CAPÍTULO 11

MONITOREO Y EVALUACIÓN

La OMS está elaborando un manual sobre diseño e implementación de programas de monitoreo para áreas de aguas recreativas a fin de brindar orientación sobre el tema. Este manual sigue la estructura del 'Code of Good Practice (COGP) for Recreational Water Monitoring'. La elaboración de este código requirió un extenso proceso de consulta y se dio dentro del marco de cooperación entre la OMS y la Comisión Europea. Este código se presenta a continuación e incluye una serie de declaraciones de principios u objetivos cuyo cumplimiento conducirá al diseño e implementación de un programa de monitoreo con credibilidad científica. El próximo manual describirá con mayor detalle la aplicación del código en situaciones específicas.

La formulación adecuada de un COGP para monitoreo constituye una herramienta de gestión invaluable. Debe definir el marco de operación de un proceso específico y señalar las posibles implicancias asociadas con la implementación adecuada de sus objetivos. Es importante que un COGP sea específico y que ninguno de sus componentes esté sujeto a más de una interpretación. En la medida de lo posible, cada uno de los componentes debe ser independiente y el encargado de la gestión debe ser capaz de usar este COGP como una guía para la implementación exitosa de un programa de aseguramiento de la calidad de aguas recreativas y/o playas para bañistas. Los vínculos clave son entre este COGP específico y los diversos capítulos de las Guías para ambientes seguros de agua recreativa. El intercambio de información entre ambos debe garantizar el establecimiento de un programa válido y reproducible de monitoreo y evaluación.

Este COGP sirve de nexo a los diversos efectos sobre la salud asociados con aguas recreativas y esboza los componentes de un programa exitoso (temas de salud clave; estrategias de monitoreo y evaluación; consideraciones para la gestión). Asimismo, brinda suficiente información para llevar a cabo este programa e integrar los componentes en un todo consolidado.

Code of Good Practice for Recreational Water Monitoring

Este código de buenas prácticas comprende una serie de declaraciones de principios u objetivos cuyo cumplimiento conducirá al diseño e implementación de un programa con monitoreo de credibilidad científica. Se aplica, en principio, al monitoreo de todas las aguas recreativas que implican un contacto directo con el agua ya sea repetitivo o continuo. En muchos casos, el objetivo establecido en el código se puede lograr a través de diversos enfoques o métodos. Si bien son válidos de manera individual, la diversidad de enfoques dentro de un solo programa no permitiría comparar los resultados para realizar un estudio entre ubicaciones o programas de monitoreo del cumplimiento de la ley. Cuando se van a comparar datos entre laboratorios o sitios, se deben tomar todas las medidas necesarias para garantizar la comparabilidad de los resultados.

La implementación de un programa de aseguramiento de la calidad basado en controles internos y externos (comparaciones entre laboratorios) resulta esencial.

- Se deben desarrollar y formular criterios antes de la recolección de datos para el caso de laboratorios que no cumplan constantemente con la calidad analítica mínima.
- Se deben establecer y cumplir con procedimientos de omisión de datos, manejo y rechazo de muestras antes de la recolección de datos.

En los programas de monitoreo de reglamentos, los factores tales como frecuencia de muestreo, métodos analíticos, análisis, interpretación y reporte de datos, selección del sitio de muestreo y criterios para áreas de aguas recreativas generalmente son definidos por la

institución reguladora y deben considerar los principios presentados en el código de buenas prácticas.

