



Evaluación de contaminantes en agua y sedimentos del canal "Río de la Compañía" al Oriente del Estado de México

Vega Loyola Miriam*, García Araiza María del Carmen, Minor Pérez Esteban

TESOEM. Tecnológico de Estudios Superiores del Oriente del Estado de México; Ingeniería Ambiental. Paraje San Isidro S/N, Barrio de Tecamachalco, La Paz, Estado de México, C.P 56400, México.

*Autor para correspondencia: miriq_vl@yahoo.com.mx

Recibido:

05/junio/2016

Aceptado:

25/julio/2016

Palabras clave

Tratamiento, agua residual, sedimentos

Keywords

Treatment, waste water, sediments

RESUMEN

La contaminación en los cuerpos de agua, como resultado de las actividades antropogénicas ha ocasionado una problemática cada vez más compleja para dar tratamiento al recurso hídrico; el "Canal de la Compañía" ubicado al oriente del Estado de México no es la excepción, alrededor de éste se encuentran zonas industriales, agrícolas y una extensa población que descargan sus aguas residuales al canal, sin ningún tipo de tratamiento. Los contaminantes presentes provocan: desbordamientos, alteración del caudal, turbidez, y aceleración del proceso de eutroficación, reduciendo la vida útil del canal. Esta investigación se realiza con el propósito de cuantificar los contaminantes (metales pesados, sólidos, DQO y otros) en el agua y sedimentos de acuerdo a la normatividad vigente. Para presentar alternativas de solución para el agua, así como brindar una adecuada disposición final a los sedimentos y aún más importante para evitar posibles daños a la población que habita cerca del canal.

ABSTRACT

Pollution in water bodies as a result of anthropogenic activities has resulted in an increasingly complex problem to provide treatment to water resources; the "Canal Company" located east of the State of Mexico is no exception, around this industrial, agricultural areas and a large population that discharge sewage canal without any treatment are. Contaminants cause Overflows, altered flow, turbidity, and acceleration of eutrophication, reducing the life of the channel. This research is conducted in order to quantify contaminants (heavy metals, solids, COD and others) in water and sediment according to regulations. To present alternative solutions of water and provide adequate disposal of sediments and even more important to avoid possible damage to the population living near the canal.

Introducción

El presente estudio se realizó en el municipio de La Paz, que se ubica en el oriente del estado de México y ocupa una superficie de 26.71 Km²; limita al norte con los municipios de Nezahualcóyotl, Chimalhuacán y Chicoloapan; al sur con los municipios de Ixtapaluca y Valle de Chalco Solidaridad; al oriente con Chicoloapan e Ixtapaluca y al poniente con la delegación Iztapalapa (Figura 1). Se ubica en las coordenadas 20°22' latitud norte y 98°59' longitud oeste. Tiene una altitud de 2250 metros sobre el nivel del mar. El municipio pertenece a la región hidrológica No.26, denominada Pánuco en la cuenca del Río Moctezuma, subcuenca Lago de Texcoco y Zumpango, donde el principal cuerpo de agua superficial es el Canal del Río de la Compañía. (Plan de desarrollo urbano, 2012)



Figura 1. Ubicación del Municipio “La Paz”, Edo. México. Obtenida de: www.inegi.gob.mx

En la actualidad, los problemas de contaminación en el agua han ido en aumento; las ciudades, las industrias, las actividades agropecuarias, la erosión del suelo y otras actividades humanas aportan grandes cantidades de contaminantes a los cuerpos de agua. Cualquiera que sea su procedencia, las descargas de aguas residuales presentan una amenaza para los seres vivos y el medio ambiente, ya que producen una alteración de las características del medio natural (masa de agua, terreno) donde se produce la descarga; esto ha provocado que los cuerpos receptores se saturen de contaminantes y no tengan la capacidad de autodepurarse; por otra parte el agua residual doméstica contiene una gran cantidad de materia orgánica y nutrientes, que al llegar a los cuerpos receptores los eutrofican. La importancia de esta amenaza es función de las características, cantidad y composición del agua residual (Domènech, 2006).

