

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D	Pág. 1 de 82

# EMPRESAS PÚBLICAS MUNICIPALES DE SIBATÉ S.C.A. - E.S.P.

## MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE

**2017**

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D	Pág. 2 de 82

## INDICE

### INSTRUCCIONES GENERALES PARA EL USO DE SUSTANCIAS PELIGROSAS

Riesgos químicos.

#### SUSTANCIAS EXPLOSIVAS (E)

Etiquetado.  
Prevención.

#### SUSTANCIAS COMBURENTES (O)

Etiquetado.

#### SUSTANCIAS FÁCILMENTE INFLAMABLES (F)

Clasificación.  
EXTREMADAMENTE INFLAMABLES.  
FÁCILMENTE INFLAMABLES.  
INFLAMABLES  
Etiquetado.  
Prevención.

#### SUSTANCIAS TÓXICAS (T)

Clasificación  
MUY TOXICOS  
TOXICOS  
NOCIVOS  
Etiquetado.  
Prevención

#### SUSTANCIAS CORROSIVAS (C)

Clasificación  
Etiquetado  
Prevención

#### SUSTANCIAS IRRITANTES (Xi)

Clasificación.  
Prevención.

#### SUSTANCIAS PELIGROSAS PARA EL MEDIO AMBIENTE (N)

Etiquetado.  
Prevención.

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D	Pág. 3 de 82

## ANEXOS

Frases R  
Frases S

## SUGERENCIAS PARA DESECHAR PEQUEÑAS CANTIDADES DE REACTIVOS Y PRODUCTOS QUÍMICOS.

## PROTECCIÓN PERSONAL

## BOTIQUÍN DE PRIMEROS AUXILIOS

## RECOLECCIÓN Y TOMA DE MUESTRAS INTRODUCCIÓN ROTULACIÓN DE MUESTRAS MATERIALES UTILIZADOS PARA LA TOMA DE MUESTRA

## INSTRUCCIONES PARA LA TOMA DE MUESTRAS DE AGUA PARA ANÁLISIS FISCOQUÍMICO

En la planta de tratamiento  
Agua cruda (canaleta parshall)  
Agua tratada (tanques de almacenamiento)

En la red de distribución

## INTRUCCIONES PARA LA TOMA DE MUESTRA DE AGUA PARA ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

En la planta de tratamiento  
Agua cruda (canaleta parshall):  
Agua tratada (tanque de almacenamiento)

En la red de distribución

## ANÁLISIS FISCOQUÍMICOS OLOR Y SABOR FUNDAMENTO EQUIPOS PROCEDIMIENTO VALORES DE REFERENCIA

## TEMPERATURA FUNDAMENTO MATERIALES PROCEDIMIENTO

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D	Pág. 4 de 82

VALORES DE REFERENCIA

**SUSTANCIAS FLOTANTES**

FUNDAMENTO  
PROCEDIMIENTO  
VALORES DE REFERENCIA

**SÓLIDOS SEDIMENTABLES**

FUNDAMENTO  
EQUIPOS  
PROCEDIMIENTO

**COLOR MÉTODO**

Fotométrico  
FUNDAMENTO  
EQUIPOS  
PROCEDIMIENTO  
INTERFERENCIAS  
RECOMENDACIONES  
VALORES DE REFERENCIA

**CONDUCTIVIDAD**

MÉTODO  
FUNDAMENTO  
EQUIPOS  
PROCEDIMIENTO  
INTERFERENCIAS  
RECOMENDACIONES  
VALORES DE REFERENCIA

**TURBIEDAD**

MÉTODO  
FUNDAMENTO  
EQUIPO  
PROCEDIMIENTO  
MEDICIÓN  
OBSERVACIONES  
INTERFERENCIAS  
RECOMENDACIONES  
VALORES DE REFERENCIA

**pH**

MÉTODO

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D	Pág. 5 de 82

FUNDAMENTO  
 EQUIPOS  
 PROCEDIMIENTO  
 MEDICIÓN  
 OBSERVACIONES  
 INTERFERENCIAS  
 RECOMENDACIONES  
 VALORES DE REFERENCIA

#### **ALCALINIDAD**

MÉTODO  
 FUNDAMENTO  
 EQUIPOS  
 REACTIVOS  
 PROCEDIMIENTO  
     Alcalinidad a la fenolftaleína Cálculos  
     Alcalinidad Total  
 Cálculos INTERFERENCIAS  
 RECOMENDACIONES  
 VALORES DE REFERENCIA

#### **DUREZA TOTAL**

MÉTODO  
 FUNDAMENTO  
 EQUIPOS  
 REACTIVOS  
 PROCEDIMIENTO  
     Cálculos  
 INTERFERENCIAS  
 RECOMENDACIONES  
 VALORES DE REFERENCIA

#### **DUREZA AL CALCIO**

METODO  
 FUNDAMENTO  
 MATERIALES Y REACTIVOS.  
     Materiales  
     Equipos  
 REACTIVOS  
     Indicadores  
 RECOLECCION Y ALMACENAMIENTO DE LA MUESTRA  
 PROCEDIMIENTO

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D	Pág. 6 de 82

CALCULOS  
 INTERFERENCIAS  
 RECOMENDACIONES  
 VALORES DE REFERENCIA **CLORUROS**  
 MÉTODO  
 FUNDAMENTO  
 EQUIPOS  
 REACTIVOS  
 PROCEDIMIENTO  
     Cálculos  
 INTERFERENCIAS  
 RECOMENDACIONES  
 VALORES DE REFERENCIA

#### **CLORO RESIDUAL**

MÉTODO  
 FUNDAMENTO  
 EQUIPO  
 PROCEDIMIENTO  
 INTERFERENCIAS  
 RECOMENDACIONES  
 VALORES DE REFERENCIA

#### **HIERRO**

MÉTODO  
 FUNDAMENTO  
 EQUIPO  
 PROCEDIMIENTO  
 INTERFERENCIAS  
 RECOMENDACIONES  
 VALORES DE REFERENCIA

#### **NITRITOS**

MÉTODO  
 FUNDAMENTO  
 EQUIPO Fotómetro  
 PROCEDIMIENTO  
 INTERFERENCIAS  
 RECOMENDACIONES  
 VALORES DE REFERENCIA

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D	Pág. 7 de 82

### FOSFATOS

MÉTODO  
 FUNDAMENTO  
 EQUIPO Fotómetro  
 PROCEDIMIENTO  
 INTERFERENCIAS  
 RECOMENDACIONES  
 VALORES DE REFERENCIA

### ALUMINIO

MÉTODO  
 FUNDAMENTO  
 EQUIPO  
 PROCEDIMIENTO  
 INTERFERENCIAS  
 RECOMENDACIONES  
 VALORES DE REFERENCIA

### SULFATOS

MÉTODO  
 FUNDAMENTO  
 REACTIVOS  
 PROCEDIMIENTO  
 CALCULOS  
 RECOMENDACIONES  
 VALORES DE REFERENCIA

### ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS FUNDAMENTO MÉTODO

#### SUBSTRATO DEFINIDO: COLITAG (TÉCNICA PRESENCIA / AUSENCIA)

FUNDAMENTO:  
 PROCEDIMIENTO  
 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS  
     Coliformes totales  
 REPORTE DE RESULTADOS  
 INTERFERENCIAS  
 RECOMENDACIONES  
 VALORES DE REFERENCIA

#### MÉTODO COLITAG - TÉCNICA NMP CON TUBOS)

PROCEDIMIENTO PARA SERIE DE 15 TUBOS

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D	Pág. 8 de 82

### INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Coliformes totales

E. coli

### REPORTE DE RESULTADOS

## BIBLIOGRAFÍA

### INSTRUCCIONES GENERALES PARA EL USO DE SUSTANCIAS PELIGROSAS

Toda persona que trabaje en el laboratorio debe poseer instrucciones claras y precisas acerca de los riesgos de los materiales que maneje y cómo evitarlos, por lo tanto, tenga en cuenta los siguientes puntos:

- Los materiales peligrosos pueden pertenecer a uno o varios de los siguientes grupos característicos. Para la mayoría de los reactivos las etiquetas de estos traen su símbolo. Tenga en cuenta que también sustancias sin rotulación pueden ser peligrosas. En cualquier caso observar en primer lugar los riesgos específicos y los consejos de prudencia mencionados en la etiqueta.
- Observe y siga las señales de prevención, advertencia, prohibición y de auxilio en su puesto de trabajo.
- Tenga mucho cuidado al tratar con sustancias peligrosas, ya que el trato inadecuado puede provocar los peligros de incendio y daños de salud.

#### ***Riesgos químicos.***

Los reactivos químicos tienen en su etiqueta información visual rápida y clara tales como letras, frases, pictogramas acerca de los riesgos de la sustancia a manipular.

A continuación se observa los diferentes símbolos de peligrosidad:

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D	Pág. 9 de 82



### **SUSTANCIAS EXPLOSIVAS (E)**

Estas sustancias bajo ciertas condiciones de choque, temperatura o reacción química pueden explotar violentamente, tales explosiones presentan muchos riesgos para el personal del laboratorio.

Algunas sustancias químicas explosivas comúnmente utilizadas en el laboratorio son: oxígeno, amoníaco, hidrógeno, compuestos nitrogenados, acetileno, algunos percloratos, ácido pícrico, halógenos, Dicromato de amonio

### **Etiquetado.**

El pictograma que caracteriza a las sustancias explosivas es el siguiente:

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D	Pág. 10 de 82



### Prevención.

Antes de trabajar con sustancias explosivas se debe entender las propiedades químicas de los mismos, conocer los productos de las reacciones que van a tener lugar, así como también se debe conocer la incompatibilidad de ciertas sustancias, y por último se deben controlar los posibles factores ambientales (por ejemplo cambio de temperatura).

Se deben evitar en su manipulación: los choques, las fricciones, las chispas o que se encuentren cerca del fuego.

Los materiales explosivos son incompatibles con los ácidos fuertes, las bases fuertes, los oxidantes fuertes, las aminas y con los productos combustibles.

### **SUSTANCIAS COMBURENTES (O)**

Las sustancias que en contacto con otras sustancias, en especial las inflamables, producen una reacción fuertemente exotérmica. Las sustancias comburentes u oxidantes sin ser necesariamente combustibles, pueden generalmente liberando oxígeno causar o contribuir a la combustión de otros materiales.

Las sustancias oxidantes desprenden oxígeno espontáneamente a temperatura ambiente o a temperaturas ligeramente superiores y pueden explotar violentamente cuando se calientan o sufren un golpe. Ejemplos de agentes oxidantes son los peróxidos, los hiperperóxidos y los peroxiéteres. Las sustancias oxidantes pueden reaccionar cuando entran en contactos con sustancias orgánicas, por ese motivo, se debe evitar la interacción entre un oxidante y cualquier material orgánico. Entre los ejemplos de sustancias oxidantes que reaccionan con sustancias orgánicas se incluyen el ácido nítrico, el ácido crómico y los permanganatos. También son ejemplos de sustancias comburentes: la mezcla sulfonítrica, el aire y el oxígeno líquidos, nitratos de sodio y nitratos de potasio, el agua oxigenada, muchos percloratos, el permanganato potásico, peróxido de sodio y otros peróxidos.

### Etiquetado.

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D	Pág. 11 de 82

El pictograma que caracteriza a las sustancias comburentes u oxidantes es el siguiente:



### **SUSTANCIAS FÁCILMENTE INFLAMABLES (F)**

Son aquellas sustancia o productos que tienen la capacidad de entrar en combustión, es decir de arder.

#### **Clasificación.**

Las sustancias inflamables se dividen en tres grupos según su facilidad de inflamación: extremadamente inflamables, fácilmente inflamable e inflamables.

### **EXTREMADAMENTE INFLAMABLES.**

Son aquellas sustancias cuyo punto de inflamación es inferior a 0°C y cuyo punto de ebullición es menor que 35°C. Algunos ejemplos son el hidrógeno, metano, etano, acetileno, monóxido de carbono, ácido cianhídrico, éter di etílico o sulfuro de carbono.

### **FÁCILMENTE INFLAMABLES.**

Se consideran fácilmente inflamables todos los detallados a continuación:

- a. Aquellas sustancias que a temperatura ambiente, en el aire y sin aporte alguno de energía pueden calentarse, e incluso, inflamarse. Es decir arden espontáneamente sin necesidad de una fuente de energía externa. El punto de ignición de estas sustancias es menor o igual a

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D	Pág. 12 de 82

la temperatura ambiente. Por ejemplo, el magnesio, el aluminio, el cinc y circonio en polvo pirofórico y sus derivados orgánicos, u el fósforo blanco.

- b. Aquellas sustancias o preparados en estado líquido que tienen un punto de inflamación inferior a 21°C. Se incluyen en este apartado los hidrocarburos y la mayoría de los disolventes orgánicos.
- c. Aquellas sustancias sólidas que comienzan a arder fácilmente por la acción de una fuente de energía externa y continúan ardiendo una vez alejada la fuente. Son ejemplos de sólidos fácilmente inflamables el fósforo o el calcio.
- d. Aquellas sustancias o preparados gaseosos que sean inflamables en el aire a presión normal, por ejemplo el gas propano, el gas butano o el ácido sulfhídrico.
- e. Aquellas sustancias o preparados que, en contacto con el aire húmedo o con el agua, desprenden gases fácilmente inflamables en cantidades peligrosas. Por ejemplo los hidruros metálicos.

## INFLAMABLES

Son las sustancias o preparados cuyo punto de inflamación es igual o superior a 21°C e igual o inferior a 55°C. En este apartados se incluyen todas las sustancias inflamables como por ejemplo el amoníaco, el cloro benceno, ácido acético, etc.

### 1. Sustancias autoinflamables:

Ejemplo: Alquilos de aluminio, Fósforo

Precaución: Evitar contacto con el aire

### 2. Gases fácilmente inflamables:

Ejemplo: Butano, propano

Precaución: Evitar la formación de mezclas inflamables gas-aire y aislar las fuentes de ignición.

### 3. Sustancias sensibles a la humedad:

Productos químicos que desarrollan emanaciones de gas inflamable al contacto con el agua.

Ejemplo: Litio, borohidruro de sodio

Precaución: Evitar el contacto con agua o con humedad

### 4. Líquidos inflamables:

Líquidos con un punto de fusión de inflamación inferior a 21oC

Ejemplo: Acetona, benceno

Precaución: Aislar de llamas, fuentes de calor y chispas.

## Etiquetado.

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D	Pág. 13 de 82

Para el etiquetado de las sustancias inflamables cabe destacar 2 tipos de pictogramas. Para las sustancias fácilmente inflamables y las inflamables se utiliza el siguiente pictograma:



Inflamable **F**  
Flammable  
Inflammable

Acompañado del símbolo F que significa inflamable.

Para las sustancias extremadamente inflamables se utiliza el siguiente pictograma, acompañado del símbolo F+ que significa extremadamente inflamable:



Extremadamente  
inflamable **F+**  
Extremely  
flammable  
Extrêmement  
inflammable

### Prevención.

Se puede encontrar información sobre inflamabilidad en las Hojas de Datos de Seguridad de los Materiales en el epígrafe de Datos sobre Fuego y Explosión. La información sobre puntos de ebullición y puntos de inflamación se encuentra en la sección de Propiedades Físicas de dichas hojas (se adjunta una ficha internacional de seguridad al final del trabajo).

