

El manejo de la calidad del agua de los ríos para los países en desarrollo

Asit K. Biswas

Sociedad Internacional para el Modelado Ecológico

El manejo de la calidad del agua de los ríos para los países en desarrollo se convierte, paulatinamente, no sólo en un proceso muy complejo sino también en un tema relevante de interés nacional asociado al bienestar humano. Esta situación ya es crítica en casi todos los principales centros urbanos localizados en la ribera de un río cuyas aguas ellos mismos han degradado en forma importante con diversos contaminantes orgánicos, químicos y metálicos. Sin embargo, la primera causa del deterioro extensivo de la calidad del agua de los ríos es, sin duda, el incremento constante de la población. De acuerdo con estimaciones recientes del Banco Mundial (Bos et al., 1992) el total de habitantes de los países en desarrollo pasó de 4,827 millones en 1985 a 5,268 millones en 1990. Las proyecciones indican que esta cifra seguramente llegará a 6,168 millones para el año 2000, a 8,345 millones para el 2025 y a 10,055 millones para el 2050. Estos números podrían incrementarse aún más si se incluyera a las repúblicas independientes de la otrora Unión Soviética que actualmente tienen estilos de vida similares a los de los países en desarrollo pero que en el informe del Banco Mundial se consideraron como naciones desarrolladas. El crecimiento de la población implica un rápido incremento de las actividades humanas cuyo impacto sobre la calidad del agua de un río puede ser adverso o benéfico. La ausencia de instalaciones apropiadas para el tratamiento de las aguas residuales significa, frecuentemente, que los desechos son arrojados a los ríos convirtiéndolos en verdaderas cloacas. Una rápida industrialización sin salvaguardias ambientales adecuadas contribuye a la contaminación del agua de los ríos mediante químicos industriales, metales traza y compuestos orgánicos. Con el fin de incrementar la producción agrícola para alcanzar mayores niveles de autosuficiencia alimenticia, se utilizan cada vez mayores cantidades de fertilizantes y sustancias químicas, algunas de las cuales se infiltran hacia el agua de los ríos. La implantación de sistemas de riego significa que tienen que incluirse también sistemas de drenaje. A menos que estos descarguen directamente al mar, el agua con altos contenidos de sal y otros contaminantes se vierte a los ríos. Por otra parte, a medida que aumenta exponencialmente la demanda de energía de los centros urbanos, un mayor número de plantas termo y nucleoelectricas se construyen, invariablemente, cerca de las principales fuentes de agua, debido a las grandes cantidades de este recurso que requieren sus sistemas de enfriamiento, lo que contribuye a la contaminación térmica de los ríos. Los factores arriba mencionados, entre otros, han propiciado la severa degradación que sufren los ríos en casi todos los países en desarrollo. Como la población y las actividades humanas siguen en aumento, todo indica que estos problemas serán cada vez más serios en el futuro de la región.

Palabras clave: calidad del agua, contaminación, monitoreo, ríos, países en desarrollo, crecimiento poblacional.

Estado actual de la calidad del agua de los ríos

Simplemente no es posible, en nuestro actual estado de conocimientos, proporcionar una imagen razonable y confiable de la calidad del agua de los ríos para los países desarrollados, menos aún para los países en desarrollo (Biswas, 1992). Son muchas las razones para explicar esta situación, por lo tanto en este trabajo únicamente analizaremos tres de ellas.

Primero, el monitoreo de la calidad del agua es comparativamente un fenómeno nuevo en los países en desarrollo. Por lo tanto, el número de estaciones de medición de la calidad del agua es significativamente menor que el de aquellas destinadas a medir la cantidad de agua. Por ejemplo, en 1989 África sólo contaba con una estación de medición de la calidad del agua por casi cada diez estaciones de medición de precipitaciones pluviales. La proporción correspondiente para Europa y América del Norte es casi de 1 a 1 (cuadro 1). A pesar de la retórica de muchos gobiernos de países en desarrollo acerca de la importancia del manejo de la calidad del agua de los ríos, el número de estaciones para monitorearla, en las regiones de Asia y del Pacífico, en realidad ha declinado en cerca de una sexta parte durante el periodo de 1977 a 1989.

En un continente tan grande como África se reportaron, hacia fines de 1989, tan sólo 361 estaciones de monitoreo de la calidad del agua y este número no ha cambiado prácticamente desde 1985 (Biswas, 1992). Cuadro 1.

