

Evaluación y clasificación preliminar de la calidad del agua de la cuenca del río Tárcoles y el Reventazón

Parte I: Análisis de la contaminación de cuatro ríos del área metropolitana

Guillermo Calvo Brenes¹

Jesús Mora Molina²

Fecha de aceptación: 20/11/06

El objetivo general de este proyecto fue monitorear, evaluar y clasificar la calidad físico-química del agua de la cuenca de los ríos Tárcoles y Reventazón para determinar la carga contaminante inicial, como punto de partida para operar el nuevo Reglamento del Canon Ambiental por Vertidos por parte del MINAE.

Palabras claves

Oxígeno disuelto, nitrógeno amoniacal, sólidos suspendidos totales, porcentaje de saturación de oxígeno.

Key words

Dissolved Oxygen, Ammonium Nitrogen, Total Suspended Solids, Oxygen Saturation Percentage.

Resumen

El objetivo general de este proyecto fue monitorear, evaluar y clasificar la calidad físico-química del agua de la cuenca de los ríos Tárcoles y Reventazón para determinar la carga contaminante inicial, como punto de partida para operar el nuevo Reglamento del Canon Ambiental por Vertidos por parte del MINAE. También, se evaluaron otros parámetros

para clasificar la calidad físico-química de los cuerpos de agua utilizando el Índice Holandés de Valoración y los criterios para la clasificación de los cuerpos de agua superficial establecidos por el MINAE.

En los primeros seis meses del año, se evaluaron los parámetros de contaminación establecidos en el reglamento del canon ambiental y los que se utilizan para calcular el Índice Holandés de Valoración en las cuatro zonas de control, previamente establecidas. También, se efectuaron mediciones a nivel de campo así como análisis de laboratorio.

En esta primera publicación únicamente haremos un análisis comparativo de cuatro ríos pertenecientes al área metropolitana, considerando los siguientes parámetros: oxígeno disuelto, nitrógeno amoniacal, sólidos suspendidos totales y porcentaje de saturación de oxígeno.

1. Profesor e investigador. Escuela de Química Instituto Tecnológico de Costa Rica. Sede Cartago, Coordinador del proyecto. Correo electrónico: gcalvo@itcr.ac.cr
2. Profesor e investigador. Escuela de Química Instituto Tecnológico de Costa Rica. Sede Cartago. Correo electrónico: jmora@itcr.ac.cr; tel.: 550- 2739

En Costa Rica se desconoce exactamente el número de mantos acuíferos y su condición actual, la cantidad de pozos existentes y el volumen de agua que se extrae de ellos, así como el número de empresas que tienen plantas de tratamiento de aguas residuales.

Abstract

The general objective of this project was to monitor, evaluate and classify the quality of water according to physico chemical parameters of river Tarcoles and river Reventazon Basin for determining the initial contaminants discharge, as the initial reference level for the application of the new Environmental Regulatory Law of the MINAE. There were also evaluated other parameters to classify the quality of water according to physico chemical parameters using the Holland Classification Index and other quality classification criteria from MINAE.

During the first six months of the year the different parameters mentioned in those two regulations were evaluated in the 4 control zones previously established. Measurements were made in field as well in the laboratory.

In this first publication only 4 rivers belonging to the Metropolitan Area will be compared among them, considering the following parameters: dissolved oxygen, ammonium nitrogen, total suspended solids and oxygen saturation percentage.

Introducción

En Costa Rica se desconoce exactamente el número de mantos acuíferos y su condición actual, la cantidad de pozos existentes y el volumen de agua que se extrae de ellos, así como el número de empresas que tienen plantas de tratamiento de aguas residuales (8). Se reporta que en el 73.8% del territorio nacional, los acuíferos tienen una vulnerabilidad alta o muy alta. Además, el Gobierno no percibe los recursos económicos de un 44% de los grandes usuarios del agua porque se les permite explotar pozos pagando montos ínfimos. Se estima que de los 20,000 pozos existentes en el área metropolitana, el 85% de estos usuarios extraen el agua ilegalmente (1,2,8).

