

1995-06-21

**GESTIÓN AMBIENTAL.
CALIDAD DEL AGUA. MUESTREO. TÉCNICAS
GENERALES DE MUESTREO**



E: ENVIRONMENTAL MANAGEMENT. WATER QUALITY.
SAMPLING. GUIDANCE ON SAMPLING TECHNIQUES.

CORRESPONDENCIA: esta norma es idéntica con la ISO
5667-2

DESCRIPTORES: calidad de agua; agua residual;
muestreo.

I.C.S.: 13.060.01

Editada por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC)
Apartado 14237 Bogotá, D.C. - Tel. 6078888 - Fax 2221435

Prohibida su reproducción

PRÓLOGO

El Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación, **ICONTEC**, es el organismo nacional de normalización, según el Decreto 2269 de 1993.

ICONTEC es una entidad de carácter privado, sin ánimo de lucro, cuya Misión es fundamental para brindar soporte y desarrollo al productor y protección al consumidor. Colabora con el sector gubernamental y apoya al sector privado del país, para lograr ventajas competitivas en los mercados interno y externo.

La representación de todos los sectores involucrados en el proceso de Normalización Técnica está garantizada por los Comités Técnicos y el período de Consulta Pública, este último caracterizado por la participación del público en general.

La NTC-ISO 5667-2 fue ratificada por el Consejo Directivo el 95-06-21.

Esta norma está sujeta a ser actualizada permanentemente con el objeto de que responda en todo momento a las necesidades y exigencias actuales.

A continuación se relacionan las empresas que colaboraron en el estudio de esta norma a través de su participación en el Comité Técnico 000016n Gestión ambiental. Agua

ALPINA S.A.
ANDI. CERVECERÍA UNIÓN
BASF QUÍMICA COLOMBIANA
CARVAJAL
COLINAGRO S.A.
ECOPETROL ICP
EMPRESA DE ENERGÍA DE BOGOTÁ

INEXTRA
INGEOMINAS
INTERCONEXIÓN ELÉCTRICA - ISA
INTERCOR
LEVAPAN S.A.
PROPAL S.A.

ICONTEC cuenta con un Centro de Información que pone a disposición de los interesados normas internacionales, regionales y nacionales.

DIRECCIÓN DE NORMALIZACIÓN

**GESTIÓN AMBIENTAL.
CALIDAD DEL AGUA. MUESTREO.
TÉCNICAS GENERALES DE MUESTREO**

1. OBJETO

Esta norma constituye una guía sobre técnicas de muestreo utilizadas con el fin de obtener los datos necesarios para hacer análisis con propósitos de control de calidad, caracterización de la calidad e identificación de fuentes de contaminación del agua.

No se incluyen instrucciones detalladas para situaciones de muestreo ni procedimientos de muestreo específicos.

2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Las siguientes normas contienen disposiciones que, mediante la referencia dentro de este texto, constituyen la integridad del mismo. En el momento de su publicación eran válidas las ediciones indicadas. Todas las normas están sujetas a actualización; los participantes, mediante acuerdos basados en esta norma, deben investigar la posibilidad de aplicar la última versión de las normas mencionadas a continuación.

ISO 5667-1, Gestión ambiental. Calidad de agua. Directrices para el diseño de programas de muestreo.

ISO 5667-3, Gestión ambiental. Calidad de agua. Directrices para la preservación y manejo de las muestras.

NTC 3650-2: 1994, Calidad del Agua. Vocabulario. Parte 2.

ISO 7828: 1985, Water Quality - Methods of Biological Sampling - Guidance on Handnet Sampling of Aquatic Benthic Macro-invertebrates.

ISO 8265: 1988, Water Quality - Design and use of Quantitative Samplers for Benthic Macro-invertebrates on Stony Substrata in Shallow Freshwaters.

3. DEFINICIONES

Para los propósitos de esta norma se aplican las siguientes definiciones tomadas de la NTC 3650-2.

3.1 Muestra compuesta: dos o más muestras o submuestras, mezcladas en proporciones conocidas apropiadas (bien sea en forma discreta o continua), a partir de las cuales se puede obtener el resultado promedio de una característica deseada. Las proporciones generalmente se basan en mediciones de tiempo o de flujo.

3.2 Muestra instantánea; muestra en el sitio; muestra de cucharón: una muestra discreta tomada aleatoriamente (con relación al tiempo y/o al lugar) en una masa de agua.

3.3 Tomamuestra: un dispositivo utilizado para obtener una muestra de agua, bien sea en forma discreta o continua, para el propósito de examen de diversas características definidas.

3.4 Muestreo: el proceso de sacar una porción, procurando que sea representativa, de una masa de agua con el propósito de examinar diversas características definidas.

4. TIPOS DE MUESTRA

4.1 GENERALIDADES

Es posible que se requieran datos analíticos para indicar la calidad del agua, mediante la determinación de parámetros, tales como las concentraciones de material inorgánico, minerales o productos químicos disueltos, gases disueltos, material orgánico disuelto, y materia suspendida en el agua o en los sedimentos del fondo en una localización y tiempo específicos o en algún intervalo de tiempo específico en una localización particular.

