

MEJORAMIENTO DEL CAUDAL Y EL PROCESO DE CLORACIÓN DEL AGUA CONSIDERANDO TANQUES ELEVADOS

IMPROVEMENT OF THE FLOW AND WATER CHLORINATION PROCESS CONSIDERING ELEVATED WATER TANKS

Narváez-García, A.*, Pérez-Reda, L.J., Elvira-Antonio, N., Robles-Heredia, J.C. y Zavala-Loría, J.C.¹

Fecha de recepción 14 de octubre del 2010

Fecha de aceptación 10 de diciembre del 2010

RESUMEN

Como en la gran mayoría de las ciudades, en Cd. del Carmen, Campeche, México, se han colocado tanques elevados para mejorar el suministro de agua potable y satisfacer la demanda de agua; sin embargo, muchos de ellos han dejado de funcionar debido a la falta de mantenimiento. Como consecuencia de esta reducción en el número de tanques elevados disponibles, así como la creciente demanda, en la ciudad se tienen zonas donde el suministro no es adecuado, además de que el incipiente tratamiento de potabilización también se ve afectado, en este sentido, este trabajo ha identificado las colonias que presentan bajo caudal en el suministro de agua y concentraciones deficientes de cloro y a través de un simulador, se ha verificado el efecto de la utilización de tanques elevados para mantener flujos adecuados. Además, se establecieron los puntos en los cuales se deben colocar cloradores. Se trabajó únicamente con las colonias que presentan mayores deficiencias en el suministro de agua. En cada colonia se midió el caudal y la concentración de cloro para la temporada de secas y de lluvias. La simulación fue realizada con el programa

EPANET. Se concluyó que la cantidad y ubicación de los tanques elevados que existen actualmente son suficientes para abastecer las colonias. En cuanto a la concentración del cloro, la instalación de un clorador en cada tanque, sería suficiente para mantener los niveles adecuados.

Palabras clave: EPANET, cloradores, suministro, activación.

ABSTRACT

Since in the great majority of the cities, in Carmen City, Campeche, Mexico, have placed elevated tanks for to efficient the supply of drinkable water and to satisfy the demand; nevertheless, many of them have broken due to the lack of maintenance. As consequence of this reduction in the number of available elevated tanks, as well as the increasing demand, in the city existed zones where the supply is not adequate, besides that the incipient treatment of drinkable water also is affected, in this respect, we

¹Universidad Autónoma del Carmen. Dependencia Académica de Ciencias Químicas y Petrolera. Facultad de Química, Av. 56 No. 4 esquina Av. Concordia. Col. Benito Juarez. C.P. 24180. Ciudad del Carmen, Campeche, México

*Autor para correspondencia: anarvaez@pampano.unacar.mx

has identified the zones that they present minor flow in the supply of water and deficient concentrations of chlorine and we utilized a simulator for to know the effect of the utilization of elevated tanks to obtain suitable flows.

Key words: EPANET, chlorinators, supply, activation.

INTRODUCCIÓN

El crecimiento de la población mundial ha creado una constante demanda en el suministro de agua para el consumo humano (agua potable); por tanto, proteger las escasas fuentes de agua es uno de los problemas fundamentales. Por diversos motivos, la disponibilidad del agua resulta problemática en buena parte del mundo, y por ello se ha convertido en una de las principales preocupaciones de los gobiernos de todo el mundo.

En este caso, Cd. del Carmen, zona de estudio para este trabajo, tiene una dotación de agua de 347 L/s (volumen máximo de servicio del acueducto de 24" de Ø) y la demanda media anual que la ciudad requiere para su abasto es del orden de 687 L/s; lo que significa que existe un déficit de 365 L/s, (IMPLAM, 2008).

A la carencia de un suministro adecuado, se aúna la falta de un tratamiento apropiado para hacer que el agua suministrada a los hogares carmelitas cumpla con las especificaciones mínimas para el consumo humano. Esta condición puede incidir directamente

en el incremento de los problemas de salud de la población.

Como en muchas ciudades del país y del mundo, en administraciones pasadas se han colocado tanques elevados con la finalidad de satisfacer la demanda de agua para consumo humano, sin embargo, las propias limitantes en la disponibilidad de espacios para la colocación de los mismos, han llevado a que la localización de dichos tanques pueda ser inadecuada, además de que la carencia de un programa de mantenimiento ha permitido que la gran mayoría de ellos actualmente se encuentren fuera de servicio.

