**173506-13**

**Dr. Salvador Peña Haro**

**Editor en Tecnología y ciencias del Agua**

Recibimos las correcciones y observaciones de la Ronda 1 del manuscrito 173506-13. Estamos muy agradecidos con usted y con los revisores por la atención brindada que ha enriquecido y mejorado significativamente la calidad del manuscrito.

Sus sugerencias han sido muy útiles y constructivas. Hemos tomado en cuenta todas las proposiciones y han sido incluidas en esta última versión del manuscrito.

Los siguientes cambios dan respuesta a las correcciones particulares sugeridas por los revisores:

**Revisor/a A:**

**Corrección 1.** *Aquí puede ponerse más bien un resumen de las conclusiones: En el periodo de estudio, todas las mediciones de arsénico (n=455) y de flúor (n=473) realizadas en las fuentes de abastecimiento del agua de la ciudad, exceden los LMP de 10 μg/L y 1.5 mg/L para As y F respectivamente, establecidos como seguros por la OMS. El 88 % de las determinaciones de arsénico se encuentran en el rango de 20 a 35 μg/L, es decir predominan niveles de As que superan de dos a tres veces el LMP de la OMS. . Considerando el valor de la NOM-127-SSA1-1994, alrededor de 50 % de las mediciones en el periodo de estudio se encuentran por debajo del LMP de 25 μg/L para As. El 84 % de las mediciones de F están en el rango de 3 a 6 mg/L, por lo que las concentraciones de F superan de dos a cuatro veces el LMP de 1.5 mg/L de los dos organismos mencionados*

**Respuesta 1.** Se modificó el resumen para integrar los aspectos más relevantes de las conclusiones de acuerdo a lo sugerido, (gracias).

**Corrección 2.** *Este parámetro parece responder a variación interanual y no a los cambios en los dos últimos años***.**

**Respuesta 2.** Si, corresponde a la variación interanual y dentro de la variación interanual estos cambios son los relevantes.

**Corrección 3.** *Su temperatura media anual es de 16.7° C con una máxima promedio de 35.77°C y mínima ¿promedio? de -8° C en invierno.*

**Respuesta 3.** Si es promedio, se corrigió en el manuscrito

**Corrección 4.** *La precipitación media anual es de 546 mm, con una máxima en 24 horas de 82 mm, y una evaporación ¿potencial? promedio de 2,448 mm.*

**Respuesta 4.** Efectivamente, es potencial. Se corrigió en el manuscrito

**Corrección 5.** *En esta zona existe un coeficiente de escurrimiento de 0 a 5 % y la dirección del flujo de las aguas subterráneas es de oeste a este (*[*CONAGUA, 2015*](#_ENREF_6)*). Esta frase queda mejor a continuación del (DOF, 2014) unos renglones arriba.*

**Respuesta 5.** Se realizó en el manuscrito el cambio sugerido

**Corrección 6.** *Dado que más adelante se menciona que la extracción por el mayor uso urbano-industrial tiene influencia en las concentraciones de As y F, convendría señalar aquí la proporción que guardan estos usos respecto al total.*

Respuesta 6. En la figura 1. Se incluyó un análisis de las extracciones que tienen estos usos en el área de estudio para dar mayor certidumbre a este argumento.

**Corrección 7.** *Se sugiere utilizar hm3/anuales para representar 106m3/anuales*

Respuesta 7. Se corrigió en el manuscrito.

**Corrección 8.** *Especificar el tipo de roca*

**Respuesta 8.** Se corrigió en el manuscrito, se especificó el tipo de roca ígnea a la que se hace referencia (Toba riolitica- igninmbrita)

**Corrección 9.** ¿*También son de origen aluvial*?

**Respuesta 9.** Se corrigió en el manuscrito. También son de origen Aluvial

**Corrección 10.** *Falta referencia de estudio en el que se muestre el abatimiento de los niveles freáticos asociado a la mayor extracción en las zonas de bombeo de pozos para usos urbano e industrial.*

**Respuesta 10.** En la figura 1, se agregó un análisis de los niveles de extracción efectuados en el área de estudio al año (CONAGUA, 2018). El uso de suelo en área de estudio junto con una imagen satelital nos permite observar que los mayores niveles de extracción corresponden a las áreas más pobladas, con más locales industriales, que corresponden a la parte norte y sureste del área de estudio.