Los datos existentes muestran que la cobertura de la población con agua para consumo humano es de un 98.5% en las áreas urbanas y un 75.4% en la rural. De la totalidad de la población, solamente el 34% tiene acceso a alcantarillado simple (sin planta de tratamiento) y el 97% de la población rural tiene acceso a un tanque séptico o letrina (1). El 96% de las aguas residuales del país no reciben tratamiento alguno antes de ser vertidas a los ríos, concentrándose principalmente en la Gran Área Metropolitana (GAM) (1). Las únicas ciudades que cuentan con plantas de tratamiento para las aguas residuales provenientes de vertidos domésticos son: Cañas, Liberia, Santa Cruz, Nicoya, El Roble en Puntarenas y Pérez Zeledón, lo que representa apenas un 4% (3).

Dos de las principales cuencas del país son la del Tárcoles y el Reventazón, donde se ubica el 70% de la población y reciben las aguas residuales sin tratar provenientes de las ciudades de San José, Heredia, Alajuela y Cartago (2). Un estudio hecho en 1999 muestra que los problemas de contaminación en las subcuencas se deben a las descargas de desechos líquidos y sólidos provenientes, principalmente, de las descargas domésticas e industriales. En el año 2003, se reportó que menos del 10% de las empresas llevan a cabo un tratamiento previo antes de descargar sus aguas a un cuerpo receptor (5). De las 3500 industrias que están ubicadas cerca del río Virilla, se estima que solo el 5% posee una planta de tratamiento. Este río recibe la descarga de 250,000 metros cúbicos de agua al día sin tratar, según el octavo informe del Estado de la Nación (2). Además, estas subcuencas registran un alto crecimiento poblacional, no poseen un sistema adecuado para el manejo de las excretas y sus habitantes presentan niveles altos de mortalidad por diarrea así como morbilidad alta por hepatitis (4).

Estudios llevados a cabo sobre la cuenca del río Grande de Tárcoles han demostrado el

Se recolectaron muestras de cuerpos receptores de agua localizados en la cuenca del río Grande de Tárcoles y la cuenca del Reventazón. La definición de las zonas de control prioritarias fueron establecidas, previamente, con el personal del MINAE, basados en investigaciones llevadas a cabo en el pasado en dichas cuencas. También se consideraron otros criterios técnicos en la definición de las zonas de control.

grave proceso de deterioro experimentado en la calidad de sus aguas. Aunque esta contaminación es superficial, terminará afectando paulatinamente los cuerpos subterráneos usados en el suministro de agua para consumo humano debido a la relación intrínseca que existe entre ambos (1, 2, 3, 4, 6, 7).

Los estudios sobre la calidad de los cuerpos receptores que se han efectuado en el pasado han sido variables en cuanto a su extensión y las zonas muestreadas. Este hecho imposibilita correlacionar los parámetros analizados en el pasado a través de los años (3, 4, 6, 7). En un sistema dinámico y cambiante como son los cuerpos receptores de agua, cualquier dato que se obtenga suministra información que está delimitada en el tiempo y el espacio en que se tomó dicha muestra.

Con la ejecución de este proyecto se suministrará información reciente y confiable sobre la calidad de los cuerpos receptores. Así el MINAE podrá empezar a monitorear el efecto que el cobro del canon ambiental pueda generar sobre la calidad de las aguas. Por otra parte, dispondrá de información de partida sobre la cual inicie el proceso de negociación en las zonas de control para la recuperación ambiental de esos cuerpos receptores que corresponde a otra fase por implementar por parte de esa institución. En este proceso de negociación estarían representados entes privados generadores de contaminación, el sector comunal, el sector de empresas de servicios públicos de saneamiento y abastecimiento de agua potable, los municipios, el sector ambiental y otros entes presentes en la zona de control (turístico, minería metálica y no metálica, etc.).

Actualmente, el MINAE está elaborando un nuevo reglamento que le permita controlar la contaminación de los cuerpos de agua basados en una clasificación de la calidad del líquido, fundamentada en la prioridad de su uso. Actualmente se han establecido 5 categorías de calidad del agua en función

de los usos potenciales, definidas en ese reglamento. Se utilizará específicamente el índice holandés de valoración de la calidad del agua para cuerpos receptores.