Segundo, las mediciones de la calidad del agua requieren de procesos más complejos así como de instrumentos significativamente más sofisticados, caros y difíciles de operar y mantener; y la experiencia para recabar, analizar y manejar tales datos es mucho mayor que la que se necesita para requerimientos similares aplicados al monitoreo de la cantidad de agua. Esto significa que, como regla gene-

ral, los datos disponibles sobre calidad del agua en los países en desarrollo son frecuentemente menos confiables que los correspondientes a cantidad de agua.

Tercero, como consejero de alto nivel para diecisiete gobiernos de países en desarrollo, tengo que admitir que aún me falta ver un marco nacional de monitoreo de calidad del agua que haya sido diseñado adecuadamente. La gran mayoría de ellos fueron establecidos con el apoyo de varias agencias de cooperación bilaterales y multilaterales. Los consultores enviados para el efecto no son, con frecuencia, expertos en el monitoreo de la calidad del agua o conocen y entienden muy poco de las necesidades institucionales, climáticas, económicas y sociopolíticas de los países en desarrollo. De acuerdo con esto, los sistemas fallan frecuentemente y muchos de los caros y complejos instrumentos que se compraron se empolvan sobre las mesas. Para fines prácticos estos sistemas pueden considerarse, como se dice coloquialmente, elefantes blancos.

Monitoreo de la calidad del agua

El monitoreo de la calidad del agua en los países en desarrollo requiere de una consideración mucho más seria que la recibida hasta el momento por parte de los gobiernos y de las organizaciones de cooperación bilaterales y multilaterales. Los tres hechos siguientes deben ser reconocidos:

- El manejo y monitoreo de la calidad del agua requiere de un tipo diferente de conocimiento y experiencia cuando se le compara con el manejo de la cantidad del agua. Desde luego, existen muchos puntos en común entre las dos, ya que cantidad y calidad del agua están muy relacionadas entre sí. Esto, de cualquier forma, no significa que alguien con experiencia y conocimientos en el manejo del monitoreo de la cantidad de agua, automáticamente se convierta en un experto en materia de calidad del agua. A menos que esta diferencia sea claramente apreciada por las personas involucradas en este trabajo, la probabilidad de tomar decisiones erróneas sobre manejo de la calidad del agua crece enormemente, ya que la gran mayoría de los profesionales que laboran en los ministerios de aguas o de riego en los países en desarrollo y en las organizaciones internacionales saben como manejar los conceptos relacionados con la cantidad del agua, pero tienen conocimientos limitados acerca de los requere-

1. Estaciones para medición

	Número de Estaciones para Medición de:					
	Precipitación		Descarga		Calidad del Agua	
Regiones	1977	1989	1977	1989	1977	1989
ECA	4047	3596	918	1695	123	361
ECE	49240	48507	9549	23946	15509	42327
ECLAC	12409	19531	3086	5762	218	1439
ESCAP	20980	20422	5923	7023	3533	2889
ESCWA	4018	4240	1222	1383	801	821
Total	90694	96296	20698	39809	20184	47837

rimientos especiales aplicados al manejo de la calidad del agua.

- Lo que es apropiado y trabaja bien en el Norte puede no ser adecuado o sostenible en el Sur. De la misma manera, los países en desarrollo como grupo no son necesariamente homogéneos, por lo tanto un marco de calidad del agua funcional y factible de operar en la India puede no ser sostenible en Burundi y viceversa. Es esencial que un marco para el manejo de la calidad del agua se desarrolle específicamente para un país determinado. La tendencia actual de muchos consultores y organizaciones internacionales de *la solución en busca de un problema* debe ser en su mayor parte rechazada.
- En términos del monitoreo de la calidad del agua, el sistema más complejo y caro puede no ser el más adecuado para una nación en desarrollo. Lo que generalmente se necesita es un sistema bueno y funcional que pueda ser operado y mantenido por el país en cuestión con relativa facilidad. A partir de mi propia experiencia puedo confirmar que las agencias bilaterales y multilaterales de cooperación han proporcionado a muchos países en desarrollo una gran cantidad de instrumentos caros y complejos que ahora se encuentran abandonados en los laboratorios porque no pueden ser operados regular y adecuadamente por la gente de la localidad, o están descompuestos porque las refacciones no se consiguen en los países involucrados. Este es un muy buen ejemplo para tomar en serio la advertencia de Voltaire de que *lo mejor puede ser enemigo de lo bueno*.