**Corrección 11.** *El nombre y el número de la carta no aparecen así en la dirección de recuperación señalada*

**Respuesta 11.** Efectivamente, la referencia estaba mal redactada. El nombre de la carta y numero corresponde a la carta “PRESA PRESIDENTE GUADALUPE VICTORIA F13-B11”. Se corrigió en el manuscrito.

**Revisor/a B:**

**Corrección 1.** *El artículo es repetitivo, la información que se presenta en la
introducción se vuelve a copiar y pegar en las diferentes secciones de los
resultados y las conclusiones.*

**Respuesta 1.** Se han conjuntado secciones para evitar repetir los argumentos presentados. A este respecto, en la versión restructurada del manuscrito solo se tiene dos secciones en lugar de cuatro en la parte de resultados. Se redujo el número de páginas de 25 a 19.

**Corrección 2.** *Una falla importante del artículo es el uso excesivo de un argumento con el que justifican la variación de sus datos, tanto dentro del estudio como al compararlos con datos ya publicados. Esta variación se atribuye a la variación de lluvia, infiltración y evapotranspiración en los meses de muestreo (abril a agosto). No se presenta evidencia para demostrar que efectivamente existió dicha variación***.**

**Respuesta 2.** Se revisaron estos argumentos y se evitó su repetición. Desafortunadamente la resolución temporal de los datos no permite mostrar evidencia el efecto de la lluvia/infiltración, y evapotranspiración sobre las variaciones observadas en el estudio, pues la toma de muestras en el área de estudio abarca mese secos (abril- mayo) y meses de verano con lluvia (Julio Agosto). De esta manera, al no tener la fecha concreta del muestreo, las muestras pudieron ser recolectadas en los meses secos o en meses húmedos y no se sabe si siguió el mismo plan de muestreo para todos los años de estudio, lo que no nos permite determinar el efecto de factores en las variaciones anuales encontradas. Sin embargo, al contar con mediciones anuales repetidas en la gran mayoría de pozos y algunos tanques, permite establecer de manera más sistemática que existen variaciones anuales de los niveles de As y F en el área y periodo de estudio. Si bien existen ya estudios con respecto a los niveles de As y F en el agua subterránea de la ciudad de Durango, el presente estudio es el primer análisis que se hace a largo plazo de estos niveles.

**Corrección 3.** *Se menciona también el proceso de oxidación de arsenopirita,
pero no se presenta información que indique que existe esta formación
geológica en la región y en que parte de la ciudad de Durango.*

**Respuesta 3**. Los acuíferos aluviales del norte de México tienen características geológicas similares (Rivera Carranza, 2016). La ciudad de Durango, se encuentra localizada a las orillas de la Sierra madre occidental (SMO), la cual tiene gran influencia en la composición y estructura aluvial del acuífero de la zona de estudio. La zona de la SMO está compuesta por conjuntos de rocas ígneas e incluye depósitos de arsenopiritas que son arrastrados a los depósitos aluviales de la zona de estudio.

Rivera Carranza, E. (Febrero 2016). Afectaciones a la salud por la presencia de arsénico (arsenicismo) en la comarca lagunera. 1er. Congreso Internacional de Geología Médica. Servicio Geológico Mexicano. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, México, 22 al 28 de febrero de 2016.

**Corrección 4.** *Durante todo el documento se hace un uso inadecuado de comas y paréntesis.*

**Respuesta 4**. Se revisó la redacción del manuscrito y se puso énfasis en los aspectos de redacción señalados.

**Corrección 5.** *Se requiere de una revisión minuciosa de la estructura y redacción del
artículo, para corregir los diferentes errores de ortografía y gramática.*

**Respuesta 5**. Se revisó la reviso la redacción del manuscrito y se puso énfasis en los aspectos de redacción señalados.

**Corrección 6.** *Se requiere que se homologue el uso de términos, por ejemplo flúor o F.*

**Respuesta 6**. Se homologaron los términos señalados.

**Corrección 7.** *En el texto se deben de traducir los términos en inglés, por ejemplo p value.*

Respuesta 7. Se tradujeron todos los términos en ingles a español. (P- Value y ANOVA one-way).