En particular, el municipio de Carmen, Campeche, México, cuenta con 56 pozos de extracción de agua para consumo humano, en total, de los cuales 10 se encuentran en la sección municipal de Chicbul, desde donde se extrae el agua y es conducida a través de un acueducto de 123 Km. Los 46 pozos restantes están localizados en las Comisarías, Secciones y Juntas municipales para el autoconsumo de sus habitantes, (IMPLAN, 2007).

La ciudad cuenta con dos cárcamos de redistribución los cuales poseen un clorador cada uno estos se encuentran ubicados en el fraccionamiento Puesta del Sol y el otro en la colonia Burócratas. Ciudad del Carmen cuenta con 13 tanques de regularización de los cuales 8 no están activados por falta de mantenimiento, por tal motivo el suministro de agua se realiza directamente desde los cárcamos a la red de distribución.

Por tanto, en este trabajo ha propuesto la activación de los tanques elevados ya existentes en la comunidad y, con la intención

de mejorar las condiciones del agua para consumo humano, la instalación de puntos de cloración (cloradores) en dichos los tanques. Para la colocación de los cloradores se hace uso del software de simulación para sistemas de distribución de agua, EPANET; este software es un programa de cómputo que realiza simulaciones en períodos prolongados del comportamiento hidráulico y de la calidad del agua en redes de suministro a presión (Méndez *et al.*, 2008).

MATERIALES Y MÉTODOS

El análisis para el balance del caudal total en Ciudad del Carmen, se basó empleando un caudal promedio de 19,008 m³/día. Se estimó la demanda por colonia mediante un censo efectuado a 17 colonias, (595 casas tomadas en forma aleatoria), ubicadas en el área poniente de la ciudad; actualmente estas colonias son las que presentan mayor problemas con el suministro de agua y la falta de una cloración adecuada. Para la determinación del contenido de cloro libre y residual se realizaron dos monitoreos, uno en temporada de lluvias y otro en temporada de secas, se obtuvieron un total de 1190 muestras en las dos temporadas. Estas muestras fueron de 17 colonias y de 595 casas en total.

Dentro del área de estudio se consideró la existencia de 5 tanques elevados (activos o no) y se utilizó el simulador EPANET considerando dos posibles contextos; un modelo de simulación sin los 5 tanques elevados activados y sin cloradores; el segundo modelo con los 5 tanques elevados activados y con sus respectivos cloradores.

Para el balance de materia (caudal) del área de estudio se utilizó la ecuación:

$$Q = \frac{V}{t} \quad \text{Ec. (1)}$$

donde:

Q = Caudal en L/s

V = Volumen de agua en litros

t = Tiempo en segundos

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la simulación con el programa EPANET se diseñó una red de suministro en base a la ubicación de las colonias, la distancia desde el cárcamo hasta las colonias y entre colonia y colonia, el diámetro de la tubería y la ubicación de los tanques elevados. La representación gráfica de la red introducida en EPANET se muestra en la Figura 1.

Con la simulación de caudales dentro de la red de suministro de agua potable y activando los cinco tanques elevados ubicados en las colonias que presentan problema mayor de suministro, se pudo observar que se logró una mejora significativa en el caudal de suministro (Tabla 1).

En la Tabla 2 se muestra el suministro de agua considerando que no están disponibles los tanques elevados.

