

<i>Sistema de Gestión de Calidad - NTP ISO/IEC 17025</i>		VERSIÓN: 01
	CÓDIGO: RM-001	REVISIÓN: 00
		Página 1 de 40
<b>PROTOCOLO DE MONITOREO DE AGUA</b>		

<b>PROTOCOLO DE MONITOREO DE AGUA</b>		
<b>Código:</b>	<b>RM- 001</b>	<b>Versión: 01</b>
		<b>Revisión: 00</b>

	<b>CARGO</b>	<b>NOMBRE</b>	<b>FECHA</b>	<b>FIRMAS</b>
Elaborado por	Practicante	Patricia Barreto Sáenz	15-02-2010	
Revisado por	Responsable del Área de Monitoreo	Gustavo Espinoza López	25-02-2010	
Aprobado por	Jefe del Laboratorio	Mario Leyva Collas	25-02-2010	

# PROTOCOLO DE MONITOREO DE AGUA

## LABORATORIO DE CALIDAD AMBIENTAL

FACULTAD DE CIENCIAS DEL AMBIENTE DE LA

UNIVERSIDAD NACIONAL

"SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"

Copia \_\_\_\_ asignada a \_\_\_\_\_

<b>Sistema de Gestión de Calidad - NTP ISO/IEC 17025</b>		<b>VERSIÓN: 01</b>
	<b>CÓDIGO: RM-001</b>	<b>PROTOCOLO DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA</b>
		<b>REVISIÓN: 00</b>
		Página 2 de 40

## CONTENIDO

1. **INTRODUCCIÓN**
2. **ALCANCE**
3. **BASE LEGAL**
4. **OBJETIVOS**
5. **DISEÑO DEL MONITOREO**
6. **UBICACION Y PUNTOS DE MUESTREO**
7. **MEDICION DEL CAUDAL**
8. **PROGRAMA DE MONITOREO**
9. **MUESTREO, PRESERVACIÓN, CONSERVACIÓN Y ENVÍO DE LAS MUESTRAS AL LABORATORIO DE ANÁLISIS**
10. **ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE CALIDAD**
11. **PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**
12. **ANEXOS**

<b>Sistema de Gestión de Calidad - NTP ISO/IEC 17025</b>		<b>VERSIÓN: 01</b>
	<b>CÓDIGO: RM-001</b>	<b>PROTOCOLO DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA</b>
		<b>REVISIÓN: 00</b>
		<b>Página 3 de 40</b>

## 1. INTRODUCCION

El laboratorio de Calidad Ambiental, a través de su Área de Monitoreo Ambiental, en cumplimiento al mandato establecido por el Decreto Ley N° 17752 “Ley General de Aguas” y de acuerdo a las exigencias de la Dirección General de Salud Ambiental - DIGESA, en el adecuado monitoreo de los recursos hídricos, como requisito indispensable para la planificación y ejecución de proyectos públicos o privados, o para la realización de la investigación científica, está en la obligación de garantizar un servicio de calidad y confiabilidad para contribuir con 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 presente documento establece los criterios fundamentales para el desarrollo de los monitoreos del agua, 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. ALCANCE

El protocolo está elaborado para facilitar la labor de los técnicos y/o profesionales del Laboratorio de Calidad Ambiental – FCAM en la toma de muestras en campo así como el posterior análisis de datos de los mismos.

El ámbito de acción lo constituyen todas aquellas empresas, instituciones y público en general que requiera de un análisis de la calidad del agua para diversos fines dentro de la Región Ancash.

## 3. BASE LEGAL

Las publicaciones que han servido de referencia para la elaboración de este documento son las siguientes:

- |  |                               |
|--|-------------------------------|
| - Estándares Nacionales de Calidad Ambiental para Agua | <b>DS N° 002-2008-MINAM</b>   |
| - Oficio Circular                                      | <b>No 677-2000/SUNASS-INF</b> |
| - Guía para la Calidad del Agua Potable                | <b>OMS</b>                    |

## 4. OBJETIVOS

### 4.1. General

**4.1.1.** Establecer los procedimientos a utilizar para un adecuado monitoreo de agua superficial.

### 4.2. Específicos

**4.2.1.** Realizar una buena planeación pre campo del monitoreo.

**4.2.2.** Implementar nuevos procedimientos de muestreo para cada uso de agua.

**4.2.3.** Comparar adecuadamente las normativas para cada uso de agua.

<b>Sistema de Gestión de Calidad - NTP ISO/IEC 17025</b>		<b>VERSIÓN: 01</b>
	<b>CÓDIGO: RM-001</b>	<b>PROTOCOLO DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA</b>
		REVISIÓN: 00
		Página 4 de 40

**4.2.4.** Instruir al personal en el correcto uso de los equipos de monitoreo y técnicas de muestreo.

**4.2.5.** Interpretar correctamente los datos de campo obtenidos.

**4.2.6.** Conducir al personal para elaborar el reporte final y base de datos adecuados.

## 5. DISEÑO DEL MONITOREO

### 5.1. Parámetros de Monitoreo

Se presenta una descripción breve de las razones para incluir cada parámetro.

#### 5.1.1. Parámetros de Medición en Campo

Son parámetros que por su naturaleza cambiante deben ser medidos **in situ**, los cuales nos permiten hacer un pre diagnóstico de la calidad del agua, estos son: pH, Temperatura, Conductividad, Oxígeno Disuelto, la medición de estos se realiza con el equipo multiparamétrico; también debe ser medido la turbiedad.

##### 5.1.1.1. Oxígeno Disuelto

Este parámetro proporciona una medida de la cantidad de oxígeno disuelto en el agua. Mantener una concentración adecuada de oxígeno disuelto en el agua es importante para la supervivencia de los peces y otros organismos de vida acuática. La temperatura, el material orgánico disuelto, los oxidantes inorgánicos, etc. afectan sus niveles. La baja concentración de oxígeno disuelto puede ser un indicador de que el agua tiene una alta carga orgánica provocada por aguas residuales. Las fuentes de oxígeno en el agua son la aireación y la fotosíntesis de las algas, su concentración depende fundamentalmente de la *temperatura, presión y salinidad*.

##### 5.1.1.2. Conductividad

La conductividad de una muestra de agua es una medida de la capacidad que tiene la solución para transmitir corriente eléctrica. Esta capacidad depende de la presencia, movilidad, valencia y concentración de iones, así como de la temperatura del agua. Se debe tener en cuenta que las sales minerales son buenas conductoras y que las materias orgánicas y coloidales tienen poca conductividad.

##### 5.1.1.3. pH

El pH es una medida de la concentración de iones de hidrógeno en el agua. Aguas fuera del rango normal de 6 a 9 pueden ser dañinas para la vida acuática. Estos niveles de pH pueden causar perturbaciones celulares y la eventual destrucción de la flora y fauna acuática. En el campo de abastecimiento de agua el pH tiene importancia en la coagulación química, desinfección, ablandamiento del agua y control de corrosión.

<b>Sistema de Gestión de Calidad - NTP ISO/IEC 17025</b>		<b>VERSIÓN: 01</b>
	<b>CÓDIGO: RM-001</b>	<b>PROTOCOLO DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA</b>
		<b>REVISIÓN: 00</b>
		Página 5 de 40

#### 5.1.1.4. Temperatura

La temperatura juega un papel muy importante en la solubilidad de los gases, en la disolución de las sales y por lo tanto en la conductividad eléctrica, en la determinación de pH, en el conocimiento del origen de agua y de las eventuales mezclas, etc. Las descargas de agua a altas temperaturas pueden causar daños a la flora y fauna de las aguas receptoras al interferir con la reproducción de las especies, incrementar el crecimiento de bacterias y otros organismos, acelerar las reacciones químicas, reducir los niveles de oxígeno y acelerar la eutrofización.

#### 5.1.1.5. Turbiedad

La turbidez de un agua es provocada por la materia insoluble, en suspensión o dispersión coloidal. Es un fenómeno óptico que consiste esencialmente en una absorción de luz combinado con un proceso de difusión.

### 5.1.2. Parámetros Determinados en el Laboratorio

Dependerá de las actividades y usos que tenga el cuerpo de agua.

#### 5.1.2.1. Parámetros Inorgánicos

- **Físicos:** Turbiedad, Color, Sólidos totales, Sólidos totales disueltos, Sólidos totales en suspensión y sólidos sedimentables.
- **Iones principales:** Nitratos; Nitritos; Sulfato; Fosfatos; cianuro WAD, Total y Libre; cloruros; dureza total y cálcica, alcalinidad total, acidez.
- **Metales Disueltos:** Incluyen todos los iones metálicos cuyo tamaño de partícula sea menor de 0.45  $\mu\text{m}$  (Al, B, Ca, Mg, Ag, Ni, K, Si, Ba, Cd, Cr, Pb, Zn, Mn, Fe, Cu Hg y As).
- **Metales Totales:** todos los iones metálicos en una muestra no filtrada (Al, B, Ca, Mg, Ag, Ni, K, Si, Ba, Cd, Cr, Pb, Zn, Mn, Fe, Cu Hg y As).

#### 5.1.2.2. Parámetros Biológicos

- Coliformes Totales.
- Coliformes Fecales o Termotolerantes.
- Huevos de Helmintos
- Larvas de Helmintos.
- Bacterias heterotróficas.
- Escherichia Coli.
- Salmonella
- Pseudomona Aeurogenosa.

#### 5.1.2.3. Parámetros Orgánicos

- Aceites y grasas.
- Hidrocarburos totales de petróleo
- DBO5
- DQO+

<b>Sistema de Gestión de Calidad - NTP ISO/IEC 17025</b>		<b>VERSIÓN: 01</b>
	<b>CÓDIGO: RM-001</b>	<b>PROTOCOLO DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA</b>
		REVISIÓN: 00
		Página 6 de 40

## 5.2. Definición de Términos Básicos

- 5.2.1. Muestra.-** Es una o más porciones de un volumen de agua, colectadas en cuerpos receptores, descargas, efluentes o vertimientos industriales, redes de abastecimiento público, etc. Con el fin de determinar sus características físicas, químicas, físico químicas o biológicas.
- 5.2.2. Muestreo.-** Es el proceso de tomar una porción representativa de agua, que permita medir los parámetros que representan la calidad de un cuerpo de agua.
- 5.2.3. Contaminación.-** Es la presencia en el ambiente de una o más sustancias que perjudiquen o resulten nocivos a la vida y el bienestar humano, la flora, la fauna o que degrade la calidad del ambiente causando cambios indeseables en el ecosistema.
- 5.2.4. Contaminación de muestra.-** Es la alteración involuntaria de la muestra, causada por agentes físicos, químicos o biológicos, que la invalidan para los fines analíticos y de medición que se recolecta.
- 5.2.5. Monitoreo.-** Es la determinación continua o periódica de la cantidad de contaminantes, físicos, químicos, biológicos o su combinación en un recurso hídrico.
- 5.2.6. Estación de muestreo.-** es un lugar específico cerca de o en un cuerpo receptor agua, en la cual se recoge la muestra. Su ubicación es fundamental para el éxito del programa de muestreo.
- 5.2.7. Cuerpo Receptor.-** Es el recurso que recibe o al que se arrojan directa o indirectamente los residuos de cualquier actividad humana. Es decir son los lagos, ríos, acequias, pozos, suelos, aire, etc.
- 5.2.8. Parámetros:** Son aquellas características físicas, químicas y biológicas, de calidad del agua, que puede ser sometido a medición.
- 5.2.9. Límite Máximo Permisible:** Nivel de concentración o cantidad de uno o más contaminantes, por debajo del cual no se prevé riesgo para la salud, el bienestar humano y los ecosistemas, que es fijado por la Autoridad Competente y es legalmente exigible.
- 5.2.10. Estándar de Calidad:** Es el que reúne los requisitos mínimos en busca de la excelencia dentro de una organización institucional.