Sección 1 – Diseño e implementación de todos los programas de monitoreo

Diseño de programas de monitoreo

- 1.1 Los objetivos de un programa o estudio de monitoreo se deben identificar formalmente antes del diseño del programa y formularse previo a la recolección de datos.
- 1.2 Los objetivos se deben describir de acuerdo a la validez científica de los resultados obtenidos. La calidad requerida de cualquier dato se debe definir a partir de la declaración de los objetivos y formularse al inicio.
- 1.3 El diseño e implementación de los programas de monitoreo debe contar con la participación de todas las partes interesadas (legisladores, ONG, comunidades locales, laboratorios, etc.). Cada etapa debe incluir todas las disciplinas pertinentes y la experiencia relevante.
- 1.4 La definición del alcance de un programa o estudio de monitoreo generalmente tomará la forma de criterios para la inclusión/exclusión de áreas de aguas recreativas y preparación un inventario de éstas.
- 1.5 Se debe preparar un catálogo de las características básicas de todas las áreas de aguas recreativas y actualizarlo periódicamente (por lo general cada año) en un formato estandarizado en respuesta a incidentes específicos. Este catálogo debe incluir como mínimo el grado y naturaleza de las actividades en áreas recreativas y sus posibles peligros para la salud humana. Por lo general, la lista de peligros potenciales para la salud humana, a menos que se excluyan de manera específica, incluiría calidad microbiológica del agua, cianobacterias o algas peligrosas, ahogamiento y peligros físicos. Con frecuencia, los programas de monitoreo también tratan aspectos estéticos y parámetros de recreación dada su importancia para la salud y bienestar.
- 1.6 El diseño del programa o estudio debe considerar la información obtenida del inventario de áreas de aguas recreativas y el catálogo de características básicas, que pueden requerir un reajuste de los objetivos del programa.
- 1.7 La planificación logística de un programa o estudio de monitoreo debe tomar en cuenta las capacidades socio-económicas, técnico/científicas e institucionales, contratación de personal, disponibilidad de equipos, demandas de consumo, requerimientos de viaje y seguridad así como número de muestras, sin poner en riesgo los objetivos o la validez científica del programa o estudio.
- 1.8 Se debe definir una jerarquía de autoridad, responsabilidad y acciones dentro de un programa o estudio. Todas las personas comprometidas con el programa o estudio deben ser conscientes de sus funciones e interrelaciones.
- 1.9 El personal debe estar capacitado y calificado adecuadamente incluso en aspectos de salud y seguridad.
- 1.10 Los programas de monitoreo deben incluir un aseguramiento de la calidad (AC) apropiado, que no atente contra la salud ni la seguridad y cubra íntegramente la observación, entrevista, muestreo en el campo y análisis de la calidad del agua así como ingreso, análisis y reporte de datos.
- 1.11 Se debe elegir un funcionario de AC para que se reporte directamente a la gerencia principal. Se deben realizar auditorías regulares de todos los aspectos

de la operación con especial énfasis en procedimientos, trazabilidad y reporte de datos.

- 1.12 Los elementos esenciales de los programas de aseguramiento de la calidad (AC) incluyen:
 - Elaboración e implementación de un manual de calidad y procedimientos normalizados de operación (SOP). Todos los SOP se deben examinar y actualizar regularmente, cada vez que sea necesario. Asimismo, se debe reportar cualquier deficiencia y tomar las medidas correctivas pertinentes.
 - Los SOP deben incluir mantenimiento y actualización de inventarios y catálogos; metodologías para los equipos principales, procedimientos analíticos y de muestreo; recepción, selección y almacenamiento de muestras; reporte.
- 1.13 Las muestras se deben registrar al momento de su ingreso al laboratorio. Los procedimientos aplicados de laboratorio se deben someter a procedimientos normalizados de operación definidos en el laboratorio. En la medida de lo posible, todos los procedimientos analíticos deben seguir protocolos definidos del ISO o APHA. Todos los equipos se deben calibrar regularmente y los procedimientos operativos se deben remitir al personal de control de calidad para asegurar la trazabilidad de los datos.
- 1.14 El programa se debe evaluar periódicamente y cada vez que varíe la situación global o se presente cualquier influencia específica sobre el ambiente.

Recolección de datos

- 1.15 La recolección de datos e información debe usar la combinación más efectiva de métodos de investigación incluidos observación, muestreo y análisis de la calidad del agua; entrevista a personas adecuadas y revisión de la literatura publicada y no publicada.
- 1.16 La frecuencia y tiempo de muestreo y la selección de lugares de muestreo deben reflejar los tipos de playas, tipos y densidades de uso así como las variaciones temporales y espaciales en el área de agua recreativa como consecuencia del cambio estacional, ciclos de marea, precipitación, patrones de descarga y abstracción, tipos y uso de playas.
- 1.17 El muestreo debe brindar un conjunto de datos que pueda someterse a un análisis estadístico.