**Corrección 8.** *Las secciones “Distribución espacial de los niveles de As/F en la zona de
estudio” se pueden fácilmente incorporar a las secciones “Variación
temporal de los niveles de As/F 2012-2016”. Se presenta la misma
información, las mismas referencias y la misma interpretación de los
resultados. Misma información que ya se presentó de la misma manera en la
introducción.*

**Respuesta 8.** Solo quedaron dos secciones, Variación Temporal de los niveles de As y F 2012-2016 y Distribución espacial de los niveles de As y F. Se evita ser repetitivo en los argumentos.

**Corrección 9.** *Se presentan los siguientes argumentos en los resultados “mecanismos
locales que afectan solo a las concentraciones de flúor o arsénico en el
agua. Por ejemplo, se ha observado que solo las concentraciones del flúor
son incrementadas por cambios en la evapotranspiración y la evaporación en
regiones áridas y semiáridas (Jacks et al., 2005).” “Sin embargo, la
parte noreste, noroeste y sureste (zonas I, II y III) presentan un
incremento mayor que en las otras dos áreas (Figura 5A). Los incrementos en
los niveles de arsénico en estas zonas pueden ser resultado de la
reducción de la capa freática, causada por la extracción masiva de agua
subterránea, la cual es mayor en estas zonas debido a ser áreas urbanas e
industriales. Este mecanismo se da por la oxidación de minerales con
sulfuro que contienen arsénico, principalmente arsenopirita (AsFeS2), la
cual aumenta por la mayor presencia de oxigeno causada por la extracción
agua subterránea (Farooqi et al., 2007; Navarro et al., 2017).” Los
cuales contradicen la información presentada en la introducción “La
precipitación media anual es de 546 mm, con una máxima en 24 horas de 82
mm, y una evaporación promedio de 2,448 mm”, “alcanzando una
extracción de 113.17 (MMm3/anuales), mientras que la recarga del mismo se
estima en unos 117.03 (MMm3/anuales)***”.**

**Respuesta 9.** Los datos de **extracción de 113.17 MMm3/anual** y de recarga **117.03 MMm3/anual** de recarga fueron verificados. Efectivamente existe un déficit en el acuífero, como en la gran mayoría de los acuíferos del norte de México. Las estimaciones más recientes fueron publicadas en el (DOF, 2015). Por lo que para el acuífero del valle del Guadina se estima una recarga de 131.9 hm3 y extracción de 144.79 hm3. Se agregó esta estimación más reciente al manuscrito. Parte de la reestructura consistió en precisar más este factor en el área de estudio. Al respecto, se modificó la Figura 1 con la distribución y cantidades de extracción de agua en el área de estudio obtenido del REPDA (CONAGUA, 2018). Se puede notar que las (zonas I, II y III) se tienen mayores extracciones anuales que en la zona IV. Esta zona es la zona con mayor densidad de población y más actividades industriales es la que presenta mayor extracción. Esto sugiere que la mayor extracción en estas áreas está favoreciendo la mayor incorporación de arsénico al agua subterránea, que fue lo que se observó para los años 2015 y 2016. Aunque dicha afirmación no es completamente aceptable, dado que no se cuenta con datos de un diseño experimental que de mayor certidumbre al respecto. En el caso de flúor de acuerdo a la literatura, la mayor extracción debería representar incrementos en los niveles de F, en esas zonas y en los mismos años, lo cual se ha reportado en otros acuíferos aluviales ([Huízar Álvarez et al., (2016)](https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0188461116300358%22%20%5Cl%20%22bib0170); knappett et al., 2018). Sin embargo se observó que en esos años (2015 y 2106) se registraron disminuciones estadísticamente significativas de los niveles de F en esas zonas con mayores niveles de F. Lo que sugiere que otros factores locales como la evaporación, precipitación, pueden estar afectando el comportamiento del F, lo cual repecute y cambia el comportamiento respecto al comportamiento presentado en otras regiones áridas de México y en el mundo s. a (Jacks et al., 2005).