Los materiales inflamables no deben almacenarse jamás cerca de ácidos. Las áreas de almacenamiento deben estar suficientemente frías para evitar la ignición en el caso de que los

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D	Pág. 14 de 82

vapores se mezclaran con el aire. Deben estar bien ventiladas para evitar la acumulación de vapores. Se debe evitar almacenar inflamables en neveras convencionales (ya que no son a prueba de explosiones). Las chispas producidas por las luces interiores o los termostatos pueden generar la ignición de los materiales inflamables que hubiera en el interior de la nevera, provocando un peligro de explosión.

Las áreas de almacenamiento deben tener materiales de limpieza de derrames y equipo adecuado contra incendios en las proximidades. Los extintores portátiles deben ser de espuma química seca o de dióxido de carbono. Los materiales inflamables deben almacenarse en cantidades mínimas y los líquidos inflamables deben separarse en categorías dependiendo de su punto de ignición.

Los materiales inflamables son incompatibles con los explosivos y con los comburentes. Se debe utilizar guantes cuando se manipulan líquidos o vapores inflamables. El trasvase de líquidos inflamables o combustibles solo se debe llevar a cabo en una campana extractora o en un almacén acondicionado. Nunca se debe utilizar directamente llamas de mecheros o placas calefactoras, para calentar líquidos inflamables. Tampoco se debe usar agua para limpiar los derrames de un líquido inflamable. Los restos de líquidos inflamables no se deben echar por el desagüe.

### **SUSTANCIAS TÓXICAS (T)**

Son aquellas sustancias que tienen la capacidad de producir daños en los tejidos vivos, lesiones en el sistema nervioso central, enfermedad grave o, en casos extremos, la muerte cuando se ingiere, inhala o se absorbe a través de la piel.

#### **Clasificación.**

El grado de toxicidad de las sustancias químicas se establece en tres categorías en función de la toxicidad aguda de la sustancia o preparado, determinada en animales de experimentación. Las tres categorías son muy tóxicos, tóxicos y nocivos.

#### **MUY TOXICOS**

Son sustancias y preparados que por inhalación, ingestión o penetración cutánea pueden entrañar riesgos extremadamente graves, agudos o crónicos, o incluso la muerte. Estos son algunos ejemplos de sustancias muy tóxicas: berilio, compuestos de boro, sulfuro de carbono, cianuros, dióxido de nitrógeno, fluor, ácido sulfhídrico, compuestos orgánicos de mercurio y plomo, bromuro de metilo, tetraclorometano, y algunos pesticidas.

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D	Pág. 15 de 82

## TOXICOS

Son sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea pueden provocar riesgos graves, agudos o crónicos, o incluso la muerte. Pertenecen a este grupo sustancias como: amoníaco anhidro, nitritos, fluoruros, dióxido de azufre, cloro, arsénico, selenio, mercurio,

## NOCIVOS

Son sustancias y preparados que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea provocan riesgos de gravedad limitada. En este grupo se incluyen: cloratos y percloratos, permanganato potásico, yodo, calomelanos, tolueno, xilenos, cloro benceno, ciclohexanol, dioxano, nitro metano, y algunos pesticidas.

La inhalación de *sustancias tóxicas* puede producir daños importantes en los tejidos. Los pulmones tienen una gran superficie de tejido que podría ser vulnerable al ataque de vapores tóxicos y partículas suspendidas en el aire.

Una sustancia puede tener toxicidad aguda o crónica. Las sustancias que provocan toxicidad aguda, tienen efectos inmediatos sobre la salud de un individuo sometido a una sobreexposición. Una sustancia que tiene una toxicidad crónica, afectará eventualmente a la salud de la persona expuesta al material durante un período de tiempo largo.

Un punto importante a tener en consideración es que los efectos adversos de la sobreexposición a una sustancia pueden ir desde un dolor de cabeza o nauseas, hasta discapacidades más importantes.

## Etiquetado.

Para el etiquetado de sustancias tóxicas se diferencian tres pictogramas diferentes dependiendo del grado de toxicidad. Para las sustancias muy tóxicas se utiliza el siguiente pictograma acompañado de un símbolo que en este caso es T+ que significa muy tóxico.

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D	Pág. 16 de 82



Muy Tóxico **T+**  
Very Toxic  
Très Toxique

Para las sustancias tóxicas se utiliza el siguiente pictograma, también acompañado del símbolo que en este caso es T:



Tóxico **T**  
Toxic  
Toxique

Y por ultimo para las sustancias nocivas se usa el siguiente pictograma con un símbolo que es Xn y que significa nocivo. Esta aclaración es importante ya que las sustancias irritantes llevan el mismo pictograma.



Nocivo **Xn**  
Harmful  
Nocif

### Prevención.

Para la manipulación de sustancias tóxicas hay que evitar el contacto es las mismas con el cuerpo y la inhalación de sus vapores. Utilizar siempre las protecciones personales y los dispositivos de seguridad adecuados, es decir, llevar bata de laboratorio, guantes y gafas de seguridad y trabajar en una campana de seguridad bien ventilada. Se deben lavar las manos con mucha frecuencia.

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D	Pág. 17 de 82

### **SUSTANCIAS CORROSIVAS (C)**

Son sustancias y preparados que, en contacto con tejidos vivos, pueden ejercer sobre ellos efectos destructivos. Se incluyen en este grupo todas aquellas sustancias capaces de producir reacciones fuertemente ácidas, básicas o de deshidratación.

Cuando se inhala o ingiere una sustancia corrosiva, se ven afectados los tejidos del pulmón y del estomago. Los gases corrosivos se absorben fácilmente por el cuerpo a través de la piel que está en contacto con ellos, y por inhalación. Los líquidos corrosivos se utilizan frecuentemente en el laboratorio y son la causa de la gran mayoría de las lesiones corporales externas. Con el contacto con la piel ya causan un daño en los tejidos. Los sólidos corrosivos producen lesiones retardadas. Debido a que los sólidos se disuelven fácilmente en la humedad de la piel y del aparato respiratorio, los efectos de los sólidos corrosivos dependen en gran medida de la duración del contacto.

#### **Clasificación.**

Las sustancias corrosivas se puedan clasificar según el tiempo que necesita estar en contacto con la piel para quemarla.

Así definimos como:

Clasificación:	Tiempo de contacto dérmico que ocasiona quemaduras:
Muy corrosivos (clase A)	<3 min.
Corrosivos (clase B)	3 - 60 min.
Menos corrosivos (clase C)	hasta 4 hs

#### **Etiquetado.**

El pictograma que caracteriza a las sustancias corrosivas es el siguiente, éste va acompañado de un símbolo que en este caso es C que significa corrosivo:



Corrosivo  
Corrosive  
Corrosif **C**

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D	Pág. 18 de 82

### Prevención.

Siempre que se trabaje con sustancias corrosivas hay que evitar el contacto con el cuerpo y la inhalación de sus vapores. Para ello es necesario utilizar siempre las protecciones personales y los dispositivos de seguridad adecuados (delantal de laboratorio, guantes de caucho, y protección ocular contra salpicaduras).

Los reactivos deben añadirse lentamente. Siempre se deben añadir los ácidos sobre agua (nunca el agua sobre el ácido), ya que pueden producir reacciones exotérmicas. Durante la adición de reactivos, el ácido se deja resbalar por las paredes del recipiente y luego se mezcla lentamente. En cuanto al almacenamiento, los ácidos, las bases y los materiales corrosivos se deben separar de los materiales orgánicos inflamables.

Los materiales corrosivos deben almacenarse cerca del suelo para reducir el peligro de que caigan de las estanterías. El área en el que se almacenen debe ser fría, seca y bien ventilada, alejadas de la luz solar. Dicha área no puede estar sometida a cambios bruscos de temperatura. Los materiales corrosivos deben transportarse en contenedores irrompibles.

En caso de ingestión de una sustancia corrosiva se debe tener en cuenta lo siguiente: las sustancias corrosivas se caracterizan por tener una acción cáustica lo cual hace difícil su tratamiento.

### **SUSTANCIAS IRRITANTES (Xi)**

Sustancias o preparados no corrosivos que, por contacto inmediato, prolongado o repetido con la piel o mucosas, pueden provocar una reacción inflamatoria.

Aunque existe la costumbre de asociar el efecto irritante con un efecto corrosivo leve, desde el punto de vista toxicológico ambos efectos son distintos y se hallan perfectamente diferenciados morfológicamente. También ocurre que, muchas veces, un efecto corrosivo se halla asociado a uno inflamatorio previo, paralelo o posterior a aquel y que las sustancias corrosivas, a bajas concentraciones son irritantes.

La exposición a gases irritantes puede generar síntomas agudos o crónicos que dependen del tipo de exposición e irritante específico. Los irritantes respiratorios causan daño a la nariz, boca, garganta y los pulmones. Algunos como el amoníaco y el formaldehído, que se disuelven fácilmente en agua, afectan a la nariz y a la garganta, y otros como el dióxido de nitrógeno o el fosgeno, que no se disuelven fácilmente en agua, afectan a los pulmones. El cloro y el ozono afectan todo el sistema respiratorio. La irritación del sistema respiratorio puede ser menor, tal como una "compresión del pecho" o bronquitis, o puede ser muy seria, tal como agua en los pulmones

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D	Pág. 19 de 82

("edema") o la muerte.

Cuando los compuestos irritantes tienen contacto con los ojos, se les denomina lacrimógenos. Son algunos ejemplos de sustancias lacrimógenas: los bromuros de bencilo y de metilo, el tetróxido de osmio, etc.

En el caso de contacto con la piel, aparte de las quemaduras químicas, debe considerarse la acción de los disolventes orgánicos que son capaces de disolver la capa lipídica protectora de la piel. Los irritantes de la piel pueden causar enrojecimiento, picazón y resequedad de la piel.

Etiquetado. En la etiqueta de los compuestos irritantes lleva el siguiente pictograma con el símbolo Xi que significa irritante.



### Clasificación.

En general, los irritantes se clasifican en irritantes primarios e irritantes secundarios. Se denominan irritantes primarios a los que tienen una acción de tipo local y se denominan irritantes secundarios a los que además de la zona de contacto tienen acción sobre el resto del organismo. Éstos son muy peligrosos ya que al manifestarse los efectos secundarios pueden ser mortales.

### Prevención.

Se debe evitar el contacto con el cuerpo y la inhalación de sus vapores. El cuidado en la manipulación de sustancias químicas irritantes, especialmente gases, es más efectivo en la medida en que se prevenga el contacto directo. La protección respiratoria adecuada (con máscaras provistas de su propio contenedor de aire) es necesaria en caso de que ocurran exposiciones accidentales.

### **SUSTANCIAS PELIGROSAS PARA EL MEDIO AMBIENTE (N)**

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D	Pág. 20 de 82

Son aquellas sustancias o productos cuya utilización presenta, o puede presentar, un riesgo inmediato o diferido para el medio ambiente. Se incluyen en este grupo las sustancias que, aún en caso de baja toxicidad, pueden causar problemas medio ambientales.

### Etiquetado.

Para las sustancias peligrosas para el medio ambiente se utiliza el siguiente pictograma:



### Prevención.

Es muy importante controlar los residuos del laboratorio.

## ANEXOS

### Frases R

Este es el listado de las Frases R, que son las frases que se encuentran en las etiquetas de los productos. Estas frases representan un riesgo específico.

Frase R	RIESGO ESPECÍFICO	R
R 1	Explosivo en estado seco.	
R 2	Riesgo de explosión por choque, fricción, fuego o cualquier otra fuente de ignición.	
R 3	Alto riesgo de explosión por choque, fricción, fuego o cualquier otra fuente de explosión.	
R 4	Forma compuestos metálicos explosivos muy sensibles.	
R 5	Peligro de explosión en caso de calentamiento.	R
6	Peligro de explosión, en contacto o sin contacto con el aire.	
R 7	Puede provocar incendios.	
R 8	Peligro de fuego en contacto con materias combustibles.	

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D	Pág. 21 de 82

R 9	Peligro de explosión al mezclar con materias combustibles.	
R 10	Inflamable.	
R 11	Fácilmente inflamable.	
R 12	Extremadamente inflamable.	
R 13	Gas licuado extremadamente inflamable.	
R14	Reacciona violentamente con el agua.	
R 15	Reacciona con el agua liberando gases fácilmente inflamables.	
R 16	Puede hacer explosión en mezcla con sustancias comburentes.	
R 17	Se inflama espontáneamente en contacto con el aire.	
R 18	Al usarlo pueden formarse mezclas aire/vapor explosivas-inflamables.	R
19	Puede formar peróxidos explosivos.	
R 20	Nocivo por inhalación.	
R 21	Nocivo en contacto con la piel.	
R 22	Nocivo por ingestión.	
R 23	Tóxico por inhalación.	
R 24	Tóxico en contacto con la piel.	
R 25	Tóxico por ingestión.	
R 26	Muy tóxico por inhalación.	
R 27	Muy tóxico en contacto con la piel.	
R 28	Muy tóxico por ingestión.	
R 29	En contacto con agua libera gases tóxicos.	
R 30	Puede inflamarse fácilmente al usarlo.	
R 31	En contacto con ácidos libera gases tóxicos.	
R 32	En contacto con ácidos libera gases muy tóxicos.	
R 33	Peligro de efectos acumulativos.	
R 34	Provoca quemaduras.	
R 35	Provoca quemaduras graves.	
R 36	Irrita los ojos.	
R 37	Irrita las vías respiratorias.	
R 38	Irrita la piel.	
R 39	Peligro de efectos irreversibles muy graves.	
R 40	Posibilidad de efectos irreversibles.	
R 41	Riesgo de lesiones oculares graves.	
R 42	Posibilidad de sensibilización por inhalación.	
R 43	Posibilidad de sensibilización en contacto con la piel.	
R 44	Riesgo de explosión al calentarlo en ambiente confinado.	
R 45	Puede causar cáncer.	
R 46	Puede causar alteraciones genéticas hereditarias.	
R 47	Puede causar malformaciones congénitas.	
R 48	Riesgo de efectos graves para la salud en caso de exposición prolongada.	
R 49	Puede causar cáncer por inhalación.	
R 50	Muy tóxico para organismos acuáticos.	

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
	Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D

R 51	Tóxico para organismos acuáticos.
R 52	Nocivo para organismos acuáticos.
R 53	Puede causar efectos adversos a largo plazo en el ambiente acuático.
R 54	Tóxico para la flora.
R 55	Tóxico para la fauna.
R 56	Tóxico para los organismos del terreno.
R 57	Tóxico para las abejas.
R 58	Puede causar efectos adversos a largo plazo en el medio ambiente.
R 59	Peligroso para la Capa de Ozono.
R 60	Puede deteriorar la fertilidad.
R 61	Puede ser nocivo para los nonatos.
R 62	Riesgo de deteriorar la fertilidad.
R 63	Posible riesgo de daño a los nonatos.
R 64	Puede ser nocivo para los lactantes.
R 65	Puede causar daños pulmonares al ser ingerido.
R 66	La exposición repetida puede provocar sequedad y agrietar la piel.
R 67	La inhalación de los vapores puede provocar somnolencia y vértigos. R
68	Posibilidad de efectos irreversibles.

Cabe destacar que:

- R13 y R47 son frases obsoletas.
- R40 hasta 2001 esta frase R fue usada para posibles riesgos mutagénicos o teratogénicos, ahora se utiliza la frase R68.

## Frases S

Las frases S también vienen en la etiqueta de los productos. Estas tienen un significado de prevención, se podría decir que son consejos de seguridad.

### Frase S                      CONSEJO

S 1	Consérvese bajo llave.
S 2	Manténgase fuera del alcance de los niños.
S 3	Consérvese en lugar fresco.
S 4	Manténgase lejos de locales habitados.
S 5	Consérvese en (líquido apropiado a especificar por el fabricante).
S 6	Consérvese en (gas inerte a especificar por el fabricante).
S 7	Manténgase el recipiente bien cerrado.
S 8	Manténgase el recipiente en lugar seco.