Ciertos parámetros, tales como la concentración de gases disueltos, se deben medir en el sitio, si es posible, para obtener resultados precisos. Conviene anotar que se deben realizar procedimientos de preservación de la muestra en casos apropiados (véase la norma NTC-ISO 5667-3).

Se recomienda utilizar muestras separadas para análisis químico, microbiológico y biológico y una muestra de control para la entidad ambiental, porque los procedimientos y el equipo para la recolección y el manejo son diferentes.

Las técnicas de muestreo variarán de acuerdo con la situación específica. En el numeral 5 se describen los diferentes tipos de muestreo. Para la planificación de los programas de muestreo se debe hacer referencia a la norma NTC-ISO 5667-1.

Es necesario distinguir entre muestreo en aguas lénticas o estancadas, o en aguas lólicas o corrientes y aguas máximas. Las muestras en el sitio (véase el numeral 4.2) y las muestras compuestas (véase el numeral 4.6) son aplicables a tres tipos de agua. El muestreo periódico (véase el numeral 4.3), el muestreo continuo (véase el numeral 4.4) y el muestreo en serie (véase el numeral 4.5), son aplicables a los tipos de aguas mencionadas anteriormente.

4.2 MUESTRAS EN EL SITIO

Las muestras en el sitio son muestras discretas; generalmente se recogen manualmente, pero también se pueden recoger automáticamente, para aguas en la superficie, en profundidades específicas y en el fondo.

Generalmente, cada muestra será representativa de la calidad del agua, únicamente en el tiempo y en el lugar en el cual se toma. El muestreo automático es equivalente a una serie de tales muestras tomadas en un tiempo preseleccionado o con base en el intervalo de flujo.

Las muestras en el sitio son recomendables si el flujo del agua de la cual se han de tomar muestras no es uniforme, si los valores de los parámetros que interesan no son constantes, y si el uso de una muestra compuesta oscurecería las diferencias entre las muestras individuales debido a la reacción entre ellas.

Las muestras en el sitio también se deben considerar en investigaciones de la existencia posible de contaminación, o en indagaciones para indicar su alcance o, en el caso de recolección automática de muestras discretas, para determinar el tiempo del día en que existen contaminantes. Esas muestras también se pueden tomar antes del establecimiento de un programa de muestreo más amplio. Las muestras en el sitio son esenciales cuando el objetivo de un programa de muestreo es estimar si la calidad de determinada agua cumple con límites no relacionados con la calidad promedio.

Se recomienda tomar muestras para la determinación de parámetros inestables en el sitio, tales como la concentración de gases disueltos, cloro residual, sulfuros solubles, pH, conductometría y temperatura.

4.3 MUESTRAS PERIÓDICAS (Discontinuas)

4.3.1 Muestras periódicas tomadas a intervalos de tiempo fijos (dependientes del tiempo)

Estas muestras se toman usando un mecanismo de cronometraje para iniciar y terminar la recolección de agua durante un intervalo de tiempo específico. Un procedimiento común es bombear la muestra en uno o más recipientes durante un período fijo, vertiendo un volumen establecido a cada recipiente.

Nota 1. El parámetro que interesa puede afectar al intervalo de tiempo.

4.3.2 Muestras periódicas tomadas a intervalos de flujo fijos (dependientes del volumen)

Estas muestras se toman cuando las variaciones en los criterios de calidad del agua y la tasa del flujo afluente no están interrelacionadas. Para cada volumen unitario de flujo de líquido, se toma una muestra controlada en forma independiente del tiempo.

4.3.3 Muestras periódicas tomadas a intervalos de flujo fijos (dependiente del flujo)

Estas muestras se toman cuando las variaciones en los criterios de calidad del agua y la tasa del flujo afluente no están interrelacionadas. A intervalos de tiempo constantes, se toman muestras de volúmenes diferentes, siendo el volumen dependiente del flujo.

4.4 MUESTRAS CONTINUAS

4.4.1 Muestras continuas tomadas a velocidades de flujo fijas

Las muestras tomadas mediante esta técnica contienen todos los constituyentes presentes durante un período de muestreo, pero en muchos casos, no suministran información acerca de la variación de las concentraciones de parámetros específicos, durante el período de muestreo.

4.4.2 Muestras continuas tomadas a velocidades de flujo variables

Las muestras proporcionales al flujo recogidas, son representativas de la calidad de la masa de agua. Si tanto el flujo como la composición varían, las muestras proporcionales al flujo pueden

revelar variaciones que quizás no se observen mediante el uso de muestras en el sitio, siempre que las muestras permanezcan discretas y se tome un número suficiente de muestras para distinguir entre los cambios en composición. En consecuencia, este es el método más preciso para tomar muestras de agua corriente, si tanto la velocidad del flujo como la concentración de los contaminantes que interesan varían significativamente.

