

Tratamiento fisicoquímico del agua de una unidad habitacional en la ciudad de México

Flores Valverde Erasmo, Valladares Rodríguez María Rita, Cruz Jiménez Luis

Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, Dpto. De Ciencias Básicas, Área de Química. Av. Sn. Pablo No. 180, Col Reynosa, México, D.F., CP 02200.

efv@correo.azc.uam.mx

Fecha de aceptación: 21 de julio de 2015

Fecha de publicación: 23 de septiembre de 2015

RESUMEN

En la presente investigación se determina la calidad del agua que se consume en una Unidad Habitacional de la ciudad de México, se encuentra que los parámetros: turbiedad, cloruros, cloro residual, fierro y manganeso están fuera de norma. Para que los parámetros mencionados cumplan con la norma, se desarrolla un prototipo a nivel de laboratorio que consta de tres etapas: filtración, adsorción e intercambio iónico. Al tratar dichas aguas aplicando esta metodología se logra obtener un agua potable segura, para uso y consumo humano.

Palabras clave: calidad, norma, parámetro.

ABSTRACT

This research determines the quality of the water consumed in a housing in México City where the parameters, turbidity, chlorides, residual chlorine, iron and manganese are out of spec. To comply with the standard, laboratory develops a prototype which consists of three stages: filtration, adsorption and ion exchange. Treating these waters by this way is achieved to obtain a safe drinking water for human consumption and use.

Key words: quality, norm, parameter.

INTRODUCCIÓN

Uno de los grandes retos para la Zona Metropolitana de la Ciudad de México ha sido y será proveer a sus habitantes de agua de buena calidad potable segura y en cantidad suficiente, así como desalojar de la cuenca de México las aguas negras o residuales generadas por la población y las diversas actividades económicas. La Zona Metropolitana de la Ciudad de México (ZMCM) es un ejemplo, de cómo un ecosistema construido ha transferido, en el transcurso de su historia, los costos económico-sociales y ambientales de su desarrollo a ecosistemas de proveedores y receptores lejanos.

El agua es un recurso vital para la vida e insustituible para las actividades humanas. Aproximadamente el setenta por ciento de la superficie del planeta está cubierta por agua y el cuerpo humano está constituido por una proporción similar.

La disponibilidad del líquido en una región depende de su localización geográfica, clima, vegetación y características geológicas. Para un uso racional del preciado líquido es necesario tener siempre presente que el agua se distribuye de la manera siguiente: una cantidad de agua se precipita e infiltra en el subsuelo, otra se evapora de ríos, lagos, mar y lagunas, otra más constituye la transpiración de las plantas y después de ser utilizada en diferentes actividades regresa a esa sucesión interminable del agua. Las actividades humanas han modificado sus características originales convirtiéndola en un recurso no renovable en términos de su calidad o pureza. El Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales promovido por la ONU, considera al agua como un recurso natural limitado y un bien público fundamental para la vida y la salud; la disponibilidad del líquido en cantidad y calidad suficiente permite vivir dignamente. (INEGI 2002).

El no poder contar con un modelo estándar para la potabilización del agua, debido a que su composición varía fundamentalmente por las características geoquímicas del suelo por donde ésta transita para llegar al consumidor, sumado a la falta de mantenimiento de las redes de distribución, provoca que los parámetros que determinan la calidad del agua para consumo humano, varíen de manera notable de una localidad a otra. Lo anterior crea la necesidad de diseñar sistemas de tratamiento específicos para cada lugar, omitiendo, si es necesario, alguna de las etapas que intervienen en el proceso de tratamiento del agua potable. Por ello, es indispensable obtener la caracterización del agua de la región a la que se abastecerá, para tal fin, se requiere la realización del muestreo del agua, manejo de la muestra, y análisis; mediante técnicas estandarizadas que establece la normatividad nacional lo cual permite obtener resultados confiables, ya que de estos resultados depende el éxito en el diseño, mantenimiento y buen funcionamiento del sistema de tratamiento para la potabilización del agua.

