

PROY-NMX-AA-121-SCFI-2005

**AGUAS NATURALES EPICONTINENTALES, COSTERAS Y
MARINAS - MUESTREO**

**MAINLAND NATURAL, SEASHORE AND MARINE WATERS -
SAMPLING**

P R E F A C I O

En la elaboración de este Anteproyecto de Norma Mexicana participaron las siguientes asociaciones, cámaras, dependencias, laboratorios privados, instituciones de educación superior e institutos de investigación:

CENTRO DE SERVICIOS QUIMICOS DE AGUASCALIENTES.
 CENTRO NACIONAL DE METROLOGIA.
 COMISION ESTATAL DE AGUA Y SANEAMIENTO.
 COMISION FEDERAL DE ELECTRICIDAD.
 COMISION NACIONAL DEL AGUA.
 CORPORACION MEXICANA DE INVESTIGACION EN MATERIALES.
 DIRECCION GENERAL DE CONSTRUCCION Y OPERACION HIDRAULICA.
 DIRECCION GENERAL DE NORMATIVIDAD Y APOYO TECNICO.
 ESCUELA NACIONAL DE CIENCIAS BIOLÓGICAS I.P.N.
 FACULTAD DE QUIMICA U.N.A.M.
 FISHER SCIENTIFIC MEXICANA S.A. DE C.V. (CASA ROCAS, S.A.)
 GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL
 INSTITUTO DE BIOLOGÍA
 INSTITUTO DE GEOFISICA U.N.A.M.
 INSTITUTO DE INGENIERIA U.N.A.M.
 INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGIA DEL AGUA.
 INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO.
 INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGIA.
 INSTITUTO TECNOLOGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES MONTERREY.
 LABORATORIO CONTROL QUIMICO/NOVAMANN, S.A. DE C.V.
 LABORATORIO DE ECOLOGIA INDUSTRIAL, S.A. DE C.V.
 LABORATORIO DE PEMEX PERFORACION Y MANTENIMIENTO DE POZOS.
 LABORATORIO DE QUIMICA DEL MEDIO E INDUSTRIAL, S.A DE C.V.
 LABORATORIO IDECA, S.A. DE C.V.
 LABORATORIO QUIMICO INDUSTRIAL.
 LABORATORIOS ABC QUIMICA, INVESTIGACION Y ANALISIS, S.A DE C.V
 MERCK- MEXICO, S.A.
 PERKIN ELMER DE MEXICO, S.A.
 PETROQUIMICA CANGREJERA, S.A. DE C.V.
 PETROQUIMICA MORELOS, S.A DE C.V.
 PETROQUIMICA PAJARITOS, S.A. DE C.V.
 PROTECCION AMBIENTAL Y ECOLOGIA, S.A. DE C.V.
 SECRETARIA DE SALUD.
 SERVICIOS AMBIENTALES MULTIPLES E INGENIERIA, S.A. DE C.V.
 SERVICIOS DE INGENIERIA Y CONSULTORIA AMBIENTAL.
 SISTEMA INTERMUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO.
 UAM AZCAPOTZALCO.
 UNIVERSIDAD AUTONOMA DEL ESTADO DE MEXICO.
 VARIAN, S.A. DE C.V.

ÍNDICE

0. Introducción
1. Objetivo y campo de aplicación
2. Referencias
3. Definiciones
4. Equipo y materiales
5. Reactivos y patrones
6. Recolección, preservación y almacenamiento de muestras
7. Control de calidad
8. Calibración
9. Procedimiento
10. Cálculos
11. Interferencias
12. Seguridad
13. Manejo de residuos
14. Bibliografía
15. Vigencia de esta norma

Anexo 1.- Contaminantes inorgánicos prioritarios.

Anexo 2.- Fuentes de contaminantes inorgánicos simples por analizar y su uso.

Anexo 3.- Contaminantes inorgánicos complejos prioritarios.

Anexo 4.- Relación de tipos de muestra, parámetros, contenedores, volúmenes y técnicas de conservación (parámetros inorgánicos).

Anexo 4.- Relación de tipos de muestra, parámetros, contenedores, volúmenes y técnicas de conservación (parámetros orgánicos).

Anexo 6.- Registros de campo (evaluación del ambiente).

AGUAS NATURALES EPICONTINENTALES, COSTERAS Y MARINAS - MUESTREO

MAINLAND NATURAL, SEASHORE AND MARINE WATERS - SAMPLING

CONSIDERANDO

La Ley Federal sobre Metrología y Normalización define a la Norma Mexicana como la que prevé para un uso común y repetido, reglas, especificaciones, atributos, métodos de prueba, directrices, características o prescripciones aplicables a un producto, proceso, instalación, sistema, actividad, servicio o método de producción u operación, así como aquellas relativas a terminología, simbología, marcado o etiquetado.

Las Normas Oficiales Mexicanas en materia de Protección Ambiental, en especial las relativas a descargas de aguas residuales; así como los criterios de la calidad de las aguas naturales para diferentes usos, establecen límites máximos permisibles de contaminantes que se deben cumplir. Para medir la concentración de dichos contaminantes o parámetros, se deben utilizar determinados métodos analíticos establecidos en las Normas Mexicanas correspondientes, normas que están basadas en principios generalizados con resultados reproducibles bajo especificaciones conocidas de precisión.

Conforme lo establece la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente, en su sección VI, artículos 36 y 37; y en particular en el artículo 37, se señala que "Cuando las Normas Oficiales Mexicanas establezcan el uso de equipos, procesos, o tecnologías específicas, los destinatarios de las mismas podrán proponer a la Secretaría para su aprobación, los equipos, procesos o tecnologías alternativas mediante los cuales se ajustarán a las previsiones correspondientes. Para tal efecto, los interesados acompañarán a su propuesta la justificación en la que ésta se sustente para cumplir con los objetivos y finalidades establecidos en la Norma Oficial Mexicana de que se trate".

Por lo tanto, se prevé en la legislación la posibilidad de emplear métodos alternativos, para ello los interesados deberán presentar su solicitud ante la Comisión Nacional del Agua, acompañada de la información y documentación que se solicita en la Norma Análisis de Agua.- Guía de Solicitud para la Presentación de Métodos Alternos.

El presente proyecto de Norma fue aprobado por el Comité Técnico de Normalización Nacional para la Protección Ambiental en sesión de fecha 19 de enero de 1999, procediéndose a darle trámite en términos del artículo 51-B de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, en relación con los artículos 43 y 45 de su Reglamento.

0. INTRODUCCIÓN

Las aguas naturales epicontinentales, costeras y las marinas del mar territorial, presentan características biológicas y fisicoquímicas propias con frecuencias diferentes para su medición e interpretación distinta. Según su uso ya sea para abastecimiento de agua para consumo humano, industrial, agrícola, generación de energía y uso recreativo, además de su condición de receptores de aguas residuales. En cuerpos de agua costeros y marinos la interpretación debe ir encaminada al aspecto ecológico y la protección al ambiente fundamentalmente, dado que es en donde se concentran diversas comunidades vegetales y animales e incluso una importante actividad pesquera, que en forma indirecta inciden en la salud del hombre.

Dada la complejidad ambiental de los sistemas acuáticos, la ubicación de sitios de monitoreo es uno de los elementos más importantes en virtud de que debe representar la mayoría de las características del sistema. La selección de sitios y parámetros de muestreo; debe estar en función de los objetivos establecidos en el programa de trabajo.

1. OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma establece los lineamientos generales y recomendaciones para el muestreo de cuerpos de agua epicontinentales (ríos, lagos, embalses, arroyos, canales, estanques), lagunas costeras, estuarios y las marinas para determinar sus características físicas, químicas, microbiológicas y biológicas, en columna de agua y sedimentos.

2. REFERENCIAS

- 2.1 NMX-AA-003-1980 . Norma Mexicana “Aguas Residuales. – Muestreo”.
- 2.2 NMX-AA-007-SCFI-2000. Norma Mexicana “Aguas - Determinación de la Temperatura”.
- 2.3 NMX-AA-008- SCFI-2000. Norma Mexicana “Aguas.- Determinación de pH”.
- 2.4 NMX-AA-012- SCFI-2001. Norma Mexicana “Aguas.- Determinación de Oxígeno Disuelto”.
- 2.5 NMX-AA-038- SCFI-2001. Norma Mexicana “Análisis de Agua. - Determinación de Turbiedad”.
- 2.6 NMX-AA-089/1-1986. Norma Mexicana “Protección al Ambiente. - Calidad del Agua. – Vocabulario. - Parte 1”.
- 2.7 NMX-AA-089/2-1992. Norma Mexicana “Protección al Ambiente. - Calidad del Agua. – Vocabulario. - Parte 2”.
- 2.8 NMX-AA-093-SCFI-2000. Norma Mexicana “Protección al Ambiente. - Contaminación del Agua. - Determinación de la Conductividad Eléctrica”.

- 2.9 NMX-AA-102-1987. Calidad del Agua-Detección y de Enumeración de Organismos Coliformes, Organismos Coliformes Termotolerantes y *Escherichia coli* Presuntiva-Método de Filtración en Membrana.
- 2.10 NMX-AA-42-1987. Calidad del Agua-Determinación del Número más Probables (NMP) de Coliformes Totales, Fecales (Termorreguladores) y *Escherichia coli* Presuntiva.

3. DEFINICIONES

Para los efectos de esta norma se establecen las siguientes definiciones, y se recomienda consultar las definiciones incluidas en las normas NMX-AA-89/1 y NMX—AA-89/2. Norma Mexicana. Protección al Ambiente.- Calidad del agua.- Vocabulario parte 1 y 2 respectivamente, así como las que se indican en las normas de los métodos de prueba correspondientes.

3.1 Acuífero: Formación geológica subterránea capaz de contener y transmitir agua en grandes cantidades y de forma continua.

3.2 Agua control/dilución: Es el agua para diluir las sustancias que se someterán a prueba y para la prueba control.

3.3 Agua dulce: Agua que contiene generalmente menos de 1 gramo por litro de sólidos disueltos.

3.4 Aguas epicontinentales: Aguas interiores continentales, dulces, salobres.

3.5 Aguas naturales: Se define como agua natural las aguas dulces, subterráneas, de lluvia y costeras, sin incluir las procedentes de descargas.

3.6 Agua superficial: Son aquellos cuerpos de agua que se encuentran en contacto con la atmósfera como son ríos, arroyos, arroyuelos y lagos, presas, lagunas, esteros, estuarios y de plataforma, así como corrientes de agua superficial como canales de irrigación, industrial y navegables.

3.7 Alga: Plantas acuáticas regularmente microscópicas, que contienen clorofila u otros pigmentos y viven en flotación o suspensión en el agua, también pueden fijarse a estructuras, rocas u a otras superficies sumergidas y se encuentran en forma de células individuales, colonias o filamentos. Productores primarios acuáticos no vasculares clorofílicos, sin verdaderas raíces, tallo u hojas; la mayoría microscópica; pero algunas especies pueden ser largas como plantas vasculares.

3.8 Ambiente: Condiciones del entorno circundante (por ejemplo, agua, aire, o sedimentos) caracterizado por parámetros físicos, químicos y geológicos particulares, que a través de los cuales las sustancias químicas o contaminantes puede alcanzar a los organismos. Es la suma de todas las condiciones externas que afectan a la vida, el desarrollo y la supervivencia de un organismo.

3.9 Analito: Es el componente específico o elemento medido en análisis químico.

3.10 Arroyo: Torrente de curso manso, que ya no socava y en cierto modo ha llegado a un perfil de equilibrio. Agua que se mueve bajo la influencia de la gravedad en canales naturales estrechos claramente definidos.

3.11 Aseguramiento de la calidad: Se relaciona con un sistema de actividades cuyo propósito es el de proveer al productor o al usuario del producto (ejemplo datos) o a un servicio que llene los estándares de calidad definidos. Consiste de dos actividades relacionadas: el control de calidad y la evaluación de calidad. El proceso de aseguramiento de calidad incluye documentación de los procedimientos, identificación de los puntos críticos dentro de la colecta de los datos de actividades que requieren de monitoreo mediante procedimientos de control de calidad, el nivel de calidad logrado, problemas encontrados y actividades correctivas realizadas.

3.12 Autopurificación: Habilidad de un ecosistema (saludable) para metabolizar los contaminantes introducidos en el ambiente acuático y restaurar el balance ecológico original.

3.13 Bahía: Depresión tectónica formada por movimientos de la Tierra asociada con fallas, hundimientos locales, vulcanismo y deslizamientos que forman indentaciones costeras. Su área es igual o mayor que la del semicírculo que conforma.

3.14 Bajamar: Descenso de la marea. Nivel mínimo de una marea descendente.

3.15 Bentos: Organismos que habitan sobre o dentro del sustrato, o asociados a éste en los sistemas acuáticos. Originalmente, el término estaba dirigido al fondo de los lagos, pero en su nueva aplicación se incluyó a todas las asociaciones con el sustrato de los cuerpos de agua.

3.16 Biocida: Producto químico natural o sintético utilizado para erradicar las formas de vida no deseadas, especialmente en la agricultura. Compuesto químico letal o tóxico para organismos.

3.17 Bitácora: Cuaderno de campo debidamente foliado e identificado, en el cual los monitores y/o analistas anotan todos los datos de los procedimientos que siguen en el análisis de una muestra, así como todas las informaciones pertinentes y relevantes a su trabajo en el laboratorio. Es a partir de dichas bitácoras que los inspectores pueden reconstruir el proceso de análisis de una muestra tiempo después de que se llevó a cabo.

3.18 Blancos de campo: Son muestras libres del analito pero similar a la matriz de la muestra a ser transferida desde un contenedor a otro o expuesto al ambiente de muestreo del sitio. Se emplean para medir contaminación casual o accidental de la muestra durante todo el proceso (muestreo, transporte, preparación de la muestra y análisis).

3.19 Blancos de enjuague o de equipo: Estos son para probar la contaminación dentro del equipo y se obtienen enjuagando los tubos, interior de la bomba, etc. antes del muestreo.

3.20 Blancos de material: Son las muestras de materiales de construcción que son expuestos a agua o solventes libres de analitos. Son empleados para documentar la descontaminación (o artefactos de medición) de su uso en la construcción de pozos y

otros tipos de construcción donde las muestras ambientales colectadas puedan ser contaminadas con artefactos.

3.21 Blancos de laboratorio: Son matrices libres de analitos que son empleadas para medir las fuentes de contaminación en un análisis ambiental. Existen cuatro tipos comunes de blancos de laboratorio: blancos de solvente, blancos de reactivo, blancos de material de vidrio y blancos del instrumento o sistema.

3.22 Blanco de reactivos: Son alícuotas de reactivos libres de analitos empleados para preparar muestras de prueba.

3.23 Blancos de viaje: Son muestras cuya función es determinar si existe una posible contaminación cruzada en el momento de su transportación y de la toma misma. Es un frasco igual al que contiene las muestras que se ha preparado en el laboratorio lleno con agua desionizada que acompañará las muestra hasta llegar al laboratorio (no se deberán abrir hasta llegar al laboratorio y que estará monitoreando contaminación del envase, del agua, y de alguna mala manipulación de los frascos en el muestreo (es muy empleado cuando se muestrean compuestos orgánicos volátiles).

3.24 Calibración: Conjunto de operaciones que establecen, bajo condiciones específicas, la relación entre los valores de una magnitud indicados por un instrumento o sistema de medición, y los valores representados por una medida estándar.

3.25 Cantidad máxima permisible: Valor o intervalo expresado en unidades de concentración, cantidad de materia o unidades específicas, asignado a un parámetro, el cual no debe ser excedido en la descarga de aguas residuales. Estos valores están consignados en los Criterios Ecológicos para Uso o Aprovechamiento del Agua.

3.26 Canal: 1) Brazo largo y estrecho de mar que se extiende tierra adentro, islas y entre islas y tierra. 2) Conducto artificial abierto usado para transportación, aspectos hidráulicos e irrigación.

3.27 Cenote: Depósito de agua que se forma a cierta profundidad en lugares donde el suelo es calcáreo. Generalmente se aplica a dolinas o depresiones cársticas.