4.5 MUESTREO EN SERIE

4.5.1 Muestras de perfil profundo

Esta es una serie de muestras de agua tomadas de diversas profundidades en una masa de agua en una localización específica.

4.5.2 Muestras de perfil de área

Esta es una serie de muestras de agua tomadas de una profundidad en particular, de una masa de agua en diversas localizaciones.

4.6 MUESTRAS COMPUESTAS

Las muestras compuestas se pueden obtener manual o automáticamente, en forma independiente del tipo de muestreo (dependiente del flujo, del tiempo, del volumen o de la localización).

Las muestras tomadas en forma continua se pueden reunir para obtener muestras compuestas.

Las muestras compuestas suministran datos promedio de composición. En consecuencia, antes de combinar muestras se debe verificar que se desean esos datos, o que el (los) parámetro(s) que interesa(n) no varía(n) significativamente durante el período de muestreo.

Las muestras compuestas son valiosas en los casos en que el cumplimiento de determinado límite, se basa en la calidad promedio del agua.

4.7 MUESTRAS DE VOLÚMENES GRANDES

Algunos métodos de análisis para ciertos factores determinantes requieren el muestreo de un gran volumen, a saber, de 50 litros a varios metros cúbicos. Esas muestras grandes son necesarias, por ejemplo, al analizar en relación con pesticidas o microorganismos que no se pueden cultivar. La muestra se puede recolectar bien sea de la manera convencional, teniendo gran cuidado para garantizar la limpieza del recipiente o del tanque que contiene la muestra, o pasando un volumen medido a través de un cartucho o filtro absorbente, dependiendo del factor determinante. Por ejemplo, se puede usar un cartucho de intercambio de iones o un cartucho de carbón activado para tomar muestras de algunos pesticidas, mientras que para el criptosporidio es adecuado un filtro de cartucho de polipropileno de diámetro poroso promedio de 1 µm.

Los detalles precisos del último procedimiento dependen del tipo de agua del cual se toman muestras y del factor determinante. Para los suministros sometidos a presión se debe usar una válvula reguladora para controlar el flujo a través del cartucho o del filtro. Para la mayoría de los factores determinantes, se debe colocar una bomba después del filtro o cartucho y del medidor; si el factor determinante es volátil, es necesario colocar la bomba tan cerca como sea posible del origen de la muestra; el medidor sigue colocado después del filtro o cartucho. Cuando se tomen muestras de un agua turbia que contenga sólidos en suspensión que puedan taponar el filtro o el cartucho, o si la cantidad del factor determinante que se requiere para el análisis es mayor que la capacidad del filtro o cartucho más grande disponible, se debe utilizar una serie de filtros o

cartuchos ordenados en paralelo, y usando colectores de entrada y de salida provistos de grifos. Inicialmente, el flujo del muestreo se debe dirigir a través de un filtro o cartucho, sin que los otros reciban el flujo, y cuando la velocidad del flujo disminuya significativamente, entonces el flujo se debe desviar hacia un filtro o cartucho fresco. Si hay peligro de que el filtro o el cartucho se sobrecarguen, entonces se debe conectar un filtro o cartucho nuevo en línea secuencial, antes de que el original se agote; el flujo hacia él se detiene entonces. Cuando se utilice más de un filtro o cartucho, se deben tratar en forma conjunta y se deben considerar como una muestra compuesta. Si el agua desperdiciada procedente de ese régimen de muestreo se devuelve a la masa de agua de la cual se están tomando muestras, entonces es esencial que se retorne a un lugar suficientemente distante del punto de muestreo, de tal modo que no pueda afectar al agua de la cual se estén tomando muestras.

5. TIPOS DE MUESTREO

Hay muchas situaciones de muestreo, algunas de las cuales se pueden satisfacer tomando muestras sencillas en el sitio, mientras que otras pueden requerir equipo complejo para muestreo instrumental.

En la norma ISO 5667-4 se examinan con algún detalle los diversos tipos de muestreo; siempre que sea posible se debe hacer referencia a estas partes de la norma ISO 5667.

6. EQUIPO DE MUESTREO

6.1 MATERIALES

6.1.1 Generalidades

Para situaciones de muestreo específicas, se debe hacer referencia a la norma NTC-ISO 5667-3; las directrices dadas aquí se proponen ayudar en la selección de materiales para aplicación general. Los constituyentes químicos (factores determinantes) en el agua, que se analizan para evaluar la calidad del agua, varían en su concentración desde cantidades de microgramo o cantidades traza, hasta cantidades grandes. Los problemas más frecuentes consisten en la adsorción sobre las paredes del dispositivo de toma de muestra o del recipiente de la muestra; contaminación antes del muestreo, ocasionada por limpieza inadecuada del dispositivo de toma de muestra o del recipiente de la muestra, y contaminación de la muestra por el material constitutivo del dispositivo de toma de muestra o del recipiente de la muestra.