## 5.3. Frecuencia de Monitoreo

Dependerá de la frecuencia de monitoreo que los clientes soliciten en base a la actividad que desarrollen y/o servicio que se brinde.

<i>Sistema de Gestión de Calidad - NTP ISO/IEC 17025</i>		VERSIÓN: 01
	CÓDIGO: RM-001	REVISIÓN: 00
		Página 7 de 40
<b>PROTOCOLO DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA</b>		

#### 5.4. Registro de Datos de Campo

Los datos tomados en campo deberán ser anotados en las fichas de campo del laboratorio y en la cadena de custodia, tanto para las muestras de agua (Anexo: 4) como para los datos de la medición de caudal (Anexo: 2).

#### 6. UBICACION Y PUNTOS DE MUESTREO:

El personal de monitoreo deberá obtener toda la información posible y de manera detallada acerca de las estaciones del recurso hídrico a monitorear, generalmente esta información es proporcionada por el cliente, ello servirá para planear todo el procedimiento de muestreo.

##### 6.1. Ubicación

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

**6.1.1. Identificación:** El punto de muestreo, debe ser identificado y reconocido claramente, de manera que permita su ubicación exacta. De preferencia, los puntos deberán ser presentados en cartas o mapas y en coordenadas UTM mediante el Sistema de Posicionamiento Global.

**6.1.2. Accesibilidad:** Las características del punto deben permitir un rápido y seguro acceso para tomar la muestra, no debe implicar riesgo para el monitor.

**6.1.3. Representatividad:** Se debe elegir tramo regular, accesible y uniforme del río, se debe evitar zonas de embalse o turbulencias no característicos del cuerpo de agua, a menos que sean el objeto de la evaluación. Es importante considerar la referencia para la ubicación de un punto de monitoreo pudiendo ser un puente, roca grande, árbol, kilometraje vial y localidad.

**6.1.4. Seguridad:** Un aspecto a tener en cuenta, dentro de la ubicación de los sitios de monitoreo, es el nivel de seguridad con el que contará el personal encargado de la toma de muestra.

Se deben incluir medidas de seguridad para lograr el acceso a un punto de monitoreo según el caso lo requiera (uso de arneses, cuerdas, etc) y siempre y cuando sea estrictamente necesario, ya que lo primordial es preservar la vida del recurso humano.

<b>Sistema de Gestión de Calidad - NTP ISO/IEC 17025</b>		<b>VERSIÓN: 01</b>
	<b>CÓDIGO: RM-001</b>	<b>PROTOCOLO DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA</b>
		REVISIÓN: 00
		Página 8 de 40

## 6.2. Puntos de Muestreo

### 6.2.1. Puntos de Muestreo para Descargas

El lugar ideal para el muestreo sería el punto exactamente antes de que la descarga ingrese a un curso de agua receptor (es decir, una corriente natural o un río). Sin embargo, es posible que este punto no sea de acceso fácil ni seguro. En este caso, la muestra debe ser recolectada en el primer punto accesible corriente arriba de la descarga del conducto o canal.

### 6.2.2. Puntos de Muestreo para Aguas Receptoras

Generalmente, se trata de arroyos, ríos, pantanos, lagos y aguas subterráneas en el área. Como mínimo, debe ubicarse dos puntos de muestreo: aguas arriba y aguas 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.
- 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 estará ubicado 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 (100 m aguas abajo aprox.).

## 7. MEDICION DE CAUDALES

El caudal 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 a atravesar por la velocidad del agua. Se expresa en litros o metros cúbicos por segundo (l/seg o m<sup>3</sup>/seg). Para la medición de caudales es muy importante conocer la fuente de agua (*manantial, río, etc.; según descripción del cliente*), lo cual nos permitirá escoger el método más adecuado de los muchos que hay los que a continuación se detallan, siendo los más utilizados el método del correntómetro y el método del flotador.

### 7.1. Método del Correntómetro

En este método la velocidad del agua se mide por medio del correntómetro que mide la velocidad en un punto dado de la masa de agua. Por razones de seguridad, se sugiere el uso de este método sólo en cursos de agua cuyo tirante no sea mayor de 60 cm, ya que la fuerza de la corriente representa un serio peligro para el monitor.

<b>Sistema de Gestión de Calidad - NTP ISO/IEC 17025</b>		<b>VERSIÓN: 01</b>
	<b>CÓDIGO: RM-001</b>	<b>PROTOCOLO DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA</b>
		<b>REVISIÓN: 00</b>
		<b>Página 9 de 40</b>

### 7.1.1. Equipos, Materiales y EPP

- Correntómetro
- Wincha
- Botas (muslera)
- Ficha de Campo
- Poncho

### 7.1.2. Procedimiento

- Se deberá seleccionar tramo uniforme sin interferencia del curso de agua por piedras o algún otro material.
- Con la ayuda de una wincha o cinta métrica se medirá el ancho de la sección y se dividirá esta cada 10 o 20cm, o incluso divisiones de mayor longitud, dependiendo del ancho de la sección del cauce.
- En cada una de estas divisiones se medirá la velocidad media con el correntómetro, se realizaran por lo menos 5 mediciones por cada punto. Las profundidades en las cuales se mide las velocidades con el correntómetro están en función de la altura del tirante de agua d.

<b>Tirante de Agua d (cm)</b>	<b>Profundidad de Lectura del Correntómetro cm</b>
< 15	d / 2
15 < d < 45	0,6 d
> 45	0.2d y 0.8d ó 0.2d, 0.6d y 0.8d

- Los datos de distancia, profundidad o tirante y velocidad media, serán registrados en la ficha de campo (Anexo: 2), y con estos se hallara el caudal usando el formato de Excel correspondiente (Anexo: 3).

### 7.2. 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. Este método se emplea en los siguientes casos:

- Excesiva velocidad del agua que dificulta el uso del correntómetro.
- Presencia frecuente de cuerpos extraños en el curso del agua, que dificulta el uso del correntómetro.
- Cuando peligra la vida del que efectúa el aforo.
- Cuando peligra la integridad del correntómetro.
- Cuando no haya forma de usar el correntómetro.

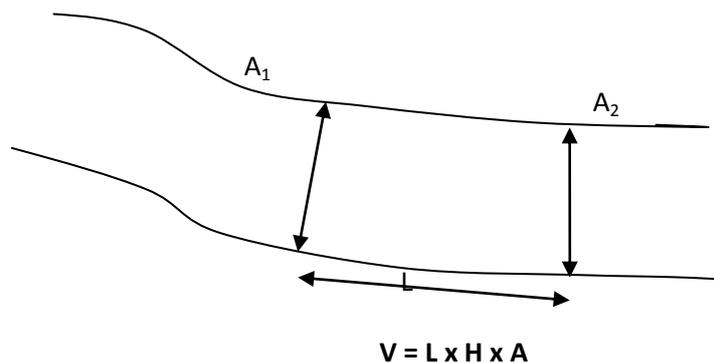
<b>Sistema de Gestión de Calidad - NTP ISO/IEC 17025</b>		<b>VERSIÓN: 01</b>
	<b>CÓDIGO: RM-001</b>	<b>PROTOCOLO DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA</b>
		<b>REVISIÓN: 00</b>
		<b>Página 10 de 40</b>

### 7.2.1. Equipos y Materiales:

- Madera ó botella de plástico (algún objeto que pueda quedar en suspensión)
- Wincha o cinta métrica
- Cronómetro
- Botas (muslera)
- Ficha de campo

### 7.2.2. Procedimiento

- Elegir un tramo uniforme del canal.
- Tomar los datos de longitud, ancho (en ambos extremos del tramo) y profundidad (tres veces en cada extremo y en diferentes puntos), con estos datos se hallara el volumen de agua.



- En el extremo superior dejar caer una botella de plástico, en el mejor de los casos se usara una botella de medio litro con contenido de agua hasta la mitad. Para tener mayor exactitud esta operación se deberá repetir 5 veces y se determinara el promedio del tiempo.

$$A = (A_1 + A_2)/2$$

$$H = (H_1 + H_2 + H_3 + H_4 + H_5 + H_6)/6$$

$$T = (t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5)$$

El calculo consiste en:

$$Q = V/T$$

Donde:

L: Largo del tramo

H: Profundidad promedio de la sección.

A: Promedio de anchos.

V: volumen final

t: Tiempo en segundos del recorrido por el flotador

<b>Sistema de Gestión de Calidad - NTP ISO/IEC 17025</b>		<b>VERSIÓN: 01</b>
	<b>CÓDIGO: RM-001</b>	<b>PROTOCOLO DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA</b>
		<b>REVISIÓN: 00</b>
		<b>Página 11 de 40</b>

T: Tiempo Promedio del recorrido por el flotador a lo largo del tramo seleccionado.

Q: Caudal

### **7.3. Método usando dispositivos especiales tales como: vertederos y canaletas (Parshall, trapezoidal, sin cuello, 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.

#### **7.3.1. 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

#### **7.3.2. 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. Para tener una mayor exactitud se deberá repetir la operación 5 veces y se tomara el promedio del tiempo obtenido.

$$Q = V / T$$

Donde:

Q: Caudal m<sup>3</sup>/s

V: Volumen en m<sup>3</sup>

T: Tiempo en segundos

## **8. PROGRAMA DE MONITOREO**

El programa de monitoreo permitirá, con los medios que se dispone, que la caracterización del fenómeno a estudiar sea viable y de la manera más aproximada posible a la realidad.

