

6-Characterización Del Acuífero De Antón Y Sus Propiedades Físico-Químicas, Geofísicas E Isotópicas

Leone K., Orlando A.; Salinas, Pedro; Ramos, Maritza E.; Barragán, Laila J.

6-Characterización Del Acuífero De Antón Y Sus Propiedades Físico-Químicas, Geofísicas E Isotópicas

Scientia. Revista de Investigación de la Universidad de Panamá, vol. 31, núm. 1, 2021

Universidad de Panamá, Panamá

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=651769491006>

6-Caracterización Del Acuífero De Antón Y Sus Propiedades Físico-Químicas, Geofísicas E Isotópicas

Orlando A. Leone K.
Universidad de Panamá, Panama
orlandoleone2002@yahoo.com

Redalyc: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=651769491006>

Pedro Salinas
Universidad de Panamá, Panama
psalinas@yahoo.com

Maritza E. Ramos
Universidad de Panamá, Panama
mrleone2@yahoo.com

Laila J. Barragán
Universidad de Panamá, Panama
laila_barragan29@yahoo.com

Recepción: 27 Octubre 2020
Aprobación: 07 Diciembre 2020

RESUMEN:

Los resultados hidroquímicos indican una cuenca del tipo (Na-Ca-HCO₃-Cl) y los resultados isotópicos indican una cuenca abastecida principalmente de agua de lluvia, aunque esta es una información preliminar por falta de la caracterización de las aguas de lluvias locales. Los flujos de la cuenca fluyen de oeste al este, atravesando la ciudad de Antón hacia el río del mismo nombre, lo que indica que hay que revisar la explotación en el sector oeste para evitar bajas en los niveles piezométricos. El uso no controlado de hipoclorito de sodio por parte del IDAAN para purificar los pozos de agua, interfiere y complica el uso de la técnica hidroquímica para la interpretación hidrológica del acuífero de Antón. Acorde a las normas de Panamá para agua potable (MICI), los resultados químicos indican un agua de alta calidad para consumo humano, aunque se observa un aumento en la concentración de nitratos focalizados en el centro y sur de la ciudad de Antón.

PALABRAS CLAVE: Hidrología, Hidroquímica, Isotópica, Antón, Caracterización, Contaminación, Nitratos, Hipoclorito, Deuterio, O18.

ABSTRACT:

Hydrochemical results indicate a basin type (Na - Ca - HCO₃ - Cl) and isotopic results indicate a basin supplied mainly rainwater, although this is a preliminary information for lack of characterization of the waters of local rainfall. Flows of the basin flow from west to east, through the city of Anton to the river of the same name, indicating that the operation should be reviewed in the western sector to avoid drops in groundwater levels. The uncontrolled use of sodium hypochlorite by the IDAAN to purify water wells, interferes and complicates the use of the hydrochemistry technique for the hydrological interpretation of the aquifer of Anton. According to Panama standards for drinking water (MICI), the chemical results indicate a high quality water for human consumption, although an increase is observed in the nitrate concentration focused on the center and south of the city of Anton.

KEYWORDS: Hydrology, Hydrochemistry, Isotope, Anton, characterization, Pollution, Nitrates, Hypochlorite, Deuterium, O18.

1. INTRODUCCIÓN

La presente investigación es el resultado del convenio de la Agencia Internacional de Energía Atómica y la Universidad de Panamá, bajo el programa "Usando Isótopos para la Evaluación Hidrogeológica de Acuíferos Intensamente Explotados en América Latina", que tiene por objetivo mejorar el conocimiento de la dinámica

de la cuenca mediante las herramientas isotópicas y determinar posibles cambios de la línea base del Acuífero de Antón debido a la sobre explotación de las aguas subterráneas.

Esta investigación surge a partir de las necesidades apremiantes de agua en el Distrito de Antón, provincia de Coclé (ver Figura 1). Actualmente tiene una población de más de 10 000 habitantes y se proyecta una demanda de 76 l/s de agua subterránea para una población proyectada al 2040 de 17 000 habitantes. En la actualidad la Ciudad se abastece de 14 pozos de agua subterráneas y se planifica la perforación de pozos profundos con un caudal de 7.6 L/s (120.5 gal/min) por pozo, para un régimen de bombeo de 24 horas. El Distrito de Antón es agrícola y ganadero en donde el factor agua es de suma importancia, por lo que se requiere de un mejor manejo del recurso hídrico, en donde se presente un estudio de las posibilidades de explotación y sustentabilidad del recurso hídrico.

