

[Portada](#)[Indice Manual](#)[Modelo Ecogeográfico](#)

[Perspectivas de Observación de la Realidad](#)

Monitoreo Efectivo de las Aguas del Lago

Por Asit K. Biswas

Introducción

El monitoreo siempre ha sido un componente integral de todos los procesos de gestión y planeamiento, y por lo tanto, en este sentido, el monitoreo es tan antiguo como lo es el manejo. Ningún sistema de recursos hídricos sostenible puede ser planificado, diseñado y gestionado eficientemente sin datos adecuados y confiables de los parámetros del sistema, y los lagos no son una excepción a esta regla.

Con poblaciones humanas y animales en permanente crecimiento, se necesita más y más agua pura para su supervivencia y el mantenimiento de cierta calidad de vida, Por lo tanto, el agua de los lagos está recibiendo una presión directa en términos de su disponibilidad y uso para consumo doméstico y para propósitos agrícolas, industriales y de navegación. Además, los lagos son usados generalmente como asimiladores de residuos, directamente a través de las fuentes puntuales de descarga de desechos domésticos e industriales y/o indirectamente a través de fuentes no puntuales como la degradación urbana y agrícola. Los lagos, especialmente de los países en desarrollo, son también un importante recurso para la producción pesquera. Un manejo óptimo de cualquier lago requiere, por lo tanto, un cuidadoso balance de todas esas demandas, muchas de las cuales son contradictorias. Por ejemplo, el uso de los lagos como asimiladores de residuos significa que la calidad del agua continuará deteriorándose, lo cual podrá restringir seriamente el uso del agua para fines domésticos, agrícolas e industriales, y reduciría la productividad de los peces.

En muchos países resultan cada vez más evidentes los signos de estrés en la gestión de los lagos, tanto en los desarrollados como en los que están en desarrollo. Los administradores de los lagos están, de este modo, enfrentados a la compleja tarea de idear e implementar estrategias apropiadas que optimicen el uso del agua de los lagos para satisfacer las necesidades de la población humana, pero que simultáneamente aseguren que ello puede ser realizado sin poner en peligro el uso continuado de tales recursos en el futuro. El arte y la ciencia de balancear correctamente los posibles usos de las aguas del lago sobre una base de sostenibilidad puede ser calificado como gestión de lagos.

Los lagos pueden ser manejados eficientemente sólo si la información en la que se basan las decisiones de gestión está disponible para los decisores en forma regular y oportuna. Sin embargo, desafortunadamente, para la gran mayoría de los lagos en el mundo, los administradores tienen acceso a una información sorprendentemente limitada en la que puedan basar sus decisiones. La única forma de asegurar que ellos tengan un rápido acceso a la información que necesitan es instituir un sistema funcional de monitoreo, que en forma regular les provea con los datos que ellos necesitan tanto.

Monitoreo de Lagos

En el contexto del presente capítulo, el concepto de lago incluye tanto a lagos naturales como los artificiales, y el monitoreo definido como la recolección, comparación y análisis continuo y periódico de datos e información con el objeto de un manejo efectivo de las aguas del lago. Los datos incluyen tanto los físicos como los socioeconómicos que son necesarios para el buen manejo y uso óptimo de los recursos lacustres. Desde que el propósito primario del monitoreo es lograr un manejo eficiente y efectivo de los lagos, tendría que ser considerado como una parte integral del sistema de información de gestión. En concordancia el monitoreo tendría que ser una actividad regular interna de cualquier institución responsable del manejo de lagos.

Se tiene que reconocer claramente que el monitoreo por sí mismo no es suficiente. La información recolectada debe ser usada en forma oportuna para obtener un panorama claro de la situación de cualquier lago, tanto en términos de cantidad como de calidad, su disponibilidad y uso, y su gestión efectiva global. Es necesario realizar evaluaciones periódicas. La evaluación en este contexto puede ser definida como el proceso que determina sistemática y objetivamente en la medida de lo posible, el impacto, la efectividad e importancia de la gestión del lago en términos de los objetivos acordados.

Se puede discutir con convencimiento que si los niveles actuales de desempeño de la gestión del lago, en términos del logro de sus objetivos, van a ser mejorados significativamente, sería esencial asegurar que el monitoreo y evaluación se conviertan en un componente integral del proceso de gestión con el fin de, inicialmente, determinar los niveles de realización y luego, para identificar qué ajustes y acciones correctivas pueden ser necesarias para asegurar que la serie de beneficios futuros reditúe a los usuarios correctos y a los grupos objetivo.