Se establecen por lo general, los siguientes puntos:

### **8.1. Estudios preliminares**

<b>Sistema de Gestión de Calidad - NTP ISO/IEC 17025</b>		<b>VERSIÓN: 01</b>
	<b>CÓDIGO: RM-001</b>	<b>PROTOCOLO DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA</b>
		<b>REVISIÓN: 00</b>
		<b>Página 12 de 40</b>

Antes de proceder al estudio de un sistema hídrico (natural o artificial) es muy importante hacer una revisión sobre los datos anteriores existentes y procedentes de otras investigaciones anteriores (antecedentes), éstos informarán acerca de la calidad del agua, aportarán datos hidrológicos y climatológicos, darán la descripción de las condiciones locales que puedan influir en el estudio, así como la ilustración respecto a otros factores condicionantes de la calidad y circunstancias del agua o sistema hídrico a evaluar.

## 8.2. Número de muestras a tomar y parámetros a determinar.

El número de toma de muestras y los parámetros a investigar estarán en función del grado de profundidad que se quiere alcanzar en el estudio, generalmente es determinado por los clientes a quienes se les presta el servicio, a su vez dichos requerimientos son evaluados por el personal profesional del laboratorio basados en las normas y reglamentos pertinentes según sea el caso.

## 8.3. Según Matriz

### 8.3.1. Agua para Consumo Humano

Nuestra legislación (**Guía sobre el control de agua potable/SUNASS tabla 2**) establece la frecuencia, técnicas de muestreo y procedimientos de análisis tanto para el agua a la salida de las estaciones de tratamiento, como para el agua en la red de distribución; también se aplica las recomendaciones dadas por la OMS (**Cuadro A1**), para el caso de parámetros que no están contemplados en las normas vigentes.

Sólo recordar que se consideran una serie de características analíticas relativas a “parámetros microbiológicos”, “parámetros fisicoquímicos” y que deben ser investigados en el agua potable de consumo público. (**Ver Tabla 2 y Cuadro A1**).

### 8.3.2. Agua Superficial Destinada a Potabilización

La frecuencia de muestreo y análisis de aguas superficiales destinadas a producir agua potable de consumo público vienen marcadas por la correspondiente normativa nacional. Se clasifican las aguas en tres categorías de diferente calidad: (a) *aguas de USO I*: Aguas de Abastecimiento doméstico con simple desinfección; (b) *aguas de USO II*: Aguas de abastecimientos domésticos con tratamiento equivalente a procesos combinados de mezcla y coagulación sedimentación, filtración y cloración; para cuya potabilización se requieren tratamientos físicos y químicos intensivos, procesos desinfección (**tabla I**). En función de estas calidades se establecen los muestreos y los parámetros concretos a analizar.

Los parámetros de interés para evaluar la calidad del agua puede ser: temperatura, olor, color, turbidez, O<sub>2</sub> disuelto, conductividad, pH, Fe y Mn totales, amonio, nitritos, bicarbonatos, materia orgánica, fósforo total y coliformes totales y fecales. Con ello se

<b>Sistema de Gestión de Calidad - NTP ISO/IEC 17025</b>		<b>VERSIÓN: 01</b>
	<b>CÓDIGO: RM-001</b>	<b>PROTOCOLO DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA</b>
		<b>Página 13 de 40</b>

podrá establecer perfectamente la secuencia de calidad del agua en función de los períodos de estratificación y mezcla térmica experimentados por el lago.

Si el agua a potabilizar **procede de un río**, lógicamente afectado de más variaciones inesperadas de calidad que un embalse o lago, también debe establecerse su pauta de calidad en el punto de captación de aguas. La frecuencia y análisis antes expuestos deberán incrementarse (sobre todo ante circunstancias atípicas, como lluvias, vertidos incontrolados, etc.). Es conveniente analizar los siguientes parámetros: *sólidos en suspensión, demanda bioquímica de oxígeno, dureza, nitrógeno total y algunos metales pesados*, por lo cual deberá hacerse la sugerencia al cliente.

### 8.3.3. Agua Subterránea

En general suele presentar una buena calidad. El programa de muestreo para este caso es más restringido, aplicándose las determinaciones efectuadas en ríos pero con una frecuencia temporal más amplia (trimestral) **(Ver tabla I)**.

### 8.3.4. Efluentes

Tanto en el caso de aguas residuales domésticas como industriales, las frecuencias de muestreos no están bien delimitadas. Según los Estándares de Calidad Ambiental y la Ley General del Agua **(Ver tabla 1 y tabla 6)** que la desarrollan se establecen características que definen la obligatoriedad del *tratamiento de un vertido urbano o industrial* a un cauce público.

**8.3.4.1.** Para un **agua residual urbana** se pueden realizar un seguimiento efectivo sobre sus pautas de calidad, por ejemplo, mediante un muestreo quincenal o semanal del agua natural integrada antes de su ingreso en el cauce público y el análisis de: temperatura, sólidos sedimentables y en suspensión, pH, conductividad, demanda bioquímica de oxígeno y demanda química de oxígeno, amonio, nitrógeno total y fósforo total, detergentes, grasas, cloruros, sulfatos, cianuros, fenoles y metales totales. Con frecuencia mensual o bimensual podría determinarse algún otro parámetro de interés.

Se pueden tomar muestras únicas o integradas en períodos de **24 horas**. En el caso concreto de un seguimiento para caracterizar la situación fisicoquímica de un agua residual para su depuración futura, deberán tomarse muestras, tanto del global de agua de toda la población, como de los puntos de emisión particulares de determinadas zonas o sectores y a diferentes horas del día.

**8.3.4.2.** Los **vertidos industriales** son un tema muy complejo, puesto que sus características vendrán dadas por la actividad en concreto de la industria causante del efluente. Si la población dispone de Ordenanza de Vertidos que marque los límites que no deben ser sobrepasados en los efluentes industriales al alcantarillado, se analizarán todos los parámetros recogidos en la Ordenanza para cada vertido,

<b>Sistema de Gestión de Calidad - NTP ISO/IEC 17025</b>		<b>VERSIÓN: 01</b>
	<b>CÓDIGO: RM-001</b>	<b>PROTOCOLO DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA</b>
		Página 14 de 40

al menos con periodicidad bimensual, si bien esto también estará en función del caudal de vertido.

Análisis más frecuentes de sólidos en suspensión, demandas químicas y bioquímicas de oxígeno, pH, conductividad, detergentes, grasas, nitrógeno y fósforo totales y materias inhibidoras de la biodegradación, pueden ser suficientes para ir caracterizando cada vertido. En realidad, la práctica irá informando sobre la necesidad de chequear un parámetro u otro. Además, la toma de muestras deberá practicarse preferentemente, durante las puntas de producción de cada empresa en concreto que suelen ser las de mayor poder contaminante.

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

### 9.1. Toma de Muestras

Es importante considerar las etapas que se tiene que dar para la toma de muestras de agua, 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.

#### 9.1.1. Criterios de Muestreo según Indicadores a Analizar

##### 9.1.1.1. Indicadores Biológicos

- **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.
- **Muestras de Parásitos:** Deben emplearse frascos de plásticos de boca ancha con cierre hermético, limpios. Abrir el envase, enjuagar tres veces y sumergirlo a unos 30 cm por debajo de la superficie.

##### 9.1.1.2. Indicadores Orgánicos

- **Para el caso de Aceites y Grasas e Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH):** Deberá realizarse la toma directa sin realizar el enjuague. La toma de muestra se hace en la superficie del agua. 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.
- **Para Demanda Bioquímica de Oxígeno:** Utilizar frascos de plástico de boca ancha de un litro de capacidad, limpios, enjuagar el frasco tres veces, al tomar la muestra llenar completamente el frasco e inmediatamente tapar (no se debe de congelar la muestra), no requiere de preservantes.

<b>Sistema de Gestión de Calidad - NTP ISO/IEC 17025</b>		<b>VERSIÓN: 01</b>
	<b>CÓDIGO: RM-001</b>	<b>PROTOCOLO DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA</b>
		<b>REVISIÓN: 00</b>
		<b>Página 15 de 40</b>

### 9.1.1.3. Parámetros Físicos Químicos

- **Para determinar Metales Pesados:** Se utilizará frascos de plástico de boca ancha con cierre hermético, limpios de un litro de capacidad. Abrir el envase, enjuagar tres veces y sumergirlo a unos 20 cm por debajo de la superficie y luego preservar.
- **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, enjuagar tres veces 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.
- **Muestras para los parámetros Físicos e iones:** Se utilizan frascos de plástico de boca ancha con cierre hermético, limpios y de 1 litro de capacidad, se enjuaga tres veces, no requiriendo preservación y conservándose en cajas protectoras de plástico a 4 °C aproximadamente.
- **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 se enjuaga tres veces y luego preservar y conservándose en cajas protectoras de plástico a 4 °C aproximadamente.
- **Para muestra de Cianuro WAD y Libre:** Se empleará frascos de plásticos de boca ancha con cierre hermético, limpios y de 1/2 litro de capacidad, se toma la muestra enjuagando tres veces y luego preservar.

### 9.1.2. Actividades Previas al Muestreo

#### 9.1.2.1. Preparativos para el muestreo

El personal deberá preparar todos los equipos y materiales con dos días de anticipación, realizando a su vez las gestiones para el traslado externo de los equipos y materiales (papeletas de salida, check list).

- Mapa de localización de las estaciones (si no se conociera el lugar)
- Instrucciones de muestreo
- Itinerario de muestreo

#### 9.1.2.2. Revisión de equipos y material de muestreo

- El personal deberá verificar la calibración de los equipos antes y después de cada salida de monitoreo lo cual quedara de manifiesto en el registro de calibración de equipos (Anexo: 5) y en la ficha de control (Anexo: 6).
- En la preparación de los envases se recomienda preparar envases extras que sirvan de repuesto en caso de roturas o perdidas.
- Marcadores de tinta indeleble

<b>Sistema de Gestión de Calidad - NTP ISO/IEC 17025</b>		<b>VERSIÓN: 01</b>
	<b>CÓDIGO: RM-001</b>	<b>PROTOCOLO DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA</b>
		<b>REVISIÓN: 00</b>
		<b>Página 16 de 40</b>

- Cámara digital
- GPS
- Linterna
- Cintas de embalaje
- Preservantes\*
- Formatos de campo

\* Si la toma de muestra se realiza fuera de la localidad.