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D	Pág. 23 de 82

- S 9            Consérvase el recipiente en lugar bien ventilado.
- S 10          Mantener el contenido húmedo.
- S 11          Evitar el contacto con el aire.
- S 12          No cerrar el recipiente herméticamente.
- S 13          Manténgase lejos de alimentos y bebidas.
- S 14          Consérvase lejos de (materiales incompatibles a especificar por el fabricante).
- S 15          Protéjase del calor.
- S 16          Protéjase de fuentes de ignición. No fumar.
- S 17          Manténgase lejos de materias combustibles.
- S 18          Manipúlese y ábrase el recipiente con cuidado.
- S 20          No comer ni beber durante su utilización.
- S 21          No fumar durante su utilización.
- S 22          No respirar el polvo.
- S 23                No respirar los gases / humos / vapores / aerosoles (Denominación(es)  
Adecuada(s) a especificar por el fabricante).
- S 24          Evítese el contacto con la piel.
- S 25          Evítese el contacto con los ojos.
- S 26                En caso de contacto con los ojos, lávenlos inmediata y abundantemente con  
agua y acúda se a un médico.
- S 27          Quítese inmediatamente la ropa manchada o salpicada.
- S 28                En caso de contacto con los ojos, lávenlos inmediata y abundantemente con...  
(Productos a especificar por el fabricante).
- S 29          No tirar los residuos por el desagüe.
- S 30          No echar jamás agua al producto.
- S 33          Evítese la acumulación de cargas electrostáticas.
- S 34          Evítense golpes y rozamientos.
- S 35          Elimínense los residuos del producto y sus recipientes con todas las precauciones  
posibles.
- S 36          Usen indumentaria protectora adecuada.
- S 37          Usen guantes adecuados.
- S 38          En caso de ventilación insuficiente, usen equipo respiratorio adecuado.
- S 39          Usen protección para los ojos / la cara.
- S 40 Para limpiar el suelo y los objetos contaminados por este producto, úsese... (A especificar por  
el fabricante).
- S 41                En caso de incendio o explosión, no respire los humos.
- S 42          Durante las fumigaciones / pulverizaciones, use equipo respiratorio adecuado.  
(Denominación(es) adecuada(s) a especificar por el fabricante).
- S 43          En caso de incendio, úsese (o úsense)... (Medios de extinción a especificar por el fabricante).  
Si el agua aumenta el riesgo se debe añadir: "No usar nunca agua".
- S 44                En caso de malestar, acuda al médico (si es posible muéstrela la etiqueta).
- S 45          En caso de accidente o malestar, acuda inmediatamente al médico (si es posible muéstrela la  
etiqueta).

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
	Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D

- S 46 En caso de ingestión, acuda inmediatamente al médico y muéstrele la etiqueta o el envase.
- S 47 Consérvese a una temperatura no superior a °C (a especificar por el fabricante).
- S 48 Consérvese húmedo con (medio apropiado a especificar por el fabricante).
- S 49 Consérvese únicamente en el recipiente de origen.
- S 50 No mezclar con (a especificar por el fabricante).
- S 51 Úsele únicamente en lugares bien ventilados.
- S 52 No usar sobre grandes superficies en locales habitados.
- S 53 Evítese la exposición - recábense instrucciones antes del uso.
- S 54 Procurar el consenso de la autoridad de control de la contaminación antes de descargar en las plantas de tratamiento de aguas de desagüe.
- S 55 Utilizar las mejores técnicas de tratamiento disponibles antes de descargar a las alcantarillas o al ambiente acuático.
- S 56 Almacenar estos materiales y sus respectivos envases en un lugar apropiado para el tratamiento de residuos.
- S 57 Usar envases adecuados para evitar la contaminación ambiental S
- S 58 Eliminar como residuo peligroso.
- S 59 Requerir informaciones al fabricante / proveedor para la recuperación / reciclaje.
- S 60 Este material y su envase deben ser almacenados como altamente peligrosos.
- S 61 No esparcir en el ambiente. Seguir las instrucciones especiales de la etiqueta informativa en materia de seguridad.
- S 62 No provocar el vómito: consultar inmediatamente al médico y mostrarle el envase y la etiqueta.
- S 63 En caso de ingestión por inhalación, apartar al accidentado de la zona contaminada y mantenerlo en reposo.
- S 64 En caso de ingestión por inhalación, lavar la boca con agua (sólo si el accidentado está consciente).

Cabe aclarar que las frases: S10, S11, S34 , S44 , S54 , S55 y S58 : son frases obsoletas.

- Por su bien y el de sus colaboradores deben seguirse, además de estas instrucciones generales, especialmente aquellas instrucciones para el manejo con una o con dos características de peligro de acción simultánea.
- Pida información sobre las particularidades de las sustancias que va a usar.
- Tenga en cuenta el peligro que representa el uso de recipientes inadecuados, dañados o con una rotulación insuficiente. Siga las indicaciones de las instrucciones especiales de uso.
- Para su propia protección, se deben utilizar obligatoriamente los equipos de seguridad.
- En caso de indisposición y de heridas leves, acuda inmediatamente al médico.

**SUGERENCIAS PARA DESECHAR PEQUEÑAS CANTIDADES DE REACTIVOS Y PRODUCTOS QUÍMICOS.**

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D	Pág. 25 de 82

1. Bases orgánicas (Hidróxidos alcalinos): se neutralizan previa dilución con agua, con cuidado y revolviendo con ácido diluido, preferiblemente sulfúrico diluido; la solución neutralizada se vacía al desagüe.
2. Aldehídos, Perácidos y sus sales (benzoico, cinámico, perclorato y permanganato): previa dilución cuidadosa con agua, se tratan con exceso de solución de bisulfito. La solución restante se vacía al desagüe.
3. Compuestos halogenados (Metanol, benceno, cloroformo, anilina): Se tratan con carbonato de sodio y cal apagada, mezclando luego la sustancia absorbida sobre un absorbente, con el álcali seco; luego se quema, envuelta en papel.
4. Sustancias que pueden vaciarse al desagüe: Sustancias líquidas siempre que se diluyan con bastante agua y no produzcan una contaminación al ambiente. Ejemplo: Ácido acético, nitrato de potasio.

#### PROTECCIÓN PERSONAL:

El principal punto a tener en cuenta es el que los vestidos de protección sean cómodos y fáciles de usar, que no impidan el libre movimiento que se emplee siempre que se trabaje con reactivos químicos.

- Uso de bata de laboratorio que no absorba el reactivo o se deteriore rápidamente.
- Uso obligatorio de gafas de seguridad, protector de cara o algún tipo de protección a los ojos, ya que los ojos son la parte más sensible del cuerpo al contacto con los reactivos. La vista es frágil y puede ser afectada cuando es expuesta a las capacidades destructivas de algunos reactivos especialmente los corrosivos.
- No se deben usar lentes de contacto, ya que en caso de salpicaduras de los químicos, estas pueden ser atrapadas debajo de ellos y ocasionar daños severos.
- El equipo de seguridad se complementa con máscaras para gases (además de buena ventilación) y que deben usarse especialmente cuando se trabaja con algunos solventes.
- Utilizar guantes, los cuales deben ponerse y quitarse con facilidad y usarse en el manejo de ácidos y bases. El material de estos debe elegirse de acuerdo al material que se manipule.
- Mantenga el laboratorio limpio y ordenado, evitando la presencia de material y equipos que no tengan relación con el trabajo.
- Desinfecte la superficie de trabajo una vez terminadas las pruebas y al final de la jornada. Como desinfectante eficaz, puede utilizarse una solución de hipoclorito con una concentración de 1g/L.
- No se toque con las manos enguantadas los ojos, la nariz, otras mucosas expuestas, ni la piel descubierta.
- Lávese las manos con agua y jabón antes de empezar a trabajar e inmediatamente después que haya terminado.
- Nunca pipetee líquidos con la boca.

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

		<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa		Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D	Pág. 26 de 82

- Lleve a cabo todos los procedimientos técnicos de tal forma que sea mínimo el riesgo de producir aerosoles, gotitas, salpicaduras o derrames.
- Mientras esté en el laboratorio, no coma, beba, ni fume, no aplique cosméticos; tampoco guarde alimentos ni elementos personales en dicho lugar.

### **BOTIQUÍN DE PRIMEROS AUXILIOS**

Los laboratorios deben estar provistos con su botiquín de primeros auxilios, situado en un lugar fácilmente accesible.

Cada botiquín de primeros auxilios posee los elementos mínimos sugeridos por la Administradora de Riesgos Profesionales de acuerdo a los riesgos evaluados en el Laboratorio de Control de Calidad.

## **RECOLECCIÓN Y TOMA DE MUESTRAS**

### **INTRODUCCIÓN**

La generación de datos empieza con la recolección de la muestra, la técnica analítica no puede arreglar los errores cometidos en el muestreo. En la toma de muestras de agua, el objetivo principal es que éstas sean representativas del sistema del cual se captan. En el control de calidad del agua, los procedimientos de muestreo desde el inicio de los procesos hasta el final de los mismos son importantes. Cuando la planta de tratamiento está en operación se necesita tomar muestras del agua cruda a fin de controlar los procesos de tratamiento.

Además de las muestras de agua cruda, se necesitan muestras para evaluar la eficiencia de las unidades de tratamiento: coagulación, floculación, sedimentación, filtración y desinfección. Se recomienda tomar una muestra de agua tratada y efectuar análisis completos de las características físico-químicas y microbiológicas (ver criterios de muestreo de agua del numeral 7 y criterios de análisis de agua del numeral 8 del P03-01). También se debe incluir el análisis de elementos tóxicos anualmente en las fuentes de aguas superficiales.

P03-01 Numeral 7.

<b>CRITERIOS</b>		
<b>TIPO DE MUESTRA</b>	<b>PUNTO DE TOMA DE MUESTRA</b>	<b>PERIODICIDAD</b>
CRUDA	Canaleta Parshall	Mínimo una en cada turno

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

		<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa		Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D	Pág. 27 de 82

AGUA EN PROCESO	Final tanques de sedimentación	Mínimo cuatro en cada turno
AGUA EN PROCESO	Canaleta común de salida de los filtros.	Una en cada turno
TRATADA	Tanques de almacenamiento.	Una en cada turno
TRATADA	Tanque Intermedio o de paso.	Mínimo dos veces al mes
TRATADA	Red de distribución: Puntos concertados con la Secretaría de Salud cada año.	Según las frecuencias establecidas por la resolución 2115/07, según la población servida: Mínimo 15 muestras al mes.

P03-01 Numeral 8.

CRITERIOS				
TIPO DE PRUEBAS	PUNTO DE TOMA DE MUESTRA	TIPO DE MUESTRA	ANÁLISIS A DETERMINAR	PERIODICIDAD
PRUEBAS DE RUTINA	Canaleta Parshall y Tanques de almacenamiento	Cruda	Color, Turbiedad, pH, alcalinidad, conductividad	Mínimo una en cada turno
		Tratada	Color, Turbiedad, pH, alcalinidad, cloro residual	
PRUEBAS DIARIAS	Planta de Tratamiento (Canaleta Parshall y Tanques de almacenamiento). Red de distribución: Puntos concertados con la Secretaría de Salud cada año.	Cruda	Color, Turbiedad, pH, alcalinidad, dureza total, cloruros, hierro, fosfatos, nitritos, sulfatos, conductividad y prueba microbiológica (Coliformes totales y E. coli)	Una diaria de la Planta de Tratamiento y de red de distribución según las frecuencias establecidas por la resolución 2115/07, según la población servida: Mínimo 15 muestras al mes
		Tratada	Color, Turbiedad, pH, alcalinidad, dureza total, cloruros, cloro residual, hierro, fosfatos, nitritos, sulfatos, aluminio residual, conductividad y prueba microbiológica (Coliformes totales y E. coli)	
PRUEBAS DE CONTROL DE PROCESOS DEL TRATAMIENTO	Sedimentadores.	Agua en Proceso	Color	4 veces por turno
	Canaleta común de salida de los filtros		Color, Turbiedad,	Mínimo una en cada turno

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D	Pág. 28 de 82

## ROTULACIÓN DE MUESTRAS

Es importante que cada muestra esté claramente identificada. La información mínima requerida en el rótulo u hoja de identificación, incluye:

Municipio, Fuente, Tipo de muestra, Fecha de recolección, Barrio o sitio de muestreo, Dirección, hora de recolección, Tomada por: responsable del muestreo, observaciones: Se puede incluir: apariencia del agua y de la muestra, medición de cloro residual y pH, caudal, condiciones atmosféricas existentes al tomar la muestra.

## MATERIALES UTILIZADOS PARA LA TOMA DE MUESTRA

- Análisis físico-químicos: Utilice frascos de vidrio o plásticos con tapa rosca plástica preferiblemente. Su capacidad no debe ser inferior a 1 litro. Los frascos y sus tapas, se deben lavar cuidadosamente con jabón o detergente, y juagar muy bien con agua corriente, luego con mezcla ácida o alcalina, seguidamente con agua corriente y para finalizar con agua destilada.
- Análisis microbiológicos: Utilice frascos de vidrio o de otro material de fácil esterilización, de boca ancha y de capacidad de 250 ml. Después de esterilizar los frascos, agregue 2 gotas (0.1 ml) de tiosulfato de sodio 10% por cada 100 ml de muestra que se va a tomar. La solución de tiosulfato de sodio actúa como inhibidor del cloro para evitar la muerte de los microorganismos presentes en la muestra. Los frascos de vidrio o plásticos con tapa de plástico se deben esterilizar a 121°C (15-17 libras de presión) durante 30 minutos.

## INSTRUCCIONES PARA LA TOMA DE MUESTRAS DE AGUA PARA ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO

### 1. En la planta de tratamiento

#### Agua cruda (canaleta parshall):

Escoja el punto en donde el agua discorra con mayor turbulencia

- Enjuague el frasco o garrafón con el agua de la muestra al menos tres veces
- Tome el frasco con una mano por la base, e introdúzcalo boca abajo dentro del agua unos 20 centímetros (cm) de profundidad, luego colóquelo hacia fuera de la plataforma y voltéelo boca arriba hasta que salga todo el aire.
- Cuando el frasco esté lleno, sáquelo y derrame unos tres cm de agua.
- Rotule la muestra

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D	Pág. 29 de 82

### Agua tratada (tanques de almacenamiento):

- Afiance el frasco o garrafón en un marco metálico, y amárrelo de un lazo de nylon.
- Enjuague el frasco o garrafón con el agua de la muestra al menos tres veces
- Lance el frasco haciéndolo oscilar de manera que caiga con la boca hacia usted, luego hale para que se llene y sáquelo.
- Derrame unos 3 cm de agua.
- Rotule la muestra

Nota: La toma de muestra para el ensayo de jarras se efectúa en la misma forma descrita anteriormente, pero es preferible usar un balde plástico, puesto que para este ensayo se necesitan por lo menos 6 litros de agua.

### 2. En la red de distribución

- Rotule la muestra
- Tome la muestra de un grifo o llave que no este conectado a un tanque
- Escoja grifos que no tengan escapes por el vástago. El agua que sale por allí se contamina e invalida la muestra.
- Abra el grifo y deje salir el agua durante 3 a 5 minutos
- Regule el chorro de agua al espesor de un lápiz
- Tome el frasco por la base con una mano y colóquelo verticalmente debajo del chorro de agua, de manera que ésta no se riegue por fuera de él
- Enjuague el frasco o garrafón con el agua de la muestra al menos tres veces
- Retire el frasco cuando estén faltando unos tres cm para el llenado total y tápelo
- Envíe las muestras de agua, con la mayor prontitud al laboratorio usando refrigeración o preservantes adecuados.

