.0005	< 0.0050
6	JOSEFINA SAMANIEGO AGUIRRE	< 0.0005	< 0.0050
7	ELVIA VILLA MORALES	< 0.0005	< 0.0050
8	LUZ MERCEDES MUNGARAY	< 0.0005	< 0.0050
9	MANUEL SAMANIEGO	< 0.0005	< 0.0050
10	MA. ELENA BUSTAMANTE VILLANES	< 0.0005	< 0.0050
11	MANUEL FRANCISCO ACUÑA SAMANIEGO	< 0.0005	< 0.0050
12	MARÍA JESÚS GUTIÉRREZ CASTRO	< 0.0005	< 0.0050
13	LOURDES PÉREZ BUSTAMANTE	< 0.0005	< 0.0050
14	EDUARDO ACUÑA BUSTAMANTE	< 0.0005	< 0.0050
15	FRANCISCO LÓPEZ VILLA	< 0.0005	< 0.0050
16	ALMA GRISELDA CASTRO LÓPEZ	< 0.0005	< 0.0050
17	ROBERTO ACUÑA BUSTAMANTE	< 0.0005	< 0.0050
18	MARÍA LUISA GUZMÁN ACUÑA	< 0.0005	< 0.0050
19	RAMÓN ESTRELLA GONZÁLEZ	< 0.0005	< 0.0050
20	ERREN LUCERO VALENZUELA	< 0.0005	< 0.0050
21	RAÚL MARTÍN GUZMÁN GUTIÉRREZ	< 0.0005	< 0.0050
22	MARÍA FLORENA BONILLA OLIVA	< 0.0005	< 0.0050

FECHA DE ANÁLISIS: 2022/07/19 (MERCURIO) / 2022/09/20, 21, 22 (FLOMO)

MÉTODO DE ANÁLISIS: NMX-AA-051-SCFI-2016

FECHA DE EMISIÓN DE RESULTADOS: 2022/09/30

1) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, a.c., Número de acreditación. AG-177-032/03.

2) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, a.c., Número de acreditación. AG-177-032/03. El tipo de muestra se encuentra fuera del alcance de la acreditación.

3) Número de aprobación CONAGUA. CNA-GCA-2425

4) Prueba no acreditada por la ema u otra organización o institución, sin embargo, se realiza de conformidad con nuestro Sistema de Gestión de Calidad, basado en la NMX-EC-17025-IMNC-2018

OBSERVACIONES:

* NO HUBO AGUA/ NO SE COLECTÓ

ESTE REPORTE NO PUEDE SER ALTERADO NI REPRODUCCION PARCIAL O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACION POR ESCRITO DEL LABORATORIO

LOS RESULTADOS EXPUESTOS SON ÚNICAMENTE LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN ESTE LABORATORIO

M. en I. MANUEL SÁNCHEZ ZARZA
RESPONSABLE DEL ÁREA

Estado	C	M	A	Subtotal	D	M	A	Revisión	Hoja # de #
	12	07	2022		07	08	2022	18	

FALC068





MEDIO AMBIENTE



Paseo Cuahnahua 8532 Col. Progreso
Jiutepec Mor. C.P. 62550
Tel. (777) 3 29 36 96, 3 29 36 64

LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA

110/2022

RESULTADOS

AREA: ABSORCIÓN ATÓMICA	
CLIENTE Y/O PROYECTO: COORDINACIÓN DE TRATAMIENTO Y CALIDAD DEL AGUA	
DOMICILIO: PASEO CUAHNAHUA NO. 8532 COL. PROGRESO JIUTEPEC, MORELOS C.P. 62550	
No. de CONTROL: 110/2022	TIPO DE MUESTRA: AGUA DE RED DE ABASTECIMIENTO
	FECHA DE MUESTREO: 2022-06-27-30 FECHA DE RECEPCIÓN: 2022-07-04

No	DESCRIPCIÓN	PARÁMETROS	
		MERCURIO mg/L	PLOMO mg/L
23	A CONCHI		
23	GERMÁN OCTAVIO IBARRA GARCÍA	< 0.0005	< 0.0050
24	MARTHA GUADALUPE HAROS MALDONADO	< 0.0005	< 0.0050
25	MARTHA ELISA ESPINOSA	< 0.0005	< 0.0050
26	MACARIO DEGOLLADO RAMÍREZ	< 0.0005	< 0.0050
27	BLASITA LÓPEZ ORNELAS	< 0.0005	< 0.0050
28	FRANCISCO OCTAVIO DOMÍNGUEZ	< 0.0005	< 0.0050
29	RAMONA VILLANUEVA GRANADOS	< 0.0005	< 0.0050
30	CYNTHIA RAMONA ESPINOZA HERRERA	< 0.0005	< 0.0050
31	AMÉRICA VILLA VAZQUEZ	< 0.0005	< 0.0050
32	JUAN JOSÉ VILLADA ESCALANTE	< 0.0005	< 0.0050
33	MIGUEL LUNA QUIJADA	< 0.0005	< 0.0050
34	LEDOR VAZQUEZ VINDOLA	< 0.0005	< 0.0050
35	GERMÁN OCTAVIO IBARRA GARCÍA	< 0.0005	< 0.0050
36	ANA GABRIELA CALLEGOS LÓPEZ	< 0.0005	< 0.0050
37	CRUZ ELENA HERRERA DURÓN	< 0.0005	< 0.0050
38	MARÍA DE LOS ANGELES GUERRERO S.	< 0.0005	< 0.0050
39	BALTAZAR DEGOLLADO DURÓN	< 0.0005	< 0.0050
40	FLOR ANGÉLICA DOMÍNGUEZ QUIJADA	< 0.0005	< 0.0050
41	JULIETA GÓMEZ VALDEZ	< 0.0005	< 0.0050
42	JOSÉ FRANCISCO ORNELAS	< 0.0005	< 0.0050
43	ÉVERARDO RAMOS QUIJADA	< 0.0005	< 0.0050
44	LEONOR VAZQUEZ QUIJADA	*	*
45	MANUELA LÓPEZ PADILLA	< 0.0005	< 0.0050

FECHA DE ANÁLISIS 2022/07/19 2022/09/20, 21, 22

MÉTODO DE ANÁLISIS ¹³ NMX-AA-051-SCFI-2016

FECHA DE EMISIÓN DE RESULTADOS 2022/09/30

1) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, s.c., Número de acreditación: AG-177-033-09

2) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, s.c., Número de acreditación: AG-177-032-09. El tipo de muestra se encuentra fuera del alcance de la acreditación.

3) Número de aprobación CONAGUA: CRA-GCA-2425

4) Previa no acreditada por la eme u otra organización o institución, sin embargo, se realiza de conformidad con nuestro Sistema de Gestión de Calidad, basado en la NMX-EC-17025-IMNC-2018

OBSERVACIONES:
* NO HUBO AGUA/ NO SE COLECTÓ

ESTE REPORTE ES PÚBLICO Y SE ENVIARÁ AL PRODUCTO FINAL O SE PUBLICARÁ EN LA AUTORIZACIÓN POR EL DUEÑO DEL LABORATORIO.
LOS RESULTADOS OBTENIDOS SÓLO APLICAN A LAS MUESTRAS RECIBIDAS EN ESTE LABORATORIO.

M. en I. MANUEL SÁNCHEZ ZARZA
RESPONSABLE DEL ÁREA

Edición:	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
	12	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11

FIGURA 8





MEDIO AMBIENTE



Paseo Cuauhtémoc 8531 Col. Progreso
Juárez Mor. CP. 62550
Tel. (777) 3 29 26 96, 3 29 26 94

LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA

110/2022

RESULTADOS

ÁREA: ABSORCIÓN ATÓMICA		COORDINACIÓN DE TRATAMIENTO Y CALIDAD DEL AGUA	
CLIENTE Y/O PROYECTO:		PASEO CUAUHTÉMOC NO. 8532 COL. PROGRESO JUITEPEC, MORELOS C.P. 62550	
DOMICILIO:		PASEO CUAUHTÉMOC NO. 8532 COL. PROGRESO JUITEPEC, MORELOS C.P. 62550	
No. de CONTROL:	TIPO DE MUESTRA:	FECHA DE MUESTREO:	2022-06-27-30
110/2022	AGUA DE RED DE ABASTECIMIENTO	FECHA DE RECEPCIÓN:	2022-07-04
No	DESCRIPCIÓN	PARÁMETROS	
		MERCURIO mg/L	PLOMO mg/L
46	DOMICILIARIAS SINGUÍPE ALMA ANGELINA ACUÑA LÓPEZ	< 0.0005	< 0.0050
47	JESÚS MEDINA CONTRERAS	< 0.0005	< 0.0050
48	DÓLORES MEDINA CONTRERAS	< 0.0005	< 0.0050
49	VENTURA ACUÑA MORENO	< 0.0005	< 0.0050
EXPENDEDORAS DE AGUA			
50	AGUA PURIFICADA LA FUENTE	< 0.0005	< 0.0050
51	HERÓICA URES Km 63 (GABRIEL ENRIQUE CONDE)	< 0.0005	< 0.0050
52	URES JUNTO A LA CRUZ ROJA	< 0.0005	< 0.0050
53	SAVIACORA (LA PURÍSIMA)	< 0.0005	< 0.0050
54	LA ESTANCIA (WATER CENTER PAZ)	< 0.0005	< 0.0050
55	ACONCHI (REVOLUCIÓN INDUSTRIAL) ULTRAPURA	< 0.0005	< 0.0050
56	PURIFICADORA ULTRA PURA (URES)	< 0.0005	< 0.0050
57	SAN PEDRO (DESP. COMIDA CHINA)	< 0.0005	< 0.0050
BACANUCHI			
58	ROSA MONSERRAT VILLELA QUIHUÍ	< 0.0005	< 0.0050
59	JESÚS RAMÓN IBARRA VÁZQUEZ	< 0.0005	< 0.0050
60	MARTHA ALICIA AGUIRRE VILLELA	< 0.0005	< 0.0050
61	ISIDRO VÁZQUEZ RIVERA	< 0.0005	< 0.0050
62	RITA VÁZQUEZ OSUNA	< 0.0005	< 0.0050
63	NORA LETICIA QUINTERO JUVERA	< 0.0005	< 0.0050
64	MARISOL PACHECO IRIQUE	< 0.0005	< 0.0050
65	ALMA CECILIA AGUIRRE ESQUERA	< 0.0005	< 0.0050
66	FRANCISCA GACÍA GÓMEZ	< 0.0005	< 0.0050
67	MA. DE LOS ANGELES MEDRANO PEZQUERA	< 0.0005	< 0.0050
FECHA DE ANÁLISIS		2022-07-19	2022-09-20, 21, 22
MÉTODO DE ANÁLISIS		1.3 NMX-AA-051-SCFI-2016	
FECHA DE EMISIÓN DE RESULTADOS		2022-09-30	
1) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, a.c., Número de acreditación: AG-177-032/09.			
2) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, a.c., Número de acreditación: AG-177-032/09. El tipo de muestra se encuentra fuera del alcance de la acreditación.			
3) Número de aprobación CONAGUA: CNA-GCA-2425			
4) Prueba no acreditada por la eme u otra organización o institución, sin embargo, se realiza de conformidad con nuestro Sistema de Gestión de Calidad, basado en la NMX-EC-17025-IMNC-2018			
OBSERVACIONES:			
* NO HUBO AGUA/NO SE COLECTÓ			
ESTE REPORTE NO FORMA PARTE DEL PROCESO DE Acreditación NACIONAL O TOTALMENTE DE LA AUTORIZACIÓN POR EFECTOS DEL LABORATORIO. LOS RESULTADOS EMITIDOS SON APARTE DE LAS MUESTRAS RECIBIDAS EN ESTE LABORATORIO.			
 M. en S. MANUEL BÁNCHEZ ZARZA RESPONSABLE DEL ÁREA			
Edición	01	01	01
Fecha	11	07	2022
Revisión	01	01	01
Fecha	06	06	2022
Revisión	01	01	01
Fecha	06	06	2022





**INFORMES DE RESULTADOS
MUESTREO REALIZADO EN AGOSTO DE 2022
AGUA DE RÍO**





MEDIO AMBIENTE



Faseo-Cuaupuhuañ 8132 Col. Progreso
Juárez Mor. CP. 62550
Tel. 0771 7 28 28 96, 7 28 28 64

LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA

145/2022

RESULTADOS

ÁREA: ABSORCIÓN ATÓMICA								
CLIENTE Y/O PROYECTO: SUBCOORDINACIÓN DE CALIDAD DEL AGUA								
DOMICILIO: FASEO CUAUPUHUAÑ NO. 8532 COL. PROGRESO, JUTEPEC, MORELOS C.P. 62550								
No. de CONTROL: 145/2022		TIPO DE MUESTRA: AGUA DE RÍO		FECHA DE MUESTREO: 2022/08/16-17		FECHA DE RECEPCIÓN: 2022/08/19		
No	DESCRIPCIÓN	PARÁMETROS						
		ANTIMONIO	ARSENICO	BARIO	CADMIO	COBRE	CROMO	
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	
FECHA DE MUESTREO: 2022/08/16								
1	RÍO MET-014 (SINOQUIPE (RÍO))	0.0014	0.0107	<0.500	<0.0010	<0.050	<0.0050	
2	RÍO MET-008 (TLAHUICHOPA RÍO)	<0.0010	0.0064	<0.500	<0.0010	<0.050	<0.0050	
FECHA DE MUESTREO: 2022/08/17								
3	RÍO BACDACHI	<0.0010	0.0038	<0.500	<0.0010	<0.050	0.0052	
4	RÍO MET-SON-1	<0.0010	0.0079	<0.500	<0.0010	<0.050	0.0080	
5	RÍO OCNOR 4024 (ARISPE)	0.0016	0.0307	0.958	0.0012	0.185	0.0203	
6	RÍO OCNOR 4023 (RÍO SONORA 5)	0.0017	0.0101	<0.500	<0.0010	<0.050	0.0088	
7	RÍO MET-022 (RANCHITO HUEPAC)	0.0018	0.0165	<0.500	<0.0010	0.057	0.0135	
8	OCNOR 4022 (RÍO SONORA 4)	<0.0010	0.0161	<0.500	<0.0010	0.059	0.0110	
9	OCNOR 4020 (BAVIACORA)	0.0012	0.019	<0.500	<0.0010	0.065	0.0100	
10	MET-043 (LA LABOR RÍO SONORA)	<0.0010	0.0338	0.699	<0.0010	0.097	0.0184	
11	RÍO OCNOR 4019 (RÍO SONORA 3)	0.0012	0.0463	1.057	0.0018	0.142	0.0300	
12	RÍO MET 033 (SAN PEDRO DE LRES)	0.0013	0.0242	0.626	<0.0010	0.103	0.0134	
13	RÍO OCNOR 4017 (EL GAVILAN)	<0.0010	0.0154	<0.500	<0.0010	0.083	0.0112	
14	RÍO MET 056 (TOPAHUE RÍO SONORA)	<0.0010	0.0305	0.604	<0.0010	0.099	0.0126	
15	RÍO OCNOR 4043 (EFLUENTE PRESA)	<0.0010	0.0229	<0.500	<0.0010	<0.050	<0.0050	
FECHA DE ANÁLISIS		2022/11/14	2022/09/23	2022/10/10	2022/09/29	2022/09/20	2022/10/25	
MÉTODO DE ANÁLISIS		1) NMX-AA-051-SCFI-2015						
FECHA DE EMISIÓN DE RESULTADOS		2022/11/00						
1) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, a.c., Número de acreditación: AG-177-632/09.								
2) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, a.c., Número de acreditación: AG-177-632/09. El tipo de muestra se encuentra fuera del alcance de la acreditación.								
3) Número de aprobación COMAGUA, CMA-GCA-2425.								
4) Prueba no acreditada por la emu u otra organización o institución, sin embargo, se realiza de conformidad con nuestro Sistema de Gestión de Calidad, basado en la NMX-EC-17025-IMNC-2018.								
OBSERVACIONES: NINGUNA								
ESTE REPORTE SE CONFORMA CON EL ESTADO DE REPRODUCCIÓN PARCIAL Y TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACIÓN POR ESCRITO DEL LABORATORIO. LOS RESULTADOS (MÉTODOS) SOLO AMPARAN LAS MUESTRAS RECIBIDAS EN ESTE LABORATORIO.								
 M. en I. MARUÉL SÁNCHEZ ZARZA RESPONSABLE DEL ÁREA								
Edición:	C	M	A	S	W	J	Fecha:	Hora:
	11	01	2022		07	08	18	11:01 am 3

