

3. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA DE ESTUDIOS DE CALIDAD DEL AGUA EN LAGOS Y EMBALSES

3.1. Casos Nacionales

La calidad del agua no es un criterio completamente objetivo, pero está socialmente definido y depende del uso que se le piense dar al líquido (WRI, 2000), por lo que cada uso requiere un determinado estándar de calidad. Por esta razón, para evaluar la calidad del agua se debe ubicar en el contexto del uso probable que tendrá.

La calidad natural del agua está determinada por las condiciones geomorfológicas del suelo y es relevante para evaluar si una variación en la concentración de los parámetros medidos se debe a cambios naturales o a efectos de las actividades humanas, incluyendo el desarrollo geotérmico (Bianchini et al. 2005).

La evaluación de la calidad del agua es el proceso de valoración de la naturaleza física, química y biológica del agua en relación con la calidad natural, los efectos humanos y los usos deseados, principalmente, los que puedan afectar la salud humana y la de los sistemas acuáticos (Chapman 1996). Se define en función de un conjunto de parámetros físico-químicos y/o microbiológicos, así como de sus valores de aceptación o de rechazo, y son útiles para evaluar puntualmente los contaminantes específicos presentes en el agua (Arcos et al. 2005)

El análisis de la situación en México puede abordarse a diferentes escalas. Una evaluación global del país puede ser útil para la comparación con otros países o para medir el desempeño y compromisos adquiridos por México (por ejemplo con la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), de la cual México es miembro desde 1994). Sin embargo, un análisis a esta escala resulta de utilidad limitada para identificar los problemas locales y, por consiguiente, diseñar los programas pertinentes al interior del país.

La mayoría de los cuerpos de agua superficiales del país reciben descargas de aguas residuales sin tratamiento, lo que ocasiona distintos niveles de contaminación en prácticamente todos estos cuerpos. Desde 1974 comenzó a operar un monitoreo de la calidad del agua de los cuerpos más importantes y en los que se habían detectado problemas de contaminación. Actualmente la Red está a cargo de la Comisión Nacional del Agua órgano administrativo desconcentrado de la SEMARNAP.

La CONAGUA realiza esta evaluación de la calidad del agua tomando en cuenta tres indicadores, la Demanda Bioquímica de Oxígeno a cinco días (DBO5), la Demanda Química de Oxígeno (DQO) y los Sólidos Suspendidos Totales (SST). La DBO5 y la DQO se utilizan para determinar la cantidad de materia orgánica presente en los cuerpos de agua, provenientes principalmente de las descargas de aguas residuales de origen municipal y no municipal. La primera determina la cantidad de materia orgánica biodegradable y la segunda mide la cantidad total de materia orgánica químicamente oxidable. El incremento de la concentración de estos parámetros incide en la disminución del contenido de oxígeno disuelto en los cuerpos de agua con la consecuente afectación a los ecosistemas acuáticos.

Los SST tienen su origen en las aguas residuales y la erosión del suelo. El incremento de los niveles de SST hace que un cuerpo de agua pierda la capacidad de soportar la diversidad de la vida acuática. En este sentido, ha sido demostrado que la biodiversidad se encuentra en relación directa con la transparencia del agua. Estos parámetros permiten reconocer gradientes que van desde una condición relativamente natural o sin influencia de la actividad humana, hasta agua que muestra indicios o aportaciones importantes de descargas de aguas residuales municipales y no municipales, así como áreas con deforestación severa (CONAGUA, 2007).

Es importante mencionar que los sitios con monitoreo de calidad del agua están ubicados en zonas con una alta influencia antropogénica. La CONAGUA tenía establecida en 2007 una red nacional de monitoreo que contó con 1 014 sitios, distribuidos a lo largo y ancho del país, CONAGUA, 2008, (Figura 3.1).

Si se evalúa la calidad del agua con base en la DQO, la CONAGUA (2008) señala como contaminadas algunas zonas del país, principalmente las zonas industriales o grandes concentraciones urbanas de Veracruz, Jalisco, Guanajuato, Puebla, Distrito Federal, México, Tlaxcala, Michoacán, Sonora y Sinaloa (Figura 3.2).

FIGURA 3.1 ESTACIONES DE MONITOREO DE CALIDAD DEL AGUA



NOTA: Solo incluye sitios de monitoreo de la calidad del agua en cuerpos de agua superficiales interiores [lagos y presas]

FUENTE: CONAGUA, Subdirección General Técnica, 2009

FIG. 3.2 Calidad del Agua de los Recursos Hídricos Superficiales de México



NOTA: Solo incluye sitios de monitoreo de la calidad del agua en cuerpos de agua superficiales interiores [lagos y presas]

FUENTE: CONAGUA, Subdirección General Técnica, 2009

En algunas de estas investigaciones se han evaluado y relacionado diversos aspectos (biológicos, fisicoquímicos, geológicos, económicos, etc.); en otras se han enfocado en unos cuantos parámetros en específico.