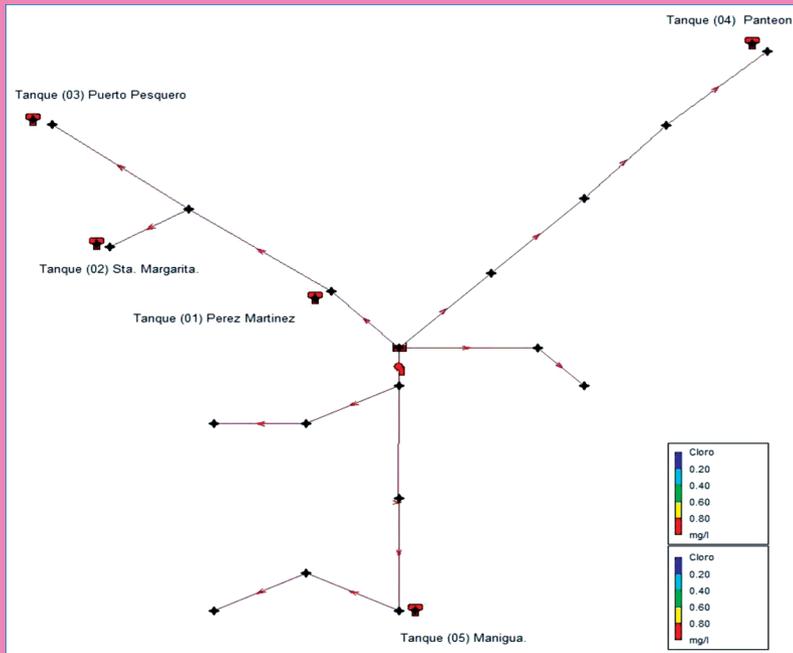


Figura 1. Diagrama de EPANET

Tabla 1. Suministro promedio de agua potable (L/s-colonia) con la activación de tanques elevados.

No.	Colonias	Casas	Suministro (L /s-colonia)	Demanda Base (L/s- colonia)	Suministro demanda Base
1	Burócratas	70	165	6.51	25.34
2	PEMEX	120	16.31	10.44	1.56
3	Salitral	300	62.6	46.8	1.33
4	Manigua	325	72.6	47.76	1.52
5	20 de Noviembre	150	27.21	19.35	1.40
6	Guanal	220	48.26	38.28	1.26
7	Cuauhtémoc	180	23.7	16.74	1.43
8	Centro	170	21.4	16.83	1.27
9	UNACAR	120	19.9	11.16	1.78
10	Benito Juárez	255	47.17	39.00	1.20

Tabla 1. Suministro promedio de agua potable (L/s-colonia) con la activación de tanques elevados.

No.	Colonias	Casas	Suministro (L/s-colonia)	Demanda Base (L/s- colonia)	Suministro demanda Base
11	Fátima	320	51.6	44.16	1.16
12	Insurgentes	190	20.1	17.67	1.13
13	Independencia	130	12.9	9.75	1.32
14	San Carlos	150	53.6	20.25	2.64
15	Pérez Martínez	310	67.5	43.71	1.54
16	Caleta	220	42.2	34.98	1.20
17	Playa Norte	200	44.3	32.4	1.36
18	Santa Margarita	240	51.8	37.44	1.38

Tabla 2. Suministro promedio de agua potable (L/s-colonia) determinado sin la activación de tanques elevados.

No.	Colonias	Casas	Suministro (L/s-colonia)	Demanda Base (L/s- colonia)
1	Burócratas	70	2.17	6.51
2	PEMEX	120	3.48	10.44
3	Salitral	300	15.6	46.8
4	Manigua	325	15.92	47.76
5	20 de Noviembre	150	6.45	19.35
6	Guanal	220	12.76	38.28
7	Cuauhtémoc	180	5.58	16.74
8	Centro	170	5.61	16.83
9	UNACAR	120	3.72	11.16
10	Benito Juárez	255	13.00	39.00
11	Fátima	320	14.72	44.16
12	Insurgentes	190	5.89	17.67
13	Independencia	130	3.25	9.75
14	San Carlos	150	6.75	20.25
15	Pérez Martínez	310	14.57	43.71
16	Caleta	220	11.66	34.98
17	Playa Norte	200	10.8	32.4
18	Santa Margarita	240	12.48	37.44

Comparando ambas Tablas 1 y 2, se observa que mediante la activación de los tanques elevados, la distribución del caudal dentro de la red de suministro de agua potable supera a la demanda base. Lo anterior se soporta por el hecho de que la relación suministro/demanda base es mayor (1.0 a 2.0) en comparación con lo mostrado en la Tabla 2. La colonia Burócratas fue la que presentó una mayor relación (25.34) dado que ésta se ubica cerca del cárcamo principal de abastecimiento, aunado a que el número de casas dentro de esta colonia es menor en comparación a las demás.

La capacidad de cloración con un único clorador en cada cárcamo propone ser insuficiente ya que la concentración adecuada

de cloro no es permanente durante las 24 h que se suministra agua en la red.

En el presente trabajo se espera que dicha concentración de cloro se mantenga a lo largo de la tubería y las 24 h, de tal forma garantizar la calidad del agua y disminuir los riesgos a la salud. Usando el simulador EPANET, se accionaron los tanques elevados y se instaló un clorador por goteo con una capacidad de 300 L en cada uno de ellos.

