



# Resolución Directoral

Lima, 11 de SETIEMBRE del 2007

Vista la propuesta de la Dirección de Ecología y Protección del Ambiente relacionada al **PROTOCOLO DE MONITOREO DE LA CALIDAD SANITARIA DE LOS RECURSOS HIDRICOS SUPERFICIALES** para su aprobación ;

### CONSIDERANDO:

Que, de acuerdo al artículo 22° de la Ley General de Aguas - Decreto Ley N° 17752, así como a los artículos 68°, 69° y 78° del reglamento de la referida ley, aprobado por Decreto Supremo N° 261-69-AP, la Dirección General de Salud Ambiental, como Autoridad Sanitaria, es competente entre otros, para la preservación y vigilancia de la calidad de los recursos hídricos del país, la cual se ejecuta a través del **PROGRAMA NACIONAL DE VIGILANCIA SANITARIA DE LA CALIDAD DE LOS RECURSOS HIDRICOS** a cargo de la Dirección de Ecología y Protección del Ambiente- DEPA, el mismo que se desarrolla dentro del marco normativo para el desarrollo equilibrado y sostenible, a fin de proteger la salud humana y el ambiente;

Que, para la ejecución del mencionado protocolo, se requiere aprobar un instrumento técnico de gestión que permita implementar los procedimientos, metodologías y parámetros de medición en campo, parámetros determinados en laboratorio: físicos, iones principales, metales y parámetros de agentes microbiológicos y sustancias orgánicas, que deben cumplir aquellas instituciones públicas y privadas que implementen acciones de vigilancia de las aguas del país, en función a la actividades antropogénicas y fuentes contaminantes, que servirán para comparar con los valores límites establecidos en el artículo 82° del reglamento de la Ley General de Aguas y de acuerdo a la clasificación de los recursos hídricos estipulada en el artículo 81° del mencionado reglamento;

Que, de acuerdo a lo establecido en el artículo 105° de la Ley General de Salud - Ley N° 26842, corresponde a la Autoridad de Salud dictar las medidas necesarias para minimizar y controlar los riesgos para la salud de las personas, disposición concordante con el artículo 50° del Reglamento de Organización y Funciones del Ministerio de Salud, aprobado por Decreto Supremo N° 023-2005-SA, que establece entre otras funciones, que corresponde a la Dirección de Ecología y Protección del Ambiente- DEPA, la vigilancia sanitaria de los recursos agua, aire y suelo para identificar los riesgos a la salud humana, y supervisar el cumplimiento de las normas y reglamentos sanitarios, en los aspectos de ecología y protección del ambiente en



coordinación con las Direcciones de Salud, los órganos del Sector Salud y otros Sectores relacionados a esta actividad;

Estando a lo propuesto y de conformidad con la Ley N°27657- Ley del Ministerio de Salud y su reglamento aprobados por Decreto Supremo N° 013-2002-SA, Decreto Ley N° 17752 , Ley N° 26842 y Decreto Supremo N° 023-2005-SA;

**SE RESUELVE:**

1° **APROBAR** el **PROTOCOLO DE MONITOREO DE LA CALIDAD SANITARIA DE LOS RECURSOS HIDRICOS SUPERFICIALES** y sus **ANEXOS I, II, III y IV** que contiene los Parámetros Establecidos en el Monitoreo, la Ubicación de Puntos de Muestreo y Registros de Campo, la Medición de Caudales, la Frecuencia de Monitoreo y Pautas del Muestreo, Preservación, Conservación y Envío de las Muestras al Laboratorio de Análisis, que forman parte de la presente Resolución Directoral.

2° El presente Protocolo será de cumplimiento para todas aquellas personas jurídicas que implementen la vigilancia de la calidad sanitaria de las aguas en el territorio nacional, como requisito para la validez de sus observaciones ante la Autoridad Sanitaria.

3° La Autoridad Sanitaria podrá revisar periódicamente el Protocolo de Monitoreo, de oficio o a solicitud de otras instituciones, a fin de aplicar nuevos criterios basados en estudios de investigación.

4° Disponer la publicación del Protocolo de Monitoreo de la Calidad Sanitaria de los Recursos Hídricos Superficiales en el Diario Oficial "El Peruano" y en la Página Web de la Dirección General de Salud Ambiental ([www.digesa.minsa.gob.pe](http://www.digesa.minsa.gob.pe)).