El estudio se llevó a cabo en la cuenca del río Grande de Tárcoles y el río Reventazón en puntos de muestreo previamente establecidos por el MINAE y el CEQIATEC.

Materiales y métodos

Se recolectaron muestras de cuerpos receptores de agua localizados en la cuenca del río Grande de Tárcoles y la cuenca del Reventazón. La definición de las zonas de control prioritarias fueron establecidas, previamente, con el personal del MINAE, basados en investigaciones llevadas a cabo en el pasado en dichas cuencas. También se consideraron otros criterios técnicos en la definición de las zonas de control.

Los puntos de muestreo fueron los siguientes:

Cuenca del río Grande de Tárcoles

Zona de control 1.

Comprende el río Virilla 1, río Virilla 2, río Torres 1, río Tiribí 1, río Tiribí 2 y río María Aguilar.

Zona de control 2.

Comprende el río Virilla 3, río Uruca, río Bermúdez 2, río Segundo 2, río Ciruelas 2.

Zona de control 3.

Comprende el río Alajuela, río Tizate, río Poás, río Virilla 4 y río San Ramón 1.

Cuenca del río Reventazón-parte alta

Zona de control 3.

Comprende el río Purires, río Reventado y el río Agua Caliente.

Para efectos de este primer artículo, se analizaron los puntos de la zona de control

1 (río María Aguilar, río Tiribí y río Torres) y de la zona de control 3 (río Poás).

Los parámetros que se analizaron en el laboratorio fueron Demanda Química de Oxígeno Disuelta (DQO), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5), Sólidos Suspendidos Totales (SST) y el Nitrógeno Amoniacal (N-NH_4^+) siguiendo los procedimientos de análisis establecidos y aceptados internacionalmente, los cuales por decreto ejecutivo son válidos en Costa Rica. A nivel de campo se analizó el Oxígeno Disuelto (OD), la Temperatura del cuerpo de agua y la ambiental, la Humedad del ambiente así como la Presión Atmosférica y el pH del río. La determinación del Caudal se hizo a través de la medición de la velocidad del efluente y la determinación de su área transversal.

Resultados y discusión

El proyecto inició en enero del 2006, y el primer semestre se dedicó al muestreo y registro de las mediciones en campo así como el análisis respectivo de las muestras. En el segundo semestre, se analizarán los datos de cada parámetro estudiado, de ahí

que solo se presentarán algunos de los resultados obtenidos hasta el momento.

Un parámetro importante es el nitrógeno amoniacal ya que en su forma libre, como amoníaco es tóxico para los peces y su toxicidad depende del pH del agua y su temperatura. Su presencia en los cuerpos de agua se debe a descarga directa o la degradación de la materia orgánica nitrogenada en las aguas residuales. En la figura 1 se puede observar cómo el nitrógeno amoniacal aumentó en los meses de febrero, marzo y abril en relación con el mes de enero. Este comportamiento concuerda con la época más seca del año donde la temperatura es más alta y tanto el caudal, como el nivel de los ríos, disminuyen. De acuerdo con la clasificación numérica de la metodología holandesa valores mayores de 5 mg/L de N-NH_4^+ indican una “contaminación muy severa” en relación con ese parámetro, lo cual se nota en los meses de enero a mayo para luego disminuir a un valor cercano a 2 mg/L en junio, correspondiente a una “contaminación moderada”. La disminución de este parámetro concuerda con el ingreso de la época lluviosa.

El proyecto inició en enero del 2006, y el primer semestre se dedicó al muestreo y registro de las mediciones en campo así como el análisis respectivo de las muestras.