El recipiente de la muestra tiene que preservar la composición de la muestra con respecto a pérdidas debidas a la adsorción y la volatilización, o a la contaminación por sustancias extrañas.

El recipiente de la muestra usado para recolectar y almacenar la muestra se debe elegir después de considerar, por ejemplo, la resistencia a las temperaturas extremas, la resistencia al rompimiento, la facilidad de buen sellado y de reapertura, el tamaño, la forma, la masa, la disponibilidad, el costo, el potencial en relación con limpieza y reutilización, etc.

Se deben tomar precauciones para evitar que las muestras se congelen, especialmente cuando se utilicen recipientes de vidrio para la muestra. Se recomienda el polietileno de alta densidad para determinaciones en el agua de sílice, sodio, alcalinidad total, cloruro, conductancia específica, pH, y dureza. Para materiales sensibles a la luz se debe usar vidrio absorbente de la luz. Para muestras de temperatura y/o presión altas, o cuando se tomen muestras en relación con concentraciones traza de material orgánico, se debe usar acero inoxidable.

Para compuestos químicos orgánicos y especies biológicas son adecuadas las botellas de vidrio, y para los radionúclidos son adecuados los recipientes de plástico. Es importante observar que el equipo de muestreo disponible, a menudo tiene empaques de neopreno y válvulas lubricadas con aceite. Tales materiales no son satisfactorios para las muestras destinadas a análisis orgánico y microbiológico.

Así pues, además de las características físicas deseadas que se describieron antes, los recipientes de la muestra utilizados para recoger y almacenar las muestras se deben seleccionar teniendo en cuenta los siguientes criterios predominantes (especialmente cuando los constituyentes que se deben analizar estén presentes en cantidades traza).

- a) Minimización de la contaminación de la muestra de agua por el material del cual esté hecho el recipiente o su corcho, por ejemplo, lixiviación de constituyentes orgánicos por el vidrio (especialmente vidrio suave) y compuestos orgánicos y metales por plásticos y elastómeros (cubiertas de vinilo plastificadas, camisas de neopreno).
- b) Posibilidad de limpiar y tratar las paredes de los recipientes, para reducir la contaminación de la superficie por constituyentes traza, tales como metales pesados o radionúclidos.
- c) Inactividad química y biológica del material del cual está hecho el recipiente, para evitar o minimizar la reacción entre los constituyentes de la muestra y el recipiente.
- d) Los recipientes de la muestra también pueden ocasionar errores por adsorción de los factores determinantes. Los metales traza son particularmente susceptibles a este efecto, pero otros factores determinantes (por ejemplo detergentes, insecticidas, fosfato) también pueden estar sujetos a error.

Nota. Se recomienda buscar la asesoría detallada del analista, sobre la selección final del recipiente de la muestra y el equipo de muestreo.

6.1.2 Líneas de muestreo

En el muestreo automático generalmente se utilizan líneas de muestreo, para suministrar muestras a analizadores o monitores continuos. Durante el tiempo de residencia, la muestra se puede considerar como almacenada en un recipiente que tiene la composición de la línea de muestreo. Por lo tanto, para los recipientes de la muestra también se aplican las directrices de selección de materiales que para las líneas de muestreo.

6.2 TIPOS DE RECIPIENTE DE LA MUESTRA

6.2.1 Generalidades

En el muestreo convencional para determinar parámetros físicos y químicos de aguas naturales, son adecuadas las botellas de vidrio de polietileno y borosilicato. Se prefieren otros materiales más inertes químicamente, por ejemplo politetrafluoroetileno (PTFE), pero a menudo son demasiado costosos para el uso rutinario. Las tapas de rosca, las botellas de boca estrecha y las de boca ancha deben estar provistas de tapones/tapas de plástico inerte o tapones con base de vidrio (susceptibles de graduar con soluciones alcalinas). Si las muestras se transportan en una

caja hacia un laboratorio para análisis, la tapa de la caja debe estar construida de tal forma que impida que el corcho se afloje, lo cual podría dar como resultado el derramamiento y/o la contaminación de la muestra

Nota. Para realizar la limpieza de los materiales utilizados en los muestreos se recomienda seguir los protocolos que sobre lavado utilizan entidades reconocidas internacionalmente.

6.2.2 Recipientes de muestra especiales

Además de las consideraciones ya mencionadas, el almacenamiento de las muestras que contengan materiales fotosensibles, incluyendo algas, requiere protección contra la exposición a la luz. En tales casos, se recomiendan los recipientes contruidos de materiales opacos o vidrio no actínico, y durante períodos largos de almacenamiento se deben colocar en cajas a prueba de luz. La recolección y el análisis de muestras que contengan gases disueltos o constituyentes que se puedan alterar por la aireación, plantean un problema específico. Las botellas de boca estrecha de demanda bioquímica de oxígeno (BOD) deben estar provistas de tapones de vidrio con punta para minimizar la oclusión de aire, y así requieren disposición especial para el sellado durante el transporte.