Generalmente, la mayor preocupación sobre la calidad del agua es la presencia potencial de contaminantes químicos, estos pueden ser: orgánicos, inorgánicos y

metales pesados, la persistencia en el ambiente de éstos últimos ocasiona una problemática especial, a diferencia de los contaminantes orgánicos, los metales no pueden degradarse ni biológica ni químicamente en la naturaleza (Orozco, 2003).

Otra problemática que se presenta en los cuerpos de agua son los sedimentos, los cuales son capas de materia finamente dividida que cubren el fondo. Típicamente son mezcla de minerales granulados de tamaño fino, medio y grueso; incluyendo arcillas, arena y cieno, mezclados con materia orgánica. La proporción en que forman parte cada una de estas fracciones es muy variable, en lo que concierne a su contaminación, los sedimentos arenosos tienen poca tendencia a retener cationes metálicos o contaminantes orgánicos. Por el contrario, aquéllos sedimentos con una alta fracción arcillosa presentan una alta tendencia a la retención de una variada gama de contaminantes (Domènech, 2006).

Los ríos constituyen el principal agente de transporte de sedimentos, ya que trasladan éstos a través de grandes distancias hasta aquellas zonas donde las características hidráulicas son propicias para que los sedimentos se depositen cambiando las características hidráulicas. Conocer el movimiento de los sedimentos es importante para entender los procesos de contaminación, sobre todo por la absorción de algunas partículas contaminantes por parte de los sedimentos, además para el control de inundaciones provocadas por la alteración de los caudales y el llenado de los canales que reduce la vida útil de los mismos (Figura 2) (Figueruelo, 2004).



Figura 2. Desbordamiento del Canal de la Compañía. Obtenida de: www.jornada.unam.mx

El canal “Río de la Compañía” nace en la vertiente oeste del Iztacíhuatl en un lugar llamado el “Peñol” donde confluyen los ríos: San Francisco y San Rafael, lo constituyen pequeñas cuencas de escurrimiento que son de origen pluvial, localizado al norte del municipio, durante la época de lluvia llega a tener de 4

a 5 m de anchura y 1.5 m de profundidad. Antiguamente este río desembocaba en el antiguo lago de Chalco, pero con la desecación de éste, fue encausado al río de los Remedios, cabe señalar que esta corriente tiene un alto grado de contaminación, ya que sirve como drenaje para el desalojo de las aguas negras de los municipios de Chalco, Ixtapaluca, Chimalhuacán, La Paz y Nezahualcóyotl; provocando deterioro ambiental (Fotografía 1).



Fotografía 1. Canal Río de la Compañía.

El canal del Río de la Compañía por la autopista México-Puebla ha ido elevándose 40 cm al año para contrarrestar los fuertes hundimientos entre el cerro “El Elefante” y el cerro de la “Estrella”. La estructura se fracturó en el 2000, 2010 y 2011 desalojando las aguas negras sobre la autopista y viviendas cercanas, generando un riesgo para la salud pública de las comunidades aledañas (Burns, 2011).

Por otra parte, el monitoreo de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de los cuerpos receptores permite determinar el nivel de contaminación de éstos, debido a las descargas de aguas domésticas e industriales sin tratar. Existen tres indicadores con los que se puede evaluar la calidad del agua, estos son: demanda química de oxígeno (DQO), demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) y sólidos suspendidos totales (SST). Los primeros dos se utilizan para estimar la materia orgánica presente; un aumento en su concentración, significa una reducción del oxígeno disuelto (OD) afectando a los ecosistemas acuáticos; la DQO mide la materia orgánica degradable y no degradable e indica la presencia de contaminación por aguas provenientes de industrias, con respecto a los SST un incremento aumenta la turbiedad del agua e impide el paso de la luz solar lo que reduce la actividad fotosintética y la producción de oxígeno (Stanley, 2007).