Regístrese y comuníquese



MINISTERIO DE SALUD  
Dirección General de Salud Ambiental  
DIGESA  
*[Firma]*  
Dra. FABIO A. M. CAJURRO VILLARAN  
Directora General



**MINISTERIO DE SALUD**  
**Dirección General de Salud Ambiental**  
**“DIGESA”**

# **PROTOCOLO DE MONITOREO DE LA CALIDAD SANITARIA DE LOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIALES**

**DIRECCIÓN DE ECOLOGÍA Y PROTECCIÓN DEL AMBIENTE**  
**ÁREA DE PROTECCIÓN DE LOS RECURSOS HÍDRICOS**



**Lima, 2007**

**APROBADO POR:**

Dra. María del Carmen Gastañaga Ruiz  
**Directora General de Salud Ambiental**

Ing. Segundo Fausto Roncal Vergara  
**Dirección de Ecología y Protección del Ambiente**

**ELABORADO POR:**

**Área de Protección de los Recursos Hídricos**

Ing. Amarildo Fernández Estela  
Ing. Flor de María Huamaní Alfaro  
Bach. Ing. Jaime Rojas Ramos  
Sr. Isaac Lavado Baldeón

**Dirección de Laboratorio**

Ing. Leopoldo Goetendía Lacma  
Quim. Cristina Toro Vilchez  
Quim. Sixto Guevara Vásquez  
Blga. Ivonne Loayza Ramos  
Blgo. Rafael Huapaya Porras

## 1. INTRODUCCION

El Ministerio de Salud, a través de la **Dirección General de Salud Ambiental – DIGESA**, en calidad de **Autoridad Sanitaria** y en cumplimiento al mandato establecido por el **Decreto Ley N° 17752 “Ley General de Aguas”**, como responsable de la preservación, monitoreo y control de la Calidad Sanitaria de los Recursos Hídricos, viene ejecutando desde el año 1999 el **Programa Nacional de Vigilancia de la Calidad de los Recursos Hídricos**, cuyo objetivo fundamental es la preservación sanitaria y ambiental de la calidad de los recursos hídricos a fin de lograr la salud de la población, asegurar la calidad de las aguas en beneficio de las actividades productivas y mantener el equilibrio ecológico en los hábitat acuáticos.

El Monitoreo de la calidad sanitaria de los Recursos Hídricos se ejecuta a través de la Red de Vigilancia conformada por la DIGESA y las Direcciones Ejecutivas de Salud Ambiental (DESA's) del país quienes se encargan de la parte operativa llevando a cabo el cumplimiento del **“Protocolo de Monitoreo de la Calidad Sanitaria de Recursos Hídricos Superficiales”**, priorizando el uso del recurso a monitorear (fuente de abastecimiento de población; preservación de recurso hídrico de impactos potenciales; la actividad industrial y/o antropogénica), la misma que deberá ser detallada en forma concreta y sustentada.

El presente documento establece los criterios fundamentales para el desarrollo de los monitoreos considerando las pautas para identificar los parámetros, las estaciones de muestreo, procedimientos de toma de muestras, preservación, conservación, envío de muestras y documentos necesarios. Asimismo, permitirá incorporar el aseguramiento y control de calidad del monitoreo.

## 2. OBJETIVO

El presente Protocolo tiene como objetivo establecer procedimientos utilizados en la ejecución del Programa Nacional de Vigilancia de la Calidad de los Recursos Hídricos de la Autoridad Sanitaria – DIGESA para evaluar la calidad sanitaria. Asimismo, servirá de Instrumento Oficial de trabajo para el usuario en general.

## 3. PARÁMETROS ESTABLECIDOS EN EL MONITOREO

Los parámetros se seleccionaran en función a las actividades antropogénicas, fuentes contaminantes y teniendo en cuenta la Clasificación de los Recursos Hídricos del País.

### 3.1 Parámetros de medición en campo

pH, Temperatura, Conductividad, Oxígeno Disuelto.

### 3.2 Parámetros determinados en laboratorio

- ✓ Físicos: Turbiedad, Sólidos totales y sólidos suspendidos.
- ✓ Iones principales: (Nitratos, Sulfato, Fosfatos, cianuro WAD y Libre, cloruros, nitritos, dureza total y cálcica, alcalinidad).
- ✓ Metales (Ba, Cd, Cr, Pb, Zn, Mn, Fe, Cu Hg y As).

### 3.3 Parámetros Biológicos

- ✓ Coliformes Totales.
- ✓ Coliformes Termotolerantes.
- ✓ Fitoplancton.
- ✓ Perifiton
- ✓ Parásitos

### 3.4 Parámetros Orgánicos (dependerá de las actividades y usos que tenga el cuerpo de agua)

- ✓ Aceites y grasas.
- ✓ Hidrocarburos totales de petróleo
- ✓ DBO<sub>5</sub>

A partir de estos parámetros se establecerán los indicadores que permitirán vigilar de manera permanente las variaciones de la calidad del agua, tanto en los aspectos sanitarios como ecológicos, permitiendo así tomar las acciones de control que se requieran.

## 4. UBICACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO Y REGISTRO DE DATOS DE CAMPO

Antes de aplicar el presente protocolo el personal de salud ambiental deberá realizar la caracterización general y detallada de la cuenca en evaluación, lo cual requiere una descripción de la cuenca, subcuenca o recurso hídrico a monitorear, describiendo las principales actividades que se desarrollan en torno a dicho recurso, no olvidando de remarcar prioritariamente si este sirve como fuente de abastecimiento para consumo humano de poblaciones (uso doméstico), en cuyo caso deberá localizar obligatoriamente un punto de muestreo en la toma o captación de agua, detallando la población servida.