A menudo se utiliza alguna forma de monitoreo en muchos lagos. Por ejemplo, si el agua del lago se usa para consumo humano, agrícola o la navegación, el nivel de agua es monitoreado periódicamente. También se monitorean frecuentemente algunos parámetros limnológicos. Sin embargo, para un vasto número de lagos, generalmente no se lleva a cabo un monitoreo regular de los parámetros esenciales de calidad del agua y si es realizado, la información no está disponible para los planificadores y administradores en forma regular y oportuna. Se dispone información confiable sobre la producción pesquera (tanto el total de peces

capturados anualmente como sus especies) sólo en pocos lagos selectos. Cuando uno se mueve de los factores físicos hacia los socioeconómicos, el nivel de monitoreo generalmente empeora. Sería realmente difícil encontrar más que un puñado de lagos en cualquier parte del mundo donde sus impactos sobre los estilos de vida de los beneficiarios tales como agricultores, pescadores, y consumidores de agua doméstica hayan sido evaluados correctamente a intervalos regulares.

Debe destacarse que un monitoreo regular y confiable de lagos no es una tarea fácil bajo las mejores circunstancias. Hay problemas metodológicos que necesitan resolverse con el fin de encontrar un enfoque efectivo y confiable que pueda ser usado para el monitoreo dentro de los recursos y la capacidad disponible de las instituciones responsables de la gestión de lagos. La disponibilidad inmediata de fondos y personal capacitado son generalmente aspectos críticos en casi todos los países en desarrollo. Inclusive cuando tales aspectos metodológicos y problemas de recursos pueden ser superados, hay otras barreras importantes como la inercia institucional, que tiene que ser efectivamente superada, antes de que pueda establecerse un sistema de monitoreo y manejo de información, que se convierta en una parte integral del proceso de gestión.

Debe destacarse que las varias razones que existen para instituir un monitoreo adecuado del lago no son mutuamente excluyentes, ya que están con frecuencia interrelacionadas. De la misma manera no es suficiente identificar y monitorear los diversos parámetros técnicos, sociales, ambientales y económicos; es esencial revisar el marco y las restricciones institucionales, ya que son las instituciones involucradas las que en última instancia tienen que desarrollar e implementar políticas para el monitoreo del lago y luego usar la información obtenida para la gestión sostenible del lago.

Sobre la base de revisiones de monitoreos de lagos efectuadas en diferentes países, resulta claro que muy pocas personas están satisfechas con su nivel actual. Los problemas parecen ser multifacéticos, y entre ellos se encuentran los siguientes:

- Los encargados de tomar decisiones generalmente argumentan que no tienen una idea clara de los beneficios reales totales que se obtienen del lago, como tampoco tienen información precisa sobre los beneficiarios previstos de los recursos hídricos del lago e inclusive de la naturaleza y alcance de los beneficiarios reales.
- Los planificadores señalan que no tienen información objetiva sobre cómo ha redituado el planeamiento anterior de uso de las reservas del lago, y sin ninguna retroalimentación confiable, ellos no pueden mejorar el proceso de planeamiento existente en forma significativa.
- Los Administradores afirman que no pueden tomar decisiones oportunas debido a que la información que reciben es a menudo algo general, y como tal no usable o de muy poca

ayuda (muy poca, demasiada, irrelevante, no confiable o muy tarde).

La gente que monitorea siente que su trabajo no recibe una correcta atención, y lo que es más, no les dan suficientes recursos y tiempo para llevar a cabo sus tareas eficientemente.

Una evaluación realista del nivel actual del monitoreo es esencial y beneficioso, pero en realidad la retórica excede abrumadoramente a las acciones. Las organizaciones, especialmente en los países en desarrollo parecen embarcarse más en ejercicios piloto y programas de entrenamiento que en llevarlos a cabo correctamente a largo plazo. Esta situación insatisfactoria debe ser mejorada.

