

DA.S.

Sistema Provincial de Control de Calidad

# **Normas Provinciales de Calidad y Control de Agua para Bebida**

Resolución Di.P.A.S. 608/93

**DEPARTAMENTO LABORATORIO**

**VOLUMEN I**

**- 1994 -**

**DA.S.**

**Sistema Provincial de Control de Calidad**

ESTE DOCUMENTO FUE ELABORADO EN EL DEPARTAMENTO LABORATORIO DE LA GERENCIA OPERATIVA DE LA EX DIRECCIÓN PROVINCIAL DE AGUA Y SANEAMIENTO (Di.P.A.S.), ACTUALMENTE DIRECCIÓN DE AGUA Y SANEAMIENTO (D.A.S. ) DE LA PROVINCIA DE CORDOBA.

CONSISTE EN UNA RECOPIACIÓN DE NORMAS PROCEDIMIENTOS E INSTRUCTIVOS EXISTENTES Y TAMBIEN DE APORTES PROPIOS DE LOS SUSCRIPTOS.

ESTA DESTINADO A TODAS AQUELLAS PERSONAS O ENTIDADES QUE TIENEN COMO OBJETIVO CONTROLAR LA CALIDAD DEL AGUA DE BEBIDA EN SUMINISTRO PUBLICO.

ESTA PRIMERA EDICIÓN, QUE SE COMPLETARA CON UN “VOLUMEN II” DESTINADO AL DESARROLLO EXHAUSTIVO DE TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS ANALÍTICOS Y PROCEDIMIENTOS ADMINISTRATIVOS, INTENTA SER UN APORTE AL ESFUERZO COMUN EN PRO DE UNA MEJOR CALIDAD DE VIDA DE LA POBLACIÓN DE CORDOBA Y EL PAIS.

QUIENES HEMOS ESTADO A CARGO DE ESTE COMETIDO AGRADECEMOS A TODO EL PERSONAL DEL LABORATORIO POR LA COLABORACIÓN RECIVIDA Y A NUESTROS SUPERIORES POR LA CONFIANZA DEPOSITADA.

TAMBIEN SOLICITAMOS A QUIENES LO UTILICEN NOS HAGAN LLEGAR TODA SUGERENCIA QUE CREAN CONVENIENTE A LOS EFECTOS DE MEJORAR ESTA PUBLICACIÓN EN FUTURAS EDICIONES.

Dr. Daniel Oscar Serra

Ing. Cesar Antonio Bertucci

CORDOBA, 1995.

# DA.S.

## Sistema Provincial de Control de Calidad

### INDICE

**INTRODUCCION** .....

#### **SECCION 1 – ESTANDARES DE CALIDAD DE AGUAS PARA BEBIDA**

Criterios de Normatización .....

Parámetros Físico-Químicos:

- Características Físicas y Químicas que pueden  
Afectar la Aceptabilidad o Estética (TABLA I) .....
- Componentes Inorgánicos de Acción Directa  
Sobre la Salud (TABLA II) .....

Fundamentos De Normatización para los Distintos Grupos de Parámetros:

Componentes que afectan la Aceptabilidad o Estética

- Aluminio .....
- Cloruros .....
- Cobre ...
- Color .....
- Detergentes ....
- Dureza Total .....
- Hierro Total .....
- Manganeso .....
- PH .....
- Sabor y Olor ....
- Sólidos Disueltos Totales....
- Sulfatos ..
- Turbiedad .....
- Zinc ....

Componentes Inorgánicos de Acción Directa sobre la Salud:

- Arsénico ...
- Cadmio ...
- Cianuro ..
- Cromo ...
- Fluoruro ...
- Mercurio .....
- Nitrato y Nitrito ....
- Plomo ...
- Selenio ....
- Plata ...
- Vanadio ...

# DA.S.

## Sistema Provincial de Control de Calidad

Componentes Orgánicos de Acción Directa sobre la Salud:

- Introducción ....
- Grupo de Compuestos (TABLA III) ...
- Límites Máximos (TABLA IV) ...
- 1. Alcanos Clorados .....
- a) 1,2 dicloroetano....
- b) Tetracloruro de Carbono ...
  
- 2. Alquenos Clorados .....
- a) 1,1 dicloroeteno ....
- b) Tricloroeteno ....
- c) Tetracloroeteno ....
- d) Cloruro de Vinilo ...
  
- 3. Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares .....
- Benzo[a]pireno .....
  
- 4. Plaguicidas ...
- I) Plaguicidas Organoclorados (TABLA V) ...
- a) DDT (total de isómeros) ....
- b) Aldrin y Dieldrin ....
- c) Clordano .....
- d) Hexaclorobenceno ...
- e) Heptacloro y Heptacloro-epóxido ...
- f) g – H C H (Lindano) .....
- g) Metoxicloro ....
- II) Clorofenoxiacidos ...
- a) 2,4 D....
- III) Organofosforado ....
- a) Malatión ....
- b) Paratión ..
- c) Metil – Paratión ..
  
- 5. Clorobencenos .....
- a) MonoClorobenceno ...
- b) 1,2 y 1,4 diclorobenceno ....
  
- 6. Clorofenoles ....
- a) 2,4,6 - Triclorofenol .....
- b) Pentaclorofenol .....
  
- 7. Benceno y Alquilbenceno .....
  
- 8. Trihalometanos .....

Compuestos Orgánicos que se recomienda su monitoreo:

Valores Provisorios (TABLA VI) .....

- 1. Hidrocarburos totales .....
- 2. Hidroc. Arom. Polinucleares (totales) ...
- 3. Hidrocarburos Bencénicos
- a) Tolueno ...
- b) Xileno ....
- c) Etilbenceno ...
- d) Estireno ...

# DA.S.

## **Sistema Provincial de Control de Calidad**

Parámetros Microbiológicos ...

Calidad Microbiológica del Agua Tratada en el Sistema de Distribución:

Parámetros Microbiológicos básicos (TABLA VII) ....

Parámetros Microb. Complementarios (TABLA VIII) ...

Fundamentos de Normatización de Parámetros Microbiológicos ....

Calidad Microbiológica para Aguas Tratadas ...

Bacterias Coliformes Totales .....

Metodología de Determinación .....

Bacterias Coliformes Fecales .....

Bacterias Aerobias Heterotróficas ....

Pseudomonas ....

Giardia lamblia ...

Fitoplancton y Zooplancton ....

Número de Muestras y Frecuencia Mínima de Muestreo  
en Relación a la Población Servida (TABLA IX) .....

Recomendaciones .....

### **SECCION II - COLECCIÓN Y PRESERVACIÓN DE MUESTRAS**

1. Introducción .....
2. Diseño de un Programa de Muestreo ...
3. Toma de Muestras ...
4. Requerimientos Especiales de Muestreo y  
Conservación – Sumario ....

### **SECCION III - METODOS DE ANÁLISIS**

Examen Físico – Químico .....

Parámetros Inorgánicos con Acción Directa  
sobre la Salud (TABLA X) .....

Parámetros que pueden afectar la Aceptabilidad  
o Estética (TABLA XI) .....

Parámetros Orgánicos (TABLA XII) .....

Examen Microbiológico .....

### **SECCION VII – COMPENDIO DE TABLAS DE LIMITES**

Características Físico-Químicas que pueden afectar la  
Aceptabilidad o Estética .....

Parámetros Inorgánicos de Acción Directa sobre la Salud .....

Parámetros Microbiológicos Básicos y Complementarios .....

### **REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....**

DA.S.

Sistema Provincial de Control de Calidad

## SECCION I

# ESTANDARES DE CALIDAD DE AGUAS PARA BEBIDAS

# DA.S.

## Sistema Provincial de Control de Calidad

### NORMAS DE CALIDAD Y CONTROL DE AGUAS PARA BEBIDA

#### INTRODUCCIÓN

Este documento contiene en sus paginas el cuerpo normativo destinado a establecer : a) La calidad de agua de bebida que debe suministrarse a la población en los servicios de abastecimiento público y b) El **control** sanitario que debe efectuarse sobre dicha agua.

Para normatizar la **calidad** y el **control** sanitario del agua para bebida en el ámbito provincial, se han adoptado los criterios y recomendaciones a que arribara luego de un pormenorizado trabajo, la “Comisión Nacional Permanente de Calidad de Agua para Bebida” que trabajó durante 1992 bajo los auspicios del COFES (Comité Federal de Entidades de Saneamiento) con participación de los responsables del control de calidad de todas las provincias.

Puesto que el control de calidad del agua destinada a la bebida humana es una tarea que requiere de laboratorios de análisis específicamente equipados y con personal técnico-profesional entrenado idóneamente, en este documento también se establecen las condiciones técnicas mínimas que debe reunir y cumplimentar certificadamente un laboratorio para poder participar del SISTEMA PROVINCIAL DE CONTROL DE CALIDAD DE AGUA DE BEBIDA, como laboratorio prestador de servicios en una comunidad.

En las distintas secciones de este “primer volumen” se incluyen: Estándares (Valores Límites) de Calidad, Métodos Analíticos y Procedimientos Técnicos-Administrativos para el Control de Calidad de Agua de Bebida. Además, se establecen condiciones que hacen a la infraestructura edilicia, a la dotación de personal, al instrumental y materiales a la calidad y control de la tarea y a la seguridad e higiene de un laboratorio de análisis de aguas, conformando el conjunto la **Norma Provincial de Calidad y Control de Aguas para Bebida**.

El “volumen II”, de próxima aparición, incluirá técnicas y procedimientos analíticos desarrollados, modelos de formularios y criterios de informes de resultados estandarizados y procedimientos administrativos que deberán cumplimentar los laboratorios que integren el Sistema Provincial de Control de Calidad.

# DA.S.

## Sistema Provincial de Control de Calidad

### ESTANDARES DE CALIDAD DE AGUAS PARA BEBIDA

Comisión Nac. Permanente de Normas para Aguas de Bebida (COFES - 1992)

#### CRITERIOS DE NORMATIZACION

Los valores correspondientes a cada parámetro han sido determinados tratando de conciliar:

- a) Los requerimientos de salud.
- b) Las características de los recursos hídricos del país.
- c) Los requisitos para la protección y mantenimientos de los establecimientos productores, sistemas de distribución e instalaciones domiciliarias.
- d) La aceptabilidad por parte de la mayoría de los usuarios, en base a las características organolépticas del agua.

Los valores propuestos se fundamentan dentro de estos lineamientos, de modo de contribuir a la formación de criterio de los profesionales vinculados con el tema. En los casos en que no se dispuso de antecedentes suficientes, los valores se fijaron con carácter “provisorio” susceptibles a modificación.

Se han establecido dos valores: uno llamado “Valor aconsejable” y otro “Limite Tolerable”.

Valor Aconsejable : Es la concentración máxima de un componente que no significa peligro para la salud. Esto significa en realidad, el valor hacia el cual se debe tender en los suministros públicos. Es el objetivo a alcanzar.

Limite Tolerable : es la concentración de un componente que no debe superarse, por significar un posible riesgo para la salud.

Sin embargo, no deben entenderse estos valores como absolutamente rígidos, sino que deben ser cuidadosamente considerados dentro del contexto nacional y aun local, pues es imposible cubrir todas las situaciones que se pueden presentar en sistemas de agua potable que difieren en aspectos económicos, geográficos, culturales y sociales. Por ello, los valores que superan concentraciones límites deben indicarse y prevenir a la población sobre los riesgos que pueden derivarse de la ingesta de agua y en el caso en que no exista otro suministro de agua, la “Autoridad de Salud” debe expedirse. El **Limite Tolerable es la meta actual y el Valor Aconsejable es la meta a alcanzar.**

En general, puede decirse que las “características físicas” reflejan la calidad de un proceso de tratamiento, o si se ha producido un desmejoramiento en el Sistema de Distribución.

Para las “características químicas” se ha efectuado una separación entre los parámetros que tienen influencia directa sobre la salud y aquellos otros cuyo valor se fundamenta en razones de orden económico, estético o de aceptación.

Este temperamento es válido tanto para el responsable del suministro, como para quienes fiscalizan la calidad del agua, o para las autoridades encargadas de facilitar los medios para su mejoramiento.

En los cuadros siguientes se consignan los valores aconsejables y los límites tolerables para los distintos parámetros considerados.

## DA.S.

### Sistema Provincial de Control de Calidad

#### PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS QUE PUEDEN AFECTAR LA ACEPTABILIDAD O ESTÉTICA

Aun satisfecha sus condiciones higiénicas, la necesidad de entregar al consumo aguas con características físicas inobjetables, radica en que anomalías muy acusadas de las mismas, pueden provocar desconfianza y rechazo de los usuarios, induciéndolos a recurrir a fuentes de provisión de calidad incierta, con el consiguiente riesgo para la salud.

(TABLA I)

Parámetro	Unidades de Medida	Valor Aconsejable	Limite Tolerable
Aluminio (Al)	mg/L	< 0.10	0.20
Cloruros (Cl)	mg/L	< 250	400
Cobre (Cu)	mg/L	< 1.0	1.5
Color	U.C.	< 6.0	15
Detergentes	mg/L	< 0.2	0.2 (p)
Dureza (CO <sub>3</sub> Ca)	mg/L	80-200	500
Hierro (Fe)	mg/L	< 0.10	0.20
Manganeso (Mn)	mg/L	< 0.05	0.10
pH	mg/L	PHs ± 0.5	PHs ± 0.5
Sabor y Olor	-	No ofensivo para la mayoría de los usuarios	
Solidos Disueltos	-	50-1.000	2.000
Sulfato (SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	< 200	400
Turbiedad	UNT	< 1.00	2.0
Zinc (Zn)	mg/L	< 5	5

U.C. = Unidades de Color en la escala Platino-Cobalto (p) provisorio  
UNT = unidades Nefelométricas de Turbiedad (\*) = Ver fundamentos en pagina 7

#### COMPONENTES DE ACCION DIRECTA PARA LA SALUD

La mayor parte de los conocimientos sobre el daño o la toxicidad que ciertos componentes del agua producen al hombre, está basada en observaciones clínicas y experimentos con animales. Los métodos convencionales para determinar el daño de toxicidad, no siempre son adecuados para evaluar los riesgos a largo plazo y sobre todo los ligados a carcinogénesis, teratogénesis, y efectos mutágenos. De hecho, en las dosis en que habitualmente se encuentran en el agua para beber, ninguno de los compuestos hallados puede provocar un fenómeno de toxicidad aguda; esto no excluye que haya zonas en el país en las que el agua que se ingiere pueda provocar a corto plazo un cuadro de intoxicación.

Ciertos elementos tóxicos, debido a su presencia hacen rechazar el empleo de un agua. Otros, pueden ser en general tolerados si no se sobrepasan ciertos límites. Además, debe tenerse en cuenta una especie de sinergismo de la toxicidad, que haría intervenir no solamente los aportes de cada tóxico considerado aisladamente, sino también un efecto nocivo global, superior a la suma de los efectos de los elementos tóxicos presentes.

## DA.S.

### Sistema Provincial de Control de Calidad

Ciertos países imponen no sin razón, un límite a la presencia simultánea de diferentes productos, cuyas concentraciones deben satisfacer la relación :

$$\sum C_i / CMA_i < 1$$

donde  $C_i$  = Contenido del elemento en cuestión o tóxico en el agua.

$CMA_i$  = Concentración Máxima Admisible del elemento considerado.

A continuación, se dan los cuadros donde se consignan los Límites Tolerables para componentes tóxicos de acción directa sobre la salud. Se han dividido para su ordenamiento en parámetros de naturaleza inorgánica y parámetros de naturaleza orgánica.

#### PARÁMETROS INORGÁNICOS

(TABLA II)

Parámetros	Unidades	Límite Tolerable
Arsénico (As)	mg/L	< 0.10 (p <sub>1</sub> )
Cadmio (Cd)	mg/L	< 0.005
Cromo (Cr)	mg/L	< 0.05
Cianuro (CN <sup>-</sup> )	mg/L	< 0.1
Fluoruro (F <sup>-</sup> )	mg/L	(ver tabla pag. 46)
Mercurio (Hg)	mg/L	< 0.001
Nitrato + Nitrito (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	< 45
Nitrito (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	< 0.10
Plata (Ag)	mg/L	< 0.05
Plomo (Pb)	mg/L	< 0.050 (p <sub>2</sub> )
Selenio (Se)	mg/L	< 0.01
Vanadio (V)	mg/L	(ver fundamentos)

p<sub>1</sub> = Provisorio, por el término de 6 meses. Ver fundamentos.

p<sub>2</sub> = Provisorio, en lo posible mantener la concentración debajo de 0.010 mg/L

## DA.S.

### Sistema Provincial de Control de Calidad

#### FUNDAMENTOS DE NORMATIZACION PARA LOS DISTINTOS GRUPOS DE PARÁMETROS (Síntesis)

##### Componentes que afectan la Aceptabilidad o Estética (Tabla I) :

###### Aluminio

Si bien la ingestión de compuestos de Aluminio no parece por lo general causar efectos nocivos para la salud de individuos normales, la presencia de estos compuestos en el agua utilizada para la diálisis renal se ha asociado a trastornos neurológicos en los pacientes.

Está muy difundido el empleo de compuestos de aluminio para el tratamiento del agua. Cuando en el agua distribuida persisten concentraciones superiores a 0.1 mg/L, se observa coloración. Como solución intermedia se ha propuesto un límite tolerable de 0.2 mg/L. La presencia de aluminio puede aumentar la coloración del agua, cuando está, también, contiene hierro.

###### Cloruros

La presencia de cloruros en aguas de bebida no es perjudicial, a menos que alcancen concentraciones muy elevadas, en cuyo caso influyen marcadamente sobre el sabor y posibilitan su acción corrosiva y además pueden resultar nocivos a personas que sufren enfermedades cardíacas o renales. Por esta razón, las aguas de provisión deben tender a cumplir el valor aconsejable (< 250 mg/L), pues se admite que con valores superiores a 300 mg/L comienza la agresividad al hierro desnudo.

Los valores fijados se refieren principalmente a requerimientos de sabor, mas que a efectos perjudiciales para la salud. El valor de sabor umbral para el ión cloruro oscila entre 200 mg/L y 300 mg/L, variando según predominan los cationes de calcio, potasio o sodio.

La tolerancia a los cloruros por los seres humanos varía con el clima y los esfuerzos físicos, pues los cloruros eliminados por la transpiración deben ser compensados por los cloruros ingeridos con los alimentos o con el agua. Hay referencias de que en regiones muy cálidas, concentraciones del orden de 900 a 1.000 mg/L no resultan perjudiciales.

###### Cobre

Las sales de cobre pueden presentarse naturalmente en aguas superficiales en concentraciones de hasta 0.05 mg/L. El aumento de su concentración en agua de bebida es generalmente el resultado de la acción corrosiva del agua sobre el cobre, bronce o latones de cañerías de distribución o la contaminación por descargas industriales o el uso de sulfato de cobre para control de crecimiento de organismos planctónicos.

El cobre es generalmente considerado como no tóxico a las concentraciones en que se halla en agua de bebida.

Los problemas que generan valores superiores al límite, son el sabor amargo que proporcionan al agua, el manchado de ropa y artefactos sanitarios y efectos corrosivos. La concentración umbral de sabor es de 1 a 2 mg/L.

El cobre es un elemento esencial para la nutrición; un adulto requiere hasta 3 mg /día y un niño 2 mg/día; en estos su deficiencia produce anemia nutricional. No existen evidencia de envenenamiento como resultado del consumo de agua con alto contenido de cobre. La mayor parte del cobre ingerido es excretado.

## DA.S.

### **Sistema Provincial de Control de Calidad**

#### Color

El color natural de un agua puede ser de origen mineral, por ejemplo : debido a compuestos de hierro y/o manganeso; o de origen orgánico, producto de la descomposición de materia orgánica, materias húmicas, algas, plantas acuáticas y protozoarios.

El color de las aguas también, pueden ser originado por residuos solubles orgánicos e inorgánicos producidos por las industrias, en cuyo caso, constituye un peligro.

Colores de hasta seis (6) unidades no son perceptibles por la mayor parte de los usuarios, cuando se observan volúmenes de agua más o menos pequeños, tales como un vaso o jarra de uso doméstico.