La falta de planeación para mejorar y dar mantenimiento a la red de distribución de agua potable para consumo humano, el mal o deficiente funcionamiento de los sistemas de tratamiento de agua potable, así como, la falta de mantenimiento de los mismos, ha evidenciado la mala calidad del agua potable suministrada para algunos sectores de la Ciudad de México. Es recurrente que los sectores de la población que sufren de estos problemas sean, en su mayoría, de escasos recursos, con lo cual se pone en grave riesgo la salud de este sector marginado de la población.

La problemática de la calidad del agua potable en nuestro país, promueve la creación de plantas de tratamiento de agua potable que cumplan los requisitos establecidos en la normatividad, que sean viables en términos económicos, de fácil operación y mantenimiento. Lo cual justifica la necesidad de realizar investigaciones que permitan ofrecer modelos de sistemas de mejoramiento de la calidad del agua potable, que puedan ser reproducibles fácilmente y tengan la capacidad de proveer de un servicio de agua de buena calidad y prácticamente continuo a la población. (SEMARNAT 2013)

Debido a la necesidad imprescindible de consumo de agua potable que tiene el ser humano, es necesario realizar el análisis químico y microbiológico bajo el esquema metodológico que establece la

normatividad nacional, con el empleo complementario de normas técnicas internacionales, en especial las normas ISO en materia de calidad del agua potable, para prever daños a la salud a corto, mediano y largo plazo, que contribuyan a disminuir los índices de enfermedades debidas al consumo de agua de mala calidad.

Desarrollo experimental

Esta parte de la investigación inicia con el muestreo el cual consiste en obtener muestras de agua para uso y consumo humano que llega de la red a una unidad habitacional del oriente de la ciudad de México, la obtención de muestras se hizo conforme a la norma NOM-AA-003-SCFI-2000 y NOM-014-SSA1-1993, al mismo tiempo se hicieron encuestas a los usuarios de dichas aguas en donde, al aplicarse éstas manifestaron los problemas más recurrentes que les causaba el agua debido la mala calidad, los problemas más comunes que refirieron son: que el agua llega con un color amarillo, que cuando la ropa blanca se lava con dichas aguas, se pone amarilla, que cuando hierven el agua esta deja muchas sales en el fondo del recipiente. El agua en cuestión es suministrada por el Sistema de Aguas de la Ciudad de México (SACMEX) en una unidad habitacional de la Delegación Gustavo A. Madero. Los análisis realizados cada vez a cada una de las muestras obtenidas y sometidas a tratamiento, se hicieron en base a los requerimientos establecidos en la norma NOM-127-SSA1-1996 (modificada en el 2000).

Para la caracterización algunos parámetros como los siguientes se obtienen y agrupan a: análisis colorimétricos (SAAM, N-NO₃, F⁻) Volumétricos (Dureza, Cloruros) y mediante el uso del equipo de Absorción Atómica (Al, Fe, Hg) (APHA 2005). La calidad del agua cruda se determina comparando los resultados experimentales obtenidos en el análisis con respecto a los límites máximos permisibles (LMP) establecidos en la norma.

De acuerdo al valor de los parámetros registrados de las muestras de agua que se presentan en la tabla 1. Se puede observar que existen cinco parámetros fuera de norma (señalados en negritas) que corresponden a: Cloruros, Fierro, Manganeseo, Turbiedad y Cloro residual.

Los resultados obtenidos de la caracterización del agua cruda, sirvieron de base para la elección de las etapas de tratamiento a las que debe de ser sometida el agua para alcanzar los valores establecidos por la norma y con ello, generar agua de calidad potable segura. Tomando en cuenta que los parámetros que no cumplen con la normatividad son: cloro residual. Cloruros, fierro, manganeso y turbiedad, se procedió a formular un tren de tratamiento, el cual, previo a pruebas preliminares en el laboratorio que ayudan a delinear el proyecto, éste se materializa con la construcción de un prototipo a nivel laboratorio que consta de las etapas siguientes. Filtración, Adsorción e Intercambio Iónico (fig.1) (Migliaccio 2011)

En la construcción del prototipo se utiliza tubería de PVC de 4 pulgadas de diámetro, cédula 40, toda vez que este material presenta ventajas como: alta resistencia química, paredes lisas, soporta altas temperaturas y es de baja densidad que permite una fácil movilidad. En la etapa de filtración, se utiliza un tramo de 50 cm de la tubería descrita, se llena con grava de 0.5 cm de diámetro, esta etapa juega un papel importante en la remoción de impurezas y caídas de presión entre otros factores de operación del sistema de filtración.