3.28 Contaminación: 1) Alteración del hábitat por la incorporación de agentes químicos, físicos o biológicos que sean potencialmente peligrosos, capaz de hacerlo menos favorable para los seres vivos que lo habitan. 2) Presencia en el ambiente de uno o más de los agentes nocivos (químicos, físicos o biológicos) o cualquier combinación de ellos que perjudique o resulte nociva a la vida, la salud y el bienestar humano, la flora y fauna que degrade la calidad del aire, del agua, del suelo o de los bienes y recursos en general. 3) Un producto manufacturado que llega por la acción del hombre al ambiente y que es potencialmente nocivo.

3.29 Control de calidad (CC): (1) Técnicas operacionales y activas que se usan para satisfacer los requerimientos de calidad. (2) Es el procedimiento incorporado en los protocolos experimentales para reducir la posibilidad de error.

3.30 Costa (zona costera): Región de ancho indefinido que se extiende desde la plataforma marina hasta tierra adentro, donde influyen los aerosoles marinos o el primer cambio importante de las características del terreno, incluyendo cantiles, terrazas de

origen marino y planicies costeras. Se caracteriza por una constante transformación debido a factores activos y pasivos.

3.31 Criterio de calidad del agua: Niveles específicos de parámetros evaluados en el agua, que cuando se sobrepasan, vuelven a un cuerpo de agua inapropiado para un uso designado.

3.32 Criterios de calidad: Lineamientos o guías basados en datos científicos.

3.33 Cuenca: 1) Depresión del fondo del mar de forma más o menos simétrica y de extensión variable. 2) Área de límites elevados que separa al drenaje dentro de diferentes sistemas de ríos, cuenca de drenaje. 3) Área que recoge la lluvia que alimenta una corriente. Pueden ser exorreicas (con un desagüe que permite que las aguas circulen y sean expulsadas de la cuenca) y endorreicas (sin desagüe).

3.34 Desviación estándar: Magnitud que caracteriza la dispersión de los resultados.

3.35 Ecología: Ciencia que estudia la relación de los seres vivos entre sí y con su ambiente, o el estudio de esas relaciones.

3.36 Ecosistema: Sistema abierto integrado por todos los organismos vivos (incluyendo al hombre) y los elementos no abióticos (físicos y químicos) de un sector ambiental definido en el tiempo y en el espacio, cuyas propiedades globales de funcionamiento y autorregulación derivan de las interacciones entre sus componentes, tanto pertenecientes a los sistemas naturales como aquellos modificados u organizados por el hombre mismo.

3.37 Efluente: Generalmente se refiere a agua contaminada o a la descarga de aguas residuales. También se refiere a aquellas aguas de canales o arroyos que descargan a un río principal.

3.38 Embalse: Cuerpo de agua represado artificialmente; por lo común sus niveles de agua son fluctuantes y tiene alta turbiedad.

3.39 Ensenada: Parte del mar que invade una porción pequeña de tierra. Forma de recodo de la costa marina, menor que una bahía y mayor que una caleta.

3.40 Epilimnio: Parte superior de un cuerpo de agua epicontinental que se encuentra por arriba de la termoclina o discontinuidad térmica

3.41 Error de medición: Resultado de un mensurando menos un valor verdadero del mensurando o un valor convencionalmente verdadero.

3.42 Error relativo: Error de medición dividido por un valor verdadero o convencionalmente verdadero del mensurando.

3.43 Error aleatorio: Resultado de una medición menos la media que se obtiene de un número infinito de mediciones, realizadas bajo condiciones de repetibilidad.

3.44 Error sistemático: Medida que resulta de un número infinito de mediciones del mismo mensurando realizadas bajo condiciones de repetibilidad menos un valor verdadero del mensurando.

3.45 Estero: Porción de la superficie terrestre en una zona de desembocadura fluvial, con frecuencia deltaica de baja dinámica que es afectada diariamente por la marea de pleamar, que junto con la bajamar definen sus límites. Terreno bajo, pantanoso, que suele llenarse de agua por la lluvia o por desbordes de un río, o una laguna cercana o por el mar. Cauce seco de un río antiguo. Aguazal, charca.

3.46 Estuario: Cuerpo de agua costero o parte final de un río, abierto al mar y en el que se presentan variaciones de salinidad como resultado de la mezcla de agua marina con la proveniente de la cuenca fluvial. Son áreas de transición o ecotonos variables. Pueden clasificarse por su geomorfología, fisiografía, sedimentación, energía, entre otras.

3.47 Exactitud: Proximidad de concordancia entre el resultado de una medición y un valor verdadero del mensurando.

3.48 Fitoplancton: Porción vegetal del plancton. Formas vegetales microscópicas suspendidas en una columna de agua. Fotosintetizadores básicos de la materia orgánica.

3.49 Flujo: 1) movimiento de un fluido. 2) pleamar.

3.50 Hidrología: Ciencia que trata con las propiedades, distribución y circulación del agua.

3.51 Hipolimnio: Sustrato más profundo de las aguas de un lago, al que no le llega la radiación solar directamente.

3.52 *In situ*: En el mismo sitio; evaluación hecha en lugar mismo.

3.53 Intervalo de confianza: Es una estimación obtenida por medios estadísticos, que expresa que el valor verdadero se encuentra dentro de un intervalo comprendido entre los límites superior e inferior declarados, en torno al valor medio de la muestra y cierta probabilidad de que ocurra.

3.54 Lago: Cuerpo de agua epicontinental con poca o ninguna corriente. Los aportes de agua son a través de los ríos, arroyos o manantiales localizados en los alrededores de éste. Exorreicos con entradas y salidas y endorreico sin entradas o salidas.

3.55 Laguna: 1) Cuerpo de agua costero superficial, a menudo separado del mar por barreras coralinicas o de arena, generalmente salobre o hipersalino, con amplias zonas de playa por lo regular desprovistas de vegetación como resultado de la acción de la marea. 2) Cuerpo de agua superficial donde la luz del sol, la acción bacteriana, y el oxígeno trabajan para purificar las aguas residuales; también usados para el almacenamiento de agua residual.

3.56 Marea: Ascenso y descenso rítmico de la superficie del océano u otros cuerpos de agua o de la tierra misma, debida a las fuerzas que resultan del movimiento de la Tierra, en relación con la Luna y al Sol y otros astros.

3.57 Marisma: Llanura pobremente drenada de la planicie costera. Zona húmeda abierta con vegetación de juncos, hierbas, cañas y halofitas con pequeñas lagunas y canales intercalados. Asociados a ríos, lagos o terrazas marinas. Terreno bajo y anegado

que suele ocupar las aguas sobrantes de las mareas en los encuentros de éstas con las aguas dulces, en las grandes avenidas de los ríos y cerca de sus desembocaduras.

3.58 Marea Roja: Florecimiento explosivo de organismos microscópicos, generalmente dinoflagelados, que le dan al agua una coloración roja o parda-rojiza (por ejemplo géneros como *Gymnodinium* y *Peridinium*).

3.59 Material de referencia: Material o sustancia en el cual uno o mas valores de sus propiedades son suficientemente homogéneas y bien definidas, para ser utilizadas para la calibración de aparatos, la evaluación de un método de medición, o para asignar valores a los materiales.

3.60 Material de referencia certificado: Material con propiedades certificadas por un procedimiento que establece la trazabilidad, y en el que cada valor certificado se acompaña de una incertidumbre con un nivel declarado de confianza.

3.61 Medición: Conjunto de operaciones que tiene por objeto determinar el valor de una magnitud, en longitud, extensión y volumen.

3.62 Mensurando: Magnitud particular sujeta a medición.

3.63 Mesohalino: 1) Organismos que toleran una salinidad entre 5 a 15 gramos por litro. 2) Ambiente acuático con una salinidad correspondiente a > 5 a $< 25\%$.

3.64 Mesolimnio: Metalimnio; estrato central entre el epilimnio y el hipolimnio en un lago estratificado; la región que ocupa la termoclina.

3.65 Muestra compuesta: Muestra obtenida mezclando en un recipiente varias muestras discretas o simples de volúmenes iguales o ponderados para, mediante análisis de una submuestra proporcional, llegar a detectar componentes de interés; o bien, la obtenida por muestreo continuo en una corriente. Las muestras compuestas permiten realizar estimaciones de la calidad media del agua a lo largo del período de muestreo.

En los sistemas costeros, una muestra compuesta puede estar representada por colectas cada cuatro horas en un ciclo de 24 horas.

3.66 Muestra simple (muestra puntual o discreta): muestra tomada en una localidad, a una profundidad y en un tiempo determinado, estas son las más comunes.

La recolección de muestras puntuales resulta apropiada cuando puede servir para:

- a) Caracterizar la calidad del agua en un instante y en una ubicación determinada.
- b) Proporcionar información sobre el intervalo de valores aproximados de las concentraciones.
- c) Recolectar volúmenes de muestra variables.
- d) Estudiar corrientes que no fluyan con continuidad.
- e) Detectar variaciones de la calidad del agua con respecto a intervalos de tiempo relativamente breves.

3.67 Muestra integrada de profundidad: Muestra recolectada, que abarca más de una profundidad de la columna de agua.

3.68 Muestra representativa: Una porción de agua o material que está estrechamente identificado, lo más posible en contenido y consistencia con el gran cuerpo de agua o materia a ser muestreada.

3.69 Nutrientes (nutrimentos): Cualquiera de los compuestos inorgánicos, orgánicos o iones que son utilizados principalmente por los productores primarios (fotosintetizadores). Sales inorgánicas del nitrógeno y el fósforo.

3.70 Oligohalino: 1) Organismo que tolera bajas concentraciones salinas entre 0.5 a 5.0 gramos por litro. 2) Ambiente acuático con una salinidad entre 0.5 a 5.0 gramos por litro.

3.71 Parámetro: 1) Término utilizado en estadística para indicar un valor numérico invariable de una población: media, varianza, etc. 2) Cualquier elemento o variable hidrológica o meteorológica.

3.72 Patrón nacional (de medición): Patrón reconocido por una decisión nacional en un país, que sirve de base para asignar valores a otros patrones de la magnitud concerniente.

3.73 Patrón primario: Patrón que es designado o reconocido ampliamente como un patrón que tiene las más altas cualidades metrológicas y cuyo valor es aceptado sin referencia a otros patrones de la misma magnitud.

3.74 Patrón secundario: Patrón cuyo valor es establecido por comparación con un patrón primario de la misma magnitud.

3.75 Patrón de referencia: Material de referencia de la más alta calidad metrológica disponible en un lugar dado, o en una organización determinada del cual se derivan las mediciones realizadas en dicho lugar.

3.76 Patrón de trabajo: Patrón que es usado rutinariamente para calibrar o controlar las medidas materializadas, instrumentos de medición o los materiales de referencia.

3.77 Plancton: Comunidad de microorganismos, plantas (fitoplancton) y animales (zooplancton) y pequeños invertebrados de agua dulce o marina.

3.78 Plataforma continental: Zona somera que se inclina gradualmente desde la orilla del mar hasta una profundidad donde existe un cambio abrupto de pendiente hacia las profundidades del océano. El límite de plataforma en el lado del mar tiene unos 200 m de profundidad, pero puede tener más o menos.

3.79 Pleamar: Ascenso máximo de la marea creciente.

3.80 Polihalino: 1) Perteneciente a aguas de una salinidad entre 15 a 30 gramos por litro. 2) Organismos que toleran salinidades entre 15 a 30 gramos por litro.

3.81 Precisión: Es el grado de concordancia entre resultados analíticos o mediciones individuales cuando el procedimiento analítico se aplica repetidamente a diferentes alícuotas o porciones de una muestra homogénea. Usualmente se expresa en términos del intervalo de confianza o incertidumbre.

3.82 Presa: 1) Animal que es consumido por otro animal. 2) Reservorio o embalse construido por el hombre para su aprovechamiento.

3.83 Reflujo: Ver Bajamar.

3.84 Resistividad electrolítica (R): La resistencia en Ohms medida entre las caras opuestas de una cubeta o tubo cuadrado de 1 cm^3 con una solución acuosa a una temperatura específica, cuyas unidades son: $\text{Ohm-cm} = \Omega\text{-cm}$ y actualmente $\mu\text{S/cm}$.

3.85 Resistencia (R): Es la propiedad que tiene una sustancia de oponerse al paso de una corriente eléctrica originada por una diferencia de potencial, se expresa en Ohm (Ω). La resistencia de un conductor es inversamente proporcional a su área de sección transversal y directamente proporcional a su longitud.

3.86 Repetibilidad: Es el grado de concordancia obtenido entre determinaciones independientes realizadas bajo las mismas condiciones operativas (analista, tiempo, equipo, laboratorio, reactivo, etc.)

3.87 Reproducibilidad: Proximidad de concordancia entre los resultados de mediciones del mismo mensurando realizadas bajo condiciones variables de medición.

3.88 Río: E scorrimiento de agua concentrado de un curso permanente, o semipermanente. Conjunto de un sistema de drenaje.

3.89 Salinidad: Cantidad total de sales en gramos, disueltas en 1 kg de agua. Es determinada después de que todos los carbonatos se han oxidado, todos los bromuros y yoduros han sido reemplazados por cloruros, y toda la materia orgánica ha sido oxidada. La salinidad se puede medir directamente usando un salinómetro, conductímetro o refractómetro; actualmente se refieren como unidades prácticas de salinidad (UPS).

3.90 Sedimentos: Partículas de suelo, arena y minerales llevados de la tierra al agua, generalmente después de la lluvia. Se acumulan en depósitos, en los ríos y los puertos; es el que modifica el hábitat de peces y fauna bentónica y enturbian el agua impidiendo que la luz del sol alcance a las plantas acuáticas.

3.91 Selección del muestreo: Procedimiento donde se analiza espacial y temporalmente la toma de muestras en forma anticipada.

3.92 Suelo: Capa superficial de la corteza terrestre que posee fertilidad y vegetación.

3.93 Trazabilidad: Propiedad del resultado de una medición o del valor de un patrón por la cual pueda ser relacionado a referencias determinadas, generalmente patrones nacionales o internacionales, por medio de una cadena ininterrumpida de comparaciones teniendo todas las incertidumbres determinadas.

3.94 Turbiedad: Apariencia del agua causada por la presencia de material suspendido y coloidal. Capacidad de reducir la visibilidad del agua por la presencia de material suspendido o algún otro material que cause la dispersión y absorción de la luz.

3.95 Verificación de la calibración: Confirmación periódica de que no han cambiado las condiciones del instrumento en una forma significativa.

4. EQUIPO Y MATERIALES

4.1 Equipo de muestreo.

El equipo necesario para tomar muestras de agua depende en parte de la naturaleza de los análisis requeridos y del cuerpo de agua considerado. Se han diseñado distintos instrumentos de muestreo para tomar muestras de agua, que van desde el simple sistema de una botella lastrada que se suspende a la profundidad deseada, hasta las modernas botellas hidrográficas.

Los muestreadores más adecuados para cada caso en particular dependerán del tipo de muestra a obtener (puntual, o compuesta), el medio a muestrear (agua, sedimentos, biota) y las características del cuerpo de agua (profundidad, con o sin flujo). Esto debe estar planteado de acuerdo a las metas del programa de muestreo.