Requerimientos de la Evaluación y el Monitoreo

Hay requerimientos fundamentales para el diseño de cualquier sistema de monitoreo y evaluación para un proyecto de riego agrícola. Entre los requerimientos primarios están los siguientes:

1. Oportunidad
2. Costo-efectividad
3. Cobertura máxima
4. Error mínimo de medición
5. Error mínimo de muestreo
6. Ausencia de sesgos
7. Identificación de los usuarios de la información.

Oportunidad

La mayoría de las decisiones de gestión tienen una dimensión temporal, aún cuando la oportunidad de tomar algunas decisiones es probable que sea más importante que otras. Por ejemplo, si el agua del lago o es de calidad apropiada para ser bebida o para el uso agrícola, o si la producción pesquera se deteriora por alguna razón, es necesario que esos problemas se identifiquen tan pronto como comiencen a surgir y que luego se encaren las medidas correctivas necesarias para rectificar tales problemas. Si no, la salud de las personas que dependen del lago sufriría, y los ingresos perdidos por los agricultores debidos a la pérdida de la productividad agrícola nunca se recobrarán. Por lo tanto, es esencial que la información

recogida del monitoreo alcance a los decisores apropiados a tiempo, para que entonces se puedan tomar decisiones racionales basadas en los datos del monitoreo. Por lo tanto, en un sistema racional de gestión, la información monitoreada tendría que ser canalizada en una forma oportuna para que entonces pueda convertirse en decisiones y acciones.

Debe destacarse que el éxito de la gestión depende no sólo de la oportunidad de la información sino también de su calidad, extensión y la forma en que la misma es canalizada dentro del proceso de toma de decisiones. Con frecuencia surgen problemas debido a que aún si la información requerida ha sido recolectada, ésta no puede ser canalizada dentro del proceso de la toma de decisiones porque está en una forma difusa o inapropiada o no puede ser obtenida y analizada dentro del marco temporal en que las decisiones tendrían que ser tomadas. Si la información producto del monitoreo no alcanza a sus potenciales usuarios a tiempo, el monitoreo como máxima aspiración podrá tener un impacto limitado en la gestión general del lago.

El peligro es que si la información no llega a los administradores a tiempo, una o más de las consecuencias siguientes, las cuales no son mutuamente excluyentes, puedan aparecer con probabilidad:

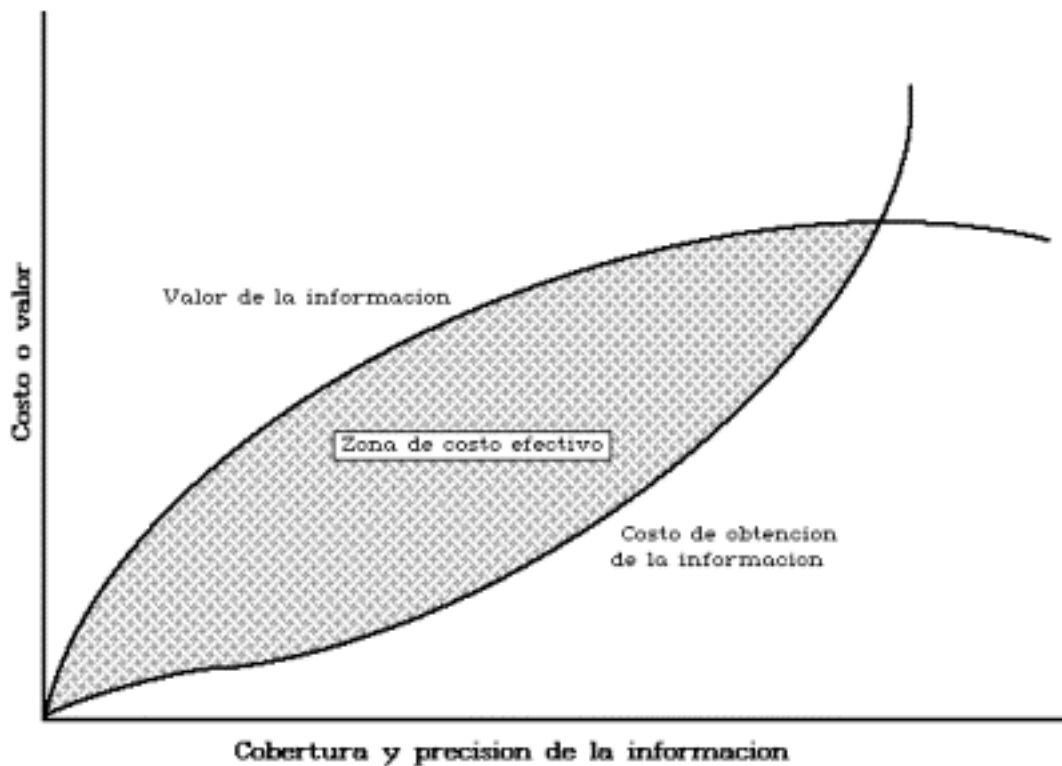
- Que se tome una acción incorrecta
- Que las decisiones no sean óptimas con criterio de largo plazo
- Que no se tome ninguna acción cuando una era deseable
- Que las decisiones tomadas causen un daño irreversible, o
- Que las decisiones tomadas aumenten innecesariamente el costo y el marco temporal requerido para la solución de un problema específico.