La etapa siguiente corresponde a la adsorción de contaminantes mediante carbón activado en forma granular, en este caso se utiliza un tramo de 50 cm de la tubería descrita que se llena con carbón activado en forma granular de 0.1 cm de diámetro. La tercera etapa corresponde al intercambio iónico, en este caso se utilizan dos tramos de la tubería descrita, de 20 cm de largo, una de ellas contiene resina catiónica y la otra resina aniónica. Cada tramo de tubería que constituye el prototipo tiene en la parte inferior una salida de 1.5 cm de diámetro y habilitada una válvula con la finalidad de poder tomar muestras en cada etapa y facilitar el retrolavado. Una vez construido el prototipo y habilitado con los

materiales correspondientes, se procede a lavarlo con agua destilada, teniendo cuidado en esta etapa que el prototipo contenga siempre agua destilada a toda su capacidad con la finalidad de evitar que las columnas sufran cuarteaduras. (Danka, 2009).

El siguiente paso consiste en hacer pasar agua cruda proveniente de la red a una velocidad promedio de 0.02 L/s, una vez que el agua cruda pasa por todo el prototipo, se recibe al final de este y se analizan periódicamente los parámetros que están fuera de norma, los resultados del agua tratada que cumplen con la normatividad se registran en la tabla 2., después de 3 horas o sea cuando se han procesado 216 L de agua cruda el agua de salida ya no cumple con la normatividad. Se procede al retrolavado del prototipo y regeneración de las resinas utilizando en este último caso solución de HCl 0.05 N para la resina catiónica y solución de NaOH 0.05N para la resina aniónica, las aguas que resultan se mezclan para neutralizarlas y se desechan, las columnas con carbón activado y arena se retrolavan con agua destilada, después de éstas operaciones el prototipo está en condiciones de iniciar una nueva corrida.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 1. Resultados de la calidad del agua de la red correspondientes a dos muestreos

Parámetro	LMP NOM-127-SSA1-1996	Julio 2012	Marzo 2013
Color. (Unidades Pt-Co)	20	18*	17*
Olor	Agradable	Ligero a cloro	Ligero a cloro
Turbiedad (NTU)	5	16	15
Aluminio (mg/L)	0.20	<0.05	<0.05
Arsénico (mg/L)	0.05	<0.02	<0.02
Bario (mg/L)	0.70	<0.04	<0.04
Cadmio (mg/L)	0.005	<0.003	<0.003
Cianuro (mg/L)	0.07	<0.03	<0.03
Cloro Residual Libre(mg/L)	0.2-1.5	4	3
Cloruros (como Cl ⁻) (mg/L)	250	303	340
Cobre (mg/L)	2	<0.24	<0.24
Cromo Total (mg/L)	0.05	<0.004	<0.004
Dureza Total (como CaCO ₃ (mg/L))	500	371.8	322.66
Fenoles(mg/L)	0.3	<0.05	<0.05
Fierro (mg/L)	0.30	3.8	1.6
Fluoruros (como F ⁻)(mg/L)	1.50	0.07	0.065
Manganeso (mg/L)	0.15	0.350	0.16
Mercurio (mg/L)	0.0001	<0.0007	<0.0007
N-Nitratos (mg/L)	10	1.5	2
N-Nitritos (mg/L)	1	<0.001	<0.001
N-NH ₃ (mg/L)	0.5	0.08	0.075
pH (Unidades de pH)	6.5-8.5	7.2	7.13
Plomo (mg/L)	0.01	<0.006	<0.006
Sodio (mg/L)	200	78	74.5
Sólidos Disueltos Totales (mg/L)	1000	850*	727*
Sulfatos(mg/L)	400	0.9	1.5
SAAM (mg/L)	0.5	0.018	0.0366
Zinc (mg/L)	5	0.06	0.068
Coliformes Totales (NMP/100ml)	N.D.	N.D.	N.D.
Coliformes Fecales (NMP/100ml)	N.D.	N.D.	N.D.