**Corrección 10.** *De manera más importante, se
menciona que los datos que se usan para la construcción de los mapas y los
análisis estadísticos, fueron tomados de una base de datos. Es decir, los
autores no pueden estar completamente seguros de la calidad de dichos datos.
De igual manera, se observa un número diferente de datos para la
determinación del As y el F. En el artículo no se menciona nada acerca de
la metodología para la toma de las muestras, ni de su conservación.
Obviamente no se puede saber si dichos protocolos se siguieron.*

Respuesta.8. La realización del presente estudio fue posible gracias a la información histórica proporcionada por Aguas del Municipio de Durango (AMD). Al respecto se indica que los procedimientos para la toma del muestra, transporte, almacenamiento y análisis fueron realizados por un laboratorio acreditado por (EMA) y por CONAGUA-DURANGO.

**Corrección 11.** *Correcciones puntuales (adicionales a lo que marca el corrector de
ortografía, correr la aplicación para corregir lo obvio).*

**Respuesta 11.** Se revisó la gramática, escritura y narrativa del manuscrito.

**Corrección 12.** *Corregir: todas las mediciones efectuadas la ciudad estaban por encima LMP*

**Respuesta 12.** Oración corregida en la página, parrafo ¿??

**Corrección 13.** *¿Referencia para esta oración? Aunque pueden existir fuentes
antropogénicas de arsénico, como el uso de plaguicidas con arsénico en la
agricultura y la preservación de madera, la presencia a gran escala de
concentraciones de arsénico tiene origen geológico. ¿Realmente la
presencia a gran escala de arsénico proviene de fuentes naturales? ¿Qué
hay de los sitios impactados por la actividad minera (Ejemplo: 850,000 mg/l
de As en Iron Mountain, California)?*

**Respuesta 13**. Navarro et al 2015 indica que: *aunque existen documentados fuentes antropogénicas de arsénico en varias partes de mundo, la gran mayoría de casos de presencia de arsénico en el agua subterránea, a gran escala espacial es de origen geológico*. Esta idea hace referencia a la *gran escala espacial*, como la que se presenta en gran parte de los estados del norte de México. Siendo importante aclarar que se refiere a gran escala espacial. Resumiendo, el término fue corregido en el manuscrito.

Navarro, O., González, J., Júnez-Ferreira, H. E., Bautista, C. F., & Cardona, A. (2017). Correlation of arsenic and fluoride in the groundwater for human consumption in a semiarid region of Mexico. *Procedia Engineering*, *186*, 333-340.

**Corrección 14. Corregir:** *otras ciudades mexicas con niveles altos de F*

Respuesta 12. Corrección efectuada en manuscrito

**Corrección 15. Corregir:** *Muchos de los estudios anteriores han estado limitados a un pequeño número de pozos*

**Respuesta 13.** Corrección efectuada en manuscrito

**Corrección 16. Corregir:** *la one way ANOVA.*

**Respuesta 17.** Corrección efectuada en manuscrito, por ANOVA de un factor.

**Corrección 17.** *La Tabla 1 se puede borrar, no se hace uso ni referencia de la misma en el texto*

**Respuesta 17.** La tabla 1 se cita en el texto en la oración. “Se interpolaron capas de isoconcentración de As y F con base a los valores de interés mostrados en el (Tabla 1)”. Se considera información de aclaración para el manuscrito.

**Corrección 18. Tabla 2***: los elementos de la tabla no están alineados.*

**Respuesta 18.** Se alineo la tabla 2

**Corrección 19.** *Figura 2: las gráficas se tienen que corregir. Las etiquetas están
equivocadas. Para las figuras en la mano derecha, para cada año, debería
de haber datos de diferentes colores para las diferentes zonas***.**

**Respuesta 19.** Dada la restructuración realizada en esta nueva versión del manuscrito, esta figura se modificó para que solo muestre la variación temporal global para As y F en el área de estudio. Por lo que el análisis espacial global y espacial temporal de la zonificación efectuada en el estudio se pasó a la siguiente sección.