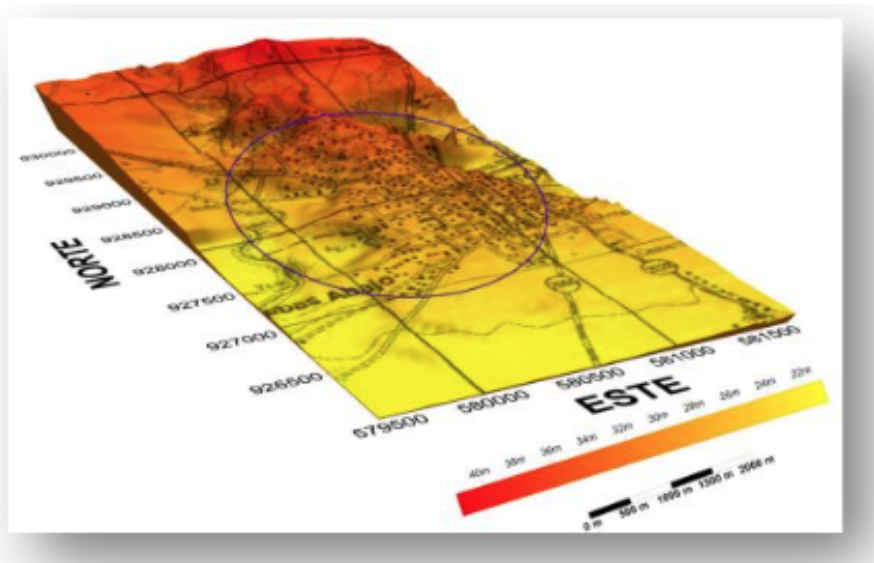


FIGURA 1
Mapa físico de la Ciudad de Antón

La Figura 2 muestra el mapa geológico donde se encuentran todas las formaciones que conforman la Cuenca del Río Zaratí. Las formaciones geológicas del área de estudio son las siguientes: Formación Río Hato (QR-Aha), Formación El Valle (TMPL-VA), Formación Cerro El Encanto (TM-Yen) y la Formación Tucué (TM-CATu) (Informe Minero II, DGRM.1998).

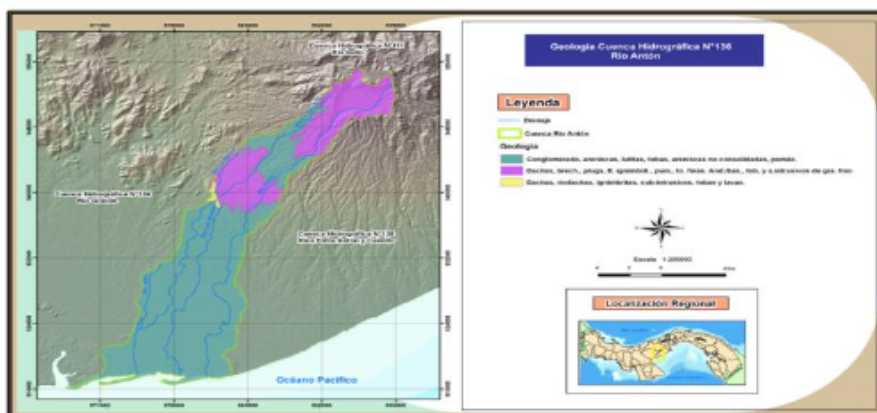


FIGURA 2
Geología de la Cuenca de Antón

La investigación se centra en la Cuenca 136, llamada cuenca de Antón, la misma que abastece de agua al distrito de Antón y sus alrededores. Como un camino para conocer la dinámica de la cuenca mediante las herramientas isotópicas y determinar posibles cambios de la línea base del Acuífero de Antón debido a la sobre explotación de las aguas subterráneas, se realizaron colecta de aguas de pozos en lugares de la ciudad de Antón y sus alrededores, con la ayuda de los administradores de los pozos en este caso con el Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales, IDAAN. Las muestras de agua superficiales se tomaron en lugares estratégico de los ríos: Las Guabas, La Estancia y Antón (ver Figura 3). Se realizaron dos giras de colecta; la primera el 8 de junio del 2013 y la segunda el 18 de diciembre del 2014. En este estudio hidroquímico e isotópico se contemplaron las mediciones de los parámetros físicos y químicos de ambas aguas además de mediciones piezométricas.