- Valores de parámetros cercanos al LMP

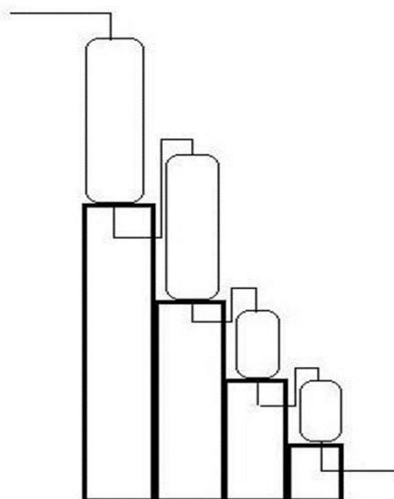


Figura 1. PROTOTIPO PROPUESTO. Tanque superior. Filtro de arenas, tanque intermedio carbón activado, tanques inferiores, resina catiónica y resina aniónica.

TABLA 2. Resultados de la calidad del agua tratada con el prototipo

PARÁMETRO	AGUA de la RED	AGUA TRATADA	LMP NOM-127-SSA1-1996
Olor	Ligero a cloro	Agradable	Agradable
Color (Unidades Pt-Co)	16	< 1	20
Turbiedad (NTU)	15*	No detectable	5
Cloro residual (mg/L)	3	No detectable	0.1-0.5
Cloruros(mg/L)	320	93	250
Fierro (mg/L)	1.3	0.03	0.35
Manganeso (mg/L)	0.35	<0.020	0.16
Sólidos disueltos totales (mg/L)	970*	121	1000

*Valores de parámetros cercanos al LMP

CONCLUSIONES

La inquietud de habitantes de una unidad habitacional de la ciudad de México, quienes manifestaron que el agua que llega de la red les causa problemas como los siguientes: presenta color, que cuando la ropa de color claro se lava con dichas aguas se forman manchas amarillas, que cuando hierven el agua esta deja muchas sales en el fondo del recipiente. Para resolver este problema, se hicieron dos muestreos del agua cruda en un intervalo de ocho meses, observándose que los parámetros fuera de norma se repitieron (Tabla 1). Después de efectuar pruebas preliminares en el laboratorio que dieron la pauta para una propuesta de prototipo capaz de proporcionar agua de calidad potable segura, se determinó, construir el prototipo que consta de tres etapas: filtración con grava para retención de sólidos, adsorción con carbón activado granular para eliminar principalmente el cloro residual y finalmente intercambio iónico para la eliminación de sólidos disueltos. Los resultados de calidad del

agua tratada mediante la metodología propuesta demuestran que los parámetros fuera de norma en el agua cruda, cuando esta ha sido tratada, cumplen de manera satisfactoria con la normatividad. (Tabla 2)

En un siguiente proyecto se está estudiando la posibilidad de escalar a una planta que aunque sea pequeña pueda ser instalada en la unidad habitacional y que proporcione agua potable de calidad segura recomienda estudiar la v.

REFERENCIAS

APHA, AWWA, WPCF (2005). Standard Methods for the examination of water and waste water, second edition.

Danka Barloková, J. I. (2009). Removal of Iron and Manganese from Water Using Filtration by Natural Materials. Journal of Environmental Studies, 7.

INEGI. (2002) Estadísticas del Medio Ambiente del Distrito Federal y Zona Metropolitana.

Migliaccio, Y. L. (2011). Water Quality Concepts, Sampling and Analyses. London: CRC Press.

Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-1996 (Modificada en 2000) "Salud ambiental, agua para uso y consumo humano-límites permisibles de calidad y tratamientos a que debe someterse el agua para su potabilización"

Norma Oficial Mexicana NOM-014-SSA1-1993 "Procedimientos sanitarios para el muestreo de agua para uso y consumo humano, en sistemas de abastecimiento de agua públicos y privados.

SEMARNAT (2011). Estadísticas del agua en México. Comisión Nacional del Agua.

SEMARNAT (2013) Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales. Indicadores Clave y de Desempeño Ambiental.

Weiss, A. B. (1966). Thermally Regenerated Ion Exchange Process: An Aid to Water Management. Journal (Water Pollution C.