### 4.1. Ubicación del punto de muestreo.

La ubicación de los puntos de muestreo deberán cumplir los siguientes criterios:

**4.1.1. Identificación:** El punto de muestreo, debe ser identificado y reconocido claramente, de manera que permita su ubicación exacta en muestreos futuros. De preferencia, en la determinación de la ubicación se utilizará el Sistema de Posicionamiento Satelital (GPS), el mismo que se registrará en coordenadas UTM y en el sistema WGS84.

**4.1.2. Accesibilidad:** Que permita un rápido y seguro acceso al lugar establecido para tomar la muestra.

**4.1.3. Representatividad:** Evitar zonas de embalse o turbulencias no característicos del cuerpo de agua, a menos que sean el objeto de la evaluación. Elija un punto en donde el río esté lo más regular, accesible y uniforme en profundidad. Es importante considerar la referencia para la ubicación de un punto de monitoreo pudiendo ser un puente, roca grande, árbol, kilometraje vial y localidad. Además ubicar el punto de muestreo cerca de una estación de aforo para que se pueda tomar simultáneamente datos sobre el flujo.



Como mínimo, debe ubicarse dos puntos de muestreo, aguas arriba y otra agua abajo en el cuerpo de agua receptor (tomando como referencia la descarga de un efluente líquido). Estos puntos permitirán determinar:

- La calidad del recurso hídrico en el punto referencial aguas arriba.
- Si la descarga de efluentes líquidos de las actividades productivas contribuyen a la contaminación de los cuerpos receptores y,
- En qué nivel están afectando los contaminantes a los cuerpos receptores.

El punto de muestreo aguas arriba estará ubicado lo suficientemente distante para asegurarse que no exista influencia de la descarga de un efluente líquido, pero aguas abajo de cualquier descarga que pudiera influir en las características de calidad del agua.

La ubicación del punto de muestreo aguas abajo debe estar en el punto en el que la descarga se haya mezclado completamente con el agua receptora dependiendo del caudal de la misma (Ejm. 100 m aguas abajo aprox.).

Todos los puntos de muestreo deben estar georeferenciados para plasmarlos en mapas, de manera que se pueda retornar a ellos con facilidad. Debe fotografiarse el lugar y tomar nota de alguna característica geográfica permanente. De ser posible, debe colocarse un hito en la orilla.

#### **4.2. Medición de Caudales**

El caudal de un río y/o quebrada es la cantidad, o volumen, de agua que pasa por una sección determinada en un tiempo dado. El caudal, pues, está en función de la sección (metros cuadrados) a atravesar por la velocidad a la que atravesase la sección metros/segundo. Se expresa en litros o metros cúbicos por segundo (l/seg o m<sup>3</sup>/seg). El problema es determinar la velocidad, ya que es variable para cada punto del cauce, y aunque se pueden usar métodos de aproximación lo normal es considerar los datos ofrecidos por las estaciones de aforo instaladas.

Para la medición de caudales del agua existen varios métodos, siendo los mas utilizados el método del correntómetro y el método del flotador:

##### **a) Método del Correntómetro.**

En este método la velocidad del agua se mide por medio de un instrumento llamado correntómetro que mide la velocidad en un punto dado de la masa de agua.

Existen varios tipos de correntómetros, siendo los mas empleados los de hélice de los cuales hay de varios tamaños; cuando más grandes sean los caudales o más altas sean las velocidades, mayor debe ser el tamaño del aparato.

Cada correntómetro debe tener un certificado de calibración en el que figura la formula para calcular la velocidad sabiendo el numero de vueltas o revoluciones de la hélice por segundo. Estos correntómetros se calibran en laboratorios de hidráulica: una formula de calibración es la siguiente:

$$v = a n + b$$

Donde:

V es la velocidad del agua, en m / s  
n es el número de vueltas de la hélice por segundo.  
a es el paso real de la hélice en metros.  
b es la llamada velocidad de frotamiento en m / s

Como el Correntómetro mide la velocidad en un punto, para obtener la velocidad media de un curso de agua se deben en ciertos casos, medir la velocidad en dos, tres o más puntos, a diversas profundidades a lo largo de una vertical y a partir de la superficie del agua.

Las profundidades en las cuales se mide las velocidades con el correntómetro en función de la altura del tirante de agua d.