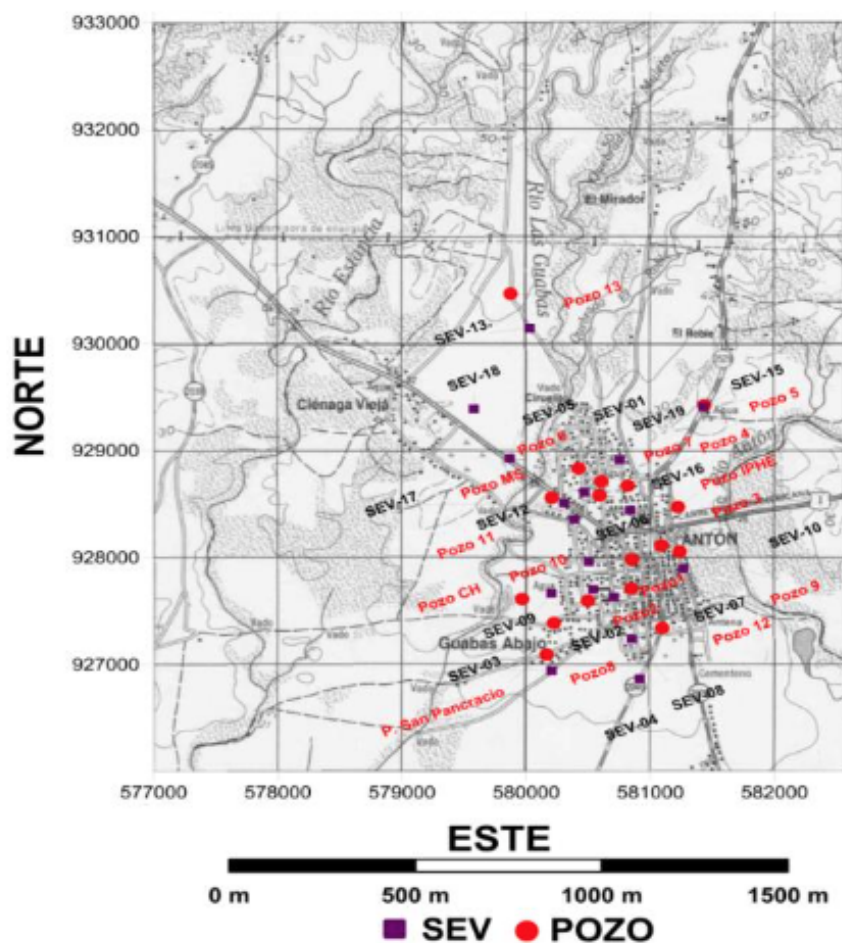


FIGURA 3
Mapa de Localización de pozos, ríos y SEV

Se determinaron las cotas de cada pozo, para la elaboración del mapa de piezometría. Para esto se realizó una campaña topográfica en donde se midió las cotas de cada pozo, el nivel estático de los mismos y su posición con un GPS (Global Positioning System) o equipo de medida del Sistema de Posicionamiento Global.

2. PARTE EXPERIMENTAL

Las muestras fueron colectadas en vasijas de polietileno para análisis de aniones, cationes e isótopos estable. A los envases de cationes se les adicionó 1 mL de ácido nítrico 5M. Se determinaron en el campo las pruebas

señaladas en la tabla No.1. Todas las muestras se almacenaron en hielo para los análisis de laboratorio. Los metales se analizaron en el Laboratorio de Absorción Atómica de la VIP (Universidad de Panamá) y los análisis de aniones e isótopos D2 y O18 se realizaron en el Centro de Investigaciones con Técnicas Nucleares (Universidad de Panamá). Las técnicas analíticas utilizadas aparecen resumidas en la tabla No. 1.

TABLA N° 1
Técnicas analíticas empleadas para el análisis de agua de pozo y del Río de Antón