La presencia en los cuerpos de agua de otras sustancias contaminantes como: metales pesados, fósforo total, cromo hexavalente y otros, son indicativas de contaminación industrial, éstos contaminantes son altamente tóxicos para los sistemas acuáticos y para los diversos procesos bioquímicos y fisiológicos del ser humano (Jiménez, 2010).

El municipio de La Paz, genera un volumen de agua residual de 36 000 m³ al día, existen 13 colectores que conforman la red de drenaje y alcantarillado cuya longitud total es de 21.3 Km. En el municipio existen cuatro puntos de descarga: cárcamo municipal, cárcamo de los Reyes, cárcamo el Salado y el colector Independencia, estos puntos de descarga desembocan en el Canal de la Compañía; de los 36 000 m³ de agua residual que se generan al día en el municipio, aproximadamente el 90% son vertidas al cauce del canal; el resto se pierde por evaporación (Fierro, 2013).

Metodología

A la altura del Km 21.3, frente al Tecnológico de Estudios Superiores del Oriente del Estado de México, se establecieron 6 sitios de muestreo, uno cada 100 m a lo largo de un tramo del Canal Río de la Compañía; considerando los puntos de descarga, así como factores geológicos e hidrológicos. Se realizaron dos muestreos, el primero en la época de lluvias (octubre 2015) y el segundo en el estiaje (febrero 2016), se tomaron muestras de 300 a 500 g de sedimentos y 1000 ml de agua residual (Fotografía 2).



Fotografía 2. Muestreo en puntos de descarga.

El objetivo del presente trabajo es ampliar el estudio sobre las sustancias contaminantes del canal “Río de la Compañía” en la zona oriente del Estado de México, así como evaluar su variación temporal.

La toma y preservación de las muestras se realizaron de acuerdo a las normas: NOM-004-SEMARNAT-2002, NMX-AA-003-2006 y NMX-014-1980.

La determinación de materia orgánica en sedimentos, se realizó de acuerdo a la norma mexicana NMX-AA-021-1985; las muestras fueron secadas en una estufa a 60 °C durante 24 horas posteriormente se trituro en un mortero hasta obtener una consistencia similar al talco, se pesó 0.1g de la muestra y se transfirió a un matraz Erlenmeyer de 250 ml, se añadió 10 ml de dicromato de potasio (K₂Cr₂O₇, 1N) y 20 ml de ácido sulfúrico concentrado (H₂SO₄), dejando reposar durante 30 min, seguido a esto se adicionó 100 ml de agua y 10 ml de ácido fosfórico (H₃PO₄, 95%), por último se añadió 0.5 ml de difenilamina como indicador en la titulación con sulfato ferroso (FeSO₄, 0.5N), observándose un vire de violeta a verde. Para la determinación de los parámetros: sólidos totales y sólidos volátiles totales, se realizó de acuerdo a la norma NMX-AA-034-SCFI-2001. Se colocó la muestra en una cápsula que previamente fue puesta a peso constante; posteriormente se llevó a la estufa a 105°C, hasta sequedad. Para los sólidos volátiles totales, la muestra fue puesta en la cápsula y colocada en la mufla a 550°C, durante 15 min, a continuación, se llevó a la estufa a 105°C, durante 20 min, por último, se dejó en el desecador hasta temperatura ambiente y se pesó.

Los metales pesados: Cadmio (Cd), Cromo (Cr), Níquel (Ni), Plomo (Pb) y Zinc (Zn); se analizaron por medio de espectrofotometría de absorción atómica, utilizando un equipo Thermo Scientific, Mod 3300, las determinaciones se realizaron por flama de acuerdo a la NMX-051-SEMARNAT-2001. Se realizó la digestión en medio ácido (HNO₃) de las muestras evitando que hiervan, se dejaron evaporar casi a sequedad y se añadió 10 ml de ácido clorhídrico (HCl, 1:1) y 15 ml de agua dejando calentar por otros 15 min hasta digestión completa, se aforó a 50 ml y se realizó el análisis.