Por lo tanto es esencial que se establezca un programa para el monitoreo del lago en forma tal que la información importante alcance a las personas que la necesiten de forma que pueda ser utilizada en una manera continua y oportuna.

Costo-efectividad

La recolección, procesamiento, análisis y escalamiento de la información requiere recursos financieros, capacidad, personal y equipamiento. Desde que la disponibilidad inmediata de estos recursos es limitada, especialmente en los países en desarrollo, cualquier sistema de monitoreo diseñado para lagos tendría que ser de costo efectivo.

Esto esencialmente significa un balance fino entre la profundidad y el contexto de la información a ser recogida así como entre calidad, importancia y precisión. Como regla general, se puede decir que el valor general de la información obtenida en términos de uso tendría que exceder el costo de obtención de tal información.



Costo-efectividad del Monitoreo y Evaluación de Información



Para la mayoría de los proyectos, desde el punto de vista de su gestión en cualquier momento específico, el valor de la información generalmente aumenta con el aumento de la amplitud y la precisión de la información disponible. Sin embargo, su valor, para la mayoría de las decisiones generalmente se aproxima a una meseta en una cierta etapa, más allá de la cual aumenta sólo marginalmente. En contraste, el costo de obtención de la información continúa aumentando para una cobertura mayor con una precisión más alta. Esto se muestra diagramáticamente en la siguiente figura.

El área sombreada en la figura es la zona de costo efectivo, más allá de la cual el costo de obtención de la información excederá rápidamente su valor intrínseco.

Exactamente dónde dentro del área sombreada tendría que ser tomada una decisión depende de una variedad de factores como: el tipo de proyecto, la experiencia de manejo y el impacto potencial, pero tales consideraciones transaccionales son frecuentemente hechas en base a

juicios de valor.

Hay a menudo una tendencia a generar más información que la necesaria. Para que cualquier proceso de evaluación y monitoreo sea eficiente y costo efectivo, es esencial tener una idea de quién usará la información, qué tipos de información son necesarios, cómo será utilizada, y cuando y de qué forma tendría que disponerse de ella. que sin ese enfoque claro, se puede recoger información innecesaria además de lo esencial, lo que es un lujo costoso que todos los países pueden evitar.

Mientras que los procesos de recolección de información necesitan estar cuidadosamente integrados dentro de un marco de monitoreo, la consideración y el deseo de rigor científico tendría que balancearse con la necesidad de la información oportuna. Esto en realidad se traduce frecuentemente en un balance entre la precisión y confiabilidad con el costo. En el análisis final, el valor de la información para el proceso de gestión se convierte en el factor clave en la solución de este balance.

Máxima amplitud

En el monitoreo de lagos, especialmente los grandes, surge una dificultad importante del hecho que necesita cubrir un área más amplia, incluyendo la cuenca del lago, ya que las pautas de uso de la tierra y todas las otras actividades humanas tienen un impacto mayor en el agua que llega al lago así como en su calidad. Por lo tanto, la cobertura máxima en sentido literal puede resultar en un proceso más caro, complejo y que lleva más tiempo.