RM/018





MEDIO AMBIENTE




IMTA

Paseo Cuatrecasas 8133 Col. Progreso
Juárez, Bco., C.P. 62550
Tel. (777) 2 29 26 26, 2 29 26 44

LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA

146/2022

RESULTADOS

AREA: ABSORCIÓN ATÓMICA											
CLIENTE Y/O PROYECTO: SUBCOORDINACIÓN DE CALIDAD DEL AGUA											
DOMICILIO: PASEO GUAHINAHUAC NO. 8532 COL. PROGRESO JUITEPEC, MORELOS C.P. 62550											
No. de CONTROL:		TIPO DE MUESTRA:		FECHA DE MUESTREO:		2022/08/16-17					
146/2022		AGUA DE RÍO		FECHA DE RECEPCIÓN:		2022-08-19					
No	DESCRIPCIÓN	PARÁMETROS									
		HIERRO	MANGANESO	MERCURIO	NICHEL	PLOMO					
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L					
	FECHA DE MUESTREO: 2022/08/16										
1	RÍO MET-014 (SINOQUIPE (RÍO))	3.95	0.24	0.0006	<0.10	0.0056					
2	RÍO MET-008 (TLAHUICHOPA RÍO)	0.38	<0.050	0.0006	<0.10	<0.0050					
	FECHA DE MUESTREO: 2022/08/17										
3	RÍO SACDACHI	0.97	0.074	0.0006	<0.10	<0.0050					
4	RÍO MET-SON-1	4.27	0.319	0.0006	<0.10	0.0104					
5	RÍO OCNOR 4024 (ARISPE)	26.84	2.624	0.0007	<0.10	0.0833					
6	RÍO OCNOR 4023 (RÍO SONORA 8)	2.78	0.172	<0.0005	<0.10	0.0072					
7	RÍO MET-022 (RANGHITO HUEFAC)	8.37	0.641	<0.0005	<0.10	0.0190					
8	OCNOR 4022 (RÍO SONORA 4)	8.47	0.574	<0.0005	<0.10	0.0205					
9	OCNOR 4020 (BAVIACORA)	12.67	0.855	0.0005	<0.10	0.0289					
10	MET-043 (LA LABOR RÍO SONORA)	22.55	1.678	0.0006	<0.10	0.0487					
11	RÍO OCNOR 4019 (RÍO SONORA 3)	44.89	3.201	0.0005	<0.10	0.1010					
12	RÍO MET 033 ((SAN PEDRO DE LÍRES)	17.59	1.458	0.0006	<0.10	0.0432					
13	RÍO OCNOR 4017 (EL GAVILAN)	11.29	1.227	0.0006	<0.10	0.0363					
14	RÍO MET 056 (TOPAHUE RÍO SONORA)	17.77	1.711	0.0007	<0.10	0.0487					
15	RÍO OCNOR 4043 (EFLUENTE PRESA)	0.38	3.003	<0.0005	<0.10	<0.0050					
FECHA DE ANÁLISIS		2022/09/20	2022/09/20	2022/09/13	2022/09/21	2022/09/26					
MÉTODO DE ANÁLISIS		1. NMX-AA-051-SCFI-2016									
FECHA DE EMISIÓN DE RESULTADOS		2022/11/30									
1) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, s.c., Número de acreditación: AG-177-032/99.											
2) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, s.c., Número de acreditación: AG-177-032/99. El tipo de muestra se encuentra fuera del alcance de la acreditación.											
3) Número de aprobación CONAGUA: CNA-GCA-2425.											
4) Prueba no acreditada por la eme o otra organización o institución, sin embargo, se realiza de conformidad con nuestro Sistema de Gestión de Calidad, basado en la NMX-EC-17925-IMNC-2018.											
OBSERVACIONES:											
NINGUNA.											
ESTE REPORTE PUEDE SER FALSIFICADO Y REPRODUCIDO FÁCILMENTE. SI TOPA ALGUNA DE LAS MEDIDAS DE SEGURIDAD DE ESTE LABORATORIO, POR FAVOR REPORTARLO AL TELÉFONO 0177 229 26 26 O EN LA DIRECCIÓN DEL LABORATORIO.											
 M. en I. MANUEL SÁNCHEZ ZARZA RESPONSABLE DEL ÁREA											
EDICIÓN:	01	M	4	Substituye a:	01	01	01	01	01	01	Hoja 2 de 3
	17	07	2022								

PA-020-B



MEDIO AMBIENTE



Paseo Constituyentes 432 Col. Progreso
Juárez Bn. CP. 62550
Tel. (777) 1 29 36 96 3 29 34 44

LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA

146/2022

RESULTADOS

AREA: ABSORCIÓN ATÓMICA	
CLIENTE Y/O PROYECTO: SUBCOORDINACIÓN DE CALIDAD DEL AGUA	
DOMICILIO: PASEO CUAUHNAHUAC NO. 8532 COL. PROGRESO JILTEPEC, MORELOS C.P. 62550	
No. de CONTROL: 146/2022	TIPO DE MUESTRA: AGUA DE RÍO
	FECHA DE MUESTREO: 2022/08/16-17 FECHA DE RECEPCIÓN: 2022-08-19
No	DESCRIPCIÓN
PARAMETROS	
	ZINC
	mg/L
	FECHA DE MUESTREO: 2022/08/16
1	RÍO MET-014 (SINOQUÍPE (RÍO))
2	RÍO MET-006 (TLAHUICHOPA RÍO)
	FECHA DE MUESTREO: 2022/08/17
3	RÍO BACOACHI
4	RÍO MET-SON-1
5	RÍO OCNOR 4024 (ARSPE)
6	RÍO OCNOR 4023 (RÍO SONORA 5)
7	RÍO MET-022 (RANCHITO HUEPACI)
8	OCNOR 4022 (RÍO SONORA 4)
9	OCNOR 4020 (BLAVACORA)
10	MET-043 (LA LABOR RÍO SONORA)
11	RÍO OCNOR 4019 (RÍO SONORA 3)
12	RÍO MET 033 (EL SAN PEDRO DE URES)
13	RÍO OCNOR 4017 (EL SAVLAN)
14	RÍO MET 056 (TOPAHUE RÍO SONORA)
15	RÍO OCNOR 4043 (EFLUENTE PRESA)
FECHA DE ANÁLISIS: 2022/09/21	
MÉTODO DE ANÁLISIS: NMX-AA-051-SQF-2016	
FECHA DE EMISIÓN DE RESULTADOS: 2022/11/30	
1) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, s.c., Número de acreditación: AG-177-032/09	
2) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, s.c., Número de acreditación: AG-177-032/09. El tipo de muestra se encuentra fuera del alcance de la acreditación.	
3) Número de aprobación: CONAGUA, CNA-GCA-2625.	
4) Prueba no acreditada por la eme u otra organización o institución, sin embargo, se realiza de conformidad con nuestro Sistema de Gestión de Calidad, basado en la NMX-EC-17225-MNC-2018.	
OBSERVACIONES: NINGUNA	
ESTE REPORTE ADICIONAL SERÁ ÚTIL SIENDO REPRODUCIDO PARCIAL O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACIÓN POR ESCRITO DEL LABORATORIO. LOS RESULTADOS ENTREGADOS SON ÚNICAMENTE LAS MUESTRAS RECIBIDAS EN ESTE LABORATORIO.	
 M. en L. MANUEL SÁNCHEZ FARZA RESPONSABLE DEL ÁREA	

ESTADO	CD	AF	JA	AGOSTO	EL	SE	AG	2022	Revisión	16	Hoja 3 de 3
--------	----	----	----	--------	----	----	----	------	----------	----	-------------

FM/2022-08





Paseo Cuauhnahuac 8532 Col. Progreso
Jiutepec Mor. C.P. 62550
Tel. (777) 3 29 36 96, 3 29 36 64.

LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA

146/2022

RESULTADOS

AREA: MUESTREO		SUBCOORDINACIÓN DE CALIDAD DEL AGUA										
CLIENTE Y/O PROYECTO:												
DOMICILIO: PASEO CUAUHNAHUAC NO. 8532 COL. PROGRESO JIUTEPEC, MORELOS C.P. 62550												
No. DE CONTROL: 146/2022		TIPO DE MUESTRA: AGUA DE RIO		FECHA MUESTREO: 2022/08/16-17								
				FECHA RECEPCIÓN: 2022/08/19								
No	DESCRIPCIÓN	PARÁMETROS										
		TEMPERATURA °C	POTENCIAL DE HIDRÓGENO U de pH	CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA µS/cm								
	FECHA DE MUESTREO: 2022/08/16											
1	RIO MET-019 (SINGUAPPE RÍO)	30	8,7	751								
2	RIO MET-006 TAHUICHOFI (RÍO)	27	8,3	764								
	FECHA DE MUESTREO: 2022/08/17											
3	RIO BACDACH	24	8,7	578								
4	RIO MET-SON I	25	8,4	676								
5	RIO OCNOR 4024 (ARICOP)	27	8,5	673								
6	RIO OCNOR 4022 (RIO SONORA)	29	8,5	734								
7	RIO MET-022(RANCHITO (SANTO RÍO))	32	8,6	739								
8	OCNOR 4022 (RIO SONORA)	33	8,2	728								
9	OCNOR 4020 (BAVIACORA)	32	7,9	769								
10	MET-043 (LA LABOR RIO SONORA)	30	8,2	828								
11	RIO OCNOR 4019(RIO SONORA)	31	8,2	810								
12	RIO MET 033(SAN PEDRO (LA FLORES))	31	8,5	859								
13	RIO OCNOR 4017 (EL BAYLITZ)	32	8,2	1029								
14	RIO MET 056 (TOPAHUE RIO SONORA)	33	8,5	1039								
15	RIO OCNOR 4043 (EFLUENTE RÍO)	30	7,6	1148								
FECHA DE ANÁLISIS		2022/08/16-17										
MÉTODO DE ANÁLISIS		*NMX-AA-007-SCFI-2013	*NMX-AA-005-SCFI-2016	*CAMT4-06								
FECHA DE EMISIÓN DE RESULTADO:		2022/08/22										
1) Método acreditado por la entidad mexicana de certificación		2) Método acreditado por la entidad mexicana de certificación										
3) Número de aprobación CONAZUA, SEMARNAT		4) Prueba no acreditada por la entidad mexicana de certificación										
OBSERVACIONES:		a) MEDIDO CON COMPENSADOR DE TEMPERATURA										
ESTE REPORTE NO PODRÁ SER ALTERADO NI REVISADO PARCIAL O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACIÓN PREVIA DEL LABORATORIO. LOS RESULTADOS EMITIDOS SOLO AMPARAN LA MUESTRA ANALIZADA EN ESTE LABORATORIO.												
 C. JUAN L. GARCÍA ROJAS RESPONSABLE DE AREA												
Ección:	D	M	A	Estado a:	D	M	A	Revisión:	Hoja:	1	de:	1
	12	07	2022		07	08	2022	16				

FM/COB/8



MEDIO AMBIENTE



Paseo Cuauhnáhuac 8532 Col. Progreso
Jiutepec Mor. CP. 62550
Tel. (777) 3 29 36 96, 3 29 36 64

LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA

146/2022

RESULTADOS

ÁREA: MICROBIOLOGIA												
CLIENTE Y/O PROYECTO: SUBCOORDINACIÓN DE CALIDAD DEL AGUA												
DOMICILIO: PASEO CUAUHNÁHUAC NO. 8532 COL. PROGRESO JIUTEPEC, MORELOS C.P. 62550												
No. DE CONTROL: 146/2022	TIPO DE MUESTRA: AGUA DE RIO											
FECHA MUESTREO: 2022/08/16-17	FECHA RECEPCIÓN: 2022/08/19											
No	DESCRIPCIÓN	PARAMETROS										
		COLIFORMES FECALES (NMP) NMP/100 mL	COLIFORMES TOTALES (NMP) NMP/100 mL									
FECHA DE MUESTREO: 2022/08/16												
1	RIO MET-019 (SINOQUIPE (RIO))	1,10 x 10 ³	1,10 x 10 ³									
2	RIO MET-006 (TLAHUCHOPA RIO)	4,60 x 10 ³	4,60 x 10 ³									
FECHA DE MUESTREO: 2022/08/16												
3	RIO BACDACHI	4,60 x 10 ³	4,60 x 10 ³									
4	RIO MET-SONT	9,30 x 10 ³	1,50 x 10 ³									
5	RIO OCNOR 4024 (ARISPE)	4,60 x 10 ³	4,60 x 10 ³									
6	RIO OCNOR 4023 (RIO SONORA 5)	4,60 x 10 ³	4,60 x 10 ³									
7	RIO MET-022 (RANCHITO HUEPAC)	2,40 x 10 ³	2,40 x 10 ³									
8	OCNOR 4022 (RIO SONORA 4)	2,30 x 10 ³	2,30 x 10 ³									
9	OCNOR 4020 (BAVIACORA)	3,90 x 10 ³	3,90 x 10 ³									
10	MET-043 (LA LABOR RIO SONORA)	1,50 x 10 ³	4,60 x 10 ³									
11	RIO OCNOR 4019 (RIO SONORA 3)	2,40 x 10 ³	2,40 x 10 ³									
12	RIO MET 033 (SAN PEDRO DE URES)	7,50 x 10 ³	7,50 x 10 ³									
13	RIO OCNOR 4017 (EL GAVILAN)	4,30 x 10 ³	4,30 x 10 ³									
14	RIO MET 056 (TOPAHUE RIO SONORA)	4,30 x 10 ³	4,30 x 10 ³									
15	RIO OCNOR 4043 (EFLUENTE PRESA)	39	2,40 x 10 ³									
FECHA DE ANÁLISIS		2022/08/19-22	2022/08/19-23									
MÉTODO DE ANÁLISIS		1. NMX-AA-042-SCFI-2015										
FECHA DE EMISIÓN DE RESULTADOS		22/09/2022										
1) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, a.c., Número de acreditación: AG-177-032/08.												
2) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, a.c., Número de acreditación: AG-177-032/08. El tipo de muestra se encuentra fuera del alcance de la acreditación.												
3) Número de aprobación CONAGUA: CNA-GCA-3425												
4) Prueba no acreditada por la eme y esta organización o institución, sin embargo, se realiza de conformidad con nuestro Sistema de Gestión de Calidad, basado en la NMX-EC-17025-IMNC-2018												
OBSERVACIONES: LAS MUESTRAS LLEGARON FUERA DE TIEMPO PARA SU ANÁLISIS. SE PROCESARON A PETICIÓN DEL CLIENTE												
ESTE REPORTE NO PODRÁ SER ALTERADO NI REPRODUCIDO PARCIAL O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACIÓN PREVIA DEL LABORATORIO. LOS RESULTADOS EMITIDOS SOLO AMARÁN LAS MUESTRAS RECIBIDAS EN ESTE LABORATORIO												
 BIÓL. LORENA CASTILLO RODRIGUEZ RESPONSABLE DE AREA												
Edición:	D	M	A	Sustituye a:	D	M	A	Revisión	Hoja	1	de:	1
	12	07	2022		07	08	2020	16				