La Demanda Química de Oxígeno (DQO), Fósforo (P) y Cromo Hexavalente (Cr⁶⁺); se analizaron en un espectrofotómetro marca Hach, modelo DR 2000, de acuerdo a la normatividad vigente.

Para determinar el fósforo total, fue necesario realizar una curva de calibración con concentraciones: 0.1, 0.3, 0.4, 0.5 y 0.6 mg/l, partiendo de la disolución madre. Se tomó una alícuota de 50 ml y se verificó que el pH fuera neutro, se adicionó 1 ml de ácido fuerte y 0.4 g de persulfato de sodio, las muestras se pusieron a digerir durante 10 min, hasta alcanzar un volumen de 10 ml; se dejó enfriar, se neutralizó y se aforó a 100 ml; se

adicionó 4 ml de heptamolibdato de amonio más 0.5 ml de cloruro estanoso, se dejó reposar 10 min y se leyeron las muestras, el blanco y la muestra control a una observancia a 690 nm.

La determinación del cromo hexavalente se realizó a partir de la curva de calibración cuyas concentraciones fueron: 0.01, 0.05, 0.1, 0.2 y 0.3 mg/l. Se filtró la muestra a través de una membrana 0.45µm, posteriormente se tomó una alícuota de 50 ml y se aforó a 100 ml, se adicionó 1 ml de ácido sulfúrico 0.2 N y 2 ml de la disolución de difenilcarbazida; se mezcló y se dejó reposar durante 10 min. Se leyeron las muestras, el blanco y la muestra control a una observancia de 540 nm

Por último, para el análisis de la DQO, se elaboró una curva de calibración de concentraciones: 200, 400, 600, 800 y 1000 mg/l; partiendo de la disolución madre. Se tomó 2.5 ml de muestra y se le adicionó 0.5 ml de dicromato de potasio 0.00417M, 0.2 ml de la disolución de sulfato de mercurio y 2.5 ml de la disolución de sulfato de plata. Se pusieron a digerir a una temperatura de 150 °C; una vez que se enfriaron se leyeron a una absorbancia de 620 nm; al igual que el blanco y la muestra control.

Para la validación de la técnica fue empleada una muestra control de concentración conocida que se midió con cada lote de muestras.

Resultados y discusión

En la Tabla 1. se presentan los resultados de cada uno de los parámetros evaluados en la presente investigación en un tramo de 600 m del Canal del Río de la Compañía.

Se observa un deterioro significativo en la calidad del agua, provocado principalmente por las descargas de agua residuales sin tratamiento de las zonas habitacionales, comerciales e industriales aledañas al canal. Las altas concentraciones de cadmio, cromo y plomo en sedimentos, así como, la DQO en agua; representan un riesgo para la salud humana ya que algunos de estos metales son considerado cancerígenos (se han presentado casos de tumores en perros que viven a las orillas del canal); si bien, el agua del canal no es consumida por la población, las reacciones geoquímicas que se llevan a cabo pueden favorecer la liberación de algunos metales a la columna de agua; además, la presencia de fósforo total en el agua, se debe especialmente a la descarga de aguas jabonosas por parte de la población. Con respecto al plomo (Pb) y cromo (Cr); se esperaban resultados fuera de los Límites

Máximos Permisibles (LMP) establecidos en la norma NOM-001-SEMARNAT-1996; ya que estos metales son característicos de proceso industriales, lo cual coincide con la ubicación de dos industrias, una de teñido textil y la otra dedicada a generar productos a base de cobre; lo que ha provocado que el cauce del canal se torne de diferentes colores, desprendiendo olores picantes.

Tabla 1. Concentraciones promedio de los parámetros realizados en la zona de estudio.