Como regla general, los sociólogos y antropólogos prefieren tener la mayor amplitud de cobertura posible. Sin embargo, dados los altos costos de los recursos de personal, tiempo, transporte, y otros factores asociados, así como los altos costos de oportunidad, es necesario frecuentemente decidir una cobertura limitada de algunas variables seleccionadas, y luego usar el saldo de los recursos disponibles para obtener más información de detalle sobre los aspectos específicos y/o áreas que son críticas desde el punto de vista de la gestión. Por lo tanto, la máxima información que es necesaria y será utilizada para los propósitos de la gestión, sujeta a la disponibilidad de recursos (fondos, personal, capacidad, equipamiento y tiempo).

Error mínimo de medición

El nivel de precisión y confiabilidad de la información a obtener es una consideración importante para cualquier proceso de monitoreo. Generalmente los ingenieros y los científicos físicos están más preocupados por la precisión de las mediciones y de los datos recogidos que los sociólogos y antropólogos. Por ejemplo, si debe considerarse la presencia de ciertos químicos tóxicos en el lago, éstos deben medirse generalmente en términos de tantas partes por billón. Bajo estas circunstancias los errores "mínimos" pueden tener implicaciones

importantes.

Error mínimo de muestreo

Ya que no es ni deseable ni necesario monitorear todos los posibles desarrollos en el área de un proyecto, los relevamientos por muestras son esenciales. La gestión de lagos cubre numerosos aspectos y diversas disciplinas, y en consecuencia no hay una solución correcta o uniforme sobre lo que constituye un tamaño adecuado de muestreo. Por ejemplo, para el análisis de la lluvia, un pluviómetro por kilómetro cuadrado se considera una red muy densa, y por lo tanto totalmente innecesaria a menos que circunstancias muy especiales lo requieran. En contraste, el mismo tamaño de muestra hubiera sido totalmente inaceptable para los sociólogos. En el análisis final, la determinación del tamaño de las muestras dependerá del tipo de información a ser recogida, y del uso que se le dará.

Ausencia de prejuicios

El monitoreo de lagos frecuentemente sufre de sesgos de las personas que ejecutan la tarea.

Esto sucede porque los encargados de monitorear, debido a su orientación disciplinaria, capacidad y experiencias anteriores, generalmente tienen la tendencia a concentrarse en aspectos específicos a costa de otros que pueden tener la misma importancia. Por ejemplo, un prejuicio común es concentrarse frecuentemente en factores limnológicos y no en otros aspectos.

Se tendría que distinguir que en el mundo real, un aspecto es un aspecto. Este a menudo se etiqueta como limnológico, ingenieril, social o legal, dependiendo de las disciplinas, las experiencias, las formas y los medios de acercarse a él. Por lo tanto, idealmente, el monitoreo tendrá que ser llevado a cabo por personas multidisciplinarias, que pueden estar especializados en una disciplina pero que tienen conocimientos de las otras.

Ellos tendrán que ser flexibles, observadores, sensibles, eclécticos y constructivos. Tendrían que ser capaces de intercambiarse libremente y de cuestionarse simpática e inventivamente.

Dado que, en realidad, tales individuos calificados y experimentados son muy difíciles de encontrar, uno tiene que depender de quien está disponible. Hasta un cierto punto, el problema puede ser resuelto mediante una elección cuidadosa de un equipo multidisciplinario, el cual probablemente neutralice los prejuicios de los individuos particulares por medio de la yuxtaposición de los puntos de vista de varias disciplinas. Sin embargo, se tendría que notar que las experiencias anteriores indican que el uso de esos equipos multidisciplinarios para el monitoreo de lagos, cuando los miembros del grupo no se conocen entre sí o no han establecido relaciones de trabajo, generalmente no logran un enfoque multidisciplinario

integrado.

Identificación de los usuarios de la información:

Si los resultados de cualquier monitoreo van a ser realmente usados, es necesario identificar quiénes van a ser los usuarios de la información y sus requerimientos informativos antes de diseñar el sistema de monitoreo. En diferentes niveles de manejo, la jerarquía de las necesidades de información son distintas. Por ejemplo, en un cierto nivel de gestión, es probable que sea necesaria información detallada sobre un aspecto específico de un proyecto de riego agrícola, mientras que en otros niveles (generalmente más altos), es probable que se requiera información adicional. Es necesario suministrar el tipo correcto de información a los niveles apropiados.