Colores de quince (15) unidades no son objetables, pero podrían ser percibidos por los usuarios y además evidenciar deficiencias en el tratamiento o desmejoramiento de la calidad en la red de distribución.

Valores superiores al límite tolerable, no justifican de por sí el rechazo del agua para la provisión, si su origen, cuidadosamente investigado, no provoca sospechas respecto de su inocuidad.

#### Detergentes

Si bien los detergentes aniónicos caracterizados por su persistencia en el agua han sido reemplazado por otros más fácilmente biodegradables y posteriormente por detergentes catiónicos y no iónicos, no se ha producido una disminución de su presencia en las aguas tal como se esperaba. Por ello no se debe permitir que la cantidad de detergentes existentes en el agua potable alcance concentraciones que den origen a la aparición de espuma o de problemas de sabor y olor.

#### Dureza Total

La dureza de las aguas está relacionada principalmente por la presencia de los cationes de Calcio y Mangnesio. Otros cationes tales como, Aluminio, Manganeso, Hierro, Zinc, etc. En cantidades significativas, también producen durezas. Las aguas con valores de "dureza total" aún superiores a los consignados en tablas, no parecen tener efectos perjudiciales para la salud. Los inconvenientes ocasionados por durezas elevadas, son particularmente de carácter económico, en el ámbito doméstico e industrial. Ejemplo de ello son: elevado consumo de jabón en el lavado, endurecimiento de los vegetales en la cocción, formación de incrustaciones en calderas, artefactos de calentamiento de aguas y en cañerías, aún a temperatura ambiente.

Por otra parte, la dureza del agua esta relacionada con su capacidad de formación de una capa protectora en el interior de las cañerías; por lo tanto se fija un mínimo de 80 mg/L que tiene por finalidad de prevenir el desmejoramiento de la calidad del agua por posibles problemas de corrosión.

#### Hierro Total

Concentraciones superiores al límite tolerable (0.20 mg/L), pueden producir el manchado de telas y artefactos sanitarios por deposición y/o formación de compuestos insolubles de hierro y a su vez, impartir color y/o turbiedad a las aguas y un sabor metálico característico. Las aguas ferroginosas y manganosas pueden dar lugar a que se desarrollen, en zonas de poca circulación del agua o en depósitos, las llamadas "bacterias del hierro y el manganeso" confiriéndole olor fétido y color.

## DA.S.

### **Sistema Provincial de Control de Calidad**

#### Manganeso

La presencia de Manganeso en las aguas de bebidas origina inconvenientes ya que, concentraciones superiores al límite tolerable (0.10 mg/L), pueden producir turbiedad, sabor indeseable y manchado de artefactos sanitarios y depósitos en los sistemas de distribución. Aún a concentraciones de 0.05 mg/L, el Manganeso puede formar una película en las conducciones que puede desprenderse como un precipitado de color negro.

El Manganeso es un elemento esencial en la alimentación de los mamíferos, su deficiencia produce alteraciones en el desarrollo, en la producción de sangre, en la formación de los huesos y en la reproducción.

#### pH

Los valores de pH adoptados están referidos al pH de saturación del agua ( pH<sub>s</sub>) con respecto al carbonato de calcio.

Al margen de consideraciones técnicas y/o económicas su valor deberá estar comprendido entre 6.5 y 8.5 unidades.

El pH del agua tiene influencia en: su sabor, su acción corrosiva o incrustante, la eficiencia bactericida del Cloro y su efecto disolvente sobre los metales de las instalaciones. En consecuencia, un pH inadecuado del agua de bebida, puede ocasionar un desmejoramiento de su calidad, por aumento del color o turbiedad, o incorporar eventualmente metales como Plomo, Zinc, Hierro etc. o disminuir la eficiencia de la desinfección.

Se deben tomar todas las medidas necesarias para proteger las instalaciones del Sistema de Aprovechamiento de agua ante cambios del pH.

#### Sabor y Olor

Los sabores y olores en las aguas pueden ser producidos por la presencia de algas y hongos, crecimientos bacterianos y sustancias orgánicas; en la mayor parte de los casos interrelacionados. No es posible establecer métodos de determinación suficientemente objetivos como ocurre con otros parámetros.

Todas las aguas potables poseen cierto sabor y olor. No obstante, el agua debe presentar olor y sabor inobjetable para la mayoría de los usuarios.

#### Sólidos Disueltos Totales

La concentración elevada de "sólidos disueltos totales" en el agua de bebida, ocasiona una serie de inconvenientes: influencia sobre el sabor (que en conjunto guarda relación con otros parámetros tales como cloruros, sulfatos, calcio, magnesio, sodio y potasio), precipitación durante la cocción de alimentos, depósitos en calderas y recipientes de uso doméstico, corrosión en instalación de redes de distribución como consecuencia de la mayor conductividad del agua, pudiendo con ello desmejorarse su calidad en cuanto al color, turbiedad, presencia de hierro, plomo, zinc, etc.

## Sistema Provincial de Control de Calidad

Las aguas que contienen entre 2.000 y 4.000 mg/L de sólidos disueltos presentan sabores desagradables, pueden no calmar satisfactoriamente la sed y resultar laxantes para personas no habituadas a su ingestión.

Las aguas que contienen mas de 4.000 mg/L de sólidos disueltos se consideran, en general, no aptas para el consumo humano, aún cuando en regiones de climas muy cálido pueden tolerarse concentraciones salinas tan elevadas.

Para que un agua no sea excesivamente agresiva debe contener una concentración mínima de sólidos disueltos. En general se considera que la concentración salina de aguas de buena calidad no debe ser menor 50 mg/L, ni mayor de 1.000 mg/L, siendo estos valores a los que se deben tender, salvo que no exista la posibilidad de otra fuente.

### Sulfatos

Los Sulfatos se encuentran naturalmente en las aguas como resultado de la lixiviación del yeso y otros minerales comunes. También se producen como resultado final de la oxidación de sulfuros, sulfitos y tiosulfatos y de la materia orgánica del ciclo del azufre, que ha su vez es fuente de energía para las sulfo-bacterias que transforman a los sulfuros en sulfatos. Finalmente pueden provenir de diversas descargas industriales.

La limitación impuesta al contenido de sulfatos se basa principalmente en que, de acuerdo a su concentración puede conferir al agua sabor desagradable y ejercer acción laxante en personas no habituadas a su ingestión. (Cuando el catión que acompaña al Sulfato es el Magnesio, el efecto laxante es mayor). Sin embargo, son frecuentes en nuestro país los abastos públicos con concentraciones de sulfatos superiores a 250 mg/L sin que se hayan observado efectos fisiológicos perjudiciales.

En cuanto a la influencia sobre el sabor, puede considerarse que, en términos generales los niveles umbral de sabor están comprendidos dentro de las siguientes concentraciones:

Sulfato de Sodio:..... 200 – 250 mg/L

Sulfato de Calcio:..... 250 - 900 mg/L

Sulfato de Magnesio:..... 400 – 600 mg/L

### Turbiedad

El valor de turbiedad de un agua de consumo tiene significancia desde distintos puntos de vista:

\* Estéticos: Los consumidores rechazan aguas, que no sean límpidas, aunque sean de buena calidad química y bacteriológica.

\* Altos valores de turbiedad pueden proteger a los microorganismos de la acción de los desinfectantes y estimular el crecimiento de bacterias.

Hasta el valor de una (1) unidad, la turbiedad no es perceptible para la mayoría de los usuarios. Las aguas con turbiedades comprendidas dentro del límite tolerable, no son en realidad objetables desde el punto de vista higiénico, pero pueden evidenciar una deficiencia de tratamiento o un desmejoramiento de la calidad en el sistema de distribución.

Valores ocasionales de turbiedad superiores al “límite tolerable” 2 (UNT) no justifican de por sí el rechazo del agua para la provisión si su origen, cuidadosamente evaluado, no implica riesgos para la salud. Para juzgar un agua de turbiedad elevada deben tomarse simultáneamente en consideración otros parámetros, entre ellos principalmente el resultado de los análisis biológicos.

## DA.S.

### Sistema Provincial de Control de Calidad

#### Zinc

El zinc es un elemento esencial para la nutrición. Los requerimientos diarios fluctúan entre 4 y 10 mg según edad y sexo. La ingesta de cantidades superiores a las señaladas, de manera prolongada, no provoca efectos negativos. El valor límite que se ha establecido se basa en consideraciones organolépticas, puesto que el agua que contiene zinc en cantidades superiores a 5,0 mg/l, tiene un sabor astringente desagradable y puede ser opalescente y producir una película grasosa cuando se la hierva. El agua potable rara vez tiene una concentración superior a 0,1 mg/l, pero ocasionalmente la que sale del grifo puede ser considerablemente superior debido al zinc proveniente de las cañerías.

#### Componentes Inorgánicos de Acción Directa sobre la Salud (Tabla II):

#### Arsénico

El Arsénico puede encontrarse en el agua en forma natural y a veces en concentraciones muy altas, debido a su presencia en la corteza terrestre y por procesos de erosión o vulcanismo o debido a las descargas industriales.

En el ambiente el arsénico inorgánico se encuentra como As metálico, arsénico trivalente (III) como Trióxido de Arsénico ( $As_3 O_5$ ) y arsénico pentavalente (V) como pentóxido de Arsénico ( $As_2 O_5$ ).

Aparece en mayores concentraciones en aguas blandas, ricas en bicarbonato de sodio (alcalinas). En un área o zona de aguas arsenicales se puede establecer que una mayor alcalinidad del agua, corresponderá una mayor concentración de arsénico; por el contrario, en aguas ricas en sales de calcio y magnesio, ya sea bicarbonatadas o sulfatadas, no aparecerá el arsénico o lo hará en bajas concentraciones.

En medios con alta concentración de oxígeno o alcalinos, el As se encuentra preferentemente en forma pentavalente, en tanto que en los medios con baja concentración de oxígeno o ácidos se encontrará en forma trivalente. Además el As puede encontrarse en el ambiente como mono o di-metilado, producido por el metabolismo de ciertas bacterias y algas.

Tanto el arsénico trivalente como pentavalente se absorben fácilmente por el tracto gastrointestinal y por el pulmonar y se distribuyen por todos los tejidos y fluidos del organismo.

Cuando ingresa al organismo humano a través del tracto gastrointestinal; es biotransformado, excretándose, en parte, con la orina como metilarsénico, mientras que otra porción queda retenida. Su vida media corporal es de 35 hrs.

Existen estudios que prueban la fetotoxicidad del arsénico en los seres humanos, mamíferos y aves.

Una ingesta de cantidades tan pequeñas como 100 mg, produce un envenenamiento grave (toxicidad aguda). Una sola dosis puede necesitar 10 días desaparecer completamente, debido al efecto acumulativo. Según su toxicidad aguda, el arsénico trivalente es 4 veces más tóxico que el pentavalente. La dosis letal de As(III) en seres humanos varía de 70 y 180 mg. Si suponemos que un individuo ingiere 2 litros de agua por día las concentraciones para la dosis letal sería de 35-90 mg/L.

Debido a la acumulación en el organismo, a su toxicidad en pequeñas dosis a su acción cancerígena y a su frecuente presencia en aguas de nuestro país, es necesario prestar especial atención al contenido de este elemento en aguas de provisión.

## DA.S.

### **Sistema Provincial de Control de Calidad**

En tal sentido, el estudio del Hidro-Arsenicismo Crónico Regional Endémico, (HACRE), ha demostrado que este tóxico está asociado con la producción de cáncer de piel (Dermatosis Cancerosa de Bowens). El período de latencia (tiempo que pasa hasta la aparición de la enfermedad) puede llegar hasta los 24 años.

En los individuos que ingieren habitualmente agua contaminada con arsénico hiperqueratosis (hipertrofia de la capa Cornea de la piel) e hiperpigmentación de la piel no expuesta al sol., principalmente en las zonas palmoplantares, así como una vasculopatía periférica que provoca gangrena en las extremidades (enfermedad del pie negro). También puede asociarse una neuropatía con daño neuronal, cuyas manifestaciones clínicas son: pérdidas de sensibilidad en pies y manos, disminución de la percepción del estímulo doloroso, modificación de la sensibilidad vibratoria y postural, debilidad muscular y aún parálisis de pies y manos.

El límite tolerable se ha fijado “provisoriamente” en 0.10 mg/L, en razón de que no está definitivamente probado que dicha concentración pueda significar riesgo para la salud, hasta tanto no se realice un estudio epidemiológico que arroje evidencias de orden clínico. Se establece un plazo de no más de seis meses a partir de la publicación de estas Normas, para proceder a la revisión de este límite, ya que internacionalmente su valor es de < 0.05 mg/L.

En los casos en que se requiera, deberán instalarse plantas de desarsenización.

Donde existen abastos públicos de agua con un contenido de arsénico superior al límite tolerable, deberá prevenirse a la población sobre los riesgos que pueden derivarse a largo plazo de su ingestión.

#### **Cadmio**

El Cadmio (Cd) es un elemento relativamente raro en la corteza terrestre.

Se presenta asociado con minerales de Zinc y Plomo y pueden encontrarse trazas en algunos carbones minerales y petróleo.

La contaminación del agua por Cd se debe a los procesos de producción de Cadmio refinado. El agua y el suelo pueden contaminarse con Cd que se encuentra en forma de trazas en los fertilizantes fosfatados, o por incineración de plásticos que lo utilizan como estabilizador. Además éste puede acumularse en alimentos como granos de trigo y arroz, o en vísceras.

La solubilidad del Cadmio en agua, esta influenciada por la naturaleza de la fuente de origen y por la acidez del agua.

Las aguas de consumo normalmente tienen bajos contenidos de Cadmio, del orden de 1 µg/L o menor. Ocasionalmente los niveles pueden elevarse a 5 µg/L y en raras ocasiones pueden llegar a 10 µg/L.

Es probable que los niveles de Cadmio puedan ser altos en áreas abastecidas con aguas blandas de bajo pH, dado que estas tienden a ser más corrosivas para cualquier sistema de plomería que contenga Cadmio. El nivel de este elemento en una muestra de agua, es probable que sea función del tiempo que dicha agua haya estado en contacto con el sistema de plomería y como consecuencia se producen variaciones en su concentración.

El Cadmio, es un elemento biológicamente no esencial para el organismo y se lo reconoce como de alto potencial tóxico; tendiéndose a concentrarse en el hígado, riñón, páncreas y tiroides de los humanos y animales.

Las exposiciones gastrointestinales prolongada al Cd provoca daño en el funcionamiento de los túbulos renales, expresado como una elevada prevalencia de proteínas en la orina. En la población femenina múltipara expuesta a condiciones extremas, provoca una alteración en el metabolismo del calcio que se manifiesta como una osteomalacia <sup>1</sup> con osteoporosis <sup>2</sup> (Enfermedad de Itai-Itai).

## DA.S.

### Sistema Provincial de Control de Calidad

La concentración considerada como umbral emética del cadmio es de 13 a 15 mg/L. Se ha establecido que es la concentración de cadmio en agua son más tóxicas que iguales concentraciones en alimentos.

El cadmio tiene un tiempo de vida medio prolongado en el cuerpo humano (13 – 18 años), por lo tanto se acumula con la edad. El cadmio absorbido se encuentra en sangre tanto en los glóbulos rojos como en el plasma unido a proteínas ricas en grupos sulfhídricos.

La toxicidad del Cadmio, depende de la capacidad para interferir en procesos fisiológicos, que para su función y estabilidad requieren de Cu, Zn o Fe.

La presencia de cantidades mínimas de Cadmio son las responsables de cambios adversos en las arterias renales del hombre, por lo tanto la OMS recomienda que la concentración de Cadmio en los abastecimientos públicos no excedan de 0.01 mg/L. No hay evidencias de que en los niveles fijados cause problemas de salud en el hombre.

#### EXPOSICIÓN AGUDA Y PROLONGADA AL CADMIO

<u>Compuesto</u>	<u>Contaminación</u>	<u>Signos y Síntomas de Intoxicación</u>
Cd	Alimentos Agua	Síndrome gastrointestinal <sup>3</sup> Osteomalacia y Osteoporosis Alteraciones de la Función Renal.

#### Cianuro

El ácido hidrocianico disociado produce ión cianuro en agua. Su disociación depende del pH; la forma iónica predomina a un pH superior a 8.2 . La conversión de cianuro a cianato que es una forma menos tóxica , ocurrirá a niveles de pH de 8.5 o superiores.

En general en aguas crudas, su concentración es menor de 0.1 mg/L, excepto en los casos de serias contaminaciones, principalmente descargas industriales. La cloración del agua potable, bajo condiciones neutras o alcalinas, reduce la concentración de cianuro a valores muy bajos. La cloración del agua a pH 8.5, convierte los cianuros en cianatos, los cuales finalmente se descomponen en dióxido de carbono y nitrógeno . En las aguas naturales los cianuros son descompuestos por la acción de las bacterias.

El cianuro a dosis adecuadas ( 10 mg o menos) se transforma rápidamente en tiocianato dentro del organismo. Los efectos tóxicos letales generalmente ocurren solo cuando el mecanismo de desintoxicación se deteriora; cuando esto sucede el ácido cianhídrico es transportado hasta los tejidos inhibiendo los procesos de oxido-reducción celular, produciendo en una primera etapa vértigos y zumbidos, sensación de ahogo, palpitaciones y obnubilación; en una segunda etapa ocurre la pérdida del conocimiento con o sin convulsiones y coma; que puede o no desembocar en la muerte.

El ácido cianhídrico ocasiona lesiones nerviosas análogas a las del monóxido de carbono; atrofia muscular de los miembros, disimetría y convulsiones epileptoides.

#### Cromo

El cromo no se presenta en la naturaleza como metal libre. Tampoco se lo encuentra en aguas naturales, su presencia se debe a efectos de la polución industrial.

Cantidades de algunos µg de Cromo son consideradas como útiles para el equilibrio del metabolismo de la glucosa. Ciertos autores indican que este metal tendría un efecto protector contra la arteriosclerosis.

## DA.S.

### Sistema Provincial de Control de Calidad

El Cromo (VI) se absorbe fácilmente a través de las membranas celulares a nivel del retículo endoplasmático se reduce a Cromo(III), que tiene la capacidad de formar complejos estables con las macromoléculas celulares.

En pruebas in-vitro se ha demostrado que el Cromo(VI) es mutagénico; no así el Cromo(III).

La intoxicación aguda por la ingesta de cromatos solubles produce daño en el tracto gastrointestinal y shock cardiovascular. Como secuelas se observan necrosis hepáticas y renal y daños en el sistema hematopoyético. La dosis letal oral de cromatos solubles en humanos es de 50-70 mg/kg de peso corporal.

Las aguas de distribución debido a la cloración contiene generalmente cromo de la forma hexavalente, siendo este mas toxico que el trivalente.

Se sabe que el cromo es cancerigeno para el hombre si se inhala o por contacto dérmico, no conociéndose si los efectos producidos por la ingesta, sean causantes de cáncer. Pero, se sabe que las sales trivalentes de cromo, no muestran la toxicidad de las sales hexavalentes, principalmente aquellas cuya insolubilidad es mayor.

Su concentración se expresa como “cromo total,” por la dificultad que acarrea la determinación de la forma hexavalente por separado.

El limite indicado( <0.05 mg/l ) es muy inferior a la dosis toxica, pero se estima que este elemento debería estar completamente ausente del agua de bebida, por ser un indicador de contaminación de origen industrial<sup>4</sup>.

#### Fluoruro

El Fluor, como elemento puede encontrarse en los gases volcánicos, como fluorita o presentarse como espato-fluor en las rocas sedimentarias; o en forma de criolita en las rocas ígneas. Por lo tanto, los compuestos de fluor se hallan generalmente, en cantidad mayor en aguas subterráneas que en superficiales.