Con la activación de los cloradores en los tanques elevados, permanece la concentración de cloro residual dentro de la red de suministro durante las 24 horas con una concentración máxima de 1.5 mg/L. y con ello se mantiene la calidad de agua potable de acuerdo a la normatividad mexicana (Fig. 2).

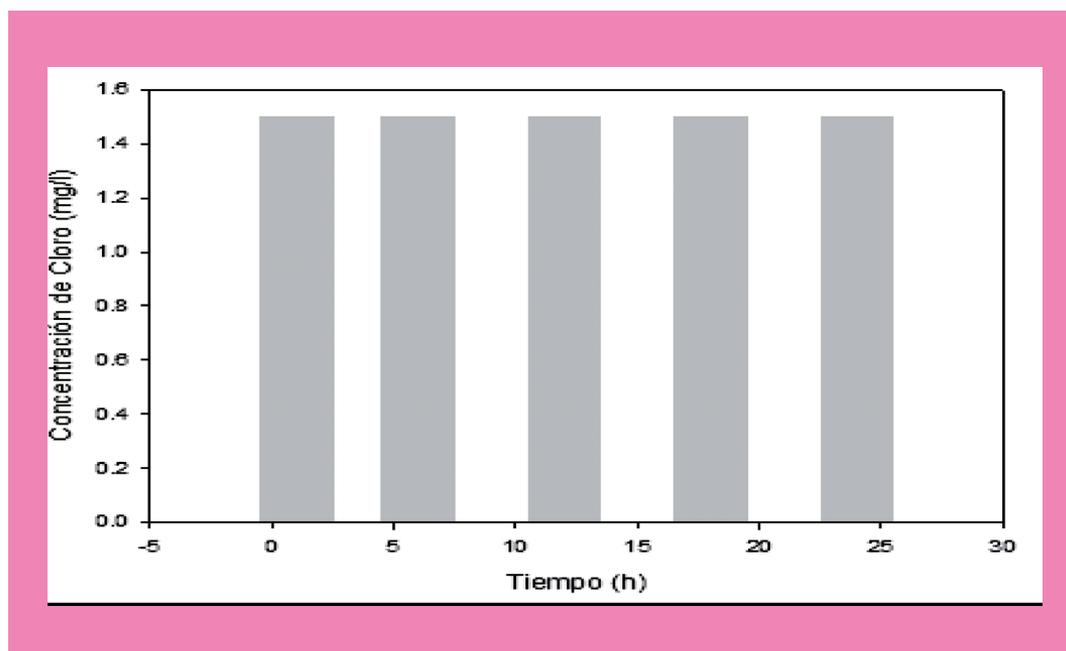


Figura 2. Concentración de cloro obtenido dentro de la red después de la simulación (EPANET) con la activación de tanques elevados y cloradores.

CONCLUSIÓN

Ciudad del Carmen presenta problemas de abastecimiento de agua potable a las colonias, aunque una de las alternativas empleadas por el municipio del Carmen fue la instalación de tanques elevados, estos actualmente no se encuentran en funcionamiento por razones de mantenimiento y gastos de operación. Sin embargo, en este estudio con la aplicación del simulador EPANET podemos observar que activando los cinco tanques elevados ubicados en las colonias que presentan mayor problema de suministro de agua es posible cubrir la demanda de agua para estas colonias, así como también con la instalación de los cloradores con una capacidad de 300 L. en cada tanque elevado la distribución de cloro es de 1.5 mg/L en forma homogénea durante las 24 h. según lo prescribe la norma NOM 127-SSA1-1994.

AGRADECIMIENTOS

El presente proyecto recibe apoyo financiero del Fondo Mixto Conacyt-Gobierno del Estado de Campeche a través de los proyectos de investigación M0003-2007-1/71449 y M0003-2007-1/71537.

BIBLIOGRAFÍA

- AWWA-APHA- WPCF. (1998). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 19th Edition, Washington, DC, USA.
- IMPLAN Carmen (Perfil Sociodemográfico de la Ciudad del Carmen, Campeche 2007 Págs. 54.
- Méndez, Maikel. (2007). Proyecto de Investigación Aplicada; Introducción a la modelación asistida de sistemas de distribución de aguas (MASDA). *Revista Tecnología en Marcha* Vol. 19-1. Págs. 19-22. Costa Rica.
- IMPLAN 2008, Programa Municipal de ordenamiento Ecológico y Territorial de Cd. del Carmen Campeche. Fase II Caracterización. Págs. 121-122.