6.2.3 Contaminantes orgánicos traza

Las botellas de la muestra deben ser elaboradas de vidrio, pues prácticamente todos los recipientes de plástico impiden el análisis altamente sensible. El cierre debe ser de vidrio o de politetrafluoroetileno.

6.2.4 Recipientes de muestras para examen microbiológico

Los recipientes de muestras para examen microbiológico deben tener capacidad de resistir las temperaturas altas que se presentan durante la esterilización. Durante dicha esterilización o durante el almacenamiento de la muestra, los materiales no deben producir o soltar sustancias químicas que puedan impedir la viabilidad microbiológica, soltar productos químicos tóxicos, o estimular el crecimiento. Las muestras deben permanecer selladas hasta que se abran en el laboratorio, y se deben cubrir para evitar la contaminación.

Las botellas de la muestra deben ser de vidrio o materiales de plástico de buena calidad y deben ser libres de sustancias tóxicas. Para la mayoría de los propósitos de rutina es suficiente una capacidad de aproximadamente 300 ml. Las botellas deben estar provistas de tapones de base de vidrio o tapas roscadas que tengan, si es necesario, empaques de caucho de silicona que resistan la esterilización repetida a 160 °C.

6.3 EQUIPO DE MUESTREO PARA EL ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS

6.3.1 Introducción

El volumen de la muestra recogida debe ser suficiente para los análisis requeridos, y para cualquier análisis repetido. El uso de volúmenes de muestra muy pequeños puede hacer que las muestras recogidas no sean representativas. Además, las muestras pequeñas también pueden incrementar los problemas de adsorción por causa de la relación relativamente pequeña entre el volumen y el área.

Los tomadores de muestras eficaces deben:

- a) Minimizar el tiempo de contacto entre la muestra y el tomador de la muestra.
- b) Usar materiales tales que no se produzca ninguna contaminación de la muestra.
- c) Ser de diseño sencillo para garantizar la limpieza fácil, con superficies suaves y sin perturbaciones del flujo, tales como curvaturas, y con tan pocas tapas y válvulas como sea posible (todos los tomadores de muestras se deben verificar para garantizar que no se introduzca desvío).
- d) Diseñarse después de analizar que el sistema sea adecuado en relación con la muestra de agua requerida (es decir, química, biológica o microbiológica).

Para el muestreo de gases disueltos, se debe hacer referencia al numeral 6.7.

6.3.2 Equipo para muestreo en el sitio

6.3.2.1 Generalidades. Las muestras en el sitio generalmente se toman en forma manual, según las condiciones descritas en el numeral 4.2. El equipo más sencillo para tomar muestras en la superficie es un balde o botella de boca ancha introducida en un cuerpo de agua y sacada después de llenar.

6.3.2.2 Equipo para muestreo en el sitio a profundidades seleccionadas. En la práctica, una botella taponada de peso conocido se sumerge en el cuerpo de agua. A una profundidad preseleccionada, se le quita el tapón a la botella y se llena y se extrae. Es posible que se tengan que considerar los efectos del aire u otros gases, puesto que esto puede modificar el parámetro que se está examinando (por ejemplo, oxígeno disuelto). Existen botellas especiales de muestreo que evitan este problema (por ejemplo botellas a las que se les ha hecho el vacío).

En masas de agua estratificadas, para obtener un perfil vertical de la masa de agua se puede bajar un cilindro graduado de vidrio, plástico o acero inoxidable, abierto en ambos extremos. En el punto de muestreo, el cilindro se tapona en ambos extremos mediante un mecanismo antes de sacarlo a la superficie (botella de agua operada con mensajero).

6.3.2.3 Cucharones o dragas para muestreo de sedimentos. Las muestras de los sedimentos se pueden tomar mediante cucharones o dragas, diseñadas en tal forma que penetren en el sustrato como resultado de su propia masa o apalancamiento. Las características de diseño varían e incluyen modalidades de cierre de mordaza activadas mediante resorte o mediante el peso. También varían en la forma de mordida del sustrato, desde un ángulo cuadrado hasta un ángulo agudo, y en el área y el tamaño de la muestra tomada. Por lo tanto, la naturaleza de la muestra obtenida se afecta mediante factores tales como:

- a) La profundidad de penetración en el sustrato.
- b) El ángulo de cierre de la mordaza.
- c) La eficacia del cierre (capacidad para evitar la obstrucción causada por objetos).
- d) La creación de una onda de "choque" y la pérdida resultante o "lavado" de los constituyentes u organismos en la interface entre el lodo y el agua.
- e) La estabilidad de las muestras en arroyos que se mueven rápidamente.

Al seleccionar dragas es necesario tener en cuenta el hábitat, el movimiento del agua, el área de la muestra, y el equipo de bote disponible.