Tipo de Analito	Analito	Método
Aniones	HCO ₃ ⁻ (<i>Campo</i>)	Volumétrico - Titulación con H ₂ SO ₄
	NO ₃ ⁻ F ⁻ Br ⁻ NH ₄ ⁺	Electroquímico Potenciométrico (ISE), OrionVersatar
	SO ₄ ⁻	Nefelométrico
	Cl ⁻	Electroquímico ISE
		Volumétrico MOHR
Cationes	Fe ³⁺ /Fe ²⁺	Polarográfico (DPP), PSTAT, METROHM
	Na ⁺	Espectrofotometría de Emisión Atómica de Llama, SHIMADZU 6800
	K ⁺	Espectrofotometría de Emisión Atómica de Llama
	Mg ²⁺	Espectrofotometría de Absorción Atómica de Llama (La ⁺³), SHIMADZU 6800
	Ca ²⁺	Electroquímico ISE,
Espectrofotometría de Absorción Atómica de Llama (La ⁺³)		
Otros	pH (<i>Campo</i>)	Electroquímico ISE, OAKTON
	Conductividad (<i>Campo</i>)	Electroquímico
	ORP	Sonda Electroquímica
	Si-SiO ₂ PO ₄ ⁻³	Espectrofotométrico HACH
	Temperatura (<i>Campo</i>)	Digital
	Turbiedad (<i>Campo</i>)	Fotométrico Nefelometría
Isótopos	δ ² H y δO ¹⁸	Espectroscopía Láser LGR, LWIA 24 EP

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados físicos, químicos e isotópicos de los pozos y ríos aparecen en el Anexo de este informe.

Los resultados obtenidos a partir de los sondeos eléctricos verticales, muestran una buena coherencia. Estos resultados numéricos obtenidos después de la interpretación, se observan en los datos procesado en la Figura 4, en donde se representa aproximadamente la profundidad de las diferentes capas geoelectricas correspondientes a diferentes litologías. Del estudio geoelectrico podemos concluir que los pozo 5, 6 y 7, tienen problemas de agotamiento en la época seca debido a que estos pozos fueron perforados muy someramente. El Sondeo Eléctrico Vertical SEV 01, el cual se encuentra cerca del pozo 6, nos indica que la capa geoelectrica que aporta agua se encuentra aproximadamente a 22.6 m. La bomba se encuentra a 30.0 m, habiendo una diferencia de 7.39 m, la cual es significativa para que el pozo se agote.

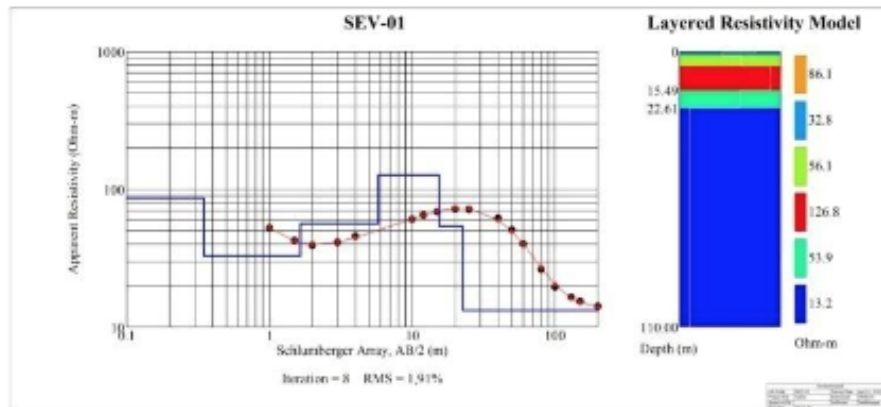


FIGURA 4
Sondeo Eléctrico Vertical en la cercanía del pozo 6

En la figura 5 se observa el mapa piezométrico obtenido, en el cual se aprecia un flujo del oeste hacia el este, pasando por la ciudad de Antón y finalizando en el sector del río Antón. Es importante proteger las fuentes que abastecen los pozos de la ciudad y cualquier actividad de explotación acuífera del sector oeste de Antón que pudiesen afectar los niveles piezométricos.

