



## EVALUACIÓN DE UN PROGRAMA DE MONITOREO PARA EL MANEJO DE LA CALIDAD DEL AGUA EN UN RÍO TRANSFRONTERIZO DE NORTEAMÉRICA

María del Pilar Saldaña Fabela<sup>1</sup>; María Antonieta Gómez Balandra<sup>1</sup>; Edith Salcedo Sánchez<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

<sup>2</sup>Programa de Posgrado del Instituto Mexicano de Tecnología del Agua. Email: psaldana@tlaloc.imta.mx

### RESUMEN

El monitoreo de calidad del agua es uno de los pasos más importantes para programas de manejo de calidad del agua, ya que las decisiones que se toman se basan en la información disponible, además de identificar zonas en donde, por el aporte de contaminantes deterioran la calidad del agua de los cuerpos receptores. El Río Bravo, es uno de los más grandes e importantes de Norte América por ser un cuerpo de agua transfronterizo. La CONAGUA tiene establecida una Red Nacional de Monitoreo, la cual fue analizada para la zona del Bajo Río Bravo, desde aguas abajo de la Presa Internacional Falcón hasta la Ciudad de Matamoros, Tamaulipas. Cuenta con cinco estaciones de monitoreo desde el 2000 al 2010 y el objetivo fue analizar la base de datos de nueve parámetros fisicoquímicos y microbiológicos aplicando el Índice de Calidad del Agua Canadiense para el uso como fuente de abastecimiento. Los resultados indicaron dos zonas, una con calidad del agua de buena a excelente y la otra de calidad regular a contaminada y que corresponde a la zona donde las actividades antropogénicas y agrícolas impactan al río, aportando concentraciones que rebasan el objetivo ambiental para el uso público urbano como fuente de abastecimiento de agua. Con esta información y tomando en cuenta que la ciudad de Reynosa cuenta con dos plantas de tratamiento y una de ellas se encuentra en ampliación y mejoras, el monitoreo de vigilancia es indispensable para detectar mejoras en la calidad del agua del Bajo Río Bravo.

**Palabras clave:** Calidad del agua, Programa de Monitoreo, Río Transfronterizo

## EVALUATION OF A MONITORING PROGRAM FOR THE WATER QUALITY



### MANAGEMENT IN A NORTH AMERICAN TRANSBOUNDARY RIVER.

#### ABSTRACT

Water quality monitoring is one of most important steps in the river management programs, since the decisions taken are based on available information, also pollutant sources and impaired water bodies are identified. The Rio Grande is one of the largest and most important rivers in North America, as well as transboundary water body. CONAGUA has set up a National Network for Water Quality Monitoring, whose data from 2000 to 2010 were analyzed for the Lower Rio Grande that is from downstream the International Falcon Dam to the Matamoros city. This reach has five monitoring stations and the objective was to analyze nine physical, chemical and microbiological parameters using the Canadian Water Quality Index to water supply limits. The results indicated two areas, one with water quality from good to excellent and the other from regular quality to contaminated. In this last section, the river is impaired by urban and agricultural activities. Pollutant concentrations exceeded the limits for source of urban water supply. With this information and taking into account that Reynosa city has two treatment plants, one in expansion and improvement, monitoring and surveillance is necessary to detect future improvements in water quality in the Lower Rio Grande.

**Palabras clave:** Water Quality, Monitoring Program, Transboundary River

#### 1 Introducción

El propósito de un monitoreo de calidad del agua es obtener información cuantitativa y cualitativa para definir las características físicas, químicas y biológicas de un cuerpo de agua. El monitoreo es uno de los pasos más importante para programas de manejo de calidad del agua, ya que las decisiones que se toman se basan en la información disponible (Karamouz M., Szidarovszky, F., and Zahraie, B, 2003). El monitoreo ha evolucionado para ayudar a determinar las tendencias en la calidad del medio acuático y cómo se ve afectada por la liberación de contaminantes, de actividades antropogénicas, y/o por las operaciones de sistemas de tratamiento. Los programas de monitoreo de calidad del agua apoyan en la determinación de los niveles antecedente en el cuerpo de agua y es la manera de compararlos con respecto a cambios en el ambiente originados por descargas puntuales y no puntuales. Existen tres tipos de monitoreo de calidad del agua: el



que es a largo plazo para establecer tendencias; el de duración finita, programa intensivo para propósitos específicos; y el de vigilancia con mediciones continuas con el propósito de evaluar el impacto en las acciones de mejora realizadas en el cuerpo receptor (Chapman, 1996).