Requisitos de un sistema funcional de monitoreo de calidad del agua

Existen muchos requisitos para un sistema eficiente y funcional de monitoreo de calidad del agua. Sin embargo, las prioridades que pudieran asignarse a requisitos individuales podrían variar de un país en desarrollo a otro, y en ciertas circunstancias aun de una parte del país a otra. También sería posible que cambiaran con el tiempo. A continuación se analizan brevemente siete de los más importantes requisitos.

Los parámetros de calidad del agua que deben monitorearse pueden cambiar con el tiempo a diferencia de los que se monitorean para la cantidad de agua

En contraste con el reducido número de parámetros que se requiere monitorear para la cantidad del

agua que, además, permanecen en el mismo valor de una localidad a otra, el número de parámetros para la calidad del agua que inicialmente podrían considerarse para ser monitoreados es elevado. Mientras algunos parámetros de calidad del agua como OD, DBO o pH necesitan monitorearse en cada estación, hay muchos otros compuestos químicos, orgánicos y elementos traza que podrían monitorearse sólo si son o se espera que sean un problema. Cualquier marco preparado para el manejo de la calidad del agua debe seleccionar los parámetros a monitorearse en las diferentes localidades y especificar la frecuencia de monitoreo de cada uno de ellos, ya que existen cientos de compuestos químicos y orgánicos, y metales traza que podrían contribuir a la contaminación del agua.

El asunto se complica aún más debido a que cualquier marco para monitoreo de la calidad del agua debe ser dinámico por naturaleza, y por lo tanto es necesario que se revise y actualice regularmente. Por ejemplo, si una industria importante realiza cambios en sus procesos que pudieran alterar significativamente la composición de sus efluentes, los parámetros que se monitoreaban con anterioridad necesitarán revisarse, especialmente cerca de la localidad donde el efluente descarga en el río. Esto podría significar que algunos parámetros de calidad del agua pueden dejar de monitorearse o hacerlo con menos frecuencia, e igualmente puede ser que algunos nuevos parámetros deban ser monitoreados. De manera similar, si se establece un nuevo desarrollo industrial o el tipo de plaguicidas utilizados cambia radicalmente, es necesario revisar los cambios que deben llevarse a cabo en términos de parámetros monitoreados y sus frecuencias de monitoreo.

Esta es una consideración importante toda vez que los ministerios de riego o de aguas en los países en desarrollo están acostumbrados al concepto de un sistema de monitoreo estático, que es más adecuado para monitoreo de cantidad de agua. No obstante que el concepto de un sistema dinámico de monitoreo es difícil de aceptar, es necesario cambiar esta forma de pensar si se quiere mantener un sistema efectivo de monitoreo de calidad del agua.

La efectividad de cualquier sistema de monitoreo de calidad del agua debe ser cuidadosamente considerada en relación al costo

En la presente era de conciencia ambiental, los países en desarrollo se encuentran muy presionados para atender prioritariamente el manejo de la calidad del agua. Aun cuando nadie discutiría la

importancia de establecer un sistema eficiente de manejo de la calidad del agua, los gobiernos necesitan ser muy cuidadosos al decidir qué hacer y cómo realizarlo.

He observado durante mis incontables misiones a varios países en desarrollo que prevalece en forma notable la siguiente situación: los gobiernos, urgidos de información sobre calidad del agua, obtienen datos sólo por obtenerlos o para satisfacer los requisitos burocráticos de las organizaciones internacionales. Sin embargo, esta sola acción representa un lujo que apenas se pueden dar. Como casi todos estos países aún tienen que establecer un marco nacional para la obtención de datos sobre calidad del agua, deben responder satisfactoriamente a las siguientes tres preguntas fundamentales:

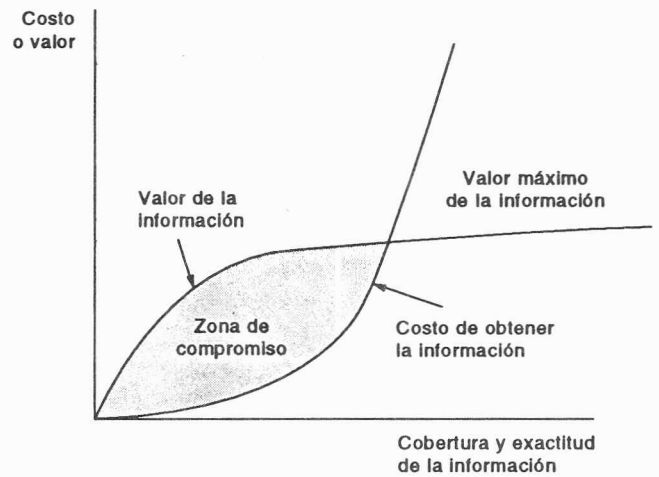
- ¿Por qué se está recabando información específica?
- ¿Quiénes serán los usuarios de los datos obtenidos?
- ¿Cómo y con qué propósitos serán utilizados los datos?