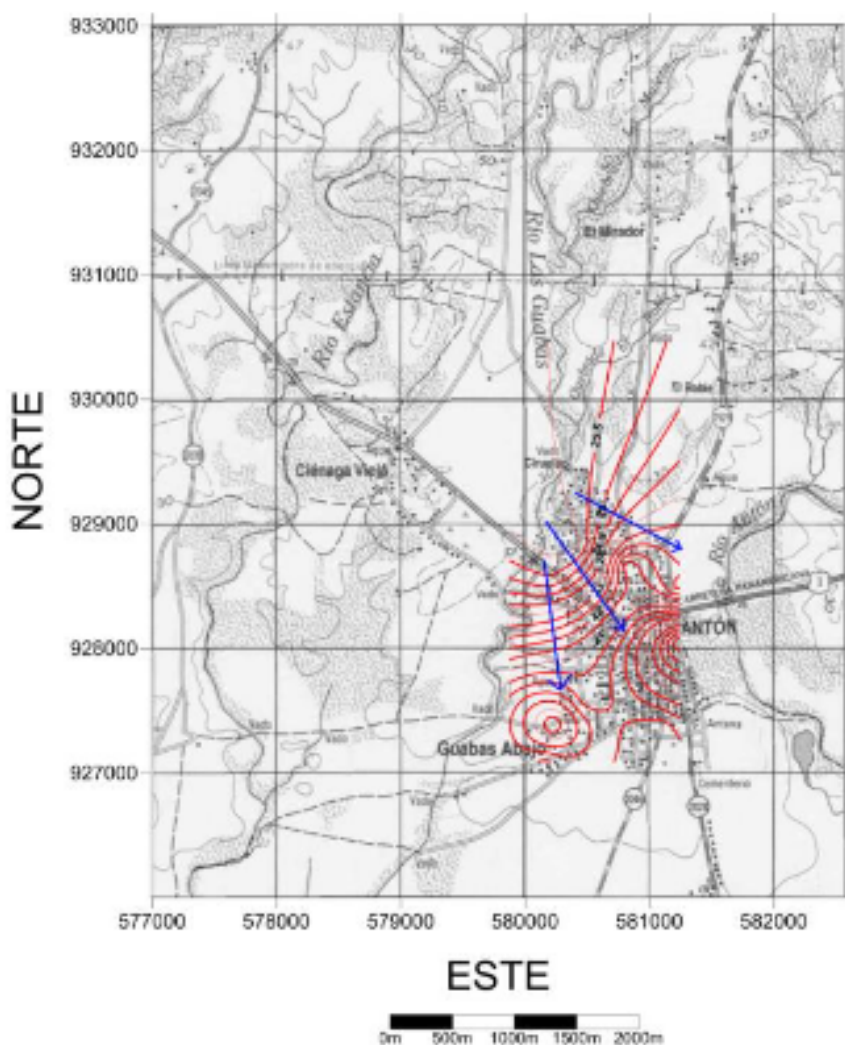


FIGURA 5
Mapa de la piezometría de la cuenca encima del mapa 1:50000.

De los resultados obtenidos del diagrama de Piper se presentan dos grupos de aguas bien marcadas (Figura 6) , la razón por la cual encontramos aguas principalmente del tipo (Na-Ca-HCO₃-Cl), lo cual se debe principalmente al proceso de meteorización de silicatos y a posibles procesos convectivos de vientos marinos hacia el sector de Antón. Sin embargo el estudio de la relación de Na⁺ y Cl⁻ (Figura 7) muestra un exceso de sodio en la segunda gira del 2014 (pendiente menor de 1) en relación a la primera gira del 2013 (pendiente cercano a 1). Esto podría ser causado por el uso del hipoclorito de sodio que el IDAAN utiliza para purificar el agua, el cual se observó su uso durante la segunda gira, por lo que las muestras de esa gira no son representativas de la cuenca de Antón para la interpretación hidroquímica.