El Río Bravo/Río Grande es el río más grande de Norte América y uno de los principales ríos de México y Estados Unidos. Por ser un cuerpo de agua transfronterizo, ha tenido particular importancia por la creciente preocupación por el desarrollo económico de la zona fronteriza y por los problemas de contaminación que desde 1992 fueron identificados por la falta de saneamiento en varias poblaciones de ambos países, así como por el aporte de plaguicidas de las zonas agrícolas y de sustancias tóxicas aportadas por las industrias. Además es la principal fuente de suministro de agua para uso doméstico, industrial y agrícola en la frontera y es un sistema hidrológico muy complejo por las derivaciones, almacenamientos y manejo del flujo en el cauce principal que ha modificado el régimen natural del río.

La cuenca del Río Bravo o Grande cubre una superficie total de aproximadamente 455,000 km<sup>2</sup>; poco más de la mitad de esta superficie corresponde a Estados Unidos (230,427 km<sup>2</sup>) y la otra parte (225,242 km<sup>2</sup>) corresponde a México (CONAGUA, 2010; IBWC/CILA, 2004). Con sus 3,034 km de longitud, el Río Bravo/Grande es el más largo de México y forma la mayor cuenca del país; asimismo es el cuarto río más largo de EUA y quinto de América del Norte (WET, 2001; Schwandt, 2002; CONAGUA, 2010). La cuenca del Río Bravo/Grande abarca en total ocho estados; tres del lado estadounidense: Colorado, New Mexico y Texas; y cinco del lado mexicano: Durango, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas (WET, 2001).

El estudio que se realiza actualmente es apoyado con Fondos Sectoriales Conagua-Conacyt, y abarca el estado de Tamaulipas desde aguas abajo de la Presa Internacional Falcón hasta la desembocadura al Golfo de México. Uno de los objetivos específicos del estudio es: Elaborar un diagnóstico histórico de calidad del agua del Bajo Río Bravo, lo anterior como una primera fase del estudio que a través del análisis de la información existente se identifique aquellos parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que reflejen cambios en concentraciones que deterioran la calidad del agua del Bajo Río Bravo.

### Área de Estudio

La Región Hidrológica No. 24, denominada cuenca del Río Bravo, es la más extensa del país con 472,000 km<sup>2</sup> representando el 19% del territorio nacional. La cuenca del Río Bravo se ubica en la frontera

entre México y Estados Unidos, la cual comprende tres subregiones: Poniente, Oriente y Oriente Bajo Río Bravo. La Región Hidrológica No. 24 Oriente Bajo Río Bravo, comprende además el Río Álamo y el Río San Juan, tiene un área de 47, 854 km<sup>2</sup>, de los cuales a Tamaulipas le corresponden 14,505 km<sup>2</sup>, y se extiende desde la Presa Falcón aguas abajo y en general, toda la vertiente derecha que reconoce a esa corriente internacional aguas abajo del vaso de dicha presa hasta su desembocadura en el Golfo de México. Por las características y extensión de la zona de estudio se presentan tres tipos de clima según Köppen modificado por García: el clima es BSo(h')hx'(w)i, que indica un clima seco, el más seco de los BS con lluvias escasas todo el año, la temperatura media anual de 22.8°C, máxima de 40°C en julio y mínima debajo de 0°C en los meses de noviembre a marzo; el BS1(h')hx' clima semiseco muy cálido y cálido, con una temperatura media anual mayor de 22 °C, la temperatura del mes más frío de 18 °C; el (A)Cx' que pertenece a los tipos semicálidos subhúmedos con lluvias escasas todo el año, una temperatura media anual mayor a 18° C (Figura 1).



**Figura 1.** Distribución de climas en la zona de estudio

## 2 Métodos

El estudio que se realiza en el Bajo Río Bravo cuenta con una Red Nacional de Monitoreo de Calidad del Agua que la CONAGUA tiene establecida y a través de la Gerencia de Calidad del Agua, lleva a cabo los monitoreos periódicos de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos. Los datos fueron proporcionados por la institución para el periodo de 2000 a 2010, los cuales fueron analizados para cada una de las estaciones y

para el uso como fuente de abastecimiento. Se cuenta para ese periodo de análisis con cinco estaciones de monitoreo que se presentan en la Figura 2 y en la Tabla 1 con las coordenadas geográficas de ubicación.

La Ley Federal de Derechos (CONAGUA, 2015) en materia de agua en su Artículo 278-A clasifica a los cuerpos de agua de propiedad nacional o cuerpo receptor, en tres tipos: A, B y C; el cauce del Río Bravo en la cuenca baja se clasifica como cuerpo receptor tipo B, para uso Público Urbano (PU). Los lineamientos de calidad del agua para uso en abastecimiento se utilizaron para los parámetros enlistados en la Tabla 2. Se aplicó el Índice de Calidad del Agua desarrollado por la Agencia de Protección Ambiental de Canadá por sus siglas en inglés CCMEQWI (CCME, 2001) con la Ecuación 1, utilizando como objetivo ambiental los criterios de la tabla 2 para identificar aquellos parámetros que no cumplieron con el criterio para el uso designado.