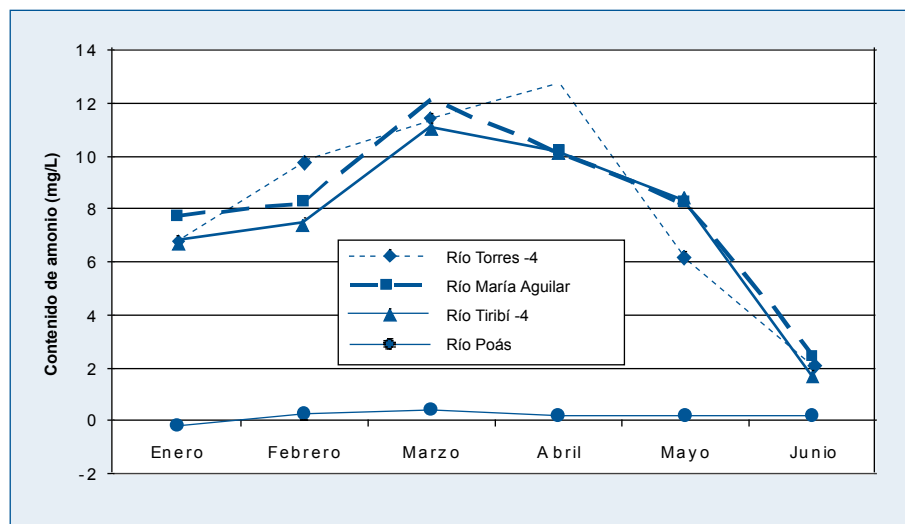


Figura 1. Concentración de nitrógeno amoniacal en los primeros 6 meses del año 2006 en 4 diferentes ríos del área metropolitana

El oxígeno disuelto es uno de los indicadores más importantes de calidad del agua que refleja, en general, la salud de los sistemas acuáticos. Se han establecido criterios alrededor del valor de 5,0 mg/L de O_2 como concentración mínima promedio necesarias para mantener la vida acuática. En la figura 2 aparece la concentración de oxígeno disuelto, para cada mes del primer semestre del año 2006 donde se comparan cuatro ríos del área metropolitana. En general, el río Poás es el que tiene la mayor concentración de oxígeno disuelto y el río María Aguilar

es el de menor concentración. El sitio de muestreo del río Poás está cerca de las montañas donde nace el río y en una área de muy baja densidad poblacional, y está poco contaminado; en contraste, el María Aguilar atraviesa importantes ciudades de San José con una alta densidad poblacional y recibe las descargas de aguas residuales domésticas, de la industria alimentaria, de los hospitales y otros sectores industriales. La figura 2 muestra claramente el grado de contaminación severa de este río con respecto a los otros tres, principalmente en la época seca.

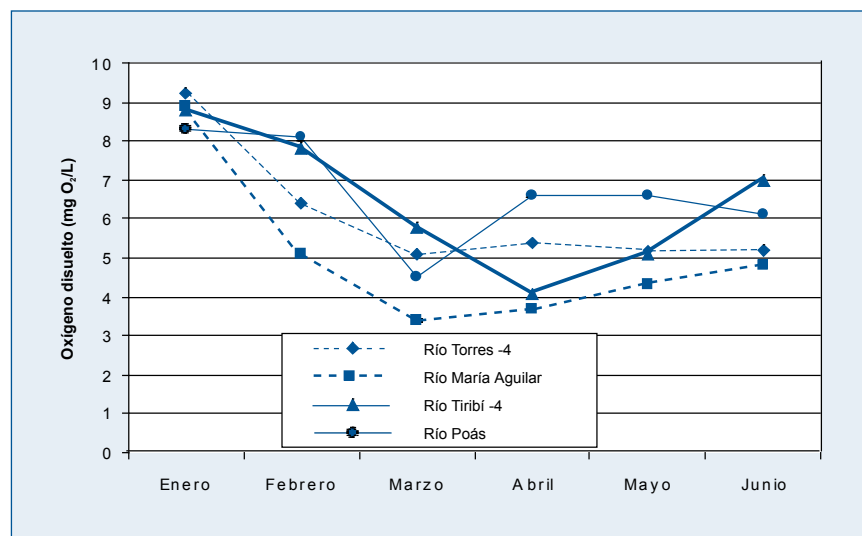


Figura 2. Concentración de oxígeno disuelto de los primeros 6 meses del año 2006 en 4 diferentes ríos del área metropolitana