<u>Tirante de agua ( d )</u>	<u>Profundidad de lectura del Correntometro</u>
Cm	Cm
< 15	d / 2
15 < d < 45	0,6 d
> 45	0,2 d y 0.8 d o 0.2 d, 0.6 d y 0.8 d

Conocidas las profundidades se calcula el área de la sección transversal, la que se utilizara para el cálculo del caudal

Donde:

**V:** Velocidad determinada con el correntómetro

**A:** Área de la sección transversal

$$Q = v \times A$$

#### b) Método del Flotador

El método del flotador se utiliza cuando no se tiene equipos de medición y para este fin se tiene que conocer el área de la sección y la velocidad del agua, para medir la velocidad se utiliza un flotador con el se mide la velocidad del agua de la superficie, pudiendo utilizarse como flotador cualquier cuerpo pequeño que flote: como un corcho, un pedacito de madera, una botellita lastrada, Este método se emplea en los siguientes casos:

- ✓ A falta de correntómetro.
- ✓ Excesiva velocidad del agua que dificulta el uso del correnmetro.
- ✓ Presencia frecuente de cuerpos extraños en el curso del agua, que dificulta el uso del correntómetro.
- ✓ Cuando pelagra la vida del que efectúa el aforo.
- ✓ Cuando pelagra la integridad del correntómetro.

El calculo consiste en

$$Q = A \times v$$

$$v = e / t$$

**v:** es la velocidad en m / s

**e:** espacio recorrido en m del flotador

**t :** tiempo en segundos del recorrido **e** por el flotador

**A:** Área de la sección transversal

**Q:** Caudal

#### c) Método usando dispositivos especiales tales como: vertederos y canaletas (parshall, trapezoidal, sin cuello, orificio, etc.).

Para la medición de caudales también se utilizan algunas estructuras intencionalmente construidas, llamadas medidores. Las estructuras que actualmente se usan se basan en los dispositivos hidráulicos son: Orificio, vertedero y sección crítica.

### **Orificio.**

La ecuación general del orificio es

$$Q=CA (2gh)^{1/2}$$

donde:

Q = Caudal  
C = Coeficiente.  
A = Área  
G = gravedad  
h = tirante de agua

### **Vertedero:**

Pueden ser de descarga libre o ahogada, de cresta delgada o ancha.

La ecuación general de los vertederos es:

$$Q = K L H^N$$

donde:

Q = Caudal,  
K, N = coeficiente;  
L = Longitud de cresta  
H = tirante de agua

### **Sección Crítica:**

Es el paso de una sección estrecha hacia una más amplia provocando un cambio del régimen, donde es posible establecer la relación tirante-gasto.

La ecuación general utilizada es:

$$Q = K b H^N$$

donde:

Q = caudal  
K, N = coeficientes;  
B = ancho de garganta;  
H = tirante.

### **d) Método Volumétrico.**

Se emplea por lo general para caudales muy pequeños y se requiere de un recipiente para coleccionar el agua. El caudal resulta de dividir el volumen de agua que se recoge en el recipiente entre el tiempo que transcurre en coleccionar dicho volumen.

$$Q = V / T$$

donde:

Q Caudal m<sup>3</sup> /s  
V Volumen en m<sup>3</sup>  
T Tiempo en segundos

#### 4.3. Registro de datos de campo.

**Ficha de registro de campo:** Utilizada en el monitoreo y que debe acompañar al Informe Técnico que elabore el profesional que realice la actividad, deberá contener la siguiente información:

- Se registrará el **código del punto de muestreo**, origen de la fuente, descripción clara y definida del punto de muestreo, hora y fecha de muestreo, localidad, distrito, provincia y departamento, coordenadas de ubicación del punto de muestreo, datos personales de quien realizó la toma de muestra, las condiciones climáticas y otras observaciones pertinentes en el punto de muestreo.
- Se registrarán todas las **mediciones realizadas** en el monitoreo.
- Para realizar esta actividad será necesario contar con equipos de medición de pH, conductividad eléctrica, oxígeno disuelto, termómetro, turbidímetro y GPS, Ejm. Equipo Multiparámetro.
- Los datos requeridos en la Ficha de Registro se muestran en el **Anexo I “Ficha de Registro de medición de datos de Campo”**.

#### 5. FRECUENCIA DE MONITOREO

La frecuencia de muestreo se establece de acuerdo a la estacionalidad debiéndose realizar el muestreo en época de avenida y época de estiaje, pudiendo ampliar la frecuencia de acuerdo a los impactos negativos que se generan en los recursos hídricos y población; así como la disponibilidad de recursos económicos necesarios para la ejecución del monitoreo y análisis de laboratorio.

#### 6. MUESTREO, PRESERVACIÓN, CONSERVACIÓN Y ENVÍO DE LAS MUESTRAS AL LABORATORIO DE ANÁLISIS.

La etapa de recolección de muestras es de trascendental importancia. Los resultados de los mejores procedimientos analíticos serán inútiles si no se recolecta y manipula adecuadamente las muestras, para esto se seguirán las recomendaciones establecidos en los “Métodos Normalizados para el Análisis de Aguas Potables y Residuales – American Public Health Association, American Water Works Association Water Pollution Control Federation 20th Edition, 1998”.