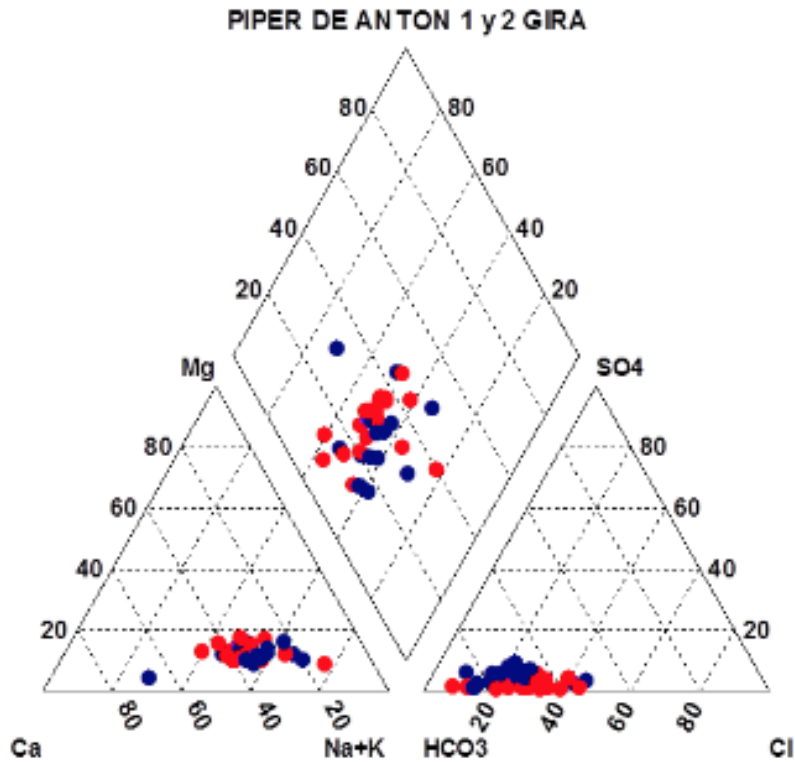


FIGURA 6
Diagrama Piper Gira 2013 y 2014

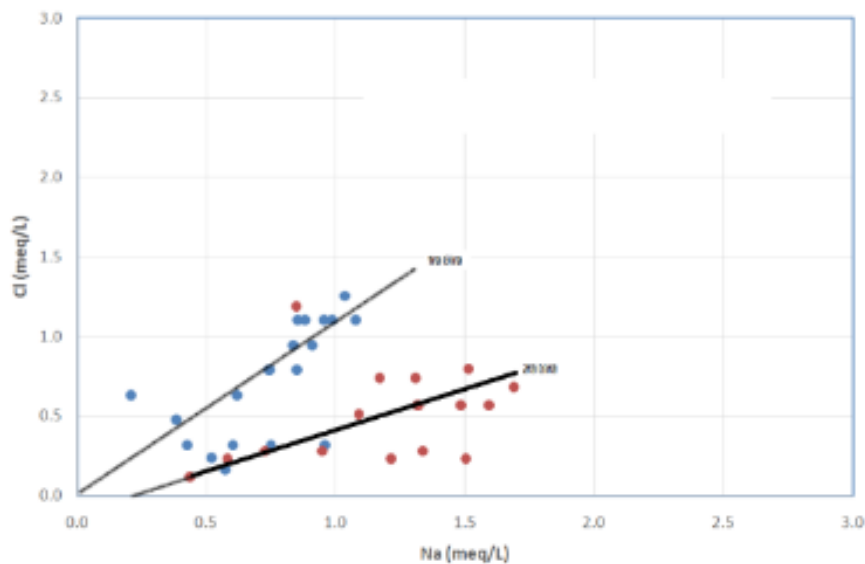


FIGURA 7
Relación de Na+ y Cl-. Ira y 2da Gira

La distribución isotópica obtenida para el año 2014 (Fig 8) que se muestra a continuación, presenta una buena distribución alrededor de la recta meteórica mundial, algo similar a la obtenida para el año 2013, por lo que el aporte principal de la cuenca de Antón posiblemente es debido a las lluvias que caen sobre ella. La falta de caracterización de las aguas de lluvias en toda la cuenca de Antón hace difícil la interpretación final

sobre el aporte del agua de lluvia al acuífero. Es importante encontrar las zonas de recarga por lluvia de la cuenca de modo de protegerla.

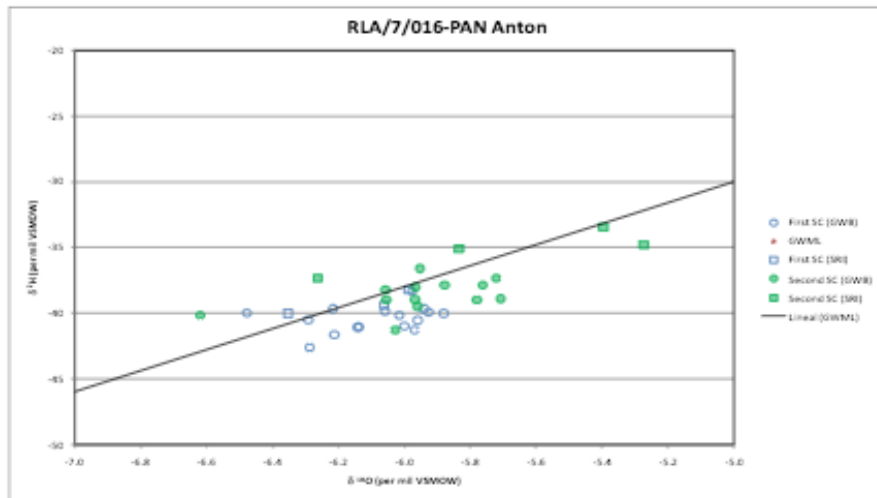


FIGURA 8
Recta Isotópica Antón 2013 y 2014

Se observa a través de los diagramas de gradientes de concentraciones de nitratos mostrados a continuación (figura 9), indicios de contaminación urbana desde el área norte hacia el centro y sur de la ciudad de Antón, aunque los valores estén dentro de los valores máximos permitidos para agua potable.