6.3.2.4 Cubetas autoprensoras. Las cubetas autoprensoras se parecen al equipo similar usado en excavación de tierra. Generalmente se accionan desde un bote, y se pueden bajar en un sitio seleccionado de muestreo para obtener una muestra compuesta relativamente grande. La muestra resultante se define en forma más precisa con respecto a un sitio de muestreo que cuando se usa una draga.

6.3.2.5 Muestreador corazonado. Los muestreadores corazonados se utilizan cuando es de interés la información relacionada con el perfil vertical de un sedimento. Salvo que la muestra obtenida tenga resistencia mecánica, se debe tener cuidado al retirarla del dispositivo de muestreo corazonado (del núcleo), con el fin de preservar su integridad longitudinal.

6.3.3 Equipo de muestreo automático

Se han desarrollado tomadores de muestras instrumentados y, a menudo, altamente automatizados, y se pueden obtener de diversas fuentes comerciales. Aunque la normalización de estos dispositivos no está dentro del ámbito de esta norma, en el anexo A se dan criterios para la selección de equipo adecuado. Es posible que se requiera proteger, enjuagar, calentar, enfriar, etc. el equipo.

Existen dos tipos principales de tomadores automáticos de muestras: dependientes del tiempo y dependientes del volumen; los tomadores de muestras dependientes del tiempo recogen muestras discretas, compuestas o continuas pero pasan por alto las variaciones en el flujo, mientras que los tomadores de muestras dependientes del volumen también recogen estos tipos de muestras y tienen en cuenta las variaciones en el flujo. La selección depende del propósito de la indagación.

Existen además diseños más complejos de tomadores automáticos de muestras, por ejemplo uno que tiene capacidad de distribuir muestras entre botellas de diferentes materiales que contengan diferentes agentes de conservación.

Las sondas instrumentales utilizadas, por ejemplo, para verificar o controlar los flujos de ríos, se pueden usar para activar dispositivos automáticos de muestreo.

En ciertas circunstancias, en particular cuando es necesario tomar muestras de sustancias que existen únicamente en cantidades traza, puede ser necesario tomar muestras de volúmenes de agua muy grandes. Esto se efectúa de manera muy conveniente utilizando un sistema que suministre la concentración del factor determinante en el sitio. Los sistemas de esta clase van desde ciertos tipos de centrífugas, que prevén la recolección continua de microorganismos, hasta aparatos macrorreticulares de resinas y "headspace" para la recolección de microcontaminantes orgánicos.

En condiciones de congelamiento, es particularmente importante garantizar la operación eficiente de los dispositivos de muestreo y del equipo relacionado.

6.4 EQUIPO PARA MUESTREO BIOLÓGICO

6.4.1 Generalidades

Como en el caso del muestreo para análisis físico y químico, algunas determinaciones se pueden efectuar en el sitio; sin embargo, la mayoría de las muestras se devuelven al laboratorio para examen. En el último decenio se han desarrollado varios dispositivos para permitir la observación

manual (mediante una desviación) o automatizada y remota y, la recolección de ciertas especies biológicas o grupos de organismos. Sin embargo, el objeto del muestreo descrito en este numeral trata esencialmente con equipo sencillo que se utiliza en forma convencional.

Para muestras biológicas es esencial una botella de boca ancha, e idealmente el diámetro de la boca debe ser casi igual al del recipiente mismo. La botella se debe elaborar de plástico o vidrio.

6.4.2 Plancton

6.4.2.1 Fitoplancton. Las técnicas y el equipo utilizados son similares a los descritos para tomar muestras en el sitio, con el propósito de detectar productos químicos en el agua. Para la mayoría de las investigaciones limnológicas, es recomendable una botella cuya capacidad sea de 0,5 litro a 2 litros; sin embargo, se deben considerar los requisitos analíticos (véase el numeral 6.1). Para destapar la botella a la profundidad de muestreo deseada y para volverla a sellar posteriormente, se requiere un dispositivo (Véase el numeral 6.3.2.2).

6.4.2.2 Zooplancton. Para este grupo se recomiendan muestras grandes (hasta de 10 litros). Además, para la botella de agua operada con mensajero (véase el numeral 6.3.2.2), se recomienda una red medida de nilón para el plancton. Se utilizan tamaños de red diferentes, dependiendo de la especie por examinar.

6.4.3 Bentos

6.4.3.1 Perifitón. Para el muestreo cuantitativo se recomienda una platina estándar de vidrio para microscopio (cuyas dimensiones sean 25 mm x 75 mm). Para la platina se requieren dos tipos de montaje de la base, para dos situaciones acuáticas diferentes.

En pequeños arroyos poco profundos o en áreas litorales de lagos en donde no hay problema de turbidez, las platinas se deben fijar en un soporte anclado al fondo. En ríos o lagos grandes, en donde hay problema de turbidez, las platinas se deben colgar de un soporte de plástico claro que flote en la superficie.