## INTRUCCIONES PARA LA TOMA DE MUESTRA DE AGUA PARA ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

### 1. En la planta de tratamiento

#### Agua cruda (canaleta parshall):

- Lávese previamente las manos y antebrazo, sin contaminar el agua del sitio a muestrear

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D	Pág. 30 de 82

- Escoja el punto en donde el agua discurra con mayor turbulencia
- Mantenga tapados los frascos, con la tapa y con el papel o tela protectora (previamente esterilizados)
- Tome el frasco con una mano, y con la otra quítele la tapa. No coloque las tapas en el suelo y evite que les caiga polvo o mugre
- Sumerja el frasco con la boca hacia arriba
- Llene el frasco solo  $\frac{3}{4}$  partes y sáquelo
- Tape inmediatamente y asegure nuevamente la tela o papel protectores, evite que estos se mojen
- Rotule la muestra

#### **Agua tratada (tanque de almacenamiento):**

- Lávese previamente las manos y antebrazo, sin contaminar el agua del sitio a muestrear
- Afiance el frasco o garrafón en una marco metálico, y amárrelo de un lazo de nylon (Esto debe estar previamente esterilizado)
- Mantenga tapados los frascos
- Tome el frasco con una mano, y con la otra quítele la tapa. No coloque las tapas en el suelo y evite que les caiga mugre o polvo
- Lance el frasco haciéndolo oscilar de manera que caiga con la boca hacia usted
- Llene los frascos  $\frac{3}{4}$  partes y sáquelo
- Tape inmediatamente y asegure nuevamente la tela o papel protectores, evite que estos se mojen
- Rotule la muestra

### **3. En la red de distribución**

- Rotule la muestra
- Lávese previamente las manos y antebrazo, sin contaminar el agua del sitio a muestrear
- Tome la muestra de un grifo o llave que no este conectado a un tanque
- Escoja grifos que no tengan escapes por el vástago. El agua que sale por allí se contamina e invalida la muestra.
- Esterilice la boca del grifo con la llama de un mechero de alcohol o gasolina
- Abra el grifo durante 3-5 minutos
- Regule el chorro de agua al espesor de un lápiz
- Mantenga los frascos tapados (previamente esterilizados)
- Tome el frasco por la base con una mano y con la otra quítele la tapa. No coloque la tapa en el suelo y evite su contaminación

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D	Pág. 31 de 82

- Coloque el frasco verticalmente debajo del chorro de agua, de manera que ésta no se riegue por fuera de él
- Llene el frasco  $\frac{3}{4}$  partes y retírelo
- Tape inmediatamente y asegure nuevamente la tela o papel protectores, evite que estos se mojen.
- Lleve la muestra lo más pronto posible al laboratorio.

## ANÁLISIS FISCOQUÍMICOS

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D	Pág. 32 de 82

## 1. OLOR

### FUNDAMENTO

Básicamente es producido por sustancias disueltas en el agua como la materia orgánica en descomposición, algas, sales de diferentes orígenes y desechos industriales. No tienen unidad de medida, simplemente son percibidos al olfato y tiene su importancia como factor físico para su consumo, pues molestan al consumidor y puede ser indicativo de contaminación orgánica.

### EQUIPOS

- Destilador de agua

### PROCEDIMIENTO

- Prepare una muestra de agua destilada (libre de olor y sabor), la cual servirá de blanco de comparación.
- Asegúrese de que los recipientes para la muestra y el blanco de comparación estén perfectamente limpios y hayan sido lavados y enjuagados con agua destilada.
- Llene un vaso de precipitado de 100ml con agua destilada y otro con la muestra.
- A la temperatura ambiente, agite el agua de los dos recipientes, huela el agua del blanco y enseguida el de la muestra. Si encuentra alguna diferencia, trate en lo posible de hacer una descripción cualitativa del olor, tal como: a yodo, a alcanfor, a vainilla, a alcantarilla, a cloro u otros, y si no hay diferencia, anote simplemente en el resultado "sin olor".

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D	Pág. 33 de 82

## VALORES DE REFERENCIA

En aguas potables, el valor máximo aceptable es ACEPTABLE, según la resolución 2115 del 22 de Junio de 2007 del Ministerio de la Protección Social.

## 2. SUSTANCIAS FLOTANTES

### FUNDAMENTO

Las sustancias flotantes, tienen una densidad menor que la del agua y, en consecuencia flotan en la superficie de la misma, pueden ser hojas, palos, semillas, plásticos, animales muertos, etc. No se consideran parte del agua y por tanto deben retirarse antes de proceder a la toma de muestras para caracterización.

### PROCEDIMIENTO

Observe si encuentra sustancias flotantes en el agua y si las encuentra retírelas e infórmelas.

### VALORES DE REFERENCIA

No está contemplada en la la resolución 2115 del 22 de Junio de 2007 del Ministerio de la Protección Social.

## 3. COLOR

### MÉTODO

Fotométrico

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
	Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D

## FUNDAMENTO

El color del agua puede deberse a la presencia de iones metálicos naturales de hierro y manganeso, a la presencia de material vegetal como algas, humus, semillas y a desechos líquidos industriales.

Naturales	Origen mineral <input type="checkbox"/> hierro
	Origen animal <input type="checkbox"/> urocromos
	Origen vegetal <input type="checkbox"/> ácidos húmicos
Artificiales	Origen industrial <input type="checkbox"/> aguas residuales

Cuando el color es debido exclusivamente a sustancias que se encuentran en disolución dentro del agua, se le denomina “color verdadero” y para su determinación se requiere de la eliminación previa de las sustancias causantes de la turbiedad. Cuando el color se determina sin eliminar las sustancias causantes de la turbiedad, se le denomina “color aparente”.

La turbiedad debe ser removida para la medición del color. Sin embargo no se ha encontrado el método óptimo para remoción de la turbiedad sin remover el color.

La filtración produce resultados reproducibles día a día entre laboratorios. Sin embargo, algunos procesos de filtración también pueden remover el color verdadero. La centrifugación evita interacciones del color con materias filtrantes, pero los resultados varían con la naturaleza, el tamaño de la muestra, la velocidad y el tiempo de centrifugación.

El método de platino-cobalto para la medición de color, es el método estándar, que toma como unidad de color el producido por un miligramo de platino en un litro de agua como ion cloro platinato. Este método es usado para la medición de color de aguas potables y aguas en las cuales el color se debe a presencia de materias naturales.

## EQUIPOS

- Fotómetro
- Filtro

## PROCEDIMIENTO

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D	Pág. 35 de 82

- ◆ El equipo debe estar previamente verificado mediante el aseguramiento analítico de la calidad (AQS 1), la cual se realiza una vez al mes según lo establecido en el Manual de Garantía de la Calidad mediante el Spectroquant Photocheck. De lo contrario proceda a lo siguiente:

1. Entar al menú del fotómetro.
2. Seleccionar configuración.
3. Seleccionar la opción AQS Check.
4. Seleccionar la opción medidor
5. Solicita el ingreso de varias cubetas incluidas en el kit de Spectroquant Photocheck
6. Ingresar la cubeta L1 y esperar el aviso de OK.
7. Ingresar la cubeta L2 y esperar el aviso de OK.
8. Después de haber efectuado con éxito la verificación de las barreras de luz, se miden los patrones que son soluciones de prueba.
9. Ingresar la cubeta 445-1 y esperar el aviso de OK
10. Ingresar la cubeta 445-2 y esperar el aviso de OK
11. Ingresar la cubeta 445-3 y esperar el aviso de OK
12. Ingresar la cubeta 445-4 y esperar el aviso de OK
13. Ingresar la cubeta 525-1 y esperar el aviso de OK
14. Ingresar la cubeta 525-2 y esperar el aviso de OK
15. Ingresar la cubeta 525-3 y esperar el aviso de OK
16. Ingresar la cubeta 525-4 y esperar el aviso de OK
17. Ingresar la cubeta 690-1 y esperar el aviso de OK
18. Ingresar la cubeta 690-2 y esperar el aviso de OK
19. Ingresar la cubeta 690-3 y esperar el aviso de OK
20. Ingresar la cubeta 690-4 y esperar el aviso de OK
21. Sí en algún momento aparece mensaje de error, repetir la lectura, previa limpieza de la cubeta.

- ◆ Sirva en una cubeta de 50 mm
- ◆ Medición del color en el fotómetro mediante la selección manual del método: 032 ◆  
Anote el resultado.

## INTERFERENCIAS

- Pequeñas cantidades de turbiedad producen un color aparente notablemente alto comparado con el color verdadero. Remueva la turbiedad por centrifugación durante 1 hora o por filtración.
- El valor del color del agua es dependiente del pH. Cuando se informe un valor de color se debe especificar el pH al cual es determinado.

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D	Pág. 36 de 82

## RECOMENDACIONES

- Cuando la muestra tenga un color mayor de 70 UPC diluya con agua destilada y haga la determinación sobre la dilución.
- Indique simultáneamente con el resultado de color, el pH al cual se realizó esta determinación.

## VALORES DE REFERENCIA

Para aguas potables es deseable tener un valor menor de 5 UPC. El valor máximo admisible es de 15 UPC, según la resolución 2115 del 22 de Junio de 2007 del Ministerio de la Protección Social.

## 4. CONDUCTIVIDAD

### MÉTODO

Electrométrico (Standard Methods)

### FUNDAMENTO

La conductividad es una expresión numérica de la capacidad de una solución acuosa para conducir la corriente eléctrica. Esta capacidad depende de la presencia de iones, su concentración total, la movilidad, la valencia, las concentraciones relativas y la temperatura de medición.

Las soluciones de la mayoría de los ácidos inorgánicos, bases y sales son relativamente buenas conductoras. Contrariamente, las moléculas de compuestos orgánicos que no se disocian en solución acuosa conducen muy poco la corriente eléctrica.

La medida física realizada en el laboratorio en la determinación de conductividad es usualmente la resistencia, medida en micro- osmios o micro – Siemens.

### EQUIPOS

□ Conductímetro

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D	Pág. 37 de 82

## PROCEDIMIENTO

- ◆ El equipo debe estar previamente verificado el cual se realiza una vez al mes según lo establecido en el Manual de Garantía de la Calidad mediante estándares de conductividad conocida de 1.413 mS/cm ó de 100mS/cm. De lo contrario proceda a lo siguiente:
  1. Inhabilite la compensación de la temperatura oprimiendo la tecla SETUP, y baje con ▼ el coeficiente de temperatura (S-1) a 0 y presione la tecla YES.
  2. Para iniciar la calibración, presione la tecla CAL, y aparecerá en el display la última constante de calibración.
  3. Sumerja el electrodo de lectura en el estándar. Agite suavemente para remover cualquier burbuja de aire.
  4. Usando las teclas de ▲ ▼ seleccione el sitio del decimal entre el valor de la constante y luego presione YES para aceptar el decimal.
  5. Introduzca el valor de la constante mediante la selección del número con las flechas y para aceptar cada dígito (la constante tiene 4 dígitos) oprima YES hasta completar toda la cifra de la constante.
  6. Automáticamente se inicia el modo de medida.
  7. Compare la lectura del valor del estándar, si este valor no corresponde al del estándar corrija el valor de la constante hasta que la calibración deseada es obtenida.
  8. Una vez calibrado, es necesario habilitar el modo de compensación de temperatura tal como se indica el paso 1, seleccionando la opción 2.1. y oprimir YES.
  9. Automáticamente el equipo vuelve al modo de medida listo para su uso.
  
- ◆ MEDICIÓN: Mida 50 ml de muestra en una probeta y transfíralos a un beaker.
- ◆ Sumerja el electrodo de lectura del conductímetro en la muestra. La profundidad debe ser tal que el agua penetre los agujeros.
- ◆ Agite suavemente la muestra para que se eliminen las posibles burbujas de aire existentes en el electrodo y que puedan afectar la lectura.
- ◆ Haga la lectura y anótela.

## INTERFERENCIAS

- No se conocen interferencias químicas.

## RECOMENDACIONES

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D	Pág. 38 de 82

- Las muestras deben tomarse en frascos plásticos o de vidrio limpio. Deben ser analizadas tan pronto sea posible pero pueden guardarse al menos 24 horas a 4°C. Antes del análisis calentar la muestra a 25°C.

## VALORES DE REFERENCIA

Los valores admisibles para la conductividad de agua potable van hasta 1000 micro osmios/cm según la resolución 2115 del 22 de Junio de 2007 del Ministerio de la Protección Social.

## 5. TURBIEDAD

### MÉTODO

Nefelométrico (Standard Methods)

### FUNDAMENTO

La transparencia del agua es un factor importante en muchos procesos de producción y manufacturación de productos de consumo humano.

La turbiedad en el agua es causada por la materia suspendida como arcilla, materia orgánica e inorgánica finamente dividida, sedimentos arrastrados por el agua, plancton y microorganismos. La turbiedad es la expresión de la propiedad óptica que causa la luz al ser dispersada y absorbida al atravesar la muestra en línea recta. La correlación de la turbiedad con el peso de materia suspendida es difícil debido a que el tamaño, la forma y el índice de refracción de las partículas afectan las propiedades de la luz dispersada. Las partículas ópticamente negras (opacas) pueden absorber la luz e incrementar las medidas de turbiedad.

El método nefelométrico se basa en la comparación de la intensidad de luz dispersada por la muestra, bajo condiciones definidas, con la intensidad de luz dispersada por una suspensión estándar de referencia (formacina) bajo las mismas condiciones. A mayor intensidad de la luz dispersada, hay mayor turbiedad de la muestra.

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D	Pág. 39 de 82

## EQUIPO

□ Turbidímetro WTW 555 IR

## PROCEDIMIENTO

La determinación de turbiedad en una muestra de agua debe determinarse el mismo día de la recolección. Si es inevitable el almacenamiento de ésta, se debe guardar en lugar oscuro, máximo por 24 horas.

- ◆ El equipo debe estar previamente verificado el cual se realiza una vez a la semana o cada vez que el equipo lo requiera por la aparición de mensajes de precaución: W-02, W-03, W04, W05 que evidencian una mala calibración, error en los estándares o error en el equipo. Esta calibración se realiza mediante estándares de turbiedad conocida de 0.02 NTU, 10 NTU, 100 NTU y 1750 NTU. Si el equipo no se encuentra calibrado o lo solicita, proceda de la siguiente manera:
  - a. Encienda el equipo y espere al menos 30 minutos antes de iniciar la calibración, tiempo necesario para calentar el equipo, aliste los estándares (precaución: nunca abra las cubetas de calibración) y asegúrese que las cubetas estén limpias y libres de huellas dactilares.
  - b. Estando en el modo de medida, oprima las teclas ▲ ▼ hasta que aparezca el indicador CAL en la parte izquierda del display.
  - c. Presione ←
  - d. Presione ← y en la parte baja del display, el instrumento solicita el estándar 0.02 NTU; introducirlo y presionar ←.
  - e. Se inicia la calibración apareciendo en el display CAL y STORE y en la parte inferior aparece el tiempo restante para terminar la calibración.
  - f. Una vez terminado el tiempo, dejar la cubeta del estándar para que realice la lectura del respectivo estándar y anotar el valor en la respectiva planilla.
  - g. El equipo solicita el siguiente estándar 1.750 NTU, introducirlo y presionar ←.
  - h. El equipo solicita el estándar de 10000 NTU, el cual no viene en el kit de calibración, es por ello que se selecciona el que necesite con la flecha ▲.
  - i. El equipo solicita el estándar de 100 NTU. Repetir los pasos del 4, 5 y 6.
  - j. El equipo solicita el estándar de 10 NTU. Repetir los pasos del 4, 5 y 6.
  - k. El equipo solicita el nuevamente el estándar de 0.02 NTU. Repetir los pasos del 4, 5 y 6.
  - l. Al acabar la calibración aparece END en la parte baja del display.
  - m. Presione ←
  - n. El instrumento retorna al modo de medida automáticamente.