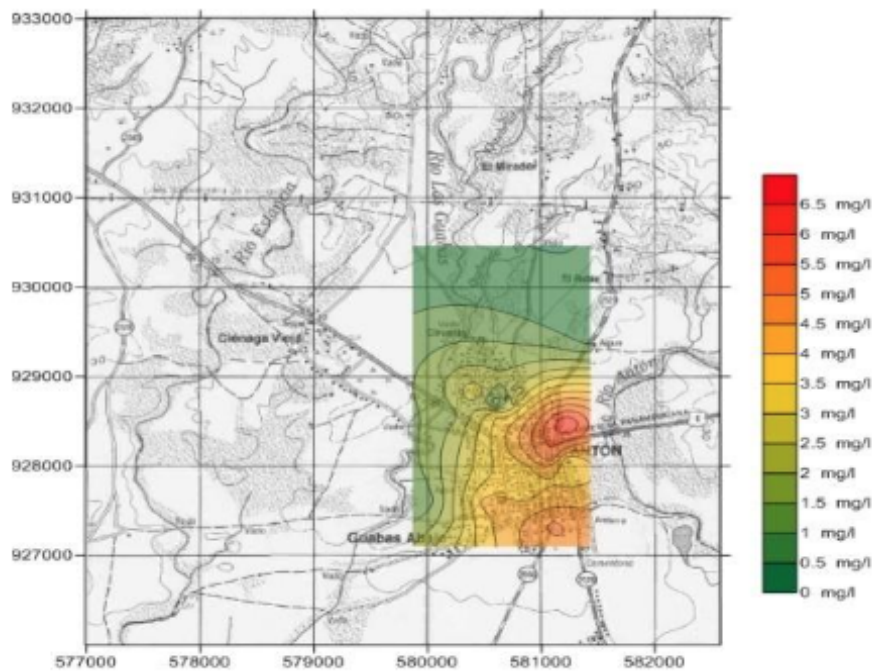


FIGURA 9
Nitratos (Gira 2013)

4. CONCLUSIONES

Acorde a las normas de Panamá para agua potable (MICI), los resultados químicos indican un agua de alta calidad para consumo humano, aunque se observa un aumento en la concentración de nitratos focalizados en el centro y sur de la ciudad de Antón. Los resultados hidroquímicos indican una cuenca del tipo (Na-Ca-HCO₃-Cl) y los resultados isotópicos indican una cuenca abastecida principalmente de agua de lluvia, aunque esta es una información preliminar por falta de la caracterización de las aguas de lluvias locales. Hay indicios de que los ríos estén alimentando también el acuífero, pero falta información isotópica de las aguas de lluvias locales. Los flujos de la cuenca fluyen de oeste al este, atravesando la ciudad de Antón hacia el río del mismo nombre, lo que indica que hay que revisar la explotación en el sector oeste para evitar bajas en los niveles piezométricos. Igualmente, hace falta encontrar las zonas de recarga para protegerla, por lo que es recomendable realizar una gira de muestreo de agua de lluvia a diferentes alturas y correlacionarlas con el D2 y O18, además de que serviría para caracterizar isotópicamente las aguas de lluvias locales. El uso de hipoclorito de sodio por parte del IDAAN para purificar los pozos de agua, complica el uso de la técnica hidroquímica para la interpretación hidrológica del acuífero de Antón, por lo que se recomienda la incorporación en las pruebas de campo, el análisis de cloro libre.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MICI, Ministerio de Comercio e Industria, Dirección de Normas y Tecnología Industrial, Resolución No. 597, 12 de Noviembre de 1999