4.2 Equipo electrónico o automático.

Se permite su empleo siempre y cuando se operen conforme a las instrucciones del fabricante; por ejemplo:

4.2.1 Analizadores automáticos multipruebas (Hydrolab, Hach, etc.).

4.2.2 Bombas automáticas de muestreo.

4.2.3 Medidor de conductividad (Conductímetro o Salinómetro de Inducción).

4.2.4 Medidor de oxígeno disuelto (OD) (Oxímetro).

4.2.5 Medidor de potencial de hidrógeno (pH) (Potenciómetro).

4.2.6 Molinete o flujómetro.

4.3 Equipo de muestreo no electrónico.

4.3.1 Binoculares.

4.3.2 Botella Winkler.

4.3.3 Botellas Van-Dorn, Kemmerer, Niskin.

4.3.4 Cronómetro.

4.3.5 Cubeta de plástico.

4.3.6 Disco de Secchi.

- 4.3.7 Draga Van Been, Petersen.
- 4.3.8 Embarcación.
- 4.3.9 Equipo de filtración en campo.
- 4.3.10 Escala de colores para el agua.
- 4.3.11 Molinete
- 4.3.12 Red de "pateo".
- 4.3.13 Red de arrastre.
- 4.3.14 Red de cerco.
- 4.3.15 Red de cubeta.
- 4.3.16 Red para plancton.
- 4.3.17 Refractómetro.
- 4.3.18 Tamices (diferentes tamaños de poro).
- 4.3.19 Termómetro de cubeta ($\pm 0.1^{\circ}\text{C}$)
- 4.3.20 Winche.
- 4.4 Material de protección.
- 4.4.1 Agua para beber.
- 4.4.2 Botiquín.
- 4.4.3 Guantes (carnaza, látex, largos, cortos, etc.).
- 4.4.4 Impermeable.
- 4.4.5 Lentes de protección.
- 4.4.6 Mascarilla para gases.
- 4.4.7 Repelente contra insectos.
- 4.4.8 Ropa de algodón, overol.
- 4.4.9 Sombrero, gorra, casco.
- 4.4.10 Zapatos antiderrapantes, botas altas impermeables.

- 4.5 Material general.
- 4.5.1 Bitácora de campo.
- 4.5.2 Botellas de plástico de 250 y 500 ml para nutrientes y metales, respectivamente.
- 4.5.3 Botellas de vidrio de 500 ml para biocidas.
- 4.5.4 Botellas de vidrio oscuras tapón esmerilado para oxígeno disuelto.
- 4.5.5 Caja de herramienta básica.
- 4.5.6 Calculadora.
- 4.5.7 Cinta adhesiva, ligas.
- 4.5.8 Cinta métrica (topográfica).
- 4.5.9 Cuerdas.
- 4.5.10 Charolas de disección.
- 4.5.11 Embudo.
- 4.5.12 Envases de teflón, polietileno o borosilicato*.
- 4.5.13 Equipo para titulación de oxígeno.
- 4.5.14 Estadales.
- 4.5.15 Etiquetas.
- 4.5.16 Formas de cadena de custodia externa.
- 4.5.17 Formas de registro de campo.
- 4.5.18 Formas para la evaluación del hábitat.
- 4.5.19 Hieleras.
- 4.5.20 Jabas de plástico.
- 4.5.21 Lápiz graso.
- 4.5.22 Linterna de mano con pilas extras.
- 4.5.23 Mapa de carreteras.
- 4.5.24 Marcador indeleble.
- 4.5.25 Matraz de plástico de 1 litro.

4.5.26 Papel secante.

4.5.27 Pinzas.

4.5.28 Pipetas calibradas de plástico de 1.0 ml, para fijar oxígeno en campo.

4.5.29 Pizetas.

4.5.30 Tabla de campo.

4.5.31 Tarjetas de consulta rápida para la operación y calibración de los diferentes equipos, especificaciones de volúmenes, recipientes, preservación y de transporte.

*Nota:

El número y tamaño de los recipientes necesarios dependerá del número de variables a analizar, de los volúmenes de muestras requeridos por el laboratorio, y del número de análisis duplicados y triplicados solicitados para la verificación de la calidad.

El material de los recipientes utilizados dependerá del tipo de parámetro a medir, ya sea recipientes de polietileno, vidrio o teflón, o materiales especiales para la medición de variables que exijan gran cuidado como por ejemplo: oxígeno disuelto o agua intersticial fuertemente reductora (Anexo 5).

Los recipientes deben tener una capacidad mínima de 2 litros. En el caso de los recipientes para análisis bacteriológico la capacidad debe ser no mayor de 250 ml y para el oxígeno disuelto frascos color ámbar de 130 o 250 ml con tapa esmerilada.

4.6 Material de localización física.

4.6.1 Cámara fotográfica y rollo de película extra.

4.6.2 Cinta para medir..

4.6.3 Mapa topográfico

4.6.4 Radio comunicador.

4.6.5. Sistema de posicionamiento geográfico global por satélite.

5 REACTIVOS Y PATRONES

Los reactivos que a continuación se mencionan deben ser de grado analítico a menos que se especifique otra cosa.

5.1 Agua.- Debe entenderse agua que cumpla las siguientes características:

| | |
|--|------------|
| Conductividad $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25°C : | 5.0 máximo |
| pH | 7.0 |

5.2 Disoluciones amortiguadoras de pH nominal cercano a 4, 7 y 10, con una precisión de ± 0.01 ó 0.1 unidades.

5.3 Disolución de relleno de electrodos de referencia de plata/cloruro de plata o calomel basado en cloruro de potasio (KCl) de alta pureza.

Todas las disoluciones y reactivos empleadas para calibrar deben ser trazables a los patrones del NIST (National Institute of Standards and Technology) o CENAM (Centro Nacional de Metrología).

5.4 Disolución patrón de cloruro de potasio 0.1 N. Secar el cloruro de potasio a 105°C durante 2 h, pesar con precisión 7.456 g y disolver en agua a 25°C , aforar a 1 L. La conductividad de la disolución a 25°C será aproximada a $1290 \mu\text{S}/\text{cm}$. Calcule el valor nominal de la disolución y emplee este valor en la calibración.

5.5 Disolución patrón de cloruro de sodio 1 g/L. Secar a 105°C durante 2 h. Pesar con precisión 1.00 g de NaCl y disolver en agua a 25°C , aforar a 1 L. La conductividad de la disolución a 25°C será aproximada a 199; $\mu\text{S}/\text{cm}$. Calcule el valor nominal de la disolución y emplee este valor en la calibración.

5.6 Disolución patrón comercial; cuyo valor de conductividad se conozca con una precisión de $\pm 2 \mu\text{S}/\text{cm}$.

Disolución patrón de sodio de concentración nula de oxígeno disuelto (OD).

6 ELECCIÓN, RECOLECCIÓN, CONSERVACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE MUESTRAS.

En todo programa de muestreo, debe definirse los objetivos armonizando el plan de muestro, la selección de estaciones, número y tipos de muestra, periodicidad y parámetros a evaluar.

6.1 Plan de muestreo.

Con el propósito de integrar un plan de muestreo, se recomienda realizar una visita prospectiva con la que se obtenga la información preliminar de los sitios de muestreo. Además de la visita se recomienda obtener la información cartográfica y de usos del agua necesaria, conforme a los objetivos del estudio a realizar.

6.2 Selección de sitios o estaciones.

La selección de sitios o estaciones se realizará fundamentalmente conforme a los siguientes criterios:

Accesibilidad conforme a un plano de carreteras y brechas, itinerarios, tiempo de recorrido de una estación a otra.

Posibilidad de contar o realizar otras mediciones en el lugar de muestreo, por ejemplo, gasto fluvial y mareas.

Localización geográfica de la estación (posicionamiento por satélite).

Profundidad.

Se debe tomar en cuenta el tiempo que se necesita para el muestreo en cada punto (que dependerá del número de muestreadores, experiencia y número de parámetros), hora del día más adecuada para algún muestreo en particular.

Disponibilidad de datos anteriores sobre el área y la calidad del agua.

Localización de entradas, salidas y descargas (fuentes puntuales y no puntuales).

Seguridad.

Procesos de depuración o distribución de concentraciones de algún parámetro en particular en la columna de agua.

6.3 Selección de número y tipos de muestras.

6.3.1 Recursos disponibles (por ejemplo, presupuesto, personal, equipo e instrumentos sobre el terreno e instalaciones de laboratorio).

6.3.2 Métodos disponibles para tomar, conservar y garantizar la calidad de las muestras y análisis.

6.3.3 Capacidad de análisis del laboratorio.

6.3.4 Tiempo límite para su procesamiento.

6.3.5 Las características del sistema en estudio, particularmente el régimen de flujo, los afluentes, las infiltraciones de agua subterránea, la homogeneidad de la masa acuática, las mareas, las condiciones climáticas, las descargas antropogénicas, y la vida acuática presente, manejo del sistema y explotación como pesquerías y acuicultura.

6.3.6 Revisión de los límites de detección y cuantificación de los métodos analíticos.

6.4 Los diferentes tipos de muestra en general son:

Aleatoria: Simple, compuesta.

Dinámica.

Estática.

Heterogénea.

Homogénea.

Sistemática: Simple compuesta.

6.4.1 Se deberá recolectar una cantidad suficiente de agua, sedimento o biota como para, en caso necesario, poder replicar los análisis y las pruebas de control de calidad. De no especificarse lo contrario, la cantidad requerida será la suma de las cantidades necesarias para analizar los distintos variables de interés.

6.5 Confiabilidad en el muestreo.

Para que el muestreo sea confiable es necesario definir dentro del plan de muestreo los siguientes criterios:

- 1) Que el personal que tome muestras y realice registros *in situ*, sea capacitado, que programe y ajuste adecuadamente el plan de muestreo, que conozca el manejo de equipo, que tenga conocimientos hidrológicos y que tenga aptitud en la interpretación del marco ambiental, así como sea siempre el mismo que los efectuó.

2) Que se repita a la misma hora de la toma de muestra y registros *in situ*.

6.6 Periodicidad de muestreo.

Para definir la regularidad del muestreo se debe tener en cuenta:

6.6.1 Actividades antropogénicas como agricultura, acuicultura, pesca (artes), etc.

6.6.2 Conocimiento disponible sobre la calidad del agua que se estudia.

6.6.3 Geoquímica regional.

6.6.4 Naturaleza física, química y biológica de los aportes recibidos por las masas de agua.

6.6.5 Producción o utilización de productos químicos en la región.

6.6.6 Se debe conocer la posible existencia de descargas que puedan influir en el punto de muestreo.

6.6.7 Uso del suelo.

La frecuencia de muestreo además de los puntos anteriores depende de la hidrodinámica del lugar (circulación, ciclo de mareas, etc.), de la utilización y manejo del cuerpo de agua. Quedando el muestreo sujeto a las características ambientales; en épocas de lluvia con grandes descargas fluviales la calidad del agua es distinta que en la época de sequías, al igual que en los ciclos de marea difiere la calidad del agua entre la pleamar y la bajamar, modificándose la composición de compuestos naturales y ajenos al ambiente acuático o concentrándose.

Frecuencia de muestreo de parámetros o variables básicas fisicoquímicas en aguas epicontinentales y costeras*.

| Variable | Frecuencia |
|---------------------------------|---|
| Temperatura | Estacional |
| Conductividad o Salinidad | Estacional |
| Oxígeno disuelto | Mensual |
| Nitritos | Mensual |
| Amonio | Mensual |
| H ₂ S | Mensual |
| Ortofosfatos | Mensual |
| Clorofila | Estacional |
| DQO | Mensual |
| Coliformes fecales | Mensual |
| Metales pesados | Estacional |
| Transparencia (disco de Secchi) | Mensual |
| Hidrocarburos | Estacional |
| Pesticidas | Posterior a la aplicación: en dos estaciones al año |
| Fenoles | Estacional |

| | |
|------------------|------------|
| Grasas y aceites | Estacional |
|------------------|------------|

*Se recomienda tomar las muestras en bajamar, ya que en pleamar la entrada de agua marina es determinante de las condiciones oceánicas.

6.7 Selección de parámetros de campo y laboratorio.

Con base en las características ambientales naturales y antropogénicas circundante al cuerpo de agua, las normas para el control de la contaminación y el apoyo del cuadro 1 y los anexos 1,2,3,4 y 5, definir los parámetros o variables, tipo de muestra y su conservador.

6.7.1 Conductividad eléctrica, o salinidad en su caso.

6.7.2 Oxígeno disuelto (si se evalúa electrónicamente).

6.7. Parámetros de campo (cuadro ambiental).

6.7.4 pH.

6.7.5 Temperatura ambiente y del agua.

6.7.6 Turbiedad (Disco de Secchi).

Adicionalmente y conforme a los objetivos del estudio podrán determinarse en campo parámetros tales como:

6.7.7 Color.

6.7.8 Olor.

Para algunos análisis las muestras deberán ser filtradas en el campo (in situ), sobretodo para aquellas que presentan sólidos que pueden alterar los análisis de la muestra.

7 Parámetros de laboratorio.

Al determinar el número de parámetros a analizar en el laboratorio, se revisará dentro del procedimiento en los anexos 5 y 6 los volúmenes, recipientes, preservación y tiempo de análisis.

Parámetros químicos inorgánicos:

Detergentes (SAAM).

Metales traza: por ejemplo, Cadmio, plomo, zinc, cobre, cromo, níquel y mercurio.

Nutrimientos: compuestos del nitrógeno y fósforo.

Oxígeno disuelto por titulación.

Salinidad (salinómetro por inducción).

Parámetros orgánicos:

Bifenilos policlorados (BPC's).

Biocidas.

Compuestos orgánicos volátiles (COV's).

Fenoles, fenoles clorados.

Hidrocarburos poliaromáticos (HPA's).

Parámetros microbiológicos:

Coliformes totales y fecales.

Huevos de Helminto.

Vibrio cholerae.

Parámetros biológicos:

Fitoplancton.

Zooplancton.

Macroinvertebrados:

Crustáceos.

Mamíferos.

Moluscos.

Peces.

Plantas acuáticas.

Parámetros toxicológicos:

Mutagenicidad.

Teratogenicidad.

Toxicidad aguda.

Toxicidad crónica.

Muestras de peces o tejidos para determinar bioacumulación.

7.1 Toma de la muestra.

Las técnicas empleadas para la toma de una muestra de agua pueden ser:

7.1.1 Cuando el objetivo del muestreo sea conocer las condiciones del cuerpo de agua a diferentes profundidades se utiliza una botella del tipo Van Dorn; ésta debe enjuagarse por lo menos tres veces antes de la recolección de la muestra. Específicamente para el caso de las muestras para oxígeno disuelto se empleará la botella Winkler, evitando la formación de burbujas.

7.1.2 En la muestra representativa se debe tener cuidado del tipo de recipientes que se requiere como se señala en el anexo 5.

7.1.3 Extracción automática: por medio de un equipo de material inerte al tipo de agua a muestrear, provisto de un mecanismo que permita el muestreo a diferentes niveles y tiempos.

7.1.4 Extracción directa: se refiere a la toma manual de la muestra en el envase de muestreo correspondiente.

7.1.5 Se debe contar con los procedimientos de operación en campo por escrito y en material impermeable; ellos forman parte de un manual de procedimientos del laboratorio que se recomienda revisar antes de salir al campo.

7.2 Identificación de las muestras.

En las muestras se colocarán etiquetas que contengan como mínimo la siguientes información:

Clave o nombre del sitio (estación).

Fecha.

Hora.

Parámetros de campo.

Parámetros a determinar.

Método de conservación.

Identificación del muestreador.

7.3 Registro de parámetros de campo.

7.3.1 Hojas de campo: En estos documentos, además de los datos de identificación de las muestras, los parámetros de campo y los análisis a realizar a las muestras, se deberán incluir las observaciones sobre las condiciones del muestreo y, en particular, las posibles fuentes de interferencia, las condiciones atmosféricas y toda circunstancia habitual y no habitual observada en el lugar de muestreo.

7.3.2 Bitácoras: En general se utilizan bitácoras personales donde se describe el hábitat y se registran datos como profundidad, gasto y velocidad de la corriente, además de realizarse algunos cálculos, registros de envío de muestras y observaciones, por lo que se recomienda revisar las bitácoras al final del muestreo y recuperar la información registrada en las mismas.

7.4 Conservación y transporte.

Las técnicas de conservación empleadas, en general retardan los cambios químicos y biológicos de las muestras, cambios que inevitablemente ocurren al remover a las muestras de su lugar de origen.

Los métodos de conservación comunes son control del pH, adición química, refrigeración y congelación (anexos 4 y 5).

Los contenedores empleados deben estar limpios y pre-etiquetados. En el caso de contenedores para trazas de compuestos orgánicos se usan como contenedores frascos viales con tapa de teflón enfriados a 4°C.

Sólo se agregará a las muestras los conservativos indicados en las normas de los métodos de prueba y los incluidos en los anexos 4 y 5.