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D	Pág. 40 de 82

## MEDICIÓN

- ◆ Encienda el equipo y espere un tiempo de 5 a 10 minutos para calentar el equipo.
- ◆ Purgue la cubeta de lectura con la muestra a leer.
- ◆ Tome la celda de la parte superior y llénela con aproximadamente 30 ml de la muestra (vierta la muestra a lo largo de la pared interna de la celda para evitar la formación de burbujas de aire) y tápela. La celda debe estar siempre seca, limpia y libre de polvo. Evite tomar la celda de la parte de abajo para no provocar interferencias en los análisis.
- ◆ Asegúrese que la cubeta esté limpia y libre de huellas o polvo.
- ◆ Coloque la celda dentro de la cámara alineando la marca de ésta con la del turbidímetro y tápela.
- ◆ Espere a que la lectura se estabilice.
- ◆ Haga la lectura y anote el resultado en la planilla.

## OBSERVACIONES

- Si la lectura sobrepasa el rango de escala máxima, diluya la muestra con agua destilada y el resultado final multiplíquelo por el factor. Ejemplo: si va a realizar una dilución 1:10; tome 1 ml de muestra y 9 ml de agua destilada, lea en el turbidímetro como se indicó anteriormente. Multiplique el resultado final por 10 (Ese es el resultado real en NTU).
- Purgue la celda cada vez que vaya a leer una muestra con esa misma.
- Mantenga las celdas que no están en uso llenas de agua destilada y dentro del orificio de lectura del turbidímetro.
- Mientras el equipo no esté en funcionamiento, mantener el orificio de lectura tapado con una de las celdas.

## INTERFERENCIAS

- La utilización de recipientes de vidrio sucio, la presencia de burbujas de aire y las vibraciones que se produzcan dan lecturas de turbiedad falsas.
- Las sustancias coloreadas en disolución que absorben luz causan lecturas de turbiedad bajas.

## RECOMENDACIONES

- Evite burbujas o vibraciones en la muestra de agua durante la lectura para eliminar errores de apreciación.

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D	Pág. 41 de 82

## VALORES DE REFERENCIA

Para aguas potables, el valor admisible es hasta 2 UNT según la resolución 2115 del 22 de Junio de 2007 del Ministerio de la Protección Social.

## 6. pH

### MÉTODO

Electrométrico (Standard Methods)

### FUNDAMENTO

El pH es una de las medidas más importantes y su determinación es la prueba más usada en química de aguas. El pH mide la concentración de iones hidrógeno en el agua y es indicativo del grado de acidez o de basicidad del agua, sin que sustituya las determinaciones de acidez ni de alcalinidad. El pH se define como el logaritmo negativo de la concentración de iones hidrógeno presentes en el agua. Es un valor adimensional que va de la escala del 0 al 14, incluidos dichos extremos.

En lo que hace referencia a los procesos de potabilización de agua, el pH incide grandemente en los costos del tratamiento, contribuye a los procesos de corrosión e incrustaciones y afecta el proceso de desinfección del cloro. Cuando el agua cruda presenta un pH menor de 4.5, es aconsejable desecharla como fuente de agua para potabilización porque el tratamiento resultaría demasiado costoso. El rango aceptable para dicho propósito se encuentra entre 6.9 y 9.0.

El principio básico de la medida electrométrica del pH es la determinación de la actividad de los iones hidrógeno con medidas potenciométricas mediante un electrodo estándar de hidrógeno y uno de referencia. El pHmetro es calibrado con soluciones amortiguadoras con un valor de pH conocido.

### EQUIPOS

□ pHmetro y Electrodo

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
	Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D

## PROCEDIMIENTO

- ◆ Presione la tecla “power” para prender el pHmetro.
- ◆ El equipo debe estar previamente verificado el cual se realiza cada semana ó cada vez que el equipo lo requiera es decir cuando el CALCLOCK ha caducado y parpadea. Esta calibración se realiza mediante estándares de pH conocido. Se puede calibrar con una, dos o tres soluciones taponadas en cualquier oren (Calibración de un punto, calibración de punto doble o calibración de punto triple). El instrumento determina los siguientes valores y calcula la recta de calibración de la siguiente manera:

	Valores Calculados	Datos de calibración presentados en el display
1 punto	ASY	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Punto cero = ASY</li> <li>• Pendiente=Pendiente Nernst (-59,2 mV/pH a 25 °C)</li> </ul>
Punto doble	ASY SLO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Punto cero = ASY</li> <li>• Pendiente = SLO</li> </ul>
Punto Triple	ASY SLO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Punto cero = ASY</li> <li>• Pendiente = SLO</li> </ul> <p>La recta de calibración es determinada por regresión linear.</p>

- ◆ Sí el equipo no se encuentra calibrado, proceda de la siguiente manera:
  - a. Presione la tecla CAL para iniciar la calibración. El sistema solicita el primer tampón buffer.
  - b. Sumergir el electrodo pH en la primera solución tamponada
  - c. Iniciar la medición presionando la tecla OK. En el display parpadea la indicación SC que es el control de la estabilidad de la lectura. También aparece el valor nominal de pH para el tampón reconocido. En el momento en que el sistema reconoce que el valor es estable, solicita el siguiente tampón.

Observación: En este momento se puede interrumpir la calibración con MODE. El display presenta durante 10 segundos el valor del punto cero ASY y el valor de la pendiente. Luego el equipo cambia a modo de medición.

- d. Enjuague escrupulosamente el electrodo en agua destilada.
- e. Sumergir el electrodo pH en la primera solución tamponada
- f. Iniciar la medición presionando la tecla OK. En el display parpadea la indicación SC que es el control de la estabilidad de la lectura. También aparece el valor nominal de pH para el tampón reconocido. En el momento en que el sistema reconoce que el valor es estable, solicita el siguiente tampón.

Observación: En este momento se puede interrumpir la calibración con MODE. El display presenta durante 10 segundos el valor del punto cero ASY y el valor de la pendiente. Luego el equipo cambia a modo de medición.

- g. Enjuague escrupulosamente el electrodo en agua destilada.
- h. Inicie las mediciones de las muestras.

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D	Pág. 43 de 82

### MEDICIÓN

- ◆ Antes de iniciar la medida oprimir la tecla SC Control de estabilidad, sumergir el electrodo pH en el medio a ser medido y oprimir OK.
- ◆ Esperar la estabilización de la lectura y anotar la lectura
- ◆ Retire el electrodo de la muestra y lavelo cuidadosamente con agua destilada ◆ Al finalizar los análisis coloque siempre el electrodo en solución de cloruro de potasio.
- ◆ Asegúrese de apagar el equipo oprimiendo “power”.

### OBSERVACIONES

- El electrodo siempre debe permanecer en una solución de cloruro de potasio.
- Asegurarse que el electrodo tenga Cloruro de Potasio 3M suficiente en la columna. Mínimo 2/3 partes del electrodo.

### INTERFERENCIAS

- La temperatura afecta la medida del pH al influir en las condiciones de los equilibrios químicos y en las propiedades mecánicas del electrodo, por tanto, debe informarse la temperatura cada vez que se mide el pH.

### RECOMENDACIONES

- Siga cuidadosamente las instrucciones para calibración y mantenimiento del pHmetro, descritas en el Manual De Garantía de la Calidad para el Laboratorio.

### VALORES DE REFERENCIA

Los límites admisibles para el pH en aguas potables son 6.5 a 9.0 unidades, según la resolución 2115 del 22 de Junio de 2007 del Ministerio de la Protección Social.

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D	Pág. 44 de 82

## 7. ALCALINIDAD

### MÉTODO

Titulación por técnica volumétrica (Standard Methods)

### FUNDAMENTO

La alcalinidad de un agua es su capacidad para neutralizar ácidos. Esta es la suma de todas las bases titulables. El valor de la medida puede variar significativamente con el indicador usado para determinar el punto final. La alcalinidad es una medida de un agregado de propiedades del agua y puede ser interpretado únicamente en términos de sustancias específicas cuando la composición química de la muestra es conocida.

La alcalinidad puede deberse a la presencia de carbonatos, bicarbonatos, hidroxilos, boratos, fosfatos, silicatos y otras bases que pueden estar presentes.

Este parámetro está relacionado directamente con el pH, sin que puedan llegar a confundirse. Cuando el pH del agua es igual o superior a 8.3, existen gran cantidad de hidróxidos y carbonatos. Cuando predominan los bicarbonatos sobre las otras especies, el pH del agua se encuentra dentro del rango comprendido entre 4.5 y 8.3. Aguas con pH inferior a 4.5 no tiene alcalinidad.

El método para la determinación de la alcalinidad está basado en la reacción de un ácido estándar con los iones hidroxilo presentes en la muestra, producto de la disociación o de la hidrólisis de solutos en solución.

Esta determinación se puede llevar a cabo mediante volumetría tradicional en presencia de indicadores: fenolftaleína (viraje a pH=8.3) y mixto (viraje a pH=4.5), cuyo cambio de color (viraje) se manifiesta a los pH indicados.

### EQUIPOS

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
	Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D

- Balanza analítica
- Bureta de 25 ml

## REACTIVOS

- Agua destilada (lista para utilizar)
- Indicador de fenolftaleína: En un matraz aforado de 100 ml coloque 50 ml de alcohol etílico 96% (listo para usar). Adicione 0.5 g de fenolftaleína, disuelva y complete a volumen con agua destilada.
- Indicador mixto: Disuelva 0.02 g de rojo de metilo y 0.1 g de verde de bromocresol en 100 ml de alcohol etílico 96%.
- Solución de Carbonato de Sodio 0.05N: Vacíe el contenido de la ampolla Normex N/10 en un matraz aforado de 1 L y lleve a volumen con agua destilada, para obtener una solución de Carbonato de Sodio 0.1 N. Transfiera 50 ml de dicha solución a un matraz aforado de 100 ml y complete a volumen con agua destilada.
- Solución estándar de ácido sulfúrico 0.02N: Transfiera 200 ml de ácido sulfúrico 0.1 N (listo para usar) a un matraz aforado de 1 L y complete a volumen con agua destilada.
- Valoración de la solución: Transfiera 5 ml de solución de carbonato de sodio 0.05N en un erlenmeyer de 250 ml y complete a 100 ml con agua destilada y 3 gotas de indicador mixto o verde de bromocresol. Titule con el ácido preparado dispensándolo gota a gota desde una bureta, agite suave y constantemente el erlenmeyer hasta observar que el color azul vire a rosa champaña con indicador mixto o amarillo con verde de bromocresol.

Calcule la normalidad del ácido con la siguiente relación:

$$N = \frac{A \times B}{53.00 \times C}$$

A= concentración (g/L) gramos de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> pesados por L de solución (3–5gr)

B= ml de solución de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> titulados C=

ml de ácido gastados en la titulación

53.00= peso equivalente del Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>

- Solución de Tiosulfato de Sodio 0.1 N: Introduzca la ampolla Normex de tiosulfato de sodio en el cuello de un matraz aforado de 1 L y vacíe su contenido, lleve a volumen con agua destilada, jugando la ampolla con el mismo tipo de agua.

## PROCEDIMIENTO

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
	Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D

### Alcalinidad a la fenolftaleína

Mida 100 ml de muestra, previamente en la probeta y transfíralos al erlenmeyer de 250 ml (Si la muestra es de agua tratada, agregue una gota de solución de tiosulfato de sodio 0.1 N, para eliminar el cloro residual).

□

Adicione 3 gotas del indicador de fenolftaleína y mezcle suavemente.

□

Si no aparece ningún color, la alcalinidad a la fenolftaleína (F) es igual a cero (0), si aparece un color rosado o violeta, continúe con el siguiente paso.

□

Empleando una bureta con ácido sulfúrico 0.02N, titule gota a gota la muestra coloreada, con agitación moderada hasta la completa desaparición del color generado por el indicador.

□

Anote el volumen gastado y realice los cálculos.

### Cálculos

$$F \text{ (en mg de CaCO}_3\text{/L)} = \frac{A \times B \times C \times 1000}{M}$$

F= Alcalinidad a la fenolftaleína

A= Volumen de solución de ácido sulfúrico gastado en (ml)

B= Normalidad de la solución de ácido sulfúrico

C= 50g/eq-g (peso equivalente del carbonato de calcio CaCO<sub>3</sub>)

1000= Factor de conversión miligramos por litro (mg/L)

M= Volumen de muestra titulada

### Alcalinidad Total

Mida 100 ml de muestra, previamente en la probeta y transfíralos al erlenmeyer de 250 ml (Si la muestra es de agua tratada, agregue una gota de solución de tiosulfato de sodio 0.1 N, para eliminar el cloro residual).

□

Adicione 4 gotas del indicador mixto y mezcle suavemente.

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
	Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D

□

Si aparece un color anaranjado (color rosa champaña), la alcalinidad total (T) es igual a cero (0), pero si el color desarrollado es azul, continúe con el siguiente paso.

□

Empleando una bureta con ácido sulfúrico 0.02N, titule gota a gota la muestra de color azul con agitación moderada hasta la aparición del color anaranjado (color rosa champaña).

□

Anote el volumen gastado y realice los cálculos.

### Cálculos

$$T \text{ (en mg de CaCO}_3\text{/L)} = \frac{A \times B \times C \times 1000}{M}$$

T= Alcalinidad total

A= Volumen de solución de ácido sulfúrico gastado en (ml)

B= Normalidad de la solución de ácido sulfúrico

C= 50g/eg-g (peso equivalente del carbonato de calcio CaCO<sub>3</sub>)

1000= Factor de conversión miligramos por litro (mg/lt)

M= Volumen de muestra titulada

### INTERFERENCIAS

- El cloro residual presente en aguas tratadas interfiere con el viraje de los indicadores.
- Los jabones, materias aceitosas, y sólidos suspendidos o precipitados pueden enmascarar o dificultar la observación del viraje de color del indicador. Para atenuar estas interferencias es aconsejable utilizar el método potenciométrico verificando los puntos finales a pH=8.3 y pH=4.5.
- Las muestras no se deben filtrar, diluir o concentrar.

### RECOMENDACIONES

- Repita el análisis cuando por exceso de turbiedad o color se dificulte la visualización del cambio de color.

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D	Pág. 48 de 82

### VALORES DE REFERENCIA

Los valores admisibles de alcalinidad van hasta 200 mg CaCO<sub>3</sub>/L para aguas potables según la resolución 2115 del 22 de Junio de 2007 del Ministerio de la Protección Social.

### OBSERVACIONES

El control del gasto del ácido sulfúrico 0.02 N se lleva mediante el formato R03-01-06

## 8. DUREZA TOTAL

### MÉTODO

Volumétrico con EDTA (Standard Methods)

### FUNDAMENTO

La dureza es una propiedad de las aguas, que se manifiesta por su capacidad para precipitar el jabón. El jabón es precipitado principalmente por los iones de calcio y magnesio presentes en la muestra. Sin embargo, otros cationes polivalentes también precipitan el jabón pero normalmente éstos están en formas complejas principalmente como compuestos orgánicos y por esto su acción en aguas duras es mínima. Por esta razón con base en la práctica, la dureza total es definida como la suma de las concentraciones de calcio y magnesio presentes, expresadas como miligramos de carbonato de calcio en 1 litro de agua.