##### 6.1. Consideraciones Generales

- Los frascos requeridos deben ser de polietileno (preferencia primer uso) o vidrio, los cuales deben estar limpios y secos para evitar contaminación.
- Todo equipo deben estar debidamente calibrados.
- Las muestras requieren almacenamiento a baja temperatura y/o preservación con químicos para mantener su integridad durante el transporte y antes del análisis en el laboratorio.
- Los preservantes químicos más comunes son ácido clorhídrico, nítrico, sulfúrico e hidróxido de sodio. Tener cuidado en su manipulación.
- Las cajas térmicas usadas para el transporte de las muestras deberán ser apropiadas para almacenar las muestras tomadas, materiales de empaque y hielo.
- Llenar los registros de cada muestra recolectada (**ficha de muestreo**) e identifique cada frasco (**etiquetado**).

- Utilice procedimientos formales que rastreen la historia de la muestra desde la recolección hasta su llegada al laboratorio de análisis (**cadena de custodia**).
- La indumentaria de protección del personal que realizará el muestreo deberá estar constituido por chaleco, pantalón, gorra, casaca (zona sierra), impermeable, botines de seguridad, botas de jebe muslera, guantes de jebe y quirúrgico.
- Materiales de campo como arnés o soga, balde, linterna, muestreador con extensión, cronometro, cajas térmicas, ice pack.
- Materiales de laboratorio como pizeta, pipetas y/o goteros, bombilla de succión y frascos de plástico y vidrio según el requerimiento de análisis.

## 6.2. Toma, preservación y conservación de muestras de agua

Es importante considerar las etapas que se tiene que dar en todo proceso de muestreo, con la finalidad que la muestra sea lo más representativa posible y así asegurar la integridad desde su recolección hasta el reporte de los resultados por ello se debe tener en cuenta lo siguiente:

### 6.2.1. Toma de Muestras:

- Para la toma de muestras en ríos evitar las áreas de turbulencia excesiva, considerando la profundidad, la velocidad de la corriente y la distancia de separación entre ambas orillas.
- La toma de muestra se realizará en el centro de la corriente a una profundidad de acuerdo al parámetro a determinar.
- Para la toma de muestras en lagos y pantanos, se evitará la presencia de espuma superficial.
- La toma de muestras, se realizará en dirección opuesta al flujo del recurso hídrico.
- Considerar un espacio de alrededor del 1% aproximadamente de la capacidad del envase (espacio de cabeza) para permitir la expansión de la muestra.



#### a) Indicadores Biológicos

- La toma de **muestra microbiológica** deberá realizarse a una profundidad de 20 a 30 cm. Los frascos para las muestras deben ser de vidrio y esterilizados, **no deben ser sometidos al enjuague**, la toma de muestra es directa dejando un espacio para aireación y mezcla de 1/3 del frasco de muestreo.
- Para el caso de la toma de muestras de **Parásitos** deben emplearse frascos de plásticos de boca ancha con cierre hermético, limpios. Abrir el envase y sumergirlo a unos 30 cm por debajo de la superficie. El volumen requerido es 4 litros.
- En la toma de muestras para el análisis de **Fitoplancton**, se recogerá directamente, sin filtración previa, en un recipiente de vidrio. Deberá llenarse el recipiente de manera directa sumergiéndolo unos 20-25 cm por debajo de la superficie un volumen de 1/2 litros. Para la conservación del fitoplancton utilizar la solución de lugol ácido agregando entre 3 y 7 ml por litro (hasta virar color caramelo).

- Para la toma de muestras de **Perifiton** (algas microscópicas diatomeas) se deberá seleccionar piedras de morfología similar no removidas. Como criterio general, es recomendable efectuar la recolección de comunidades que se desarrollen sobre sustratos rocosos (rocas, piedras, cantos rodados, gravas, etc) o sobre plantas acuáticas u otros organismos. **Recolección sobre piedras, rocas, cantos rodados o grava:** Seleccionar piedras de morfología similar en el punto de muestreo, no sospechosas de haber sido giradas recientemente. Si se trata de rocas, con tres es un número suficiente; si son cantos rodados, deberán ser cinco; si se trata de gravas, el número será siete. La parte a rascar puede ir desde la totalidad de la superficie superior en el caso de las gravas, hasta una pequeña fracción en el caso de las rocas. Se debe anotar qué fracción (área) se ha obtenido y de qué material. Poner el material obtenido en un único vial.

Marcar adecuadamente en el vial la fecha y el punto de muestreo. Añadir un pequeño volumen de formol. Anotar el tipo de sustrato muestreado (rocas, cantos rodados, gravas) y el número de unidades muestreado. **Arena o limos:** Recoger una muestra de la *parte superficial* del sedimento arenoso o limoso mediante una cuchara, estimando el área muestreada. Anotar la profundidad (en centímetros) que comprende la muestra obtenida sobre la arena o el limo. Disponer el material en el vial y añadir un pequeño volumen de formol. **Recolección sobre plantas acuáticas u otros organismos:** Recoger las muestras sobre macrófitos (plantas acuáticas) sumergidas o sobre porciones sumergidas, estimando el área muestreada. Anotar la información de la planta sobre la que se ha recogido la muestra. Proceder como en los sustratos anteriores. Por último, se debe asegurar, en todos los casos, el correcto cierre de los viales y su adecuado etiquetaje. Las muestras, una vez fijadas, se deben conservar en un lugar apartado de la luz y evitar una prolongada exposición a altas temperaturas.