Antes de retirar las platinas, éstas se deben exponer al agua durante al menos 2 semanas. Si se requieren resultados directos (es decir, del hábitat natural), el perifitón se tiene que raspar del sustrato natural.

6.4.3.2 Macrófitos. Para el muestreo cualitativo, el equipo de muestreo varía de acuerdo con la situación específica, dependiendo de la profundidad del agua. En aguas poco profundas será suficiente un soporte de jardín. En aguas más profundas, se puede utilizar una draga; sin embargo, se debe considerar la exploración mediante buceo, utilizando aparato autónomo de respiración subacuática (escafandra), aunque cumpliendo regulaciones de seguridad adecuadas.

Para muestreo cuantitativo se pueden aplicar técnicas similares, excepto que se delimitan las áreas de las cuales se van a tomar muestras y se miden los macrófitos, o se evalúan de otro modo, para determinar el grado o la rapidez de crecimiento o la masa por unidad de área.

6.4.3.3 Macroinvertebrados. Al efectuar estudios comparativos de los macrobentos, se debe tener cuidado de observar el efecto de las diferencias en el hábitat físico entre las diversas estaciones de muestreo seleccionadas. Sin embargo, debido a la gran variedad de técnicas y equipo de muestreo disponibles, los tipos de hábitat por estudiar son relativamente no restringidos. El tipo específico de tomador de muestra por utilizar dependerá de muchos parámetros: profundidad del agua, flujo de la corriente, propiedades físicas y químicas del sustrato, etc.

Para información adicional, se debe consultar la norma ISO 7828 relacionada con muestreo mediante red, y la norma ISO 8265 relacionada con muestreo cuantitativo de sustratos pedregosos en corrientes de agua dulce poco profundas.

6.4.4 Peces

Los peces se pueden recoger en forma activa o pasiva, dependiendo del hábitat y del propósito del muestreo. En arroyos y ríos pequeños hasta de 2 m de profundidad, la pesca eléctrica utilizando corriente continua suave, corriente continua en impulsos o campos de corriente alterna es generalmente la técnica activa más útil. En algunos ríos más anchos las muestras se pueden tomar usando conjuntos de aparejos múltiples. En ríos grandes y de movimiento lento y en aguas quietas, son preferibles las técnicas mediante red. En los casos en que el agua no tenga obstrucciones, se recomiendan las redes de pesca activa (jábega y redes barrederas). En los casos en que haya obstrucciones o maleza se recomiendan las redes de pesca pasiva (redes para agallas y trasmallo o redes de catanga y otras trampas). Las trampas especiales construidas en encañizadas o represas son particularmente útiles para peces migratorios.

Las técnicas de muestreo de peces están limitadas por la selectividad del aparejo (tales como el tamaño del tejido de la red, las características del campo eléctrico), el comportamiento del pez, las restricciones legales sobre el uso de aparejos eléctricos de pesca, y si se requieren muestras de peces vivos o muertos. Así pues, antes de decidir sobre la técnica final de muestreo, se deben tener en cuenta esos factores.

Nota. En posteriores Normas Técnicas Colombianas se tratará con mayor profundidad el tema de "Muestreo para la evaluación de los aspectos biológicos".

6.5 EQUIPO DE MUESTREO PARA LAS CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS

Para la mayoría de las muestras son adecuadas las botellas esterilizadas de vidrio o de plástico (Véase el numeral 6.2.4). Para recolectar muestras muy por debajo de la superficie del agua, por ejemplo en lagos y depósitos, existen diversos dispositivos de muestreo en lo profundo y los tomadores de muestras en el sitio, que se describen en el numeral 6.3.2.2.

Todos los aparatos utilizados, incluyendo las bombas y el equipo de bombeo, tienen que estar libres de contaminación (por ejemplo mediante enjuague) y no deben introducir nuevos microorganismos.

6.6 EQUIPO DE MUESTREO PARA LAS CARACTERÍSTICAS DE RADIATIVIDAD

Dependiendo del objetivo y de las regulaciones legales nacionales, en la obtención de muestras destinadas a la medición de la radiactividad, generalmente son aplicables la mayoría de las técnicas y del equipo de muestreo disponibles para tomar muestras de aguas y de aguas residuales en cuanto a los constituyentes químicos.

Las muestras se deben recoger en botellas de plástico limpiadas previamente con detergente, y enjuagadas con agua y ácido nítrico diluido. (Se recomienda seguir los protocolos que sobre el lavado de este tipo de materiales utilizan entidades reconocidas internacionalmente)

6.7 EQUIPO PARA MUESTREO DE GASES DISUELTOS (Y MATERIALES VOLÁTILES)

Las muestras adecuadas para las determinaciones precisas de gases disueltos, únicamente se deben obtener con equipo que recoja una muestra mediante desplazamiento de agua, y no de aire, respecto del tomador de muestra.