Manejo de datos

- 1.18 El manejo de datos e interpretación de resultados se debe realizar de manera objetiva, sin ningún tipo de subjetividad personal o política.
- 1.19 La necesidad de transformar los datos para cumplir con las condiciones del análisis estadístico se debe acordar previamente con un experto en estadística.
- 1.20 Los encargados del manejo y recolección de datos deben establecer un formato común para registrar los resultados de los análisis e investigaciones y deben ser conscientes del tamaño final de la matriz de datos. Los formularios e instrumentos de investigación deben ser compatibles con este formato. Asimismo, deben acordar con los responsables de la interpretación y presentación de datos, un formato para los resultados.
- 1.21 Los procedimientos para tratar inconsistencias tales como omisiones en los registros, resultados indeterminados (por ejemplo, caracteres indescifrables, resultados fuera de los límites de los métodos analíticos) y errores obvios se deben acordar antes de la recolección de datos. Al momento de recibir los datos,

se deben examinar los formularios de registro y procedimientos acordados. Las incongruencias se deben remitir inmediatamente al responsable de la recolección de datos para su debida corrección o rectificación. Cuando no se puede realizar un muestreo adicional, es mejor realizar estimados que dejar espacios vacíos en el registro; pero los estimados siempre se deben registrar como tales y así se reducirán los grados estadísticos de libertad.

- 1.22 De preferencia, se deben realizar acuerdos para almacenar datos en más de una ubicación y formato y así evitar su pérdida o desuso. Los datos deben transcribirse de manera precisa, manejarse adecuadamente y analizarse para evitar errores o sesgos en el informe.
- 1.23 La rutina estadística debe ser seleccionada por un experto en estadística.
- 1.24 Los datos se deben manejar y almacenar de manera que aseguren la disponibilidad de los resultados para un estudio posterior o para la evaluación de tendencias temporales.

Interpretación de datos

- 1.25 Antes de ser remitidos a los responsables de la toma de decisiones, los datos deben ser interpretados y evaluados por expertos en el manejo de los mismos. Las interpretaciones se deben referir siempre a los objetivos (también deben proponer mejoras, incluidas simplificaciones, en las actividades de monitoreo) y resaltar la necesidad de una futura investigación y lineamientos para la planificación ambiental.
- 1.26 La interpretación de resultados debe considerar todas las fuentes de información disponibles, incluidas aquellas derivadas de inventarios, catálogos de características básicas, inspección sanitaria y de peligros, muestreo y análisis de la calidad del agua y entrevistas incluidos registros de historiales.

Reporte

- 1.27 Los hallazgos se deben discutir con las autoridades locales, regionales y/o nacionales relevantes y otras involucradas en el manejo (incluido manejo integrado de recursos hídricos) tales como desarrollo industrial y/o juntas nacionales de planificación.
- 1.28 Los resultados se deben reportar a todas las partes interesadas incluidos público, legisladores y planificadores. La información relacionada con la calidad de las áreas recreativas debe ser clara, concisa e incluir aspectos microbiológicos, estéticos y de seguridad.
- 1.29 Los requerimientos de las partes interesadas (público, ONG, legisladores, etc.) son fundamentales para transmitir la información.
- 1.30 En lugares donde ocurren eventos específicos tales como lluvia o eventos extremos tales como epidemias, se debe informar a la autoridad competente en salud pública y advertir a los bañistas sobre los riesgos de aguas de calidad deficiente.
- 1.31 Los reportes sobre la calidad de las áreas de aguas recreativas deben ir acompañados de las percepciones de la población local y visitante sobre la calidad estética y riesgos para la salud humana.
- 1.32 Los programas de educación en salud ambiental de los establecimientos formales e informales deben incluir medidas de control para evitar o reducir los impactos perjudiciales de los peligros para la salud humana y la contaminación estética.

- 1.33 La utilidad de la información obtenida del monitoreo es muy limitada a menos que exista un marco administrativo y legal en el nivel local, regional e internacional (junto con un compromiso institucional y financiero para realizar un seguimiento adecuado).

Aspectos relevantes de los peligros específicos

Los siguientes puntos se aplican a la guía general sobre peligros específicos.