Sin respuestas claras a estas tres preguntas, ningún marco desarrollado para el monitoreo nacional de la calidad del agua será efectivo con relación a su costo.

Cualquier sistema de monitoreo diseñado para manejo de calidad del agua debe ser efectivo en relación a su costo ya que en estas naciones los recursos financieros, la experiencia, el personal capacitado, los laboratorios y los equipos para recabar, analizar, procesar y difundir la información, no se encuentran disponibles en forma inmediata. Esto significa esencialmente un compromiso muy sensible entre la profundidad y el contexto de la información a ser recabada así como entre su cantidad, relevancia y exactitud. Como regla general, puede decirse que el valor global de los datos recabados debe exceder al del costo de su obtención, una vez consideradas sus diversas aplicaciones.

Para la mayoría de los proyectos, desde el punto de vista de su manejo en cualquier tiempo específico, el valor de la información generalmente crece con su alcance y exactitud. Sin embargo, para muchas de las tomas de decisión, la información generalmente llega hasta un límite más allá del cual crece sólo marginalmente. En contraste, el costo de obtener la información continúa incrementándose con la mayor cobertura y la mayor exactitud. Esto se muestra gráficamente en la ilustración 1 (Biswas, 1990).

1. Relación costo-efectividad de la información de calidad del agua



El área sombreada en la ilustración 1 es la zona de compromiso entre el costo y la efectividad de la información, más allá de ella la obtención de la información rápidamente excederá su valor intrínseco. Determinar con exactitud, dentro del área sombreada, dónde se debe tomar una decisión, depende de una variedad de factores tales como las razones para la obtención de los datos, la experiencia en el manejo de los datos y el impacto potencial de los mismos, no obstante tales consideraciones para establecer un compromiso son hechas, frecuentemente, con base en juicios de valor.

Se presenta con frecuencia una tendencia a recabar más datos de los necesarios, o incluso innecesarios. Para que cualquier proceso de monitoreo sea eficiente y efectivo con respecto a su costo, es esencial tener una idea clara acerca de quién, cómo, cuándo y dónde se va a utilizar la información, qué tipos de datos son necesarios y en qué forma deben estar disponibles para el usuario. En ausencia de un enfoque claro, frecuentemente se obtienen datos innecesarios y no esenciales.

La oportunidad de los datos es una consideración importante

La oportunidad en la recopilación de los datos de la calidad del agua, en su análisis y en su difusión, son factores importantes. Por ejemplo, si hubiera un derrame de algún químico peligroso debido a un accidente, los responsables del manejo de la calidad del agua requieren esa información tan pronto como sea posible de tal forma que puedan tomar las medidas apropiadas. Similarmente, muchas muestras de calidad del agua requieren ser analizadas lo

más rápido posible después de obtenerlas, para que las cifras sean confiables. Un buen ejemplo es la DBO. He visto en muchos países en desarrollo numerosas muestras de DBO que no se analizan en varios días. Consecuentemente, los resultados obtenidos después de tales retrasos son inservibles para toda finalidad práctica.

Los errores de medición deben ser mínimos

Muchos parámetros de calidad del agua tienen que ser medidos en unidades de partes por millón y en el caso de químicos tóxicos como plaguicidas en partes por billón. Para tan bajas concentraciones de contaminantes es esencial que los errores de medición sean muy bajos o despreciables si se quiere que los datos tengan sentido.

Los acuerdos institucionales para la obtención, análisis, manejo y difusión de datos de calidad del agua deben considerarse con sumo cuidado

Por varias razones este es un problema muy serio en la mayoría de los países en desarrollo.

Primero, prevalece una significativa rivalidad interinstitucional en la obtención de datos de calidad del agua. Actualmente, los ministerios de recursos del agua, agricultura, salud y medio ambiente, además de los municipios -responsables del agua para consumo humano- las universidades y las instituciones de investigación recaban este tipo de información.

Frecuentemente se presenta una considerable duplicidad de actividades y faltantes importantes de información quedan sin ser advertidos, ya que los participantes en la obtención de datos se ven como rivales y no como socios. Esta situación conduce, invariablemente, hacia el establecimiento de un sistema de monitoreo de calidad del agua caro e ineficiente. Sin una mejor cooperación interinstitucional, es poco probable que se logre contar con un sistema de monitoreo nacional útil y funcional.

Segundo, la información es considerada frecuentemente como *secreto nacional* por las diversas dependencias involucradas. Éstas generalmente se niegan a compartir datos con las demás y también con las organizaciones internacionales invitadas específicamente por los gobiernos como asesores en el manejo de la calidad del agua. El síndrome de *información es poder y dinero*, desafortunadamente, está extendido en la mayoría de los países en desarrollo.

Resulta absolutamente crítico que un nuevo sis-

tema de monitoreo de calidad del agua se diseñe de tal forma que su información sea manejada por el ministerio involucrado como si fuera de su exclusiva propiedad. Las organizaciones de ayuda bilateral o multilateral deben negarse a ayudar a desarrollar cualquier sistema de monitoreo de calidad del agua hasta que exista la máxima seguridad de que la información estará inmediatamente disponible y fácilmente accesible para cualquiera de las partes interesadas.

La capacitación del personal para obtener, analizar y manejar datos de calidad del agua requiere de un lapso determinado

Actualmente, el método general para establecer un sistema de monitoreo consiste en diseñar un laboratorio de calidad del agua y decidir el tipo de instrumentación con que se va a equipar. Sólo cuando el laboratorio está casi completo y los instrumentos han sido solicitados se considera la capacitación del personal que recabará, analizará y manejará el sistema. Por lo tanto, gran parte de la capacitación se convierte frecuentemente en algo superficial y académico. La capacitación normalmente es proporcionada por los *expertos del Norte*, la mayoría de los cuales tiene un conocimiento limitado de las oportunidades, limitaciones y problemas estructurales para operar un sistema de monitoreo de calidad del agua en el Sur. Estos expertos tienen una idea muy limitada de como trabajar bajo un sistema diferente en cuanto a clima, economía, aspectos sociales e institucionales y no es sorprendente que el proceso de capacitación deje mucho que desear. A los participantes se les instruye acerca de la importancia del control y el aseguramiento de la calidad, pero sus formas de pensar no cambian para asegurar que el sistema se mantenga operando razonablemente en el largo plazo. Una gran cantidad de fondos se utilizan para proyectos de capacitación a corto plazo cuyos beneficios casi siempre son limitados.

Un administrador eficiente y confiable de un laboratorio de calidad del agua no puede ser capacitado durante una visita de tres a seis meses a un laboratorio universitario en los Estados Unidos de América o en Gran Bretaña. El programa de capacitación debe empezar tan pronto como se tome la decisión de iniciar el proceso de manejo de la calidad del agua. Requiere de más tiempo entrenar a la gente que construir el laboratorio. Por lo tanto, el desarrollo de los recursos humanos debiera recibir una atención prioritaria durante las primeras etapas de

un proyecto y no hacia la segunda mitad de su desarrollo como se acostumbra actualmente.

Cualquier sistema de monitoreo de la calidad del agua debe ser revisado objetiva y críticamente, después de 18 o 24 meses de estar en operación, por expertos que no tengan relación con los consultores y consejeros que inicialmente planearon el sistema

Debido a que el establecimiento de un sistema efectivo de monitoreo de la calidad del agua es difícil aun bajo las mejores circunstancias, es esencial que cualquier sistema de estos sea revisado después de un período corto de operación. No conozco un solo sistema en un país desarrollado o en desarrollo que haya sido planeado a la perfección desde su inicio. Existirán problemas, muchos de los cuales pueden no ser predecibles en un principio. Por lo tanto, las revisiones externas periódicas y objetivas son esenciales para mantener la eficiencia de cualquier sistema de monitoreo de la calidad del agua.

Notas finales

Recientemente los países en desarrollo han iniciado el manejo de la calidad del agua cuyo complejo proceso se irá asimilando y perfeccionando durante los años venideros. Por lo tanto, es esencial que las prácticas para iniciarlo se revisen cuidadosamente para asegurar que brinden su máximo beneficio a los países involucrados. Ya que gran parte del esfuerzo que se realiza actualmente al respecto deja mucho que desear, la actitud *negocios como siempre* ya no puede justificarse.

Comentarios

Felipe I. Arreguín
Instituto Mexicano de Tecnología del Agua

El mejoramiento y la conservación del medio ambiente y en particular de la calidad del agua, requieren, además de tecnología para hacer los tratamientos correspondientes, de mediciones para analizar los efectos sobre los cuerpos de agua receptores.

Esta tarea presenta algunas dificultades porque el monitoreo en los cuerpos de agua es sumamente complejo. Responderá preguntas como: ¿qué parámetros medir? ¿en qué sitios hacerlo? ¿con qué periodicidad? ¿para qué medir? ¿quiénes serán los usuarios? no es fácil, independientemente de la complejidad del muestreo y de los análisis que se deben realizar para obtener datos confiables y oportunos.

El artículo del doctor Biswas puede ser de gran utilidad para nuestro país, sobre todo por sus planteamientos para establecer un sistema funcional de monitoreo de la calidad del agua.

Resulta muy interesante la propuesta de este trabajo sobre el análisis costo-efectividad que debería hacerse al plantear cualquier sistema de monitoreo, así como la de llevar a cabo acuerdos interinstitucionales para el intercambio de información entre las redes de monitoreo de las instituciones; en nuestro país la Secretaría de Desarrollo Social, el Departamento del Distrito Federal, la Secretaría de Salud y la Comisión Nacional del Agua, cuentan con ellos.

Sirva este artículo para todas aquellas personas involucradas en este proceso: autoridades, muestreadores, analistas, investigadores, planeadores, profesores y usuarios de la información sobre calidad del agua para que reflexionen durante los procesos de revisión de la redes de monitoreo, o en la participación en cualquiera de las etapas de estas actividades.

Nota: Este artículo no se sometió a revisión por haberse solicitado al autor a título honorífico, de acuerdo a la política editorial de **Ingeniería Hidráulica en México**.

Referencias

- Biswas, Asit K., 1992, "Sustainable Water Development: A Global Perspective," *Water International*, Vol. 17, No. 2, pp. 68-80.
- Biswas, Asit K., 1990, "Monitoring and Evaluation of Irrigation Projects," in "Environmentally Sound Water Management," edited by N.C. Thanh and A.K. Biswas, Oxford University Press. New Delhi, pp. 119-140.
- Bos, E., Vu, M. T. Levin, A., and Bulato, B. A., 1992, "World Population Projections, 1992-1993 Edition," John Hopkins University, Baltimore, 515 p.

Abstract

Biswas, A. "River Water Quality Management for Developing Countries" Hydraulic Engineering in Mexico (in Spanish), Vol. IX, Num 2, pages 19-25, May-August, 1994.

Management of river water quality in developing countries is becoming a serious national concern for human welfare. The problem is already critical in nearly all major urban centres located on the banks of rivers, which are for the most part grossly polluted with various organic, chemical and metallic contaminants. The primary cause of extensive river water quality deterioration is unquestionably the steady increase in population. According to the latest World Bank population estimates (Bos et al., 1992), the total population of developing countries increased from 4,827 million in 1985 to 5,268 million in 1990. The same projections indicate that their total population is likely to increase to 6,168 million in the year 2000, 8,345 million in 2025 and 10,055 in 2050. The total numbers will increase even more if some of the independent republics of the former USSR are included, which were considered to be "developed" by the World Bank report but many of which now have lifestyles that are no better than several developing countries. Increasing population means rapidly escalating human activities, which could have both adverse and beneficial impacts on river water quality. Absence of proper sewage treatment facilities often means that rivers become the sink where such liquid wastes are discharged. Rapid industrialization without adequate environmental safeguards contributes to river water contamination with industrial chemicals, trace metals and organic compounds. In order to increase agricultural production to achieve higher levels of food self-sufficiency, more and more fertilizers and chemicals are being used on the land, some of which leach into the river water. Introduction of irrigation means that drainage systems have to be provided. Unless such drains discharge to the sea directly, drainage water with high salt content and other contaminants are discharged to the river. As energy demands of the urban centres increase exponentially, there is a greater demand for thermal and cooling water. Such plants are invariably located near major sources of water, and these contribute to thermal pollution. All the above factors as well as other reasons have contributed to serious river water pollution in nearly all developing countries. As the populations and human activities continue to increase, all the indications are that the problems will become even more serious in the future.

Key words: water quality, contamination, monitoring, rivers, developing countries, population increase.