

Análisis preliminar de efluente proveniente de planta tratadora de aguas residuales para su reúso potable indirecto en acuífero sobreexplotado

Preliminary analysis of effluent from wastewater treatment plant for indirect potable reuse in overexploited aquifer

Miguel Quintero-Hernández¹, Verónica Ávila Vázquez¹, Miguel Aguilera-Flores¹

¹Instituto Politécnico Nacional. Blvd. del Bote 202 Cerro del Gato Ejido La Escondida, Col. Ciudad Administrativa 98160 Zacatecas, Zac., México. Correo electrónico: mikquinterohdz10@gmail.com

Palabras clave: Acuífero Calera, calidad del agua, recarga superficial, tratamiento de agua.

Key words: Calera Aquifer, surface recharge, water quality, water treatment.

INTRODUCCIÓN

México en materia de agua subterránea cuenta con 653 acuíferos y 874 Plantas de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR), distribuidas a lo largo del territorio nacional, de los cuales, 105 acuíferos tienen una condición de sobreexplotación y 254 PTAR cuentan con problemas de funcionamiento al año 2015.

En el caso particular del Estado de Zacatecas, según información de la Comisión Nacional del Agua (2014), la dificultad de desbaste de agua se deriva de problemas como la sobreexplotación de los mantos acuíferos, una red de distribución obsoleta, ubicación geográfica del Estado (Zona desértica con precipitación anual promedio de 400 mm), y la falta de infraestructura para sistemas de captación o búsqueda de nuevos pozos de extracción. Los acuíferos que se encuentran en una situación crítica de déficit de agua, es decir, cuando la cantidad de agua que se extrae es mayor que la que se está recargando, comienza a entrar a un estado de sobreexplotación (números negativos), según el Sistema Nacional de Información del Agua (SINA, 2017) son: Aguanaval (Disponibilidad: -90.249029), Chupaderos (Disponibilidad: -113.408951) y Calera (Disponibilidad: -80.570372), siendo este último el acuífero de interés para el presente proyecto debido a que forma parte de los tres acuíferos que abastecen a la zona conurbada Guadalupe-Zacatecas (Benito Juárez, Calera y Guadalupe Bañuelos), además de ser el acuífero que se encuentra más sobreexplotado.

Una opción para contrarrestar este problema es la recarga de acuífero con agua residual tratada, en la cual la CONAGUA otorga el permiso para realizar la técnica basándose en el cumplimiento de la NOM-014-CONAGUA-2003, en la que, de manera general, abarca los estándares de calidad del agua que debe tener para poder ser usada para este fin, además, especifica las características del sitio en donde se llevará a cabo dicho proceso. La PTAR objeto de este proyecto para el análisis de los requerimientos de la norma antes mencionada fue la denominada “Osiris” la cual cuenta con el nivel más alto de tratamiento dentro de todas las plantas distribuidas a lo largo del Estado de Zacatecas (CONAGUA 2015).

METODOLGÍA

I. Caracterización del tren de tratamiento de la PTAR Osiris

Como la NOM-014-CONAGUA-2003 lo marca, se debe obtener la ubicación y características de la fuente de agua residual que se pretende utilizar para el Sistema de Recarga Artificial (SRA), en términos de su origen, régimen de descarga, tipo y nivel de tratamiento, volumen de agua disponible y su uso o destino actual.

II. Muestreo

El muestreo del agua residual tratada en la PTAR Osiris se realizó aplicando la Norma Mexicana NMX-AA-3-1980.

III. Análisis realizados

Se analizaron los parámetros solicitados por la NOM-014-CONAGUA-2003 y la NOM-127-SSA1-1994 (Referenciada en la norma de CONAGUA), los análisis con dificultades en cuanto a equipo y técnicas para su elaboración se tomaron como referencia de los datos de años pasados realizados por los encargados de la PTAR.

IV. Caracterización del sitio de la recarga

La NOM-014-CONAGUA-2003 especifica las características que debe de contar el sitio para llevar a cabo la descarga superficial, por lo cual mediante un Sistema de Información Geográfica (SIG) se caracterizó lo siguiente: Tipo de cobertura edáfica, tipo de suelo, tipo de rocas, búsqueda de posibles contaminaciones pasadas.

V. Planteamiento de propuesta en tren de tratamiento para parámetros fuera de norma

Se propusieron soluciones dentro del tren de tratamiento de la PTAR Osiris que ayuden a la disminución de estos parámetros.

RESULTADOS Y ANALISIS

Los parámetros analizados tanto fisicoquímicos como biológicos que se solicitan en la NOM-014-CONAGUA-2003 para la recarga artificial de acuífero resultaron en parámetros fuera de norma en cuanto a metales pesados (Aluminio, Arsénico, Cadmio y Plomo), sólidos disueltos totales (SDT), microorganismos patógenos, DBO₅ y nitratos. La DBO₅ y los SDT en particular son parámetros de suma importancia por la NOM-014-CONAGUA-2003, ya que al momento de realizar la recarga superficial si se cuenta con una gran cantidad de materia orgánica y de sólidos, afectará directamente la conductividad hidráulica del suelo y los tiempos de retención que se requieren para la recarga (6 a 12 meses), debido a que se tendrá una saturación del suelo (CONAGUA, 2012).