Las muestras se preservarán durante el transporte con un baño de hielo a una temperatura de 4°C ± 2°C. El recipiente de almacenaje es una hielera, que debe estar destinada para ese fin (dentro de lo posible no mezclar demasiadas muestras de estaciones diferentes, Las muestras deberán ser transportadas del sitio de muestreo al laboratorio en el menor tiempo posible y almacenadas en un refrigerador o cámara fría, que se encontrará a una temperatura constante de 4°C ± 1°C.

Las muestras de agua estén sujetas a cambios en su estructura química debido a reacciones microbiológicas o químicas. Aguas muy contaminadas pueden experimentar cambios en su composición al cabo de una hora de su recolección, la mayoría de las aguas naturales se ven afectadas en mayor o menor grado. Algunas mediciones (particularmente pH y gases disueltos) deben realizarse, si es posible, en el campo. Los equilibrios entre compuestos inorgánicos de nitrógeno y, en menor grado, entre compuestos de azufre, se hayan sujetos a cambios debidos a la actividad microbiana. El fósforo también se ve afectado por la incorporación por parte del fitoplancton y las bacterias, y es posible que los iones que contienen nitrógeno, fósforo y azufre se reduzcan considerablemente en un lapso de pocas horas. Las concentraciones de estos iones pueden ser tan bajas en las aguas epicontinentales que cualquier error puede falsificar los resultados. Dada la alta concentración de sulfatos en las aguas de la zona costera, muestras de agua con alta carga orgánica y anaerobiosis, se forman sulfuros con facilidad. Cambios químicos pueden afectar al hierro y al manganeso, produciendo hidróxidos menos solubles en sus estados de valencia superiores. El carbonato cálcico puede precipitarse si se cambian las condiciones de pH o de alcalinidad. Por lo que todo esto debe tenerse en cuenta si se utiliza algún aditivo que haga variar estas condiciones. Para las muestras de agua de la zona costera se recomienda la congelación para su conservación, a excepción de la evaluación de metales pesados y pesticidas que requieren de un conservador (anexo 5).

En el caso específico de las muestras bacteriológicas el tiempo de entrega de las muestras al laboratorio no deberá exceder de 6 horas, y de manera general se deberá respetar el tiempo que especifica la NOM-NMX-AA-093-SCFI-2000.

Es necesario establecer el método y la ruta más corta y ágil para el envío de muestras y una vez que llegue la muestra al laboratorio; éste deberá contar con un sistema expedito de registro para recepción de las muestras.

En caso de que una muestra deba ser considerada como prueba en un procedimiento legal, la autoridad local competente podría exigir la verificación de la custodia continua de la muestra, desde la persona que la hubiese recolectado hasta la que efectuó el análisis.

7.4.1 Métodos utilizados para la conservación de las muestras.

Métodos físicos.- reducción de la temperatura; aunque ciertas actividades microbianas parecen continuar incluso a 0°C, generalmente se recomienda el rápido enfriamiento de las muestras después de la toma de las mismas, una temperatura aceptable es cuatro grados por encima del punto de congelación.

Métodos químicos.- la principal dificultad de los conservadores químicos es la posibilidad de interferencia con las técnicas analíticas subsiguientes. Ello implica frecuentemente tomar muestras separadas para análisis específicos. Otros problemas surgen debido a que muchos preservadores químicos son tóxicos o son relativamente insolubles. Es conveniente dividir los preservadores químicos en dos grupos:

Inorgánicos, aunque los metales pesados son tóxicos para las bacterias, sólo el mercurio se utiliza ampliamente, por lo general como cloruro de mercurio. Se trata de un preservador muy efectivo, pero con frecuencia las tres objeciones anteriores se aplican a su utilización. A veces se recomienda la impregnación de las botellas de polietileno con yodo para evitar la incorporación de fósforo por parte de las bacterias. También se utilizan frascos de policarbonatos previamente tratados con fosfato. La acidificación con ácido sulfúrico o clorhídrico hasta pH=1 suele ser eficaz para prevenir la actividad microbiana; es adecuada cuando se han de determinar amonio y los iones minerales, pero es menos cuando se trata de determinar aniones.

Orgánicos, tanto el cloroformo como el tolueno se utilizan ampliamente, pero no son muy efectivos como agentes bacteriológicos. El dicloroetano es mucho más efectivo. Las muestras en las que se debe determinar la actividad bacteriana no pueden ser pretratadas, pero existen tratamientos para utilizar antes de la determinación de oxígeno disuelto mediante los cuales la actividad se frena inmediatamente después de tomar la muestra. Con frecuencia se recomienda la utilización de recipientes de cristal, puesto que los de polietileno pueden ser porosos a los constituyentes gaseosos y se ha indicado que absorben fósforo, pero estos efectos parecen despreciables si se utilizan recipientes de polietileno liso y de elevada densidad. Sin embargo si han de determinarse los gases disueltos, deben utilizarse botellas de vidrio con tapón hermético. Generalmente, es preferible cristal de borosilicato para agua que requerirá de análisis de minerales, aunque a veces ciertos procesos de intercambio superficial aportan elementos traza, especialmente zinc, a la solución.

Cuadro 1. Métodos de recolección y conservación apropiados para los distintos análisis se resumen en la siguiente tabla, que no es exhaustiva.

| | Recipientes | | Excluir el aire | Añadir ácido ⁽¹⁾ | Conser. ⁽²⁾ Orgánico | HgCl ₂ ⁽³⁾ | Analizar inmediato | Almacenar | | Filtración |
|--------------------------|-------------|----------|-----------------|-----------------------------|------------------------------------|----------------------------------|----------------------|-----------|-------|------------|
| | Cristal | Plástico | | | | | | +1°C | -10°C | |
| Metales pesados | + | +(4) | | +(5) | | | | + | +(6) | + |
| N-amonio | + | + | | + | + | + | <48h | + | | + |
| N-nitrato | + | + | | | + | + | <48h | + | | + |
| N-nitrito | + | + | 0 | | + | + | <48h | + | | + |
| Ortofosfatos | + | +(7) | | + | + | + | <48h | + | + | + |
| S-sulfuro ⁽⁸⁾ | + | | 0 | | | | <48h | | | + |
| Clorofila | + | + | | | + | | <48h | + | + | + |
| Silicio | - | + | | | + | | <48h | + | - | + |
| Materia orgánica | + | | | | | + | <48h | +(9) | + | |
| Pesticidas orgánicos | + | - | | | | | <48h | +(9) | | + |
| Salinidad/Conductividad | + | + | | | | | <48h | + | | - |
| S.S.T. | + | + | | | | | | + | | |
| Gases disueltos | 0 | - | 0 | | | | <48h ⁽¹⁰⁾ | +(9) | - | - |

1 Añadir 1 ml de HCl o H₂SO₄ concentrado/l.

2 Añadir 0.8 ml de cloroformo o 1 ml de tolueno o bien 2-3 cristales de timol/100 ml de agua.

3 Añadir 20 mg de cloruro de mercurio/l de agua (el HgCl₂ interfiere en algunos métodos analíticos de amonio).

4 El politeno de alta densidad es el más adecuado.

5 Especialmente para metales pesados.

6 No adecuado para Al o Fe; añadir HCl diluido.

7 Siempre que el politeno haya sido tratado.

8 Añadir Cd-acetato de zinc en el campo.

9 Mantener también a oscuras.

10 Para el oxígeno, fijar añadiendo solución de MnSO₄ + KI en el campo.

0 Esencial + Recomendado.

7.5 Cadena de custodia.

Exigir la verificación de la custodia continua de la muestra, desde la persona que la hubiese recolectado hasta la que efectuó el análisis, o bien que emitió el resultado.

7.5.1 Recepción de las muestras.

Es necesario establecer el método y la ruta más corta y ágil para el envío de muestras y una vez que llegue la muestra al laboratorio, este deberá contar con un sistema de registro para recepción de las muestras.

Todas las muestras que se reciban deberán tener la información requerida por el laboratorio para eliminar errores en el procesamiento y el reporte analítico de la muestra. Los contenedores deberán contar con etiquetas que los identifiquen, hojas de envío y pruebas por realizar.

Es necesario hacer arreglos con el laboratorio analítico para la entrega de las muestras para asegurar el pronto manejo y almacenamiento adecuado y así minimizar la degradación de las muestras.

Se deberá contar con los registros de recepción en cuanto a fecha, hora, observaciones sobre la conservación y condiciones de la muestra.

8 CONTROL DE CALIDAD

El aseguramiento de calidad y los controles deben ser totalmente planeados y descritos conforme a los objetivos del plan de muestreo desarrollado para el proyecto. Todo plan deberá contar con procedimientos de operación en campo los cuales describirán plenamente la forma de practicar el muestreo, así como el manejo y llenado de registros de operación, tales como; las etiquetas de colecta, hojas de campo, cadena de custodia, bitácora, y los formatos de información que adopte el sistema de calidad del laboratorio.

Dentro del programa de control de calidad, se documentarán los protocolos de las actividades de campo (sobre el terreno) y del laboratorio.

Se debe tomar en cuenta el sistema general de directrices y procedimientos definidos para controlar la calidad del producto. Dentro de ello:

Los métodos analíticos que pueden ser clasificados en:

-Métodos primarios, que determinan los resultados de los análisis del material de referencia o patrón, que son laboriosos y exigen un alto grado de pericia.

-Métodos de rutina, para trabajar cotidianamente con numerosas muestras, que proporcionan un buen grado de precisión y exactitud.

La exactitud de los métodos de rutina puede ser comprobada utilizando muestras de concentración conocida (por ejemplo, materiales de referencia patrón) o añadiendo cantidades conocidas de estándares a la muestra que se analiza (muestras adicionadas).

Para cada método y para cada instrumento tanto de campo como de laboratorio, se deben determinar los siguientes valores:

-Límite de detección del instrumento, que es la concentración más baja de compuestos o sustancias que puede detectar un aparato, siendo su valor estadísticamente diferente a las oscilaciones del instrumento.

-Límite de detección del método, que es la concentración más baja que es posible registrar de manera confiable a partir de un método, siendo su valor estadísticamente diferente del obtenido de una muestra en blanco (agua destilada, y desionizada por ejemplo).

-Límite de detección práctico, que es la más baja concentración que es posible detectar de una manera confiable a partir de un método en una matriz de muestra real, siendo su valor estadísticamente diferente del de una muestra en blanco.

-Límite de cuantificación, que es el valor de un número suficiente de desviaciones típicas (por lo general, superior al valor medio de la muestra en blanco), que indique la presencia del analito detectado.

Forman parte del proceso de control de calidad los tipos de muestra siguientes:

Muestras en blanco del muestreador; son las muestras de agua destilada y desionizada conducida a través del muestreador, a la que se aplica el resto del proceso, desde la toma hasta el análisis, incluida la conservación en el campo y en el transporte al laboratorio;

Muestras en blanco de botella; son las muestras preparadas a partir de agua destilada y desionizada introducida en recipientes de muestra, elegidos al azar, a los que se aplica el proceso analítico a fin de verificar que no se produce contaminación durante el lavado de la botella.

Muestras en blanco de campo, son las muestras preparadas con agua destilada y desionizada que se llenan en la estación de muestreo, pero agregando las sustancias químicas necesarias para conservarlas hasta su análisis, se etiquetan, empaquetan, sellan y se mandan al laboratorio para su análisis. Estas muestras detectan toda contaminación causada por la conservación química de las muestras, su manejo durante la colecta, envío y manejo en el laboratorio.

Muestras en blanco de viaje; son aquellas muestras de agua desionizada por el laboratorio. Se mantienen en la misma hielera que las otras muestras en cada fase del proceso de colecta, manejo y envío. En el laboratorio se analizan las muestras para determinar compuestos orgánicos volátiles (COV's). Si se encuentra contaminación, podría ser generada durante el transporte de la muestra. Se requiere por lo menos uno para cada envío de muestras.

Muestras en blanco de filtro; son las muestras preparadas a partir de agua destilada y deionizada filtrada en el aparato de filtración de campo. Estas muestras son utilizadas para detectar eventuales contaminaciones durante el filtrado de campo.

Muestras duplicadas (fracciones); son submuestras obtenidas fraccionando una muestra en dos o más partes. Se usan para verificar la precisión, de la recolecta en campo o el análisis del laboratorio. Es conveniente obtener el duplicado en aquella estación donde se cree que existen niveles altos de un compuesto en particular, o bien, si el programa de control de calidad del estudio lo especifica.

Réplica de muestras (temporalmente); que son las muestras tomadas en una misma localidad, a intervalos de tiempo especificados, por lo general breves.

Muestras estándares (adiciones patrón); que son las muestras fraccionadas estándares con distintos niveles de los variables de interés, a fin de detectar la aparición de errores sistemáticos en el método analítico.

Muestras divididas; son muestras adicionales que se colectan y se manejan igual que las otras en el campo, excepto que se envían a un laboratorio diferente o al mismo con otra clave, como una prueba de los procedimientos en campo y manejo del laboratorio, o bien, si el programa de control de calidad del estudio lo especifique. Esto se conoce como tercería.

Los procedimientos y muestras de control de calidad deberán permitir al supervisor reconstruir cada paso del muestreo mediante el seguimiento de la información desde la colecta de la muestra hasta el resultado final.

8.1 Informes de evaluación de calidad.

Se deben exigir informes de evaluación de la calidad en cada nivel de supervisión desde el muestreo en campo hasta el laboratorio, desde el muestreador, el analista hasta el jefe de sección.

Se debe informar sobre:

La variación de los datos en relación con las muestras en blanco y los patrones.

La precisión y exactitud de los grupos de pruebas.

El número y tipo de análisis de control de calidad cuyos resultados se desvíen de los valores verdaderos rebasando un intervalo preestablecido (por ejemplo, dos desviaciones típicas).

Otra información concerniente al control de calidad como: variaciones de las soluciones patrón, reactivos que no lleguen al nivel patrón, métodos utilizados para la limpieza, muestras con información incorrecta o inadecuada, o frecuencia de calibración de los instrumentos.

Los supervisores de laboratorio deben informar, de acuerdo a su nivel de supervisión de:

Las sesiones de entrenamiento impartidas al personal.

Las auditorías analíticas y las comprobaciones de datos con respecto a los valores históricos.

Los estudios de control de calidad interlaboratorios en que haya participado el laboratorio.

Nuevos procedimientos de muestreo y métodos analíticos introducidos o modificados.

Precisión y exactitud global de los resultados de grupo.

Otras informaciones de importancia para el control de calidad, como: averías de los equipos, frecuencia de verificación de los datos.

8.2 Registros del sistema de aseguramiento de calidad.

En ningún caso se debe registrar un resultado analítico de valor cero.

Si el valor obtenido es inferior al límite de detección del método, se debe registrar esa circunstancia indicando, por ejemplo: "inferior a (límite de detección del método).

Se deben señalar los valores inferiores al límite de detección práctico o al límite de cuantificación; en general, los valores de cuantificación se encierran entre paréntesis.

Los datos cuantitativos deben ir acompañados de sus grados de precisión y exactitud, si es que se dispone de ellos, y de los valores de confiabilidad esperados; por ejemplo, el intervalo de confianza.

En cada campaña de muestreo la(s) brigada(s) está(n) obligada(s) a operar un programa de control de calidad formal.

Es obligatorio para la(s) brigada(s) mantener los siguientes registros:

Nombres, direcciones y número telefónico del personal que ejecutó el muestreo y el encargado del programa de control de calidad que supervisó la información generada.

La(s) brigada(s) debe(n) portar la documentación que describa el material de campo.

9 VERIFICACIÓN DE LA CALIBRACIÓN

9.1 Los reactivos empleados para preparar las soluciones patrón de conductividad deben ser grado analítico.

9.2 Todos los reactivos patrón deben ser trazables a los patrones del CENAM o NIST.

9.3 Los equipos de medición de pH, conductividad y oxígeno disuelto deben estar en condiciones para medir con la precisión y exactitud especificadas por el fabricante del equipo y acorde a los requerimientos de la presente norma.

Los equipos deben estar calibrados y contar con una vigencia; en caso de que el laboratorio no cuente con los elementos para la calibración, deberá acudir a un laboratorio de calibración aprobado o certificado.