Parámetro	Muestra	Resultado promedio (mg/l)	LMP(mg/l) NOM-001-SEMARNAT 1996
Materia orgánica (s)	LL	0.0753	
	E	0.2333	
Sólidos Totales (s)	LL	1.0633	
	E	1.1367	
Sólidos Volátiles Totales (s)	LL	1.5967	
	E	1.7500	
Cadmio (Cd) (s)	LL	<0.0250	0.1
	E	0.2275	
Cromo (Cr) (s)	LL	<0.0250	0.5
	E	1.0210	
Cromo (Cr ⁶⁺) (A)	LL	0.007	
	E	0.031	
DQO (A)	LL	645.5	200.0
	E	954.0	
Fósforo Total (P) (A)	LL	6.6482	20.0
	E	9.9127	
Níquel (Ni) (s)	LL	<0.1000	2.0
	E	0.9870	
Plomo (Pb) (s)	LL	<0.0500	0.2
	E	1.2512	
Zinc (Zn) (s)	LL	0.1333	10.0
	E	0.2812	

LL = Muestreo en época de Lluvias
E = Muestreo en época de Estiaje

(S) = Muestra sedimentos
(A) = Muestra Agua

Conclusiones

La principal problemática que presenta el canal Río de la Compañía; de acuerdo a esta investigación, se debe especialmente a los metales pesados presentes en los sedimentos, es importante que se realice el tratamiento adecuado de éstos, ya sea por medio de procesos de extracción, estabilización o procesos biológicos utilizando una población de microorganismos.

Las concentraciones de plomo están sujetas a la dinámica de los metales, ya que una vez presente en el suelo son poco móviles y tiende a acumularse en la parte superficial. El metal puede seguir diferentes vías e incorporarse a las cadenas tróficas (Machado, 2008).

Con respecto al agua, su principal contaminante es la materia orgánica, a la cual se le debe dar un tratamiento como: lodos activados o bien a través de un filtro percolador; es posible obtener beneficios si se aplica un tratamiento anaerobio con el fin de obtener un biocombustible.

Además, es forzoso que los municipios que descargan sus aguas residuales en el canal, construyan plantas de tratamiento con el propósito de cumplir con los LMP establecidos en la NOM-001-SEMARNAT-1996, y así poder descargarlas al cuerpo de agua, sin riesgo para la salud humana; o bien que puedan ser reusadas como agua de riego. En la actualidad se trabaja con la determinación de más parámetros, para lograr una caracterización más completa del agua y sedimentos provenientes del canal.

Referencias

Burns E. (2011). Plan hídrico para las Subcuencas de Ameca, La Compañía y Tlahuac Xico. Comisión de Cuenca Ríos Amecameca y La Compañía- UAM, 240pp.

Comisión del Agua del Estado de México. (2015). "Segundo encuentro nacional de estados y municipios por una cultura del agua". Disponible: www.csva.gob.mx/2doEncuentro/docs/foros/foro2/CAE-Mexico.pdf

Comisión Nacional del Agua (Conagua). Atlas del agua en México 2014. [Recuperado, 25 de Julio de 2015]. Disponible: <http://www.conagua.gob.mx/conagua07/publicaciones/>

Domenech X. (2006). Química ambiental de sistemas terrestres. *Reverté*.

Figueruelo J. E. (2004). Química Física del ambiente y de los procesos medioambientales. *Reverté*, 591 pp.

Gobierno del Estado de México, Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda. (2015). «Plan de Desarrollo Urbano de La Paz» [Recuperado, 25 de octubre, 2015]. Disponible: http://seduv.edomexico.gob.mx/planes_municipales/paz_la/PMDU%20la%20paz.pdf

Jiménez Cisneros, Blanca E. (2008). La contaminación ambiental en México: causas, efectos y tecnología apropiada. *Limusa*, p. 625-637.



Machado A., Garcia N. Acosta L. (2008). Contaminación por metales (Pb, Zn, Ni y Cr) en aire, sedimentos viales y suelo en una zona de alto tráfico vehicular. Revista Internacional de Contaminación Ambiental., 24: 4, pp 171-182.

NOM-001-SEMARNAT-1996. (2015). Límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales. [Recuperado, 3 de noviembre de 2015]. Disponible en PDF: <http://www.profepa.gob.mx/innovaportal/file/>

Stanley E.M. (2007). Introducción a la Química Ambiental. Reverté-UNAM, 725 pp.