Para establecer los limites tolerables de este ión se deben tener en cuenta la temperatura de la región , ya que la misma guarda relación con la ingesta diaria de agua. En función de la temperatura el limite podrá oscilar entre 0.6 y 1.7 mg/L , de acuerdo a las especificaciones dadas en Tabla siguiente (Maier, F.J., “Fluoración del Agua Potable” Pub. OPS-OMS, 1971):

<b>Temperatura °C</b> (media máxima del año)	<b>Rangos Recomendados (mg/L) *</b>	
	min	máx.
10.0 a 12.0 .....	0.9 -	1.7
12.1 a 14.6 .....	0.8 -	1.5
14.7 a 17.6 .....	0.8 -	1.3
17.7 a 21.4 .....	0.7 -	1.2
21.5 a 26.2 .....	0.7 -	1.0
26.3 a 32.6 .....	0.6 -	0.8

\* Los valores surgen:  $[F] \text{ mg/L} = 22.2/e$  Donde  $e = 10.3 + (0.725 \times T \text{ en } ^\circ\text{C})$ .

Se acepta que la ingesta de concentraciones determinadas de ión fluoruro en el agua de bebida previene parcialmente las caries dentales.

Se sabe que el Fluor es el causante de la fluorosis dental, es un manchado de los dientes que ocurre cuando el contenido de Fluoruro en las aguas de consumo sobrepasa 1.5 mg/L y llega a ser notable cuando la concentración alcanza valores de 3 a 6 mg/L.

## DA.S.

### Sistema Provincial de Control de Calidad

Se ha demostrado que las aguas con altos contenidos de Fluor y que al mismo tiempo son aguas duras ( con altos contenidos de Ca y Mg) originan la osteosis y osteopetrosis (La Pampa)<sup>5</sup> .

Existe un margen muy pequeño entre la dosis que se estima benéfica para el tejido dentario y la dosis capaz de provocar una acción toxica. La experiencia acumulada autoriza a expresar que concentraciones de ión fluoruro en el agua de bebida superiores a los limites fijados recomendados, puede provocar fenómenos de fluorosis dental y aun ósea a dosis mayores.

Se recomienda instalar plantas de corrección en los lugares que así lo requieran, cuando se exceda el limite tolerable.

En lugares donde no exista provisión publica de agua, deberá prevenirse a la población que el consumo de agua, con concentraciones superiores al limite tolerable puede resultar, a largo plazo perjudicial para la salud. Esto es especialmente válido para nuestro país, dada su amplia distribución en aguas.

#### Mercurio

El mercurio se encuentra en la naturaleza en forma de metal libre o de diversos compuestos, de los cuales el mas importante es el Disulfuro de Mercurio.

El mercurio metálico y los compuestos inorgánicos se utilizan en la fabricación de instrumentos científicos. Los compuesto de arilmercurio (fenilmercurio) y los de metilmercurio se utilizan como desinfectantes, antisépticos y funguicidas. El mercurio es un neurotóxico de carácter acumulativo. Raramente se lo encuentra en las aguas naturales y su presencia en las mismas se debe a contaminación .

En el tracto gastrointestinal se absorbe menos del 0.001 % del total de una dosis de mercurio líquido ingerida. En cambio, de las sales de mercurio ingeridas, se absorbe el 15% de las inorgánicas y el 80% de las orgánicas.

La mayor peligrosidad reside en el fenómeno conocido como “metilación del mercurio elemental por bacterias”, pudiendo en esta forma solubilizarse formando compuestos organomercuriales de elevada toxicidad.

El factor de acumulación en los peces es considerable, ya que estos carecen de un sistema eficaz de desintoxicación y de eliminación del mercurio, por lo que tiene lugar una acumulación que aumenta con el tamaño y la edad, variando según las especies. Sin embargo, las intoxicaciones de mercurio de origen hídrico no son frecuentes. (los peses y otros organismos acuáticos son capaces de concentrar mercurio en un factor del orden de 3000 veces por sobre la concentración hallada en las aguas contaminadas.)

El mercurio y sus derivados se distribuyen en todo el organismo y se acumulan en el sistema nervioso central. Los compuestos alquilados y arilados del mercurio son altamente liposolubles, se absorben rápidamente y atraviesan fácilmente la barrera hemato-cerebral y la barrera placentaria. Las sales inorgánicas de mercurio se absorben y se distribuyen mas lentamente.

Como ejemplo de intoxicación crónica por la ingestión de derivados orgánicos del mercurio, es el episodio de Minamata en Japón.

Los primeros síntomas de la intoxicación crónica son cambios de carácter, ansiedad, depresión, irritabilidad, perdida de la memoria y síntomas maniaco-depresivos; estos son seguidos de temblores, ataxias y movimientos correiformes<sup>6</sup> . El mercurialismo crónico por exposición al fenil-mercurio y al etil-mercurio provoca un síndrome similar al de las esclerosis lateral amiotrófica<sup>7</sup> .

El mercurio inorgánico no atraviesa la barrera placentaria y se acumula en la placenta, en cambio los compuestos orgánicos del mercurio (especialmente el metilmercurio) atraviesan fácilmente la barrera placentaria y se acumula en los tejidos fetales, siendo elementos teratógenos.

## DA.S.

### Sistema Provincial de Control de Calidad

El valor de 0.001 mg/L , contribuiría con menos del 10 % de la ingesta tolerable, suponiendo un consumo de dos (2) litros diarios y no sería problema incluso, suponiendo que todo el mercurio se encuentre presente en forma de complejos orgánicos.

#### Nitrato y Nitrito

Los nitratos aparecen en el suelo y en las aguas superficiales y profundas como el resultado de la descomposición natural por acción de microorganismos, del material nitrogenado orgánico (proteínas vegetales, animales y excretas).

Los nitritos que se encuentran en el agua se forman, generalmente, por la acción de bacterias sobre el amoníaco y el nitrógeno orgánico, proceso oxidativo, o por la reducción de los nitratos. Debido a que son fácilmente oxidados a nitratos, se encuentran presentes en concentraciones muy pequeñas en las aguas superficiales. Junto con el amoníaco, el nitrógeno orgánico y los nitratos son indicadores de contaminación de las aguas.

Las concentraciones de nitrato y nitrito en la naturaleza han aumentado por las actividades humanas (uso de fertilizantes, descargas de líquidos cloacales e industriales, desechos de las actividades ganaderas, la combustión y los aerosoles).

El nitrógeno contenido en aguas industriales proviene generalmente de procesos de la industria alimenticia y del petróleo. Los óxidos de nitrógeno en la atmósfera aparecen por la combustión y los procesos industriales liberándose 50 millones de Toneladas de NO por año; gran parte fija el N<sub>2</sub> del aire y vuelve a la superficie de la tierra como nitritos.

Estas actividades hacen que actualmente el nitrógeno fijado "industrial" equivalga a 1/3 del nitrógeno fijado biológicamente en los ecosistemas terrestres. Manteniendo este ritmo del incremento de fijación industrial, se provoca un incremento en la desnitrificación de la atmósfera y una disminución de la concentración de ozono en la misma.

Los efectos más importantes de los nitratos sobre el medio ambiente son: La contaminación de cuerpos de agua con compuestos nitrogenados (y microorganismos), llevándolos hacia la eutrofización , la contaminación del aire urbano con peroxiacetilnitrato y del aire rural con sales de nitrato, y la acidificación de los suelos y el agua.

La cantidad de nitrógeno en desechos humanos se estima en 5 Kg/persona por año; debe asegurarse que con el tratamiento de los líquidos cloacales se reduzcan estos valores en un 90 a 95 % expresado en DBO.

Los nitratos ingeridos tienen relativamente baja toxicidad por sí mismo, son rápidamente absorbidos en el estómago y se excretan con la orina. Las intoxicaciones por nitrato no son comunes; su gravedad depende del nivel de reducción a nitritos.

Los nitratos y nitritos contenidos en el agua de bebida, pueden provocar cianosis por metahemoglobinemia en los lactantes.

Los factores que inducen a ésta son: a) La hemoglobina fetal es más fácilmente convertible en metahemoglobina y b) Los nitratos son reducidos más rápidamente a nitritos por la débil acidez estomacal (pH de 5 a 7) durante los primeros meses de vida.

Los signos clínicos de la metahemoglobina en los lactantes son la cianosis, taquicardia, cefalea, mareos, vértigos, somnolencia y shock.

Las concentraciones capaces de causar enfermedad pueden ser variables, pero en general se acepta que deben ser mayores que 45 mg/L, para nitrato + nitrito, o mayores que 0.10 mg/L para nitrito considerado aisladamente.

Los efectos negativos del nitrato invariablemente implican su reducción a nitrito como etapa preliminar. En consecuencia la ingestión de nitrito produce la aparición más rápida de efectos clínicos y el límite tolerable para este ión es correspondientemente más bajo que para el nitrato.

## DA.S.

### Sistema Provincial de Control de Calidad

Se sugiere:

- a) Emplear aguas que no superen los 45 mg/L de nitratos expresado como  $\text{NO}_3^-$ , ni 0.10 mg/L de nitritos expresado como  $\text{NO}_2^-$ , para la preparación de alimentos de lactantes.
- b) En aquellas zonas donde la provisión supere el valor indicado se recomienda:
  1. Informar a los Colegios Médicos del país, para que estos a su vez, informen a los médicos pediatras sobre diagnosis y prevención de la metahemoglobinemia.
  2. Establecer contacto con organismos NACIONALES y PROVINCIALES BROMATOLOGICOS para asegurar que las aguas envasadas no superen los límites tolerables, dado que serán las fuentes alternativas para lactantes.
  3. Considerar la necesidad de proveer de vitamina "C" a niños de hasta (1) año de edad, en Programas Nacionales Maternoinfantiles.

Según lo publicado por la ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS) en el año 1971, las investigaciones conducen a considerar la posibilidad de la formación de nitrosaminas "in vivo". Debido a su acción carcinogénica, mutagénica y teratogénica potencial, las nitrosaminas constituyen un posible peligro para la salud del hombre, por lo que se aconseja reducir la ingestión de nitratos.

#### Plomo

El Plomo se encuentra en la corteza terrestre a concentraciones de aproximadamente 13 mg/L. Se presenta en forma de diversos minerales y es el producto final de la desintegración radioactiva del uranio.

Se puede asegurar que la concentración de plomo en la biosfera ha aumentado como consecuencia de las actividades humanas (principalmente el uso de los alquiles de plomo como aditivos antidetonantes para las naftas).

El agua potable puede contaminarse en la fuente misma, por el plomo del aire y del polvo. En los sistemas de distribución que usan tuberías que contienen plomo, éste puede disolverse cuando el pH del agua es ácido ( por debajo de 6.5). Las descargas de efluentes industriales de fundidoras y de otras industrias que utilizan algún compuesto de plomo son la fuente de contaminación del agua.

Normalmente, las aguas naturalmente no tienen Plomo. Sin embargo, puede aparecer en las aguas de bebida por la acción agresiva de la misma (aguas con un pH menor que el pH de saturación ); sobre las cañerías de plomo, particularmente cuando estas son nuevas. La disolución de este, se ve favorecida por el bajo pH y el elevado contenido de oxígeno disuelto del agua en contacto.

Los factores que determinan la acción de disolución en el agua son complejos y no muy conocidos. Prácticamente todas las aguas tienen una ligera acción sobre los conductos nuevos de plomo. Normalmente la superficie interna de plomo Adquiere una capa protectora, la cual impide la ulterior disolución del mismo. Algunos tipos de agua, no permiten el desarrollo de esa capa o su formación es tan lenta que la disolución del plomo puede continuar por un largo periodo.

Las características del agua, que conducen a la disolución del plomo son las siguientes: ausencia de bicarbonato de calcio y magnesio, bajo pH, alto oxígeno disuelto y alto contenido de nitrógeno.

El plomo es un elemento tóxico de carácter acumulativo, el problema no es solamente la absorción de una dosis tóxica sino la acumulación de dosis no tóxicas, ingeridas separadamente. Este elemento se fija en el esqueleto, donde se encuentra en estrecha dependencia con el metabolismo del Calcio.

## DA.S.

### Sistema Provincial de Control de Calidad

Su toxicidad parece ligada a su acción sobre los grupos sulfhídricos enzimáticos o por desplazamiento de cationes celulares. Impide la fijación del hierro y altera el metabolismo calcio-fósforo.

El plomo absorbido se distribuye en todo el organismo. En la sangre el plomo se disuelve en el plasma y se une a la hemoglobina de los eritrocitos (glóbulos rojos). Debido a que el plomo se distribuye rápidamente hacia otros tejidos, una alta concentración en la sangre indica una exposición reciente. El plomo se acumula en los tejidos del organismo en forma de quelatos, principalmente en el tejido óseo (huesos y dientes). Se fija en los tejidos (leucocitos, sistema hemopoyético, hígado, sistema nervioso, pelo, uñas y dientes) combinándose con las albúminas celulares. Modifica lentamente la mineralización del organismo, ocasionando la eliminación del hierro y fósforo, produciendo anemia, al interferir en el metabolismo<sup>8</sup>.

El plomo no es un metal considerado esencial para la nutrición de los seres humanos y los animales.

#### EXPOSICIÓN PROLONGADA AL PLOMO LA POBLACIÓN GENERAL

<u>Componente</u>	<u>Contaminación</u>	<u>Síntomas v Signos de la Intoxicación</u>
Pb Inorgánico	Agua	Población adulta : problemas cardiovasculares
		Población infantil : Irritabilidad
		Disminución del coef. intelectual
		Dolores abdominales
		Parestesias

La exposición prolongada a concentraciones altas de plomo en los hombres provoca disminución en el número y motilidad de los espermatozoides y en las mujeres disfunciones menstruales. Las intoxicaciones por plomo durante el primer trimestre de embarazo provoca el aborto y si el embarazo se encuentra mas avanzado pueden provocar daños físicos y neurológicos en el feto.

Se ha estimado que el promedio ingerido de plomo a través del agua es aproximado de 0.01 a 0.09 mg/día, solamente el 10% es absorbido a través del tracto gastrointestinal.

Debido al hecho de que el plomo ingerido proviene de distintas fuentes: alimentos, inhalación del aire con plomo atmosférico y del agua; y siendo las dos primeras de difícil disminución y control; la OMS fijó el límite para el plomo en el agua de bebida de una fuente controlable en 0.05 mg/L.

El Límite Tolerable establecido de 0.050 mg/L tiene carácter provisorio, debiendo tenderse a no superar el valor de 0.010 mg/L.

#### SELENIO

El selenio se encuentra en algunos suelos en forma de selenito básico de hierro o como selenato de calcio, o como selenio elemental y en compuestos orgánicos proveniente de la descomposición de algunos vegetales.

## DA.S.

### Sistema Provincial de Control de Calidad

Los niveles de selenio en agua son proporcionales a los niveles de selenio en el suelo. En áreas de bajo contenido de selenio, el agua contiene naturalmente concentración de alrededor de  $1\mu\text{g/L}$ . En aguas de suelos seleníferos puede alcanzar concentraciones de 50 a  $300\mu\text{g/L}$ .

Se considera al selenio, como un tóxico para el hombre. Los síntomas de intoxicación por selenio son similares a los correspondientes del arsénico. Se han observado efectos tóxicos cuando la ingesta diaria se encuentra en un rango entre los 10 a  $100\mu\text{g/L}$  de peso.

Un envenenamiento crónico moderado de selenio ha sido observado en los seres humanos en áreas donde el suelo y sus productos son ricos en selenio.

El selenio en pequeñas trazas es considerado como un elemento esencial para los requerimientos metabólicos, en concentraciones que van desde 40 a  $100\mu\text{g/L}$  de alimento.

Las sales de selenio son rápidamente y totalmente absorbidas por el tracto intestinal y eliminadas por la orina. La retención es alta en el hígado y los riñones. Además se ha observado que la velocidad de formación de las caries en los dientes permanentes es mayor en áreas seleníferas.

La OMS impuso como límite para el selenio valores de  $0.01\text{ mg/L}$  establecidas por la similitud de este elemento con el arsénico, por sus efectos dentales y por la toxicidad sobre el ganado.

### PLATA

La plata no es un elemento particularmente tóxico y parece que el organismo absorbe solo una fracción relativamente pequeña de la plata ingerida. La desagradable afección llamada argiriasis<sup>9</sup>, puede ser producida por una sola dosis inyectada de 1 g de plata. Una dosis diaria continua estimada en unos  $400\mu\text{g}$  de plata, también puede provocar argiriasis. Para el hombre la ingesta promedio diaria de plata a partir del aire, los alimentos y el agua es de alrededor 20 a  $80\mu\text{g}$ , cantidad considerablemente menor que la dosis que causa efectos negativos. No obstante ello y teniendo en cuenta la proliferación del uso de equipos purificadores de agua de tipo domiciliaria, que utilizan iones Plata como bacteriostático (efecto oligodinámico), que de acuerdo a su calidad pueden adicionar al agua producida una concentración de plata peligrosa, se ha convenido en establecer para este elemento un LMT de  $0.05\text{ mg/L}$ .

### VANADIO

Tanto en el orden nacional como internacional (guías OMS/OPS-85), hasta el presente no existen elementos de juicios suficientes para evaluar la acción del vanadio sobre el organismo humano. Sin embargo, existen en el país amplias zonas cuyos acuíferos contienen vanadio naturalmente, y su presencia podría representar un problema sanitario potencial.

En consecuencia si bien no es posible fijar límites debidamente fundados para el contenido de vanadio en aguas de bebidas, la consideración del parámetro tiene por finalidad llamar la atención de las autoridades sobre este hecho, cuya dilucidación solo se hallará efectuando investigaciones.

<sup>1</sup> Osteomalacia : Reblandecimiento óseo generalizado por disminución del calcio disponible, debido a interferencias en la función fijadora fosfocálcica.

<sup>2</sup> Osteoporosis : Proceso de disminución de la densidad ósea, que lleva a una debilidad estructural del hueso.

<sup>3</sup> Los productos químicos tóxicos vertidos deliberadamente o por accidentes a ríos, lagos u otras fuentes de agua o depositados en estas desde la atmósfera o por afluentes desde el suelo, pueden entrar en la cadena alimentaria humana a través de los peces u otros organismos acuáticos. Los organismos concentran o transforman en otros compuestos, algunos de los productos químicos derivados del cadmio o del Plomo; pudiendo encontrarse concentraciones elevadas en moluscos (ostras y mejillones)

## DA.S.

### **Sistema Provincial de Control de Calidad**

<sup>4</sup> La Norma Federal de la EPA de los EEUU para el control de agua potable, fija para el contenido de Cromo (VI) un límite de 0.05 mg/L. Debemos tener en cuenta que en esta norma provincial tomamos como límite 0.05 mg/L de Cromo total [Cromo(III) + Cromo(VI)].

<sup>5</sup> Osteosis y Osteopetrosis : Son alteraciones del sistema óseo, agregado al de los ligamentos y músculos, que se manifiestan con dolor fuerte, limitación del movimiento, fragilidad ósea (fracturas espontáneas). Etc.

<sup>6</sup> Movimientos Coreiformes : Movimientos semejantes a los de la enfermedad denominada Corea; corresponden a contorsiones y sacudidas irregulares, involuntarias y espontáneas de las extremidades y de los músculos de la cara.

<sup>7</sup> Esclerosis Lateral Amiotrófica : Enfermedad nerviosa degenerativa de las neuronas motoras de la médula. Se caracteriza por debilidad y espasticidad o contractura de los miembros, atrofia muscular hiperreflexiva.

<sup>8</sup> Las manifestaciones severas de la intoxicación por plomo comprenden ataxia, malestar general, confusión, dolor de cabeza, convulsiones, cambios de personalidad, debilidad de las extremidades y parestesia (sensación de hormigueo o de quemadura de la piel, común en las neuropatías). El saturnismo puede desarrollarse en semanas si la cantidad de Plomo ingerida por día sobrepasa los 6 mg; por lo tanto, si un individuo consume dos litros de agua promedio, esta tendría que tener una concentración aproximada de 3 mg/L para producir ese efecto (se toma un coef. de seguridad 60 veces menor).

<sup>9</sup> La intoxicación con Plata presenta la siguiente sintomatología : Placas o Máculas en los labios inicialmente blancas y después negras. Dolor urente en la garganta y el estómago, gastroenteritis aguda; náuseas, vómitos (blancos y caseosos que se vuelven negros a la luz solar); espasmos, diarreas; vértigos, pulso débil filiforme; respiración superficial; convulsiones; colapso circulatorio; parálisis; coma.