El ácido etilendiaminotetraacético y su sal disódica (EDTA) forman un quelato soluble cuando se adicionan a una solución de ciertos cationes metálicos. Si una pequeña cantidad de una substancia colorante como negro de eriocromo T o calmagita se adiciona a una solución acuosa que contenga iones calcio y magnesio con un pH de 10 +/- 0.1, la solución da un color rojo vino tinto, y adicionando una solución de EDTA como titulante, el calcio y el magnesio forman un complejo. Cuando todo el calcio y el magnesio forman el complejo la solución cambia de color rojo vino tinto a color azul,

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
	Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D

marcando el punto final de la titulación. El ion magnesio debe estar presente para que se produzca un punto final satisfactorio.

La nitidez del punto final se incrementa con el pH; sin embargo el pH no puede incrementarse indefinidamente porque es probable que se precipite el carbonato de calcio o el hidróxido de magnesio y porque el indicador cambia a un pH alto. La titulación debe ser realizada en un tiempo máximo de 5 minutos para minimizar la tendencia a la precipitación del carbonato de calcio.

DUREZA (mg CaCO <sub>3</sub> /L)	CLASE DE AGUA
0 – 15	Muy blanda
16 – 75	Blanda
76 – 150	Moderadamente dura
151 – 300	Dura
> 300	Muy dura

#### EQUIPOS

- Balanza analítica
- Bureta de 25 ml

#### REACTIVOS

- Agua destilada (Lista para utilizar)
- Solución reguladora: Disuelva 0.4716 g de sal disódica del EDTA dihidratada y 0.312 g de sulfato de magnesio heptahidratado (MgSO<sub>4</sub>·7H<sub>2</sub>O) ó 0.2576 g de cloruro de magnesio hexahidratado (MgCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O) en 20 ml de agua destilada. Adicione esta solución a 57.2 ml de hidróxido de amonio concentrado (NH<sub>4</sub>OH), agregue 6.76 g de cloruro de amonio (NH<sub>4</sub>Cl) y complete a 100 ml con agua destilada. Los equivalentes de EDTA adicionados deben ser exactamente los mismos que los equivalentes de MgSO<sub>4</sub> o MgCl<sub>2</sub> adicionados para no introducir error en la determinación de dureza. (Esta solución debe ser almacenada en un recipiente de plástico o de vidrio borosilicatado y es estable máximo por un mes).
- Indicador Negro de Eriocromo T: En 50 g de 2,2,2- nitrilotrietanol (trietanolamina), disuelva 0.25 g del indicador.

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D	Pág. 50 de 82

- Solución estándar de EDTA 0.01M: Introduzca la ampolla tritisol de EDTA 0.1 M en el cuello de un matraz aforado de 1 L, vacíe su contenido y complete a volumen con agua destilada, juagando la ampolla con el mismo tipo de agua. De la solución de EDTA 0.1 M, transfiera 100 ml a un balón aforado de 1 L y complete a volumen con agua destilada, para obtener así una solución de EDTA 0.01 M.
- Solución de hidróxido de sodio (NaOH): listo para utilizar

## PROCEDIMIENTO

Mida 50 ml de muestra, previamente en la probeta y transféralos al erlenmeyer de 250 ml.

Adicione 1 ml de solución reguladora de amonio y mezcle.

Agregue una gota de solución de indicador negro de eriocromo T

Agite hasta completar la disolución del indicador. Si aparece un color azul la dureza total es igual a cero (0), si la coloración es vino tinto continúe con el paso siguiente.

Titule la muestra con la solución estándar de EDTA 0.01 M, dispense gota a gota desde una bureta y agite constantemente hasta que aparezca un color azul.

Anote el volumen de EDTA gastado.

## Cálculos

$$DT \text{ (en mg de CaCO}_3\text{/L)} = \frac{A \times B \times C \times 1000}{M}$$

DT= Dureza total

A= Volumen de EDTA gastado en la titulación (ml)

B= Concentración de la solución de EDTA

C= 100g/mol (peso fórmula del carbonato de calcio CaCO<sub>3</sub>)

1000= Factor de conversión miligramos por litro (mg/lt)

M= Volumen de muestra titulada (ml)

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
	Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D

### INTERFERENCIAS

- Algunos iones metálicos interfieren produciendo disminución del color en el punto final o produciendo múltiples puntos finales por consumo estequiométrico de EDTA. Esta interferencia se reduce por adición de ciertos inhibidores antes de la titulación.

### RECOMENDACIONES

- Emplee un “blanco” con 50 ml de agua destilada para compensar las impurezas de los reactivos y definir el tono del color en punto final, reste su valor del gasto de las muestras antes de hacer los cálculos.
- Repita la titulación con una dilución de la muestra si en la primera titulación el gasto supera los 10 ml de EDTA.

### VALORES DE REFERENCIA

Para aguas potables, el valor admisible es hasta 300 mg de CaCO<sub>3</sub>/L, según la resolución 2115 del 22 de Junio de 2007 del Ministerio de la Protección Social.

### OBSERVACIONES

El control del gasto del EDTA 0.01 M e lleva mediante el formato R03-01-07

## 9. DUREZA AL CALCIO

### METODO

Volumétrico con EDTA (Standard Methods) 3500-Ca B

### FUNDAMENTO

En aguas frescas el mecanismo de solución reguladora está constituido principalmente por el equilibrio entre el dióxido de carbón, y los iones bicarbonato y carbonato. La dureza está basada en las concentraciones de las sales de calcio y magnesio y se usa como una medida de la calidad del agua potable. Los compuestos de calcio se usan en la industria farmacéutica, en la preparación de pigmentos, fertilizantes y plastificantes y en fotografía. La presencia de calcio en aguas de

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D	Pág. 52 de 82

abastecimiento se debe a que éstas pasan por depósitos de piedras calizas, dolomitas, yeso, etc. La concentración puede estar en un rango de cero a varios cientos de miligramos en un litro de agua, lo cual depende del origen y del tratamiento al cual ha sido sometida. Pequeñas concentraciones de carbonato de calcio combaten la corrosión de los tubos de metal por la formación de una capa protectora. Un contenido apreciable de sales de calcio al calentarse forma incrustaciones dañinas en calderas, tubos y utensilios de cocina.

Para reducir el contenido de calcio y la dureza se usan tratamientos químicos (ablandamiento de aguas) como osmosis inversa, electrodiálisis o intercambio iónico. Cuando se agrega ácido etilendiaminotetraacético (EDTA) o sus sales a un agua que contenga iones calcio y magnesio, éste forma complejos primero con el calcio. Si el pH es lo suficientemente alto (pH 12-13) para precipitar cuantitativamente el magnesio como hidróxido ( $Mg(OH)_2$ ), es posible determinar solamente el calcio en presencia de un indicador (murexida, negro azulado de Eriocromo R) de tal forma que cuando todo el calcio haya formado complejos con el EDTA se da un cambio nítido de color.

## MATERIALES Y REACTIVOS.

### Materiales

- Matraces aforados de 100 a 1.000 mL
- Erlenmeyers de 250 mL a 500 mL
- Embudo de vidrio
- Probetas de 50 mL
- Pipetas graduadas y aforadas de 5 mL a 25 mL.
- Bureta de 25 mL graduada a 0,05 mL □ Cucharilla de medición □ Pera de caucho o pipeteador.
- Soporte universal
- Pinzas para bureta

### Equipos

- Balanza analítica
- Plancha de calentamiento

## REACTIVOS

Los reactivos químicos utilizados deben ser de grado analítico (RA) o mejores y pasar las pruebas de la American Chemical Society

- Agua destilada desionizada (d.d.)
- Solución de hidróxido de sodio (NaOH) 1N

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D	Pág. 53 de 82

- Solución estándar de EDTA 0,01M. En un vaso de precipitados de 250 mL disuelva 3,723 g de sal disódica del ácido etilendiaminotetraacético dihidratada en agua d.d. y transfiera cuantitativamente a un matraz aforado de 1 litro y complete a volumen con la misma calidad de agua. Normalice contra una solución estándar de calcio. La solución se debe almacenar en un recipiente plástico y debe ser normalizada periódicamente.

### Indicadores

Existen en el comercio muchos indicadores que pueden ser utilizados en la titulación del calcio con EDTA; sin embargo, se describen los dos indicadores más utilizados:

- Murexida (purpurato de amonio). El indicador vira de rosado a púrpura. Disuelva 0,150 g de indicador en 100 g de etilenglicol absoluto. Las soluciones acuosas no son estables por más de un día. El indicador en una mezcla sólida es muy estable. Se prepara con 0,200 g de murexida en polvo más 100 g de cloruro de sodio sólido; macere, homogenice y tamice a malla 40 a 50. Utilice 0,2 g de mezcla sólida o 1 ó 2 gotas de solución para 50 mL de la muestra a titular.
- Negro azulado de Eriocromo R. En un mortero de porcelana coloque 0,200 g de indicador en polvo y 100 g de cloruro de sodio sólido, pulverice y tamice a malla 40 a 50. Almacene la mezcla en un recipiente perfectamente tapado. El indicador vira de rojo a púrpura azulado pasando por púrpura.

### RECOLECCION Y ALMACENAMIENTO DE LA MUESTRA

Recolecte aproximadamente 200 mL de muestra en un recipiente de plástico o de vidrio perfectamente limpio. Antes del análisis, redissuelva el carbonato de calcio que se haya precipitado por disolución de CO<sub>2</sub> del aire.

### PROCEDIMIENTO

Mida 50 ml de muestra, previamente en la probeta y transféralos al erlenmeyer de 250 ml.

□

Adicione 1,0 mL de solución de hidróxido de sodio 1N para llevar a un pH de 12 a 13.

□

Adicione una microcucharada azul de mezcla sólida de indicador (1 o 2 gotas si es solución). Agite hasta la disolución del indicador.

□

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D	Pág. 54 de 82

Agite hasta completar la disolución del indicador. Si aparece un color azul la dureza total es igual a cero (0), si la coloración es vino tinto continúe con el paso siguiente.

□

Titule inmediatamente con la solución de EDTA para evitar la precipitación del  $\text{CaCO}_3$  y la descomposición del indicador con agitación continua hasta obtener el cambio de color de rosa a purpura.. Si utiliza murexida use 1 o 2 gotas de titulante en exceso para estar seguro del cambio de color.

□

Anote el volumen de EDTA gastado.

### CALCULOS

- Utilice la siguiente relación para el cálculo de dureza al calcio en la muestra:

$$A \square B \square 100.000$$

$$\text{Dureza al calcio como mg de CaCO}_3/\text{L} \square \frac{\quad}{M}$$

donde:

A = volumen de solución de EDTA gastado en la titulación (mL) al punto final del indicador de calcio.

B = molaridad de la solución de EDTA (0,01mol/L)

100.000 = peso molecular del carbonato de calcio (mg/mol)

M = volumen de muestra titulada (mL)

- Utilice la siguiente relación para el cálculo de la concentración de calcio en la muestra:

$$A \square B \square 40.078 \text{ mg}$$

$$\text{deCa} / \text{L} \square \frac{\quad}{M}$$

donde:

A= volumen de solución de EDTA gastado en la titulación (mL) al punto final del indicador de calcio.

B= molaridad de la solución de EDTA (0,01mol/L)

40.078= peso molecular del calcio (mg/mol)

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D	Pág. 55 de 82

M= volumen de muestra titulada (mL)

### INTERFERENCIAS

- ♣ Si a un pH de 12 a 13 se deja expuesta la muestra al aire, se precipita el calcio como  $\text{CaCO}_3$  por reacción con el  $\text{CO}_2$ .
- ♣ Los ortofosfatos precipitan el calcio al pH de trabajo.
- ♣ Si la alcalinidad es mayor de 300 mg  $\text{CaCO}_3/\text{L}$ , el estroncio y el bario producen interferencia positiva.

### RECOMENDACIONES

Emplee un “blanco” con 50 mL de agua destilada, reste su valor del gasto de las muestras antes de hacer los cálculos.

### VALORES DE REFERENCIA

Para aguas potables, el valor admisible es hasta 60 mg de  $\text{CaCO}_3/\text{L}$ , según la resolución 2115 del 22 de Junio de 2007 del Ministerio de la Protección Social.

### OBSERVACIONES

El control del gasto del EDTA 0.01 M e lleva mediante el formato R03-01-07

## 10. CLORUROS

### MÉTODO

Argentométrico (Standard Methods)

### FUNDAMENTO

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D	Pág. 56 de 82

El cloruro, es uno de los aniones inorgánicos que se encuentra en mayor concentración en aguas de consumo y aguas de desecho. En agua potable, el sabor salino producido por la presencia de cloruros es variable y depende de la composición química del agua.

Un alto contenido de cloruros en las aguas puede dañar estructuras y tuberías metálicas, al igual que afecta el crecimiento de la flora.

El método argentométrico, para la determinación de cloruros, es útil en aguas relativamente claras que contengan de 0.15 a 10 mg de cloruros en la alícuota de muestra titulada. El cloruro puede titularse con una solución de nitrato de plata utilizando cromato de potasio ( $K_2CrO_4$ ) como indicador del punto final, en medio neutro o ligeramente alcalino. El cloruro de plata ( $AgCl$ ) se precipita cuantitativamente antes de formarse el color rojo del cromato de plata ( $Ag_2CrO_4$ )

## EQUIPOS

- Balanza analítica
- Bureta de 25 ml

## REACTIVOS

- Agua destilada (lista para utilizar)
- Solución estándar de Nitrato de Plata 0.0141N: Introduzca la ampolla Normex de Nitrato de Plata 0.1N en el cuello de un matraz aforado de 1 L, vacíe su contenido y complete a volumen con agua destilada, juagando la ampolla con el mismo tipo de agua. De la solución de Nitrato de Plata 0.1N, transfiera 141 ml a un balón aforado de 1 L y complete a volumen con agua destilada, para obtener así una solución de Nitrato de Plata 0.0141N.
- Solución estándar de Cloruro de Sodio 0.0141N: Introduzca la ampolla Normex de Cloruro de Sodio 0.1N en el cuello de un matraz aforado de 1 L, vacíe su contenido y complete a volumen con agua destilada, juagando la ampolla con el mismo tipo de agua. De la solución de Cloruro de Sodio 0.1N, transfiera 14.1 ml a un balón aforado de 100 ml y complete a volumen con agua destilada, para obtener así una solución de Cloruro de Sodio 0.0141N.
- Solución indicadora de cromato de potasio ( $K_2CrO_4$ ): Disuelva 12.5 g de  $K_2CrO_4$  en 125 ml de agua destilada. Agregue solución de  $AgNO_3$  hasta la aparición de un precipitado de color rojo definido. Deje en reposo 12 horas, filtre la solución y complete a volumen con agua destilada en un matraz aforado de 250 ml.

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D	Pág. 57 de 82

- Suspensión de hidróxido de aluminio (Al(OH)<sub>3</sub>): Disuelva 12.5 g de sulfato de potasio y aluminio (AlK(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>·12H<sub>2</sub>O) en un 100 ml de agua destilada. Caliente a 60°C y adicione lentamente y con agitación constante 5.5 ml de hidróxido de amonio (NH<sub>4</sub>OH) concentrado. Deje en reposo alrededor de 1 hora, transfiera a una botella grande para lavar el precipitado por adiciones sucesivas de agua destilada, agitando fuertemente y decantando hasta que el agua de lavado esté libre de cloruros. Complete aproximadamente a 100 ml con agua destilada. Agite cada vez que se utilice.
- Solución de hidróxido de sodio 1N: (lista para utilizar)
- Solución de ácido sulfúrico 1N: (lista para utilizar)
- Solución de peróxido de hidrógeno (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) 30% v/v: (lista para utilizar)

## PROCEDIMIENTO

Mida 100 ml de muestra, previamente en la probeta y transfíralos al erlenmeyer de 250 ml. Si la muestra es altamente coloreada agregue 3 ml de suspensión de Al (OH)<sub>3</sub>, agite, deje decantar y filtre.