FALC08-B





Paseo Guadalupe 888 Col. Progreso
Jiutepec Mor. CP. 62550
Tel (777) 2 29 26 36, 2 29 26 64

LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA

146/2022

RESULTADOS

AREA: COT	
CLIENTE Y/O PROYECTO: SUBCOORDINACIÓN DE CALIDAD DEL AGUA	
DOMICILIO: PASEO CUAUHNÁHUAC NO. 8532 COL. PROGRESO JIUTEPEC, MORELOS C.P. 62550	
No. de CONTROL: 146/2022	TIPO DE MUESTRA: AGUA DE RIO
	FECHA DE MUESTREO: 2022/08/17 FECHA DE RECEPCIÓN: 2022/08/19
No	DESCRIPCIÓN
PARAMETROS	
COT	
mg/L	
1	FECHA DE MUESTREO: 2022/08/18 RIO MET-019 (SINOQUIPE RIO)
2	RIO MET-006 TAHUICHOPA RIO
3	FECHA DE MUESTREO: 2022/08/17 RIO BACOACHI
4	RIO MET-SON 1
5	RIO OCNOR 4024 (ARISPE)
6	RIO OCNOR 4023 (RIO SONORA 5)
7	RIO MET-022(RANCHITO HUEPAC)
8	OCNOR 4022 (RIO SONORA 4)
9	OCNOR 4020 (BAVIACORA)
10	MET-043 (LA LABOR RIO SONORA)
11	RIO OCNOR 4019(RIO SONORA 3)
12	RIO MET 033(SAN PEDRO DE URES)
13	RIO OCNOR 4017 (EL GAVILAN)
14	RIO MET 056 (TOPAHUE RIO SONORA)
15	RIO OCNOR 4043 (EFLUENTE PRESA)
	4.08
	2.49
	1.77
	2.34
	6.66
	3.16
	3.71
	4.01
	4.21
	48.03
	6.49
	8.18
	6.66
	7.28
	7.26
FECHA DE ANALISIS: 2022/09/08	
MÉTODO DE ANALISIS: CAQA06-14	
FECHA DE EMISIÓN DE RESULTADOS: 2022/09/09	
1) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, a.c., Número de acreditación. AG-177-033/03.	
2) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, a.c., Número de acreditación. AG-177-032/03. El tipo de muestra se encuentra fuera del alcance de la acreditación.	
3) Número de aprobación CONAGUA. CNA-GCA-2425	
4) Prueba no acreditada por la ema u otra organización o institución, sin embargo, se realiza de conformidad con nuestro Sistema de Gestión de Calidad, basado en la NMX-EC-17025-IRM-2012	
OBSERVACIONES: NINGUNA	
ESTE REPORTE NO PUEDE SER ALICADO NI REPRODUCIDO PARCIAL O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACIÓN POR ESCRITO DEL LABORATORIO. LOS RESULTADOS REPORTADOS SON ÚNICAMENTE LAS MUESTRAS RECIBIDAS EN ESTE LABORATORIO	
 M. en C. MARTHA AVILES FLORES RESPONSABLE DEL AREA	
Escaneado	31/09/2022

F:\NC208



**INFORMES DE RESULTADOS
MUESTREO REALIZADO EN AGOSTO DE 2022
SEDIMENTO**





MEDIO AMBIENTE



Paseo Constituyentes 832 Col. Progreso
Juárez, Mex. CP 82100
Tel. (777) 3 29 26 96, 3 29 34 44

LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA

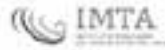
147/2022

RESULTADOS

ÁREA: ABSORCIÓN ATÓMICA										
CLIENTE Y/O PROYECTO: SUBCOORDINACIÓN DE CALIDAD DEL AGUA										
DOMICILIO: PASEO DUAUMNÁHUAC NO. 8532 COL. PROGRESO JUTEPEC, MOQUELOS C.P. 82560										
No. de CONTROL: 147/2022		TIPO DE MUESTRA: SEDIMENTO		FECHA DE MUESTREO: 2022/08/16-17		FECHA DE RECEPCIÓN: 2022/08/19				
No	DESCRIPCIÓN	PARÁMETROS								
		ALUMINIO	ANTIMONIO	ARSÉNICO	BARIO	CADMIO	COBRE			
		mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg			
1	FECHA DE MUESTREO: 2022/08/16 RÍO MET-019 (SINOQUIPE RÍO)	5963.52	2.45	12.48	188.26	<3	17.50			
2	RÍO MET-005 TAHUICHOPA RÍO	4800.00	2.09	12.50	124.00	<3	14.04			
3	FECHA DE MUESTREO: 2022/08/17 RÍO BADOACHI	2151.01	1.00	3.54	53.33	<3	16.50			
4	RÍO MET-SON 1	3612.81	1.31	6.32	93.53	<3	15.64			
5	RÍO OCNOR 4024 (ARISPE)	5323.94	1.58	10.37	147.60	<3	14.29			
6	RÍO OCNOR 4023 (RÍO SONORA 5)	7064.38	2.03	13.50	200.08	<3	18.64			
7	RÍO MET-022(RANCHITO HUEPAC)	3516.08	1.80	8.92	88.91	<3	8.78			
8	OCNOR 4022 (RÍO SONORA 4)	2826.05	1.30	9.77	86.95	<3	6.91			
9	OCNOR 4020 (BAVACORA)	10374.66	2.47	16.33	221.74	<3	26.41			
10	MET-043 (LA LABOR RÍO SONORA)	4431.54	1.19	6.61	104.62	<3	11.28			
11	RÍO OCNOR 4019(RÍO SONORA 3)	3510.80	1.01	8.31	78.08	<3	10.00			
12	RÍO MET 039(SAN PEDRO DE URES)	4106.32	1.32	6.54	97.31	<3	10.53			
13	RÍO OCNOR 4017 (EL GAVILAN)	7594.00	1.00	10.84	190.07	<3	23.52			
14	RÍO MET 058 (TOPAHUE RÍO SONORA)	8245.73	2.27	16.60	179.37	<3	21.41			
15	RÍO OCNOR 4043 (EFLUENTE DE LA PRESA)	3476.84	1.32	33.60	507.05	<3	6.97			
FECHA DE ANÁLISIS		2022/12/09	2022/12/12	2022/12/16	2022/12/05	2022/09/28				
MÉTODO DE ANÁLISIS		*PROCESO ESPECIAL 014								
FECHA DE EMISIÓN DE RESULTADOS		2022/12/20								
1) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, s.c., Número de acreditación: AG-177-632/05										
2) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, s.c., Número de acreditación: AG-177-632/05. El tipo de muestra se encuentra fuera del alcance de la acreditación.										
3) Número de aprobación CONAGUA: CNA-GCA-2423.										
4) Prueba no acreditada por la emta u otra organización o institución, sin embargo, se realiza de conformidad con nuestro Sistema de Gestión de Calidad, basado en la NMX-EC-17225-IMNC-2013										
OBSERVACIONES: NINGUNA										
ESTE RESULTADO NO PUEDE SER CALIFICADO NI REPRODUCIDO NINGUN TIPO, ÚNICAMENTE SE FINANCIÓ Y ELABORÓ EN EL LABORATORIO DE RESULTADOS AMBIENTALES DEL INSTITUTO MEXICANO DE INVESTIGACIONES AMBIENTALES Y RECURSOS NATURALES										
 M. en L. MANDEL SANCHEZ ZARZA RESPONSABLE DEL ÁREA										
Estado	Q	M	A	Subtotal	Q	M	A	Total	16	Página 1 de 2



MEDIO AMBIENTE



Paseo Cuauhnahuac #523 Col. Progreso
Júrguez Mor. C.P. 62550
Tel. 011 2 27 26 26, 2 28 26 84

LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA

147/2022

RESULTADOS

AREA: ABSORCIÓN ATÓMICA						
CLIENTE Y/O PROYECTO: SUBCOORDINACIÓN DE CALIDAD DEL AGUA						
DOMICILIO: PASEO CUAUHNAHUAC NO. 6532 COL. PROGRESO JUTEPEC, MORELOS C.P. 62350						
No. de CONTROL: 147/2022		TIPO DE MUESTRA: SEDIMENTO		FECHA DE MUESTREO: 2022/08/16-17		FECHA DE RECEPCIÓN: 2022-08-19
No.	DESCRIPCIÓN	PARAMETROS				
		CROMO	HIERRO	MANGANESO	MERCURIO	NIQUEL
		mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg
1	FECHA DE MUESTREO: 2022/08/16 RÍO MET-019 (SINQUIPE RÍO)	<10	12663.80	313.91	0.10	16.23
2	RÍO MET-006 TAHUCHOPIA RÍO	<10	10541.34	200.60	0.10	14.91
3	FECHA DE MUESTREO: 2022/08/17 RÍO BACOACHI	<10	6356.73	192.16	0.05	<10
4	RÍO MET-SON 1	<10	6980.64	295.05	0.06	10.24
5	RÍO OCNOR 4024 (ARISPE)	<10	10296.74	257.05	0.09	14.19
6	RÍO OCNOR 4023 (RÍO SONORA 5)	<10	11665.68	262.36	0.11	14.08
7	RÍO MET-023(RANCHITO HUEPAC)	<10	6318.68	179.82	0.08	<10
8	OCNOR 4022 (RÍO SONORA 4)	<10	4887.18	117.68	0.06	<10
9	OCNOR 4020 (BAVIACORA)	<10	14723.15	526.32	0.14	17.61
10	MET-043 (LA LABOR RÍO SONORA)	<10	8013.45	167.86	0.09	10.88
11	RÍO OCNOR 4019(RÍO SONORA 3)	<10	12175.96	198.35	0.06	11.19
12	RÍO MET 033(SAN PEDRO DE LRES)	<10	8818.56	180.70	0.11	11.22
13	RÍO OCNOR 4017 (EL GAVILAN)	<10	11368.11	444.88	0.10	16.04
14	RÍO MET 056 (TOPAHUE RÍO SONORA)	<10	11421.69	541.36	0.13	17.69
15	RÍO OCNOR 4043 (EFLUENTE DE LA PRESA)	<10	8905.38	19671.56	0.12	13.31
FECHA DE ANÁLISIS		2023/10/06	2022/09/29	2022/09/29	2022/10/04	2022/09/28
MÉTODO DE ANÁLISIS		*PROCESO ESPECIAL 014				
FECHA DE EMISIÓN DE RESULTADOS		2022/12/20				
1) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, a.c., Número de acreditación: AG-177-832-08.						
2) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, a.c., Número de acreditación: AG-177-832-08. El tipo de muestra se encuentra fuera del alcance de la acreditación.						
3) Número de aprobación CONAGUA: CNA-GCA-2425.						
4) Prueba no acreditada por la eme y sus organización o institución, sin embargo, se realiza de conformidad con nuestro Sistema de Gestión de Calidad, basado en la NMX-EC-17025-IMC-2018						
OBSERVACIONES: NINGUNA						
ESTE REPORTE RESPONDE DEL ALTERNATIVO REPRODUCCION ORIGINAL E IDENTIFICACION DE LA AUTENTICIDAD POR IDENTIFICACION LABORATORIO Y NO RESPONDE POR LOS DATOS DE CALIDAD DE LAS MUESTRAS RECIBIDAS EN ESTE LABORATORIO						
 M. en I. MANUEL SÁNCHEZ ZARZA RESPONSABLE DEL ÁREA						
PROCESO	01	M	A	Subtarea 4	01	04
	17	27	2022		2022	
FOLIOS						19
						Página 2 de 2





MEDIO AMBIENTE



IMTA

Paseo Cuajahuahuc 8532 Col. Progreso
Jiitepec, Mor., CP. 62550
Tel. (777) 2 28 26 86, 2 28 26 84

LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA

147/2022

RESULTADOS

ÁREA:		ABSORCIÓN ATÓMICA								
CLIENTE Y/O PROYECTO:		SUBCOORDINACIÓN DE CALIDAD DEL AGUA								
DOMICILIO: PASEO CUAJAHUHUAC NO. 8532 COL. PROGRESO JIITEPEC, MORELOS C.P. 62550										
No. de CONTROL:		TIPO DE MUESTRA:	FECHA DE MUESTREO:							
147/2022		SEDIMENTO	2022/06/16-17							
			FECHA DE RECEPCIÓN:							
			2022-06-19							
No	DESCRIPCIÓN	PARAMETROS								
		PLOMO	ZINC							
		mg/Kg	mg/Kg							
1	FECHA DE MUESTREO: 2022/06/16 RIO MET-019 (SINOQUIPE RIO)	20.34	45.96							
2	RIO MET-006 TAHUICHOPA RIO	13.81	34.98							
3	FECHA DE MUESTREO: 2022/06/17 RIO BACOACHI	14.65	25.68							
4	RIO MET-SON 1	12.84	27.27							
5	RIO OCNOR 4024 (ARISPE)	13.00	34.84							
6	RIO OCNOR 4023 (RIO SONORA 5)	18.70	42.04							
7	RIO MET-022(RANCHITO HUEPAC)	14.69	25.77							
8	OCNOR 4022 (RIO SONORA 4)	12.74	22.66							
9	OCNOR 4020 (BAVIACORA)	27.98	63.49							
10	MET-043 (LA LABOR RIO SONORA)	16.52	35.71							
11	RIO OCNOR 4019(RIO SONORA 3)	17.38	34.47							
12	RIO MET 033(SAN PEDRO DE URES)	15.10	33.78							
13	RIO OCNOR 4017 (EL GAVILAN)	23.03	51.28							
14	RIO MET 056 (TOPAHUE RIO SONORA)	28.59	52.66							
15	RIO OCNOR 4043 (EFLUENTE DE LA PRESA)	12.12	30.95							
FECHA DE ANÁLISIS		2022/06/30	2022/06/30							
MÉTODO DE ANÁLISIS		*PROCESO ESPECIAL 014								
FECHA DE EMISIÓN DE RESULTADOS		2022/12/20								
1) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, s.c., Número de acreditación: AG-177-032/09.										
2) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, s.c., Número de acreditación: AG-177-032/09. El tipo de muestra se encuentra fuera del alcance de la acreditación.										
3) Número de aprobación CONAGUA: CNA-GCA-2425.										
4) Prueba no acreditada por la ems u otra organización o institución, sin embargo, se realiza de conformidad con nuestro Sistema de Gestión de Calidad, basado en la NMX-EC-17025-IMNC-2018										
OBSERVACIONES: NINGUNA										
ESTE REPORTE ACORDA SER ALTERNATIVO Y REPRODUCIDO PARCIAL O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACIÓN POR ESCRITO DEL LABORATORIO LOS RESULTADOS EMITIDOS SON SOLO PARA EL USO QUE SE INDICÓ EN EL ENCUESTO DE LA MUESTRA										
 B. en I. MANUEL SÁNCHEZ ZÚÑIGA RESPONSABLE DEL ÁREA										
Escala	D	M	A	Juicio a	D	M	A	PROCESO	14	Pág. 3 de 3
	20	67	2022		47	28	2022			