#### b) Indicadores Orgánicos

- Para el caso de **Aceites y Grasas e Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH)**, deberá realizar la toma directa sin realizar el enjuague. La toma de muestra se hace en superficie. Los frascos a utilizar serán de vidrio, color ámbar de boca ancha con cierre hermético (no utilizar contratapa de plástico), de un litro de capacidad y preservar.
- Respecto a la toma de muestra para **Demanda Bioquímica de Oxígeno**, utilizar frascos de plástico de boca ancha de un litro de capacidad, limpios, al tomar la muestra llenar completamente el frasco e inmediatamente tapar, mantener la muestra en cajas protectoras de plástico a 4 °C aproximadamente (no se debe de congelar la muestra), no requiere de preservantes.

#### c) Parámetros Físicos Químicos

- En el caso de la toma de muestra para determinar **Metales Pesados**, se utilizará frascos de plástico de boca ancha con cierre hermético, limpios de un litro de capacidad. Abrir el envase y sumergirlo a unos 20 cm por debajo de la superficie y luego preservar.
- En la toma de muestra para determinar **Mercurio y Arsénico** se empleará frascos de plásticos de boca ancha con cierre hermético, limpios y de 1 litro de capacidad. Abrir el envase y sumergirlo a unos 20 cm por debajo de la superficie y luego preservar; así mismo mantener la muestra en cajas protectoras de plástico a 4 °C aproximadamente.

- La toma de muestras para los parámetros **Físicos y iones** se utilizan frascos de plástico de boca ancha con cierre hermético, limpios y de 1 litro de capacidad, no requiriendo preservación y conservándose en cajas protectoras de plástico a 4 °C aproximadamente.
- La toma de muestras para el parámetro **Dureza Total y Cálcica** se utilizan frascos de plástico de boca ancha con cierre hermético, limpios y de 1/2 litro de capacidad y luego preservar y conservándose en cajas protectoras de plástico a 4 °C aproximadamente.
- Para la toma de muestra de los parámetros **Cianuro WAD y Libre** se empleará frascos de plásticos de boca ancha con cierre hermético, limpios y de 1/2 litro de capacidad y luego preservar.
- Las características de los recipientes, volumen requerido y tipo de preservante se contempla en el **Anexo II “Requisitos para toma de muestras de agua y preservación”**.

#### 6.2.2. Medición de parámetros en campo:

- Se recomienda que la medición de los parámetros en campo se realice tomando una muestra del recurso hídrico utilizando un balde limpio (realizar el enjuague) o pudiéndose realizar directamente en el recurso hídrico.
- En primer lugar deberá medirse oxígeno disuelto y luego el pH, conductividad eléctrica.



#### 6.2.3. Preservación de las muestras de agua:

- Una vez tomada la muestra de agua, se procede a adicionarle el preservante requerido de acuerdo a lo estipulado en el **Anexo II “Requisitos para toma de muestras de agua y manipulación”**.
- Una vez preservada la muestra, cerrar herméticamente el frasco y para mayor seguridad encintar la tapa para evitar cualquier derrame del líquido.



#### 6.2.4. Identificación de las muestras de agua:

- Los recipientes deben ser identificados antes de la toma de muestra con una etiqueta, escrita con letra clara y legible la cual debe ser protegida con cinta adhesiva transparente conteniendo la siguiente información:
  - 1.- Número de Muestra (referido al orden de toma de muestra).
  - 2.- Código de identificación (punto y/o estación de muestreo).
  - 3.- Origen de la fuente.
  - 4.- Descripción del punto de muestreo.
  - 5.- Fecha y hora de la toma de la muestra.
  - 8.- Preservación realizada, tipo de preservante utilizado.
  - 9.- Tipo de análisis requerido.
  - 10.- Nombre del responsable del muestreo.
- El Modelo de Etiqueta se adjunta en **Anexo IV “Requisitos para etiqueta de identificación de muestras de agua”**

### 6.2.5. Conservación y envío de las muestras de agua:

- Las muestras recolectadas deberán conservarse en cajas térmicas (Coolers) a temperatura indicada en el **Anexo II “Requisitos para toma de muestras de agua y manipulación”**, disponiendo para ello con preservantes de temperatura (Ice pack, otros).



- Los recipientes de vidrio deben ser embalados con cuidado para evitar roturas y derrames. En el caso de utilizar hielo, colocar este en bolsas herméticas para evitar fugas de la caja donde se transportan las muestras de agua.
- Las muestras recolectadas para análisis físico químicos deberán entregarse al laboratorio en el menor tiempo posible, preferentemente dentro de las 24 horas de realizado el muestreo.
- En el caso de las muestras para análisis microbiológico se recomienda entregar estas al laboratorio dentro de las 6 horas después del muestreo y conservadas (aguas superficiales y residuales), refrigerar a 4 °C..
- Para su ingreso al laboratorio de análisis, las muestras deberán ir acompañadas de: Ficha de Cadena de Custodia, Ficha de Muestreo y el oficio de la Institución solicitante del análisis; documentos que en caso de ser remitidos dentro del “Cooler” deberán colocarse en un sobre plastificado a fin de evitar que se deterioren. Los formatos e información requerida se indica en el **Anexo III “Ficha de Cadena de Custodia y Ficha de Muestreo”**.