□

Adicione 2 gotas de fenolftaleína y ajuste el pH en un rango de 7 a 10 con solución de ácido sulfúrico 1 N o hidróxido de sodio 1 N, según sea el caso.

□

Agregue 1 ml de solución indicadora de cromato de potasio y homogenice.

□

Titule la muestra con solución estándar de nitrato de plata dispensándola gota a gota desde una bureta, hasta obtener un color rojo ladrillo que indica el punto final de la titulación.

□

Titule un blanco de reactivos ejecutando el procedimiento antes descrito.

□

Anote el volumen de nitrato de plata gastado.

## Cálculos

Cloruros (en mg de Cl /L) =  $\frac{(A - B) \times N \times 35450}{V_m}$

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
	Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D

A= Volumen de solución de nitrato de plata gastado en la titulación de la muestra (ml)

B= Volumen de solución de nitrato de plata gastado en la titulación del blanco (ml)

N= Normalidad de la solución de nitrato de plata

35450= Peso equivalente del cloruro, en mg/eq-g

Vm= Volumen de muestra de agua titulada (ml)

### INTERFERENCIAS

- Los yoduros, bromuros y cianuros reaccionan como los cloruros. Los iones sulfuro, tiosulfatos y sulfitos interfieren pero pueden ser eliminados por tratamiento con peróxido de hidrógeno.
- Las concentraciones de ortofosfatos mayores de 25 mg/L interfieren por precipitación de fosfato de plata. Las concentraciones de hierro mayores de 10 mg/L interfieren enmascarando el punto final en la titulación.

### RECOMENDACIONES

- Repita el análisis sobre una dilución de la muestra, en caso de sobrepasar los 10 ml del titulante (AgNO<sub>3</sub>).

### VALORES DE REFERENCIA

Para aguas potables, los valores admisibles van hasta 250 mg Cl /L, según la resolución 2115 del 22 de Junio de 2007 del Ministerio de la Protección Social.

### OBSERVACIONES

El control del gasto del Nitrato de Plata 0.0141 N se lleva mediante el formato R03-01-08

## 11. CLORO RESIDUAL

### MÉTODO

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D	Pág. 59 de 82

Fotométrico

## FUNDAMENTO

La cloración del agua tiene como beneficio la gran mejoría de su calidad, al destruir organismos patógenos, reaccionar con el amoníaco, hierro, manganeso, sulfuros y algunas sustancias orgánicas. No obstante también puede producir efectos adversos tales como intensificación del sabor y el olor característicos de fenoles y otros compuestos orgánicos. Además, puede formar compuestos organoclorados potencialmente cancerígenos como cloroformo, cloraminas, tricloruro de nitrógeno, etc., que producen efectos adversos en la vida acuática.

El cloro aplicado al agua en forma molecular ( $Cl_2$ ) o de hipoclorito ( $ClO$ ) inicialmente se hidroliza a la forma de cloro libre, o sea, cloro molecular acuoso, ion hipoclorito y ácido hipocloroso, cuyas proporciones relativas dependen del pH y la temperatura.

El cloro libre reacciona en solución débilmente ácida con dipropil-p-fenilendiamina (DPD) dando un colorante violeta rojizo, que se determina fotométricamente. El procedimiento es análogo a EPA 330.5, US Standard Methods 4500 –  $Cl_2$  G e EN ISO 7393.

## EQUIPO

Fotómetro

## PROCEDIMIENTO

El equipo debe estar previamente verificado mediante el aseguramiento analítico de la calidad (AQS 1), la cual se realiza una vez al mes según lo establecido en el Manual de Garantía de la Calidad mediante el Spectroquant Photocheck. De lo contrario proceda según lo descrito en el apartado del Color.

Compruebe el valor del pH de la muestra, intervalo previsto: pH 4-8

En caso necesario, corrija el valor del pH añadiendo gota a gota solución diluida de hidróxido de sodio o de ácido sulfúrico

Pipetee 10 ml de la muestra en un tubo de ensayo

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D	Pág. 60 de 82

□

Adicione una microcucharada azul rasa de Cl<sub>2</sub>-1

□

Agite vigorosamente hasta que el reactivo se haya disuelto completamente

□

Deje en reposo 3 minutos

□

Añada la solución a la cubeta correspondiente (20 mm)

□

Seleccione el método introduciendo la cubeta redonda con el código de barras en el alojamiento correspondiente, hasta que engrane. Orientar la graduación hacia la muesca del fotómetro.

□

Coloque la cubeta con la muestra a medir en el compartimiento para cubetas

□

Lea y registre el valor que indica el display

### INTERFERENCIAS

- El manganeso es probablemente la sustancia que interfiere en forma más significativa entre las encontradas en las aguas.
- Las turbideces después de acabada la reacción dan como resultado valores falsamente elevados.
- Las temperaturas altas producen disminución del color
- Las concentraciones de cobre mayores de 10 mg/L interfieren, pero ese efecto se contrarresta con el EDTA adicionado a los reactivos.
- Los contaminantes orgánicos pueden producir resultados falsos de cloro libre

### RECOMENDACIONES

- Analice las muestras inmediatamente después de la toma de muestras

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D	Pág. 61 de 82

- Filtre las muestras turbias. Las turbiedades altas después de acabada la reacción dan como resultado valores falsamente elevados
- Para la medición fotométrica las cubetas deben estar limpias. Si es necesario límpielas con un paño seco y limpio
- Tras la toma del reactivo, cierre de nuevo inmediatamente el frasco
- Realice la lectura en un intervalo máximo de 30 minutos, después de la reacción
- Para comprobar el sistema fotométrico de medición (reactivos del test, dispositivo de medición, manipulación) y el modo de trabajo, puede usarse una solución patrón de cloro recién preparada con 2.50 mg/L de Cl<sub>2</sub>

### VALORES DE REFERENCIA

Los valores admisibles para aguas potables van desde 0.3 hasta 2.0 mg Cl<sub>2</sub>/L, según la resolución 2115 del 22 de Junio de 2007 del Ministerio de la Protección Social.

## 12. HIERRO

### MÉTODO

Fotométrico

### FUNDAMENTO

La presencia de hierro en el agua es objetable no desde el punto de vista fisiológico; sino en términos generales, desde el punto de vista estético, de sabor, y aún de olor.

En muestras filtradas de aguas superficiales oxigenadas, la concentración de hierro rara vez alcanza 1 mg/L. Algunas aguas subterráneas y drenajes superficiales ácidos pueden tener concentraciones apreciables de hierro. Algunas personas pueden detectar un sabor astringente agridulce cuando está presente el hierro en niveles de 1 mg/L.

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D	Pág. 62 de 82

Bajo condiciones reductoras el hierro está como ion ferroso, al ser expuesto al aire o por adición de oxidantes pasa a ion férrico que a su vez puede hidrolizarse a su forma insoluble (óxido férrico hidratado). El ion férrico es significativamente soluble en presencia de iones formadores de complejos y/o a un pH muy bajo.

En las muestras de agua, el hierro se presenta en diferentes formas: en solución verdadera, en estado coloidal, en iones complejos orgánicos y en partículas suspendidas.

Los iones hierro en las muestras de agua se solubiliza, reduciéndose a ion ferroso (hierro II). Estos en medio amortiguado con tioglicolato amónico, forman un derivado de triazina un complejo violeta rojizo que se determina fotométricamente. El test determina hierro di y trivalente en forma disuelta, así como hidróxido de hierro (III) coloidal reciente. Para la determinación de óxidos de hierro, de hidróxido de hierro envejecido y de hierro unido en forma compleja es necesaria una disgregación de la muestra.

## EQUIPO

Fotómetro

## PROCEDIMIENTO

El equipo debe estar previamente verificado mediante el aseguramiento analítico de la calidad (AQS 1), la cual se realiza una vez al mes según lo establecido en el Manual de Garantía de la Calidad mediante el Spectroquant Photocheck. De lo contrario proceda según lo descrito en el apartado del Color.

Compruebe el valor del pH de la muestra, intervalo previsto: pH 1-10

En caso necesario corrija el valor del pH añadiendo gota a gota ácido clorhídrico o sulfúrico diluido ó hidróxido de sodio.

Pipetee 5 ml de la muestra en un tubo de ensayo

Adicione 3 gotas de Fe-1 y mezcle

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
	Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D

□

Espere 10 minutos

□

Añada la solución a la cubeta correspondiente (20 mm)

□

Seleccione el método introduciendo la cubeta redonda con el código de barras en el alojamiento correspondiente, hasta que engrane. Orientar la graduación hacia la muesca del fotómetro.

□

Coloque la cubeta con la muestra a medir en el compartimiento para cubetas

□

Lea y registre el valor que indica el display

### INTERFERENCIAS

- Entre las sustancias que interfieren en el análisis se encuentran agentes oxidantes fuertes, cianuro, nitritos y fosfatos (polifosfatos más que ortofosfatos), cromo, zinc en concentraciones que excedan 10 veces la concentración del hierro, cobalto y cobre en concentraciones mayores de 5 mg/L y níquel en concentraciones mayores de 2 mg/L.

### RECOMENDACIONES

- Analice las muestras inmediatamente después de la toma de muestras, de lo contrario conservar con ácido nítrico al 65% (1 ml a 1L de muestra).
- Para la medición fotométrica las cubetas deben estar limpias. Si es necesario, límpielas con un paño seco y limpio
- Tras la toma del reactivo, cierre de nuevo inmediatamente el frasco
- Realice la lectura en un intervalo de 10 a 60 minutos
- Para comprobar el sistema de medición (reactivos del test, dispositivo de medición y manipulación) se recomienda emplear Spectroquant CombiCheck 30. Tras la correspondiente dilución también puede utilizarse la solución de hierro lista para el uso, concentración 1000 mg/l de Fe.

### VALORES DE REFERENCIA

Los valores admisibles de hierro van hasta 0.3 mg de Fe/L para aguas potables según la resolución 2115 del 22 de Junio de 2007 del Ministerio de la Protección Social.

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D	Pág. 64 de 82

### 13. NITRITOS

#### MÉTODO

Fotométrico

#### FUNDAMENTO

Los nitritos son un estado intermedio de la oxidación del nitrógeno, bien sea en la oxidación del amonio a nitratos o en la reducción de los nitratos a nitrógeno gaseoso. Los nitritos pueden entrar en los sistemas de abastecimiento de agua a través de su uso como inhibidores de corrosión en el procesamiento del agua para uso industrial.

Su importancia radica en que presentan un riesgo para la salud humana, son los causantes de metahemoglobinemia y en el tracto digestivo, que es ácido, pueden reaccionar con aminas secundarias para formar nitrosaminas, reconocidos como agentes cancerígenos.

El método consiste en la reacción de los iones nitrito en solución ácida con el ácido sulfanílico una sal de diazonio que reacciona con el diclorhidrato de N-(1- naftil) etilendiamina dando un colorante azoico violeta rojizo que se determina fotométricamente. (Reacción de Griess). El procedimiento es análogo a EPA 354.1, US Standard Methods 4500-NO<sub>2</sub><sup>-</sup> y EN 26 777.

#### EQUIPO

☉ Fotómetro

#### PROCEDIMIENTO

El equipo debe estar previamente verificado mediante el aseguramiento analítico de la calidad (AQS 1), la cual se realiza una vez al mes según lo establecido en el Manual de Garantía de la Calidad mediante el Spectroquant Photocheck. De lo contrario proceda según lo descrito en el apartado del Color.

Compruebe el valor del pH de la muestra, intervalo previsto: pH 2-10

□

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D	Pág. 65 de 82

En caso necesario corrija el valor del pH añadiendo gota a gota ácido sulfúrico ó hidróxido de sodio.

□

Pipetee 10 ml de muestra en un tubo de ensayo

□

Adicione 1 microcucharada azul de NO<sub>2</sub>-AN

□

Agite intensamente para disolver la sustancia sólida

□

Deje en reposo 10 minutos

□

Añada la solución a la cubeta correspondiente (50 mm)

□

Seleccione el método introduciendo la cubeta redonda con el código de barras en el alojamiento correspondiente, hasta que engrane. Orientar la graduación hacia la muesca del fotómetro.

□

Coloque la cubeta con la muestra a medir en el compartimiento para cubetas

□

Lea y registre el valor que indica el display

## INTERFERENCIAS

- ☉ Determinados iones extraños existentes en grandes cantidades en la solución problema, pueden impedir la reacción de los nitritos o interferir por turbidez y colores extraños.

## RECOMENDACIONES

- Las muestras deben analizarse a ser posible poco después de la toma. Se pueden estabilizar hasta unos 3 días mediante adición de 5 gotas de una solución de cloruro mercúrico II al 0.2% por litro en un frasco de vidrio oscuro llenado hasta por debajo del tapón

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D	Pág. 66 de 82

- Para la medición fotométrica las cubetas deben estar limpias. Si es necesario límpielas con un paño seco y limpio
- Tras la toma del reactivo, cierre de nuevo inmediatamente el frasco
- La lectura se puede realizar entre 10 minutos y 60 minutos de la reacción
- Para comprobar el sistema fotométrico de medición, (reactivos del test, dispositivo de medición, manipulación) tras la correspondiente dilución puede utilizarse la solución patrón de nitritos lista para el uso, concentración 1000 mg/L  $\text{NO}_2^-$
- Es aconsejable que la muestra se encuentre entre 20 y 40°C

#### VALORES DE REFERENCIA

Los valores admisibles de nitritos van hasta 0.1 mg de  $\text{NO}_2^-/\text{L}$  para aguas potables según la resolución 2115 del 22 de Junio de 2007 del Ministerio de la Protección Social.

### 14. FOSFATOS

#### MÉTODO

Fotométrico

#### FUNDAMENTO

Los fosfatos no se consideran directamente tóxicos, pero altos niveles de fosfatos en el agua están asociados con la eutrofización de ríos, lagos y embalses. La contaminación de fosfatos puede provenir de diferentes fuentes: escorrentías de zonas de agricultura intensiva donde utilizan fertilizantes fosfatados, detergentes, vertimientos de tipo industrial de alimentos.

El método consiste en que en solución sulfúrica, los iones ortofosfatos forman con los iones molibdato, ácido molibdofosfórico. Este último con ácido ascórbico, se reduce a azul de fosfomolibdeno (PMB), cuya determinación se hace fotométricamente. Este procedimiento es análogo a EPA 365.2+3, US Standard Methods 4500-P-E, ISO 6978/1 y EN 1189.

#### EQUIPO

☉ Fotómetro

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D	Pág. 67 de 82

## PROCEDIMIENTO

El equipo debe estar previamente verificado mediante el aseguramiento analítico de la calidad (AQS 1), la cual se realiza una vez al mes según lo establecido en el Manual de Garantía de la Calidad mediante el Spectroquant Photocheck. De lo contrario proceda según lo descrito en el apartado del Color.

Compruebe el valor de pH de la muestra, intervalo previsto: pH 0 - 10

□

En caso necesario corrija el valor del pH añadiendo gota a gota solución de hidróxido de sodio o ácido sulfúrico

□

Adicione 5 ml de muestra en un tubo de ensayo

□

Añada 5 gotas de PO<sub>4</sub>-1 y mezcle

□

Adicione 1 microcucharada azul rasa de PO<sub>4</sub>-2 al tubo de ensayo y agite vigorosamente hasta que el reactivo se haya disuelto completamente.