Otro parámetro importante relacionado con la calidad de los cuerpos de agua es el porcentaje de saturación de oxígeno que se obtiene de la relación entre el oxígeno disuelto real obtenido en el sitio de medición y el oxígeno disuelto teórico correspondiente a la medición del agua limpia, a la presión atmosférica, y a la temperatura en el mismo sitio de medición. Tanto más alejado, el porcentaje de saturación de oxígeno del 100%, más se habrán perdido las condiciones naturales del cuerpo de agua. La figura 3

compara resultados obtenidos en los meses de febrero, marzo y abril de los 4 ríos investigados. Se puede notar claramente cómo el porcentaje de saturación de oxígeno disminuyó conforme se intensifica la época seca según la zona, que fue en el mes de marzo, en unos casos, o abril, en otros. Este comportamiento puede deberse a la disminución del caudal que conlleva una menor aireación del sistema, así como la disminución de los niveles de agua que causan un incremento en la concentración de contaminantes orgánicos, debido a la disminución en las lluvias.

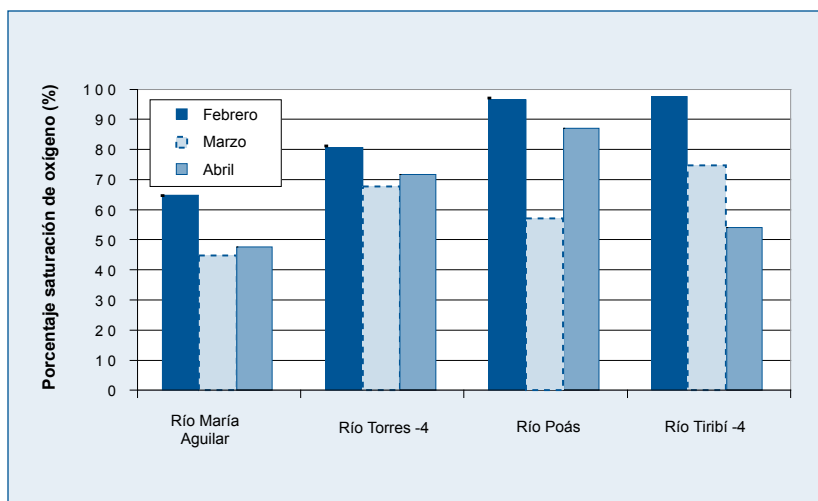


Figura 3. Comparación del porcentaje de saturación de oxígeno entre los meses de febrero, marzo y abril de 4 ríos del área metropolitana

Los sólidos suspendidos totales están constituidos por la materia suspendida que se encuentra en una muestra de agua, la figura 4 nos ilustra cómo en el mes 6 (junio) la concentración de sólidos suspendidos totales aumenta más de un 50%. Este comportamiento puede deberse a la mayor precipitación pluvial la cual arrastra materia orgánica e inorgánica producto de la mayor erosión del suelo.

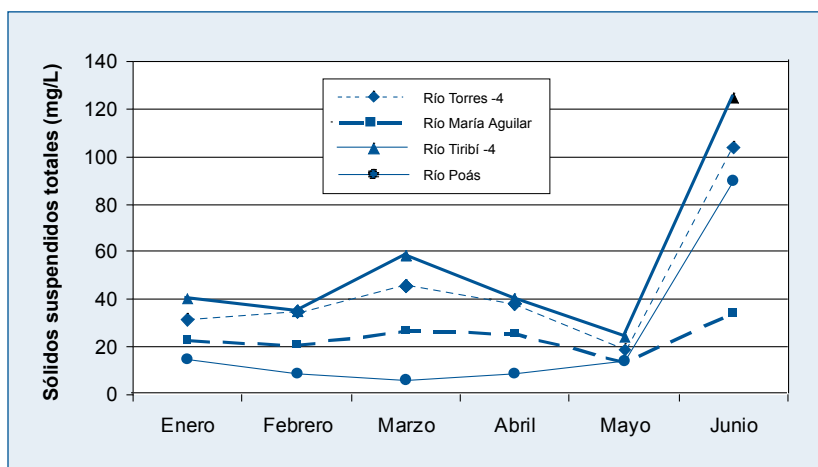


Figura 4. Concentración de sólidos suspendidos totales de los primeros 6 meses del año 2006 en 4 diferentes ríos del área metropolitana