**Sistema Provincial de Control de Calidad**

**COMPONENTES ORGANICOS CON ACCION  
DIRECTA SOBRE LA SALUD**

**Introducción :**

En los últimos años ha existido una contaminación creciente de las aguas con contaminantes orgánicos; por lo tanto, se ha tenido que considerar una gama más amplia de estos compuestos<sup>1</sup>. Se han encontrado más de 2.000 contaminantes químicos, de los cuales se han detectado unos 750 en el agua potable, con una acción reconocida de algunos de ellos, como carcinogénicos o mutagénicos.

Tomaremos de esta amplia gama de compuestos orgánicos solamente aquellos de los cuales existan:

- Pruebas, de que causan enfermedades agudas o crónicas.
- Pruebas, de que la sustancia se encuentre en concentraciones significativas.
- Pruebas, de que se las encuentra con frecuencia en los sistemas de abastecimiento.
- Métodos analíticos para la vigilancia y control de dichos compuestos.
- Pruebas, de que es posible controlar las concentraciones de la sustancia en el agua.

Aplicando los criterios antes descriptos la Organización Mundial de la Salud (OMS), la Environmental Protection Agency (EPA) y la Canadian Water Quality Criteria, eliminaron de esta amplia lista de contaminantes algunos grupos de sustancias :

**COMPUESTOS ORGANICOS PARA LOS CUALES NO SE HA FIJADO UN VALOR GUIA**

Alcanos y Alquenos Clorados: Diclorometano; 1,1,1 triclorometano.

Plaguicidas:  $\alpha$ -HCH;  $\beta$ -HCH; herbicidas con triazina.

Clorobencenos: Clorobenceno; Triclorobenceno.

Fenoles Clorados : 2- clorofenol; 4-clorofenol; 2,4 diclorofenol; 2,6 diclorofenol.

Otros : Tolueno; Xileno; Estireno, Etilbenceno; Indeno; Naftaleno; Bifenilo y Antraceno.

Se fijaron valores para los límites tolerables de 22 compuestos y se establecieron valores provisionarios para otros seis.

## DA.S.

### Sistema Provincial de Control de Calidad

#### Grupo de Compuestos Orgánicos que pueden afectar la Salud

Orden	Contaminante	A tener en cuenta minuciosamente.	No requieren otras medidas
<b>1- Contaminantes de las fuentes</b>	Sustancias Húmicas		X
	Alcanos y Alquenos Clorados	X	
	Nitrosaminas		X
	Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares (HAP)	X	
	Acido Nitrilotriacético (ANT)		X
	Fenoles	X	
	Detergentes Sintéticos		X
	Plaguicidas	X	
	Bifenilos Policlorados (BPC)		X
	Esteres de Ftalatos		
	Aceites de Petróleo, incluida gasolina		X
	Clorobencenos	X	
	Fenoles Clorados	X	
	Benceno y Alquilaromáticos	X	
	Tetracloruro de Carbono	X	
<b>2 – Introducido durante el Tratamiento</b>	Tetracloruro de Carbono	X	
	Acilamida		X
	Trihalometanos (THM)	X	
<b>3 – Introducido durante la Distribución</b>	Monómero de Cloruro de Vinilo	X	
	Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares	X	

La influencia más importante sobre la calidad del agua potable que ejercen algunos compuestos orgánicos considerados, se relaciona con aspectos de apariencia y organolépticos más que con efectos nocivos sobre la salud. Esas sustancias pueden hacer que el agua pierda por completo su potabilidad cuando existen en ella en concentraciones muy inferiores a las que preocupan por razones de salud.

La calidad del agua potable puede afectar la salud y el bienestar de una comunidad en formas muy variadas. Es preciso estimar la importancia de la contaminación química por

## **Sistema Provincial de Control de Calidad**

cantidades pequeñísimas de sustancias (especialmente sustancias orgánicas), en relación con otros riesgos para la salud asociados con el agua potable (por ejemplo enfermedades transmitidas por el agua, de origen bacteriano y vírico y la transmisión de parásitos); la importancia relativa a estos riesgos debe establecerse teniendo en cuenta la situación local o regional. Por ejemplo, se pueden usar plaguicidas para combatir vectores de enfermedades, y cloro para desinfección. En estas situaciones, los riesgos asociados con concentraciones bajas de compuestos orgánicos (como plaguicidas y trihalometanos), tal vez, sean menores que el riesgo que eliminan; y por lo tanto, las autoridades de responsables de la Salud Pública podrán establecer valores superiores a los señalados en estas normas en beneficio de la salud de los consumidores.

Para establecer los valores de Límites de Tolerables cuando hay evidencias de toxicidad y/o carcinogenicidad de una sustancia, se adoptaron los criterios de OPS/OMS : “Se partió de la hipótesis de que el consumo medio diario de agua es de 2 litros por persona al día y de que el peso medio de una persona es de 70 Kg, si bien pueden variar estos factores. Se usó una ingesta diaria admisible (IDA) establecida por el Comité Mixto FAO/OMS de expertos en aditivos alimentarios, para agentes tóxicos cuyos efectos se manifiestan solo después que se ha superado una dosis que actúa como nivel umbral”. La proporción que se le asigna de la IDA al agua potable respecto a otras fuentes, es una función inversa de la tendencia de la sustancia a acumularse en las cadenas alimentaria.

“En vista a los problemas relacionados con la extrapolación de datos de animales que reciben dosis elevadas”, - la OMS decidió – “Que se estableciera un valor guía solo cuando se dispusiera de datos fidedignos sobre dos especies de animales, preferiblemente acompañado de información confirmatoria, como los resultados de las pruebas de mutagenicidad, y también de datos pertinentes y directos obtenidos en estudios de la población”.

“En el caso de ciertos efectos tóxicos como neoplasias o mutaciones, se ha supuesto que existe una probabilidad definida de que una sola molécula de una sustancia dada pueda iniciar un proceso que lleve progresivamente a un efecto nocivo. Se considera que no existe un nivel umbral o que este no es ponderable, por lo que se requiere una extrapolación de la curva dosis-respuesta que va más allá del alcance de las observaciones”.

Los valores tomados como Límites Tolerables para sustancias carcinogénicas fueron extraídos de las “Guías para la Calidad del Agua Potable” de la OPS/OMS, “los cuales se calcularon a partir de un modelo matemático hipotético muy conservador y en consecuencia la aplicación real de esos valores podrían implicar grados de incertidumbre de alrededor de dos ordenes de magnitud (es decir, de 0.1 a 10 veces la cifra) el modelo de etapas múltiples implica que existe un riesgo definido en cualquier exposición no importa cual se su magnitud, y de que el riesgo es proporcional a la dosis. Se ha utilizado un modelo lineal sin nivel de umbral, en muchos casos por que no había datos suficientes”.

El modelo se diseñó “ con el propósito de estimar el límite superior más alto del incremento de riesgos (exceso sobre el nivel de fondo) que resulta de la exposición durante toda la vida a una sustancia en una determinada cantidad diaria”. Se escogió arbitrariamente como criterio un riesgo “admisible” de 1 en 100.000 con relación a una exposición por toda una vida.

Con respecto a los compuestos orgánicos a reglamentar, se consideraron aquellos incluidos en las “Guías para la Calidad del Agua Potable” de la OMS, como una primera aproximación, agregando a esta solamente los plaguicidas organofosforados, los cuales representan un grave problema en varias regiones del país por su vuelco indiscriminado en los cursos de agua, fuente de provisión de agua de ciertas ciudades del país.

Pero, se recomienda el monitoreo de aquellos compuestos que se sospechan pueden estar presentes en fuentes de provisión poco confiables; por lo tanto a la lista anterior se le suma seis

## DA.S.

### Sistema Provincial de Control de Calidad

compuestos (Xileno, Tolueno, Estireno, Etil-Benceno, Hidrocarburos Totales e Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares).

Estos serán monitoreados en las regiones donde exista la posibilidad de encontrarlos en las fuentes, debido a posibles descargas industriales.

#### Límites Máximos para Contaminantes Orgánicos que afectan a la Salud

( TABLA IV )

<b>Contaminante</b>	<b>Límite Tolerable (mg/L)</b>	
<b><i>Alcanos Clorados</i></b>		
1,2 Dicloro etano	10	(a)
Tetracloruro de Carbono	3	
<b><i>Alquenos Clorados</i></b>		
1,1 Dicloro etano	0.3	(a,e)
Tricloro etano	30	
Tetracloro etano	10	
Cloruro de Vinilo	2	
<b><i>Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares</i></b>		
Benzopireno	0.03	(a)
<b><i>Plaguicidas Organoclorados</i></b>		
DDT (total isómeros)	1	
Aldrìn + Dieldrìn	0.03	
Clordano (total isómeros)	0.3	
Hexaclorobenceno	0.01	(a,c)
Heptacloro y Heptacloroepòxido	0.1	
g-HCH (lindano)	3	
Metoxicloro	30	
<b><i>Clorofenoxiácidos</i></b>		
2,4 D	100	
<b><i>Organofosforados</i></b>		
Malatiòn	35	
Metil Paratiòn	7	
Paratiòn	35	
<b><i>Clorobencenos</i></b>		
Monoclorobenceno	3	
1,2 Diclorobenceno	0.5	
1,4 Diclorobenceno	0.4	
<b><i>Clorofenoles</i></b>		
Pentaclorofenol	10	
2,4,6 Triclorofenol	10	(a,b)
<b><i>Benceno y Alquilbenceno</i></b>		
Benceno	10	
<b><i>Trihalometanos</i></b>		
Trihalometanos	100	(a,d)

## DA.S.

### **Sistema Provincial de Control de Calidad**

- (a) Los valores guías para estas sustancias se calcularon a partir de un modelo matemático hipotético muy conservador, que no se puede verificar mediante experimentos y por consiguiente debe interpretarse en forma diferente. Son considerables las incertidumbres implícitas y podría existir una variación de alrededor de dos Ordenes de Magnitud.
- (b) El valor del nivel umbral de olor y sabor de este compuesto es 0.1 µg/L.
- (c) Puesto que se ha suprimido la IDA condicional de 0.0006 mg/Kg de peso corporal fijado por la FAO/OMS, se obtuvo este valor a partir del modelo lineal de extrapolación en etapas múltiples, para un riesgo de cáncer inferior a 1 en 100.000, para la exposición durante toda la vida.
- (d) La calidad microbiológica del agua potable no debe arriesgarse con medidas para regular la concentración de cloroformo.

**Sistema Provincial de Control de Calidad**

**1. Alcanos Clorados**

Estos alcanos se utilizan como productos intermedios en la obtención de otros compuestos organosclorados, encontrándose en el agua potable antes y después del tratamiento. De todos los alcanos clorados, los que pueden clasificarse como con riesgo carcinogénicos son : el 1,2 Dicloroetano y el Tetracloruro de Carbono. Los valores tomados como Límite Tolerable fueron calculados utilizando un modelo lineal de extrapolación en etapas múltiples apropiado para las sustancias químicas carcinogénicas.

a) *1,2 – dicloroetano*

Este compuesto actúa como un narcótico y causa efectos dañinos en el hígado, los riñones y el sistema cardiovascular. Tiene efectos carcinogénicos y comprobados efectos mutagénicos en distintas especies animales. Su valor guía, tomado de la OMS fue calculado aplicando un modelo lineal de extrapolación en etapas múltiples.

Límite Tolerable 10 µg/L.

b) *Tetracloruro de Carbono*

Se ha detectado su presencia tanto en el agua natural como en agua tratada en concentraciones de 1 µg/L.

Tiene variados efectos tóxicos, incluyendo carcinogénesis y daño al hígado y riñones.

Teniendo en cuenta los datos cualitativos confirmados y la frecuente presencia de este compuesto en las aguas, se ha establecido para el Tetracloruro de Carbono un valor de :

Límite Tolerable 3 µg/L.

**2. Alquenos Clorados**

Se emplean en la Industria como solventes, ablandadores, diluyentes de pintura, líquidos para limpieza en seco, se encuentra frecuentemente en las aguas naturales, y también en las aguas sometidas a los tratamientos de potabilización . Por ser muy volátiles sus concentraciones en cursos superficiales son menores en comparación con las encontradas en las aguas subterráneas, y varían con el tiempo de exposición y la temperatura ambiente.

Los compuestos de este grupo que producen efectos carcinogénicos son : el Cloruro de Vinilo y el 1,1 Dicloroetano. La aparición del Cloruro de Vinilo en las aguas de bebidas, es debido a la utilización de cañerías para abastecimiento de este material. Existen otros compuestos como el Tricloroetano y el Tetracloroetano que se encuentran con gran frecuencia en las aguas subterráneas contaminadas, por lo tanto, también se asignaron valores límites tolerables a estos compuestos.

a) *1,1 Dicloroetano*

Se ha detectado este compuesto en las aguas potables, en concentraciones inferiores a 1 µg/L; sin diferenciación del isómero presente. El isómero mas tóxico debido a su carcinogénesis es el 1,1 Dicloroetano, el cual es utilizado como envoltorio de alimentos. Además este compuesto tiene una probada acción mutagénica.

Límite Tolerable 0.3 µg/L.

Para el calculo de este valor se utilizó un modelo de extrapolación lineal en etapas múltiples.

b) *Tricloroetano*

Se lo encuentra en concentraciones elevadas en las aguas subterráneas (100 µg/L), pero en las aguas superficiales su concentración es mucho menor.

## DA.S.

### Sistema Provincial de Control de Calidad

Este compuesto produce tumores hepáticos en ciertos tipos de ratones, sin comprobarse los mismos efectos en otros animales. Pero, por su frecuente presencia en las aguas, se fijó un valor:

Límite Tolerable 30 µg/L.

Para su determinación se utilizó un modelo de extrapolación lineal en etapas múltiples.

c) *Tetracloroetano*

Es un elemento abundante en el medio ambiente, se lo encuentra en altas concentraciones en las aguas subterráneas y también a veces en bajas concentraciones en las aguas de bebida.

Este compuesto es carcinogénico para los ratones, no observándose los mismos efectos para otros animales. Pero por su frecuente aparición en las aguas, se le determinó:

Límite Tolerable 10 µg/L.

d) *Cloruro de Vinilo*

Se lo utiliza principalmente para la producción de resinas de cloruro de polivinilo (PVC), las que forman los plásticos de uso más difundido. El mayor empleo del PVC es en la fabricación de tuberías y conductos.

Se han detectado el Cloruro de Vinilo en concentraciones bajas en efluentes descargados por fábricas de productos químicos y se detectó su presencia en el agua potable como resultado de la lixiviación en cañerías de PVC utilizadas en los sistemas de distribución de agua. La aparición del cloruro de vinilo en las aguas de bebida, es debido a la utilización para abastecimiento de cañerías de PVC deficientemente polimerizado (Las Normas limitan las concentraciones encontradas en agua potable varían de 1 a 10 µg/L.)

Este compuesto tiene una probada acción carcinogénica, especialmente en el hígado, además es un compuesto mutagénico y teratogénico. Por lo tanto, se ha determinado como :

Límite Tolerable 2 µg/L.

### 3. Hidrocarburos aromáticos Polinucleares (HAP)

Existe gran cantidad de compuestos aromáticos polinucleares (HAP), están compuestos de dos o más anillos bencénicos. Se ha comprobado que algunos HAP son carcinogénicos para ciertos animales y el hombre, como el benzo[a]pireno, el indeno [1,2,3-cd] pireno y el benzo[b]fluoranteno.

Los HAP se encuentran con frecuencia en el medio y se los ha encontrado en los sistemas de abastecimiento de agua, su estudio se limita solo a seis de ellos, que se detectan con gran facilidad y sirven de indicadores de todo el grupo.

Las concentraciones de los seis indicadores de HAP para las aguas superficiales era para la Norma de la ONS de 1972 de 10 a 50 µg/L. Y para las aguas subterráneas de 50 a 250 µg/L. Estos compuestos se eliminan por los métodos convencionales de tratamiento de agua (coagulación y filtración), pero si las cañerías, están revestidas de carcón y brea, puede producirse un aumento en las concentraciones de los HAP durante la distribución (particularmente un aumento de las concentración de fluoranteno).

La exposición del hombre a los HAP, se produce a través de los alimentos, el agua y el aire. Los alimentos contribuyen con un 99 % de toda la exposición al HAP. Por lo tanto, la contribución del agua potable a la ingesta total de HAP es relativamente pequeña. Estas sustancias son extremadamente tóxicas, pero solo se cuenta con suficientes datos toxicológicos que justifiquen

## DA.S.

### Sistema Provincial de Control de Calidad

el establecimiento de un valor permisible en el caso del benzo[a]pireno y se efectúan las siguientes recomendaciones:

- Por la aplicación del modelo lineal de extrapolación en etapas múltiples a los datos toxicológicos disponibles en relación con el benzo[a]pireno, y teniendo en cuenta la relación que tiene esta sustancia con otros HAP de carcinogenicidad reconocida, se establece: Límite Tolerable 0.03 µg/L.
- A causa de la estrecha relación de los HAP con los compuestos sólidos en suspensión, la aplicación del tratamiento necesario para remover la turbiedad, garantizará que, no se presentarán concentraciones altas de HAP
- Se debe desechar el uso de los revestimientos de brea y carbón para las tuberías y los tanques de almacenamiento, pues estos aumentan los HAP existentes en el agua durante el tratamiento y la distribución.

#### 4. Plaguicidas

Los plaguicidas que tienen importancia en relación a la calidad del agua incluyen hidrocarburos clorados y sus derivados, herbicidas de acción prolongada (clorofenoxiácidos), insecticidas para el suelo, plaguicidas que percolan del suelo y los que se agregan sistemáticamente al agua en los sistemas de abastecimiento para combatir vectores de enfermedades.

Solo son frecuentes en las aguas los plaguicidas que contienen hidrocarburos clorados, que perduran en el medio ambiente y pueden encontrarse en todas partes. Además estos pueden acumularse progresivamente en las diferentes etapas de la cadena trófica.

Como es posible que existan hidrocarburos clorados en el agua, se recomiendan valores guías para estos, teniendo en cuenta los valores de ingesta diaria admisible (IDA) fijados por la FAO/OMS, suponiendo que el agua no aportaría más de un 1% de la IDA.

La OMS solo estableció valores guías para algunos tipos de plaguicidas, pudiéndose identificar otros, que debido a las circunstancias locales o regionales, pueden existir en el agua por su empleo en la zona en estudio y para los cuales la OMS no ha establecido un valor máximo. Por lo tanto, teniendo en cuenta que en el país se ha extendido el uso de plaguicidas organofosforados; y encontrándose altas concentraciones de estos compuestos en distintos cursos de agua, que son fuente de provisión, se creyó conveniente asignarles un valor límite tolerable debido a su comprobada toxicidad.

##### 4.1 Plaguicidas Organoclorados:

(Tabla V)

Compuesto o Grupo de Isómeros	Límite Tolerable [=]mg/L	IDA [=]mg/Kg de peso corporal
DDT (total de isómeros)	1	0.005
Aldrín y Dieldrín	0.03	0.0001
Clordano (total de isómeros)	0.3	0.001
Hexacloro y Heptacloroepóxido	0.01 (a)	0.0005
Gamma-HCH (lindano)	3	0.01
Metoxicloro	30	0.1

- (a) puesto que se ha suprimido la IDA condicional de 0.0006 mg/Kg de peso corporal establecido por la FAO/OMS, se obtuvo este valor con el modelo lineal de extrapolación en etapas múltiples para un riesgo de cáncer inferior a 1 en 100.000 con exposición durante toda la vida.

## DA.S.

### Sistema Provincial de Control de Calidad

#### 4.1.1 DDT (total isómeros)

La estructura del DDT tiene varias formas isoméricas diferentes y los productos comerciales contienen principalmente p.p – DDT.

En algunos países se ha restringido su uso e incluso se los ha prohibido. Es un insecticida de acción prolongada, estable en la mayoría de las condiciones ambientales. El DDT y algunos de sus metabolitos son resistentes a la descomposición por microorganismo del suelo. En dosis pequeñas, el DDT se adsorbe casi totalmente después de la ingestión o la inhalación y se almacena en los tejidos adiposos. La concentración de DDT en la sangre de la población en general de distintos países, fluctúa entre 0.01 y 0.07 y se han observado concentraciones en la leche materna que varía entre 0.01 y 0.1 mg/L.