147/2022





MEDIO AMBIENTE



IMTA

Plaza Constitución 833 Col. Progreso
Zitácutla Mor. CP 62500
Tel: (777) 229 26 96, 7 29 26 96

LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA

147/2022

RESULTADOS

ÁREA: QUÍMICA ANALÍTICA, FÍSICOQUÍMICOS										
CLIENTE Y/O PROYECTO: SUBCOORDINACIÓN DE CALIDAD DEL AGUA										
DOMICILIO: PASO CUMAHUAC NO. 6532 COL. PROGRESO ZITUTEPEC, MORELOS C.P. 62500										
No. de CONTROL: 147/2022		TIPO DE MUESTRA: SEDIMENTO	FECHA DE MUESTREO: 2022-08-19	FECHA DE RECEPCIÓN: 2022-08-19						
No	DESCRIPCIÓN	MATERIA ORGÁNICA	PARAMETROS							
			%	COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD (C.U.)	TAMAÑO EQUIVALENTE (D ₅₀)					
1	FECHA DE MUESTREO: 2022/08/19 RÍO MET-018 (SINIQUEPE RÍO)	3.39	5.00	0.0694						
2	RÍO MET-008 TAJUCHIPA RÍO	2.15	5.47	0.1899						
3	FECHA DE MUESTREO: 2022/08/17 RÍO BACCAOH	1.54	4.09	0.3596						
4	RÍO MET-SOV 1	3.08	0.57	0.1143						
5	RÍO OCNOR 4024 (ARISPE)	4.09	6.17	0.0998						
6	RÍO OCNOR 4023 (RÍO SONORA B)	28.38	2.40	0.0620						
7	RÍO MET-025(RANCHITO HUEPAC)	3.28	7.83	0.1082						
8	OCNOR 4022 (RÍO SONORA 4)	1.57	6.25	0.2597						
9	OCNOR 4020 (BAVIACORA)	8.76	15.74	0.1548						
10	MET-043 (LA LABOR RÍO SONORA)	2.18	10.30	0.1709						
11	RÍO OCNOR 4018(RÍO SONORA 3)	2.35	10.00	0.0688						
12	RÍO MET-033(SAN PEDRO DE LRES)	2.08	4.87	0.0777						
13	RÍO OCNOR 4017 (EL GAYLAN)	7.41	5.75	0.0851						
14	RÍO MET-006 (TOPAYUE RÍO SONORA)	3.79	7.46	0.1440						
15	RÍO OCNOR 4043 (EFLUENTE DE LA PRESA)	2.57	4.73	0.1778						
FECHA DE ANÁLISIS		2022/08/16-2022/08/29	2022/08/16-2022/08/27							
MÉTODO DE ANÁLISIS		*CAQAF5-62	*CAPT8-01							
FECHA DE EMISIÓN DE RESULTADOS		2022/09/19								
1) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, a.e., Número de acreditación: AG-177-032/09										
2) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, a.e., Número de acreditación: AG-177-032/09. El tipo de muestra se encuentra fuera del alcance de la acreditación.										
3) Número de aprobación CONADUA, CWA-GCA-2423										
4) Prueba no acreditada por la eme u otra organización e institución, sin embargo, se realiza de conformidad con nuestro Sistema de Gestión de Calidad, basado en la norma ISO 17025-IMNC-2018										
OBSERVACIONES:										
NINGUNA										
ESTE REPORTE SE PUEDE VER EN: https://www.semarnat.gob.mx TERCER NIVEL DE ACCESO PÚBLICO O TOTALMENTE SIN CALIFICACIONES POR ESCRITO DEL LABORATORIO LOS RESULTADOS PARTICULARES A LAS MUESTRAS SE ENCUENTRAN EN ESTE LABORATORIO										
 M. en I. IRMERVA SÁNCHEZ GUZMÁN RESPONSABLE DEL ÁREA										
Estado	Q	M	A	Sumatoria	Q	M	A	Sumatoria	Fecha	Página
	02	07	2022		02	07	2022		16	Página 2





MEDIO AMBIENTE



IMTA

Paseo Cuauhtémoc 1512 Col. Progreso
Juárez, Mex. C.P. 52090
Tel. (977) 3 25 26 96, 3 29 31 94

LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA

147/2022

RESULTADOS

ÁREA: QUÍMICA ANALÍTICA FÍSICOQUÍMICA								
CLIENTE Y/O PROYECTO: SUBCOORDINACIÓN DE CALIDAD DEL AGUA								
DOMICILIO: PASEO CUAUHTÉMOZ NO. 8532 COL. PROGRESO JUITEPEC, MORELOS C.P. 62350								
No. de CONTROL: 147/2022			TIPO DE MUESTRA: SEDIMENTO			FECHA DE MUESTREO: 2022-08-16 FECHA DE RECEPCIÓN: 2022-08-19		
No	DESCRIPCIÓN	PARÁMETROS						
		GRAVA MEDIA	GRAVA FINA	ARENA MUY GRUESA	ARENA GRUESA	ARENA FINA	ARENA MUY FINA	LIMO
%								
1	FECHA DE MUESTREO: 2022/08/16 RÍO MET-019 (SINOCUIRE RÍO)	4.24	4.48	5.15	13.00	21.72	40.55	10.85
2	RÍO MET-024 (TANUICHOPA RÍO)	0.44	1.51	8.32	41.97	38.00	9.24	0.52
3	FECHA DE MUESTREO: 2022/08/17 RÍO SACOACH	2.10	6.27	15.04	49.80	19.08	2.68	0.09
4	RÍO MET-029 I	0.78	1.00	2.56	19.84	51.68	20.88	2.25
5	RÍO OCNOR 4024 (ARIDNE)	*	2.07	6.80	14.44	45.21	27.49	3.11
6	RÍO OCNOR 4023 (RÍO SONORA II)	0.58	2.27	3.95	6.08	19.99	50.09	7.14
7	RÍO MET 4025 (RAMONITO HUEPAC)	0.64	4.28	7.15	21.71	41.08	20.50	4.67
8	OCNOR 4022 (RÍO SONORA I)	0.33	12.58	13.29	27.52	34.04	5.15	0.09
9	OCNOR 4020 (BAVIADORA)	*	4.88	21.37	22.16	33.16	30.91	0.53
10	MET-043 (EX LABOR RÍO SONORA)	7.72	1.40	6.61	49.45	21.15	11.21	2.47
11	RÍO OCNOR 4019 (RÍO SONORA II)	0.35	1.62	2.63	6.69	36.64	44.50	7.67
12	RÍO MET 0335AH (FERRO DE URES)	*	0.01	0.06	4.32	60.80	27.85	6.96
13	RÍO OCNOR 4017 (EL GAVILAN)	*	2.86	7.01	15.11	32.41	40.74	11.86
14	RÍO MET 054 (TOPAHUE RÍO SONORA)	*	3.39	13.95	32.10	33.58	13.66	3.03
15	RÍO OCNOR 4043 (EFLENTE DE LA PRESA)	*	0.09	1.09	44.53	43.90	9.25	0.48
FECHA DE ANÁLISIS			2022/08/16-2022/09/27					
MÉTODO DE ANÁLISIS			*CAPT6-01: United States Department of Agriculture. Technical References / SSM.Ch. 3 Examination and Description of Soil Profiles					
FECHA DE EMISIÓN DE RESULTADOS			2022/09/19					
1) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, a.c., Número de acreditación: AG-177-032/09.								
2) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, a.c., Número de acreditación: AG-177-032/09. El tipo de muestra se encuentra fuera del alcance de la acreditación.								
3) Número de aprobación CONAGUA: CRA-GCA-2421								
4) Prueba no acreditada por la eme o otra organización o institución, sin embargo, se realiza de conformidad con nuestro Sistema de Gestión de Calidad, basado en la NMX-EC-17025-IMNC-2018								
OBSERVACIONES								
NINGUNA								
ESTE REPORTE PUEDE SER ALTERADO O SUPLENIDO PARCIALMENTE O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACIÓN POR ESCRITO DEL LABORATORIO								
LOS RESULTADOS EMISOS SON RESPONSABLES DE ESTE LABORATORIO								
 M. en I. MINERÍA SÁNCHEZ GUZMÁN RESPONSABLE DEL ÁREA								
Edición:	0	12	01	2022	Revisión:	0	01	2022
Página 7 de 7								



**INFORMES DE RESULTADOS
MUESTREO REALIZADO EN FEBRERO DE 2023
AGUA DE POZO**





MEDIO AMBIENTE



IMTA

Paseo Cuauhnahuac 832 Col. Progreso
Juárez, Mex. CP. 62550
Tel. (777) 2 29 26 96, 2 29 26 54

LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA

025/2023

RESULTADOS

AREA: ABSORCIÓN ATÓMICA										
CLIENTE Y/O PROYECTO: SUBCOORDINACIÓN DE MONITOREO Y EVALUACIÓN DE CALIDAD DEL AGUA										
DOMICILIO: PASEO CUAUHNAHUAC NO. 832 COL. PROGRESO JUITEPEC, MORELOS C.P. 62550										
No. de CONTROL: 025/2023		TIPO DE MUESTRA: AGUA DE POZO		FECHA DE MUESTREO: 2023/02/09 11		FECHA DE RECEPCIÓN: 2023/02/14				
No	DESCRIPCIÓN	PARAMETROS								
		ARSENICO	BARIO	CADMIO	COBRE	CROMO				
		mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg				
1	MET-001 BACAMUCHI POZO	0,0034	<0,500	<0,0010	<0,050	<0,0050				
2	MET-007 TAHUICHOPA POZO	0,0046	<0,500	<0,0010	<0,050	<0,0050				
3	MET-012 BAMORI POZO	0,0056	<0,500	<0,0010	<0,050	<0,0050				
4	MET- 008 ARIZPE POZO 2	0,0045	<0,500	<0,0010	<0,050	<0,0050				
5	MET-010 ARIZPE POZO 3	0,0047	<0,500	<0,0010	<0,050	0,0051				
6	MET-016 BANAMICHI POZO	0,0069	<0,500	<0,0010	<0,050	<0,0050				
7	MET-019 HUEPAXPOZO	0,0050	<0,500	<0,0010	<0,050	<0,0050				
8	MET-001 RANCHITO DE HUEPAC POZO	0,0052	<0,500	<0,0010	<0,050	<0,0050				
9	MET-A POZO ACONCHI	0,0056	<0,500	<0,0010	<0,050	<0,0050				
10	MET-025 LA ESTANCIA POZO 1	0,0080	<0,500	<0,0010	<0,050	<0,0050				
11	MET-083 BAYIDCORA POZO 1	0,0056	<0,500	<0,0010	<0,050	<0,0050				
12	MET-085 BAYIDCORA POZO 3	0,0058	<0,500	<0,0010	<0,050	<0,0050				
13	MET-027 SAN JOSE BAYIDCORA POZO	0,0063	<0,500	<0,0010	<0,050	<0,0050				
14	MET-081 LA CAPILLA POZO	0,0050	<0,500	<0,0010	<0,050	<0,0050				
15	MET-078 LA LABOR POZO	0,0058	<0,500	<0,0010	<0,050	<0,0050				
16	MET-089 LA AURORA POZO 2	0,0063	<0,500	<0,0010	<0,050	<0,0050				
17	MET-076 LA AURORA POZO 1	0,0031	<0,500	<0,0010	<0,050	<0,0050				
18	MET-032 MAZACAHLI POZO	0,0017	<0,500	<0,0010	<0,050	<0,0050				
19	MET-031 PUERTA DEL SOL POZO	0,0063	<0,500	<0,0010	<0,050	<0,0050				
FECHA DE ANÁLISIS		2023/02/16	2023/02/17	2023/02/20	2023/02/14	2023/02/21				
MÉTODO DE ANÁLISIS		1. NMX-AA-051-SCFI-2016								
FECHA DE EMISIÓN DE RESULTADOS		2023/03/09								
1) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, a.c., Número de acreditación. AG-177-83299.										
2) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, a.c., Número de acreditación. AG-177-83299. El tipo de muestra se encuentra fuera del alcance de la acreditación.										
3) Número de aprobación CONAGUA. CNA-GCA-2428										
4) Puntos no acreditados por la entidad mexicana de acreditación o institución, sin embargo, se realiza de conformidad con nuestro Sistema de Gestión de Calidad, basado en la NMX-EC-17025-IMNC-2016										
OBSERVACIONES: NINGUNA										
ESTE REPORTE NO PUEDE SER ALTERADO NI REPRODUCCION PARCIAL O TOTAL SIN LA AUTORIZACION POR ESCRITO DEL LABORATORIO LOS RESULTADOS EMITIDOS SON ÚNICAMENTE PARA USO DE LAS ACTIVIDADES REALIZADAS EN ESTE LABORATORIO										
 M. en I. MANUEL SÁNCHEZ ZARZA RESPONSABLE DEL ÁREA										
Estado:	D	M	A	Justicia	S	M	A	Resolución	MSD	MSD
	12	07	2022		07	08	2022	08	08	14

15A.0383





MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



Paseo Cuauhnahuac 1832 Col. Progreso
Jiutepec Mor. CP. 62550
Tel. (777) 3 29 26 96, 3 29 26 44

LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA

025/2023

RESULTADOS

AREA: ABSORCIÓN ATÓMICA										
CLIENTE Y/O PROYECTO: SUBCOORDINACIÓN DE MONITOREO Y EVALUACIÓN DE CALIDAD DEL AGUA										
DOMICILIO: PASEO CUAUHNAHUAC NO. 8532 COL. PROGRESO JIUTEPEC, MORELOS C.P. 62550										
No. de CONTROL: 025/2023		TIPO DE MUESTRA: AGUA DE POZO		FECHA DE MUESTREO: 2023/02/06-11		FECHA DE RECEPCIÓN: 2023/02/14				
No	DESCRIPCIÓN	PARAMETROS								
		ARSENICO mg/Kg	BARIO mg/Kg	CADMIO mg/Kg	COBRE mg/Kg	CROMO mg/Kg				
20	MET-034 SAN PEDRO DE URES POZO	0.0063	<0.500	<0.0010	<0.050	<0.0050				
21	MET-036 URES POZO	0.0022	<0.500	<0.0010	<0.050	<0.0050				
22	MET-037 SAN TIAGO DE URES POZO	0.0035	<0.500	<0.0010	<0.050	<0.0050				
23	EL SAUZ POZO	0.0043	<0.500	<0.0010	<0.050	<0.0050				
24	MET-113 GUADALUPE DE URES POZO	0.0058	<0.500	<0.0010	<0.050	<0.0050				
25	MET-112 SAN RAFAEL DE URES POZO	0.0237	<0.500	<0.0010	<0.050	0.0176				
26	MET-046 SAN JOSÉ DE GRACIA POZO	0.0067	<0.500	<0.0010	<0.050	<0.0050				
27	MET-110 TOPAHUE POZO	0.0062	<0.500	<0.0010	<0.050	<0.0050				
FECHA DE ANALISIS		2023/02/16	2023/02/17	2023/02/20	2023/02/14	2023/02/21				
METODO DE ANALISIS		NMX-AA-051-SCFI-2016								
FECHA DE EMISIÓN DE RESULTADOS		2023/03/09								
1) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, a.c., Número de acreditación, AG-177-832/09.										
2) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, a.c., Número de acreditación, AG-177-832/09. El tipo de muestra se encuentra fuera del alcance de la acreditación.										
3) Número de aprobación CONAGUA, CNA-GCA-2425										
4) Prueba no acreditada por la emta u otra organización o institución, sin embargo, se realiza de conformidad con nuestro Sistema de Gestión de Calidad, basado en la NMX-ZC-17023-IMNC-2018										
OBSERVACIONES: NINGUNA.										
ESTE REPORTE NO PUEDE USARSE COMO FUNDAMENTO PARA LA AUTORIZACIÓN POR ESCRITO DEL LABORATORIO DE RESULTADOS EN LOS CASOS EN LOS QUE SE RECIBIERON EN ESTE LABORATORIO										
 M. en I. MANUEL SÁNCHEZ JARZA RESPONSABLE DEL ÁREA										
Elaboró:	CV	ME	JA	Revisó:	SI	ME	JA	Revisó:	SI	Hoja: 2 de 6

FM-028





MEDIO AMBIENTE



Paseo Carahuanan 8532 Col. Progreso
Juárez, Mex. C.P. 82300
Tel. (775) 1 29 18 96, 2 29 18 84

LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA

025/2023

RESULTADOS

AREA: ABSORCIÓN ATÓMICA										
CLIENTE Y/O PROYECTO: SUBCOORDINACIÓN DE MONITOREO Y EVALUACIÓN DE CALIDAD DEL AGUA										
DOMICILIO: PASEO CUAUHNAHUAC NO. 8532 COL. PROGRESO JUJTEPEC, MORELOS C.P. 62550										
No. de CONTROL: 025/2023		TIPO DE MUESTRA: AGUA DE POZO		FECHA DE MUESTREO: 2023-02-09-11		FECHA DE RECEPCIÓN: 2023-02-14				
No	DESCRIPCIÓN	PARAMETROS								
		HIERRO	MANGANESO	MERCURIO	NIQUEL	PLOMO				
		mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg	mg/Kg				
1	MET-001 BACAMUCHI POZO	<0.10	<0.050	<0.0005	<0.010	<0.0050				
2	MET-007 TAHUICHOPA POZO	0.10	<0.050	<0.0005	<0.010	<0.0050				
3	MET-012 BAMBORI POZO	<0.10	<0.050	<0.0005	<0.010	<0.0050				
4	MET-008 ARIZPE POZO 2	<0.10	<0.050	<0.0005	<0.010	<0.0050				
5	MET-010 ARIZPE POZO 3	0.19	<0.050	<0.0005	<0.010	<0.0050				
6	MET-016 BANAMICHI POZO	<0.10	<0.050	<0.0005	<0.010	<0.0050				
7	MET-019 HUEPAC POZO	<0.10	<0.050	<0.0005	<0.010	<0.0050				
8	MET-001 RANCHITO DE HUEPAC POZO	<0.10	<0.050	<0.0005	<0.010	<0.0050				
9	MET-A POZO ACONCHI	<0.10	<0.050	<0.0005	<0.010	<0.0050				
10	MET-025 LA ESTANCIA POZO 1	<0.10	<0.050	<0.0005	<0.010	<0.0050				
11	MET-083 BAVIDCORA POZO 1	<0.10	<0.050	<0.0005	<0.010	<0.0050				
12	MET-085 BAVIDCORA POZO 3	<0.10	<0.050	<0.0005	<0.010	<0.0050				
13	MET-027 SAN JOSÉ BAVIDCORA POZO	<0.10	<0.050	<0.0005	<0.010	<0.0050				
14	MET-081 LA CAPILLA POZO	<0.10	<0.050	<0.0005	<0.010	<0.0050				
15	MET-078 LA LABOR POZO	<0.10	0.418	<0.0005	<0.010	<0.0050				
16	MET-099 LA AURORA POZO 2	<0.10	<0.050	<0.0005	<0.010	<0.0050				
17	MET-076 LA AURORA POZO 1	<0.10	0.054	<0.0005	<0.010	<0.0050				
18	MET-032 MAZACAQUI POZO	<0.10	<0.050	<0.0005	<0.010	<0.0050				
19	MET-031 PUERTA DEL SOL POZO	<0.10	<0.050	<0.0005	<0.010	<0.0050				
FECHA DE ANÁLISIS		2023-03-02	2023-03-15	2023-02-17	2023-02-27	2023-02-16-17				
MÉTODO DE ANÁLISIS		1. NMX-AA-051-SCFI-2018								
FECHA DE EMISIÓN DE RESULTADOS		2023-03-09								
1) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, s.c., Número de acreditación, AG-177-002/09.										
2) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, s.c., Número de acreditación, AG-177-002/09. El tipo de muestra se encuentra fuera del alcance de la acreditación.										
3) Número de aprobación CONAGUA, CRA-GCA-2425										
4) Prueba no acreditada por la eme o otra organización u institución, sin embargo, se realiza de conformidad con nuestro Sistema de Gestión de Calidad, basado en la NMX-EC-17025-IBNC-2018										
OBSERVACIONES: NINGUNA										
ESTE REPORTE NO PODRÁ SER ALTERNAMENTE REPRODUCIDO PARCIAL O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACIÓN POR ESCRITO DEL LABORATORIO. LOS RESULTADOS EMPLEADOS SÓLO AMPARAN LAS MUESTRAS RECIBIDAS EN ESTE LABORATORIO										
 M. en I. MANUEL SÁNCHEZ ZAREA RESPONSABLE DEL ÁREA										
ESQUEMA	DI	SE	A	Continúa a	DI	SE	A	Página:	18	Folios de 8
	10	07	2023		10	07	2023			

FWL028-B





MEDIO AMBIENTE




Paseo Cuauhnahuac 8532 Col. Progreso
Ajmalpey Morel. C.P. 82550
Tel. (777) 2 29 26 96, 2 29 26 94

LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA

025/2023

RESULTADOS

AREA: ABSORCIÓN ATÓMICA										
CLIENTE Y/O PROYECTO: SUBCOORDINACIÓN DE MONITOREO Y EVALUACIÓN DE CALIDAD DEL AGUA										
DOMICILIO: PASEO CUAUHNAHUAC NO. 8532 COL. PROGRESO JIUTEPEC, MORELOS C.P. 82550										
No. de CONTROL:		TIPO DE MUESTRA:		FECHA DE MUESTREO:		2023-02-09-11				
025/2023		AGUA DE POZO		FECHA DE RECEPCIÓN:		2023-02-14				
No	DESCRIPCIÓN	PARAMETROS								
		HIERRO mg/Kg	MANGANESO mg/Kg	MERCURIO mg/Kg	NIQUEL mg/Kg	PLOMO mg/Kg				
20	MET-034 SAN PEDRO DE URES POZO	<0.10	<0.050	<0.0005	<0.010	<0.0050				
21	MET-036 URES POZO	<0.10	<0.050	<0.0005	<0.010	<0.0050				
22	MET-037 SAN TIAGO DE URES POZO	<0.10	<0.050	<0.0005	<0.010	<0.0050				
23	EL SAUZ POZO	0.12	<0.050	<0.0005	<0.010	<0.0050				
24	MET-113 GUADALUPE DE URES POZO	<0.10	<0.050	<0.0005	<0.010	<0.0050				
25	MET-112 SAN RAFAEL DE URES POZO	<0.10	<0.050	<0.0005	<0.010	<0.0050				
26	MET-046 SAN JOSÉ DE GRACIA POZO	<0.10	<0.050	<0.0005	<0.010	<0.0050				
27	MET-110 TOPAHUE POZO	<0.10	<0.050	<0.0005	<0.010	<0.0050				
FECHA DE ANALISIS		2023/03/02	2023/02/13	2023/02/17	2023/02/27	2023/02/16-17				
MÉTODO DE ANÁLISIS		1) NMX-AA-051-SCFI-2019								
FECHA DE EMISIÓN DE RESULTADOS		2023/03/09								
1) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, s.c., Número de acreditación: AG-171-03205.										
2) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, s.c., Número de acreditación: AG-171-03205. El tipo de muestra se encuentra fuera del alcance de la acreditación.										
3) Número de aprobación CONAGUA: CNA-GCA-3428										
4) Prueba no acreditada por la ema u otra organización o institución, sin embargo, se realiza de conformidad con nuestro Sistema de Gestión de Calidad basado en la NMX-EC-17025-MNC-2018										
OBSERVACIONES: NINGUNA										
ESTE REPORTE NO DEBE SER ATENDIDO REPRODUCIDO PARCIAL O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACIÓN POR ESCRITO DEL LABORATORIO LOS RESULTADOS EMPROVEEN LA MUESTRA TOMADA EN ESTE LABORATORIO										
 M. en I. MANUEL SÁNCHEZ ZARZA RESPONSABLE DEL ÁREA										
Elaboró:	D	M	A	Supervisó:	D	M	A	Revisó:	M	FECHA DE ELABORACIÓN
	12	07	2023		07	08	2023		16	1024 4 de 6

IMC018





MEDIO AMBIENTE



Proxi Cuauhnahuac 832 Col. Progreso
Jiitepec Mor. CP. 62560
Tel (777) 3 26 34 46, 3 26 34 49

LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA

025/2023

RESULTADOS

AREA: ABSORCIÓN ATÓMICA	
CLIENTE Y/O PROYECTO: SUBCOORDINACIÓN DE MONITOREO Y EVALUACIÓN DE CALIDAD DEL AGUA	
DOMICILIO: PASEO CUAUHNÁHUAC NO. 8532 COL. PROGRESO JUTEPEC, MORELOS C.P. 62560	
No. de CONTROL: 025/2023	TIPO DE MUESTRA: AGUA DE POZO
	FECHA DE MUESTREO: 2023-02-09-11 FECHA DE RECEPCIÓN: 2023-02-14
No	DESCRIPCIÓN
	ZINC
	mg/Kg
1	MET-001 BACAMUCHI POZO
2	MET-007 TAHUICHOPA POZO
3	MET-012 BAMBORI POZO
4	MET- 008 ARIZPE POZO 2
5	MET-010 ARIZPE POZO 3
6	MET-016 BANAMICHI POZO
7	MET-019 HUEPAXPOZO
8	MET-001 RANCHITO DE HUEPAC POZO
9	MET-A POZO ACONCHI
10	MET-025 LA ESTANCIA POZO 1
11	MET-083 BAVIDORA POZO 1
12	MET-085 BAVIDORA POZO 3
13	MET-027 SAN JOSÉ BAVIDORA POZO
14	MET-081 LA CAPILLA POZO
15	MET-078 LA LABOR POZO
16	MET-099 LA AURORA POZO 2
17	MET-076 LA AURORA POZO 1
18	MET-032 MAZACAHUI POZO
19	MET-031 PUERTA DEL SOL POZO
FECHA DE ANÁLISIS: 2023-02-15	
MÉTODO DE ANÁLISIS: 1 NMX-AA-051-SCFI-2018	
FECHA DE EMISIÓN DE RESULTADOS: 2023-03-09	
1) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, s.c., Número de acreditación: AG-177-832-09.	
2) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, s.c., Número de acreditación: AG-177-832-09. El tipo de muestra se encuentra fuera del alcance de la acreditación.	
3) Número de aprobación CONAGUA: CNA-GCA-2425	
4) Prueba no acreditada por la oma u otra organización e institución, sin embargo, se realiza de conformidad con nuestro Sistema de Gestión de Calidad, basado en la NMX-CC-17025-IMNC-2018	
OBSERVACIONES: NINGUNA	
ESTE INFORME PROPORCIONA RESULTADOS EN REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACIÓN POR ESCRITO DEL LABORATORIO. LOS RESULTADOS EMITIDOS SOLO APLICAN LAS MUESTRAS RECIBIDAS EN ESTE LABORATORIO	
 II. en L. MANUEL SÁNCHEZ ZARZA RESPONSABLE DEL ÁREA	
Emisión	02 11
Revisión	01 08
Fecha	09 2023
Página	1 de 1

FM-029-8





MEDIO AMBIENTE



Palacio Cuauhnahuac 8532 Col. Progreso
Jiutepec Mor. CP. 62550
Tel. (777) 3 29 34 96, 3 29 36 14

LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA

026/2023

RESULTADOS

AREA: ABSORCIÓN ATÓMICA										
CLIENTE Y/O PROYECTO: SUBCOORDINACIÓN DE MONITOREO Y EVALUACIÓN DE CALIDAD DEL AGUA										
DOMICILIO: PASEO CUAUHNAHUAC NO. 8532 COL. PROGRESO JIUTEPEC, MORELOS C.P. 62550										
No. de CONTROL: 026/2023	TIPO DE MUESTRA: AGUA DE POZO									
FECHA DE MUESTREO: 2023-02-09-11	FECHA DE RECEPCIÓN: 2023-02-14									
No	DESCRIPCIÓN	PARAMETROS								
		ZINC mg/Kg								
20	MET-034 SAN PEDRO DE URES POZO	<0.10								
21	MET-036 URES POZO	<0.10								
22	MET-037 SAN TIAGO DE URES POZO	<0.10								
23	EL SAUZ POZO	<0.10								
24	MET-113 GUADALUPE DE URES POZO	<0.10								
25	MET-112 SAN RAFAEL DE URES POZO	<0.10								
26	MET-046 SAN JOSÉ DE GRACIA POZO	<0.10								
27	MET-110 TOPAHUE POZO	<0.10								
FECHA DE ANALISIS		2023/02/15								
MÉTODO DE ANALISIS		1 NMX-AA-051-SCFI-2016								
FECHA DE EMISIÓN DE RESULTADOS		2023/03/09								
1) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, a.c., Número de acreditación, AG-177-03209.										
2) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, a.c., Número de acreditación, AG-177-03209. El tipo de muestra se encuentra fuera del alcance de la acreditación.										
3) Número de aprobación CONAGUA, CAA-OCR-2429										
4) Prueba no acreditada por la ONA u otra organización o institución, sin embargo, se realiza de conformidad con nuestro Sistema de Gestión de Calidad, basado en la NMX-EC-17025-IMC-2018										
OBSERVACIONES: NINGUNA										
ESTE REPORTE NO FORMA PARTE DE NUESTRO SERVICIO DE CONSULTORÍA AMBIENTAL, SINO QUE ES UN DOCUMENTO DE INFORMACIÓN. EL CLIENTE DEBE VERIFICAR LA VERACIDAD DE LOS DATOS Y RESULTADOS EN EL LUGAR DE MUESTREO.										
 M. en C. MANUEL SÁNCHEZ CARZA RESPONSABLE DEL ÁREA										
Elaboró:	22	21	2	2023/03/09	07	08	4	2023	10	10/03/2023