**Figura 2.** Estaciones de monitoreo ubicadas en la zona de estudio.

**Tabla 1.** Estaciones de muestreo

Clave	Nombre	Longitud N	Latitud O
PSRB-0022	Río Bravo 100 m aguas abajo de la presa Falcón	-99.169870	26.554380
SSRB-0035	Puente Internacional Camargo	-98.802892	26.365560
PSRB-0019	Represa Anzaldúas	-98.336051	26.140543

SSRB-0024	Puente Internacional Reynosa	-98.266058	26.089277
PSRB-0018	Puente Internacional Viejo Matamoros	-97.504438	25.892066

**Tabla 2.** Parámetros y criterios de calidad para uso como fuente de abastecimiento

Parámetro	Criterio para Uso Abastecimiento	Unidades
Cloruros	250	mg/L
Coliformes Fecales	1000	NMP/100 mL
Grasas y Aceites	10	mg/L
Oxígeno Disuelto	4	mg/L
pH	6 – 9	Unidades pH
Sólidos Suspendidos Totales	50	mg/L
Fósforo Total	0.1	mg/L
Color	75	Pt/Co
Turbiedad	10	UNT

$$CCMEWQI = 100 - \frac{\sqrt{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}}{1.732}$$

**Ecuación 1**

Donde: F1 representa el porcentaje de parámetros que no cumplen con los objetivos, F2 representa el porcentaje de resultados que no cumplen los objetivos, y F3 representa la suma total de resultados que no cumplen los objetivos.

Una vez que el valor del índice se calcula, la calidad del agua se puede clasificar conforme la siguiente escala: Excelente: 95-100 La calidad del agua está muy cercana a los niveles naturales o deseables

Buena: 80-94 La calidad del agua rara vez se aparta de los niveles naturales o deseables

Regular: 65-79 La calidad del agua se aparta algunas veces de los niveles naturales o deseables Contaminada:

45-64 La calidad del agua se aparta frecuentemente de los niveles naturales o deseables Muy Contaminada:

0-44 La calidad del agua se aparta casi siempre de los niveles naturales o deseables

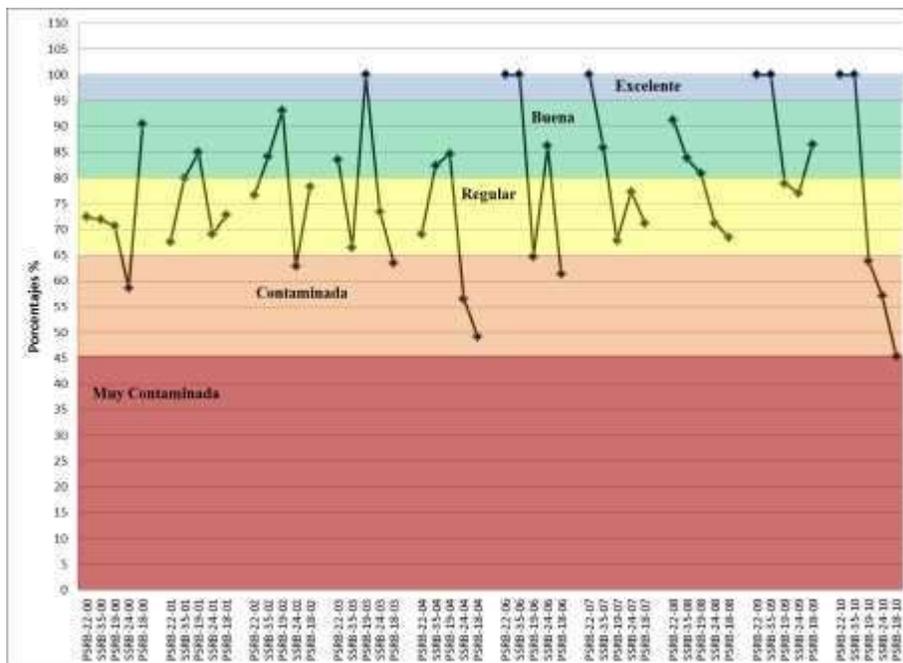
### 3 Resultados y discusiones

El análisis de los resultados obtenidos del Índice de Calidad del Agua de las cinco estaciones de

monitoreo sobre el cauce principal del Bajo Río Bravo del periodo de 2000 a 2010, se presentan en la Figura 3. Para cada año se graficaron tomando en cuenta la dirección del flujo del río, desde aguas abajo de la presa Internacional Falcón hasta la ciudad de Matamoros.