9.4 Calibración del medidor de conductividad.

9.4.1 Establecimiento un programa que garantice el mantenimiento preventivo y calibración semanal de los equipos, independientemente de lo anterior se debe calibrar el instrumento antes de cada determinación. Se deberán seguir las instrucciones del fabricante para la operación del instrumento, en componentes electrónicos y sensores antes de salir y una vez al día antes de iniciar las determinaciones.

9.4.2 Para efectuar la calibración la disolución de conductividad conocida, debe estar a 25°C preferentemente o a la temperatura ambiente, anotando en la bitácora de muestreo para futuras correcciones.

9.4.3 El instrumento debe ser calibrado con una disolución patrón de cloruro de potasio (KCl) o de cloruro de sodio (NaCl) cuyo valor de conductividad sea conocido y este cercano al valor de la conductividad recomendada y de la amplitud de resistencia del instrumento. Cada vez que se cambie de celda, se platinizen los electrodos o exista alguna causa para dudar de la precisión de las lecturas, se deberá repetir la calibración conforme al manual del fabricante.

9.4.4 Las celdas deberán ser enjuagadas con porciones de la disolución patrón antes de realizar la calibración para evitar contaminación por electrolitos retenidos o depositados en los electrodos.

9.4.5 Las celdas deberán ser sumergidas en la disolución patrón, cubriendo los orificios de ventilación, con agitación vertical para expulsar las burbujas de aire.

9.4.6 Seleccionar el intervalo adecuado de medición en el instrumento, si la lectura no es la correspondiente a la disolución patrón, ajustando con el control de calibración hasta que la lectura del instrumento corresponda al valor de la disolución.

9.4.7 Todos los datos de la calibración deben quedar asentados en la bitácora.

9.5 Calibración del medidor de pH.

9.5.1 Seleccionar dos disoluciones amortiguadoras de pH cuyos valores correspondan el valor de pH esperado para la muestra y que estén a la misma temperatura ($\pm 2^{\circ}\text{C}$) que está última. La diferencia de pH entre las soluciones patrón seleccionadas deben ser entre 2 y 3 unidades. De cada disolución se transfiere una porción apropiada a un recipiente limpio, desechando las disoluciones amortiguadoras usadas.

Un valor aproximado de pH de la muestra puede obtenerse con papel pH universal, este valor sirve de base para seleccionar el amortiguador adecuado. Si la temperatura a la que se debe determinar el pH en el laboratorio de la muestra difiere en más de 2°C de la temperatura ambiente, es preciso llevar las disoluciones patrón de pH, la muestra, los electrodos y el agua para el enjuague de los mismos a dicha temperatura.

9.5.2 Registrar en la bitácora la temperatura de las disoluciones amortiguadoras de pH y de la muestra.

9.5.3 Retirar el electrodo del capuchón protector que debe contener disolución de conservación. Enjuagarlo completa y cuidadosamente con agua desionizada y secarlo con papel adsorbente suave, sin tallar.

9.5.4 Con el dispositivo de determinación de pH listo para operar de acuerdo con las instrucciones de los fabricantes del electrodo combinado y del medidor de pH, sumergir en la primera porción de disolución amortiguadora de pH, de ser posible, agitar suavemente, esperar entre uno y dos minutos que se estabilice la respuesta del dispositivo de determinación. Ajustar la lectura del aparato de medición con el botón de calibración hasta obtener el valor de pH asignado para la temperatura de la disolución, hasta que no exista variación, registrando el valor en la bitácora.

9.5.5 Retirar los electrodos de la disolución anterior, enjuagarlos cuidadosamente con agua desionizada y secarlo con papel adsorbente suave, sin tallar.

9.5.6 Con la segunda porción de la disolución amortiguadora de pH. Ajustar la lectura del aparato de medición con el botón de corrección hasta obtener el valor de pH asignado. Enjuagarlo completa y cuidadosamente con agua desionizada y secarlo con papel adsorbente suave, sin tallar.

9.5.7 Repetir 8.5.5 a 8.5.6 para verificar y eventualmente rectificar los valores de calibración hasta que la lectura de pH no difieran en más de 0.5 unidades al sustituir una solución patrón por la otra. Verificar que el valor de pendiente del electrodo no difiere en más de 5% del valor ideal. De ser necesario, investigar la causa del mal funcionamiento y corregir antes de proseguir.

9.5.8 Todos los datos de calibración deben quedar asentados en la bitácora.

9.6 Calibración del medidor de oxígeno disuelto.

9.6.1 Si se utiliza el método electrométrico, calibrar el medidor de oxígeno disuelto de acuerdo con las especificaciones del fabricante.

9.6.2 El ajuste cero de OD consiste en la inmersión del electrodo en la disolución estándar de concentración nula de oxígeno. La lectura debe estar en cero mg/l de OD, de no ser así, ajustar el instrumento a cero.

9.6.3 Ajustar el instrumento a la presión barométrica.

9.6.4 Todos los datos de calibración deben quedar asentados en la bitácora.

10 MEDICIONES DE CAMPO

Las muestras para la determinación de temperatura, salinidad, conductividad, pH, oxígeno disuelto, sedimentos en suspensión y plancton se pueden obtener a través de las botellas Nansen, Niskin, Van Dorn y Krammer.

10.1 Determinación de la temperatura.

La determinación de este parámetro en un cuerpo de agua debe ser de acuerdo a la NMX-AA-007-SCFI-2000.

Se deben considerar las características del termómetro que existen en el mercado: los de inmersión parcial o total. El vástago debe estar separado al menos 2 cm de las paredes del recipiente.

Las lecturas se obtienen directamente de la escala del termómetro y, se registra en grados Centígrados ($^{\circ}\text{C}$), con aproximación a la décima de grado (0.1°C). Realizar tres lecturas independientes (por lo menos para cada muestra).

Sumergir el termómetro de mercurio para uso rutinario, en posición centrada en el recipiente, hasta la marca de inmersión parcial o hasta una graduación apropiada si el termómetro es de inmersión total.

Mover el termómetro (en forma circular) dentro de la muestra por lo menos durante un minuto hasta que la lectura del termómetro se estabilice. Si la temperatura de la muestra difiere en más de 5°C de la del ambiente, repetir el muestreo.

Si el termómetro es de sensor, éste debe sumergirse en el volumen mínimo de muestra y a la profundidad que recomienda el fabricante y las lecturas deben efectuarse después del tiempo de equilibrio recomendado en el manual del usuario.

En sistemas lénticos con profundidades mayores a 50 m se emplearán termómetros de inversión y se determinará la temperatura tanto por arriba como por abajo de la termoclina.

Después de las determinaciones, si el termómetro se ensució, éste debe limpiarse perfectamente con agua destilada y secarlo con papel absorbente. Finalmente se debe guardar en el estuche correspondiente.

10.2 Salinidad y Conductividad.

Para el caso de las aguas salobres y marinas se determina principalmente la salinidad, basada en la medida de la densidad, del índice de refracción (en función de la temperatura y de la salinidad), y, sobre todo, de la conductividad eléctrica, mediante el uso de salinómetros eléctricos de inducción, que permiten una mayor precisión. Las unidades son g/l, ‰ o ups (unidades prácticas de salinidad).

Las muestras y las disoluciones deben estar a 25°C de preferencia o temperatura ambiente.

Para la medición de la salinidad se debe enjuagar la celda con porciones de la disolución de prueba para evitar contaminación de la muestra por electrolitos. A continuación se sumerge la celda hasta cubrir los orificios de ventilación, con agitación vertical para expulsar las burbujas de aire. La celda debe estar separada al menos 2 cm de las paredes del recipiente. Se debe seleccionar el intervalo adecuado de medición en el instrumento, una vez que se establezca la lectura, que debe hacerse por triplicado, anotando el valor en la bitácora de campo como en la hoja de registro de campo. Después de cada determinación, la celda se enjuaga con agua destilada y se seca con papel absorbente. Para aguas dulces las lecturas se obtienen directamente de la escala del aparato medidor de conductividad y se reportan los resultados como conductancia específica o conductividad, $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25°C . Realizar tres lecturas independientes y registrar tanto en bitácora como en la hoja de registro de campo.

10.3 Potencial de Hidrógeno pH.

Determinación del pH, según lo indicado en la Norma NMX-AA-008-SCFI-2000, tomando en cuenta que debe realizarse en el epilimnion, mesolimnion e hipolimnion

10.4 Determinación del oxígeno disuelto.

Esta cuantificación debe ser de acuerdo a la Norma NMX-AAA-012-SCFI-2001. Que puede ser por el método yodométrico o por el método electrométrico.

10.5 Muestras biológicas.

Las muestras microbiológicas deben ser recolectadas en bolsas o botellas estériles, que se puedan desechar o meter a la autoclave, respectivamente, y que no sean tóxicas.

Las muestras que no puedan ser analizadas inmediatamente deben ser almacenadas en un lugar oscuro, en hielo, a fin de minimizar el crecimiento de la población de microorganismos.

El estudio de la biota exige dispositivos de muestreo específicos, según el tipo de organismos, y si están o no presentes en la columna de agua o en el sedimento, por ejemplo:

Plancton: mediante las botellas ya citadas, o mediante redes de nylon de diferente abertura de malla.

Perifiton: mediante platinas ancladas o flotantes.

Organismos bénticos: dragas, nucleadores, redes, y en algunos casos con ayuda del buceo autónomo.

Macroinvertebrados: mediante redes, muestreadores multibandeja, muestreadores de cesta y pinzas.

Macrófitas: mediante rastrillos, dragas, palos con extremidad en cuchillo, rezones.

Peces: mediante, jábegas, redes barredoras, electropesca, productos químicos, o anzuelo, hilo; o bien pasivamente, mediante redes y trampas.

10.6 Muestreo de sedimentos.

Cabe distinguir los tipos de sedimento siguientes:

El material en suspensión puede ser muestreado con las botellas ya citadas.

Material en suspensión: material que se mantiene en la columna de agua.

Carga de lecho o carga de tracción: sedimento que, permaneciendo en contacto constante con el lecho del río, es arrastrado por la corriente.

Material depositado: volumen de sedimento depositado por efecto de una disminución de la energía del agua; su consistencia es habitualmente fina en lagos y lagunas y más heterogénea en las bocas marinas.

Cuando las concentraciones de sedimento en suspensión son elevadas, podría ser adecuado el método de muestra puntual, o de integración en profundidad. En el caso del material sedimentado se muestrearía con dragas o nucleadores.

11 PROCEDIMIENTO

11.1 Mediciones de campo.

11.2 Actividades previas a la recolección.

Considerando las características de ubicación y características del cuerpo de agua, se debe desarrollar un plan de muestreo con base en una visita prospectiva, en donde se establezca en forma sintetizada los procedimientos a ejecutar.

-Accesibilidad conforme a un plano de carreteras y brechas, itinerarios, tiempo de recorrido de una estación a otra.

-Localización geográfica de la estación (posicionamiento por satélite o puntos de referencia), profundidad, equipo de muestreo requerido, tiempo que se necesita para el muestreo en cada punto (que dependerá del número de muestreadores, su experiencia y número de parámetros) y hora del día.

El éxito de las campañas de muestreo dependerá en gran medida de un programa de muestreo bien definido, su complejidad dependerá del análisis previo que se realice antes de organizar dicho plan. Se diseñará un protocolo que contenga los criterios necesarios para instrumentar el proyecto a desarrollar. Posteriormente se deberá aplicar el procedimiento específico para cada tipo de muestra, aplicándose de acuerdo al tipo de agua (dulce, salobre o marina). Se deberá contar con diferentes protocolos para las campañas de muestreo, esto es que contemplen los diferentes requerimientos como son: monitoreo, emergencia, contingencias, etc. Cualquier tipo de muestreo resultara mejor y de menor costo con una adecuada planeación.

Una parte crítica en la planeación es la ubicación y número de muestras a tomar, conservación, transporte y vida media de las muestras así como los programas para la realización de los análisis.

11.3 Ubicación y descripción de la(s) estación(es) de muestreo.

La ubicación y número de identificación de una estación de muestreo de calidad de agua, deberá ser exactamente marcada en un mapa a escala 1 : 50,000 con una "X", círculo o punto. Esto permitirá encontrar fácilmente la estación. Es necesario realizar un croquis con rasgos útiles de la ubicación del sitio de muestreo con anotaciones complementarias tales como ubicación, aguas arriba y/o aguas abajo, de algún acceso de descarga, canales de retorno y cambios de morfología como: canales, influencia de la marea, etc. Este croquis se dibuja en la hoja para la evaluación del hábitat.

11.4 Revisión de equipo y material.

Antes de emprender una salida de campo, se debe efectuar todos los preparativos necesarios, en particular:

Asegurarse que todo el equipo para muestreo y botellas contenedoras, no hayan sido lavadas con detergente o jabón.

Preparación de las instrucciones específicas de los procedimientos de muestreo.

Elección de un itinerario adecuado a la cronología de muestreo.

Elaboración de las listas de equipo y material.

Verificación de la limpieza de todas las botellas para las muestra, conforme a los procedimientos de rigor.

Verificación de la existencia de reactivos químicos y patrones suministrados por el laboratorio.

Elaboración de una lista de verificación.

Una lista de verificación completa evitará que no se olvide nada. En la lista deberán figurar los siguientes conceptos: comprobación y calibración de los instrumentos; suministros de recipientes para las muestras, filtros y hieleras; suministro de reactivos para la conservación, o de reactivos para el análisis y aplicación de patrones en el campo; mapas, descripciones de estaciones, etiquetas para los recipientes, y formularios para reportar información de las estaciones; manuales, herramientas, piezas de repuesto; equipo de seguridad, botiquín de primeros auxilios.

Revisar y calibrar el equipo 24 horas antes del muestreo. Una vez que se ha utilizado, llevar a cabo una postverificación ya sea inmediatamente después del muestreo en el campo o llegando al laboratorio, con el fin de garantizar que el funcionamiento durante el muestreo fue correcto.

Los recipientes de muestreo deben estar perfectamente limpios, libres de cualquier residuo químico y enjuagados con agua destilada. Deben estar debidamente identificados,

etiquetados correctamente con los datos básicos y adicionar si es el caso el conservador requerido.

Elaborar un listado de equipo, material, reactivos y disoluciones patrón que se usarán en ese proceso con el fin de no incurrir en olvidos u omisiones que pueden afectar el desarrollo del muestreo.

11.5 Registros de campo

Se debe anotar con exactitud el sitio en donde se toma la muestra, así como toda circunstancia especial existente en el momento del muestreo, a través de un formato para la evaluación del hábitat (anexo 7) que es un registro detallado para evaluar en términos generales el ambiente a ser muestreado.

Cuando se establezca una estación de muestreo, debe describirse adecuadamente junto con su entorno.

Además de anotar las coordenadas geográficas (latitud y longitud), o coordenadas UTM, o situación en la retícula, se debe efectuar un dibujo descriptivo del lugar sobre un mapa de gran escala, anotándose las distancias existentes con respecto a marcas territoriales próximas y puntos de referencia fijos. En la descripción se deberá incluir todas circunstancias de índole natural o artificial que puedan afectar la calidad del agua.

Cualquiera que sea el método de muestreo específico que se aplique a cada caso, debe cumplir con los siguientes requisitos:

Las muestras deben ser representativas de las condiciones naturales y de influencias antropogénicas que existan en el sitio y hora de muestreo y obtener el volumen suficiente, para efectuar en él las determinaciones correspondientes.