FM/026





MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES



Plantel Constituido: 1824 Col. Progreso
Jiutepec, Mor. CP. 62550
Tel: (017) 2 29 26 26, 2 29 26 44

LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA

025/2023

RESULTADOS

AREA: MUESTREO																																																			
CLIENTE Y/O PROYECTO: SUBCOORDINACIÓN DE MONITOREO Y EVALUACIÓN DE CALIDAD DEL AGUA																																																			
DOMICILIO: PASEO CUAUHNAHUAC NO. 8532 COL. PROGRESO, JUITEPEC, MORELOS C.P. 62550																																																			
No. de CONTROL: 025/2023		TIPO DE MUESTRA: Agua de pozo	FECHA DE MUESTREO: 2023/02/09-11	FECHA DE RECEPCIÓN: 2023/02/14																																															
No	DESCRIPCIÓN	PARÁMETROS																																																	
		Temperatura (°C)	Potencial de Alógeno (U de pH)	Cloro residual libre (mg/L)																																															
-	FECHA DE MUESTREO: 2023/02/09	-	+	-																																															
1	MET-001, BACANUCHI POZO	20	7,3	*																																															
2	MET-007, TAHUICHOPA POZO	20	7,2	1,39																																															
3	MET-012, BAMORI POZO	21	7,4	*																																															
4	MET-008, ARIZPE POZO 2	20	7,4	*																																															
5	MET-010, ARIZPE POZO 3	20	7,6	*																																															
-	FECHA DE MUESTREO: 2023/02/10	-	+	-																																															
6	MET-016, BAVAMCHI POZO	20	7,4	*																																															
7	MET-019, HUEPAC POZO	20	7,1	*																																															
8	MET-021, RANCHITO DE HUEPAC POZO	24	7,0	*																																															
9	MET-A, POZO ACONCHI	24	7,1	0,17																																															
10	MET-025, LA ESTANCIA POZO	24	7,2	*																																															
11	MET-083, BAVIACORA POZO 1	24	7,1	0,21																																															
12	MET-085, BAVIACORA POZO 3	24	7,2	*																																															
13	MET-027, SAN JOSÉ BAVIACORA POZO	24	7,0	*																																															
14	MET-081, LA CAPILLA POZO	23	7,1	*																																															
15	MET-078, LA LABOR POZO	23	7,6	*																																															
16	MET-099, LA AURORA POZO 2	22	7,2	*																																															
17	MET-076, LA AURORA POZO 1	22	7,3	*																																															
-	FECHA DE MUESTREO: 2023/02/11	-	+	-																																															
18	MET-032, MAZOCAHUI POZO	22	7,1	*																																															
19	MET-031, PUERTA DEL SOL POZO	20	7,5	*																																															
FECHA DE ANÁLISIS			2023/02/09-11																																																
MÉTODO DE ANÁLISIS		^{1,3} NMX-AA-007-SOFI-2013	^{1,3} NMX-AA-008-SOFI-2016	¹ CAMT4-08																																															
FECHA DE EMISIÓN DE RESULTADOS			2023/02/16																																																
1) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, s.c., Número de acreditación: AG-177-03209.																																																			
2) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, s.c., Número de acreditación: AG-177-03209. El tipo de muestra se encuentra fuera del alcance de la acreditación.																																																			
3) Número de aprobación CONAGUA: CNA-GCA-3421																																																			
4) Prueba no acreditada por la em u ota organización o institución, sin embargo, se realiza de conformidad con nuestro Sistema de Garantía de Calidad, basado en la NMX-EC-17025-IMNC-2013																																																			
OBSERVACIONES:																																																			
a) Medido con compensador de temperatura																																																			
* No se midió debido a que en el pozo no estaban clorando.																																																			
** No se midió debido a que el tron de descarga del pozo no tiene puerta de muestra después de la inyección de cloro.																																																			
La muestra número 26 se coledó con cloro																																																			
ESTE REPORTE NO PODRÁ SER ACREDITADO NI REPRODUCIDO PARCIAL O TOTALMENTE SIN LA AUTORIZACIÓN POR ESCRITO DEL LABORATORIO																																																			
CON ESTA TERCERA ENTREGA DE RESULTADOS SE CIERRA EL PROCESO DE MUESTREO EN ESTE AMBITO																																																			
 M. en C. Juan Leonardo García Rojas RESPONSABLE DE ÁREA																																																			
Edición	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50

INCCO-8





MEDIO AMBIENTE



Plaza Consulmánhuac 8032 Col. Progreso
Júpiter Mex. C.R. 80910
Tel (775) 2 29 26 86, 2 29 26 84

LABORATORIO DE CALIDAD DEL AGUA

025/2023

RESULTADOS

ÁREA: MUESTREO													
CLIENTE Y/O PROYECTO: SUBCOORDINACIÓN DE MONITOREO Y EVALUACIÓN DE CALIDAD DEL AGUA													
DOMICILIO: PASEO CUALAHUAC NO. 8537 COL. PROGRESO JUTEPEC, MORELOS C.P. 62550													
No. de CONTROL: 025/2023		TIPO DE MUESTRA: Agua de pozo	FECHA DE MUESTREO: 2023/02/09-11	FECHA DE RECEPCIÓN: 2023/02/14									
No	DESCRIPCIÓN	Temperatura (°C)	PARÁMETROS										
			° Potencial de hidrogeno (U de pH)	Cloro residual libre (mg/L)									
20	MET-034, SAN PEDRO DE URES POZO	24	7.4	2.20									
21	MET-035, URES POZO	24	7.7	*									
22	MET-037, SANTIAGO DE URES POZO	24	7.4	*									
23	EL SAUZ POZO	24	7.1	*									
24	MET-113, GUADALUPE DE URES POZO	24	7.0	*									
25	MET-112, SAN RAFAEL DE URES POZO	29	8.2	*									
26	MET-045, SAN JOSÉ DE GRACIA POZO	24	7.4	0.94									
27	MET-110, TORAHUE POZO	25	7.6	**									
FECHA DE ANÁLISIS			2023/02/09-11										
MÉTODO DE ANÁLISIS		¹⁾ NMX-AA-007-SCFI-2012	¹⁾ NMX-AA-008-SCFI-2016	* CAMT4-06									
FECHA DE EMISIÓN DE RESULTADOS			2023/02/16										
1) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, s.c., Número de acreditación: AG-177-030/09													
2) Método acreditado por la entidad mexicana de acreditación, s.c., Número de acreditación: AG-177-030/09. El tipo de muestra se encuentra fuera del alcance de la acreditación.													
3) Número de aprobación CONAGUA: CIA-GCA-2425													
4) Prueba no acreditada por la esta u otra organización o institución, sin embargo, se realiza de conformidad con nuestro Sistema de Garantía de Calidad, basado en la NMX-EC-17625-IMNC-2018													
OBSERVACIONES:													
a) Medido con compensador de temperatura													
* No se midió debido a que en el pozo no estaban clorando.													
** No se midió debido a que el tren de descarga del pozo no tiene puerto de muestreo después de la inyección de cloro.													
La muestra número 26 se colectó con cloro.													
ESTE RESULTADO ES VÁLIDO PARA EL TRABAJO DE RECOLECCIÓN DE MUESTRA REALIZADA EN LA AUTORIZACIÓN POR SECCIÓN DEL LABORATORIO													
LOS RESULTADOS PANDEN SOLO A PARTIR DE LA MUESTRA RECIBIDA EN ESTE LABORATORIO													
 M. en C. Juan Antonio García López RESPONSABLE DE ÁREA													
Edición:	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
15/02/2018													





6. BIBLIOGRAFÍA

- Allan, R.J., 1988. Mining activities as sources of metals and metalloids to the hydrosphere. In: Strigel, G. (Ed.), *Metals and Metalloids in the Hydrosphere: Impact Through Mining and Industry, and Prevention Technology*. UNESCO, Paris, pp. 45–67.
- BANXICO (Consultada el 08 de abril de 2022). SISTEMA DE INFORMACIÓN ECONÓMICA. Banco de México (BANXICO). Recuperado de <https://www.banxico.org.mx/tipcamb/main.do?page=inf&idioma=sp>
- Barrios, B. (2020). Habitantes del Río Sonora exigen agua de calidad. *Expreso.com.mx*. <https://www.expreso.com.mx/noticias/sonora/habitantes-del-rio-sonora-exigen-agua-de-calidad/92196>
- Borchardt T., S. Burchert, H Hablizel, L Karbe & R Zeitner (1988). Trace metal concentration in mussels: Comparison between estuarine, coastal and offshore regions in the southeastern North Sea from 1983 to 1986. *Marine Ecology*, 42 (1):17-31.
- Bradley, S.B., 1995. Long-term dispersal of metals in mineralized catchments by fluvial processes. In: Foster, I.D.L., Gurnell, A.M., Webb, B.W. (Eds.), *Sediment and Water Quality in River Catchments*. John Wiley & Sons, Chichester, pp. 161–177.
- Buchman, M. F. (2008). NOAA Screening Quick Reference Tables. NOAA OR&R Report 08-1. Office of Response and Restoration Division, National Oceanic and Atmospheric Administration, Seattle. Recuperado el 23 de Agosto de 2021
- Burton, A. G. (2002). Sediment quality criteria in use around the world. *The Japanese Society of Limnology*, 3, 65-76.
- Calmus T., Valencia-Moreno M., Del Río-Salas R., Ochoa-Landín L., Mendivil-Quijada H. 2018. A multi-elemental study to establish the natural background and geochemical anomalies in rocks from the Sonora river upper basin, NW Mexico. *Revista Mexicana de Ciencias Geológicas*. 35: 158–167.
- Cámara de Diputados (2014). Primer informe de trabajo de la Comisión especial para dar seguimiento a la problemática generada por el derrame de diversas sustancias contaminantes a los ríos Sonora y Bacanuchi. *Gaceta Parlamentaria de la Cámara de Diputados*. 17 de septiembre de 2014. Recuperado de <http://sil.gobernacion.gob.mx/Reportes/Sesion/reporteAsunto.php?cveAsunto=3141039>
- CCRS-PODER (s/a). Derrame en el Río Sonora: La evasión de Grupo México y el Estado mexicano. Comités de Cuenca Río Sonora (CCRS) y Proyecto sobre Organización, Desarrollo, Educación e Investigación (PODER). Recuperado de https://poderlatam.org/wp-content/uploads/2020/01/relator_resumen_OK.pdf
- CCRS-PODER (2018). Informe para el Relator Especial sobre las obligaciones de derechos humanos relacionadas con la gestión y eliminación ecológicamente racionales de las sustancias y los desechos peligrosos, Sr. Baskut Tuncak. Comités de Cuenca Río Sonora (CCRS) y Proyecto sobre Organización, Desarrollo, Educación e Investigación (PODER).
- CCME. (2001). *Canadian Sediment Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life*. Ottawa: Canadian Council of Ministers.
- Celaya-Camarena, K. I., & Vázquez-Ruiz, M. Á. (2020). La actividad minera en Sonora en el marco del TLCAN: evolución y proceso de integración hacia Norteamérica. En F. Mora-Arellano (Ed.), *Minería y Sociedad: Diálogos en Construcción* (Primera ed., Vol. 16, págs. 13-33). Hermosillo, Sonora, México: Universidad de Sonora.
- CENAPRECE (2022). Abordaje Toxicológico de la Salud. Reunión para presentación de Resultados Plan de Justicia Para Cananea-Río Sonora. Centro Nacional de Programas Preventivos y Control de Enfermedades (CENAPRECE).
- Centro Nacional de Prevención de Desastres (CENAPRED). 2018. Atlas Nacional de Riesgos. Industrias con sustancias químicas peligrosas. <http://www.atlasnacionalderiesgos.gob.mx/archivo/visor-capas.html>. Fecha de consulta: 27 de agosto de 2021
- CICM (s/a). Costo por derrame será de 1,800 MDP; Profepa señala daños de Grupo México en Sonora. Colegio de Ingenieros Civiles de México A.C. Recuperado de: <https://www.panoramadelpacifico.com/costo-por-derrame-sera-de-1800-mdp-profepa-senala-danos-de-grupo-mexico-en-sonora/>
- Cisneros González S. 2019. Estudio de la Calidad del Aire Ambiente con Respecto a PM2.5, Metales (Cr, Cu, Mo y Zn) en la Ciudad de Cananea, Sonora, México. Tesis de licenciatura. División de Ingeniería. Universidad de Sonora.