Si para la recolección de muestras de gases disueltos se utilizan sistemas de bombeo, es esencial bombear el agua en tal forma que la presión aplicada a ella no disminuya significativamente por debajo de la presión atmosférica. La muestra se debe bombear directamente en la botella de almacenamiento o de análisis, y la cual se debe enjuagar mediante una cantidad igual por lo menos a 3 veces su volumen antes de iniciar el análisis o taponar la botella.

Si son aceptables resultados aproximados, las muestras para determinaciones de oxígeno disuelto se pueden recoger utilizando una botella o un balde. El error introducido en estas determinaciones por el contacto entre la muestra y el aire, varía con el grado de saturación del gas en el agua.

En caso de que las muestras se recojan en una botella a partir de un grifo o una salida de bomba, se recomienda usar un tubo inerte flexible que suministre el líquido al fondo de la botella, para garantizar que el líquido se desplace desde el fondo de la botella y que ocurra una mínima aireación.

La recolección de muestras para análisis del oxígeno disuelto a partir de masas de agua cubiertas de hielo, se debe efectuar con gran cuidado, para evitar la contaminación de las muestras por el aire.

7. IDENTIFICACIÓN Y REGISTROS

7.1 GENERALIDADES

La fuente de la muestra y las condiciones en las cuales se recolecta, se deben registrar y anexar a la botella inmediatamente después de que se llene. Un análisis del agua es de valor limitado si no está acompañado por información detallada acerca de la muestra.

Los resultados de cualquier análisis en el sitio que se haya efectuado, se deben incluir en un informe junto con la muestra. Las etiquetas y los formularios siempre se deben llenar al momento de la recolección de la muestra.

7.2 INFORMES

En el informe del muestreo se debe incluir al menos la siguiente información:

- a) Localización (y nombre) del sitio del muestreo, con las coordenadas y cualquier otra información del lugar, que sea pertinente.
- b) Detalles del punto de muestreo.
- c) Fecha de la recolección.
- d) Método de la recolección.

- e) Tiempo de la recolección.
- f) Nombre del recolector.
- g) Condiciones climáticas.
- h) Naturaleza del tratamiento previo.
- i) Preservativo o estabilizador agregado.
- j) Datos recogidos en el campo.

8. DOCUMENTO DE REFERENCIA

Esta norma es idéntica a la International Organization of Normalization Water Quality. Sampling. Part 2. Técnicas generales de muestreo. (ISO 5667-2)

Anexo (Normativo)**Características deseables del equipo de muestreo automático**

Los siguientes puntos se dan para orientación en el diseño o la selección del equipo de muestreo automático o para los componentes de los sistemas de muestreo. El usuario debe determinar la importancia relativa de cada característica, al establecer los requisitos para una aplicación específica del muestreo.

- a) Construcción sólida y mínimo número de componentes funcionales (especialmente eléctricos).
- b) Número mínimo de partes expuestas o sumergidas en el agua.
- c) Resistente a la corrosión y al agua.
- d) De diseño relativamente sencillo y de fácil mantenimiento y de operación.
- e) Capacidad para limpiar los recipientes de la muestra y los conductos de suministro, para recibir una muestra "fresca"
- f) Sin atascamiento ocasionado por sólidos. Por ejemplo, un tubo flexible de muestreo se dirige hacia arriba a un ángulo, de tal modo que cuando la cabeza del muestreo se comienza a atascar, se inclina hacia abajo, hasta que se elimina el bloqueo mediante el flujo que pasa por la cabeza.
- g) Precisión del volumen suministrado.
- h) Suministro de buena correlación de los datos analíticos con las muestras obtenidas manualmente.
- i) Recipiente de la muestra que se pueda quitar, limpiar y reensamblar fácilmente.
- j) Cuando se recojan separadamente, las muestras discretas deben tener un volumen mínimo de 0,5 litros. Todas las muestras se deben almacenar en la sombra, y para muestras sensibles a la temperatura/tiempo, el tomador de la muestra debe prever el almacenamiento de la muestra a 4 °C, durante un período de al menos 24 h en temperaturas ambientes de hasta 40 °C.
- k) En el caso de tomadores de muestras portátiles: totalmente cerrados, de peso ligero, con posibilidad de ser asegurados firmemente, resistentes al clima inclemente, y con posibilidad de funcionar en un intervalo amplio de condiciones ambientales.
- l) Con capacidad de muestreo proporcional al flujo y/o compuesto en el tiempo.
- m) Velocidad de toma de líquido ajustable, para evitar la separación de fase, según sea necesario.

- n) Una base de toma de líquido con diámetro interno mínimo de 12 mm y un tamiz simplificado para evitar el atascamiento y la acumulación de sólidos.
- o) Capacidad de dispersar partes alícuotas repetidas en botellas discretas.
- p) Para muestreo en el campo, capacidad de operación mediante corriente alterna/corriente continua; deseable potencia de corriente continua para suministrar muestras de 1 h durante una operación de 120 h. Si se tiene que prever la seguridad de protección contra explosión, se debe utilizar el suministro neumático y los elementos de control.