### 9.1.3. Muestreo de Agua Potable

#### 9.1.3.1. Consideraciones Generales:

- Si el agua que sale de la planta de tratamiento proviene de una fuente subterránea va directamente a uno o más reservorios (siempre y cuando el reservorio no reciba agua de otra fuente), el muestreo en la planta puede ser omitido, de manera que se podrían tomar las muestras correspondientes sólo en el reservorio ó los reservorios.
- Si el agua de la fuente subterránea no es clorada, sino en el reservorio, las muestras para el control se tomarán sólo en el reservorio correspondiente. Si se tratara de varias fuentes no cloradas que van a un solo reservorio, se tomarán las muestras sólo en el reservorio.
- Antes de la toma de muestras para el análisis bacteriológico, se debe determinar siempre el contenido de cloro residual. Si el agua en algún punto tuviera un contenido menor de 0,5 mg/L de cloro libre residual, se debe proceder a tomar una muestra adicional al número de muestras ya establecido.

Para planificar la toma de muestras para análisis físico y químico, considerar lo siguiente:

- Si el agua que sale de la planta de tratamiento va directamente a un solo reservorio (siempre y cuando el reservorio no reciba agua de otra fuente), el muestreo en la planta debe realizarse con la frecuencia correspondiente, y omitirse el muestreo en el reservorio o viceversa.
- Si el agua que sale de la planta de tratamiento va directamente a varios reservorios (siempre y cuando el reservorio no reciba agua de otra fuente), el muestreo en la planta debe realizarse con la frecuencia correspondiente, y el muestreo en los reservorios por lo menos una vez al año.
- Si el agua que proviene de una fuente subterránea va directamente a uno o más reservorios (siempre y cuando el reservorio no reciba agua de otra fuente), el muestreo en la fuente subterránea debe realizarse con la frecuencia correspondiente, y omitirse el muestreo en el reservorio o viceversa.
- Las muestras requieren almacenamiento a baja temperatura (uso de ice pack) y realizar el análisis inmediatamente en el laboratorio.
- Llenar los registros de cada muestra recolectada en la cadena de custodia e identificar cada frasco (rotulado).

<b>Sistema de Gestión de Calidad - NTP ISO/IEC 17025</b>		<b>VERSIÓN: 01</b>
	<b>CÓDIGO: RM-001</b>	<b>PROTOCOLO DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA</b>
		<b>REVISIÓN: 00</b>
		<b>Página 17 de 40</b>

### 9.1.3.2. Materiales y Equipos:

- Equipo Multiparamétrico.
- Turbidímetro
- Coolers
- Ice pack o bolsas de hielo
- Preservantes
- Frascos de vidrio transparente y/o ámbar
- Frascos de plástico
- Pisceta
- Agua destilada
- Papel toalla

### 9.1.3.3. EPP:

- Chaleco, casaca y/o impermeable
- Zapatos de seguridad.
- Gorro o casco.
- Guantes de Nitrilo
- Poncho para Agua (en caso de lluvia)

### 9.1.3.4. Procedimiento de Muestreo:

- **Cloro residual.**  
Las muestras se recolectan a la salida de plantas de tratamiento, fuentes subterráneas, reservorios y redes de distribución<sup>1</sup>.  
  
-Ubicar los puntos críticos, puntos notables puntos sospechosos y genéricos, en cada zona de abastecimiento.  
-Utilizar botella de plástico.  
-Colocarse los guantes de nitrilo.  
-Enjuagar 3 veces el envase con el agua a muestrear.  
-Tomar la muestra.
- **Control bacteriológico, físico y químico.**  
Las muestras se recolectan a la salida de plantas de tratamiento, fuentes subterráneas, reservorios y redes de distribución.  
  
-Utilizar botella de plástico/vidrio. (ver tabla 4)  
-Colocarse los guantes de látex.  
-Tomar las muestras.

<sup>1</sup> Resolución de Superintendencia N°190-97-SUNASS

<b>Sistema de Gestión de Calidad - NTP ISO/IEC 17025</b>		<b>VERSIÓN: 01</b>
	<b>CÓDIGO: RM-001</b>	<b>PROTOCOLO DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA</b>
		<b>Página 18 de 40</b>

La frecuencia de muestreo que se deben de aplicar para el control de la calidad bacteriológica, física y química del agua, se indica en la tabla 7 - anexos.

#### **9.1.4. Muestreo en Agua Superficial**

##### **9.1.4.1. Consideraciones Generales:**

- Evitar las áreas de turbulencia excesiva, considerando la profundidad, la velocidad de la corriente y la distancia de separación entre ambas orillas (en el caso de ríos)
- La toma de muestras se debe realizar en dirección opuesta al flujo del recurso hídrico, la primera aguas abajo y la última aguas arriba.
- En lo posible realizar la toma de muestra al centro de la corriente a una profundidad de acuerdo al parámetro a determinar.
- Uso de guantes de látex, un par para cada estación.
- Cuando se trate de cursos que tengan una alta variabilidad de descarga y características de esta, se deberá tomar una única muestra en un balde (enjuagando 3 veces), la suficiente cantidad como para llenar todos los frascos.
- Cuando se van a tomar varias muestras en un punto o estación de muestreo se tomará en primer lugar las destinadas al análisis microbiológico, después al análisis biológico y en último lugar la destinada a las determinaciones fisicoquímicas, con lo cual se evitarán posibles contaminaciones.

##### **9.1.4.2. Materiales y Equipos:**

- Equipo Multiparamétrico.
- Turbidímetro
- Coolers
- Ice pack o bolsas de hielo
- Preservantes
- Frascos de vidrio transparente y/o ámbar
- Frascos de plástico
- Pisceta contenido agua destilada,
- Papel toalla
- balde

##### **9.1.4.3. EPP**

- Chaleco, casaca y/o impermeable
- Zapatos de seguridad y/o botas.
- Gorro, casco.
- Mascarillas
- Guantes de nitrilo
- Poncho para Agua (en caso de lluvia)

##### **9.1.4.4. Procedimiento de Muestreo:**

<b>Sistema de Gestión de Calidad - NTP ISO/IEC 17025</b>		<b>VERSIÓN: 01</b>
	<b>CÓDIGO: RM-001</b>	<b>PROTOCOLO DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA</b>
		<b>Página 19 de 40</b>

- Rotular las muestras y colocar la hora exacta en que se está tomando la muestra.
- Colocarse los guantes de látex.
- Enjuagar 3 veces el frasco antes de tomar la muestra para los parámetros, a excepción para los parámetros biológicos que solo se toma la muestra.
- Para un análisis general se toma la muestra hasta el ras (que no contenga burbujas).
- Para los análisis biológicos se abre la tapa dentro del agua y se toma 1/3 de la muestra solo y se tapa dentro del agua.
- Para metales totales solo se toma hasta el ras (que no contenga burbujas).

#### **9.1.5. Muestreo de Aguas Residuales**

##### **9.1.5.1. Consideraciones Generales**

- Las muestras deben examinarse tan pronto sea posible (ver tabla 4), ya que la descomposición bacteriana continúa en el frasco de la muestra.
- Se debe respetar los tiempos mínimos entre toma de muestra y llegada a laboratorio especificados por el laboratorio para cada muestra.
- Cuando se van a tomar varias muestras en un punto o estación de muestreo se tomará en primer lugar las destinadas al análisis microbiológico, después al análisis biológico y en último lugar la destinada a las determinaciones fisicoquímicas, con lo cual se evitarán posibles contaminaciones.
- En muestras de vertidos, es importante considerar que la concentración de partículas se afecta tanto en profundidad como espacialmente, pudiendo no ser homogénea en el tiempo.
- Llenar los registros de cada muestra recolectada en la cadena de custodia e identificar cada frasco (etiquetado).

##### **9.1.5.2. Materiales y Equipos**

- Equipo Multiparamétrico.
- Turbidímetro
- Coolers
- Ice pack o bolsas de hielo
- Preservantes
- Frascos de vidrio transparente y/o ámbar
- Frascos de plástico
- Pisceta contenido agua destilada,
- Papel toalla
- Balde
- Muestreador

##### **9.1.5.3. EPP**

- Zapatos de seguridad y/o botas.
- Gorro, casco.

<b>Sistema de Gestión de Calidad - NTP ISO/IEC 17025</b>		<b>VERSIÓN: 01</b>
	<b>CÓDIGO: RM-001</b>	<b>PROTOCOLO DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA</b>
		<b>REVISIÓN: 00</b>
		<b>Página 20 de 40</b>

- Lentes.
- Mascarillas
- Guantes de látex
- Guardapolvo
- Poncho para Agua (en caso de lluvia)

#### **9.1.5.4. Procedimiento de Muestreo**

- Es imprescindible la protección especial que se debe tener en este tipo de agua, uso de guantes de látex y mascarillas.
- La muestra se tomara donde estén bien mezcladas las aguas residuales y de fácil acceso, como puntos de mayor turbulencia, caída libre desde una tubería o justamente en la entrada de una tubería.
- Si se trata de una muestra compuesta, el recipiente donde se va a realizar la mezcla debe de estar previamente enjuagada 3 veces.
- Para un análisis general se toma la muestra hasta el ras (que no contenga burbujas).
- Para los análisis biológicos se abre la tapa dentro del agua y se toma 1/3 de la muestra solo y se tapa dentro del agua. (con ayuda del balde)
- Para metales totales solo se toma hasta el ras (que no contenga burbujas).

#### **9.1.6. Muestreo de Lagos y Lagunas**

##### **9.1.5.5. Consideraciones Generales**

- Las muestras deben examinarse tan pronto sea posible (ver tabla 4).
- Si se toman muestras de agua en profundidad, el recipiente debe quedar herméticamente cerrado para evitar que sustancias oxidables al contacto con el aire varíen su concentración desde su origen hasta el momento del definitivo análisis en el laboratorio.
- Las muestras requieren almacenamiento a baja temperatura (uso de ice pack) y/o preservación con químicos para mantener su integridad durante el transporte y antes del análisis en el laboratorio.
- Llenar los registros de cada muestra recolectada en la cadena de custodia e identificar cada frasco (etiquetado).

##### **9.1.5.6. Materiales y Equipos**

- Equipo Multiparamétrico.
- Turbidímetro
- Coolers
- Ice pack o bolsas de hielo
- Preservantes

<b>Sistema de Gestión de Calidad - NTP ISO/IEC 17025</b>		<b>VERSIÓN: 01</b>
	<b>CÓDIGO: RM-001</b>	<b>PROTOCOLO DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA</b>
		<b>Página 21 de 40</b>

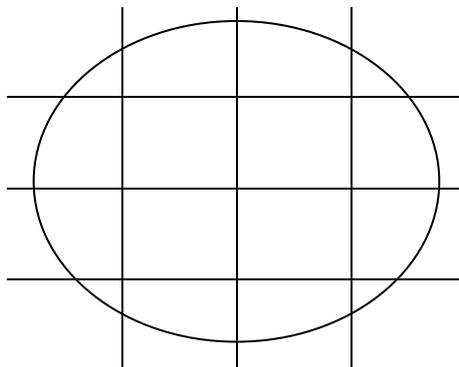
- Frascos de vidrio transparente y/o ámbar
- Frascos de plástico
- Pisceta contenido agua destilada,
- Papel toalla
- Balde

#### 9.1.5.7. EPP

- Zapatos de seguridad.
- Gorro.
- Lentes.
- Guantes de látex
- Poncho para Agua (en caso de lluvia)

#### 9.1.5.8. Procedimiento de Muestreo

- En este caso las estaciones serán ubicadas realizando cuadrantes en la superficie, las muestras se toman en diferentes profundidades y se mezclan para tener una sola muestra por cada punto.