- COESPO (Consultado el 19 de abril de 2022). Documentos/Consulta. Consejo Estatal de Población de Sonora (COESPO). Recuperado de <https://coespo.sonora.gob.mx/>
- COFEPRIS (2015). La Unidad de Vigilancia Epidemiológica y Ambiental de Sonora (UVEAS), otorga atención a los habitantes de Molino de Camou. Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS). Recuperado de <https://www.gob.mx/cofepris/prensa/la-unidad-de-vigilancia-epidemiologica-y-ambiental-de-sonora-uveas-otorga-atencion-a-los-habitantes-de-molino-de-camou>
- CONAGUA (2010). Agua. Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Recuperado de http://gisviewer.semarnat.gob.mx/geointegrador/enlace/atlas2010/atlas_agua.pdf
- CONAGUA (2014). Registro Público de Derechos de Agua (REPGA). Última actualización 30 de junio de 2014. México. Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Recuperado de <https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/registro-publico-de-derechos-de-agua-repda-55190>
- CONAGUA. (2018). Estadísticas del Agua en México 2018. México: Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales.
- CONAGUA Sistema de Información del Agua <http://sina.conagua.gob.mx/sina/mapas/Calidaddelagua.pdf>
- CONASAMI (2020). Salarios Mínimos 2020. Comisión Nacional de los Salarios Mínimos (CONASAMI). Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/525061/Tabla_de_salarios_m_nmos_vigentes_apartir_del_01_de_enero_de_2020.pdf
- Comisión de Fomento al Turismo (2022). Gobierno del Estado de Sonora. Recuperado de <https://turismo.sonora.gob.mx/>
- Cruz Campas, M. E., Gómez Álvarez, A., Ramírez Leal, R., Villalba Villalba, A. G., Monge Amaya, O., Varela Salazar, J., Quiroz Castillo, J. M., & Duarte Tagles, H. F. (2017). CALIDAD DEL AIRE RESPECTO DE METALES (Pb, Cd, Ni, Cu, Cr) Y RELACIÓN CON SALUD RESPIRATORIA: CASO SONORA, MÉXICO. *Revista Internacional De Contaminación Ambiental*, 33, 23–34. <https://doi.org/10.20937/RICA.2017.33.esp02.02>
- Dávila Luna., Díaz Caravantes R.E., Navarro Navarro L.A., Romeo Méndez E. 2018. Las presas de jales en el noroeste del estado de Sonora: una aproximación geográfica mediante percepción remota. *Investigaciones Geográficas*. 97.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 2007. Norma Oficial Mexicana NOM-147-SEMARNAT/SSAI-2004, Que establece criterios para determinar las concentraciones de remediación de suelos contaminados por arsénico, bario, berilio, cadmio, cromo hexavalente, mercurio, níquel, plata, plomo, selenio, talio y/o vanadio. Fecha de publicación: 02 de marzo de 2007.
- Diario Oficial de la Federación (DOF). 2014. Norma Oficial Mexicana NOM-025-SSAI-2014, Salud ambiental. Valores límites permisibles para la concentración de partículas suspendidas PM10 y PM2.5 en el aire ambiente y criterios para su evaluación. Fecha de publicación: 20 de agosto de 2014.
- Díaz-Caravantes, R. E., Durazo-Gálvez, F. M., Moreno Vázquez, J. L., Duarte Tagles, H., & Pineda Pablos, N. (2021). Las plantas potabilizadoras en el río Sonora: una revisión de la recuperación del desastre. *Región y Sociedad*, 33, e1416. <https://doi.org/10.22198/rys2021/33/1416> <https://regionysociedad.colson.edu.mx/index.php/rys/article/view/1416>
- DOF (2014) Ley Federal de Derechos, última reforma DOF 11-08-2014. Diario Oficial de la Federación (DOF). México, Gerencia de Aguas Superficiales e Ingeniería de Ríos. Subdirección General Técnica.
- DOF (2020). ACUERDO mediante el cual se expide el Manual de Percepciones de los Servidores Públicos de las Dependencias y Entidades de la Administración Pública Federal. Diario Oficial de la Federación (DOF). Recuperado de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5594049&fecha=29/05/2020
- DOF (2021a). ACUERDO número ACDO. AS3.HCT.251121/301.P.DF dictado por el H. Consejo Técnico, en sesión ordinaria de 25 de noviembre de 2021, relativo a la Aprobación de los Costos Unitarios por Nivel de Atención Médica actualizados al año 2022. Diario Oficial de la Federación (DOF). Recuperado de http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5639077&fecha=22/12/2021
- DOF (2021b). ACUERDO mediante el cual se expide el Manual de Percepciones de los Servidores Públicos de las Dependencias y Entidades de la Administración Pública Federal. Diario Oficial de la Federación (DOF). Recuperado de https://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5619830&fecha=31/05/2021
- Environmental Protection Agency (EPA), 1995. Mercury elemental; CASRN 7436-97-6. Integrated Risk Information System (IRIS). Chemical Assessment Summary.





- Environmental Protection Agency (EPA). 2020. Portable mercury detector testing and evaluation report. Office of Research and Development. Homeland Security Research Program.
- Environmental Protection Agency (EPA). 2021a. Términos D. EPA en español. <https://espanol.epa.gov/espanol/terminos-d>. Fecha de consulta: 2 de marzo de 2022
- Environmental Protection Agency (EPA). 2021b. Regional Screening Level (RSL) Summary Table (TR=1E-06, HQ=0.1). <https://www.epa.gov/risk/regional-screening-levels-rsls-generic-tables>. Fecha de consulta: 4 de abril de 2022.
- Environmental Protection Agency (EPA). 2020. Portable mercury detector testing and evaluation report. Office of Research and Development. Homeland Security Research Program.
- Environmental Protection Agency (EPA). 2021b. Regional Screening Level (RSL) Summary Table (TR=1E-06, HQ=0.1).
- Evans, D., 1991. Chemical and physical partitioning in contaminated stream sediments in the River Ystwyt, mid-Wales. *Environ. Geochem. Health* 13, 84–92.
- Expreso (2020). Habitantes del Río Sonora exigen agua de calidad. Recuperado de <https://www.expreso.com.mx/noticias/sonora/habitantes-del-rio-sonora-exigen-agua-de-calidad/92196>
- FIRA (2022). Agrocostos. Fideicomisos Instituidos en Relación con la Agricultura (FIRA). Recuperado de <https://www.fira.gob.mx/Nd/Agrocostos.jsp>
- FORBES (2021). Cáncer y tumores alcanzan costo promedio de atención por 2.6 mdp: AMIS. Recuperado de <https://www.forbes.com.mx/noticias-cancer-y-tumores-costo-promedio-de-atencion-por-2-6-mdp-amis/>
- Franco-Bojórquez, E. M., & Vázquez-Ruiz, M. Á. (2020). Minería y sociedad actual: la preeminencia de una relación basada en el valor compartido. En F. Mora-Arellano (Ed.), *Minería y sociedad: Diálogos en construcción* (Primera ed., Vol. 16, págs. 37-51). Hermosillo, Sonora, México: Universidad de Sonora.
- Fuge, Ronald, Ian M.S. Laidlaw, William T. Perkins and Kerry P. Rogers (1991) "The influence of acidic mine and spoil drainage on water quality in the mid-Wales area". *Geochemistry and Hydrology Research Group, Institute of Earth Studies, University College of Wales, UK* <https://link.springer.com/article/10.1007/BF01734297>
- FUNDAR (2018). Fideicomiso Río Sonora. Fundar, Centro de Análisis e Investigación A.C. (FUNDAR). Recuperado de <http://riosonora.fundar.org.mx>
- Gillott C. 2005. Entomology. Third edition. Springer. The Netherlands.
- Gobierno de México (2015). BALANCE DE LAS ACCIONES DEL GOBIERNO DE LA REPÚBLICA EN EL RÍO SONORA. Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/338881/05DP_RIO_SONORA_Balance_Anual_agosto2015.pdf
- Gobierno de Sonora (2022). Venta de agua en pipa. Recuperado de https://historico.sonora.gob.mx/tramites-y-servicios/tramite_servicio/151.html
- Grimalt, J.O., Ferrer, M., Macpherson, E., 1999. The mine tailing accident in Aznalcollar. *Sci. Total Environ.* 242, 3–11.
- Haro Martínez, A. A., Arias Rojo, H. M., & Taddei Bringas, I. C. (2015). El valor de los servicios ambientales en la cuenca baja del río Mayo. *región Y Sociedad*, 27(63). <https://doi.org/10.22198/rys.2015.63.a236>
- Hazin, M. S. (2014). Macroeconomía del desarrollo. Buenas prácticas que favorezcan una minería sustentable. Publicación de las Naciones Unidas
- Hochkirch, A. 2016. The insect crisis we can't ignore. *Nature* 539, 141. <https://doi.org/10.1038/539141a>
- Hogg, T.J., Steward W.B., Bettany, J.R. 1978. Influence of the chemical form of mercury on its adsorption and ability to leach through soils. *Journal of Environmental Quality*. 7: 440-450. <https://doi.org/10.2134/jeq1978.00472425000700030029x>
- https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/37106/1/S201420301_es.pdf. Fecha de consulta: 17 de mayo de 2022.
- Hudson-Edwards, K.A., Schell, C., Macklin, M.G., 1999. Mineralogy and geochemistry of alluvium contaminated by metal mining in the Río Tinto area, southwest Spain. *Appl. Geochem.* 14, 1015–1030.
- IMTA (2022). Plantas potabilizadoras. Plan de Justicia de Cananea y Río Sonora marzo 2022. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA).
- INECC (2014). Cuantificación del daño ambiental y elementos para determinar la compensación asociada al derrame de lixiviado de sulfato de cobre de la empresa Buenavista del Cobre, S.A., en Sonora (Inédito). Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). Septiembre de 2014.
- INECC (2016). Metodología de Valoración





- Económica del Daño al Medioambiente por contingencias del sector minero. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/199520/3_CGCV_2016_Metodolog_a_de_valoraci_n_contingencias_sector_minero_CDMEX.pdf
- INECC (2017). Plan de Acción de Manejo Integral (PAMIC) Cuenca del río Jamapa. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). Recuperado de https://datos.abiertos.inecc.gob.mx/Datos_abiertos_INECC/CGACC/PAMICs/PAMIC_rio_Jamapa.pdf
 - INECC (2020). Revisión y análisis sobre valoración económica de los servicios ecosistémicos de México de 1990 a 2019, México. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/579760/Revisio_n_y_analisis_valoracion.pdf
 - INECC (2022a). Cuestionario aplicado a 19 personas que habitan los municipios afectados por el derrame, en el marco de la reunión de seguimiento de los avances del Plan de Justicia para Cananea, realizada el 8 de abril de 2022 en Huépac, Sonora. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC).
 - INECC (2022b). Costos de remediación. Dirección de Investigación de Contaminantes, Sustancias, Residuos y Bioseguridad. Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC).
 - INEGI (s/a). Encuesta Nacional de Ocupación y Empleo (ENOE), población de 15 años y más de edad. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/programas/enoe/15ymas>
 - INEGI (2010). Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los Hogares (ENIGH) 2010. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/programas/enigh/tradicional/2010/#Microdatos>
 - INEGI (2015a). Encuesta Nacional de los Hogares (ENH) 2015. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Recuperado de https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/enh/2015/doc/enh2015_resultados.pdf
 - INEGI (2015b). Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE). Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/app/mapa/denue/default.aspx>
 - INEGI (2020). Censo de Población y Vivienda 2010. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2010/>
 - INEGI (2022). Información de los Censos Económicos. Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Recuperado de <https://www.inegi.org.mx/programas/ce/2014/#Tabulados>
 - Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC). 2019. Desarrollo de la Evaluación Inicial del Convenio de Minamata en México. Informe final.
 - Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2017a. Estudio de información integrada de la Cuenca Río Sonora y otras. https://www.inegi.org.mx/contenido/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/702825087470_1.pdf. Fecha de consulta: 4 de marzo de 2022.
 - Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2017b. Carta de Uso de Suelo y Vegetación, Serie VI, Continuo Nacional. Disponible en: <https://www.inegi.org.mx/temas/usosuelo/default.html#Descargas>. Fecha de consulta: 28 de marzo de 2022
 - Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2021a. Geomediana Landsat. <https://www.inegi.org.mx/investigacion/geomediana/#Mapa>. Fecha de consulta: 16 de agosto de 2021.
 - Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). 2021b. Panorama sociodemográfico de México 2020 Sonora. Aguascalientes, México.
 - Instituto Nacional de Salud (INS). 2012. Contaminación con mercurio por la actividad minera. Volumen 32, No. 3, Bogotá, Colombia.
 - Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal (INAFED). 2022. Cananea. Enciclopedia de los Municipios y Delegaciones de México.
 - International Programme on Chemical Safety (IPCS). 1989. Environmental Health. Criteria 86. Mercury. Environmental Research, 15: 37-151.
 - International Programme on Chemical Safety (IPCS). 1989. Environmental Health. Criteria 86. Mercury. Environmental Research, 15:137-151.
 - ITSON (2014). Diseño en la administración de costos para la obtención del costo unitario a través del sistema de órdenes de producción. Instituto Tecnológico de Sonora (ITSON). Recuperado de <https://www.itson.mx/publicaciones/pacioli/Documents/no88/Pacioli-88-eBook.pdf>
 - Julca (2021). Estimación de costos en el cierre de minas. Curso de cierre de minas. Recuperado de https://www.cepal.org/sites/default/files/presentations/v_-_estimacion_de_costos_cepal.pdf
 - Lamberti (2018). Análisis del Fideicomiso Río Sonora. Recuperado de <https://poderlatam.org/2018/07/analisis-del-frs/>





- Lindberg S.E., Jackson D.R., Hurakee J.W., Janken S.A., Levin M.J., Luna, J.R. 1979. Atmospheric emission and plant uptake of mercury from agricultural soils near the Almadén mercury mine. *Journal Environmental Quality* 8: 572-578.
- López, J. M., (2023). Información sobre los costos de cosecha de 5 productos agrícolas en 2014.
- Luque, D., Murphy, A., Jones, E., Búrquez, A., Martínez, A., Manrique, T., & Esquer, D. (2019). Río Sonora: el derrame de la mina Buenavista del Cobre-Cananea, 2014. Hermosillo: Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. (CIAD). Recuperado de https://patrimoniobiocultural.com/archivos/publicaciones/libros/Libro_electronico_PDF_Rio_Sonora.pdf
- Macklin, M.G., Brewer, P.A., Hudson-Edwards, K.A., Bird, G., Coulthard, T.J., Dennis, I., Lechler, P.J., Miller, J.R., Turner, J.N., 2006. A geomorphological approach to the management of rivers contaminated by metal mining. *Geomorphology* 79, 423-447.
- Maleque M.A., Maeto K., Ishii H.T. 2009. Arthropods as bioindicators of sustainable forest management, with a focus on plantation forests. *Applied Entomology and Zoology*. 44: 1-11.
- Martínez, E. M., Flores, J. S. M., Sánchez, R. C. G., Salazar, J. A. G., Viqueira, J. P., & Sangerman-Jarquín, D. M. (2018). Comercialización de agua por pipas en el oriente del Valle de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. Recuperado de <http://cienciasagricolas.inifap.gob.mx/index.php/agricolas/article/view/1227/1380>
- Martínez, M. (11 de Diciembre de 2019). Caso río Sonora: Cofepris revela segundo derrame; el gobierno de Peña lo ocultó. Proceso, Disponible en <https://www.proceso.com.mx/nacional/2019/12/11/caso-rio-sonora-cofepris-revela-segundo-derrame-el-gobierno-de-pena-lo-oculto-235712.html>
- McDonald, D. D., Ingersoll, C. G., & Berger, T. A. (2000). Development and Evaluation of Consensus-Based Sediment Quality Guidelines for Freshwater Ecosystems. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 31(1), 20-31.
- Medina-Rangel, M. (Octubre de 2019). Asociación de Ingenieros de Minas Metalúrgicas y Geológicas de México, A. C. Recuperado el 23 de Julio de 2021, de GEOMIMET: <https://www.revistageomimet.mx/2019/10/la-contingencia-por-derrame-de-solucion-de-cabeza-en-el-rio-sonora-y-procesos-geoquimicos-ambientales-en-una-cuenca-hidrologica-mineralizada/>
- Mejía-Saavedra, J., Alfaro de la Torre, C., Razo-Soto, I., & Muñoz-Robles, C. (2014). El caso del Río sonora, 2014. Derrame de sulfato de cobre acidulado en los ríos Sonora y Bacanuchi. En M. Aguilar-Robledo (Ed.), *Memorias de los Seminario Interdisciplinarios* (pág. 38). San Luis Potosí, San Luis Potosí, México: Universidad Autónoma de San Luis Potosí.
- MHSPE. (2000). Dutch Target and Intervention Values, 2000 (the New Dutch List) . Ministry of Housing Spatial Planning and the Environment, Directorate General for the Environment (DGM).
- Millán R., Gamarra R., Schmid T., Sierra M.J., Quejido A.J., Sánchez D.M., Cardona A.I., Fernández, M. 2005. Mercury content in flora and soils for Almadén mining area (Spain). *Science of the Total Environment* 368: 79-87.
- Miller, J.R., Lechler, P.J., Hudson-Edwards, K.A., Macklin, M.G., 2002. Lead isotopic fingerprinting of heavy metal contamination, Río Pilcomayo basin, Bolivia. *Geochem. Explor. Environ. Anal.* 2, 225-233.
- Miller, J.R., Lechler, P.J., Mackin, G., Germanoski, D., Villarroel, L.F., 2007. Evaluation of particle dispersal from mining and milling operations using lead isotopic fingerprinting techniques, Río Pilcomayo Basin, Bolivia. *Sci. Total Environ.* 384, 355-373.
- Morales, A. L., y Hantke M. (2020). Guía metodológica de cierre de minas. Documentos de Proyectos (LC/TS.2020/166), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Recuperado de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/46532/S2000767_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Northey N. Haque, R. Lovel, M.A. Cooksey (2014), Evaluating the application of water footprint methods to primary metal production systems, *Minerals Engineering*, Volume 69, <https://doi.org/10.1016/j.mineng.2014.07.006>. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S089268751400226X>
- OMS. (2018a). Fichas informativas sobre sustancias químicas. En OMS, *Guías para la calidad del agua de consumo humano: cuarta edición que incorpora la primera adenda* (Cuarta ed., págs. 371-375). Ginebra, Suiza.
- OMS. (2018b). Fichas informativas sobre sustancias químicas. En OMS, *Guías para la Calidad del Agua de Consumo Humano: cuarta edición que incorpora la primera adenda* (Cuarta ed., págs. 367-369). Ginebra, Suiza: Organización Mundial de la Salud. Recuperado el 24 de Agosto de 2021