El DDT afecta principalmente al sistema nervioso central y el periférico, también el hígado.

Límite Tolerable 1 µg/L

#### 4.1.2 Aldrín y Dieldrín

Son insecticidas de acción prolongada que se acumulan en la cadena alimentaria. El Dieldrín se forma a partir del Aldrín mediante la oxidación metabólica en los animales y por oxidación química en el suelo. Se ha limitado su uso o directamente se ha prohibido.

El Dieldrín afecta principalmente el sistema central. No se ha comprobado su mutagenicidad y que sea un agente teratogénico. En estudios sobre carcinogénesis en animales se ha demostrado que produce tumores hepáticos en algunas especies, peor existen estudios que comprueban lo contrario.

Límite Tolerable 0.03 µg/L

#### 4.1.3 Clordano

Es un insecticida de amplio espectro perteneciente al grupo de los hidrocarburos clorados policíclicos. Existen indicios de que el Clordano puede tener efectos mutagénicos sobre las células humanas y las bacterias. Se ha comprobado su carcinogenicidad en ratones, no produciéndose los mismos efectos en otras especies. Su límite, se basa en su toxicidad.

Límite Tolerable 0.3 µg/L

#### 4.1.4 Hexaclorobenceno

El Hexaclorobenceno (HCB) se produce en forma comercial para ser utilizado como funguicida, pero la fuente más importante de contaminación es en la fabricación de solventes colorados.

Si bien su toxicidad aguda es baja para la mayoría de las especies, los efectos biológicos son muy diferentes después de una exposición moderadamente prolongada. En el hombre, el síndrome incluye vesicación y epidermólisis sobre partes expuestas del cuerpo, especialmente rostro y manos.

Se ha determinado de estudios con animales que el HCB es carcinogénico.

Mediante la aplicación del modelo lineal en etapas múltiples para un riesgo adicional de cáncer de 1 cada 100.000 habitantes expuestos durante toda la vida, se establece :

Límite Tolerable 0.01 µg/L.

## DA.S.

### Sistema Provincial de Control de Calidad

#### 4.1.5 Heptacloro y Heptacloroepóxido

El heptacloro es un insecticida de amplio espectro, perteneciente al grupo de los hidrocarburos clorados policíclicos. Es muy persistente en el medio y se convierte en un metabolito más tóxico, el heptacloroepóxido, en el suelo, las plantas y los mamíferos. El heptacloro, en solución o en una película fina, sufre fotodescomposición y se transforma en fotoheptacloro, que es más tóxico para los insectos y los invertebrados acuáticos que el compuesto original.

Es un compuesto teratogénico y mutagénico. Además el heptacloro y heptacloroepóxido inducen a carcinomas hepatocelulares.

Límite Tolerable 0.1 µg/L

El límite tolerable esta basado en la IDA de 0.5 µg/Kg de peso corporal, es aún inferior al valor que se obtendría aplicándose el modelo en etapas múltiples con un incremento de riesgo adicional de cáncer de 1 por 100.000 en una exposición durante toda la vida.

#### 4.1.6 Gamma-HCH (lindano)

Es un insecticida de amplio espectro, perteneciente al grupo de hidrocarburos clorados policíclicos. Se degrada lentamente por la acción de microorganismos y puede ser isomerizado por estos en isómeros  $\alpha$  y  $\beta$ . Se lo utiliza para combatir plagas de mosquitos, por lo tanto, se lo aplica directamente en el agua.

Al aplicarlo como hexicida ( 1 % Lindano) para combatir la sarna en el hombre, se ha observado irritación del sistema nervioso central, y otros efectos tóxicos secundarios como náuseas vómitos, espasmos, respiración superficial acompañada de cianosis. No se ha demostrado que este compuesto sea teratogénico; pero si se ha probado su mutagenicidad. Además produce un aumento de la incidencia de tumores hepáticos en una especie de ratones.

Límite Tolerable 3 µg/L.

Como se ha comprobado la carcinogenicidad del Lindano en una especie, el valor guía se basa en la IDA de FAO/OMS, suponiendo que el agua potable aportaría el 1 % de la IDA.

#### 4.1.7 Metoxicloro

Este insecticida se emplea en el tratamiento de cultivos y ganado. Tiene una toxicidad aguda relativamente baja, y no provoca efectos teratogénicos ni mutagénicos. Tampoco se indica que este sea un compuesto carcinogénico en animales de experimentación. Además es de metabolismo rápido, por lo tanto no produce bioacumulación.

Límite Tolerable 30 µg/L.

### 4.2 Clorofenoxiácidos :

Se utilizan como herbicidas. La toxicidad del 2,4 D y del 2,4,5 T son bajas para los animales; pero se ha comprobado su efecto teratogéno en éstos; por lo tanto, se cuestiona la conveniencia de su uso.

Se descubrió que una impureza del 2,4,5 T; el TDD, que se forma como en una reacción lateral; es teratógeno y muy tóxico; es de lenta degradación; por lo tanto, es factible de bioacumulación en las cadenas tróficas (tiene el mismo comportamiento que los Hidrocarburos clorados persistentes).

## DA.S.

### Sistema Provincial de Control de Calidad

Mezclas de estos clorofenoxiácidos fueron usados en la Guerra de Vietnam; como defoliante (Agente Naranja y Agente Blanco), se registró un incremento de malformaciones congénitas en los recién nacidos.

Compuesto o Grupo de Isómeros	Límite Tolerable [=]mg/L	IDA [=]mg/Kg de peso corporal
2,4 D	100	0.3

#### 4.2.1 2,4 D

Se usa como herbicida para combatir hierbas latifoliadas y como regulador del desarrollo de las plantas. Las preparaciones contienen por lo general sales o ésteres del ácido. El 2,4 D es químicamente estable, pero sus ésteres se hidrolizan convirtiéndose en el ácido libre. Este herbicida suele degradarse fácilmente en el agua y además es degradado por descomposición microbiana. No presenta fenómenos de bioacumulación. No se han obtenidos datos concluyentes sobre los posibles efectos carcinogénicos. La OMS ha establecido la IDA de 0.3 mg/KG de peso corporal para el 2,4 D.

Límite Tolerable 100 µg/L.

Este valor se ha fijado por su toxicidad. Sin embargo, algunas personas suelen detectar la presencia de 2,4 D en el agua por su sabor y olor cuando las concentraciones superan los 0.05 mg/L.

#### 4.3 Organofosforados:

Son compuestos orgánicos, complejos, que tienen fósforo en su estructura. Se comenzaron a usar entre los Años 60 y 70, debido a los problemas ambientales que resultaron de la persistencia de los Hidrocarburos clorados. Son más tóxicos para el hombre que los anteriores, pero se desactivan más rápidamente en el ambiente. Por lo tanto, son más efectivos sobre la zona inmediata a su aplicación.

Los organofosforados no iónicos son solubles en solventes orgánicos y ligeramente solubles en agua, los iónicos son muy solubles en agua.

Los organofosforados son inestables a pH alcalino por arriba de 8 y se oxidan fácilmente en el ambiente.

Son absorbidos a través de la piel, vías digestivas y respiratorias; se biotransforman rápidamente, y son fácilmente excretados por el riñón, existen algunos que excepcionalmente se acumulan en los tejidos grasos como el caso del leptófos y el clorfentión.

El punto de actividad tóxica de los Organofosforados es la hendidura sináptica de los nervios<sup>4</sup>.

La enzima acetilcolinesterasa, es atacada y desactivada por los organofosforados. Desprovista así de su medio de desactivación, la acetilcolina estimula un impulso tras otro a lo largo de las fibras nerviosas receptoras. Ello causa temblores en el sistema muscular involuntario, convulsiones y por fin la muerte<sup>5</sup>.

La intoxicación crónica por organofosforados es rara, siendo los síntomas semejantes a los de la intoxicación aguda<sup>6</sup>.

La toxicidad de los organofosforados es :

*TEPP > Paratión > Metilparatión > DDPV > Malatión*

A excepción de sus altas toxicidades para el hombre, las propiedades de los organofosforados, las propiedades de los organofosforados lo hacen más aceptables con

## DA.S.

### Sistema Provincial de Control de Calidad

insecticidas que los Hidrocarburos clorados. Su propiedad más importante es, su corta vida en el ambiente, lo que minimiza su peligrosidad para el medio; no pueden acumularse en los seres humanos ni en las cadenas tróficas.

#### 4.3.1 Malatión :

El Malatión es un insecticida y ascaricida organofosforado, no sistémico, muy usado por su baja toxicidad sobre los mamíferos.

Es usado intensamente en la agricultura y horticultura; pero también es usado para el control de ectoparásitos animales, moscas e insectos domésticos.

El Malatión ingresa al ambiente acuático a través de la aplicación directa de éste o por el arrastre a través de áreas tratadas. Por su alta solubilidad en agua, una gran parte de este plaguicida aplicado en el medio ambiente terrestre puede esperarse que ingrese al medio acuático por lixiviación o escorrentías.

Las concentraciones de malation en el medio acuático son bajas debido a su rápida degradación, estas son de aproximadamente 0.013 a 0.019  $\mu\text{g/L}$  en cursos de agua que atraviesan zonas de cultivo donde se los utiliza. Los mecanismos de decaimiento de este tóxico son a través de la hidrólisis y la degradación microbiana, por lo tanto se lo considera como no persistente en los medio acuático o terrestres. No se observaron fenómenos de bioacumulación de este tóxico en las cadenas tróficas.

Se fija como límite tolerable:

Límite tolerable 35  $\mu\text{g/L}$

#### 4.3.2 Paratión :

El paration es un insecticida y ascaricida de amplio espectro, que abarca tanto plagas de insectos que pican o succionan; actúa como tóxico por contacto. Es un veneno por ingesta o por inhalación. Es usado exclusivamente en la agricultura.

Por tener una alta solubilidad en agua, es probable que cantidades importantes ingresen a los cursos de agua a través de escorrentías o por infiltración.

Las concentraciones del paration y metil paration en el agua son generalmente muy pequeñas (del orden de 1  $\mu\text{g/L}$ ) y su baja persistencia depende del pH, de la temperatura y de la turbiedad del agua. Estos compuestos son biodegradables como otros organofosforados. Además su concentración pueden disminuir a través de los siguientes mecanismos de destino de sustancias tóxicas como la hidrólisis, fotólisis o absorción en el medio acuático.

La concentración máxima tolerable de este plaguicida en el agua potable es de :

Límite Tolerable 35  $\mu\text{g/L}$

Este valor surge de la IDA de 0.5  $\mu\text{g/L}$  por día y se estima que con esta concentración se aporte el 20 % a través del agua, por la ingestión de 2 L diario, para una persona con un peso de promedio de 70 Kg.

#### 4.3.3 Metil Paratión :

El valor del Límite Tolerable surge de considerar una IDA de 1  $\mu\text{g/L}$  por día, usando un 20 % de lo permitido por la ingestión de 2 L de agua diaria para un individuo que pesa 70 Kg

Límite Tolerable 7  $\mu\text{g/L}$

## Sistema Provincial de Control de Calidad

### 5. Clorobencenos

Se usa en la industria como solventes y como intermediarios en la producción de colorantes, insecticidas, etc. Las concentraciones máximas encontradas de Clorobencenos en agua fueron de 0.1 µg/L.

Son escasos los datos sobre toxicología en relación a estos compuestos (1,2 Diclorobenceno y el 1,4 Diclorobenceno), pero se utilizan para evaluar su toxicidad los límites basados en datos toxicológicos y en concentraciones relacionadas con el nivel umbral de olor. Se conocen estudios que puedan indicar los valores límites para el 1,2,4 Triclorobenceno.

#### a) Monoclorobenceno

Se usa como solvente y es un producto intermedio en la fabricación de colorantes, plaguicidas, etc. Se puede formar en el proceso de cloración del agua que está contaminada con benceno. Se han encontrado concentraciones de agua de consumo de 10 µg/L. Existe información sobre la toxicidad de este sobre órganos específicos del cuerpo. No se tiene datos sobre la carcinogenicidad, teratogenicidad o mutagenicidad de este compuesto.

Como no se cuenta con datos sobre su toxicidad, se ha usado un factor de seguridad conservador, estimando una IDA de 0.015 mg/Kg de peso corporal; asignando al consumo diario de agua el 10 % de esa dosis y considerando el umbral de olor fijado en 30 µg/L. Se toma como Límite Tolerable :

Límite Tolerable 3 µg/L

#### b) 1,2 diclorobenceno y 1,4 diclorobenceno

Se encuentran con mucha frecuencia, son ambos, productos intermedios en la fabricación de anilinas. Se los encuentra en las agua de superficie y en el agua potable en concentraciones que llegan a los 10 µg/L.

Los DCB no metabolizados pueden acumularse en los tejidos adiposos.

Se ha determinado que el nivel de olor es a una concentración de 3 µg/L para el isómero 1,2 y de 1 µg/L par el 1,4; se recomiendan valores del 10 % de cada uno de estos valores como concentraciones que difícilmente causen problemas de olor y sabor en los sistemas de abastecimiento de agua potable.

Para el 1,2 diclorobenceno se establece como Límite Tolerable :

Límite Tolerable 0.5 µg/L

Para el 1,4 diclorobenceno se establece como Límite Tolerable :

Límite Tolerable 0.4 µg/L

### 6. Clorofenoles

Se usan como biocidas y se encuentran después de la cloración del agua que tiene fenol. La presencia de clorofenoles se detecta fácilmente por que los niveles umbrales de olor y sabor de estos compuestos son muy bajos (concentraciones de 0.1 µg/L). Cuando no existe cloración, se aceptan concentraciones de fenoles de hasta 100 µg/L sin deterioro de las características organolépticas; algunos compuestos fenólicos provocan efectos tóxicos en estas concentraciones tan elevadas.

Por espectrofotometría no pueden detectarse los clorofenoles en las concentraciones que señalan los umbrales de olor y sabor, se debe recurrir a la cromatografía.

Para evitar estos inconvenientes se debe prohibir el vuelco de fenoles o de clorofenoles en el agua natural. Cuando existen altas concentraciones de fenol en el agua, se deben reducir antes

## DA.S.

### Sistema Provincial de Control de Calidad

de efectuar la cloración. Los métodos de eliminación son : para los compuestos de sustitución más baja se usa la oxidación, y los de sustitución más alta se suprimen por medio de la absorción con carbón activado.

a) 2,4,6 triclorofenol

Se encuentra en concentraciones bajas en los sistemas de abastecimientos de agua, como producto de la reacción entre el cloro usado para desinfección y ciertas sustancias precursoras. Las concentraciones encontradas varían de 0.003 a 1  $\mu\text{g/L}$ . Altas concentraciones pueden producir altas temperaturas y convulsiones. Además este compuesto induce a la leucemia y aumenta la incidencia de carcinomas hepatocelulares. Se ha comprobado su mutagenicidad y su carcinogenicidad. Se ha establecido como valor Límite Tolerable :

Límite Tolerable 10  $\mu\text{g/L}$

Se usó para su determinación un modelo de extrapolación lineal en etapas múltiples. Se detecta el 2,4,6 Triclorobenceno por su sabor y olor en una concentración de 0.1  $\mu\text{g/L}$ .

b) Pentaclorofenol

Este compuesto se lo utiliza generalmente como conservador de la madera, y el se encuentra en ocasiones en concentraciones inconvenientes para la salud y desde el punto de vista del olor y del sabor.

La toxicidad en el hombre se manifiesta por un aumento de la temperatura, respiración acelerada y finalmente, paro cardíaco. Es un elemento mutagènico, pero no se ha demostrado su carcinogenicidad. Es un elemento fácilmente absorbido a través del tracto gastrointestinal, pero se excreta sin modificaciones en la orina. Sobre la base de estos resultados, sumados a los leves trastornos en poblaciones sometidas a exposición ocupacional, se fijò un valor límite tolerable:

Límite Tolerable 10  $\mu\text{g/L}$

Garantizando con esta concentración un aporte de menos del 10% de la IDA.

### 7. Benceno y Aquilbenceno

Se los usa en la industria como productos intermedios en la obtención de fenol y de ciclohexano. Los alquibencenos inferiores se usan como solvente para pinturas y materiales de revestimientos. El benceno y los alquibencenos se encuentran en altas concentraciones en las aguas subterráneas, no así en las aguas superficiales por que se evaporan. Los valores encontrados en las aguas potables no exceden 1  $\mu\text{g/L}$ . El benceno se usa como solvente y como producto intermedio de varias síntesis químicas. Se encuentra en las aguas superficiales en concentraciones de hasta 10  $\mu\text{g/L}$ .

Pero en las aguas subterráneas se han detectado concentraciones de hasta 100  $\mu\text{g/L}$ .

El benceno tiene efectos tóxicos bien definidos en el hombre (anemia aplásica y leucemia). Teniendo en cuenta las propiedades físicas y químicas del benceno y que sus efectos son sistémicos (por inhalación no afecta solamente al pulmón), se ha puesto que en grados similares de exposición al benceno por medio del agua potable causarían el mismo grado de riesgo. Por lo tanto se ha fijado:

Límite Tolerable 10  $\mu\text{g/L}$

## Sistema Provincial de Control de Calidad

Sobre la base de los datos concernientes a la leucemia y la aplicación de un modelo lineal de extrapolación lineal en etapas múltiples.

### 8. Trihalometanos

La cloración del agua potable que contiene sustancias orgánicas naturales provoca la formación de una serie de subproductos que incluye a los trihalometanos (THM): cloroformo, bromodichlorometano, dibromomonoclorometano, tribromometano (bromoformo). Se ha comprobado en animales de laboratorio la carcinogenicidad del cloroformo. Ahora se está estudiando la carcinogenicidad de los THM bromados, aunque se sabe que son más mutagénicos que el cloroformo.

Se ha probado que el cloroformo produce cáncer en dos especies de animales de laboratorio y se considera que presenta un posible riesgo de cáncer para el hombre, si bien aun no se ha descubierto el mecanismo de la carcinogénesis.

Siendo el cloro el más eficaz desinfectante del agua, debe realizarse un estudio causa-efecto y económico, teniendo en cuenta la realidad social del país, para la evaluación de los riesgos de enfrentar enfermedades provocadas por contaminantes microbiológicos, como consecuencia de una desinfección deficiente, para evitar la formación de THM.

La formación de los THM depende en gran parte de la interacción entre el cloro y ciertas sustancias precursoras existentes en el agua (como por ej. Los ácidos fúlvicos y húmicos). No puede presentar una concentración elevada de THM cuando el agua contiene pequeñas concentraciones de precursores o se eliminan estos mediante un tratamiento. No obstante, es obvio que no es admisible efectuar una desinfección inadecuada por no elevar la concentración de THM. Esto no significa que la presencia de estos compuestos no constituya un riesgo y es preciso recurrir a cualquier alternativa práctica y segura para disminuir al mínimo su formación.

Los valores guías para el cloroformo se determinaron a través de una extrapolación lineal en etapas múltiples de los datos obtenidos con ratas machos. Si bien los datos toxicológicos disponibles solo sirven para establecer límites al cloroformo, es necesario disminuir también las concentraciones de todos los THM. En varios países se han fijado límites entre 25 y 250 µg/L, para el total de cuatro THM específicos.

El límite tolerable para los trihalometanos se establece en:

Límite Tolerable 10 µg/L

### COMPUESTOS ORGANICOS QUE SE RECOMIENDA SU MONITOREO

Existen compuestos cuyos efectos tóxicos no están totalmente estudiados, o los datos a cerca de la carcinogenicidad no justifican por completo imponerle un límite tolerable, pero se considera que la presencia de estos compuestos en el agua potable podría tener consecuencias importantes sobre la salud. Los valores provisionales se basan en los datos disponibles relacionados con efectos sobre la salud; si no se obtienen otras pruebas, podrían suprimirse en el futuro.

Estos compuestos se encuentran frecuentemente en los cursos de aguas de ciertas regiones del país, debido a las descargas industriales. Por lo tanto, se les asignó un valor guía provisional, no considerándolos en la reglamentación general, y solamente siendo obligatorio su monitoreo en las zonas donde se sospeche su presencia y/o sea indicado por el ente regulador.

## DA.S.

### Sistema Provincial de Control de Calidad

#### Valores guías provisionarios para Compuestos Orgánicos

(Tabla VI)

Contaminante	Límite Tolerable [=] mg/L
1. Hidrocarburos Totales	
Hidrocarburos Totales	500
2. Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares (HAP) Totales	0.2
3. Hidrocarburos Bencénicos	
Toluenos	500
Xileno	300
Etilbenceno	100
Estireno	100

#### 1. Hidrocarburos Totales

Siempre que no contenga hidrocarburos como kerosene, fuel oil, etc., que generalmente, independientemente de su toxicidad, le comunican olores o sabores al agua en concentraciones sustancialmente inferiores.

Valor Guía Provisional 500 µg/L

#### 2. Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares (HAP) Totales

Los Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares (HAP), son un grupo grande de compuestos orgánicos con dos o más anillos bencénicos y con la presencia de un anillo no aromático en algunos casos. Se forman como resultado de la combustión incompleta de compuestos orgánicos, pero pueden ser sintetizados por algunas bacterias, algas y plantas superiores. Tienen una baja solubilidad en agua y son adsorbidos por partículas y sedimentos arcillosos dando lugar a mayores concentraciones en el ambiente acuático. Los niveles de HAP en las aguas superficiales se ven influenciados por descargas industriales, pero en su mayor parte está ligada a la materia particulada que es extraída en la etapa de sedimentación-floculación y filtración.

Se sabe que en algunos casos, el contacto con el revestimiento interior de tuberías a base de carbón y brea durante la distribución, da lugar al incremento de HAP en las aguas de consumo.

Los HAP causan hiperqueratosis, hiperplasia y pérdidas de las glándulas sebáceas en la piel, algunos causan efectos en la médula ósea y en los tejidos linfoides.

Las Normas de la OMS establecen un límite de 0.2 µg/L para la suma de seis indicadores de HAP en el agua potable. Estos son : Fluoretano, Benzo[a]pireno, Benzo[g]pireno, Benzo[β]fluoretano, Benzo[K]fluoretano y Benzo[1,2,3cd]pireno.

Las informaciones disponibles indican que se puede establecer un valor de mezcla de HAP o a compuestos individuales, excepto en el caso del Benzo[a]pireno para el cual la OMS propone como límite tolerable un valor de 0.01 mg/L en el agua potable basado en su conocida carcinogenicidad.

Valor Guía Provisional 0.2 µg/L

## DA.S.

### Sistema Provincial de Control de Calidad

#### 3. Hidrocarburos Bencénicos

Dentro de este grupo se tiene en cuenta a los siguientes compuestos:

##### a) Tolueno

Aparentemente tiene poca toxicidad y se sugiere un valor guía provisional por su frecuente aparición en los cursos de aguas de la Cuenca del Plata, con concentraciones que oscilan entre 2 a 7  $\mu\text{g/L}$  en la Tomas de DIPOS de Agua Potable en la zona de Rosario y Santa Fe.

La EPA no tiene referencia a cerca de su toxicidad, pero propone como valor guía debido a que este compuesto desmejora la calidad organoléptica de las aguas de bebida, por conferirle a estas olores y sabores desagradables.

Se sugiere un valor guía :

Valor Guía Provisional 500  $\mu\text{g/L}$

##### b) Xileno

No se tienen referencias de que este compuesto sea tóxico, pero se lo encuentra con frecuencia en las aguas de la Cuenca del Plata, por lo tanto se lo tuvo en cuenta como elemento a ser monitoreado en las zonas donde se sospeche su presencia por efecto de las descargas industriales.

Se propone un valor guía debido a que este compuesto puede desmejorar la calidad organoléptica de las aguas de bebida, por conferirle a estas olores y sabores desagradables.

Se sugiere como valor guía :

Valor Guía Provisional 300  $\mu\text{g/L}$

##### c) Etilbenceno

No tienen datos a cerca de su toxicidad, pero por su frecuente aparición en los cursos de agua de la Cuenca del Plata, en un rango de concentraciones de 0.4 a 1  $\mu\text{g/L}$  en la Toma F.L.B. en la Provincia de Santa Fe; se sugiere un valor guía provisional para este compuesto.

La EPA propuso en 1990 como Límite para el agua de bebida una concentración de 700  $\mu\text{g/L}$ , pero se supone que existe un valor límite de umbral de olor que lo limita, por sus características organolépticas. Se sugiere como valor guía :

Valor Guía Provisional 100  $\mu\text{g/L}$

##### d) Estireno

No existiendo antecedentes de su toxicidad, pero sabiendo que este compuesto modifica las propiedades organolépticas y siendo frecuente encontrarlo en las Tomas de Aguas de la Cuenca del Plata (Tomas DIPOS y Tomas F.L.B.) en un rango de concentraciones entre 2 a 10  $\mu\text{g/L}$ . Se sugiere un valor guía :

Valor Guía Provisional 100  $\mu\text{g/L}$

# DA.S.

## **Sistema Provincial de Control de Calidad**

<sup>1</sup> En las Normas de la OMS de 1972 solamente se tenían en cuenta como contaminantes orgánicos a los plaguicidas y a los Hidrocarburos aromáticos policíclicos.

<sup>2</sup> Agente Naranja : Es una mezcla de iguales proporciones de 2,3 D y 2,4,5 T.

<sup>3</sup> Agente Blanco : Es una mezcla de un 80% de 2,4 D y 20% de Picloram.

<sup>4</sup> El impulso nervioso recorre eléctricamente una fibra muscular hasta que se alcanza esa pequeña hendidura. El impulso estimula la liberación de una molécula de acetilcolina que rápidamente se difunde a través de la hendidura y es aceptada por la otra fibra nerviosa. La molécula de acetilcolina estimula un impulso eléctrico que se desplaza a lo largo de la segunda fibra y seguirá enviando impulsos que la recorrerán hasta que se vea químicamente alterada. Hay una enzima en el punto de recepción que convierte con rapidez la acetilcolina en una molécula inactiva, antes de que pueda dispararse más de un impulso. Esta enzima es la acetilcolinesterasa (ACE).

<sup>5</sup> La acetilcolina es el mediador sináptico que permite la transmisión de los impulsos nerviosos entre dos neuronas, la presináptica y la postsináptica. Inmediatamente después de la transmisión, por acción de la acetilcolinesterasa, es hidrolizada, siendo los productos de hidrólisis la colina y el ácido acético, que se vuelven a utilizar para sintetizar acetilcolina por acción de la colinacetilasa. Los organofosforados fosforilan el centro activo de la acetilcolinesterasa (se unen covalentemente formando complejos estables) e inhiben irreversiblemente su actividad, deteniéndose así la hidrólisis de la acetilcolina, que se acumula en la sinápsis periféricas y centrales y en las terminaciones nerviosas de los órganos efectores. Esta acumulación provoca un estado de excitación en las terminaciones de los receptores postganglionares de pulmones, sistema gastrointestinal, corazón y músculos.

<sup>6</sup> Síntomas de Intoxicación Aguda con Organofosforados : Dolor de cabeza, visión borrosa, miosis (constricción anormal de la pupila) hiperemia (aumento de la irrigación sanguínea en algún tejido u órgano), opresión del pecho, respiración ruidosa, tos, sudoración, calambres abdominales, salivación excesiva, tensión, ansiedad, confusión y parálisis motora.

## DA.S.

### Sistema Provincial de Control de Calidad

#### PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS

##### CALIDAD MICROBIOLÓGICA DE AGUAS TRATADAS EN EL SISTEMA DE DISTRIBUCION

Cuando se analicen microbiológicamente muestras de agua procedentes de un sistema de distribución, los resultados no deberán superar los siguientes Límites Tolerables para los parámetros microbiológicos básicos y complementarios que a continuación se detallan :

#### Parámetros Microbiológicos Básicos

La determinación de los mismos es de carácter obligatorio en cualquier servicio de abastecimiento de agua.

(Tabla VII)

<u>PARAMETRO</u>	<u>LIMITE TOLERABLE</u>	
	<u>Método de Exámen</u>	
	<u>Tubos múltiples</u>	<u>membranas filtrantes</u>
COLIFORMES TOTALES (*)	< 2.2 NMP/100 mL	O (cero) en 100 mL
COLIFORMES FECALES	< 2.2 NMP/100 mL	O (cero) en 100 mL

(\*) *En el 95% de las muestras examinadas anualmente.*

*Ocasionalmente podrán aceptarse muestras que contengan un NMP de hasta 3,0 bacterias en 100 mL, pero no en muestras consecutivas.*

#### Parámetros Microbiológicos Complementarios

El análisis de uno o más de estos parámetros se realizará cuando se sospeche la presencia, o sea ordenado por el Ente regulador.

(Tabla VIII)

<u>PARAMETRO</u>	<u>Volumen de Muestra</u>	<u>Límite Tolerable</u>
Bacterias Aerobias Heterotroficas (Agar Nutritivo, 35 °, 24 hrs.)	1 mL	100 UFC
Pseudomonas Aeruginosas	50 mL	Ausencia (*)
Giardia Lambliia	700 – 2.000 mL	Ausencia
Fitoplancton y Zooplancton	50 – 150 mL	(**)

#### Referencias :

UFC = Unidades Formadoras de Colonias.

(\*) = Si se utiliza la Técnica de Tubos Múltiples, NMP mL < 2.0

(\*\*) = Aún no hay datos suficientes para establecer un Límite numérico, pero debe evitarse la presencia de organismos o sus metabolitos perjudiciales en el agua.

## DA.S.

### Sistema Provincial de Control de Calidad

LAS AGUAS DESTINADAS AL CONSUMO HUMANO, NO DEBERAN CONTENER ORGANISMOS PATÓGENOS.

#### FUNDAMENTOS DE NORMATIZACION DE PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS

##### Calidad Microbiológica para Aguas Tratadas

En las Normas Bacteriológicas se establecen requerimientos mínimos, omitiendo la calificación del agua (por ejemplo: buena, sospechosa, deficiente), puesto que su interpretación puede ser variable y dificultar, a veces, la adopción inmediata de medidas correctivas. Este criterio, de utilizar requerimientos bacteriológicos mínimos solamente, ha sido adoptado por la Organización Mundial de la Salud, en las “Guías para la Calidad del Agua Potable” (Volumen I. Recomendaciones, 1985).

A los efectos de la aplicación de estas Normas para aguas de suministros públicos, dada la cantidad de muestras que deben examinarse mensualmente y considerando la necesidad de obtener resultados que logren una definición rápida, se utilizará la búsqueda de bacterias coliformes totales y coli fecales como organismos indicadores de contaminación. Esto no significa desconocer la importancia de otras pruebas complementarias como la determinación del número de colonias de bacterias aeróbicas, investigación de enterococos, pseudomonas, protozoarios parásitos, organismos planctónicos, bacteriófagos fecales y otros organismos de interés sanitarios que, en determinadas circunstancias, pueden aportar una información más amplia y precisa.

##### Bacterias Coliformes Totales

El agua potable no debe contener ningún microorganismo patógeno, ni bacterias indicadoras de contaminación fecal.

El grupo de organismos “Coliformes” ha sido utilizado y adoptado internacionalmente como indicador de contaminación fecal, por ser más resistente que las bacterias entéricas, patógenas y por encontrarse en gran cantidad en la materia fecal del ser humano y animales de sangre caliente.

Este grupo comprende todos los bacilos y coco-bacilos aeróbicos y anaeróbicos facultativos, gram negativos, no esporulados, que fermentan la lactosa con producción de gas y acidificación del medio, en un período de 48 horas a 35 °C de temperatura.

##### Metodología de determinación :

- a) Técnica de tubos Múltiplos : (Cuantitativo)

Alternativa I: Se efectuará un cultivo presuntivo en caldo Maconkey o caldo lauril-triptosa y un cultivo confirmatorio en medio verde brillante, siguiendo la metodología prevista para esta determinación

Alternativa II: Determinación simultánea de Coliformes Totales y Coliformes Fecales, utilizando medios de cultivo adicionados de MUG \* siguiendo la metodología indicada.

\* MUG = 4Metilumbeliferil- $\beta$ -D-Glucurónido

## DA.S.

### Sistema Provincial de Control de Calidad

b) Técnica de Membranas Filtrantes : (Cuantitativo)

Se adaptará como medio de cultivo el tipo ENDO Lactosado, considerándose positivas las colonias rojas con con aspecto metálico desrolladas de 24 horas a 35 °C.

c) Presencia o Ausencia : (Cualitativo)

#### BACTERIAS COLIFORMES FECALES

El grupo de bacterias coliformes fecales está compuesto por las siguientes bacterias: *Escherichia coli* , *Klebsiella pneumoniae* y *Citrobacter freundii*. La detección de estas bacterias termorresistentes, en particular *Escherichia coli* constituye una prueba definitiva de contaminación fecal. Estos microorganismos tienen las mismas propiedades bioquímicas descriptas para coliformes, cuando se los cultiva en medio E.C. a una temperatura de 44 °C durante 48 horas.

Se informará su número más probable (NMP) en 100 mL según el índice que resulte de la lectura directa de Tabla de Tubos Positivos, sin relacionarlos al número total de coliformes que pudieran existir en la misma muestra.

#### BACTERIAS AEROBIAS HETEROTROFICAS

Cuando las aguas son sometidas a desinfección con clor, conservando concentraciones adecuadas de cloro residual en los extremos de red y no presentan coliformes, es excepcional la presencia de bacterias aeróbias (heterotróficas) en concentraciones superiores a 100 colonias (o unidades formadoras de colonias = UFC) en 1 mL de agua. Cuando se cumplen estos requisitos, pueden prescindirse de su control en los análisis bacteriológicos de rutina.

En cambio, cuando el sistema de distribución, cisternas, tanques o redes, estén expuestos a contaminación por conexiones clandestinas, reparaciones frecuentes, etc., su inclusión en el examen de rutina es de fundamental importancia sanitaria, y debe complementar la colimetría.

Los abastecimientos de agua centralizado que no cloran las aguas o las aguas de pozos individuales destinado a la bebida, deben incluir, sin excepción, la determinación de bacterias aeróbias, como criterio de calidad microbiológica.

El número de bacterias aeróbias heterotróficas que puede contener una muestra de agua potable, debe ser < 100 UFC/mL cultivadas en medio Agar Nutritivo durante 24 horas a 35 °C.

#### PSEUDOMONAS

Estas Son bacterias oportunistas ampliamente distribuidas en la naturaleza. Dentro de las especies de este género la de mayor importancia sanitaria es la *P. Aeruginosa*. Se hallan con cierta frecuencia aún en aguas cloradas de red, incluso en ausencia de coliformes.

Su presencia en los sistemas de almacenamiento, tanques y cisternas, tiene como probable causa el estado deficiente de dichas instalaciones. Aunque su desarrollo no está asociado a anomalías en la planta de potabilización, es aconsejable investigar periódicamente su presencia en el agua de la red de distribución.

Como en el caso de las bacterias aeróbias, su control debe intensificarse en redes expuestas a contaminación o cuando se comprobaren inconvenientes en la cloración, por su resistencia, viabilidad y bajo requerimiento nutritivo.

## DA.S.

### Sistema Provincial de Control de Calidad

Se realizaràn análisis cualitativo informándose presencia o ausencia, utilizando como medio de enriquecimiento el caldo Asparagina y como medio confirmativo el caldo Acetamida, ambos con incubación a 35 °C durante 48 horas.

Utilizando estos mismos medios y condiciones de cultivo, opcionalmente puede realizarse examen cuantitativo (NMP).

#### GIARDIA LAMBLIA

Entre los protozoarios que se transmiten por el agua, la *Giardia Lamblia* es la que más brotes epidémicos ha provocado en el mundo. La forma quística que adopta este parásito, estando fuera del intestino del hombre o de los animales, resiste los procesos de desinfección habitualmente empleados en las plantas de tratamiento de agua potable. Menos de 10 quistes, ingeridos con el agua de bebida, pueden causar la infección en humanos y un individuo infectado puede liberar mas de  $10^6$  quistes por gramo de materia fecal. Los quistes pueden sobrevivir en agua de bebida hasta dos meses a 8°C.

Puesto que no se cuenta con buen indicador de la presencia o ausencia de protozoarios patógenos, se deberán realizar controles periódicos de quistes de *Giardia Lamblia* en aguas tratadas procedentes de fuentes expuestas a contaminación cloacal.

Para su control de procederá a filtrar entre 1.000 y 2.000 litros de agua potable a través de microfiltros de fibra de polipropileno de 1  $\mu$  de porosidad a velocidad y presión estandarizada, procesándose dichos filtros según metodología descripta para este análisis. Después del correspondiente examen microscópico, se informará presencia o ausencia de estos parásitos.

Cuando se sospeche o demuestre presencia de *Giardia* o de otros parásitos en el agua de bebida, deberá mejorarse la etapa de clarificación tratando que la turbiedad no supere 1 UNT. Se deberá vigilar y optimizar el proceso de coagulación-floculación, el estado de los mantos filtrantes, la velocidad de operaciones consideradas claves en la remoción de protozoarios.

La frecuencia de la investigación, deberá guardar relación con : la eficiencia del proceso de clarificación, la prevalencia de la enfermedad, la epidemiología y la existencia de brotes en una región. Cabe acotar que la giardiasis es la parasitosis de mayor prevalencia en Argentina.

#### FITOPLANCTON Y ZOOPLANCTON

El término *Plancton* involucra a todos los organismos microscópicos que flotan o están suspendidos en el agua. El Fitoplancton se compone de algas microscópicas que pueden encontrarse como elementos unicelulares, coloniales, filamentosos o cenobiales. Alguna algas son fotosintéticas otras son heterótrofas y son pastoreadas por el zooplancton. Estos son animales acuáticos microscópicos. En agua dulce pueden encontrarse Rotíferos, Protozoarios, Cladóseros y Copépodos.

El Plancton y particularmente el Fitoplancton, ha sido usado como indicador de calidad de agua natural.

Los organismos de vida libre que pueden presentarse en el agua tratada como ser algas, protozoarios, cladóceros, copépodo, microcrustáceos, etc., pueden afectar su calidad, principalmente estética y organoléptica.

El grupo en general, puede tener de importancia sanitaria como indicador de la eficiencia del proceso de potabilización, aún ante la ausencia de aerobias y coliformes.

Los problemas más frecuentes causados por estos organismos, son su interferencia en las operaciones del tratamiento del agua y los efectos que provocan en relación al color, olor, turbiedad

## DA.S.

### Sistema Provincial de Control de Calidad

y sabor en el agua que se distribuye; no presentando, generalmente, efectos negativos sobre la salud pública, salvo en aquellas oportunidades en que floraciones de algas de determinadas especies (Cianófitas principalmente) y en determinadas condiciones eliminan metabolitos tóxicos al agua.

Para su control en aguas filtradas o tratadas se deberá concentrar una cantidad de 50 a 150 litros a través de mallas de plancton de 25 $\mu$  de porosidad, procediéndose a su examen microscópico en forma cualitativa o cuantitativa, según metodología descripta para esta determinación.

### NUMERO DE MUESTRAS Y FRECUENCIA MINIMA DE MUESTREO EN RELACION A LA POBLACIÓN SERVIDA

Los valores que se dan en la Tabla siguiente son los MINIMOS. El organismo provincial rector del saneamiento de aguas, en función de su poder de policía, podrá ordenar el incremento del número mensual de muestras de control que deberá cumplimentar un servicio, de acuerdo a las condiciones en que opere cada sistema de abastecimiento, considerado individualmente.

Los números de muestras mensuales que esta Tabla estipula como mínimos están referidos a la valoración de las mismas con respecto al grupo de bacterias coliformes; no obstante ello el organismo rector podrá indicar el control de otros parámetros microbiológicos y/o químicos y sus frecuencias.