- Para la toma de muestras en lagos y pantanos, se evitará la presencia de espuma superficial.
- Uso de guantes de látex para cada toma de muestra.

### 9.2. Preservación de las muestras de agua

Una vez tomada la muestra de agua, se procede a adicionarle el requerido de acuerdo a la Tabla 3. Una vez preservada la muestra, cerrar herméticamente el frasco y para mayor seguridad encintar la tapa para evitar cualquier derrame del líquido.

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

Las muestras recolectadas deberán conservarse en cajas térmicas (Coolers) a temperatura indicada (**ver Tabla 4**), disponiendo para ello con Ice pack o hielo. Los recipientes de vidrio

<b>Sistema de Gestión de Calidad - NTP ISO/IEC 17025</b>		<b>VERSIÓN: 01</b>
	<b>CÓDIGO: RM-001</b>	<b>PROTOCOLO DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA</b>
		<b>REVISIÓN: 00</b>
		<b>Página 22 de 40</b>

deben ser embalados y dispuestos en el cooler, alternándolos con botellas de plásticos para evitar el choque entre estas, lo que puede originar roturas y derrames.

Las muestras recolectadas deben entregarse al laboratorio en el menor tiempo posible, cumpliendo estrictamente con las exigencias de preservación y el tiempo de almacenamiento de las muestras. Para su ingreso al laboratorio de análisis, las muestras deberán ir acompañadas de la Cadena de Custodia, lo que en algunos casos puede ser remitida dentro del cooler, deberá colocarse en un sobre plastificado a fin de evitar que se deteriore.

## 10. ASEGURAMIENTO Y CONTROL DE CALIDAD

Aseguramiento y control de calidad son parte esencial de todo sistema de monitoreo, comprende un programa de actividades (capacitación al personal, 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 de los monitoreos, 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:

- Asegurarse que los frascos de muestreos cumplan con los requisitos técnicos establecidos en el presente protocolo.
- 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.
- Es esencial que el personal de campo este debidamente capacitado para aplicar las metodologías estandarizadas y aprobadas en el presente protocolo y en el uso de los equipos de monitoreo como el multiparamétrico, Turbidímetro, correntómetro, etc.

El control de calidad se define como los procedimientos rutinarios dirigidos a obtener niveles de rendimiento establecidos y controlar el proceso de medición. Un buen programa de control de calidad en un laboratorio consiste de por lo menos siete elementos (APHA, 1992):

- Certificación del rendimiento del operador;
- Análisis de blancos reactivos;
- Calibración con las estándares;
- Análisis de duplicados

Los componentes de un plan de garantía de la calidad en un laboratorio incluyen lo siguiente (APHA, 1992):

- Carátula con las firmas de aprobación del plan, organización del personal y responsabilidades;
- Procedimientos para el control y la documentación de muestras;
- Procedimientos de operación estándar para cada método analítico;
- Procedimientos para el mantenimiento preventivo de los equipos;

<b>Sistema de Gestión de Calidad - NTP ISO/IEC 17025</b>		<b>VERSIÓN: 01</b>
	<b>CÓDIGO: RM-001</b>	<b>PROTOCOLO DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA</b>
		<b>REVISIÓN: 00</b>
		<b>Página 23 de 40</b>

- Procedimientos de calibración, acciones correctivas, actividades de control interno de la calidad, auditorías de rendimiento y evaluación de los datos para determinar niveles de precisión.

#### **Blanco de Muestra<sup>2</sup>.**

Esta botella deberá llenarse con agua destilada y preservarse al igual que se hace para las muestras de campo, así como almacenarse hasta su entrega, junto con las otras muestras para análisis. Estos resultados indicaran cualquier contaminación que se encuentre presente en las botellas.

#### **Duplicado de Muestra.**

Se trata de una sola muestra que es dividida en dos muestras (conocida como “split”). Los duplicados deben ser enviados con nombres diferentes y no deben ser conocidos por el laboratorio.

## **11. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN**

### **11.1. Recolección y distribución de la información**

El LCA cuenta con un software en hojas de cálculo de Excel donde se registran los datos de Caudal y de los parámetros medidos.

### **11.2. Análisis de la información**

El manejo de la información involucra el procesamiento y manipulación de los datos recibidos o recogidos de los equipos de monitoreo. Esto incluye técnicas como la corrección de los datos luego de las recalibraciones, cálculo de los datos promediados y acciones a tomar cuando se pierden datos por falla o inactividad.

### **11.3. Generación de la base de datos**

La información generada se transmite a una central de almacenamiento en la cual debe existir personal calificado para proceder a la validación, análisis e interpretación de ésta, dejándola disponible y en los formatos adecuados para su posterior uso y aplicación en bases de datos.

Los datos de monitoreo son grabados semestralmente en un archivo electrónico y archivados en CD cada seis meses. Los datos crudos y procesados deben ser archivados.

### **11.4. Validación de la información**

Esta se desarrolla teniendo en cuenta la discriminación de datos erróneos que pudieran haberse tomado por diversos factores, tales como: resultados de calibraciones y ajustes efectuados en los parámetros de operación, desarrollo e historia de los servicios realizados a los equipos, cambio en las condiciones estacionales, y los niveles de otros contaminantes durante el mismo período.

<sup>2</sup> (Calidad de los Resultados de Análisis en el Monitoreo de Agua. Estudio de Casos.- Golder Associates Peru S.A.)

<b>Sistema de Gestión de Calidad - NTP ISO/IEC 17025</b>		<b>VERSIÓN: 01</b>
	<b>CÓDIGO: RM-001</b>	<b>PROTOCOLO DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA</b>
		<b>Página 24 de 40</b>

Antes de iniciar el análisis de los datos recibidos del campo y del laboratorio, todos los datos originales deben ser verificados y cotejados. Esta actividad empieza revisando todos los formularios con estos datos para ubicar errores o valores faltantes. Una vez ingresados a la computadora, deberá revisarse los datos para detectar valores **atípicos**.

Para tales efectos se manejan dos criterios:

-Los Criterios Cuantitativos, que hacen referencia a información histórica del sitio de medición, estado operacional de los equipos, calibraciones, rango de medición, etc.

-Los Criterios Cualitativos, que deben incorporar información relevante respecto de las condiciones de la medición, observaciones adicionales, tales como meteorología u otros contaminantes, mediciones independientes de otras estaciones u otros sistemas de medición, etc.

Una vez clasificados los datos mediante estos criterios, ya se pueden contar con los datos validados y prestos a formar parte de un informe confiable.

#### **11.5. Reporte del Monitoreo**

Se cuenta con formatos para la transferencia de información apropiada para los usuarios finales de la información. La comunicación de los datos o de la información se puede realizar mediante:

- Reporte escrito (en papel). Esto puede proporcionar el acceso a la información de calidad de aire a los usuarios finales.
- Reportes por medios de comunicación electrónicos, por ejemplo Internet vía página Web, correo electrónico.

<b>Sistema de Gestión de Calidad - NTP ISO/IEC 17025</b>		<b>VERSIÓN: 01</b>
	<b>CÓDIGO: RM-001</b>	<b>PROTOCOLO DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA</b>
		<b>REVISIÓN: 00</b>
		<b>Página 25 de 40</b>

## 12. ANEXOS

**TABLA 1: LIMITES MAXIMO PERMISIBLES (LMP) REFERENCIALES DE LOS PARAMETROS DE CALIDAD DEL AGUA**

PARÁMETRO	LMP	Referencia
Coliformes totales, UFC/100 mL	0 (ausencia)	(1)
Coliformes termotolerantes, UFC/100 mL	0 (ausencia)	(1)
Bacterias heterotróficas, UFC/mL	500	(1)
pH	6,5 – 8,5	(1)
Turbiedad, UNT	5	(1)
Conductividad, 25°C uS/cm	1500	(3)
Color, UCV – Pt-Co	20	(2)
Cloruros, mg/L	250	(2)
Sulfatos, mg/L	250	(2)
Dureza, mg/L	500	(3)
Nitratos, mg NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> /L (*)	50	(1)
Hierro, mg/L	0,3	0,3 (Fe + Mn = 0,5) (2)
Manganeso, mg/L	0,2	0,2 (Fe + Mn = 0,5) (2)
Aluminio, mg/L	0,2	(1)
Cobre, mg/L	3	(2)
Plomo, mg/L (*)	0,1	(2)
Cadmio, mg/L (*)	0,003	(1)
Arsénico, mg/L (*)	0,1	(2)
Mercurio, mg/L (*)	0,001	(1)
Cromo, mg/L (*)	0,05	(1)
Flúor, mg/L	2	(2)
Selenio, mg/L	0,05	(2)

### Notas

- (1) Valores tomados provisionalmente de los valores guía recomendados por la Organización Mundial de la Salud (1995)
- (2) Valores establecidos en la norma nacional "Reglamento de Requisitos Oficiales físicos, químicos y bacteriológicos que deben reunir las aguas de bebida para ser consideradas potables", aprobado por Resolución Suprema del 17 de Diciembre de 1946
- (3) En el caso de los parámetros de conductividad y dureza, considerando que son parámetros que afectan solamente la calidad estética del agua, tomar como referencia los valores indicados, los que han sido propuestos para la actualización de la norma de calidad de agua para consumo humano especialmente para aguas subterráneas.
- (\*) Compuestos tóxicos
- (\*\*) Oficio Circular No 677-2000/SUNASS-INF.

Mediante este oficio la SUNASS estableció los valores límite máximo permisibles referenciales de los parámetros de control; ello originado por la carencia de una norma nacional actualizada, ya que la vigente data del año 1946 y no considera varios parámetros, como turbiedad, coliformes, pH, aluminio, nitratos, cadmio, mercurio, cromo, entre otros: para los cuales se ha tomado los valores guía que recomienda la Organización Mundial de la Salud, OMS.