- Organización Mundial de la Salud. (2006). Hojas de información sobre sustancias químicas. En OMS, Guías para la Calidad del Agua Potable (Vol. 1, págs. 246-248). Génova: Organización Mundial de la Salud.
- Pliego Perla José Ernesto. 2010. Gestión del Agua Urbana en Cananea, Sonora: retos actuales y perspectivas futuras. Tesis de maestría. Universidad de Sonora.
- PODER-CCRS (2021). La situación del agua en el Río Sonora. Proyecto sobre Organización, Desarrollo, Educación e Investigación (PODER) y Comités de Cuenca Río Sonora (CCRS). Recuperado de <https://poderlatam.org/2021/08/la-situacion-del-agua-en-el-rio-sonora/>
- PROFECO (2021). Quién es quién en los precios. Pipas de agua potable. Procuraduría Federal del Consumidor (PROFECO). Recuperado de https://www.profeco.gob.mx/precios/canasta/pipas/2021/QQPPIPAS_051021.pdf
- PueblaGutiérrez, M.A. (2013). INTERMEDIACIÓN EN EL MERCADO DE CHILTEPÍN DE LA REGIÓN RÍO SONORA. Recuperado de <https://ciad.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1006/410/1/PUEBLA-GUTIERREZ-MA13.pdf>
- Ripari, N. V., Moscoso, N. S., & Elorza, M. E. (2012). Costos de enfermedades: Una revisión crítica de las metodologías de estimación. Lecturas de Economía, (77), 253-282. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=155226077008>
- Rolando E. Díaz-Caravantes, J. L. M. V. F. M. D.-G. (2021). Las plantas potabilizadoras en el río Sonora: una revisión de la recuperación del desastre. Regionysociedad.com. <https://regionysociedad.colson.edu.mx/index.php/rys/article/view/141>
- Rolph G., Stein A., Stunder B. 2017. Real-time Environmental Applications and Display System: READY. Environmental Modeling and Software. 95: 210-228.
- Romero-Lázaro, E. M., Ramos-Pérez, D., Romero, F. M., & Sedov, S. (2019). INDICADORES INDIRECTOS DE CONTAMINACIÓN RESIDUAL ENSUELOS Y SEDIMENTOS DE LA CUENCA DEL RÍO SONORA, MÉXICO. Revista internacional de contaminación ambiental, 35(2), 371-386. <https://doi.org/10.20937/rica.2019.35.02.09>
- Ronzano, E., & Dapena, J. L. (2015). Medida de la contaminación orgánica. En E. Ronzano, & J. L. Dapena, Tratamiento Biológico de las Aguas Residuales (pág. 524). España: Díaz Santos.
- Saade Hazin M. 2017. Buenas prácticas que favorezcan una minería sustentable. La problemática en torno a los pasivos ambientales mineros en Australia, el Canadá, Chile, Colombia, los Estados Unidos, México y el Perú. Serie Macroeconomía del Desarrollo. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. Naciones Unidas.
- SAGARHPA (2023). Información del oficio No. 002/23 con fecha del 16 de enero del 2023, solicitada a la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Recursos Hidráulicos, Pesca y Acuicultura del Estado de Sonora (SAGARHPA).
- SAGARPA (s/a). Norma Técnica para la Generación de Estadística Básica Agropecuaria y Pesquera. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Recuperado de http://infosiap.siap.gob.mx/opt/normativ_agricola/nagrop_full.pdf
- SAGARPA (2015). Criterios de procedencia que establecen el mecanismo de pago complementario a cultivos afectados como consecuencia directa del derrame de sustancias tóxicas en el “Río Bacanuchi”, ocurrido el 6 de agosto de 2014 en las instalaciones del complejo minero “Buenavista del Cobre” ubicadas en el estado de Sonora. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/339113/Criterios_de_Procedencia_de_Complemento_a_Cultivos.pdf
- Salgado Rabadán, J.H., Güitrón de los Reyes A., Cervantes Carretero A. 2021. Buenas Prácticas para el Uso del Agua en la Industria Minera de México. Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. <https://www.gob.mx/imta/documentos/buenas-practicas-para-el-uso-del-agua-en-la-industria-minera-de-mexico>
- SALUD (2022). Anuario de Morbilidad 1984 – 2020. Secretaría de Salud (SALUD). Recuperado de https://epidemiologia.salud.gob.mx/anuario/html/morbilidad_grupo.html
- Schowalter T.D. 2011. Insect Ecology. An Ecosystem Approach. Elsevier. England.
- Schuster E. 1991. The behaviour of mercury in the soil with special emphasis on complexation and adsorption processes. A review of the literature. Water, Air and Soil Pollution. 57: 667-680.
- Schuster E. 1991. The behaviour of mercury in the soil with special emphasis on complexation and adsorption processes. A review of the literature. Water, Air and Soil Pollution. 57: 667-680.
- SEDUE. (13 de Diciembre de 1989). Criterios Ecológicos de Calidad del Agua CE-CCA-001/89.





- Diario Oficial de la Federación, págs. 7-23.
- SEMARNAT. (06 de Enero de 1997). Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. Diario Oficial de la Federación, págs. 68-86.
 - SEMARNAT. (05 de Enero de 2018). Proyecto de Modificación de la Norma Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-1996, Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales para quedar como proyecto de modificación de la N. Diario Oficial de la Federación, págs. 50-69.
 - SEMARNAT (2018). Fideicomiso Río Sonora. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). Recuperado de <https://www.gob.mx/semarnat/acciones-y-programas/fideicomiso-rio-sonora>
 - SEMARNAT y CONAGUA (2021). Resultados de los Análisis del Monitoreo de Calidad del Agua Superficial y Subterránea en los Ríos Bacanuchi y Sonora Agosto de 2021. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Recuperado de <https://en15dias.com/wp-content/uploads/2022/01/Presentacion-Semarnat-Conagua-Analisis-de-calidad-del-agua-Agosto-2021.pdf>
 - SEMARNAT. (11 de Marzo de 2022). NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-2021, Que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación. Diario Oficial de la Federación, págs. 12-30.
 - SEMARNAT (2022). Información sobre remediación a nivel superficial en el río Sonora. Dirección General Gestión Integral de Materiales y Actividades Riesgosas (DGGIMAR). Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT).
 - Servicio Geológico Mexicano. (2020). Panorama minero del estado de Sonora. México: Secretaría de Economía Federal.
 - Servicio Geológico Mexicano (SGM). 2020. Anuario estadístico de la minería mexicana, 2019. Secretaría de Economía. Pachuca, México.
 - SIACON (2023). Sistema de Información Agroalimentaria de Consulta. Recuperado de <https://www.gob.mx/siap/documentos/siacon-ng-161430>
 - SIAP (2022). Estadística de Producción Agrícola. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Recuperado de <http://infosiap.siap.gob.mx/gobmx/datosAbiertos.php>
 - Siegel S.M., Siegel B.Z., 1998. Temperature determinants of plant-soil-air mercury relationships. *Water, Air and Soil Pollution*. 40: 443-448.
 - Simpson, S. L., Batley, G. B., & Chariton, A. A. (2013). Revision of the ANZECC/ARMCANZ Sediment. Quality Guidelines. CSIRO Land and Water Science Report 08/07. Sustainability, Environment, Water, Population and Communities. Nueva Zelanda: CSIRO Land and Water.
 - S&P, 2021 “Water scarcity in Latin America” (Consultada el 14 de abril de 2023) <https://www.spglobal.com/marketintelligence/en/mi/research-analysis/water-scarcity-in-latin-america.html>
 - SNIIM (2022). Sistema Nacional de Información e Integración de Mercados – SNIIM. Recuperado de <http://www.economia-sniim.gob.mx/nuevo/>
 - Solis-Garza, G., Robles-López, H., & Castellanos-Villegas, A. E. (2017). ESTRUCTURA Y COMPOSICIÓN DE LA VEGETACIÓN RIBEREÑA EN ZONAS ÁRIDAS. EL CASO DE LOS RÍOS BACANUCHI Y SONORA EN EL NOROESTE DE MÉXICO. *Biociencia*, 19(2), 3-12. <https://doi.org/10.18633/biociencia.v19i2.378>
 - Spiller M.S., Spiller C., Garlet J. 2018. Arthropod bioindicators of environmental quality. *Agro@ambiente On-line*. 12: 41-57.
 - SSA. (22 de Noviembre de 2000). Modificación a la norma oficial mexicana NOM-127-SSA1-1994. Salud Ambiental. Límites permisibles de calidad y tratamiento a los que debe someterse el agua para su potabilización. (S. d. Salud, Ed.) Diario Oficial de la Federación, págs. 73-79.
 - SSA. (12 de Julio de 2005). Norma Oficial Mexicana NOM-2030-SSA1-2002, Salud ambiental. Agua para uso y consumo humano, requisitos sanitarios que deben cumplir los sistemas de abastecimiento públicos y privados durante el manejo del agua. Procedimientos sanitarios para el muestreo. (S. d. Salud., Ed.) Diario Oficial de la Federación, págs. 70-81.
 - SSA. (02 de mayo de 2022). Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-2021, Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de la calidad del agua. (S. d. Salud., Ed.) Diario Oficial de la Federación, 2022.
 - SSP-SES (2014). Anuario Estadístico Edición 2014. Secretaría de Salud Pública (SSP) – Sistema Estatal de Salud (SES).
 - SSP-SES (2015). Anuario Estadístico 2015. Secretaría de Salud Pública (SSP) – Sistema



- Estatal de Salud (SES).
- SSP-SES (2017). Anuario Estadístico 2017. Secretaría de Salud Pública (SSP) – Sistema Estatal de Salud (SES).
- SSP-SES (2018). Anuario Estadístico 2018. Secretaría de Salud Pública (SSP) – Sistema Estatal de Salud (SES). Recuperado de <http://salud.sonora.gob.mx/images/documentos-y-formatos/Anuario-Estadistico-2018-Sistema-Estatal-de-Salud.pdf>
- SSP-SES (2019). Anuario Estadístico 2019. Secretaría de Salud Pública (SSP) – Sistema Estatal de Salud (SES). Recuperado de http://salud.sonora.gob.mx/images/documentos-y-formatos/Anuario_Estadistico_2019-Sistema_Estatal_de_Salud.pdf
- SSP-SES (2020). Anuario Estadístico 2020. Secretaría de Salud Pública (SSP) – Sistema Estatal de Salud (SES). Recuperado de https://salud.sonora.gob.mx/images/informes-y-resultados/Anuario_Estadistico_2020_-_Sistema_Estatal_de_Salud.pdf
- Sonora, P. C. (2022). Atlas Estatal de Riesgos para el Estado de Sonora.
- STPS (2022). PLAN DE JUSTICIA PARA CANANEA ABRIL 2022. Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS).
- Stein A.F., Draxler R.R., Rolph G.D., Stunder B.J.B., Cohen M.D., Ngan, F. 2015. NOAA's HYSPLIT atmospheric transport and dispersion modeling system. Bulletin of the American Meteorological Society. 96: 2059-2077.
- Toscana Aparicio A., Hernández Canales P.S. 2017. Gestión de riesgos y desastres socioambientales. El caso de la mina Buenavista del cobre de Cananea. Investigaciones Geográficas. 93: 1-14.
- UNAM. (2016). Diagnóstico ambiental en la cuenca del Río Sonora afectada por el derrame del represo "Tinajas 1" de la mina Buenavista del Cobre, Cananea, Sonora. Instituto de Geología. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- UNAM (2016). INFORME FINAL DIAGNÓSTICO AMBIENTAL EN LA CUENCA DEL RÍO SONORA AFECTADA POR EL DERRAME DEL REPRESO "TINAJAS 1" DE LA MINA BUENAVISTA DEL COBRE, CANANEA, SONORA. Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Recuperado de https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/341869/INFORME_FINAL_UNAM.pdf
- Uniradio Noticias (2014). Río Sonora: dos meses de incertidumbre. Recuperado de <https://www.uniradioinforma.com/noticias/riosonora/298833/rio-sonora-dos-meses-de-incertidumbre.html> USEPA
- United Nations Environmental Programme (UNEP). 2015. Toolkit for identification and quantification of mercury releases. Version 1.5.
- USEPA. (1998). Ecological Screening Values for Surface Water, Sediment, and Soil. California: Environmental Protection Agency.
- Vázquez-García, V., Ortega-Ortega, T., Martínez-González, R., & Ojeda-Gutiérrez, D. (2020). Minería extractiva y conflictos socioambientales por agua en el noroeste árido de México: un análisis desde la ecología política. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 55, 280-299.
- Xiao Z.F., Munthe J., Schroeder W.H., Linnquist, O. 1991. Vertical fluxes of volatile mercury over forest soil and lake surface in Sweden Tellus. 43B: 267-279.
- Zar HJ. 2010. Biostatistical Analysis. 5th ed. Upper Saddle River, New Jersey: Prentice-Hall. 944 p.



Dictamen Diagnóstico Ambiental Río Sonora en su versión digital se terminó de editar en mayo de 2023. El diseño editorial se realizó por parte de la Coordinación General de Comunicación Social de la Semarnat.

El contenido es responsabilidad de los autores.

DICTAMEN DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

Río Sonora

Mayo 2023



GOBIERNO DE
MÉXICO

MEDIO AMBIENTE
SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES