

EN QUE CONSISTE UNA RED DE MONITOREO AMBIENTAL DE RÍOS?

Jairo Alfonso Ruiz Caicedo*

En este artículo se pretende presentar, de manera muy resumida, los rasgos de las redes de monitoreo sobre lagos y ríos en el ámbito internacional. Se recogen las Tecnologías que se emplean, los parámetros que se miden y se define una primera aproximación a una Red de Monitoreo Ambiental sobre el Río Tunjuelito.

Introducción

Cuando se habla de Redes de Monitoreo Ambiental no se trata de un tema necesariamente nuevo; en cambio sí de un concepto de urgente y necesaria aplicación. En los países industrializados este tipo de redes ya tienen un buen camino recorrido, desde los años 80. Es el caso de la compañía Me Meerestechnik -Elektronik GmbH, ubicada en Alemania, que ha operado desde 1985 una red para la verificación del medio ambiente del Río Elbe.

En Francia se hacen estudios para automatizar los equipos de monitoreo sobre lagos y ríos, aún sin disponer de una red, para determinar su comportamiento dentro de ella. Finalmente, en Carolina del Sur (EEUU) se trabaja en técnicas digitales de procesamiento de imágenes utilizadas para analizar los datos provenientes de un depósito de agua sobre el río Savannah, donde por medio del contraste de colores se reconocen las diferencias entre datos tomados en los distintos períodos del estudio, entre 1989 y 1991. Pueden hacerse muchas más referencias, siendo está una labor de nunca acabar.

Licenciado en Electrónica y Electricidad UPN. Especialista en Ingeniería de Software de la Universidad Distrital 'FJC'. En la actualidad desarrolla el Doctorado en telecomunicaciones con la Universidad Central de la Villas de Santa Clara Cuba. Profesor del Proyecto Curricular Tecnología en Electrónica Adscrito a la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital F.J.D.C.

De estos y otros trabajos se pretende recoger la tecnología empleada, las dificultades presentadas y, a partir de esta información, presentar una propuesta de Red de Monitoreo para las condiciones propias del Río Tunjuelo, la cual será desarrollada con más detalle en trabajos posteriores. Se mencionarán aquí solo los aspectos generales a tener en cuenta en su diseño.

¿Qué medir en una red de Monitoreo Ambiental de Ríos? Parámetros y tecnología

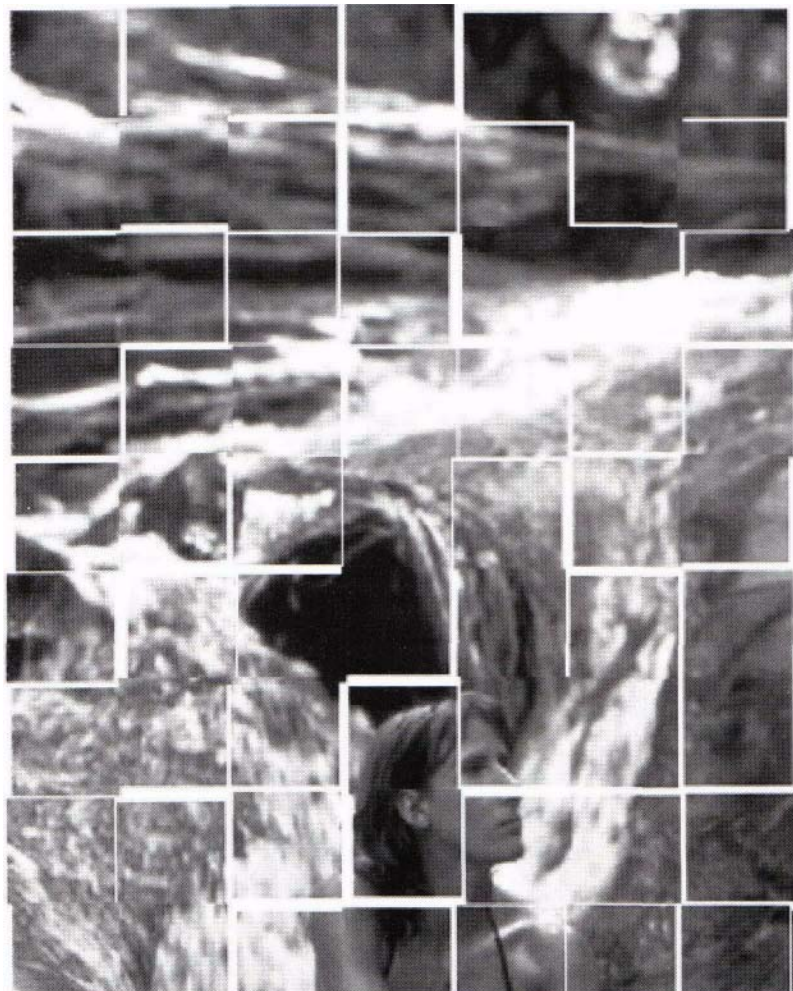
En los trabajos de Becq¹ sobre equipos de monitoreo ambiental, el autor expresa lo siguiente:

"El problema es definir los parámetros que deben ser medidos conservando el costo de tales mediciones a niveles

Más adelante afirma:

"En aras de la simplicidad, es posible clasificar tres grupos de parámetros:

1 BECQ D, Nereides. *Designing automatic water quality monitoring stations for lakes and rivers*. IEEE. Vol 3. P 632. 1994



1. *Aquellos que pueden ser medidos (in situ) por sondas de sitio específico:*

Temperatura, O₂, pH, Conductividad, redox, turbiedad, detector de hidrocarburos, clorofila, etc.,...

Las sondas (in situ) son relativamente baratas, muy fáciles de mantener (limpiando simplemente) y de calibrar. Ellas pueden fácilmente instalarse en el río mismo.

De acuerdo con lo anterior, si se pretende diseñar una estación automatizada a costos relativamente bajos, los parámetros a seleccionar deben ser de

2. *Aquellos que no pueden (o aún no pueden) ser medidos por sondas in situ y requieren analizadores que pueden automatizarse:*

- Los nitratos, amoniacos, fosfatos, hidrocarburos totales, DBO, DQO,...

Los analizadores usan soluciones químicas reactivas, y requieren sistemas de bombeo asociados a filtros. Aunque se han hecho progresos importantes en la automatización de algunos de ellos, son de todas formas costosos en su mantenimiento desde el punto de vista del servicio y equipo.

3. *Aquellos parámetros que no pueden eficientemente automatizarse*

- Ecotoxicológicos, metales,...

Estos parámetros son probablemente los más importantes desde el punto de vista de la salud, pero requieren sofisticados laboratorios de análisis y no pueden considerarse parte de una estación de verificación continua¹².

Parámetros a medir por una red sobre alguno de nuestros ríos sin lugar a dudas deben ser:
Nivel de Oxígeno Disuelto,
pH,
conductividad

los dos primeros tipos, haciendo referencia solamente a la calidad del agua del río.

Continuando con los estudios de Becq se resalta que los parámetros más utilizados por estudiosos europeos son de estos dos tipos, sobre todo del primero (in situ probé), debido a la simplicidad de los procesos de automatización de las estaciones de monitoreo asociadas a ellos.

Con relación a los parámetros a medir Klaus Grisard en su trabajo *Eight Years Experience with the Ebe Estuary Environment Survey Net* hace la presentación de la experiencia de una Red de Monitoreo sobre el Estuario del Río Elbe en las proximidades de La Planta de Energía Nuclear de Brokdorf. Los parámetros que se han tenido en cuenta en este caso son: contenido de oxígeno disuelto, conductividad eléctrica, pH, nivel del agua y velocidad de la corriente. Del listado se observan dos nuevos Ítems que para el objeto de este trabajo deben considerarse, en virtud de la prevención de desastres por inundación tan frecuentes en nuestro medio. Son estos la velocidad de k corriente y el nivel de las aguas sobre el cauce del río.

En síntesis, deben ser parámetros a medir por una Red de Monitoreo: nivel de oxígeno disuelto, pH, conductividad eléctrica, demanda biológica de oxígeno, velocidad de corriente y nivel de aguas.

Características de la estación transductora a trabajar

Este aspecto tiene una íntima relación con el anterior, pues no es otra cosa que la tecnología a utilizar para la medición de los parámetros indicados. La valoración se realiza en dos aspectos; de una parte, lo referente al tipo de sensores, dispositivos y equipamiento que se requieren para hacer el monitoreo de los parámetros que se establezcan en el estudio.

De otra parte se requiere analizar las condiciones de transducción de la información recogida. Con relación a este aspecto el trabajo de Becq no hace ninguna profundización, pero vale la pena identificar que cuando describe las dos estaciones de trabajo con las que ha desarrollado su experiencia (tanto la terrena

como la instalada en el río) menciona que éstas están equipadas con sensores múltipara metros.

Características para las estaciones de monitoreo

- Sonda múltipara metros in situ -
- Seguridad anti — vandalismo No -
- No requiere personal experto para calibrar los procedimientos
- Fácil limpiado sobre el módulo de sonda
- Presencia de visualizadores digitales
- Bajo consumo de energía (puede asociarse a un panel solar)
- La transmisión se da en tiempo real y se puede hacer por medio de modem, radio, GSM, teléfono móvil
- De ser requerido, pueden asociarse a las estaciones analizadores específicos automáticos.

Tabla N. 1 Características de Estaciones de Monitoreo

La compañía Me Meerestechnik-Electronic desarrolló una estación con características similares a las mostradas en la Tabla 1. La descripción de una estación en red se da en el siguiente párrafo:

"La red consiste en cinco estaciones en la parte más inferior del Río Elbe, cerca de la villa de Brokdorf, una estación al Stor Spervrk las otras estaónes a cuatro efusiones de alcantarillado sobre el Río Elbe... Las demás estaciones(otras cinco) están a lo largo de 30 Km. Los 5 polos en el Río se colocan a 6 m lineales de profundidad. Los paquetes de sensores a los polos se montan a 4 m desde el fondo. Las cinco estaciones polares así como también las estaciones terrenas están equipadas con una sonda múltiparametro KMS y un sistema de radio. Las estaciones son energizadas por un molino y recargadas por una pila" 3.

Profundizando en el equipo requerido nos encontramos con aparatos multiparámetros de costos entre los US\$200 y US\$600 con interfaz RS-232C uni y bidireccionales, que en cualquier caso no monitorean la totalidad de parámetros de interés en el trabajo. Por ello se necesitan varios de éstos si se quiere realizar las pruebas iniciales sobre el Río Tunjuelito.

Características de la Red de Monitoreo a Diseñar

En el trabajo de Becq cada una de las estaciones puede hacer parte de una red de monitoreo o estar controlada por un master con capacidad de 64 estaciones que provee los operadores para monitorear la calidad del agua, y los manejadores con una interfaz de Windows; además posee alerta de tiempo real y herramientas procesadoras de análisis (estadísticas, tendencias, ...) para propósitos de comunicación.

En los trabajos de Grisard, los datos obtenidos en cada estación se transmiten por medio de cable o radio telemetry a la estación central en la planta de energía. Acerca de la estación central se afirma:

*"El PDP 11/24, minicomputadora de esta estación, reúne todos los datos sin procesar, calcula valores físicos de los diversos parámetros y da advertencias por adelantado de situaciones críticas del río. Los datos obtenidos se almacenan junto con un informe de condición del sistema entero sobre dispositivos magnéticos. Estos datos son también accedidos desde dos sitios-diferentes, vía telefónica. Uno de ellas es la fábrica de ME, y el otro es el Okolimna Gimbh, quien es el experto independiente para la supervisión de la red y el análisis de los datos medidos"*⁴.



Cabe agregar que el uso dado a la información por parte de las dos entidades es diferente: ME se encarga de tomar medidas frente a la información recibida, y Okalimna trabaja más como auditora. La comunicación de cada estación con la central se hace vía radio. Aunque valdría la pena explorar otras alternativas para el diseño de una red colombiana, parece que en general este es el mecanismo más utilizado en las redes estudiadas.

La propuesta de Red de Monitoreo Ambiental para el Río Tunjuelito

Las características sugeridas para la red a diseñar en nuestro país tienen en cuenta las siguientes realidades:

El camino recorrido por el Río Tunjuelito está ya prácticamente invadido por el desarrollo urbanístico

Su nivel de contaminación es alto⁵

- Muchas comunidades utilizan sus aguas para los más diversos usos

4 idem vol 3 p32.