11.6 Muestreo.

Se debe establecer una red de muestreo que represente las condiciones particulares del cuerpo de agua, debiéndose tomar las muestras a una profundidad con base en el disco de Secchi, si es somero (menos de 2 m). Una decisión simple para la selección de la profundidad de muestreo, ya sea lagos, presas, ríos o zona costera se presenta en la siguiente tabla:

Profundidad recomendada para la determinación de la calidad del agua
(Modificado de SARH, 1979)

| Profundidad total en la estación de muestreo | Profundidad de muestreo |
|--|--|
| ≤ 1.5 m | Profundidad media. |
| >1.5 a ≤ 3 m | 0.5 m de la superficie y a 0.5 m del fondo. |
| > 3m a ≤ 10 m | 0.5 m de la superficie, profundidad media y 0.5 m del fondo. |
| Profundidades > 10 m* | 0.5 m de la superficie, 10 m de profundidad y 0.5 m del fondo. |
| Para presas | 0.5 m de la superficie, 10, 25, 50 m de |

| | |
|---------------|---|
| | profundidad y 0.5 m del fondo. |
| Aguas marinas | superficie, 10, 20, 50, 75, 100, 150, 200, 250, 300 m, después cada 100 m |

* Para lagos; en México el lago más profundo tiene 36 m.

11.6.1 Muestreo en cuerpos lóticos que fluyen directamente en la zona costera (ríos, arroyos, canales).

En el informe de la(s) colecta(s) de agua y determinación(s) de todos los parámetros se deberá incluir al menos como información básica los elementos que a continuación se indican:

Nombre del estudio.

Nombre de la determinación.

Cuerpo de agua.

Número y nombre de la estación.

Número de la muestra.

Fecha y hora de la determinación.

Nombre y firma de la persona que efectúa el muestreo.

Se deben considerar los siguientes puntos:

Establecer las influencias de contaminación en el segmento de río que se desea muestrear, aguas arriba y en el segmento a muestrear. Dependiendo del aforo de la corriente acuática (dimensiones y profundidad) generalmente se toma la siguiente tabla para evaluar las posibles influencias.

| Tipo de corriente | Segmento a considerar |
|-----------------------------------|-----------------------------|
| Río grande (más de 20 m de ancho) | 10 Km arriba de la estación |
| Río mediano (10 a 20 m de ancho) | 5 Km arriba de la estación |
| Río chico (3 a 9 m de ancho) | 3 Km arriba de la estación |
| Arroyo (menos de 3 m de ancho) | 1 Km arriba de la estación |

Las posibles influencias serán las mismas que se establecerán para el muestreo de lagos, estuarios y presas. La distancia del río hasta la zona de influencia estará dada por la pendiente del terreno, hasta el punto más alto de la vertiente correspondiente. Deberán efectuarse estudios batimétricos del segmento del río para poder calcular las áreas seccionales en los puntos de aforo. Se deben dibujar esas áreas seccionales.

Mediante un recorrido del sitio de muestreo (aproximadamente uno 500 m, aguas arriba y aguas abajo) se debe llenar el formato para la evaluación del hábitat (anexo 7), en el que se deben señalar con claridad las influencias que tenga la corriente y otros rasgos no considerados.

Se debe determinar el aforo de la corriente a lo largo del segmento de muestreo, aguas arriba de la descarga, a una distancia tal, que no se manifieste influencia de ésta. En la descarga misma, lo más próximo a su desembocadura al cuerpo receptor. Aguas abajo a la descarga, a una distancia tal, que se considere se haya efectuado una mezcla uniforme de la descarga en el cuerpo de agua. Cerca de la boca marina que permita la seguridad pero a su vez determinar la influencia lagunar a la plataforma marina y viceversa. Se

recomienda muestrear a una distancia tal, que los registros de conductividad sean homogéneos, que el cuerpo receptor haya diluido el efecto de la descarga.

Para fines de estudio del cuerpo de agua, se debe muestrear en aquellos sitios en que se aprecien cambios fuertes del marco físico ambiental, bocas, zonas cubiertas de vegetación, cambios en la dinámica de circulación y profundidad. Durante la toma de la muestra es importante que el recipiente no toque el fondo de la corriente para evitar contaminación por los sedimentos suspendidos.

Enjuagar tres veces el recipiente de muestreo con el agua a coleccionar a menos que se haya puesto un conservador o esté estéril.

11.6.2 Muestreo en cuerpos lénticos (lagos, presas, embalses y esteros).

Se deben colocar los sitios de muestreo en:

Afluentes (comunicación del río con lago, presa o embalse) y efluentes.

Dentro del cuerpo de agua, donde se aprecie una mezcla uniforme con los afluentes.

Además es importante tomar en cuenta los siguientes aspectos:

Es necesario conocer todos los datos que puedan tener una influencia sobre el sitio de muestreo. Por lo que es importante considerar la información obtenida en la visita prospectiva al sitio, encaminada principalmente a la localización de fuentes actuales y potenciales de contaminación, información adicional (bibliográfica) obtenida a través de instituciones tales como; INEGI, Instituto de Geografía de la UNAM, Comisión Federal de Electricidad, Comisión Nacional del Agua, Instituto de Biología e Instituto de Ciencias del Mar y Limnología de la UNAM.

Mediante un recorrido del sitio de muestreo (dentro de lo posible alrededor del cuerpo de agua) elabore el formato para la evaluación del hábitat (anexos), al final del formato hay un espacio para dibujar un croquis de la zona, mostrando la ubicación de todas las influencias encontradas. Se puede utilizar el dibujo electrónico que produzca bases de datos transferibles a cualquier Sistema de Información Geográfica como por ejemplo el RAISON.

Si las corrientes interiores de las lagunas o estuarinos muestran un flujo que a juicio modifique sustancialmente la concentración de contaminantes, así como el ciclo de marea, las muestras deberán tomarse en sitios predeterminados y con cierta frecuencia horaria, para determinar las variaciones debidas al flujo.

12 CÁLCULOS

La obtención de los resultados obtenidos de los datos tanto de las determinaciones de temperatura, conductividad y oxígeno disuelto, cuando no se cuenta con el equipo que proporcione directamente los resultados, esto se obtendrán realizando los cálculos señalados en la Norma NMX-AA-000-1997.

Con el fin de disminuir los errores causados por las interferencias es necesario tomar las indicaciones señaladas en la Norma NMX-AA-000-1997.

12.1 Temperatura.

12.1.1 Las lecturas de temperatura obtenidas con el termómetro de uso rutinario deben corregirse por los valores de error obtenidos de la calibración y, si el termómetro es de mercurio para inmersión total, deben efectuarse además las correcciones por efecto de columna emergente si la magnitud de la corrección calculada rebasa media graduación del termómetro.

12.1.2 Calcular el promedio de las dos lecturas después de efectuadas las correcciones pertinentes.

12.1.3 Los resultados obtenidos se expresan en grados Celsius (°C), por redondeo del valor promedio obtenido.

12.2 Conductividad.

12.2.1 Si se cuenta con un conductímetro con compensador de temperatura no se requiere hacer cálculos.

12.2.2 Cuando se mide la resistencia de la muestra, la conductividad a 25°C es:

$$\sigma = \frac{(1 \times 10^6)K}{Rm + 0.0191(t - 25)}$$

σ es la conductividad, S/cm

K es la constante de la celda, cm^{-1}

Rm es la resistencia medida de la celda, ohms

t es la temperatura de medición, °C

Cuando se mide la conductividad de la muestra, dicha conductividad a 25°C es:

$$\sigma = \frac{m(1 \times 10^6)K}{1 + 0.0191(t - 25)}$$

donde:

m es la conductividad medida, σ a t °C.

K es la constante de la celda que se calcula:

$$K = \frac{d}{A}$$

Donde d es la distancia de los electrodos

A es el área de los electrodos

12.2.3 Reportar los valores en el sistema internacional (SI) $\mu\text{S/cm}$

12.2.4 Reportar los resultados como conductancia específica o conductividad , $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25°C .

12.3 pH.

12.3.1 Registrar las dos lecturas de pH con dos cifras decimales así como la temperatura de la muestra.

12.3.2 Informar el método de calibración del dispositivo de determinación del pH de la forma siguiente:

"Sistema calibrado con dos patrones operacionales:

| | | |
|------------------------|---------------|------------------|
| pH(patrón 1)= | pH(patrón 2)= | |
| Valor de la pendiente: | Temperatura: | $^\circ\text{C}$ |

12.3.3. Informar el valor de pH de la solución problema, por redondeo con una cifra decimal, dicho valor de pH debe situarse entre los valores de los patrones 1 y 2 utilizados para la calibración del dispositivo de determinación del pH.

12.4 Oxígeno disuelto.

12.4.1 Método electrométrico.

Las concentraciones de OD se toman directamente de la lectura del instrumento.

12.4.2 Método yodométrico.

Para la determinación del oxígeno disuelto:

$$\text{OD mg/L} = (\text{N tiosulfato} \times \text{mL de tiosulfato} \times 8 \times 1000)/98.7$$

donde:

8 = gramos/equivalente de oxígeno.

98.7 = volumen corregido por el desplazamiento de los reactivos agregados a la botella de DBO. De la misma botella debe realizarse una titulación duplicada.

12.4.3 Reportar los resultados en mg/L de OD con la precisión (media, desviación estándar) correspondiente. Para la expresión de los resultados de todos los parámetros se recomienda el cálculo del intervalo de confianza como sigue:

Si la media de la muestra es \bar{y} , asumiendo una distribución normal, los límites de la media son:

$$\bar{Y} \pm \frac{t^* S_m}{\sqrt{n_m}}$$

Si suponemos $n > 30$ y pedimos un nivel de confianza del 95% la ecuación se traduce en:

$$\bar{Y} \pm \frac{2 * S_m}{\sqrt{n_m}}$$

Dado que valores de población grandes, $t = 1.96 \cong 2.0$.
Ahora si definimos el error como la incertidumbre: $Y \pm E$

$$y \quad E = \frac{t * S_m}{\sqrt{n_m}} \quad E^2 = \frac{t^2 * S_m^2}{n_m}$$

Despejando para n se obtiene el número de muestras necesarias una vez definido el error (E) aceptable o aceptado.

$$n_m = \frac{t^2 * S_m^2}{E^2}$$

t = valor de la distribución de t de student, para cierto nivel de significancia y grados de libertad.

S_m = desviación estándar de la muestra

n_m = número de elementos de la muestra

13 INTERFERENCIAS

13.1 Temperatura.

13.1.1 Error de paralaje: El error de paralaje puede eliminarse si se tiene cuidado que la escala graduada del termómetro puede observarse por reflexión sobre la columna de mercurio dentro del capilar. Para ello, el observador ajusta el nivel de su ojo sobre una línea de lectura, de forma que la graduación más cercana del menisco se superponga exactamente a su propia imagen reflejada por el mercurio. Si se desea efectuar lecturas muy precisas, también debe tomarse en cuenta que las líneas de la escala graduada tienen un cierto espesor y lo más apropiado es considerar la posición de las líneas definidas por su parte central. El uso de lupas especiales para termómetros disponibles comercialmente, puede facilitar la lectura de la temperatura sobre la escala graduada.

13.1.2 Durante el transporte de los termómetros, puede ocurrir una ruptura de la columna del líquido en el capilar o aún el paso del gas de relleno hacia el bulbo. Este tipo de problema debe detectarse y eliminarse antes de utilizar el termómetro. Para ello se verifica por inspección visual que no existen burbujas de gas encerradas en el bulbo y que no se detectan rupturas de la columna de líquido en el vástago del termómetro o gotas del líquido adheridas en la parte superior del capilar. Verificar también que el bulbo se encuentra en perfecto estado.

13.1.3 Cuando no se utilizan, los termómetros se conservan en un estuche apropiado en posición vertical y en lugares no sometido a vibraciones o sacudidas como en los cajones que se abren y cierran con frecuencia.

13.1.4 Existe a menudo cierta adherencia del mercurio sobre el vidrio que puede falsear la lectura de temperatura, para evitar este problema, antes de efectuar la lectura, se recomienda dar un golpe ligero con la uña del dedo sobre el vástago del termómetro, cerca de la posición de lectura. Otra forma de evitar este problema consiste en alcanzar el equilibrio de temperatura con un termómetro colocado a una temperatura inicial inferior a la del cuerpo por medir (columna ascendente).

13.1.5 Si se observa adherencia de mercurio dentro del capilar, que forme una capa o que queden gotitas de mercurio que no puedan eliminarse por el procedimiento indicado en el inciso anterior, ello es indicativo de una oxidación del mercurio y el termómetro debe descartarse.

13.1.6 Las lecturas de temperatura deben efectuarse después de que el termómetro esté en equilibrio con la temperatura del medio. En general, se puede considerar que con termómetros de mercurio en vidrio, un tiempo de 1 a 2 minutos después de sumergir el termómetro es generalmente suficiente para efectuar lecturas en condiciones de equilibrio.

13.2 Precauciones y recomendaciones relativas al uso de los termómetros de sensor térmico.

13.2.1 Los sensores de temperatura como termistores, termopares o resistencias tienen generalmente una capacidad térmica menor que la de los termómetros de mercurio y un tiempo de respuesta generalmente rápido. Debe consultarse el manual de operación del fabricante del instrumento utilizado para observar las recomendaciones y cuidados necesarios para efectuar mediciones confiables y exactas.

13.3 Conductividad.

13.3.1 Cuando el agua contenga grandes cantidades de material en suspensión es preferible dejarla sedimentar antes de medir la conductividad con objeto de disminuir la posibilidad de ocluir el electrodo de la celda.

13.3.2 Evitar que las grasas y aceites cubra el electrodo, porque afectan la precisión de la lectura.

13.3.3 Eliminar las burbujas de aire presentes en la celda de medición.

13.3.4 La exposición de muestras a la atmósfera puede causar cambios en la conductividad / resistividad, debido a la pérdida o ganancia de gases disueltos (CO₂ y NH₃). En caso de aguas de bajas concentraciones de materiales disueltos ionizados. El CO₂, normalmente presente en el aire puede drásticamente cambiar la conductividad / resistividad del agua pura. El contacto con aire puede evitarse usando celdas en línea o de flujo continuo.

13.4 pH.

13.4.1 El equipo para la determinación del pH con electrodo combinado proporciona determinaciones confiables de pH en la mayoría de las soluciones acuosas y en general está relativamente libre de interferencias debidas al color, turbidez, materia coloidal, sustancias oxidantes o reductoras.

13.4.2 Deben observarse las recomendaciones de uso y mantenimiento dadas por los fabricantes de los electrodos. Los electrodos nuevos, conservados secos o reactivados deben acondicionarse dejándolos sumergidos en agua o en la solución apropiada recomendada por el fabricante por lo menos durante 24 horas antes de utilizarse.

13.4.3 Una causa frecuente de error en la determinación del pH se debe a inestabilidad o a falta de reproducibilidad en el electrodo de referencia. Para mantener una alta reproducibilidad, debe asegurarse un libre flujo del electrolito de relleno. Los electrodos de deben sumergirse a una profundidad tal que el nivel del líquido de relleno siempre esté arriba del nivel de la solución en la que se sumergen. Cuando sea preciso rellenar un electrodo, debe utilizarse la solución apropiada de misma composición que la del electrodo nuevo.

13.4.4 Si se utiliza un electrodo de referencia de calomel saturado de KCl cuando se efectúan determinaciones de pH en soluciones cuya temperatura varía apreciablemente de una condición a otra, es preciso controlar la saturación permanente de la solución interna del electrodo en cada solución utilizada. Debe dejarse estabilizar el electrodo a la nueva temperatura de la solución durante 5 a 10 minutos antes de efectuar una calibración o una lectura de pH. La transferencia de un electrodo de calomel saturado con KCl, de una solución a otra de menor temperatura, puede provocar la obstrucción de la unión líquida por cristalización de KCl. Este problema se resuelve sumergiendo el electrodo un tiempo suficiente en agua desionizada.

13.4.5 Si se presentan dificultades para realizar la calibración, a través de lecturas inestables o si el tiempo de respuesta del electrodo es exagerado, ello puede ser una indicación de la contaminación del bulbo de vidrio o la obstrucción de la unión líquida del electrodo de referencia por grasas o aceites. En tal caso, lavar el electrodo con una solución de un detergente suave, enjuagarlos con agua y sumergirlos en una solución de ácido clorhídrico (1:9). Finalmente los electrodos se enjuagan con agua.

13.4.6 Las disoluciones de bajo índice de amortiguamiento cuyo pH sea mayor que 5.6 son sensibles al intercambio de gas carbónico con la atmósfera y deben protegerse de la pérdida o disolución de gas carbónico durante las determinaciones. Las soluciones de pH mayor que 9 absorben rápidamente el dióxido de carbono de la atmósfera por lo que no deben exponerse por un largo tiempo.

13.5 Oxígeno disuelto.

13.5.1 Método electrométrico.

13.5.1.1 La entrada de aire por su disolución o absorción dentro de las muestras puede causar medidas erróneas del instrumento.

13.5.1.2 Las pruebas basadas en la difusión de un gas a través de una membrana de difusión están sujetas a errores por la formación de capas como los óxidos de hierro, los cuales impiden la difusión del oxígeno.

13.5.1.3 La hidrazina, aminas, ácido sulfhídrico e hidrógeno, que pasen a través de la membrana causan errores.

13.5.2 Método yodométrico.

Las condiciones que afectan al análisis son:

13.5.2.1 Introducción de burbujas de aire en la muestra.

13.5.2.2 Presencia de sustancias oxidantes o reductoras y materia orgánica.

14 SEGURIDAD

14.1 Seguridad en el campo.

14.1.1 Capacitación.

El personal de campo debe recibir la capacitación necesaria para conocer los riesgos con los que podrá enfrentar, reconocer las situaciones potencialmente peligrosas y tomar las disposiciones necesarias para reducir los riesgos al mínimo.

La capacitación debe incluir los temas de seguridad en el agua, primeros auxilios en el campo, supervivencia en áreas aisladas y técnicas elementales de reparación de vehículos de transporte.

Las oficinas de campo deben mantener una lista actualizada de los cursos sobre seguridad que ofrecen las entidades oficiales o privadas, y un registro de los cursos seguidos por el personal.

Se deben organizar periódicamente cursos de actualización de los conocimientos.

14.1.2 Prácticas generales.

Todos los técnicos deben conocer y cumplir la normatividad los procedimientos de seguridad establecidos.

Se debe dar al personal de campo la información disponible sobre las características de los cuerpos de agua que habrá que estudiar y las previsiones del tiempo para la zona.

Cuando se considere que las condiciones del tiempo o del agua ponen en peligro la seguridad o la salud del personal, o pueden dañar el equipo, no se deberán efectuar actividades de muestreo.

Antes de realizar un muestreo, los equipos de campo deberán dejar en la oficina un programa preciso de muestreo y los itinerarios previstos.

14.2 Medidas de seguridad durante los muestreos.

Antes de realizar la recolección de muestras de agua, se deben conocer las precauciones, elementos y medidas de seguridad necesarios. Ya que la recolección de las muestras en ocasiones se lleva a cabo en sitios contaminados y/o en lugares remotos, lejos de una atención médica inmediata, es importante considerar los siguientes puntos básicos:

Recibir entrenamiento de seguridad a un nivel apropiado para los tipos de compuestos o sustancias que se pueden encontrar.

Nunca salir sólo para realizar las actividades de muestreo.

Determinar la ubicación de un hospital, clínica o médico más cercano.

Contar con una placa o brazalete en donde se indique el tipo de sangre que se tiene y de ser el caso si es alérgico a algún medicamento en especial, o bien si se padece alguna enfermedad tal como diabetes, afección cardíaca, epilepsia, etc.

Se deben recibir las inmunizaciones apropiadas. Se recomienda vacunas contra el tétanos y hepatitis B.

Notificar a la jefatura o departamento al que se pertenece el itinerario y ubicación exacta del sitio de muestreo.

Tomar precauciones contra cazadores, animales venenosos, gases tóxicos e inundaciones, etc.

Llevar una identificación. Además de ser posible llevar un teléfono celular o radio de comunicación.

Cuando se manejan conservadores tales como ácido y bases, siempre se debe usar lentes de seguridad y guantes no contaminados.

Contar con el equipo de seguridad básico:

Botas con suela antiderrapante.

Botiquín de primeros auxilios.

Casco o gorra.

Guantes de látex.

Lentes de seguridad.

Mascarilla contra gases.

Ropa adecuada como overol.

Es responsabilidad del muestreador conocer y observar las reglas generales y particulares de higiene y seguridad aplicables a las operaciones de muestreo y al manejo de equipos, materiales y reactivos químicos especificados en esta norma.

Las disposiciones de seguridad deben estar en consonancia con la naturaleza del lugar de muestreo. El personal de campo debe tener en cuenta:

En puentes de autopistas, se debe dotar de luces de aviso, señales, prendas fluorescentes; señalar las líneas de suspensión de los equipos; fijarse si hay líneas de alta tensión.

En puentes de vías férreas, se debe conocer el horario de trenes, contar con equipo que sea posible desplazar fácilmente.

Al vadear, se debe tener cuidado con las orillas poco seguras, las rocas resbaladizas, las corrientes rápidas; llevar una vara para medir la profundidad, elementos de flotación (por ejemplo chalecos salvavidas); delimitar zonas de seguridad con amarras aseguradas; saber cómo atravesar las arenas movedizas; llevar prendas de recambio para evitar la hipotermia por humedad.

En embarcaciones, se debe cumplir las normas de seguridad para pequeñas embarcaciones; no transitar por rutas de navegación con mucho tránsito; salir siempre acompañados de al menos una persona; contar con fuentes de energía auxiliar, combustible y recambios para casos de emergencia; no sobrecargar la embarcación; llevar elementos de flotación y la ropa necesaria para protegerse del sol y de la hipotermia; evitar los objetos flotantes o sumergidos que arrastran las corrientes.

El personal de campo debe estar capacitado de modo que reconozca cuando una situación es potencialmente peligrosa y sepa reducir sus riesgos al mínimo. Además de los peligros propios del emplazamiento, el agua sometida a muestreo podría contener sustancias químicas y/o biológicas nocivas, por lo que conviene evitar el contacto con la piel.

14.3 Manipulación de sustancias químicas y aparatos.

Los ácidos y las bases se deben almacenar y manipular con cuidado. Se debe portar gafas de seguridad al manipular esas sustancias. En caso de derrame, se deberá limpiar inmediatamente con abundante agua o sustancias neutralizadoras; durante la limpieza se deberá usar guantes y delantal.

Se debe evitar la inhalación de vapores o el contacto directo con piel, ojos y ropa. En caso de contacto con la piel, se debe aplicar abundante agua y se lavará con jabón o una solución neutralizadora.

Si la sustancia ha entrado en los ojos, se deberá lavar inmediatamente con agua, sosteniendo si es preciso, los párpados abiertos. Las heridas oculares deberán recibir tratamiento médico lo antes posible.

A menos que sea absolutamente necesario, se debe evitar el uso del cloruro de mercurio (sublimado corrosivo). Cuando sea utilizado, los técnicos deben conocer los métodos de manipulación y debe recuperar todos los residuos de mercurio.

Se debe elaborar técnicas de trabajo que minimicen los riesgos de electrocución al manipular aparatos eléctricos dentro o cerca del agua. Nunca se debe enchufar directamente un aparato eléctrico a la fuente de energía sin contar con enchufes y conmutadores que se puedan desconectar rápida y fácilmente.

Antes de cada salida, se debe verificar el estado de los aparatos de respiración bajo el agua (scuba) para determinar su confiabilidad.

15 MANEJO DE RESIDUOS

Es responsabilidad del muestreador cumplir con todos los reglamentos federales, estatales y locales referentes al manejo de residuos, particularmente las reglas de identificación, almacenamiento, transporte y eliminación de residuos peligrosos.

En pruebas de campo, después de realizadas las determinaciones, si se ha mezclado el agua muestreada con reactivos, el volumen utilizado se debe identificar, almacenar, transportar y eliminar como residuo peligroso. No se debe transferir agua de un sitio de muestreo a otro, especialmente en el caso de los sistemas costeros; lagunas, esteros y estuarios, o embalses lénticos epicontinentales.

RECOMENDACIONES

Es necesario incluir en cada uno de los incisos a que corresponda en forma precisa y clara los parámetros: bacteriología y toxicología.

16 BIBLIOGRAFÍA

A guide to the collection and submission of samples for laboratory analysis Seventh Editio. Customer Services Unit. Laboratory services Branch. Ontario Ministry of Environment and Energy December 1993

Bernstein, B and J. Zalinski. An Optimum Sampling Design and Power Tests for Environmental Biologists. J. Environ. Management 16:35-43. 1983.

De la Lanza-Espino, G., C. Caceres-Martínez, S. Adame Martínez y S. Hernández Pulido, 1999. Diccionario de Hidrología y Ciencias Afines. UABCS-IBUNAN-Plaza y Valdes; 287 pp.

Environment Canada. Water Quality Branch, Inland Waters Directorate, Ottawa. Sampling for Water Quality. 1983.

Kratochvil, B. Statistical Considerations in Sampling for Chemical Analysis of the Environment. In: Proc. of ACS Symposium: Role of Chemometrics in Pesticide Environmental Residue Analytical Determinations. ACS, Seattie, WA. March, 1983.

Malenthal, E.J. and D. -A. Becker. A Survey on Current Literature on Sampling, Sample Handling, for Environmental Materials and Long Term Storage. Interface 5:49-62.1976.

Ontario Ministry of the Environment. Primary Treatment and Sludge Digestion Workshop. Pollution Control Branch. 1977.

Ontario Ministry of the Environment. Outlines of Analytical Methods. Laboratory Services and Applied Research Branch. 1981.

United States Environmental Protection Agency. Handbook for Sampling and Sample Preservation in Water and Wastewater. U.S. Environ. Monitoring and Support Lab., Cincinnati, Ohio. EPA-600/4-82-029. 1982.

Ontario Ministry of Environment & Energy. Thunder Bay Regional Laboratory Users Manual. June 1992.

Ontario Ministry of Environment & Energy. Dorset Laboratory Sampling Guide.

Ontario Ministry Environment & Energy. Dioxins/Furans Monitoring Network Standard Operating Procedures.

Ontario Ministry of Environment & Energy. Technical and Operating Manual APIOS Deposition Monitoring Program. ISBN 0-7729-8302. January 1987.

Ontario Ministry of Environment & Energy. Technical and Operating Manual Toxic Deposition Monitoring Program Report # ARB 254-89.

Ontario Ministry of Environment & Energy. Volatile Organic Compounds Monitoring Network, Standard Operating Procedures and Technical Manual Report ISBN: 0-7729-6307-X # ARB 224-89.

Ontario Ministry of Environment & Energy. Protocol for the Sampling and Analysis Industrial Municipal Wastewater. ISBN: 0-7729-8970-2. July 1992.

M.H. Marsh, Sampling, Processing and Analytical Protocois for Bulk Chemical Characterization of Soil, Rocks and Uke Material, (Draft for OTR Policy). 1992.

W.A. Telliard, Unked States Environmental Protection Agency; Sampling Procedures and Protocois for the National Sewage Sludge Survey, 1988.

Alberta Environment. Sampling Manual for Pesticide Residues.

Addendum to Handbook for Sampling and Sample Preservation USEPA 14-82-029.

Laurence H. Kefth PhD., Environmental Sampling & Anatysis: A practical Guide, Lewis Publishers.

Ontarlo Ministry of Environment & Energy, Safety Policy Manual, Human Resources Branch.

Occupational Heafth and Safety Act and Regulations for Industrial Establishments, Revised Statues of Ontario, 1993.

ASTM publication, Gaseous Fuels, Coa and Coke; Atmospheric Analysis, Part 26, November, 1980.

Mcliveen, W.D. and D.L McLaughiin. Field Investigation manual: Part 1 General Methodology. Report No. 01 4-3511-93. Phytotoxicology Section, Hazardous Contaminants Branch, Ontario Ministry of Environment and Energy. 97 pp. 1993.

McIveen, W.D. and D.L McLaughlin. Field Investigation Manual: Part 2A Methodology for Phytotoxicologic investigators. Report No. 015-3511-93. Phytotoxicology Section, Hazardous Contaminants Branch, Ontario Ministry of Environment and Energy. Looseleaf. 1993.

Environmental Sampling and Analysis: A Practical Guide Lawrence H. Keith, Ph. D. Lewis Publishers, U.S.A. 1991

Guide d'échantillonnage des fins D'analyses environnementales Gouvernement du Québec, 1994

17 VIGENCIA DE ESTA NORMA

La presente Norma Mexicana entra en vigor 60 días después de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

MÉXICO, D.F. A,

MIGUEL AGUILAR ROMO
DIRECTOR GENERAL DE NORMAS

ANEXOS

Anexo 1

Contaminantes inorgánicos prioritarios

| ELEMENTO | TIPO DE INDUSTRIA GENERADORA |
|----------------|---|
| Ag (Plata) | Electrodepósitos Joyería Industria fotográfica |
| As (Arsénico) | Minería Metalurgia de Pb, Cu, Fe, Zn, Au Combustión a altas temperaturas de carbón y derivados de petróleo Pintura Pesticidas Agentes preservadores de madera Industria farmacéutica |
| Sb (Antimonio) | Acumuladores Aleaciones |
| Hg (Mercurio) | Pinturas Extracción de oro y plata Amalgamas a base de mercurio Producciones de cloro y sosa cáustica Pilas secas Industria farmacéutica |
| Se(Selenio) | Fabricación de acero inoxidable Semiconductores Fotocélulas Producción de Cu y Pb Industria farmacéutica |
| CN (Cianuro) | Extracción de oro Curtidurías Galvanoplastia Industria petrolera Industria papelera. |
| Al (Aluminio) | Fabricación y/o uso de agentes floculantes (tratamiento de aguas) Extracción mineral Materiales de construcción Fundición de metales Industria eléctrica Industria y fabricación de conductores Fabricación de pinturas |
| Ba(Bario) | Extracción del mineral Aleaciones Fabricación de pinturas |
| Be(Berilio) | Extracción del mineral Industria metalúrgica |
| B(Boro) | Extracción del mineral Industria metalúrgica |

| | |
|---------------|--|
| Cd(Cadmio) | Extracción del mineral Fabricación de pilas Procesos de electrodepuestos Fabricación de aleaciones Fabricación de Cu y Ni |
| Cr(Cromo) | Extracción del mineral Fabricación del acero inoxidable Aceites usados Procesos Metalúrgicos Procesos de electrodepuestos Fabricación de agentes preservadores de madera |
| Co(Cobalto) | Extracción del mineral Procesos de electrodepuestos Fabricación de aleaciones |
| Cu(Cobre) | Extracción del mineral Industria eléctrica (fabricación de conductores) Plomería Aleaciones(latón, bronce, etc.) Procesos de electrodepuestos Aceites usados Agentes de conservación de madera Agentes de tratamiento de aguas (Alguicidas) |
| Sn(Estaño) | Extracción del mineral Fabricación de aleaciones Fabricación de pilas secas Procesos de extracción de oro |
| Fe(Fierro) | Extracción del mineral Metalúrgica |
| Mg(Magnesio) | Procesos de aleaciones de Al, Fe, Ni, Ti, Zn, Zr Minas de asbesto Fabricación de pilas secas y húmedas Industria pirotecnia |
| Mn(Manganeso) | Industria del acero Fabricación de pinturas Agentes antidetonantes |
| Mo(Molibdeno) | Procesos de extracción del material Industria de pinturas Industria electrónica |
| Ni(Níquel) | Extracción del mineral Procesos de aleaciones (acero inoxidable y latón) Pilas secas y alcalinas Electrodepósitos Reciclado de metales |
| Pb(Plomo) | Aceites usados Extracción del mineral Fabricación de acumuladores Producción de Cu, Ni, Zn Aleaciones Fabricación de pinturas |
| V(Vanadio) | Fabricación de aceros especiales. |

| | |
|-----------|--|
| Zn (Zinc) | Extracción del mineral Fabricación de aleaciones Fabricación de pilas Extracción de oro |
|-----------|--|

Fuente: Guide D'Échantillonnage à des fins d' analyses environnementales. Cahier 1 Généralités

Anexo 2

Fuentes de contaminantes inorgánicos simples por analizar y su uso.

| ELEMENTO Cación/anión | INDUSTRIA GENERADORA |
|--------------------------|--|
| Nitrógeno amoniacal | Industria de fertilizantes |
| Fluoruros* | Industria de electrodepósitos Industria de producción de acero y Al Industria petrolera Industria cementera Producción de fosfatos |
| Nitritos y Nitratos | Industria de fertilizantes Agropecuaria Acuacultura Combustión de prod. del petróleo Industria de explosivos |

* A excepción de aguas costeras.

Fuente: Guide D'Échantillonnage à des fins d' analyses environnementales. Cahier 1 Généralités

Anexo 3

Contaminantes orgánicos complejos prioritarios

| ELEMENTO | INDUSTRIA GENERADORA |
|---------------------------------------|---|
| BPC Bifenilos policlorados | Fluidos eléctricos Maquinaria hidráulica |
| Comp.Fenolicos | Industria petroquímica Industria papelera y celulosa Fundiciones Conservadores de madera Industria farmacéutica |
| Dioxinas y furanos | Combustión y/o incineración de materia orgánica (basura) Combustión y/o incineración de mat. clorados Calentamiento de mat. orgánicos clorados Calentamiento de mat. orgánicos en presencia de cloro Síntesis de pesticidas clorados Blanqueo de papel Blanqueo de industria textil |
| Aceite y grasa minerales | Toda actividad industrial Industria petrolera Industrias de emp. en latas Industria química Industria Automotriz |
| Aceites y grasa animales | Industria de alimentos Industria lechera Rastros y empacadoras de carne |
| Hidrocarburos aromáticos monociblicos | Ind. Síntesis de estos productos Industria petroquímica Hidrocarburos ligeros solventes Pinturas y barnices Detergentes Explosivos Industria de lavado en seco. |
| Hidrocarburos aromáticos policiclicos | Combustión incompleta de materia orgánica Producción de petróleo |
| Hidrocarburos halogenados | Industria de lavado en seco Pinturas y barnices Lacas Ceras Resinas Alcaloides |

Fuente: Guide D'Échantillonnage à des fins d' analyses environnementales. Cahier 1 Généralités.

Anexo 4

Relación de tipos de muestra, parámetros, contenedores, volúmenes y técnicas de conservación

Parámetros inorgánicos

| PARÁMETROS INORGÁNICOS | TIPO DE MUESTRA * | CONTENEDOR | TÉCNICA DE CONSERVACIÓN | VOLUMEN MÍNIMO REQUERIDO |
|------------------------|-------------------|-----------------|---|--------------------------|
| Aluminio | A, Sd, B | Vidrio/Plástico | *pH 2 (indicar <=>=) | 500 mL |
| Amonio (Nitrógeno) | | | | |
| Antimonio | A, Sd, B | Vidrio/Plástico | *pH 2 | 500 mL |
| Arsénico | A, Sd, B | Vidrio/Plástico | *pH 2 | 500 mL |
| Bario | A, Sd, B | Vidrio/Plástico | *pH 2 | 500 mL |
| Berilio | A, Sd, B | Vidrio/Plástico | *pH 2 | 500 mL |
| Bismuto | A, Sd, B | Vidrio/Plástico | *pH 2 | 500 mL |
| Boro | A, Sd, B | Vidrio/Plástico | *pH 2 | 500 mL |
| Cadmio | A, Sd, B | Vidrio/Plástico | *pH 2 | 500 mL |
| Calcio | A, Sd, B | Vidrio/Plástico | *pH 2 | 100 mL |
| Cianuro | A, Sd, B | Vidrio/Plástico | Enfríe a 4 °C si hay agentes oxidantes presentes añada 5 ml de NaAsO ₂ 0.1 N por L, ajuste a pH 12 con NaOH al 50 %. | 100 mL |
| Cloro total | A, Sd, B | Vidrio/Plástico | *pH 2 | 100 mL |
| Cloruro | A, Sd, B | Vidrio/Plástico | *pH 2 | 100 mL |
| Cobalto | A, Sd, B | Vidrio/Plástico | *pH 2 | 500 mL |
| Cobre | A, Sd, B | Vidrio/Plástico | *pH 2 | 500 mL |
| Cromo (VI) | A, Sd, B | Vidrio/Plástico | *pH 2 | 500 mL |
| Cromo total | A, Sd, B | Vidrio/Plástico | *pH 2 | 500 mL |
| Estroncio | A, Sd, B | Vidrio/Plástico | *pH 2 | 500 mL |
| Fluoruro | A, Sd, B | Vidrio/Plástico | *pH 2 | 100 mL |
| Fósforo reactivo | A, Sd | Vidrio/Plástico | Refrigeración | 100 mL. |
| Fósforo total | A, Sd | Vidrio/Plástico | Refrigeración | 100 mL. |
| Hierro | A, Sd, B | Vidrio/Plástico | *pH 2 | 500 mL |
| Litio | A, Sd, B | Vidrio/Plástico | *pH 2 | 100 mL |
| Magnesio | A, B | Vidrio/Plástico | Ninguna | 100 mL |
| Manganeso | A, Sd, B | Vidrio/Plástico | *pH 2 | 100 ml |
| Mercurio | A, Sd, B | Vidrio | Adicionar 1-2 mL de *HNO ₃ , añadir 10 gotas de solución de K ₂ Cr ₂ O ₇ | 500 ml |
| Molibdeno | A, Sd, B | Vidrio/Plástico | *pH 2 | 500 MI |

| | | | | |
|---------------------|-----------|-----------------|---------------|--------|
| Níquel | A , Sd, B | Vidrio/Plástico | *pH 2 | 500 mL |
| Nitratos | A , Sd | Vidrio/Plástico | Refrigeración | 100 ml |
| Nitratos/Nitritos | A, Sd | Vidrio/Plástico | Refrigeración | 100 mL |
| Nitritos | A, Sd | Vidrio/Plástico | Refrigeración | 100 mL |
| Nitrógeno total | A, Sd | Vidrio/Plástico | Refrigeración | 100 mL |
| Plata | A, Sd, B | Vidrio/Plástico | *pH 2 | 500 mL |
| Plomo | A, Sd, B | Vidrio/Plástico | *pH 2 | 500 mL |
| Potasio | A, Sd, B | Vidrio/Plástico | Ninguna | 50 mL |
| Selenio | A, Sd, B | Vidrio/Plástico | *pH 2 | 500 mL |
| Silicatos reactivos | A | Plástico | Ninguno | 100 mL |
| Sodio | A, Sd, B | Vidrio/Plástico | Ninguno | 50 mL |
| Sulfatos | A, Sd, B | Vidrio/Plástico | Ninguno | 50 mL |
| Vanadio | A, Sd, B | Vidrio/Plástico | *pH 2 | 500 mL |
| Zinc | A, Sd, B | Vidrio/Plástico | *pH 2 | 500 mL |

* El ácido debe ser ultrapuro

Fuente: A guide to the collection and submission of samples for laboratory analysis
Seventh Edition
Customer Services Unit
Laboratory services Branch
Ontario Ministry of Environment and Energy
December 1993

Anexo 5

Relación de tipos de muestra, parámetros, contenedores, volúmenes y técnicas de conservación

Parámetros orgánicos

| PARÁMETROS ORGÁNICOS | TIPO DE MUESTRA * | CONTENEDOR | TÉCNICA DE CONSERVACION | VOLUMEN MÍNIMO REQUERIDO |
|--|-------------------|-----------------|--------------------------------|--------------------------|
| Ácidos extraíbles | Sd | Vidrio | Refrigeración | 1.0 L |
| Bifenilos polibromados | A | Vidrio | Refrigeración | 1.0 L |
| Bifenilos policlorados | A, B, Sd | Vidrio | Refrigeración | 1.0 L (B, Sd 10 g) |
| Carbamatos Insecticidas/Herbicidas | A | Vidrio | Refrigeración | 1.0 L |
| Carbono inorgánico | A | Vidrio/Plástico | Refrigeración | 100 mL |
| Carbono inorgánico disuelto | A, Sd | Vidrio/Plástico | Refrigeración | 100 mL |
| Carbono orgánico disuelto | A, Sd | Vidrio/Plástico | Refrigeración | 100 mL |
| Carbono total | A, Sd | Vidrio/Plástico | Refrigeración | 100 mL |
| Clorofenoxiácidos Herbicidas | A, Sd | Vidrio | Refrigeración | 1.0 L |
| Cloruro de vinilo | A, AR, Sd | | | |
| Compuestos Aromáticos Clorados | A, Sd | Vidrio | Refrigeración | 1.0 L (B, Sd 10 g) |
| Demanda Bioquímica de Oxígeno | A | Vidrio/Plástico | Refrigeración | 500 mL |
| Demanda Química de Oxígeno | A | Vidrio/Plástico | Refrigeración | 50 mL |
| Dioxinas y Furanos | A, Sd B | Vidrio | Refrigeración | 1.0 L |
| Fenil urea | A, Sd | Vidrio | Refrigeración | 1.0 L |
| Fenoles | A | Vidrio | H ₂ SO ₄ | 250 mL |
| Freones | A | Vidrio | Refrigeración | |
| Gases de hidrocarburos | A | Bolsas Tedlar | Refrigeración | |
| Hidrocarburos | A | Vidrio | Refrigeración | 1.0 L |
| Hidrocarburos aromáticos polinucleares | A, B, Sd | Vidrio | Refrigeración | 1.0 L (B, Sd 10 g) |
| Insecticidas organofosforados | A, Sd | Vidrio | Refrigeración | 1.0 L (B, Sd 10 g) |

| | | | | |
|---------------------------|----------|--------|---------------|--------------------|
| Pesticidas organoclorados | A, Sd | Vidrio | Refrigeración | 1.0 L (B, 10 g) |
| Resina y ácidos grasos | A | Vidrio | Refrigeración | 1.0 L |
| Solventes | A | Vidrio | Refrigeración | 1.0 L |
| Taninos y ligninos | A | Vidrio | Refrigeración | 200 mL |
| Trazas de colorantes | A | Vidrio | | 500 |
| Triazina | A, Sd, B | Vidrio | Refrigeración | 1.0 L (B, Sd 10 g) |
| Trihalometanos | A, Sd | Vidrio | Refrigeración | 250 mL |

* Nomenclatura

A - Agua
 B - Biota
 Sd - Sedimentos

Fuente: A guide to the collection and submission of samples for laboratory analysis
 Seventh Edition
 Customer Services Unit
 Laboratory services Branch
 Ontario Ministry of Environment and Energy
 December 1993

ANEXO 6

COMISION NACIONAL DEL AGUA
SUBDIRECCIÓN GENERAL TECNICA
REGISTRO DE CAMPO
(EVALUACIÓN VISUAL DEL AMBIENTE)

Cuerpo de agua _____ Fecha _____ Hora _____
Nombre de la estación _____ No: _____

SIGNOS DE CONTAMINACIÓN (30)

(4) Agua: Ninguno Agua residual Aceite Dcho.sól. Deterg.
 (2) Márgenes: Ninguno Aceite Basura Lixiviado Otros _____
 (5) Formación de burbujas por el sedimento Si No
 (4) Condiciones de reducción Si No
 (2) Medidas de protección del río Ninguna Parcial Total
 (2) Turbiedad: Ninguna Poca Media Alta
 (3) Color: Negro Gris-oscuro Gris Ver-obs. Ver-cla.
 Rojizo Café Ausente Otro _____
 (3) Olor: Ausente Químico - + H₂S - + Otro _____
 (5) Sedimento negro*: Superficial 1 2 3 En el fondo 1 2 3 Ninguno 1 2 3
 Materia orgánica flotante 1 2 3
 Subtotal _____

SUBSTRATO (5)

Raro <25% 1 Intermed. 25-60% 2 Dominante >70% 3
 Grandes rocas 1 2 3 Cant.rod. 1 2 3 Arena 1 2 3 Arcilla 1 2 3
 Roc. pequeñas 1 2 3 Grava 1 2 3 Limo 1 2 3
 Subtotal _____

VEGETACION (25) *

Plantas emergentes 1 2 3 Plantas marginales 1 2 3 Plantas sumergidas 1 2 3
 Plantas suspendidas 1 2 3 Algas filamentosas 1 2 3
 Subtotal _____

FAUNA (25) *

Peces 1 2 3 Gusanos 1 2 3 Pulga de agua 1 2 3
 Insectos 1 2 3 Larvas 1 2 3 Otros _____
 Subtotal _____
 * Raro <25% 1 Intermedio. 25-50% 2 Dominante >60% 3

ACTIVIDADES ANTROPOGENICAS QUE INFLUYEN EN ESTE PUNTO (15)

Urbana Agrícola y pecuaria Industrial Minera Rural Ninguna
 Subtotal _____

Total

MARCO AMBIENTAL

CONDICIONES HIDROLÓGICAS DEL RÍO

Ancho (m): <1 1-2 3-5 6-10 11-20 >20
 Profun. (m): <0.1 0.1-0.5 0.5-1.0 1.0-1.5 1.5-2.0 >2.0
 Vel. est.(m/s): <0.2 0.2-0.4 0.5-0.8 >0.8
 Corriente: Anegada Lenta Turbulenta Muy turbulenta

GERENCIA DE SANEAMIENTO Y CALIDAD DEL AGUA
SUBGERENCIA DE LABORATORIOS Y MONITOREO

COMISION NACIONAL DEL AGUA
SUBDIRECCIÓN GENERAL TECNICA

CONDICIONES FÍSICAS DEL RÍO

- El agua cubre el 100%
por ambas márgenes
- Evidencia del sustrato
por alguna de sus márgenes
- Las márgenes de ambos lados
del río más expuestas
- Poca agua en el cauce
o no hay flujo

CLIMA

- Lluvia Humedo Seco Caluroso Frio Nublado Soleado

SUELO MÁRGENES

- Negro Café obs. Café cla. Rojizo Gris Verdoso Otro _____

PENDIENTES MÁRGENES

-  180° a 160°  150° a 120°  110° a 90°

CARACTERISTICA AMBIENTAL ALEDAÑA AL PUNTO DE MUESTREO

- Vegetación natural Vegetación impactada Otra _____
- Bosque Selva Matorral Pastizal Semiárida Árida

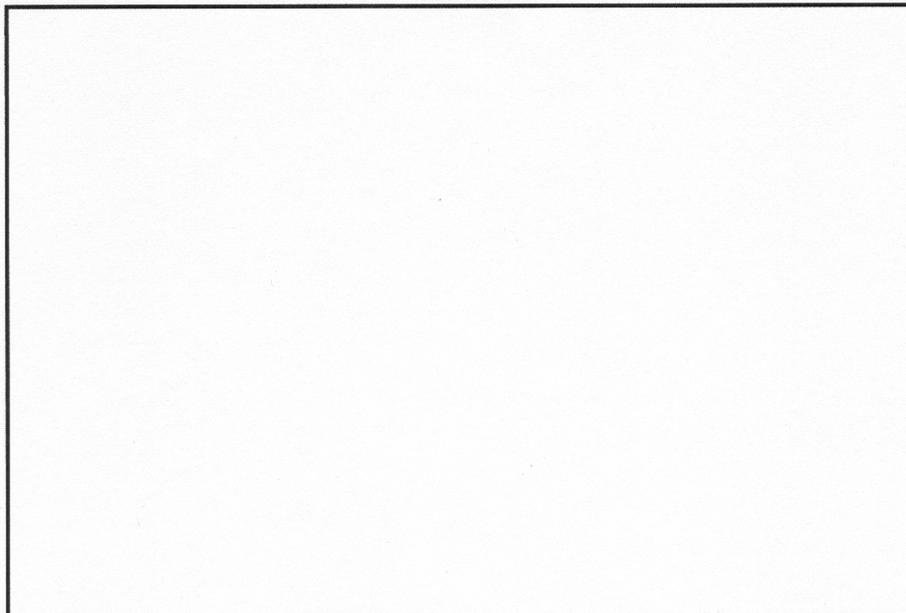
PRINCIPALES USOS DEL CUERPO DE AGUA

- Potable Pesquera Industria Recreat. Navega. Agrícola Pecuaria

Otros comentarios _____ Elaboró _____

_____ Firma _____

CROQUIS



GERENCIA DE SANEAMIENTO Y CALIDAD DEL AGUA
SUBGERENCIA DE LABORATORIOS Y MONITOREO

Fuente: Diseño y elaboración de J.L. Carvajal Pérez.