## 7. ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE CALIDAD

Aseguramiento y control de calidad (AC y CC) son parte esencial de todo sistema de monitoreo. Comprende un programa de actividades (capacitación, calibración de equipos y registro de datos) que garantizan que la medición cumple normas definidas y apropiadas de calidad con un determinado nivel de confianza, o puede ser visto como una cadena de actividades diseñadas para obtener datos fiables y precisos.

Las funciones de control de calidad influyen directamente en las actividades relacionadas con la medición en campo, la calibración de los equipos de campo, registro de datos y la capacitación. Para garantizar el éxito del programa, es necesario que cada componente del esquema del aseguramiento y control de calidad se implemente de manera adecuada, para lo cual debe tenerse en cuenta lo siguiente:

- a) Asegurarse que los frascos de muestreos cumplan con los requisitos técnicos establecidos en el presente protocolo.
- b) Enviar toda la documentación (formatos, cadena de custodia, etiqueta, oficios, etc) de las muestras asegurando que los datos de campo no varíen en su descripción.
- c) Es esencial que el personal de campo este capacitado para aplicar las metodologías estandarizadas y aprobadas.

Para realizar el control de calidad aplicado al muestreo se requiere considerar los siguientes blancos y duplicados de acuerdo a las determinaciones analíticas:

## 7.1 Físico Químicos

### a) Los blancos de equipo

Consisten de envases llenos con el agua final del enjuague de la descontaminación de los equipos. Una vez analizados, muestran la efectividad de la limpieza de los equipos de campo. Colecte los blancos de equipo después del muestreo del agua subterránea o superficial en la estación con la contaminación más alta. Uno por día del muestreo es suficiente.

### b) Los blancos de campo

Son envases de agua desionizada que se llenan en la estación de muestreo, etiquetan, empaquetan, sellan y se mandan al laboratorio con las otras muestras. Se usan los blancos de campo para investigar la contaminación en el laboratorio, y durante la colecta y envío de las muestras. El laboratorio requiere un blanco de campo por cada día del muestreo.

### c) Los blancos viajeros

Son envases de agua desionizada preparados en el laboratorio que envía los frascos de muestreo. Se mantienen en la misma hielera que las otras muestras en cada fase del proceso de colecta, manejo y envío. Si se encuentran contaminados, podría ser que la contaminación ocurriera durante el transporte de muestra o en el almacenaje en el laboratorio. Se requiere por lo menos uno para cada envío de muestra.

### d) Las muestras duplicadas

Se usan para verificar la precisión de la colecta de campo o el análisis de laboratorio. Se colectan las duplicadas a la vez que la muestra de la calidad del agua a una cantidad de una en cada diez o 10% al día, lo que sea más grande. Colecte una muestra duplicada de una estación en dónde se cree que hay niveles altos de un compuesto particular.

## 7.2 Microbiológico

### a) Blanco Viajero:

Se coloca agua destilada estéril en un frasco de muestreo, se realiza un análisis de recuento de bacterias heterótrofas, para determinar que el agua no contiene ningún microorganismo presente.

El blanco viajero se coloca en la misma caja de muestreo con el resto de frascos, este se mantendrá cerrado durante todo el tiempo de muestreo, para luego ser analizado conjuntamente con las muestras.

Este blanco permite comprobar una posible contaminación por el transporte y procedimientos de almacenamiento en campo.

### b) Duplicados de Muestreo:

Cada diez muestras se debe preparar una muestra duplicada de muestreo, que consiste en llenar dos frascos con una misma muestra de agua extraída del mismo lugar y en el mismo tiempo. De esta forma se verifica la variabilidad en los resultados debido al manipuleo, conservación o contaminación de las muestras corrientes.