Cualquiera sea el uso al que se destine el monitoreo, después de identificar los usuarios relevantes de la información, se debería:

1. Involucrar activamente a los usuarios de manera que aumenten su compromiso de utilizar los resultados de la evaluación,
2. entrenar a los usuarios para incrementar su entendimiento de la evaluación y hacerles posible jugar un papel útil en el proceso de evaluación; y
3. proveer con información genuinamente útil a los usuarios para afianzar su compromiso futuro con la evaluación.

Compromiso entre los requerimientos

Los principales requerimientos tratados arriba no tendrían que ser considerados individualmente, aislados, ya que algunos pueden reforzar a los otros y por lo tanto se apoyan mutuamente y otros pueden entrar en conflicto. La calidad de cualquier sistema de monitoreo se determina no por cada uno de los requerimientos sino por cuán efectivamente están todos estos factores integrados en un sistema. Por ejemplo, siempre hay un compromiso entre la máxima cobertura, el mínimo error de muestreo y el costo, y todas estas soluciones de compromisos son generalmente caso específicas. No hay una única solución clara y universal.

El marco para el Monitoreo de Lagos

El monitoreo de lagos es un proceso complejo ya que se tiene que ejecutar un gran número de tareas rutinarias y específicas, ambas en forma concurrente y secuencial, en forma coordinada, por una diversidad de profesiones, con las capacidades, tiempo y recursos disponibles. Por lo tanto, el diseñar un sistema de monitoreo eficiente, y hacerlo trabajar en

forma continúa es una tarea compleja en el mejor de los casos.

Vale la pena destacar acá un aspecto importante. Está vinculado al límite físico del cual el monitoreo tendría que ser desarrollado. Mientras que los límites del lago son comparativamente fáciles de definir, es probable que estos no sean los límites dentro de los cuales tienen que ser desarrollados los esfuerzos de monitoreo para un correcto manejo del lago. Esto pasa porque lo que sucede fuera de los límites del lago puede tener impactos directos en la cantidad y calidad del agua disponible y en la productividad del lago.

Por ejemplo, si las pautas de uso de la tierra alrededor del lago cambian, se le da creciente énfasis a las actividades agrícolas, parte del escurrimiento que generalmente llegaba al lago tendrá que ser desviado para el riego. Esto significa que el balance del agua del lago cambiará radicalmente. Además, el aumento de las actividades agrícolas alrededor del lago implicará un uso creciente de fertilizantes y pesticidas, una parte importante de los cuales puede filtrar al agua del lago. Esto puede incrementar el problema de la eutroficación, y obligará a reducir el uso del agua para consumo doméstico. Este tipo de información, que está fuera de los límites del lago, es necesaria para la gestión sostenible del lago. Por lo tanto, no es una tarea fácil definir los límites dentro de los cuales se tendría que restringir al monitoreo.

En lo que hace a un monitoreo racional de lagos, no hay un único sistema de monitoreo que se pueda proponer que sea válido para todos los lagos en cualquier parte del mundo. Por lo tanto es esencial que se diseñe un sistema específico de monitoreo para cada lago basado en los requerimientos tratados anteriormente. Sin embargo, pueden proponerse con criterio global, cuatro niveles interrelacionados de marcos de monitoreo, que serían de alguna manera generales. Dentro de estos marcos conceptuales, los administradores de cada lago tendrían que desarrollar su sistema de monitoreo propio y específico en términos de la identificación de los parámetros que necesitan ser monitoreados, y las frecuencias y ubicaciones del monitoreo de cada parámetro.

Dentro de este concepto general, pueden considerarse los cuatro niveles siguientes de monitoreo:

1. Monitoreo de la cantidad de agua
2. Monitoreo de la calidad del agua
3. Monitoreo biológico; y
4. Monitoreo ambiental.

Deben distinguirse tres aspectos importantes:

Primero, los cuatro niveles de monitoreo no son secuenciales: son generalmente simultáneos. **Segundo**, estos niveles están interrelacionados. Por ejemplo, la cantidad de agua tiene una relación directa sobre la calidad del agua, y los parámetros de calidad del agua es probable que tengan un impacto directo sobre factores ambientales y biológicos, y viceversa.

Tercero, para muchos parámetros puede haber variaciones estacionales e inclusive diurnas. Es por lo tanto esencial que el sistema de monitoreo diseñado essté en condiciones de considerar específicamente tales variaciones.