2.1 Peligros físicos, ahogamiento y lesiones

- 2.1.1 El catálogo de características básicas debe incluir, siempre que sea relevante, peligros tales como taludes, mareas, caudales y corrientes, grupos de usuarios reales, áreas peligrosas cercanas tales como acantilados, aguas poco profundas peligrosas para zambullirse y otros peligros identificados a partir del conocimiento local y registros de los efectos sobre la salud.
- 2.1.2 El catálogo de características básicas debe incluir información sobre medidas para prevenir la exposición o efectos de los peligros que incluyan por ejemplo: provisión de salvavidas, capacitación del personal, señales, teléfonos de emergencia, acceso a primeros auxilios, instalaciones médicas, cercado, sistemas de advertencia para condiciones adversas y rutas de emergencia
- 2.1.3 Los programas de monitoreo y evaluación deben tratar los peligros y medidas preventivas descritos en las secciones 2.1.1 y 2.2.2 que están sujetos a cambios.
- 2.1.4 Al evaluar el significado de los peligros, se debe considerar la severidad y probabilidad de efectos adversos sobre la salud junto con el grado de exposición.

2.2 Calidad microbiológica del agua e inspección sanitaria

- 2.2.1 La inspección sanitaria se debe realizar como un complemento necesario del análisis microbiológico del agua para identificar todas las fuentes reales y potenciales de contaminación microbiológica. La inspección sanitaria debe evaluar el impacto de estas fuentes sobre la calidad de las aguas recreativas y salud de los bañistas. Durante la inspección, se debe prestar mucha atención a las influencias temporales y espaciales de la contaminación sobre la calidad del agua.
- 2.2.2 Antes de la temporada principal de baño, se debe realizar una exhaustiva inspección sanitaria. Las inspecciones de condiciones específicas se deben realizar junto con el muestreo de rutina durante la temporada de baño. La información pertinente se debe registrar en listas de verificación estandarizadas y se debe usar para actualizar el catálogo de características básicas. Si se identifica un problema, se puede requerir una recolección adicional de muestras o información para caracterizar el problema.
- 2.2.3 La contaminación fecal visual o el olor proveniente del alcantarillado es una señal definitiva de una elevada contaminación microbiológica; por ello, se deben tomar las medidas necesarias para prevenir riesgos para la salud de los usuarios.
- 2.2.4 Los procedimientos normalizados de operación para inspecciones sanitarias, muestreo (incluido profundidad) y análisis del agua se deben describir correctamente para asegurar una evaluación uniforme.

- 2.2.5 La ubicación del punto de muestreo y distancia entre cada uno debe reflejar las condiciones locales (calidad global del agua, uso de bañistas, fuentes predecibles de contaminación fecal, variaciones temporales y espaciales debido a ciclos de marea, precipitación, corrientes, vientos en la orilla y descargas puntuales o no puntuales) y pueden variar ampliamente según el sitio.
- 2.2.6 Para muestras microbiológicas, se deben usar envases estériles. Se debe tener mucho cuidado para evitar una contaminación accidental durante el manejo y recolección de muestras. Cada muestra debe estar claramente identificada con el tiempo de recolección, fecha y ubicación.
- 2.2.7 Se debe seleccionar la profundidad adecuada de la muestra para el análisis y se debe indicar de manera consistente.
- 2.2.8 La muestra se debe guardar en un lugar oscuro y fresco dentro de un envase frío aislado y retornarse al laboratorio luego de la recolección. Las muestras se deben analizar lo más pronto posible y de preferencia dentro de las 8 horas posteriores a la recolección. La muestra no debe ser almacenada por más de 24 horas a 5 °C.
- 2.2.9 Durante el muestreo, se debe recolectar información adicional incluida: temperatura del agua, condiciones climáticas, transparencia del agua, presencia de materia fecal, decoloración anormal del agua, residuos flotantes, florecimientos de cianobacterias o algas, presencia masiva de aves marinas y otros factores inusuales. Toda la información se debe registrar en listas de verificación estandarizadas.
- 2.2.10 Los parámetros microbiológicos mínimos que se deben investigar son estreptococos o enterococos fecales y coliformes termotolerantes o *E. coli*. Si bien el primero es un indicador recomendado para agua salobre, ambos se pueden usar para agua dulce. Los parámetros adicionales se deben investigar si se consideran relevantes y los recursos lo permiten.
- 2.2.11 Se debe establecer la influencia de eventos específicos tales como influencia de la lluvia sobre áreas de agua recreativa, especialmente en relación con la duración del período máximo de contaminación. Asimismo, se deben implementar los procedimientos acordados previamente.
- 2.2.12 Los eventos extremos tales como epidemias y desastres naturales pueden requerir medidas adicionales para evitar riesgos secundarios asociados con las áreas de agua recreativa.
- 2.2.13 Los procedimientos que serán usados en la transformación de datos para cumplir con los requerimientos estadísticos se deben acordar previamente con el experto en estadística. La necesidad más usual es transformar recuentos bacterianos a logaritmos y convertir su distribución de frecuencia casi normal a normal.
- 2.2.14 Cuando se obtienen resultados microbiológicos inesperadamente altos, se debe realizar un muestreo adicional para determinar si la causa fue un evento esporádico o un problema de contaminación permanente. En el último caso, se debe determinar la fuente de contaminación y tomar las medidas pertinentes.