<b>Sistema de Gestión de Calidad - NTP ISO/IEC 17025</b>		<b>VERSIÓN: 01</b>
	<b>CÓDIGO: RM-001</b>	<b>PROTOCOLO DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA</b>
		<b>REVISIÓN: 00</b>
		<b>Página 26 de 40</b>

**TABLA 2:**

**Requisitos para la toma de muestras de agua según los parámetros correspondientes.**

<b>Parámetro</b>	<b>Tipo de Frasco</b>	<b>Volumen de Muestra</b>	<b>Preservación</b>	<b>Tiempo de Almacenamiento</b>
Color	P ó V	500 ml	Refrigerar a 4°C	48 horas
Conductividad	P ó V	500 ml	Refrigerar a 4°C	28 días
Turbiedad	P ó V	100 ml	Refrigerar a 4°C	48 horas
Alcalinidad	P ó V	50 ml	Refrigerar a 4°C	48 horas
Dureza	P ó V	100 ml	Agregar HNO <sub>3</sub> hasta pH < 2	6 meses
Sólidos	P ó V	1 L	Refrigerar a 4°C	2 - 7 días
Cloro Residual	P ó V	500 ml	Analizar inmediatamente	
Cloruros	P ó V	100 ml	Refrigerar a 4°C	7 días
Fluoruros	P	10 ml	Refrigerar a 4°C	7 días
Sulfatos	P ó V	100 ml	Refrigerar a 4°C	25 días
Cianuros	P ó V	500 ml	Refrigerar, agregar NaOH hasta pH = 12	14 días
Oxígeno Disuelto	V	300 ml	Analizar inmediatamente	30 minutos
DBO	P ó V	1 L	Refrigerar a 4°C	24 horas
DQO	P ó V	10 ml	Refrigerar, agregar H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> hasta pH < 2	28 días
Aceites y Grasa	V (ámbar)	1 L	Refrigerar, agregar H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> hasta pH < 2	24 horas
Hidrocarburos	V (ámbar)	1 L	Refrigerar, agregar H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> hasta pH < 2	7 días
Nitrógeno		250 ml	Refrigerar, agregar H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> hasta pH < 2	23 días
Nitrógeno Amoniacal	P ó V	50 ml		24 horas
Nitrógeno Orgánico		250 ml		28 días
Nitratos	P ó V	100 ml	Refrigerar a 4°C	28 días
Nitritos	P ó V	100 ml	Refrigerar a 4°C	48 horas
Fosforo Total		100 ml		
Fosforo Soluble	P ó V	100 ml	Refrigerar a 4°C	24 horas
Fosforo Hidrolizable		10 ml		
SAAM	P ó V	100 ml	Refrigerar a 4°C	24 horas

<b>Sistema de Gestión de Calidad - NTP ISO/IEC 17025</b>		<b>VERSIÓN: 01</b>
	<b>CÓDIGO: RM-001</b>	<b>PROTOCOLO DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA</b>
		<b>REVISIÓN: 00</b>
		<b>Página 27 de 40</b>

Parámetro	Tipo de Frasco	Volumen de Muestra	Preservación	Tiempo de Almacenamiento
<b>Metales</b>				
Cd, Cu, CR, Mn Pb, Zn, Fe	P ó V	500 ml	Refrigerar, agregar HNO <sub>3</sub> hasta pH < 2	6 meses
Arsénico	P ó V	100 ml	Refrigerar, agregar H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> hasta pH < 2	6 meses
Mercurio	V	100 ml	Refrigerar, agregar H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> hasta pH < 2	28 días
Bacterias Heterotróficas	P / V	200 ml	Refrigerar a 4°C	24 horas
Coliformes Total y Fecal	V	200 ml	Refrigerar a 4°C	24 horas
<b>Salmonella (A/P)</b>				
Aguas Superficiales	V	1 L	Refrigerar a 4°C	24 horas
Agua Potable	V	4 L		
Salmonella (NMP)	V	200 ml	Refrigerar a 4°C	24 horas
Clostridios Sulfato reductores	V	200 ml	Refrigerar a 4°C	24 horas
Estreptococos Fecales	V	200 ml	Refrigerar a 4°C	24 horas
<b>Vibrio Cholerae (A/P)</b>				
Aguas Superficiales	V	1 L	Refrigerar a 4°C	24 horas
Agua Potable	V	4L		
Vibrio Cholerae (NMP)	V	200 ml	Refrigerar a 4°C	24 horas
Clorofila	V	200 ml	Refrigerar a 4°C	24 horas
<b>Enteroparásitos</b>				
Agua Residual Cruda	P	1 L	Refrigerar a 4°C	24 horas
Agua Residual Tratada	P	5 L		
Agua Superficial	P	5 L		
Agua Potable	P	10 L		
Lodos	B	200 g		3 días
<b>Fitoplancton **</b>				
Aguas Eutróficas	P	1 L	Temperatura Ambiente	24 horas
Aguas Oligotróficas	P	6 L		
<b>Zooplancton</b>				
Aguas Eutróficas	P	1 L	Temperatura Ambiente	24 horas
Aguas Oligotróficas	P	6 L		

P: Plásticos

V: Vidrio

B: Bolsa de plástico sellado

SAAM: Sustancias activas al Azul de Metileno

NMP: Numero más Probable

A/P: Ausencia / Presencia





<b>Sistema de Gestión de Calidad - NTP ISO/IEC 17025</b>		<b>VERSIÓN: 01</b>
	<b>CÓDIGO: RM-001</b>	<b>PROTOCOLO DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA</b>
		<b>REVISIÓN: 00</b>
		<b>Página 30 de 40</b>

**TABLA 4:**

**Cuadro A1: Calidad bacteriológica del agua potable <sup>a</sup>**

Organismos	Valor guía
<b>agua de bebida</b>	
- E. coli - Bacterias coliformes termorresistentes <sup>b</sup>	No deben ser detectables en ninguna muestra de <b>100 mL</b> .
<b>Agua tratada que llega al sistema de distribución</b>	
- E. coli o bacterias coliformes Termorresistentes - Total de bacterias coliformes	- No deben ser detectables en ninguna muestra de 100 mL. - No deben ser detectables en ninguna muestra de 100 mL.
<b>Agua tratada que se halla en el sistema de distribución</b>	
- E. coli o bacterias coliformes Termorresistentes <sup>b</sup> - Total de bacterias coliformes	No deben ser detectables en ninguna muestra de 100 mL. No deben ser detectables en ninguna muestra de 100 mL. En el caso de los grandes sistemas de abastecimiento, cuando se examinen suficientes muestras, deberán estar ausentes en 95% de las muestras tomadas durante cualquier período de 12 meses.

<sup>a</sup> Si se detectan *E. coli* o bacterias coliformes en general, deben adaptarse inmediatamente medidas para investigar la situación. En el caso de las bacterias coliformes en general, se debe, como mínimo, repetir el muestreo; si las bacterias se detectan también en la nueva muestra, se deben realizar inmediatamente nuevas investigaciones para determinar la causa.

**Cuadro A2 Sustancias químicas de importancia para la salud presentes en el agua potable**

**A. Componentes inorgánicos**

Observaciones	Valor guía (mg/L)	
antimonio	0,005 (P) <sup>a</sup>	
arsénico	0,01b(P)	Para un riesgo adicional de cáncer de la piel de $6 \times 10^{-4}$
bario	0,7	
boro	0,3	
cadmio	0,003	
cianuro	0,07	
cromo	0,05 (P)	

<b>Sistema de Gestión de Calidad - NTP ISO/IEC 17025</b>		<b>VERSIÓN: 01</b>
	<b>CÓDIGO: RM-001</b>	<b>PROTOCOLO DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA</b>
		<b>REVISIÓN: 00</b>
		<b>Página 31 de 40</b>

fluoruro	1,5	Al establecer normas nacionales, se deben tener en cuenta las condiciones climáticas, la cantidad de agua consumida y la ingesta procedente de otras fuentes
mercurio (total)	0,001	
molibdeno	0,07	
níquel	0,02	
nitrate (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	50	La suma de las razones entre la concentración de cada uno y su respectivo valor guía no debe sobrepasar la unidad
nitrito (NO <sub>2</sub> )	3 (P)	
plomo	0,01	
selenio	0,01	

### **B. Componentes orgánicos**

Observaciones	Valor guía (µg/L)	
<b>Alcanos clorados</b>		
tetracloruro de carbono	2	
diclorometano	20	
1,2-dicloroetano	30 <sup>b</sup>	para un riesgo adicional de 10 <sup>-5</sup>
1,1,1-tricloroetano	2000(P)	
<b>Etenos clorados</b>		
Cloruro de vinilo	5 <sup>b</sup>	para un riesgo adicional de 10 <sup>-5</sup>
1,1-dicloroetano	30	
1,2-dicloroetano	50	
tricloroetano	70(P)	
tetracloroetano	40	
<b>Hidrocarburos aromáticos</b>		
benceno	10 <sup>b</sup>	para un riesgo adicional de 10 <sup>-5</sup>
<b>tolueno</b>	700	<b>ASO</b>
<b>xilenos</b>	500	<b>ASO</b>
<b>etilbenceno</b>	300	<b>ASO</b>
<b>estireno</b>	20	<b>ASO</b>
<b>benzo[a]pireno</b>	0,7 <sup>b</sup>	para un riesgo adicional de 10 <sup>-5</sup>

<b>Sistema de Gestión de Calidad - NTP ISO/IEC 17025</b>		<b>VERSIÓN: 01</b>
	<b>CÓDIGO: RM-001</b>	<b>REVISIÓN: 00</b>
		<b>Página 32 de 40</b>
<b>PROTOCOLO DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA</b>		

<b>Bencenos clorados</b>		
monoclorobenceno	300	ASO
1,1-diclorobenceno	1.000	ASO
1,4-diclorobenceno	300	ASO
triclorobencenos (total)	20	ASO
<b>Diversos</b>		
adipato de di(2-etilhexilo)	80	
ftalato de di(2-etilhexilo)	8	
acrilamida	0,5 <sup>b</sup>	para un riesgo adicional de 10 <sup>-5</sup>
epiclorhidrina	0,4 (P)	
hexaclorobutadieno	0,6	
ácido edético (EDTA)	200 (P)	
ácido nitrilotriacético	200	
óxido de tributilestaño	2	

### **C. Plaguicidas**

<b>Observaciones</b>	<b>Valor guía (µg/L)</b>	
alaclo	20 <sup>b</sup>	para un riesgo adicional de 10 <sup>-5</sup>
aldicarb	10	
aldrín/dieldrín	0,03	
atrazina	2	
bentazona	30	
carbofurano	5	
clordano	0,2	
clortolurón	30	
DDT	2	
3-cloropropano	1 <sup>b</sup>	para un riesgo adicional de 10 <sup>-5</sup>
2,4-D	30	
1,2-dicloropropano	20 (P)	
1,3-dicloropropeno	20 <sup>b</sup>	para un riesgo adicional de 10 <sup>-5</sup>
heptacloro y heptacloropóxido	0,03	
hexaclorobenceno	1 <sup>b</sup>	para un riesgo adicional de 10 <sup>-5</sup>
isoproturón	9	
lindano	2	
MCPA	2	
metoxicloro	20	
metolacloro	10	
molinato	6	
pendimetalina	20	
pentaclorofenol	9 (P)	