Monitoreo de la cantidad de agua

Tanto en los lagos naturales como los artificiales, se necesita monitorear las variables apropiadas tales como los caudales influyentes al lago, los efluentes, las aguas derivadas, las pérdidas del lago, y los niveles de agua. Un conocimiento y entendimiento claro del balance del agua del lago es esencial para una gestión sostenible.

De esos cuatro niveles, el monitoreo de la cantidad de agua es el más simple y directo. El número de variables no es solo fácil de identificar sino que también limitado. Las técnicas de monitoreo son bastante simples, lo que significa que pueden realizarse con poca experiencia. No se necesitan equipos caros ni laboratorios completamente equipados. Por estas razones, en la mayoría de los lagos generalmente se desarrolla alguna forma de monitoreo de la cantidad de agua.

Monitoreo de la calidad del agua

El monitoreo de la calidad del agua es significativamente más complejo que de la cantidad por muchas razones:

Primero y principal es el hecho que el número potencial de parámetros de calidad de agua que pueden ser monitoreados es muy amplio. Literalmente no es posible ponerle un límite a la cantidad de dichos parámetros. Esto es porque la cantidad de sustancias químicas y otros productos producidos por el hombre está aumentando exponencialmente.

Por ejemplo, si solo se consideran los pesticidas, antes de 1939, sólo unos pocos productos naturales como el derris, el piretro y la nicotina se utilizaban en forma conjunta con muchos compuestos inorgánicos tales como el arsenato de plomo, arsenito de sodio, el cobre en varias formas, sulfuros y mercurio. En 1950., el Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentos Británico tenía en su lista de pesticidas aprobados 15 productos químicos, utilizados en cerca de 300

fórmulas. Por 1975, el número de productos químicos utilizados había aumentado a 200, y el número de fórmulas algo más de 600. En la actualidad hay más de 600 productos químicos y más de 1800 fórmulas. Dado que los pesticidas necesariamente percolarán hacia cualquier lago alrededor del cual se practique agricultura moderna, el número de parámetros de pesticidas a monitorear podría llegar hasta cientos. El seguimiento de un número tan grande de pesticidas sería indudablemente una tarea cara y que llevaría mucho tiempo. Más aún, tal monitoreo indiscriminado no sería un proceso costo-efectivo. De ahí, que debe meditar seriamente sobre cuales pesticidas tienen que ser monitoreados y cuán seguido. Es necesario desarrollar algunos criterios sobre los cuales tomar esas decisiones racionales. Por ejemplo, un criterio podría ser la identificación de los principales pesticidas que son utilizados extensivamente en los campos en los alrededores del lago. Por lo tanto, en contraste con el monitoreo de la cantidad de agua, donde la elección de los parámetros de monitoreo es casi automática, los parámetros de calidad de agua a monitorear tienen que ser cuidadosamente seleccionados.

Segundo, hay una dimensión temporal en los parámetros que necesita ser monitoreada. Debido a las pautas cambiantes en el uso de químicos y otros compuestos, y desde que el tipo de industria y los efluentes producidos en el área varían con el tiempo, la lista de parámetros de calidad del agua a monitorear tendría que revisarse periódicamente. A menudo nuevos parámetros tienen que ser añadidos a la lista, e igualmente algunos de los anteriores tienen que ser borrados. Por lo tanto, el proceso de monitoreo de la calidad del agua no es tan simple y automático como el monitoreo de la cantidad de agua: requiere significativamente más tiempo de pensamiento y de análisis.

Tercero, la recolección y análisis de los datos de calidad del agua demanda capacidad, recursos y tiempo considerables. Equipos de alto costo son un requisito indispensable en un laboratorio funcional. Esto se convierte a menudo en un serio problema en los países en desarrollo, donde la disponibilidad de personal capacitado, recursos adecuados y equipos sofisticados tienen serias restricciones. También el mantenimiento de ese equipo analítico complejo es un serio problema debido a la falta de respuestos, divisas y técnicos entrenados, lo que en muchos casos interrumpe la continuidad del proceso de monitoreo.

Hay ciertos parámetros de calidad del agua que deben ser monitoreados en casi todos los lagos que requieren manejo. Entre estos están el oxígeno disuelto (OD), la demanda bioquímica de oxígeno (DBO), demanda química de oxígeno (DQO), pH, temperatura, coliformes, concentraciones de Fósforo y Nitrógeno.