El incumplimiento de los parámetros fuera de norma, por parte de la CONAGUA no niega totalmente que la recarga no puede ser llevada a cabo, sino que la CONAGUA solicita 2 aspectos importantes. El primero de ellos es mejorar en la medida de lo posible el tren de tratamiento del efluente, sin realizar cambios grandes (cambios en la estructura de la PTAR), que sean económicamente inviable. El segundo es asegurar que el suelo donde se llevará a cabo la recarga tiene la capacidad de atenuar los contaminantes que se tienen fuera de norma, esto se lleva a cabo a través de pozos de monitoreo.

Para los parámetros fuera de norma antes mencionados se proponen las siguientes soluciones en el tren de tratamiento: Sedimentador secundario: Primeramente, al identificar los caudales pico que se tienen a lo largo del día (hasta 500 L/s), se puede saber en qué horario se tienen una cantidad de lodos mayor, este problema se genera en un horario aproximadamente según información recabada en la PTAR entre 6:00 am / 8:00 am y 7:00 pm y 10:00 pm, al saber esto se puede prever una activación del tercer sedimentador secundario que se tiene (el cual solo es activado en casos extremos de desbordamientos en algunos de los tratamientos) para la repartición de los lodos, lo que disminuirá la carga que tienen el primer y segundo sedimentador, además, una disminución en la velocidad del brazo del mecanismo de colección de lodos les permitirá tener un mayor tiempo para su sedimentación (aumento de tiempo de retención), esto solo puede ser posible al tener el tercer sedimentador activo, ya que permite una distribución equitativa del caudal que se tiene, sino fuera así, una disminución de velocidad en el brazo mecánico de colección de lodos tendría una saturación mayor de lodos debido a que el caudal pico que se tiene se repartiría entre 2 sedimentadores. Por otra parte, el cambio en el equipo de desinfección UV representaría una inversión significativa, la cual se contrapone a la idea de realizar soluciones más simples. Para este problema se plantea resolverlo en la parte de la corriente con la que cuenta, ya que no genera la potencia necesaria sugerida por la bibliografía (Metcalf & Eddy, 2003), para esto, es necesario sustituir el driver de potencia por uno que soporte la potencia instalada que originalmente es de 90 W en la lámpara UV, de este modo se garantiza que la lámpara no se sobrecalentará ni dejará de funcionar, así como dar la potencia necesaria requerida para una desinfección de baja intensidad, la cual es la más eficiente.

Cambiando al sitio propuesto de la recarga, en este se encontró mediante el SIG la siguiente información: El suelo en la zona de recarga propuesta se encontró que es de tipo regosol, los cuales son suelos minerales muy débilmente desarrollados en materiales no consolidados que no tienen un horizonte úmbrico, no son muy someros ni muy ricos en gravas (Leptosoles), arenosos (Arenosoles) o con materiales flúvicos (Fluvisoles), esto es beneficioso para la recarga artificial ya que estas características mencionadas son muy permeables, afectando así

los tiempos de retención necesarios y la atenuación natural del suelo para los contaminantes que se tengan (SEMARNAT, 2007). La vegetación con la que se cuenta en la zona es vegetación secundaria herbácea de bosque de pino, en la cual las principales especies representativas de esta comunidad vegetal son: *Pinus teocote*, *P. pseudostrobus*, *P. pinceana*, *P. montezumae*, *P. patula*, *P. greggii* y *P. cembroides*, estas especies no contribuyen a una filtración de contaminantes del agua residual a usar debido al tamaño con el que cuentan, teniendo metros de largo. Por otra parte, se cuenta con abundantes tipos de zacates y pastos como estafiate, pasto agarista, engordacabra, que servirán como una cobertura adicional al suelo que pueda retener o bioacumular ciertos compuestos (metales pesados), lo cual será beneficio para la calidad del agua de estudio.

CONCLUSIONES

El agua procedente de la PTAR “Osiris” no cumple con características biológicas de coliformes totales (150 NMP/mL), ni con características químicas de sólidos disueltos totales (1,456 mg/L), DBO₅ (55 mg/L) y metales pesados (Plomo, Aluminio, Arsénico y Cadmio) para una recarga superficial de acuífero directo, causado por una infiltración de sólidos al tratamiento terciario por los caudales pico que se tienen a lo largo del día.

El suelo del acuífero propuesto que cuenta con las mejores características se encuentra en las inmediaciones al Norte del municipio de Morelos, Zacatecas (coordenadas centrales 102°43'42.08"O 22°55'27.56"N), esto debido a la baja concentración de metales pesados en el suelo (Arsénico, Cadmio), cobertura edáfica adecuada, riesgos por contaminación y un suelo con composición baja en arenas.

Al corregir los problemas del tren de tratamiento de la PTAR “Osiris” y con ayuda de las características del suelo propuesto, el efluente podría ser apto para una recarga superficial de acuífero.

BIBLIOGRAFIA

CONAGUA. (2015). *Disponibilidad por acuíferos*. Recuperado de:

<https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/zacatecas-74771>

Metcalf & Eddy (2003). *Wastewater Engineering. Treatment and Reuse*. McGraw Hill, USA: Fourth Edition.

SEMARNAT. (2007). *Suelos*. Recuperado de:

https://apps1.semarnat.gob.mx:445/dgeia/informe_12/pdf/Cap3_suelos.pdf

SINA. (2017). *Balance de los acuíferos en México*. Recuperado de:

<https://www.gob.mx/conagua/acciones-y-programas/sistema-nacional-de-informacion-del-agua-sina>