Conclusiones

Considerando únicamente los datos y parámetros expuestos en esta primera etapa de nuestra investigación concluimos lo siguiente:

1. El río María Aguilar es el único de los ríos que muestra niveles de oxígeno disuelto inferiores al mínimo necesario para sustentar la vida acuática en la mayoría del tiempo que duró el estudio.
2. Los ríos María Aguilar, Torres y Tiribí se catalogan como ríos con “contaminación muy severa” en la mayoría del tiempo del estudio, si consideramos únicamente la concentración del nitrógeno amoniacal. En cambio, el río Poás se clasificaría como “sin contaminación” en la mayoría de los meses estudiados. Esta condición está estrechamente relacionada con la densidad poblacional que cada uno presenta: a mayor densidad poblacional, mayor contenido de niveles de contaminación.
3. La aparición de la época seca-lluviosa muestra una estrecha relación con los parámetros anteriormente estudiados. A mayor precipitación pluvial, se observa un incremento en el oxígeno disuelto, el porcentaje de saturación de oxígeno y la concentración de sólidos suspendidos totales mientras que la concentración de nitrógeno amoniacal tiende a disminuir. En general, se observa que, a mayores niveles de precipitación pluvial, se observan niveles menores de contaminación, al menos en relación con los parámetros estudiados.

Agradecimientos

Los autores expresan sus agradecimientos al Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR) y en especial a la Vicerrectoría de investigación y extensión (VIE), así como al Ministerio de Energía y Ambiente

*Los ríos María
Aguilar, Torres y
Tiribí se catalogan
como ríos con
“contaminación muy
severa” en la mayoría
del tiempo del estudio,
si consideramos
únicamente la
concentración del
nitrógeno amoniacal.*

(MINAE) en la persona de la Lic. María Guzmán por el apoyo financiero recibido. A los compañeros del MINAE Marco Chinchilla y Lizbeth Leiva, al Laboratorio de Servicios Químicos y Microbiológicos (CEQIATEC) y a los compañeros Freddy Angulo Ramírez y Bernardo Morales Herrera por su gran cooperación en el proyecto.

Bibliografía

1. ABT Associates. Estudio de Factibilidad. Programa de manejo de la Cuenca del Río Grande de Tárcoles. Volumen 4. 1999.
2. Autores varios. Estado de la Nación en Desarrollo Humano Sostenible: Noveno Informe 2002. Primera Edición. Octubre del 2003, páginas 1-24.
3. Autores varios. Periódico El Financiero. 21-27 de julio, 2003, páginas 217-281.
4. MINAE. Taller de validación y modificación del reglamento de vertido y reuso de aguas residuales. Hotel Corobicí. Mayo 16 del 2003.
5. Pérez, M. y Alvarado, R. Serie Servicios Municipales: No 1. Dirección de Gestión Municipal. Sección de Investigación y Desarrollo. 2003.
6. PROSIGA. Información para el establecimiento de canones de vertido de aguas residuales en la zona alta y media de la Cuenca del Río Virilla. Informe Final. Tomo III. Junio del 2003. Anexos VIII-XIX.
7. Ramírez, J. M. Informe Anual 2003: Calidad de Aguas Residuales en los sistemas de depuración operados y administrados por AyA y estudios especiales de interés institucional. Instituto Nacional de Acueductos y Alcantarillados. Enero-diciembre del 2003.
8. Romero, L. y Ramírez, J. M. Informe Final: Monitoreo de las microcuencas de las Quebradas Pavas, Bibrí, Psiquiátrico y Rivera. Cantón Central de San José. Municipalidad de San José e Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados. Febrero-noviembre del 2001.