Se deberá respetar el número de muestras, como así también la frecuencia e intervalo de muestreos mínimos establecidos en la siguiente Tabla :

(Tabla IX)

Población Total (habitantes)		Número Mínimo de Muestras de Red de distrib. Por Mes	Intervalo Máximo entre Extracciones Sucesivas
Hasta			
5.000		1	1 mes
5.001	a	2	1 mes
10.001	a	3	1 mes
15.001	a	4	1 mes
20.001	a	5	2 semanas
25.001	a	6	2 semanas
30.001	a	7	2 semanas
35.001	a	8	2 semanas
40.001	a	9	2 semanas
45.001	a	10	4 días
50.001	a	11	4 días
55.001	a	12	4 días
60.001	a	13	4 días
65.001	a	14	4 días
70.001	a	15	4 días
75.001	a	16	4 días
80.001	a	17	4 días
85.001	a	18	4 días
90.001	a	19	4 días

## DA.S.

### Sistema Provincial de Control de Calidad

---

95.001	a	100.000	20	4 días
100.001	a	120.000	21	2 días
120.001	a	140.000	22	2 días
140.001	a	160.000	23	2 días
160.001	a	180.000	24	2 días
180.001	a	200.000	25	2 días
200.001	a	220.000	26	2 días
220.001	a	240.000	27	2 días
240.001	a	260.000	28	2 días
260.001	a	280.000	29	2 días
280.001	a	300.000	30	2 días
300.001	a	320.000	32	1 día
320.001	a	340.000	34	1 día
340.001	a	360.000	36	1 día
360.001	a	380.000	38	1 día
380.001	a	400.000	40	1 día
400.001	a	420.000	42	1 día
420.001	a	440.000	44	1 día
440.001	a	460.000	46	1 día
460.001	a	480.000	48	1 día
480.001	a	500.000	50	1 día
500.001	a	550.000	55	1 día
550.001	a	600.000	60	1 día
600.001	a	650.000	65	1 día
650.001	a	700.000	70	1 día
700.001	a	750.000	75	1 día
750.001	a	800.000	80	1 día
800.001	a	850.000	85	1 día
850.001	a	900.000	90	1 día
900.001	a	950.000	95	1 día
950.001	a	1.000.000	100	1 día
1.000.001	a	1.100.000	110	1 día
1.100.001	a	1.200.000	120	1 día
1.200.001	a	1.300.000	130	1 día
1.300.001	a	1.400.000	140	1 día
1.400.001	a	1.500.000	150	1 día
1.500.001	a	1.600.000	160	1 día
1.600.001	a	1.700.000	170	1 día
1.700.001	a	1.800.000	180	1 día
1.800.001	a	1.900.000	190	1 día
1.900.001	a	2.000.000	200	1 día
2.000.001	a	2.200.000	220	1 día
2.200.001	a	2.400.000	240	1 día
2.400.001	a	2.600.000	260	1 día
2.600.001	a	2.800.000	280	1 día
2.800.001	a	3.000.000	300	1 día
3.000.001	a	3.500.000	350	1 día
3.500.001	a	4.000.000	400	1 día
4.000.001	a	4.500.000	450	1 día
4.500.001	a	5.000.000	500	1 día
5.000.001	a	5.500.000	550	1 día
5.500.001	a	6.000.000	600	1 día
6.000.001	a	6.500.000	650	1 día
6.500.001	a	7.000.000	700	1 día
7.000.001	a	7.500.000	750	1 día
7.500.001	a	8.000.000	800	1 día
8.000.001	a	8.500.000	850	1 día
8.500.001	a	9.000.000	900	1 día

---

## DA.S.

### Sistema Provincial de Control de Calidad

9.000.001	a	9.500.000	950	1 día
9.500.001	a	10.000.000	1000	1 día
10.000.001	a	11.000.000	1100	1 día
11.000.001	a	12.000.000	1200	1 día

### Recomendaciones

#### Redondeo :

Se deberá redondear el número de muestras mensuales, que corresponden a una determinada población, de acuerdo con la siguiente regla :

*Para población inferior a 25.000 habitantes con aproximación a 1.  
Para población de 25.001 a 100.000 habitantes con aproximación a 5.  
Para población de 100.001 a 2.000.000 habitantes con aproximación a 10.  
Para población de más de 2.000.000 de habitantes con aproximación a 25.*

#### Frecuencia de Muestreo :

La frecuencia del muestreo debe incrementarse especialmente en oportunidad de epidemias, inundaciones, operaciones de emergencia, o después de la interrupción del servicio o trabajo de reparación.

#### Extracción de Muestras :

La extracción de muestras debe efectuarse por personal responsable convenientemente instruido. Se seguirá estrictamente el procedimiento indicado en Sección II. Se utilizará envase plástico estéril descartable o frasco de vidrio con tapa, acondicionado y esterilizado.

Para evitar la acción bactericida del cloro residual de algunas muestras de agua, deberá agregarse por cada 100 ml. de solución de tiosulfato de sodio al 2 %.

DA.S.

Sistema Provincial de Control de Calidad

## SECCION II

# COLECCIÓN Y PRESERVACIÓN DE MUESTRAS

**Sistema Provincial de Control de Calidad**

**COLECCIÓN Y PRESERVACIÓN DE MUESTRAS**

**1. Introducción**

Una “muestra”, como su nombre lo indica, es solo una parte aislada del universo en estudio; por lo que, antes de su extracción, deberán determinarse con el mayor cuidado posible: el o los sitios de extracción, el número de muestras necesarias y la frecuencia de muestreo. (Los dos últimos requisitos, Número, Muestras y Frecuencias de Extracción, para examen bacteriológico, están establecidos en la Norma).

Es importante tener siempre presente que el resultado del análisis de una sola muestra aislada de un cuerpo de agua, da valores numéricos que expresan las condiciones de ese acotado volumen de agua, para un determinado instante.

La generalización que de ese resultado se haga para todo el sistema o universo en estudio, será sólo una probabilidad, cuya incertidumbre ante la comparación de resultados de un mayor número de muestras. Por lo tanto, se recomienda no cometer el frecuente error de considerar categóricamente como “buena” o “mala” un agua, luego de un único análisis.

**2. Diseño de un Programa de Muestreo**

Es necesario el diseño de un “programa de muestreo” antes de comenzar con la toma de muestras periódicas de un servicio de abastecimiento de agua, ya que dichas muestras deben ser lo mas representativas posibles de la calidad del agua abastecida a la población.

Los resultados que se obtengan de un muestreo programado son imprescindibles para el óptimo funcionamiento del “sistema de control de calidad”, siendo éste a su vez la necesaria retroalimentación que permitirá optimizar el proceso de potabilización del agua, en pos del objetivo de salud. Si el control de calidad no se emplea como retroalimentación del sistema productor de agua, pierde su sentido sanitario.

A continuación se listan las principales variables que conviene tener en cuenta cuando se diseña un programa de muestreo:

1. Frecuencia de Muestreo (Nro. De muestras en función del tiempo) .\*
2. Sitios o Puntos de extracción.
3. Calidad del Agua en la Fuente de Abastecimiento.
4. Tipo de Tratamiento de Potabilización. (si existe)
5. Sistema de Abastecimiento y Estado de Instalaciones.
6. Riesgos de Contaminación Exógena.
7. Pautas Socio-Culturales y Condición Económica de Población.
8. etc.

\* De acuerdo a Norma.

Según sea el agua sometida a tratamiento completo de potabilización o no y luego distribuida por cañerías o no, será el programa de muestreo que resulte.

*Toda agua destinada a la bebida debe ser previamente desinfectada convenientemente.*

*(Ministerio de Salud de la Nación)*

## DA.S.

### **Sistema Provincial de Control de Calidad**

a) Agua No Sometida a Tratamiento Completo y Sin Sistema de Distribución :

Cuando el agua no es sometida a tratamiento completo y no existe un sistema de distribución por cañerías, “la calidad del agua variará según la estación del año y la proximidad a las fuentes de contaminación. Por consiguiente, la frecuencia de la toma de muestras para exámenes bacteriológicos debe ser determinada en cada caso en particular por el organismo de vigilancia adecuado y debe responder a las circunstancias locales, incluidos los resultados de las inspecciones sanitarias”. (Guías OMS, Tomo I, Pag. 26, Sec. 2.1.3.3).

Teniendo en cuenta lo anteriormente expresado, se deberán realizar análisis periódicos, tanto microbiológicos como físico-químicos, en abastecimientos individuales o de pequeños grupos poblacionales que se surten de pozos, aljibes, vertientes, etc., a fin de detectar precozmente cambios en la calidad del agua. Se establece como mínimo el control anual de la calidad físico-química, el mensual de la calidad microbiológica y el diario de la desinfección. Este control mínimo estará a cargo del prestador o usuario/s según sea el caso de que se trate.

b) Agua Tratada Antes de Entrar en Sistema de Distribución :

Cuando el agua es sometida a tratamiento y entra en el sistema de distribución, “debe ser inspeccionada diariamente en el punto en que entra en el sistema de distribución para detectar la presencia de gérmenes coliformes y determinar la turbiedad y el pH, ya que es permanente la amenaza de contaminación desde la fuente y no se puede permitir que se traspase la barrera representada por el tratamiento. También es preciso medir con frecuencia y preferiblemente registrar en forma continua la concentración del desinfectante residual. Cualquier deterioro de la calidad o la protección que se descubra con esos procedimientos, exige una investigación inmediata sin esperar los resultados de los exámenes bacteriológicos complementarios”. (Guías OMS, Tomo I, Pag. 25, Sec. 2.1.3.1). El Ente Regulador podrá ordenar el incremento de la frecuencias de control de los parámetros enunciados y la inclusión de otros que considere de importancia. Además en todo servicio de agua deberán realizarse, tanto sobre el agua natural como sobre el agua que ingresa al sistema de distribución, en muestras correspondientes, análisis físico-químicos y biológicos que incluyan a todos los parámetros considerados en la normativa de calidad de agua para bebida vigente (Parámetros : físicos, químicos inorgánicos, químicos orgánicos, microbiológicos básicos y microbiológicos complementarios). El conjunto de los parámetros enunciados conforman lo que se denominan “ Análisis Completo” de agua. Se establece para Servicios que se surten de agua superficial un número mínimo de análisis completos de cuatro (4) al año y para Servicios que se surten de agua subterráneo de dos (2) al año. Su distribución anual será de acuerdo a criterios que definan para cada caso en particular el Ente Regulador.

c) Agua Tratada en el Sistema de Distribución :

Cuando el agua se encuentra en el sistema de distribución, el número y frecuencia muestral está determinado(en lo que a control microbiológico se refiere) en “Normas de Calidad para Aguas de Bebida” (sección I).

Con respecto a la elección de los sitios de extracción, conviene hacer una planificación anticipada a la ejecución, de orden mensual, trimestral, semestral o anual; según convenga. Deberán elegirse algunos puntos de muestreo que denominaremos “fijos” situados en tanques, cisternas, bombeos, etc. y distribuir el resto sobre sitios

## DA.S.

### Sistema Provincial de Control de Calidad

seleccionados estratégicamente a fin de cubrir de la forma mas amplia y representativa el sistema de distribución. En el siguiente cuadro se dan algunas recomendaciones que conviene tener en cuenta cuando se seleccionen los sitios de muestreo:

- Distancia al Establecimiento Potabilizador.
- Diámetro de Cañerías .
- Topografía de la Traza.
- Nivel de Urbanización.
- Demanda Cualitativa-Cuantitativa del Sitio.
- Estado de la Red Distribuidora.
- Tiempo de Recorrido para la extracción.
- Etc.

Conjuntamente con las muestras destinadas al examen bacteriológico, deberán extraerse otras para análisis de algunos parámetros físicos y químicos que permiten evaluar el tratamiento a que se ha sometido el agua y además determinar “in situ” en todas las muestras la concentración residual de desinfectantes. Los análisis físico-químicos que deberán efectuarse dependerán de : Fuente de Origen del Agua, Tipo de Tratamiento a que es Sometida, etc. Cualquiera sea el caso, se deberán efectuar las siguientes determinaciones en forma rutinaria : cloro residual (in situ), pH, color y turbiedad. Además, como se indicó antes, el Ente Regulador podrá indicar la necesidad de determinar otros parámetros que considere relevantes para el servicio; por ej. : sales o iones de importancia sanitaria que puedan encontrarse presentes ocasionalmente y en valores ponderables, concentración remanente de productos químicos agregados en el tratamiento, que pueden depositarse en las instalaciones, compuestos químicos contaminantes no eliminados por el tratamiento potabilizador, etc.

### 3. Toma de Muestras

#### INSTRUCCIONES

Recomendaciones Generales : Las presentes instrucciones están orientadas a la extracción de muestras de un grifo o canilla conectado directamente a la Red Distribuidora, sin comunicación con tanques o depósitos intermedios. Debe evitarse la extracción de muestras de bocas de incendio y de locales en malas condiciones de higiene. Evitar en lo posible la extracción de muestras cuando sopla viento o llueve intensamente en el lugar donde se encuentra el grifo o punto de toma.

#### ANÁLISIS QUIMICOS

- 3.1. Abrir el grifo y dejar correr libremente el agua durante 5 minutos<sup>1</sup> .
- 3.2. Enjuagar con el agua a analizar, dos frascos o botellas limpias, preferentemente de material plástico, de 1 L o más y escurrir bien.
- 3.3. Llenar completamente los envases y tapar.

## DA.S.

### Sistema Provincial de Control de Calidad

- 3.4. Rotular idénticamente, con rótulo firmemente adherido y escrito con tinta indeleble, que contenga los siguientes datos :

LOCALIDAD
NUMERO DE MUESTRA
FUENTE DE ORIGEN DEL AGUA (RED, POZO, RIO, ETC.)
FECHA DE EXTRACCIÓN
SITIO DE EXTRACCIÓN (GRIFO, BOMBA, TANQUE, ETC.)
ANÁLISIS SOLICITADO
OBSERVACIONES (OTROS DATOS DE INTERES)

- 3.5. Conservar la/s muestra/s refrigeradas hasta su entrega en laboratorio. (Ver “Requerimientos Especiales de Muestreos y Conservación”)

### 3.6. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

- 3.6.1 Limpiar muy bien la boca del grifo eliminando sustancia extrañas<sup>2</sup>.
- 3.6.2 Dejar salir agua abundantemente durante 2 a 5 minutos y luego cerrar.
- 3.6.3 Rotular el frasco tal como se indicó en punto 4 de Análisis Químicos<sup>3</sup>.
- 3.6.4 Esterilizar el grifo (especialmente la boca), calentando 2 ó 3 minutos con la llama de un hisopo de algodón impregnado en alcohol o bien mediante un soplete de gas durante menos tiempo.
- 3.6.5 Abrir cuidadosamente el grifo y dejar correr el agua durante 1 minuto, regulando la apertura de manera tal que el chorro sea suave y continuo.
- 3.6.6 Destapar el frasco estéril teniendo la precaución de no tocar con los dedos su boca. Si tiene capuchón de papel que cubre la tapa, retirar el conjunto - capuchón y tapa.-
- 3.6.7 Inmediatamente de abierto, llenar el frasco con agua, pero no completamente, de manera tal que quede una pequeña cámara de aire. Tapar y asegurar la tapa para evitar derrames.
- 3.6.8 Colocar el frasco en un recipiente térmico con hielo o en la heladera, para que la temperatura se mantenga próxima a 4 °C. No congelar.
- 3.6.9 Remitir inmediatamente las muestras al laboratorio. Cuidar que, ni por un momento, estén sin refrigeración. Técnicamente se considera que el tiempo máximo tolerable que puede mediar entre la extracción. Deben hacerse todos los esfuerzos posibles para acortar tiempos de transporte ya que una muestra sembrada con más demora, puede no ser representativa.

#### Referencias :

<sup>1</sup> En el caso de pozos profundos, es necesario que la bomba haya funcionado 2 o 3 horas sin interrupción, antes de proceder a la toma de muestras. Si se trata de pozos semisurgentes, es conveniente dejar correr el agua varias horas y extraer la muestra directamente de la cañería ascendente.

<sup>2</sup> Cuando se requiera tomar muestras de pozos de balde o aljibes o de cursos de agua, donde no exista sistema de bombeo, coleccionar un volumen de agua en un recipiente lavado previamente y enjuagado varias veces con el agua a analizar. Luego verter una porción en el frasco estéril.

<sup>3</sup> Se utilizará envase de vidrio o plástico, de 100 cc o más, con tapa de buen cierre, acondicionado y esterilizado. Cuando se extraigan muestras que contengan cloro o se presuma su presencia, deberá agregarse por cada 100 mL de capacidad del frasco y antes de su esterilización, 0.1 mL de solución de Tiosulfato de Sodio al 2% con el objeto de neutralizar la acción bactericida del cloro.

## D.A.S.

### Sistema Provincial de Control de Calidad

#### 4. Requerimientos Especiales de Muestreo y Conservación (Parámetros Físico-Químicos)

En las Secciones de este manual en las que se dan los métodos de análisis específicos para cada parámetro, se incluyen recomendaciones referidas a precauciones que se deben tener en cuenta para extraer y conservar la muestra, a los fines de los resultados no sean malogrados por un inadecuado procedimiento. No obstante ello, a continuación se da un listado sumario de estos requerimientos, tomado del Standard Methods de AWWA 16th edit...1985, con el objeto de contar con una guía rápida de consulta.

(TABLA X)

Determinación	Envase	Vol. Mínimo	Conservación	Tiempo Máx. <sup>1</sup>
Acidez	P, V(b)	100 mL	Refrigerar	24 hs./14 d.
Alcalinidad	P, V	200 mL	Refrigerar	24 hs./14 d.
Boro	P, V	100 mL	No Requiere	28 d./ <sup>2</sup> 8 d.
Cromo	P, V	100 mL	No Requiere	28 d./ <sup>2</sup> 8 d.
Carbón Org. Total	P, V	100 mL	Analizar inmediatamente o Refrigerar y bajar pH < 2 con SO <sub>4</sub> H <sub>2</sub>	7 d./28 d.
Carbono, dióxido	P, V	100 mL	Analizar Inmediatamente	-
Cloro residual	P, V	500 mL	Analizar Inmediatamente	0.5 hs/ 2 hs.
Cloro, dióxido	P, V	500 mL		0.5 hs/ 2 hs.
Clorofila	P, V	500 mL	Filtrado s/luz	Congelado 30 d. / -
Color	P, V	500 mL	Refrigerar	48 hs./ 48 hs.
Compuestos Orgánicos				
Fenoles	P, V	500 mL	Refrigerar y bajar pH < 2 con SO <sub>4</sub> H <sub>2</sub>	/28 d. (*) <sup>2</sup>
Pesticidas	P, V(s), c/tapa de TFE	-	Refrig.. si hay CL res. Presente – Agregar 100 mg de S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Na <sub>2</sub> / L	7 d./7 d.
Extraíbles purga	por P, V(s), c/tapa de TFE	50 mL	Refrig.. si hay CL res. Presente – Agregar 100 mg de S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Na <sub>2</sub> / L	7 d./7 d.
Conductividad	P, V	500 mL	Refrigerar	28 d./28 d.
Cianuro Total	P, V	500 mL	Llevar pH > 12 con OHNa, refrigerac. Y oscuridad – 100 mg de S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Na <sub>2</sub> / L	24 hs./14 d.
Sens. Cloración	P, V	500 mL		-

## D.A.S.

### Sistema Provincial de Control de Calidad

DBO	P, V	1000 mL	Refrigerar	6 hs./48 hs.
DQO	P, V	100 mL	Analizar lo antes posible o bajar el pH a < 2 con SO <sub>4</sub> H <sub>2</sub>	7 d./28 d.
Dureza	P, V	100 mL	Bajar pH < 2 con NO <sub>3</sub> H	6 mes./6 mes.
Fluoruro	P, V	300 mL	No Requiere	. 28 d./28 d.
Fosfatos	P, V	100 mL	Para fosfatos dis., filtrar inmediatamente;Refrig ..; cong. -10°C	48 hs./48 hs
Gas de Barro dig.	V (p/gas)	-	-	-
Grasas y Aceites	V (calibrado)	1000 mL	Bajar pH < 2 con SO <sub>4</sub> H <sub>2</sub> y refrigerar	20 d./28 d.
Iodo	P, V	500 mL	Analizar Inmediatamente	0.5 hs./ -
Metales, en gral:	P(a), V(a)	-	Para metales dis.filtrar y bajar pH < 2 c/ NO <sub>3</sub> H	6 mes./6 mes.
Cromo VI	P(a), V(a)	300 mL	Refrigerar	24 hs./48 hs.
Cobre (colorim.) <sup>2</sup>	-	-	-	-
Mercurio	P(a), V(a)	500 mL	Bajar pH < 2 con SO <sub>4</sub> H <sub>2</sub> , 4°C	. 28 d./28 d.
Nitrógeno	P, V			
Amonio	P, V	500 mL	Analizar lo antes posible o bajar el pH a < 2 con SO <sub>4</sub> H <sub>2</sub> , refrigerar	7 d./28 d.
Nitrito	P, V	100 mL	Bajar pH < 2 con SO <sub>4</sub> H <sub>2</sub> y refrigerar	48 hs./48 hs
Nitrito+Nitrato	P, V	<sup>2</sup> 00 mL	Analizar lo antes posible o refrigerar o congelar a - 20 °C	ninguno./28 d.
Nitrito	P, V	100 mL	Analizar lo antes posible o refrigerar o congelar a - 20 °C	ninguno./28 d.
Orgánico, Kjeldahl	P, V	500 mL	Refrig. pH < 2 con SO <sub>4</sub> H <sub>2</sub>	7 d./28 d.
Olor	V	500 mL	Analizar cuanto antes; refrigerar	6 hs./ -
Oxígeno Disuelto Electrodo	V(DBO)	100 mL	-	-
Winkler			Analizar inmediatamente – La titulación puede ser retardada después de la acidificación	. 0.5 h./1 h.
Ozono	V	1000 mL	Analizar Inmediatamente	0.5 hs./ -

## DA.S.

### Sistema Provincial de Control de Calidad

pH	P, V	-	Analizar Inmediatamente	2 hs./2 hs
Salinidad	V	240 mL	Analizar Inmediatamente o usar sello de cera en frasco	6 m./ -
Sílice	P	-	Refrigerar, no congelar	. 28 d./28 d.
Sólidos	P, V	-	Refrigerar	. 7 d./7-14 d.
Sulfatos	P, V	-	Refrigerar	. 28 d./28 d.
Sulfuros	P, V	100 mL	Refrigerar Agregar 2 gotas de Acetato de Zn <sub>2</sub> N cada 100 mL	. 28 d./28 d.
Sabor	V	500 mL	Analizar antes.Refrigerar	cuanto 24 hs./ -
Temperatura	P, V	-	Analizar Inmediatamente	-
Turbiedad	P, V	-	Analizar el mismo día; guardar en oscuridad hasta 24 horas	24 hs./48 hs

#### REFERENCIAS:

Refrigerar	= Conservar a 4 °C y en oscuridad.
P	= Plástico (poliet. ó equival.)
V	= Vidrio
V(b)	= Vidrio Borosilicato
V(a) o P(a)	= Recipiente lavado con sol. 1x1 de Ac. Nítrico
V(s)	= Vidrio lavado con solventes orgánicos

NOTA : Para determinaciones no listadas, usar frascos de plásticos o vidrio; refrigerar hasta el análisis y ejecutar éste lo antes que sea posible.