**Corrección 20.** *En el párrafo “Considerando los altos niveles de As y F en la zona de estudio, AMD ha adoptado la estrategia de mezclar agua proveniente de
diferentes pozos en los tanques de almacenamiento, para diluir los elevados
niveles As y F”, el uso del adjetivo “elevados” es un poco exagerado,
tomando en cuenta de que se pueden encontrar concentraciones de As del
orden de miligramos por litro.*

**Respuesta 20.** Se redactó mejor la idea, ya que se quiere decir que AMD ha establecido esta estrategia de mezclado solo en los pozos que tienen altas concentraciones de Arsénico con respecto al límite de referencia para consumo humano.

**Corrección 21. Corregir:** *Las diferencias estos rangos*

**Respuesta 21**. Corregido en manuscrito

**Corrección 22. Corregir:** *Conover encontró que únicamente no hubo diferencias
significativas en los niveles de As determinados en los años 2013 y 2014.*

**Respuesta 22.** Corregido en manuscrito

**Corrección 22.** *Corregir las leyendas en la Figura 3, el texto está en inglés y el
artículo está escrito en español. ¿Por qué hay huecos en los datos del
año 2012 y 2013? Considero que esta figura no es relevante para el
artículo. Las gráficas contenidas no se discuten al detalle que justifique
el presentarlas.*

**Respuesta 22**. Se ha removido la figura 3 del manuscrito. Efectivamente no se profundiza en los detalles de la figura 3 y esto permitió reducir la extensión del manuscrito.

**Corrección 23. Corregir:** *todas las observaciones del periodo de mediante el test.*

**Respuesta 23.** Se corrigió en el manuscrito

**Corrección 24.** *Se requiere que se analicen y correlacionen las interacciones que se
mencionan en el artículo para demostrar que efectivamente las variaciones
en los datos se debe a una variación en los patrones de lluvia y en el
consumo: “sugiere que otros factores como los cambios en la precipitación
o en los niveles de extracción provocan estas variaciones interanuales.*

**Respuesta 24.** Se integró un análisis del nivel de extracción anual de agua subterránea en el área de estudio, donde se verifica que las zonas más pobladas y con más actividades industriales, tienen mayores niveles de extracción, lo que podría repercutir en los niveles estáticos y en el aumento de la concentración de Arsénico reportada. Los niveles de concentración de flúor, deberían tener un comportamiento similar al del arsénico en estas áreas, sin embargo, esto no se ha observado en los datos reportados. Contrariamente, el análisis estadístico de los datos muestra una ligera disminución, estadísticamente significativa en esas áreas.

Se ha reportado que el bombeo constante ha disminuido los niveles de F en el agua subterránea de algunos acuíferos, lo cual se atribuye a cambios en la hidrodinámica del agua subterránea (Abdellah., et al 2012). Sin embargo, también se debe considerar la gran influencia de estos factores en las variaciones de las concentraciones de F en las zonas áridas de México y otras partes del mundo Rasool et al., (2017). Los resultados presentados en el manuscrito, constituyen parte de la información que permita en estudios posteriores establecer un modelo conceptual del funcionamiento hidro-geoquímico del sistema acuífero con énfasis en el comportamiento de As y F.

**Corrección 25***. Los autores atribuyen estas variaciones y la diferencia entre valores reportados anteriormente al mismo factor. El mismo argumento no se puede usar para interpretar las variaciones observadas, sin mostrar evidencia que respalde al mismo.*

**Respuesta 25.** Es probable que los factores que crean variación son a corto plazo como la precipitación, infiltración o la extracción, que se han documentado ampliamente como unas de las principales causas de variaciones en las concentraciones de estos elementos en el agua subterránea.

Se incorporó el análisis de las extracciones de agua subterránea en el área de estudio, el cual sugiere que dicho factor tiene una gran influencia en los niveles de Arsénico, principalmente en las áreas de mayor extracción.

Ciertamente no podemos afirmar que las variaciones encontradas y los presentados en otros estudios, son resultado de los factores locales mencionados.

Sin embargo, se citan estudios anteriores porque sirven de evidencia empírica de la alta variabilidad temporal de estos elementos en el área de estudio. Este aspecto es relevante en el manejo sustentable del recurso y diseño de tratamientos. El análisis presentado en éste estudio, es el primero que cuenta con mediciones a largo plazo en 5 años y con mayor homogeneidad.