Monitoreo biológico

El monitoreo biológico provee información sobre la situación general del ecosistema acuático del lago como “un todo dado” en que los organismos acuáticos son integradores de los variados factores que afectan su medio ambiente. En consecuencia, el monitoreo biológico, si

se diseña y realiza cuidadosamente, puede ser un componente importante del sistema de información para el manejo de cualquier lago.

Hay, sin embargo, un amplio campo de organismos y comunidades que pueden incluirse en el monitoreo biológico de los lagos. Por ejemplo, información sobre el plancton es importante para evaluar la cantidad de los sistemas lénticos. Se prefieren los macroinvertebrados bénticos para los sistemas lóticos ya que tienen limitada movilidad y por lo tanto son comparativamente fáciles de muestrear. Además ellos comprenden un gran número de especies que son diferencialmente sensitivas a la calidad del agua.

El monitoreo de poblaciones de peces debe ser una parte integral de cualquier gestión de lagos por dos razones. Primera, tanto los lagos naturales como los artificiales son fuentes importantes de alimentos en términos de la captura de peces, especialmente en los países en desarrollo donde el consumo de proteínas es generalmente bajo. Por lo tanto, la gestión eficiente de un lago requiere en muchos casos maximizar la captura de peces en forma sostenible. Segundo, los peces actúan como acumuladores biológicos de muchos contaminantes indeseables, y por lo tanto pueden ser utilizados como un indicador de la problemática global.

Con el fin de integrar varios parámetros biológicos, algunos índices como el Índice de Diversidad han sido propuestos por algunos científicos. Sin embargo, ninguno de ellos provee una síntesis satisfactoria de los parámetros biológicos que son monitoreados en un lago. Por lo tanto, el uso de cualquiera de estos índices es de valor limitado para la gestión del lago.

Monitoreo ambiental

Muchos de los parámetros ambientales tendrían que ser monitoreados para un lago. La decisión sobre cuáles serán los monitoreados sólo puede ser tomada en el contexto de un lago específico. Esto requiere identificar los parámetros ambientales que son importantes para la gestión del lago en cuestión.

Por ejemplo, si el lago está en una región donde podrían presentarse vectores de enfermedades originadas en el agua como la esquistosomiasis, lamalaria, la filriasis o la concercosis, sería esencial instituir un sistema de monitoreo que provea la información apropiada a los administradores con el fin de lograr que los incidentes de enfermedad estuvieran bajo control. De la misma manera, si un aspecto específico de la salud no es una preocupación en el área, no tiene sentido utilizar los escasos recursos en un monitoreo innecesario. Por ejemplo, en muchos lagos en la India, es totalmente innecesario tener un sistema de monitoreo que considere a la esquistosomiasis, ya que ésta no aparece en éste país. Sin embargo, si se va a diseñar un sistema de monitoreo para algún lago en Kenia, Brasil o en Sud África, donde la esquistosomiasis es prevalente, ésta debe ser monitoreada.

Observaciones finales

El monitoreo es un componente integral de la gestión de lagos. sin embargo, esto significa que si se realiza el monitoreo, la eficiencia de esa gestión mejorará automáticamente. De hecho, sobre la base de una revisión del monitoreo de lagos realizada en muchas partes del mundo, se puede decir que la situación general parece indicar que el monitoreo está teniendo bastante menos impacto en los procesos de gestión de lagos que los esperados, o los posibles.

Hay muchas razones para este estado desafortunado de los hechos. Una de las principales es que con frecuencia los parámetros monitoreados no sean probablemente los más importantes sobre los cuales los administradores desearían tener información. Los científicos frecuentemente monitorean lo que ellos desean en términos de su propia necesidad para la investigación científica, y no lo que los administradores querrían que se monitoree. Igualmente, o es probable que los administradores no reciban la información en una forma que facilite la toma de decisiones, o es posible que no obtengan la requerida en una forma oportuna y regular.

Si se puede diseñar un sistema de monitoreo de costo efectivo en los lagos, orientado específicamente a los intereses de los administradores, entonces, incuestionablemente, el nivel actual de la gestión de lagos mejorará sustancialmente.

[Red Integral de Monitoreo para la Cuenca del Lago Puelo](#)



[Portada](#)



[_Indice Manual](#)



[Modelo Ecogeográfico](#)