REFERENCIAS

- ANAM, 2007. Informe Ambiental de Panamá. Panamá.
- Appelo and Postma. 2007. Geochemistry, Groundwater and Pollution. Balkema, Rotterdam.
- Atlas de Panamá, 2007. Instituto Geógrafo Tommy Guardia, Panamá.
- BOULTON, N.S. 1954. The drawdown of the watertable under non-steady conditions near a pumped well in an unconfined formation. Proc. Inst. Civil Engrs. 3: pp 654-579.
- Caballero Alberto, et all. El Método Geoléctrico Aplicado a la Exploración de Aguas Subterráneas en la República de Panamá. V Convención Cubana de Ciencias de la Tierra. 2013, La Habana Cuba.
- CASTANY, G. 1972. Importance des facteurs géologiques et géomorphologiques dans les interacciones eaux de surface-eaux souterraines et l'évaluation des ressources en eaux. 24^{ème} Congrès Int. De Geologie, Montreal. Section 11.
- Custodio, E., 1978. Geohidrología de terrenos e islas volcánicas. Instituto de Hidrología, Centro de estudios Hidrográficos, Madrid: 1-303
- Custodio, E. 1986. Groundwater Characteristics and problems in volcanic rock terrains. Isotope Techniques in the Study of the Hydrology of Fractured and Fissured Rocks. International Atomic Energy Agency. Vienna: 87-137.
- Custodio y Llamas, 1983. Hidrología Subterránea. Editorial Omega. Barcelona, Volumen 2: 1-2350. España.
- D. Del Giudice, R Rechi. 1969, Geología del Área del Proyecto minero de Azuero. República de Panamá, Administración de los recursos Minerales
- Del Giudice D, Recchi G. 1969. Mapa Geológico del Proyecto Minero de Azuero. Administración de Recursos Minerales, Naciones Unidas, Programa para el Desarrollo. 2 sheets., scale 1:250,000.
- Douvillé, H., 1915. Les couches a orbitoïdes de l'isthme de Panama (Orbitoides habitats of the Panama Isthmus). Comptes Rendus Sommaires de la Societe Geologique de France, 16: 129-131.

- Edward Humberto, et all. Determinación de Acuíferos Mediante Sísmica de Refracción en el Distrito de Santa María. XV Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología. APANAC, Octubre de 2014.
- E. Joukowsky and Clerc, M., 1906. Sur quelques affleurements nouveaux de roches tertiaires dans l'isthme de Panama [About some new outcrops of Tertiary rocks within the Isthmus of Panama]. *Memoire de la Societe de Physique et de Histoire Naturelle de Geneve*, 35: 155-178.
- Ferencic, A., del Giudice, D. and Recchi, G., 1971. Tectomagmatic and metallogenic relationships of the region Central Panama - Costa Rica. In? (Editor), *Transactions of the Fifth Caribbean Geologic Conference*, *Geologic Bulletin*. pp. 189-197.
- Gambolati G., 1976. Transient free surface flow to a well: An analysis of theoretical solutions, *Water Resour. Res.*, 12(1), 27-39.
- I.D.A.A.N, 2002. Instituto de Acueductos y Alcantarillados Nacionales, *Boletín Estadístico*. Panamá.
- Informe de ANAM, 1995. Cuencas Hidrográficas, Suelos y Aguas de Panamá: Análisis de la Situación Actual. Vol.7/7. Panamá.
- Informe Minero II. 1998. Dirección General de Recursos Minero. Panamá.
- InfoStat 2008. Programa de Estadística Multivariada de la Universidad Nacional de Córdoba
- Kruseman, G.P., 1990. *Analysis and Evaluation of Pumping Test Data* (2nd ed.), Publication 47, Intern. Inst. for Land Reclamation and Improvement, Wageningen, The Netherlands, 370p.
- NEUMAN, S.P. 1972. Theory of in unconfined acuífer considering delayed response of watertable. *Water Resources Res.*, Vol 9, pp 1102-1103.
- M, W. O. Woodring, R. H. Stewart, G. Dengo. 1965. Geology and paleontology of Canal Zone and adjacent parts of Panama: description of Tertiary mollusks (gastropods: Vermetidae to Thaididae). U.S. Geological Survey Professional Paper 306-B:147-239.
- Panamá en Cifras 2006. Dirección de Estadística y Censo de la Contraloría General de la República.
- Pedro Salinas, et all, *Avances del Estudio de la Intrusión Salina del Acuífero Costero de Puta Chame*. Congreso de la Asociación Panameña para el Avance de la Ciencia (APANAC), 2012.
- Peña, Daniel 2002. *Análisis de Datos Multivariantes*. Editorial Mc Graw Hill. España
- Plan Nacional de Riego, año 1998. MIDA-BID, Dirección Nacional de Desarrollo Agrícola. Panamá.
- TECHNIPLAN, CONSULTING ENGINEERING. 1998. Informe de Diagnostico: Estudio del Nuevo Sistema de Abastecimiento de Agua Potable para Penonomé. Panamá.
- Terry, R.A., 1956. A geological reconnaissance of Panama. *California Academy of Science Occasional Papers*, 23: 1-91.
- YI-FU TUAN, 1962. A Coastal Reconnaissance of Central Panama, *The California Geographer*, *Kesseli Festschrift*, Vol.3, 77-96