# **ANEXOS**



## ANEXO N° II

### Requisitos para toma de muestras de aguas y su manipulación<sup>1</sup> Determinaciones químicas

Parámetro	Material del frasco <sup>2</sup>	Volumen requerido	Conservación/ preservación	Tiempo máximo para análisis
pH	determinación en campo			
Temperatura	determinación en campo			
Turbiedad	P o V	200 mL	refrigerar a 4 °C	24 horas
Alcalinidad	P o V	200 mL	refrigerar a 4 °C	24 horas
Color	P o V	500 mL	refrigerar a 4 °C	48 horas
Sólidos sedimentables	P o V	1 000 mL	refrigerar a 4 °C	48 horas
	P o V	1 000 mL	refrigerar a 4 °C	7 días
Cloruros	P o V	200 mL	refrigerar a 4 °C	28 días
Fluoruros	P	300 ml	refrigerar a 4 °C	28 días
Sulfatos	P o V	100 mL	refrigerar a 4 °C	28 días
Conductividad	P o V	200 mL	refrigerar a 4 °C	28 días
Dureza	P o V	500 mL	Agregar HNO <sub>3</sub> hasta pH < 2	3 meses
Oxígeno disuelto	determinación en campo			
DBO <sub>5</sub>	P o V	1 000 mL	refrigerar a 4 °C	24 horas
Fosfato	V (A)	200 mL	refrigerar a 4 °C	48 horas
Cianuros	P o V	1 000 mL	Agregar NaOH hasta pH = 12 refrigerar a 4 °C	14 días 24 h / sulfuros
Nitritos	P o V	200 ml	refrigerar a 4 °C	48 h
Nitratos	P o V	200 mL	refrigerar a 4 °C	48 horas 28 d / clorada
Aceites y grasas	V ámbar boca ancha	1 000 mL	Agregar H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> hasta pH < 2 refrigerar 4°C	28 días
DQO	P o V	200 mL	Agregar H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> hasta pH < 2 refrigerar 4°C	28 días
<b>Metales</b>				
En general	V(A) o P(A)	1 000 mL	Agregar HNO <sub>3</sub> hasta pH < 2	2 meses
Arsénico	V(A) o P(A)	500 mL	Agregar HNO <sub>3</sub> hasta pH < 2, refrigerar 4°C	2 meses
Mercurio	V(A) o P(A)	500 mL	Agregar HNO <sub>3</sub> hasta pH < 2, refrigerar 4°C	28 días
Organoclorados	V(D) revestimiento de TFE	1 000 mL	Añadir ácido ascórbico, 1.000 mg/L, si existe cloro residual; refrigerar 4° C	7 días
Bifenilopoliclorados	V(D) revestimiento de TFE	1 000 mL	Añadir ácido ascórbico, 1.000 mg/L, si existe cloro residual; refrigerar 4° C	7 días
Organofosforados	V(D) revestimiento de TFE	1 000 mL	Añadir ácido ascórbico, 1.000 mg/L, si existe cloro residual; refrigerar 4° C	7 días
Piretroides	V(D) revestimiento de TFE	1 000 mL	Añadir ácido ascórbico, 1.000 mg/L, si existe cloro residual; refrigerar 4° C	7 días
Trihalometanos	V(D) revestimiento de TFE	1 000 mL	Añadir ácido ascórbico, 1.000 mg/L, si existe cloro residual; refrigerar 4° C	7 días
Hidrocarburos	V ámbar boca ancha	1 000 mL	Agregar HCl hasta pH < 2 refrigerar 4°C	28 días

<sup>(1)</sup> Basado en los métodos normalizados para análisis de aguas potables y residuales, APHA, AWWA, WPCF, 17a edición 1987

<sup>(2)</sup> V (Vidrio); P (Plástico); V(A) o P(A) = lavado con 1 + 1 HNO<sub>3</sub>; V(D)=lavado con acetona luego hexano

<sup>(3)</sup> Para sólidos disueltos, fijos, suspendidos, volátiles, totales.

**Coordinar previamente con el laboratorio**





**ANEXO N° IV**

MINISTERIO DE SALUD Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA)		N° Estación de Muestreo: _____  Código de Laboratorio: _____
<b>LABORATORIO FISICO - QUIMICO</b>		
Solicitante/Programa:		
Origen de la Fuente:	Punto de Muestreo:	
Localidad:	Fecha y Hora de Muestreo:	
Distrito:	Fecha y Hora de Llegada Lab.:	
Provincia:	Cantidad de Muestra:	
Departamento:	Muestreador:	
Preservada: SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	Aguas: _____ Sólidos: _____ Otros: _____	
Observaciones/ Parámetros:		

MINISTERIO DE SALUD Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA)		N° Estación de Muestreo: _____  Código de Laboratorio: _____
<b>LABORATORIO FISICO - QUIMICO</b>		
Solicitante/Programa:		
Origen de la Fuente:	Punto de Muestreo:	
Localidad:	Fecha y Hora de Muestreo:	
Distrito:	Fecha y Hora de Llegada Lab.:	
Provincia:	Cantidad de Muestra:	
Departamento:	Muestreador:	
Preservada: SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	Aguas: _____ Sólidos: _____ Otros: _____	
Observaciones/Parámetros:		

MINISTERIO DE SALUD Dirección General de Salud Ambiental (DIGESA)		N° Estación de Muestreo: _____  Código de Laboratorio: _____
<b>LABORATORIO FISICO - QUIMICO</b>		
Solicitante/Programa:		
Origen de la Fuente:	Punto de Muestreo:	
Localidad:	Fecha y Hora de Muestreo:	
Distrito:	Fecha y Hora de Llegada Lab.:	
Provincia:	Cantidad de Muestra:	
Departamento:	Muestreador:	
Preservada: SI <input type="checkbox"/> NO <input type="checkbox"/>	Aguas: _____ Sólidos: _____ Otros: _____	
Observaciones/Parámetros:		