Las estaciones que se encuentran cercanas a la presa (PSRB-0022 y SSRB-0035) desde el 2006 a 2010 han presentado de buena a excelente calidad del agua debido en parte a que es una zona con pocos aportes de aguas residuales domésticas, comparadas con el mismo periodo para las estaciones PSRB-0019, SSRB-0024 y PSRB-0018, las cuales se encuentran cercanas a las poblaciones de Reynosa y Matamoros y que presentan una calidad de regular a contaminada (ver Figura 2), debido a los aportes de aguas residuales domésticas y de la zona de riego de la region. En el periodo de 2000 al 2004, ya que en 2005 no se realizaron muestreos, la calidad del agua principalmente oscilo de regular a contaminada.

**Figura 3.** Resultados del Índice de Calidad del agua en las cinco estaciones de monitoreo



Los parámetros que determinaron y afectaron la calidad del agua de acuerdo a los objetivos ambientales



para el uso como fuente de abastecimiento, fueron: para PSRB-0022, SSRB-0035, y PSRB-0019, grasa y aceites, color, turbiedad, coliformes fecales, oxígeno disuelto y fósforo total; mientras que para SSRB-0024 y PSRB-0018 principalmente coliformes fecales, fósforo total, turbiedad y sólidos suspendidos totales.

#### 4 Conclusiones

Con los resultados obtenidos y tomando en cuenta los nueve parámetros analizados para los diez años de monitoreo, en el cauce principal del Bajo Río Bravo se presentan dos zonas que definen la calidad del agua del cuerpo receptor. La parte desde aguas abajo de la Presa Internacional Falcón hasta la represa Anzaldúas, la cual presenta una mejor calidad que va de buena a excelente y la zona desde el Puente Internacional Reynosa hasta Puente Internacional Matamoros en donde la calidad del agua es de regular a contaminada y que se relaciona principalmente con las actividades antropogénicas y agrícolas que aportan concentraciones que rebasan el objetivo ambiental para el uso en abastecimiento de agua. Con esta información y tomando en cuenta que la ciudad de Reynosa cuenta con dos plantas de tratamiento y una de ellas se encuentra en ampliación y mejoras, el monitoreo de vigilancia es indispensable para detectar mejoras en la calidad del agua.

Desde el 2012 a la fecha el Programa de la Red Nacional de Monitoreo de la CONAGUA fue rediseñado y cuenta actualmente con 12 estaciones de monitoreo en el cauce principal del tramo estudiado, lo cual apoyará en la toma de decisiones y manejo del agua en la zona transfronteriza.

*Agradecimientos.* Se agradece el apoyo para el desarrollo del proyecto que a través del Fondo Sectorial CONAGUA-CONACYT con clave 188747 hace posible realizar los estudios en el Bajo Río Bravo.

#### Referencias

Canadian Council of Ministers of the Environment Winnipeg: Canadian Water Quality Guidelines for the Protection of Aquatic Life: CCME Water Quality Index 1.0, [online] Canada. (2001). Disponible en: <http://www.ccme.ca/sourcetotap/wqi.html>.

CONAGUA, Comisión Nacional del Agua. (2010). Estadísticas del Agua en México, edición 2010. [http://www.dina-mar.es/file.axd?file=2010%2f4%2fstd-mejicoEAM2010\\_paraInternet16mzo2010.pdf](http://www.dina-mar.es/file.axd?file=2010%2f4%2fstd-mejicoEAM2010_paraInternet16mzo2010.pdf)



CONAGUA, Comisión Nacional del Agua. (2015) Ley Federal de Derechos Disposiciones Aplicables en Materia de Aguas Nacionales 2015. SEMARNAT pp. 125

Chapman, D. (1996). Water quality assessments-A guide to use of biota, sediments and water in Environmental Monitoring. UNESCO/WHO/UNEP. Second Edition Chapman & Hall. Great Britain University Press, Cambridge. ISBN 0419215905. Pp. 609.

Karamouz M., Szidarovszky, F., and Zahraie, B, (2003), Water resources systems analysis, CRC Press, Lewis Publishers, Boca Raton, Florida. pp. 589

IBWC/CILA, (2004). Third Phase of the Binational Study Regarding the Presence of Toxic Substances in the Upper Portion of the Rio Grande/Rio Bravo Between the United States and Mexico. International Boundary Waters.

Schwandt, J., (2002). Bi-National Water Issues in the Rio Grande/Río Bravo Basin, Water Policy 4(2): 137-155.

WET Project, (2001). Descubre una cuenca: Río Grande/Río Bravo, S. Chisholm (ed.), Discover a Watershed Series, Worldwide Water Education for Teachers, Estados Unidos.