Entre estas investigaciones a cargo de la CONAGUA destacan las siguientes:

- **CALIDAD DEL AGUA DEL LAGO ALMOLOYA** (UBICACIÓN: ESTADO DE MÉXICO)
 - CONFORME A PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS, 1991-2004
- **CALIDAD DEL AGUA DEL LAGO CATEMACO** (UBICACIÓN: VERACRUZ)
 - CONFORME A PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS, 1990-2006
- **CALIDAD DEL AGUA DEL LAGO CHAIREL** (UBICACIÓN: TAMAULIPAS, VERACRUZ)
 - CONFORME A PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS, 1990-2006
- **CALIDAD DEL AGUA DEL LAGO CHAPALA** (UBICACIÓN: JALISCO Y MICHOACÁN)
 - CONFORME A PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS, 1990-2006
- **CALIDAD DEL AGUA DEL LAGO PÁTZCUARO** (UBICACIÓN: MICHOACÁN)
 - CONFORME A PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS, 1990-2006
- **CALIDAD DEL AGUA DEL LAGO EL RODEO** (UBICACIÓN: MORELOS)
 - CONFORME A PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS, 1990-2001

Otras investigaciones de otras dependencias importantes son:

- **CALIDAD DEL AGUA EN LA CUENCA VALLE DE BRAVO-AMANALCO**
[Estudio realizado por el Instituto de Ecología, UNAM]
 - DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS BÁSICOS Y NUTRIENTES.

- **CALIDAD FISICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA EN EFLUENTES SECUNDARIOS POR EL LAGO ARTIFICIAL “NABOR CARRILLO”, MÉXICO** [Estudio realizado por el Instituto de Ingeniería, UNAM]
 - DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y BIOLÓGICOS.

- **APORTE DE NUTRIENTES POR FUENTES NO PUNTUALES EN LA CUENCA DEL LAGO DE CUITZEO, MÉXICO** [Estudio realizado por el IMTA]
 - DETERMINACIÓN DE APORTES DE NUTRIENTES POR FUENTES DIFUSAS Y PUNTUALES EN LA CUENCA DEL LAGO DE CUITZEO

- **VARIACIÓN DE LOS ORGANISMOS FITOPLANCTONICOS Y LA CALIDAD DEL AGUA EN EL LAGO DE CHAPALA, JALISCO, MÉXICO** [Estudio realizado por la Universidad de Guanajuato]
 - DETERMINACIÓN DE DE PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS Y FITOPLANCTON

- **ESTUDIO DE CONTAMINACIÓN EN EL LAGO CATEMACO** [Estudio realizado por la UAM-XOCHIMILCO]
 - DETERMINACIÓN DE DE PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS, BIOLÓGICOS MICROBIOLÓGICOS Y SOCIO-CULTURALES.

Todas constituyen una valiosa fuente de información, pero mucha de esta información no es tan fácil obtener. Estos reportes son raramente consultados si se tiene la suerte de obtener una copia de los mismos y son poco considerados en la toma de decisiones para el manejo de este recurso. Una limitante a las comparaciones cronológicas es el hecho de tener metodologías diferentes en los estudios.

3.2. Casos Internacionales

La preocupación de los países por contar con agua suficiente en cantidad y calidad para sus diferentes actividades es cada vez mayor. A pesar de que en el planeta existe una cantidad considerable de agua estimada en 1400 millones de km³, solo el 2.5% es agua dulce y la mayor parte de la misma se encuentra en forma de hielo o de depósitos subterráneos de difícil acceso. De esta manera el agua disponible en teoría para las actividades humanas sería; en el mejor de los casos, del 0.01%. Además, esta mínima porción de agua frecuentemente se localiza en lugares inaccesibles o está contaminada, lo que dificulta su aprovechamiento (PNUMA,2002).

Bajo estas circunstancias, el agua se considerada como un factor crítico para el desarrollo de las naciones y, de hecho, quizá sea el recurso que define los límites del desarrollo sustentable (FNUM, 2001), ya que no solo es indispensable para el desarrollo económico y social de la humanidad sino también para el funcionamiento de los ecosistemas del planeta. De ahí la importancia de contar con información confiable acerca de la cantidad y la calidad de este recurso, en términos de su disponibilidad, usos y grado de deterioro.