<b>Sistema de Gestión de Calidad - NTP ISO/IEC 17025</b>		<b>VERSIÓN: 01</b>
	<b>CÓDIGO: RM-001</b>	<b>PROTOCOLO DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA</b>
		<b>REVISIÓN: 00</b>
		<b>Página 33 de 40</b>

permetrina	20	
propanil	20	
piridato	100	
simazina	2	
trifluralina	20	
<b>Herbicidas clorofenóxidos disntintos del 2,4-D y el MCPA</b>		
2,4-DB	90	
dicloroprop	100	
fenoprop	9	
mecoprop	10	
2,4,5-T	9	

<b>Sistema de Gestión de Calidad - NTP ISO/IEC 17025</b>		<b>VERSIÓN: 01</b>
	<b>CÓDIGO: RM-001</b>	<b>PROCOLO DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA</b>
		<b>REVISIÓN: 00</b>
		Página 34 de 40

**Cuadro A3. Sustancias químicas de importancia para la salud presentes en el agua potable**

Observaciones	Valor guía (mg/L)	
antimonio	0,005 (P) <sup>a</sup>	
arsénico	0,01 <sup>b</sup> (P)	Para un riesgo adicional de cáncer de la piel de $6 \times 10^{-4}$
bario	0,7	
boro	0,3	
cadmio	0,003	
cianuro	0,07	
cobre	2 (P)	ASO <sup>d</sup>
cromo	0,05 (P)	
fluoruro	1,5	Al establecer normas nacionales, se deben tener en cuenta las condiciones climáticas, la cantidad de agua consumida y la ingesta procedente de otras fuentes
manganeso	0,5 (P)	
mercurio (total)	0,001	
molibdeno	0,07	
níquel	0,02	
nitrito (NO <sub>2</sub> -)	3 (P)	La suma de las razones entre la concentración de cada uno y su respectivo valor guía no debe sobrepasar la unidad
nitrato (NO <sub>3</sub> -)	50	
plomo	0,01	Se reconoce que no toda el agua se ajustará inmediatamente al valor guía; entretanto, deberán aplicarse todas las demás medidas recomendadas para reducir la exposición total al plomo
selenio	0,01	

**Cuadro A4. Sustancias y parámetros del agua potable que pueden provocar quejas de los consumidores**

Parámetro	Concentraciones que probablemente provoquen quejas de los consumidores <sup>a</sup>	Razones de las quejas de los consumidores
<b>Parámetros físicos</b>		
color	15 UCV <sup>b</sup>	apariencia
sabor y olor	-	deben ser aceptables
temperatura	-	debe ser aceptable
turbiedad	5 UNT <sup>c</sup>	Apariencia; para que la desinfección final sea eficaz, mediana de la turbiedad $\leq 1$ UNT, muestra única $\leq 5$ UNT

<b>Sistema de Gestión de Calidad - NTP ISO/IEC 17025</b>		<b>VERSIÓN: 01</b>
	<b>CÓDIGO: RM-001</b>	<b>PROTOCOLO DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA</b>
		<b>REVISIÓN: 00</b>
		<b>Página 35 de 40</b>

<b>Componentes inorgánicos</b>		
<b>aluminio</b>	0,2 mg/L	depósitos, cloración
<b>amoníaco</b>	1,5 mg/L	olor y sabor
<b>cloruro</b>	250 mg/lL	sabor, corrosión
<b>cobre</b>	1 mg/L	manchas en la ropa lavada y las instalaciones de fontanería (valor guía provisional basado en criterios sanitarios: 2 mg/L)
<b>dureza</b>	-	gran dureza: incrustaciones, formación de espuma baja dureza: posible corrosión
<b>hierro</b>	0,3 mg/L	manchas en la ropa lavada y las instalaciones de fontanería
<b>manganeso</b>	0,1 mg/L	manchas en la ropa lavada y las instalaciones de fontanería (valor guía provisional basado en criterios sanitarios: 0,5 mg/L)
<b>pH</b>	-	pH bajo: corrosión pH alto: sabor, sensación jabonosa preferiblemente < 8,0 para que la desinfección con cloro sea eficaz
<b>sodio</b>	200 mg/L	sabor
<b>sulfato</b>	250 mg/L	sabor, corrosión
<b>sulfuro de hidrógeno</b>	0,05 mg/L	olor y sabor
<b>total de sólidos disueltos</b>	1000 mg/L	sabor
<b>zinc</b>	3 mg/L	aparición, sabor
<b>componentes orgánicos</b>		
<b>tolueno</b>	24-170 µg/L	olor, sabor (valor guía basado en criterios sanitarios: 700 mg/L)
<b>xileno</b>	20-1.800 µg/L	olor, sabor (valor guía basado en criterios sanitarios: 500 mg/L)
<b>etilbenceno</b>	2-200 µg/L	olor, sabor (valor guía basado en criterios sanitarios: 300 mg/L)
<b>estireno</b>	4-2.600 µg/L	olor, sabor (valor guía basado en criterios sanitarios: 20 mg/L)
<b>monoclorobenceno</b>	10-120 µg/L	olor, sabor (valor guía basado en criterios sanitarios: 300 mg/L)
<b>1,2-diclorobenceno</b>	1-10 µg/L	olor, sabor (valor guía basado en criterios sanitarios: 1.000 mg/L)
<b>1,4-diclorobenceno</b>	0,3-30 µg/L	olor, sabor (valor guía basado en criterios sanitarios: 300 mg/L)
<b>Triclorobencenos (total)</b>	5-50 µg/L	olor, sabor (valor guía basado en criterios sanitarios: 20 mg/L)
<b>Desinfectantes y sus productos secundarios</b>		
<b>Cloro</b>	600-1.000 µg/L	olor, sabor (valor guía basado en criterios

<b>Sistema de Gestión de Calidad - NTP ISO/IEC 17025</b>		<b>VERSIÓN: 01</b>
	<b>CÓDIGO: RM-001</b>	<b>PROTOCOLO DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA</b>
		<b>REVISIÓN: 00</b>
		<b>Página 36 de 40</b>

		sanitarios: 5 mg/L)
<b>2-clorofenol</b>	0,1-10 µg/L	sabor, olor
<b>2,4-diclorofenol</b>	0,3-40 µg/L	sabor, olor
<b>2,4,6-triclorofenol</b>	2-300 µg/L	olor, sabor (valor guía basado en criterios sanitarios: 200 mg/L)

<sup>a</sup> Las concentraciones indicadas no son cifras exactas. Según las circunstancias locales, puede haber problemas con concentraciones más bajas o más elevadas. En el caso de los componentes orgánicos, se proporciona una gama de concentraciones umbral para el sabor y el olor.

<sup>b</sup> UCV, unidad de color verdadero.

<sup>c</sup> UNT, unidad nefelométrica de turbiedad.

<b>Sistema de Gestión de Calidad - NTP ISO/IEC 17025</b>		<b>VERSIÓN: 01</b>
	<b>CÓDIGO: RM-001</b>	<b>PROTOCOLO DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA</b>
		<b>REVISIÓN: 00</b>
		<b>Página 37 de 40</b>

**TABLA 5: ECA DS Nº 002-2008-MINAM**

PARÁMETRO	UNIDAD	Aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable			Aguas superficiales destinadas para recreación	
		A1	A2	A3	B1	B2
		Aguas que pueden ser potabilizadas con desinfección	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional	Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento avanzado	Contacto Primario	Contacto Secundario
		VALOR	VALOR	VALOR	VALOR	VALOR
Benceno -- 71-43-2	mg/L	0,01	0,01	**	**	**
Etilbenceno -- 100-41-4	mg/L	0,3	0,3	**	**	**
Tolueno -- 108-88-3	mg/L	0,7	0,7	**	**	**
Xilenos -- 1330-20-7	mg/L	0,5	0,5	**	**	**
<b>Hidrocarburos Aromáticos</b>						
Benzo(a)pireno -- 50-32-8	mg/L	0,0007	0,0007	**	**	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,009	0,009	**	**	**
Triclorobencenos (Totales)	mg/L	0,02	0,02	**	**	**
<b>Plaguicidas</b>						
<b>Organofosforados:</b>						
Malatión	mg/L	0,0001	0,0001	**	**	**
Metamidofós (restringido)	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Paraquat (restringido)	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Paration	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
<b>Organoclorados (COP):</b>						
Aldrin -- 309-00-2	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Clordeno	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
DDT	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Dieldrin -- 60-57-1	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Endosulfán	mg/L	0,000056	0,000056	*	**	**
Enofín -- 72-20-8	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Heptacloro -- 76-44-8	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
Heptacloro epóxido 1024-57-3	mg/L	0,00003	0,00003	*	**	**
Lindano	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
<b>Carbamatos:</b>						
Aldicarb (restringido)	mg/L	Ausencia	Ausencia	Ausencia	**	**
<b>Policloros Bifenilos Totales (PCBs)</b>						
(PCBs)	mg/L	0,000001	0,000001	**	**	**
<b>Otros</b>						
Asbesto	Millones de fibras/L	7	**	**	**	**
<b>MICROBIOLÓGICO</b>						
Coliformes Termotolerantes (44,5 °C)	NMP/100 mL	0	2 000	20 000	200	1 000
Coliformes Totales (35 - 37 °C)	NMP/100 mL	50	3 000	50 000	1 000	4 000
Enterococos fecales	NMP/100 mL	0	0		200	**
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 mL	0	0		Ausencia	Ausencia
Formas parasitarias	Organismo/Litro	0	0		0	
<i>Giardia duodenalis</i>	Organismo/Litro	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
<i>Salmonella</i>	Presencia/100 mL	Ausencia	Ausencia	Ausencia	0	0
<i>Vibrio Cholerae</i>	Presencia/100 mL	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia

PARÁMETROS PARA RIEGO DE VEGETALES.			
PARÁMETROS	Unidad	Vegetales Tallo Bajo	Vegetales Tallo Alto
		Valor	Valor
<b>Biológicos</b>			
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1 000	2 000(3)
Coliformes Totales	NMP/100mL	5 000	5 000(3)
Enterococos	NMP/100mL	20	100
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100mL	100	100
Huevos de Helmintos	huevos/litro	<1	<1(1)
<i>Salmonella</i> sp.		Ausente	Ausente
<i>Vibrio cholerae</i>		Ausente	Ausente