5 RUIZ, Jairo. Porqué el Río Tunjuelito es objeto de estudio en la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital. Revista Tecnura N° 2. Santa Fe de Bogotá 1998.

La Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá es la responsable de este río.

En general la Red de Monitoreo por implantar para el caso colombiano reunirá todas las características citadas en la Tabla 1.

La computadora central se ubicaría en la Escuela Ambiental de Tunjuelito, en una dependencia de la EAAB, en una JAL(oficina del DAMA) o en la sede de la Facultad Tecnológica de la Universidad Distrital.

El diagrama de bloques de la red a diseñar se presenta a continuación

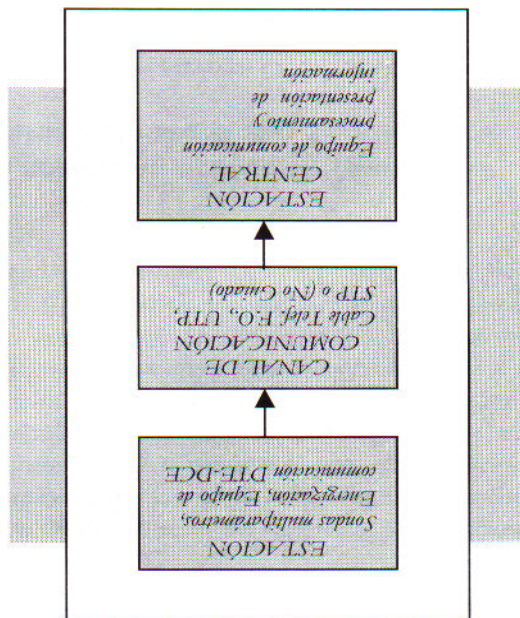


Figura 1. Diagrama de bloques para la Red de Monitoreo Ambiental del Río Tunjuelito

Implícitamente han quedado como parámetros a medir por la red que se diseña sobre el Río Tunjuelito, en términos de prototipo, los siguientes: Nivel de Oxígeno Disuelto, pH, conductividad eléctrica, Demanda Biológica de Oxígeno. Todos inscritos dentro de directa medición (in situ probé) y con empleo de analizador en el caso del DBO. No se incluyen los parámetros de velocidad de corriente y nivel de aguas

porque en una etapa primera no se contempla trabajo de la red en tiempo real.

Siguen siendo motivo de experimentación y prueba el canal de comunicación y los protocolos propios de este tipo de redes. Se han mencionado protocolos como el RS-232C, pero también puede considerarse el RS-485, o incluso usos sobre el puerto paralelo presupuestan óptimos resultados de transmisión en cuanto a velocidad y confiabilidad. Queda por resolver la fuente de energía a utilizar en cada una de las estaciones teniendo en cuenta criterios de costo y eficiencia.

Referencias Bibliográficas

1. BECQ, D. *Designing Automatic Water Quality Monitoring Stations for lakes and rivers.* Conferencia IEEE. Vol 3. Septiembre de 1994
2. CARPENTER, G.F; SALIM, M y PUGGH, J. *A pragmatic approach to low-cost, real-time, environment monitoring and prediction.* IEE. V viii. Semana del 16 al 18 de septiembre de 1991. Londres.
3. GRISARD, K. *Eighty years experience with the Elbe estuary environmental survey net.* IEEE. Vol I. Conferencia 1994.
4. JENSEN, J. R.; NARUMANALI, S.; WEATHERBEE, O., MACKAY Jr, H. E. *Measurement of seasonal and yearly cattail and waterlily changes using multirate SPOT panchromatic data.* Photogrammetric-Engineering-and-Remote-Sensing. 1993.
5. MONTONTUELLE, B.; VOLTAT, B.; TORIO-FERNANDEZ, M.M. y NAVARRRO, E. *Changes in nitrobacter serotypes biodiversity in a river: impact of a wastewater treatment plant discharge.* Publicado en Water Research v 30. 5 Mayo de 1996.