Las estimaciones cuantitativas de la disponibilidad del agua no reflejan por completo el problema de la necesidad de este recurso, ya que la calidad del agua en la mayor parte del mundo está lejos de ser la adecuada. De acuerdo con la Organización Mundial de la Salud (OMS), una quinta parte de la población mundial no tiene acceso a agua libre de contaminantes (FNUAP, 2001), situación que se acentúa en áreas rurales donde no existe la posibilidad de que el agua tenga un tratamiento previo que mejore su calidad y posibilite su uso general.

Los trabajos de mayor importancia a nivel mundial se deben al índice desarrollado por la Fundación Nacional de Sanidad de los Estados Unidos (U.S.N.S.F; por sus siglas en inglés), por ser el más utilizado y modificado en muchos países del mundo, tales como España, Brasil y Colombia, entre otros (Samboni et al. 2007).

En Costa Rica se aprobó en 2007 el Reglamento para la evaluación y clasificación de la calidad de cuerpos de agua superficiales, que incorpora el uso de índice para evaluar su calidad fisicoquímica (Costa Rica 2007).

Los índices son herramientas rápidas para conocer en forma general el estado de un cuerpo de agua y observar su tendencia evolutiva (Sancha & Espinoza 2001).

- **En Bolivia,** Considera como parámetros básicos de control, los siguientes: DBO5 (demanda bioquímica del oxígeno) DQO (demanda química del oxígeno), Coliformes fecales, OD (oxígeno disuelto), Fosfato Total, entre otros.
- **En Colombia,** Señala que la entidad encargada del manejo y administración del recurso (EMAR deberá realizar periódicamente análisis pertinentes para obtener, por lo menos, la siguiente información: DBO5 (demanda bioquímica del oxígeno), DQO (demanda química del oxígeno), SS (Sólidos suspendidos), pH, OD (Oxígeno disuelto), Coniformes, entre otros.
- **En el Ecuador,** Entre los parámetros establecidos para el control que son comunes para los distintos usos son: pH, Coliformes Totales, DBO5 (demanda bioquímica del oxígeno), OD (Oxígeno disuelto), SST (sólidos suspendidos totales), adicionalmente considera parámetros de control del agua para riego: pH, SST(sólidos suspendidos totales), CE (conductividad eléctrica), RAS (razón de adsorción del sodio), Nitrógeno como N total;
- **En Venezuela,** clasifica las aguas en 7 tipos estableciendo en cada una de ellas niveles de calidad exigibles de acuerdo con los usos a que se destinen, siendo común, el control de los siguientes parámetros, pH, Organismos Coliformes Totales, OD (oxígeno disuelto), sólidos flotantes, además de otros parámetros.

Se aprecia que la mayoría de estos países monitorean y obtienen información sobre los indicadores: pH, oxígeno disuelto, demanda bioquímica del oxígeno, sólidos suspendidos y coliformes totales en los cuerpos de agua, que son coincidentes con los que son monitoreados en el Japón y otros países como son China, Filipinas e India.

En la actualidad los índices desarrollados involucran desde un parámetro hasta más de 30 y no existe uno universal debido a las condiciones y los problemas ambientales específicos de cada área (Samboni et al. 2007). Por esto, la aplicación y el seguimiento continuo de cada parámetro permiten adecuar el índice a nivel regional y local.

No existen acuerdos ambientales vinculantes de carácter mundial que obliguen a los Estados a proteger los recursos hídricos de la contaminación, ya que se trata de una responsabilidad nacional de los gobiernos

No obstante, la importancia de proteger los recursos de agua dulce se ha reconocido en instrumentos internacionales no vinculantes, como el Programa 21, aprobado en 1992 por la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo. En el capítulo 18 del Programa 21 en particular, relativo a la protección de la calidad y el suministro de los recursos de agua dulce: aplicación de criterios integrados para el aprovechamiento, el ordenamiento y el uso de los recursos de agua dulce, se establece como objetivo general “velar por que se mantenga un suministro suficiente de agua de buena calidad para toda la población del planeta y preservar al mismo tiempo las funciones hidrológicas, biológicas y químicas de los ecosistemas, adaptando las actividades humanas a los límites de la capacidad de la naturaleza y combatiendo los vectores de las enfermedades relacionadas con el agua”.

Sin embargo los principales obstáculos para esa evaluación son la falta de recursos financieros, el carácter fragmentado de los servicios hidrológicos y la escasez de personal capacitado. Al mismo tiempo, a los países en desarrollo cada vez les es más difícil acceder a las tecnologías avanzadas de reunión y manejo de datos. Sin embargo, la creación de bases nacionales de datos reviste

importancia decisiva para evaluar los recursos hídricos y para mitigar los efectos de inundaciones, sequías, desertificación y contaminación.