<sup>1</sup> Tiempo Máximo de Conservación: Recomendado/Regulado.

Recomendado : Standard Methods de AWWA 1ed. 1985

Regulado: Environmental Protection Agency (EPA) PR, FR, 44 N° 244 dec. 18, 1979

<sup>2</sup> Ver texto de método para detalles adicionales.

DA.S.

Sistema Provincial de Control de Calidad

## SECCION III

# METODOS DE ANALISIS

# DA.S.

## Sistema Provincial de Control de Calidad

### MÉTODOS DE ANÁLISIS \*

\* COMISION NACIONAL PERMANENTE DE CALIDAD DEL AGUA – (COFES 1993)

#### EXAMEN FISICO-QUIMICO

(TABLA XI)

#### PARÁMETROS INORGÁNICOS CON ACCION DIRECTA SOBRE LA SALUD

<b>Párametros</b>	<b>Método/s Estandar</b>	<b>Método/s Alternativos</b>
<b>ARSÉNICO</b>	Espectrofotométrico Dietyl-Ditiocarbamato de Ag Ref.: SM 17 <sup>th</sup> ed. 89.p 3500 As	
<b>CADMIO</b>	Espectrofotométrico De Absorción Atómica Ref.: SM 17 <sup>th</sup> ed. 89.p 3111 B	Método de la Ditizona Ref.: SM 17 <sup>th</sup> ed. 89.p 3500 Cd D
<b>CROMO</b>	Espectrofotométrico De Absorción Atómica Ref.: SM 17 <sup>th</sup> ed. 89.p 3111 B	
<b>CIANURO</b>	Destilación seguida de Titulación o Espectrofotometría Ref.: SM 17 <sup>th</sup> ed. 89.p 4500 CN y D o E	
<b>FLUOR</b>	Potenciometría Método del Electrodo Selectivo Ref.: SM 17 <sup>th</sup> ed. 89, p 4500-F C	Métodos : Alizarina o Eriocromoo SPANDS. CNN/73 – SM p.4500-F D
<b>PLATA</b>	Espectrofotométrico De Absorción Atómica Ref.: SM 17 <sup>th</sup> ed. 89.p 3500 Ag B	
<b>PLOMO</b>	Espectrofotométrico De Absorción Atómica Ref.: SM 17 <sup>th</sup> ed. 89.p 3500 Pb B	Espectrofotometría Método de la Ditizona
<b>MERCURIO</b>	Espectrofotométrico De Absorción Atómica por Vapor frio Ref.: SM 17 <sup>th</sup> ed. 89.p 3500 Hg B	
<b>SELENIO</b>	Espectrofotométrico De Absorción Atómica Electrotérmica Ref.: SM 17 <sup>th</sup> ed. 89.p 3500 Se H	
<b>NITRATO</b>	Método del Fenol-Disulfónico Técnicas de Labor. De Análisis de Agua, Tomo II, Dir. Nac. De San. Amb., págs. 126-130/ ó: Espectrofotometría UV Ref.: SM 17 <sup>th</sup> ed. 89.p 4500 NO <sub>3</sub> B	Colorometría Método de la Brucina Métodos de Análisis CNN/73
<b>NITRITO</b>	Colorimetría Ref.: SM 17 <sup>th</sup> ed. 89.p 4500 NO <sub>2</sub> B	Comparación Visual Método de I. Von Ilosva CNN/73

## DA.S.

### Sistema Provincial de Control de Calidad

(TABLA XII)

PARÁMETROS QUE PUEDEN AFECTAR LA ACEPTABILIDAD O LA ESTETICA

Párametros	Método/s Estandar	Método/s Alternativos
<b>ALUMINIO</b>	Espectrofotométrico De Absorción Atómica Ref.: SM 17 <sup>th</sup> ed. 89.p 3500 Al B	Espectrofotometría Mét.:Eriocromo Cianina R Ref.: SM 17 <sup>th</sup> ed. 89.p 3500 Al D
<b>CLORO RESIDUAL (total)</b>	Colorimétrico con O-tolidina Método OSN A LII.a	Colorímetro con DPD (Total. Libre y combin) Ref.: SM 17 <sup>th</sup> ed. 89.p 4500 Al B
<b>CLORUROS</b>	Volumétrico Método de Mohr o Argentométrico Ref.: SM 17 <sup>th</sup> ed. 89.p 4500 Cl B	
<b>COBRE</b>	Espectrofotométrico De Absorción Atómica Ref.: SM 17 <sup>th</sup> ed. 89.p 3500 Cu B	Método del Diethyl.ditiocarbamato, OSN A XLV/51 Adaptado pr/espect.
<b>COLOR</b>	Comparación Visual Método Colorimétrico del Pt-Co Ref.: SM 17 <sup>th</sup> ed. 89.p 2120 B	Espectrofotometría Ref.: SM 17 <sup>th</sup> ed. 89.p 2120 C
<b>DUREZA</b>	Volumétrico Titulación con EDTA Ref.: SM 17 <sup>th</sup> ed. 89.p 2340 C	
<b>HIERRO</b>	Absorción Atómica (Aspiración directa u horno) Ref.: SM 17 <sup>th</sup> ed. 89.p 3500 Fe B	Método de la Fenantrolina Ref.: SM 17 <sup>th</sup> ed. 89.p 3500 Fe D
<b>MANGANESO</b>	Absorción Atómica (Aspiración directa u horno) Ref.: SM 17 <sup>th</sup> ed. 89.p 3500 Mn B	
<b>PH</b>	Potenciometría Con Electrodo p/pH Ref.: SM 17 <sup>th</sup> ed. 89.p 4500 H <sup>+</sup> B	
<b>SABOR Y OLOR</b>	No se establece ningún método en particular	Prueba Umbral de Color Prueba Umbral de Olor Ref.: SM 17 <sup>th</sup> ed. 89.p 2150/2160
<b>SOLIDOS DISUELTOS TOTALES SULFATOS</b>	Gravimétrico: Residuo por evaporación Secado a 105 °C Ref.: SM 17 <sup>th</sup> ed. 89.p 2540 C Gravimétrico Ref.: SM 17 <sup>th</sup> ed. 89.p 4500 SO <sub>4</sub> <sup>=</sup> C	Turbidímetro Ref.: SM 17 <sup>th</sup> ed. 89.p 4500 SO <sub>4</sub> <sup>=</sup>

## DA.S.

### Sistema Provincial de Control de Calidad

---

<b>TURBIEDAD</b>	Nefelometría Método del Turbidímetro Ref.: SM 17 <sup>th</sup> ed. 89.p 2130 B
<b>ZINC</b>	Espectrofotometría de AA Ref.: SM 17 <sup>th</sup> ed. 89.p 3500 Zn B

---

#### Referencias :

- SM 17<sup>th</sup> ed. 89 = Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 17<sup>th</sup>. Edition 1989  
P = Part (parte o sección)  
CNN/73 = Métodos de la Comisión Nacional de Normas de Calidad y Control para Aguas de bebidas. Edición 1973.-  
USEPA = United States Environmental Protection Agency

#### PARAMETROS ORGANICOS

*Para la totalidad de los parámetros orgánicos la metodología analítica adoptada, tanto estandar como alternativa, es la que establece la USEPA (United States Environmental Protection Agency), por lo tanto se remite a las publicaciones de dicha entidad.*

#### EXAMEN MICROBIOLÓGICO

*Para todos los parámetros microbiológicos normatizados, tanto básicos como complementarios, la metodología analítica establecida es la que se señala en Sección I bajo el título “Fundamentos de Normatización de Parámetros Microbiológicos”. Las correspondientes técnicas y procedimientos analíticos detallados son las que publican los Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater 17<sup>th</sup>. Edition 1989.-*

Nota : SE ENCUENTRA EN PREPARACION EL “VOLUMEN II” DE ESTE CUERPO NORMATIVO, QUE INCLUIRA LOS PROCEDIMIENTOS Y TÉCNICAS DE MEDICION DE LOS PARÁMETROS MAS COMUNES QUE SE LISTAN EN LAS TABLAS ANTERIORES.

DA.S.

Sistema Provincial de Control de Calidad

## SECCION VIII

# COMPENDIO DE TABLAS DE LIMITES

# DA.S.

## Sistema Provincial de Control de Calidad

### PARÁMETROS FÍSICO – QUÍMICOS

#### CARACTERÍSTICAS FÍSICAS Y QUÍMICAS QUE PUEDEN AFECTAR LA ACEPTABILIDAD O ESTETICA

(TABLA I)

Parámetro	Unidades de Medida	Valor Aconsejable	Limite Tolerable
Aluminio (Al)	mg/L	< 0.10	0.20
Cloruros (Cl)	mg/L	< 250	400
Cobre (Cu)	mg/L	< 1.0	1.5
Color	U.C.	< 6.0	15
Detergentes	mg/L	< 0.2	0.2 (p)
Dureza (CO <sub>3</sub> Ca)	mg/L	80-200	500
Hierro (Fe)	mg/L	< 0.10	0.20
Manganeso (Mn)	mg/L	< 0.05	0.10
pH	mg/L	PHs ± 0.5	PHs ± 0.5
Sabor y Olor	-	No ofensivo para la mayoría de los usuarios	
Solidos Disueltos	-	50-1.000	2.000
Sulfato (SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	< 200	400
Turbiedad	UNT	< 1.00	2.0
Zinc (Zn)	mg/L	< 5	5

U.C. = Unidades de Color en la escala Platino-Cobalto (p) provisorio  
 UNT = unidades Nefelométricas de Turbiedad (\*) = Ver fundamentos en pagina 7

#### COMPONENTES INORGÁNICOS DE ACCION DIRECTA SOBRE LA SALUD

(TABLA II)

Parámetros	Unidades	Limite Tolerable
Arsénico (As)	mg/L	< 0.10 (p <sub>1</sub> )
Cadmio (Cd)	mg/L	< 0.005
Cromo (Cr)	mg/L	< 0.05
Cianuro (CN <sup>-</sup> )	mg/L	< 0.1
Fluoruro (F <sup>-</sup> )	mg/L	(ver tabla pag. 46)
Mercurio (Hg)	mg/L	< 0.001
Nitrato + Nitrito (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	< 45
Nitrito (NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> )	mg/L	< 0.10
Plata (Ag)	mg/L	< 0.05
Plomo (Pb)	mg/L	< 0.050 (p <sub>2</sub> )
Selenio (Se)	mg/L	< 0.01
Vanadio (V)	mg/L	(ver fundamentos)

p<sub>1</sub> = Provisorio, por el término de 6 meses. Ver fundamentos.  
 p<sub>2</sub> = Provisorio, en lo posible mantener la concentración debajo de 0.010 mg/L

## DA.S.

### Sistema Provincial de Control de Calidad

#### PARÁMETROS ORGANICOS CON ACCION DIRECTA SOBRE LA SALUD

##### Límites Máximos para Contaminantes Orgánicos que afectan a la Salud

( TABLA IV )

<b>Contaminante</b>	<b>Límite Tolerable (mg/L)</b>	
<b><i>Alcanos Clorados</i></b>		
1,2 Dicloro etano	10	(a)
Tetracloruro de Carbono	3	
<b><i>Alquenos Clorados</i></b>		
1,1 Dicloro etano	0.3	(a,e)
Tricloro etano	30	
Tetracloro etano	10	
Cloruro de Vinilo	2	
<b><i>Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares</i></b>		
Benzopireno	0.03	(a)
<b><i>Plaguicidas Organoclorados</i></b>		
DDT (total isómeros)	1	
Aldrín + Dieldrín	0.03	
Clordano (total isómeros)	0.3	
Hexaclorobenceno	0.01	(a,c)
Heptacloro y Heptacloroepóxido	0.1	
g-HCH (lindano)	3	
Metoxicloro	30	
<b><i>Clorofenoxiácidos</i></b>		
2,4 D	100	
<b><i>Organofosforados</i></b>		
Malatión	35	
Metil Paratión	7	
Paratión	35	
<b><i>Clorobencenos</i></b>		
Monoclorobenceno	3	
1,2 Diclorobenceno	0.5	
1,4 Diclorobenceno	0.4	
<b><i>Clorofenoles</i></b>		
Pentaclorofenol	10	
2,4,6 Triclorofenol	10	(a,b)
<b><i>Benceno y Alquilbenceno</i></b>		
Benceno	10	
<b><i>Trihalometanos</i></b>		
Trihalometanos	100	(a,d)

## DA.S.

### **Sistema Provincial de Control de Calidad**

- (e) Los valores guías para estas sustancias se calcularon a partir de un modelo matemático hipotético muy conservador, que no se puede verificar mediante experimentos y por consiguiente debe interpretarse en forma diferente. Son considerables las incertidumbres implícitas y podría existir una variación de alrededor de dos Ordenes de Magnitud.
- (f) El valor del nivel umbral de olor y sabor de este compuesto es 0.1 µg/L.
- (g) Puesto que se ha suprimido la IDA condicional de 0.0006 mg/Kg de peso corporal fijado por la FAO/OMS, se obtuvo este valor a partir del modelo lineal de extrapolación en etapas múltiples, para un riesgo de cáncer inferior a 1 en 100.000, para la exposición durante toda la vida.
- (h) La calidad microbiológica del agua potable no debe arriesgarse con medidas para regular la concentración de cloroformo.

# DA.S.

## Sistema Provincial de Control de Calidad

### COMPUESTOS ORGANICOS QUE SE RECOMIENDA SU MONITOREO

#### Valores guías provisionarios

(Tabla VI)

<b>Contaminante</b>	<b>Límite Tolerable [=] mg/L</b>
1. Hidrocarburos Totales	
Hidrocarburos Totales	500
2. Hidrocarburos Aromáticos Polinucleares (HAP) Totales	0.2
3. Hidrocarburos Bencénicos	
Toluenos	500
Xileno	300
Etilbenceno	100
Estireno	100

## DA.S.

### Sistema Provincial de Control de Calidad

#### Parámetros Microbiológicos Básicos

La determinación de los mismos es de carácter obligatorio en cualquier servicio de abastecimiento de agua.

(Tabla VII)

<u>PARAMETRO</u>	<u>LIMITE TOLERABLE</u>	
	<u>Método de Exámen</u>	
	<u>Tubos múltiples</u>	<u>membranas filtrantes</u>
COLIFORMES TOTALES (*)	< 2.2 NMP/100 mL	O (cero) en 100 mL
COLIFORMES FECALES	< 2.2 NMP/100 mL	O (cero) en 100 mL

(\*) *En el 95% de las muestras examinadas anualmente.*

*Ocasionalmente podrán aceptarse muestras que contengan un NMP de hasta 3,0 bacterias en 100 mL, pero no en muestras consecutivas.*

#### Parámetros Microbiológicos Complementarios

El análisis de uno o más de estos parámetros se realizará cuando se sospeche la presencia, o sea ordenado por el Ente regulador.

(Tabla VIII)

<u>PARAMETRO</u>	<u>Volumen de Muestra</u>	<u>Límite Tolerable</u>
Bacterias Aerobias Heterotóficas (Agar Nutritivo, 35 °, 24 hrs.)	1 mL	100 UFC
Pseudomonas Aeruginosas	50 mL	Ausencia (*)
Giardia Lamblia	700 – 2.000 mL	Ausencia
Fitoplancton y Zooplancton	50 – 150 mL	(**)

#### Referencias :

UFC = Unidades Formadoras de Colonias.

(\*) = Si se utiliza la Técnica de Tubos Múltiples, NMP mL < 2.0

(\*\*) = Aún no hay datos suficientes para establecer un Límite numérico, pero debe evitarse la presencia de organismos o sus metabolitos perjudiciales en el agua.

LAS AGUAS DESTINADAS AL CONSUMO HUMANO, NO  
DEBERAN CONTENER ORGANISMOS PATÓGENOS.

## DA.S.

### Sistema Provincial de Control de Calidad

#### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. A.P.H.A – A.W.W.A. - W.P.C.F. “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater” 16<sup>th</sup> edition, 1985 and 17<sup>th</sup> edition 1989.-
2. MAIER, Franz J. “Fluoración del Agua Potable” Publicación Científica Nro. 203 OPS-OMS, 1971.
3. MUELLER Willian y SMITH, David L. “Compilation of E.P.A.’s Sampling and Analysis Methods” Editado por L.H. Keith, Austin, Texas, Estados Unidos de Norteamérica, 1991.
4. OBRAS SANITARIAS DE LA NACION – COMISION NACIONAL DE NORMAS PARA AGUAS DE BEBIDAS “Métodos para el Examen de las Aguas y de los Líquidos Cloacales” 1959 – 1969 – 1973.
5. ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD “Guías para la Calidad del Agua Potable” – Vol I: Monografía Nro. 83 .POS 1977.
6. ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD “Guías para la Calidad del Agua Potable” – Vol I : Recomendaciones OPS, 1985.
7. ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD “Guías para la Calidad del Agua Potable ” – Vol II : Criterios Relativos a la Salud y otra Información de Base, OPS , 1987.
8. ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD “Guías para la Calidad del Agua Potable ” – Vol III: Control de la Calidad de Agua Potable en Sistemas de Abastecimiento para Pequeñas Comunidades, OPS, 1988.
9. ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD “Evaluación Pepidemiológica de Riesgos causados por Agentes Químicos Ambientales – Generalidades y Toxicología” Tomo I: Centro panamericano de Ecología Humana y Salud. OPS-OMS, Buenos Aires, 1988.