2.3 Cianobacterias y algas

- 2.3.1 El monitoreo de las áreas de agua recreativa debe permitir identificar los riesgos de florecimientos y debe considerar la acumulación real o potencial de cianobacterias y algas tóxicas.

- 2.3.2 Los puntos de muestreo se deben ubicar de manera que representen diferentes ambientes acuáticos (aguas estratificadas, aguas procedentes de desembocaduras de ríos, etc) en el área de investigación y fuentes de nutrientes (descargas, surgimientos, etc). Se deben considerar los posibles mecanismos de transporte de fitoplancton tóxico, identificar las posibles fuerzas físicas y acordar los esquemas de muestreo.
- 2.3.3 En áreas de alto riesgo, el muestreo de algas se debe realizar por lo menos semanalmente. Durante el desarrollo de florecimientos, el muestreo se debe intensificar y realizar diariamente.
- 2.3.4 El monitoreo de la toxicidad (mediante bioensayos, procedimientos químicos o inmunológicos) sólo se justifica cuando los peligros para la salud humana son significativos. En tales casos, se debe recolectar información a largo plazo sobre las poblaciones de fitoplancton (tóxico, peligroso y otros), según convenga.
- 2.3.5 Los análisis de toxinas sólo se deben llevar a cabo cuando sea posible realizar análisis estándares, reproducibles y confiables.
- 2.3.6 Si las condiciones son tales que el monitoreo resulta esencial, se debe considerar la temperatura, salinidad (en áreas costeras), oxígeno disuelto, transparencia, estratificación del agua superficial, biomasa del fitoplancton (clorofila), circulación de aguas superficiales (transporte de algas) y patrones meteorológicos tales como precipitación estacional, tormentas y patrones especiales de viento.

2.4 Otros peligros biológicos, físicos y químicos

- 2.4.1 El monitoreo de otros peligros de importancia local se justifica sólo cuando los peligros para la salud humana son significativos. Esta ocurrencia debe ser muy concreta.
- 2.4.2 Los análisis estándares, reproducibles y confiables sólo se pueden realizar sólo para parámetros conocidos.
- 2.4.3 Los enfoques sobre la evaluación de peligros de importancia local dependerán del tipo de peligro y deben considerar su magnitud y frecuencia, severidad y ocurrencia de los efectos sobre la salud y otros factores locales.

2.5 Aspectos estéticos

- 2.5.1 El monitoreo de los parámetros específicos de contaminación estética se debe realizar cuando existan riesgos para la salud y el bienestar de las personas.
- 2.5.2 La selección de parámetros de contaminación estética para el monitoreo debe considerar las condiciones locales e incluir parámetros tales como acumulación superficial de alquitrán, espuma, olores, plástico, algas macroscópicas o macrofitos (varados en la arena y/o acumulados en el agua) o espumas de cianobacterias y algas, animales muertos, residuos del alcantarillado y residuos médicos.
- 2.5.3 El muestreo de indicadores de contaminación estética debe considerar la percepción y requerimientos de las poblaciones locales y visitantes en relación con contaminantes específicos y factibilidad de su monitoreo.