<b>Sistema de Gestión de Calidad - NTP ISO/IEC 17025</b>		<b>VERSIÓN: 01</b>
	<b>CÓDIGO: RM-001</b>	<b>REVISIÓN: 00</b>
		<b>PROTOCOLO DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA</b>
		Página 38 de 40

<b>PARÁMETROS PARA BEBIDAS DE ANIMALES</b>		
PARÁMETROS	UNIDAD	VALOR
<b>Fisicoquímicos</b>		
Conductividad Eléctrica	(uS/cm)	<=5000
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	<=15
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	40
Fluoruro	mg/L	2
Nitratos-(NO3-N)	mg/L	50
Nitritos (NO2-N)	mg/L	1
Oxígeno Disuelto	mg/L	> 5
pH	Unidades de pH	6,5 – 8,4
Sulfatos	mg/L	500
Sulfuros	mg/L	0,05
<b>Inorgánicos</b>		
Aluminio	mg/L	5
Arsénico	mg/L	0,1
Berilio	mg/L	0,1
Boro	mg/L	5
Cadmio	mg/L	0,01
Cianuro WAD	mg/L	0,1
Cobalto	mg/L	1
Cobre	mg/L	0,5
Cromo (6+)	mg/L	1
Hierro	mg/L	1
Litio	mg/L	2,5
Magnesio	mg/L	150
Manganeso	mg/L	0,2
Mercurio	mg/L	0,001
Niquel	mg/L	0,2
Plata	mg/L	0,05
Plomo	mg/L	0,05
Selenio	mg/L	0,05
Zinc	mg/L	24
<b>Orgánicos</b>		
Aceites y Grasas	mg/L	1
Fenoles	mg/L	0,001
S.A.A.M. (detergentes)	mg/L	1
<b>Plaguicidas</b>		
Aldicarb	ug/L	1
Aldrín (CAS 309-00-2)	ug/L	0,03
Clordano (CAS 57-74-9)	ug/L	0,3
DDT	ug/L	1
Dieldrín (N° CAS 72-20-8)	ug/L	0,7
Endosulfán	ug/L	0,02

<b>Sistema de Gestión de Calidad - NTP ISO/IEC 17025</b>		<b>VERSIÓN: 01</b>
	<b>CÓDIGO: RM-001</b>	<b>PROTOCOLO DE MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA</b>
		<b>REVISIÓN: 00</b>
		<b>Página 39 de 40</b>

Endrín	ug/L	0,004
Heptacloro ( N° CAS 76-44-8) y heptacloripóxido	ug/L	0,1
Lindano	ug/L	4
Paratión	ug/L	7,5
<b>Biológicos</b>		
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1 000
Coliformes Totales	NMP/100mL	5 000
Enterococos	NMP/100mL	20
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100mL	100
Huevos de Helmintos	huevos/litro	<1
<i>Salmonella</i> sp.		Ausente
<i>Vibrio cholerae</i>		Ausente

**NOTA :**  
**NMP/100:** Número más probable en 100 mL

#### CATEGORÍA 4: CONSERVACIÓN DEL AMBIENTE ACUÁTICO

PARÁMETROS	UNIDADES	LAGUNAS Y LAGOS	RÍOS		ECOSISTEMAS MARINO COSTEROS	
			COSTA Y SIERRA	SELVA	ESTUARIOS	MARINOS
<b>FÍSICOS Y QUÍMICOS</b>						
Aceites y grasas	mg/L	Ausencia de película visible	Ausencia de película visible	Ausencia de película visible	1	1
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	<5	<10	<10	15	10
Nitrógeno Amoniacal	mg/L	<0,02	0,02	0,05	0,05	0,08
Temperatura	Celsius					delta 3 °C
Oxígeno Disuelto	mg/L	≥5	≥5	≥5	≥4	≥4
pH	unidad	6,5-8,5	6,5-8,5	500	6,8-8,5	6,8 - 8,5
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	500	500	500	500	500
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	≤25	≤25 - 100	≤25 - 400	≤25-100	30,00
<b>INORGÁNICOS</b>						
Arsénico	mg/L	0,01	0,05	0,05	0,05	0,05
Bario	mg/L	0,7	0,7	1	1	----
Cadmio	mg/L	0,004	0,004	0,004	0,005	0,005
Cianuro Libre	mg/L	0,022	0,022	0,022	0,022	----
Clorofila A	mg/L	10	----	----	----	----
Cobre	mg/L	0,02	0,02	0,02	0,05	0,05
Cromo VI	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Fenoles	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,001	----
Fosfatos Total	mg/L	0,4	0,5	0,5	0,5	0,031 - 0,093
Hidrocarburos de Petróleo Aromáticos Totales	Ausente				Ausente	Ausente
Mercurio	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,001	0,0001
Nitratos (N-NO3)	mg/L	5	10	10	10	0,07 - 0,28
<b>INORGÁNICOS</b>						
Nitrógeno Total	mg/L	1,6	1,6		----	----
Níquel	mg/L	0,025	0,025	0,025	0,002	0,0082
Plomo	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,0081	0,0081
Silicatos	mg/L	----	----	----	----	0,14-0,7
Sulfuro de Hidrógeno ( H2S indisoluble)	mg/L	0,002	0,002	0,002	0,002	0,06
Zinc	mg/L	0,03	0,03	0,3	0,03	0,081
<b>MICROBIOLÓGICOS</b>						
Coliformes Termotolerantes	(NMP/100mL)	1 000	2 000		1 000	≤30
Coliformes Totales	(NMP/100mL)	2 000	3 000		2 000	

**NOTA :** Aquellos parámetros que no tienen valor asignado se debe reportar cuando se dispone de análisis

**Dureza:** Medir "dureza" del agua muestreada para contribuir en la interpretación de los datos (método/técnica recomendada: APHA-AWWA-WPCF 2340C)

**Nitrógeno total:** Equivalente a la suma del nitrógeno Kjeldahl total (Nitrógeno orgánico y amoniacal), nitrógeno en forma de nitrato y nitrógeno en forma de nitrito (NO)

**Amonio:** Como NH3 no ionizado

**NMP/100 mL:** Número más probable de 100 mL

**Ausente:** No deben estar presentes a concentraciones que sean detectables por olor, que afectan a los organismos acuáticos comestibles, que puedan formar depósitos de sedimentos en las orillas o en el fondo, que puedan ser detectados como películas visibles en la superficie o que sean nocivos a los organismos acuáticos presentes.

Sistema de Gestión de Calidad - NTP ISO/IEC 17025			VERSIÓN: 01
	<b>CÓDIGO:</b> <b>RM-001</b>	<b>PROTOCOLO DE MONITOREO DE AGUA</b>	REVISIÓN: 00
			Página 1 de 40

**Tabla 7 Frecuencia de muestreo (muestras/año)**

PARAMETROS	FUENTES SUBTERRANEAS			SALIDA PLANTAS Y RESERVORIOS (d)				REDES DE DISTRIBUCION (e) población servida			
	< 50 l/s < 4000 m3/d	de 50 - 100 l/s 4000-8000 m3/d	de 101 - 400 l/s 8001-40000 m3/d	< 50 l/s < 4000 m3/d ( < 500 m3)	de 50 - 100 l/s 4000-8000 m3/d (500-2000 m3)	de 101 - 400 l/s 8001-40000 m3/d (2001-4000 m3)	> 400 l/s >40000 m3/d ( > 4000 m3)	< 5000	5000-20000hab	> 20000 hab (f) cada 20000 hab	> 300 000 hab cada 60000 hab
cloro residual (a)	4	4	4	4 (1)	4 (1)	4 (1)	4 (4)	1	1	1	-
coliformes totales	12	26	52	12 (12)	26 (26)	52 (52)	104 (104)	12	26	26	26 *
coliformes termotolerantes	12	26	52	12 (12)	26 (26)	52 (52)	104 (104)	12	26	26	26 *
turbiedad	4	4	4	12 (12)	26 (12)	52 (12)	365 (26)	52	52	52	52 **
pH	4	4	4	12 (12)	26 (12)	52(12)	365 (26)	12	26	26	26 *
conductividad	4	4	4	12 (12)	26 (12)	52(12)	365 (26)	12	26	26	26 *
dureza	1	1	1	4 (4)	6 (6)	6 (6)	6 (6)	2	2	2	2 ***
cloruros	1	1	1	4 (4)	6 (6)	6 (6)	6 (6)	2	2	2	2 ***
sulfatos	1	1	1	4 (4)	6 (6)	6 (6)	6 (6)	2	2	2	2 ***
nitratos	1	2	4	4 (4)	6 (6)	6 (6)	6 (6)	2	2	2	2 ***
color	1	2	4	4 (4)	6 (6)	6 (6)	12 (12)	2	2	2	2 ***
hierro	1	2	4	4 (4)	6 (6)	6 (6)	12 (12)	2	2	2	2 ***
manganeso	1	2	4	4 (4)	6 (6)	6 (6)	12 (12)	2	2	2	2 ***
aluminio (b)	-	-	-	4 (4)	6 (6)	6 (6)	12 (12)	2	2	2	2 ***
cobre (c)	1	1	1	4 (4)	6 (6)	6 (6)	12 (12)	2	2	2	2 ***
bacterias heterotróficas	2	6	12	2 (2)	6 (6)	10 (10)	20 (20)	2	6	6	6 ****
plomo (c)	1	1	1	4 (4)	6 (6)	6 (6)	12 (12)	2	2	2	2 ***
cadmio	1	1	1	4 (4)	6 (6)	6 (6)	12 (12)	2	2	2	2 ***
arsénico	1	1	1	4 (4)	6 (6)	6 (6)	12 (12)	-	-	-	-
mercurio	1	1	1	4 (4)	6 (6)	6 (6)	12 (12)	-	-	-	-
cromo	1	1	1	4 (4)	6 (6)	6 (6)	12 (12)	-	-	-	-
Otros											
NOTAS : (a) Como indica la directiva N°190-97-SUNASS. El número indicado corresponde a muestras/día (b) Análisis de aluminio en la salida de plantas que utilizan sulfato de aluminio como coagulante (c) Análisis de cobre y plomo de acuerdo al material de la red (d) El número indicado en paréntesis corresponde al número de muestras en reservorios (e) Análisis de los parámetros físicos y químicos por zona de abastecimiento (f) Hasta población total de 300 000 habitantes								* Al número de muestras calculado, añadir 210 ** Al número de muestras calculado, añadir 420 *** Al número de muestras calculado, añadir 16 **** Al número de muestras calculado, añadir 50			