□

Dejar en reposo 5 minutos

□

Añada la solución a la cubeta correspondiente (20 mm)

□

Seleccione el método introduciendo la cubeta redonda con el código de barras en el alojamiento correspondiente, hasta que engrane. Orientar la graduación hacia la muesca del fotómetro.

□

Coloque la cubeta con la muestra a medir en el compartimiento para cubetas

□

Lea y registre el valor que indica el display

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
	Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D

## INTERFERENCIAS

- ☉ Las turbideces después de acabada la reacción dan como resultado valores falsamente elevados.
- ☉ Algunas sustancias reductoras interfieren con el análisis.

## RECOMENDACIONES

- Analice las muestras inmediatamente después de la toma de muestras
- Para la medición fotométrica las cubetas deben estar limpias. Si es necesario límpielas con un paño seco y limpio
- Tras la toma de los reactivos, cierre de nuevo inmediatamente los frascos ➤ La lectura se puede realizar entre 5 y 60 minutos.
- Para comprobar el sistema fotométrico de medición (reactivos del test, dispositivo de medición, manipulación) se recomienda utilizar Spectroquant CombiCheck 10. Puede utilizarse la solución patrón de fosfatos de concentración 0.80 mg/L de PO<sub>4</sub>-P.

## VALORES DE REFERENCIA

Los valores admisibles de fosfatos van hasta 0.5 mg de PO<sub>4</sub>/L para aguas potables según la resolución 2115 del 22 de Junio de 2007 del Ministerio de la Protección Social. **15. ALUMINIO**

## MÉTODO

Fotométrico

## FUNDAMENTO

El aluminio está relacionado con los principales procesos naturales del ambiente. Muchos factores influyen en la movilidad del aluminio y su subsiguiente transporte al ambiente; dentro de estos factores incluyen ciertas interacciones entre el agua y la tierra, flujos hidrológicos y la composición de ciertas capas geológicas. Este es el elemento metálico más abundante de la tierra y constituye el 8%. Este aparece naturalmente en el medio ambiente como silicatos, óxidos e hidróxidos, combinado con otros elementos como el sodio y el fluoruro.

Las sales de aluminio (usualmente sulfato) son usadas como coagulante en el tratamiento de aguas para reducir los niveles de materia orgánica, color, turbiedad y microorganismos, a un pH y dosis adecuadas lo que permite la floculación, sedimentación y la filtración, aunque también si no es controlada puede aumentar las concentraciones de aluminio en el agua tratada. El aluminio también

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D	Pág. 69 de 82

en utilizado en la industria de la construcción como material estructural, en la fabricación de utensilios de cocina, empaques de comida, industria eléctrica.

En el agua se pueden encontrar diferentes formas del aluminio; entre ellas ciertas especies de hidróxidos monoméricos y poliméricos, geles y coloides poliméricos y algunos precipitados. Además el aluminio puede formar complejos con varios compuestos orgánicos e inorgánicos, muchos de ellos no son solubles.

La exposición a altos niveles de aluminio por más de cinco días en humanos puede provocar síntomas como náuseas, vómito, diarrea, úlceras en la boca, en la piel, dolores articulares. También ha está relacionado como factor de riesgo en el desarrollo y aceleración de la enfermedad de Alzheimer

El método de determinación consiste en que los iones aluminio forman en solución débilmente ácida amortiguada con acetato forman con cromoazurol S un compuesto de color violeta azulado intenso que se determina fotométricamente.. El reactivo Al-1 enmascara los cationes interferentes y ajusta con el reactivo Al-2 (solución tampón) el valor del pH 5.5 – 6.0 óptimo para la reacción de color. El procedimiento es análogo a US Standard Methods 3500-Al D e ISO 10566 E60.

## EQUIPO

- ☉ Fotómetro

## PROCEDIMIENTO

El equipo debe estar previamente verificado mediante el aseguramiento analítico de la calidad (AQS 1), la cual se realiza una vez al mes según lo establecido en el Manual de Garantía de la Calidad mediante el Spectroquant Photocheck. De lo contrario proceda según lo descrito en el apartado del Color.

Compruebe el valor de pH de la muestra, intervalo previsto: pH 3 - 10

□

En caso necesario corrija el valor del pH añadiendo gota a gota solución de hidróxido de sodio o ácido sulfúrico

□

Adicione 5 ml de muestra en un tubo de ensayo

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D	Pág. 70 de 82

□

Adicione 1 microcucharada azul de Al-1 al tubo de ensayo  
y disuelva la sustancia sólida

□

Adicione 1.2 ml de Al-2 y mezcle

□

Añada 7 gotas de Al-3 y mezcle

□

Dejar en reposo 2 minutos

□

Añada la solución a la cubeta correspondiente (20 mm)

□

Seleccione el método introduciendo la cubeta redonda con el código de barras en el alojamiento  
correspondiente, hasta que engrane. Orientar la graduación hacia la muesca del fotómetro.

□

Coloque la cubeta con la muestra a medir en el compartimiento para cubetas

□

Lea y registre el valor que indica el display

## INTERFERENCIAS

- ☉ Algunos iones en concentraciones elevadas interfieren con el análisis

## RECOMENDACIONES

- Analice las muestras inmediatamente después de la toma de muestras
- Para la medición fotométrica las cubetas deben estar limpias. Si es necesario límpielas con un paño seco y limpio
- Tras la toma de los reactivos, cierre de nuevo inmediatamente los frascos
- La lectura se puede realizar en un plazo máximo de 15 minutos

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D	Pág. 71 de 82

- Para comprobar el sistema fotométrico de medición (reactivos del test, dispositivo de medición, manipulación) se recomienda utilizar Spectroquant CombiCheck 40. Tras la correspondiente dilución puede utilizarse la solución patrón de aluminio lista para el uso, concentración 1000 mg/L de Al

## VALORES DE REFERENCIA

Los valores admisibles de sulfatos van hasta 0.2 mg de Al/L para aguas potables según la resolución 2115 del 22 de Junio de 2007 del Ministerio de la Protección Social.

## 16. SULFATOS

### MÉTODO

Turbidimétrico (Standard methods)

El método Turbidimétrico es relativamente fácil de ejecutar y muy exacto para determinar concentraciones de sulfato entre 1 y 40 mg SO<sub>4</sub>/L.

### FUNDAMENTO

Los sulfatos están ampliamente distribuidos en la naturaleza y pueden estar presentes en aguas naturales en un rango de concentraciones de pocos miligramos hasta varios cientos de miligramos por litro.

Proviene de los suelos ricos en yeso y minerales similares. Los efluentes de ciertas industrias, como las curtiembres, plantas electrolíticas y textileras, también aportan a las aguas superficiales cantidades apreciables de sulfatos. Éstos están asociados a la dureza del agua en su calidad de permanente y producen en los consumidores una notoria acción catártica, especialmente en presencia de sodio y magnesio.

Para la determinación de ion sulfato SO<sub>4</sub> por el método turbidimétrico, éste se precipita con cloruro de bario dihidratado (BaCl<sub>2</sub>) en medio acidificado con ácido acético, para así formar cristales de sulfato de bario de tamaño uniforme. La luz absorbida por la suspensión de sulfato de bario (BaSO<sub>4</sub>) es medida en un turbidímetro y la concentración de sulfato (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) se determina por comparación de la lectura con una curva estándar.

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D	Pág. 72 de 82

## REACTIVOS

Los reactivos utilizados deben ser de grado analítico (RA) o mejores y pasar las pruebas de la American Chemical Society.

- ☉ Agua destilada y desionizada (dd)
- ☉ Solución reguladora A. En un vaso de precipitados de un litro agregue 500 ml de agua dd. Disuelva 30 g de cloruro de magnesio ( $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ), 5 g de acetato de sodio ( $\text{NaOOCCH}_3\text{H}_2\text{O}$ ), 1 g de Nitrato de potasio ( $\text{KNO}_3$ ) y 20 ml de ácido acético ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) concentrado (99%); transvase cuantitativamente a un matraz aforado de un litro y complete a volumen con agua destilada.
- ☉ Solución reguladora B. Se requiere cuando la concentración de  $\text{SO}_4$  es menor de 10 mg/L. En un vaso de precipitados de un litro agregue 500 ml de agua dd. Disuelva 30g de cloruro de magnesio hexa hidratado ( $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ), 5 g de acetato de sodio ( $\text{NaOOCCH}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ ), 1 g de nitrato de potasio ( $\text{KNO}_3$ ), 0.111 g de sulfato de sodio ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) y 20 ml de ácido acético ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) concentrado (99%); transvase cuantitativamente a un matraz aforado de un litro y complete a volumen con agua dd.
- ☉ Cloruro de bario. Cristales de malla 20 a 30. Se produce turbiedad uniforme empleando este rango de mallas y con la solución reguladora adecuada.
- ☉ Solución estandar de sulfato. Esta solución puede ser preparada de la siguiente forma (1 ml = 0.1 mg de  $\text{SO}_4$ ). Diluya 10.4 ml de solución estandar de ácido sulfúrico 0.02 N (utilizada en determinación de alcalinidad), hasta 100 ml con agua dd.
- ☉ Solución madre. En un matraz aforado de un litro disuelva 0.1479 g de sulfato de sodio ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) anhidro y complete a volumen con agua dd.

Los datos obtenidos de la curva de valoración de la Solución Reguladora de Sulfatos se relacionan en el formato R03-01-23

## PROCEDIMIENTO

Tome 100 ml de muestra a analizar

□

añada 5 ml de la solución reguladora de sulfatos adecuada (a ó B) con una pipeta aforada

□

Lea la turbiedad inicial de la muestra en el turbidímetro y anótela

□

Coloque la muestra en el agitador magnético y adicione una cucharada de cloruro de bario espere un minuto

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D	Pág. 73 de 82

□

deje reposar la muestra por 5 min

□

Tome nuevamente la turbiedad y anótela

### CALCULOS

Para realizar los cálculos es necesario realizar la curva de calibración con soluciones de concentración conocida de 0 a 40 ppm de  $SO_4^{2-}$ . Los valores obtenidos se grafican y se les determina el valor R y la ecuación respectiva.

$$SO_4 = \frac{TF - V_c}{V_c}$$

TF= turbiedad inicial – turbiedad final

Vc= Valor dado en la curva de calibración

### RECOMENDACIONES

- Analice las muestras inmediatamente después de la toma de muestras
- Por cada lote de muestras que se analice, se deben correr por lo menos un patrón para confirmar la validez de la curva de calibración
- Construya una curva de calibración cada vez que prepare reactivos nuevos.

### VALORES DE REFERENCIA

Los valores admisibles de sulfatos van hasta 250 mg de  $SO_4^{2-}/L$  para aguas potables según la resolución 2115 del 22 de Junio de 2007 del Ministerio de la Protección Social.

### OBSERVACIONES

El control del gasto de la Solución reguladora de Sulfatos se lleva mediante el formato R03-01-09

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D	Pág. 74 de 82

## ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D	Pág. 75 de 82

## 17. ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS

### FUNDAMENTO

El agua es el hábitat natural de numerosas especies animales y vegetales, desde las minúsculas bacterias, hasta las enormes ballenas, pasando por los protozoarios, moluscos, batracios, peces, etc. La diversidad y el tipo de especies animales y vegetales presentes en una fuente de agua, son indicativos de la calidad de la misma. Sin embargo, el agua también puede ser portadora de microorganismos que son agentes de enfermedades para los humanos, como algunos tipos de bacterias, virus, protozoarios, huevos y larvas.

En el análisis microbiológico de las aguas no se buscan directamente las bacterias o los virus patógenos, por el peligro de su cultivo. Se buscan microorganismos llamados centinelas, que no son patógenos en sí, pero que siempre están presentes en las heces fecales humanas y animales y por tanto son indicadores de la presencia de organismos patógenos.

El adecuado monitoreo de la calidad bacteriológica es la única forma de garantizar agua microbiológicamente segura. El análisis microbiológico del agua nos permite detectar organismos indicadores de contaminación bacteriológica de las aguas son los coliformes totales y la E. Coli, que son portadores de enfermedades infecciosas y la sola presencia de dichos organismos, sin importar el número, es indicativa de contaminación microbiológica de las aguas, lo que las hace no aptas para consumo humano.

**Bacterias Coliformes totales.** Cuando se utiliza la técnica enzimática, el grupo Coliforme total, se define como toda bacteria que posea la enzima B-D galactosidasa; la cual tiene la propiedad de abrir el substrato cromogénico, resultando en la liberación del comógeno.

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D	Pág. 76 de 82

Los substratos cromogénicos tales como Orto-nitrofenil-B-D-galactopiranosido (ONPG) es utilizado para detectar la enzima B-D-galactosidasa, la cual es producida por las bacterias Coliformes totales. Esta enzima hidroliza el sustrato y produce un cambio de color, lo cual indica una prueba positiva para Coliformes totales en 24 horas, sin procedimientos adicionales.

Escherichia coli. Cuando se utiliza la técnica enzimática, la E. coli es definida, como toda bacteria que da respuesta positiva al grupo Coliforme total y además posee la enzima B-gluconidasa, la cual tiene la propiedad de abrir el sustrato fluorogénico, resultando en la liberación de un fluorógeno.

Un sustrato fluorogénico tal como 4-metil-umbeliferil-B-D-gluconido (MUG) es utilizado para detectar la enzima B-gluconidasa, la cual es producida por E. Coli. La enzima B-gluconidasa hidroliza el sustrato y da un producto fluorescente cuando es revelado bajo luz ultravioleta de onda larga (366 nm). La presencia de fluorescencia indica una prueba positiva para E. coli.

## MÉTODO

### SUBSTRATO DEFINIDO: COLITAG (TÉCNICA PRESENCIA / AUSENCIA)

El test de Colitag es un test de presencia/ausencia para la detección simultánea de coliformes totales y E. Coli en el análisis de aguas y en el caso particular para determinar la calidad higiénica del agua potable en la Planta de Tratamiento y en Red de Distribución.

### FUNDAMENTO:

El Colitag es un reactivo de sustrato cromogénico aprobado por la U.S. Environmental Protection Agency (EPA) y validado por el Instituto Nacional de Salud, que ofrece un método seguro, sencillo, rápido y preciso para detectar bacterias indicadoras de contaminación fecal en agua: Coliformes Totales, E. coli Mug (+) y E. coli Mug (-), Coliformes fecales.

En tan sólo 24 horas, permite identificar la presencia en agua de estas bacterias, incorporando dos procesos para este análisis:

1. ONPG que indica la presencia de betagalactosidasa (única característica general de las bacterias coliformes cuando usan lactosa para producir gas o ácido)
2. MUG que indica la presencia de beta-gluconidasa (característica única de las bacterias E. coli MUG (+))
3. INDOL para identificar la presencia de E coli MUUG (-) no detectadas por los dos procesos anteriores.

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D	Pág. 77 de 82

## PROCEDIMIENTO

Llene el frasco esterilizado con 100 ml de muestra

□

Tomar una cápsula del reactivo Colitag, golpear suavemente para asegurarse que todos los gránulos estén en el fondo y doblar la parte superior hasta que se rompa y se abra.

□

Adicione el reactivo a la muestra de agua en el recipiente estéril, en condiciones asépticas

□

Cierre el frasco asépticamente y agite hasta disolver completamente el medio de cultivo

□

Incube durante 24 horas a 35 °C +/- 0.5 °C

□

Lea el resultado a las 24 horas, verificando cambios de color en el medio de cultivo a amarillo.

□

NO: Muestra negativa para coliformes totales SI:  
Muestra positiva para coliformes totales.



Verifique la fluorescencia utilizando la Lámpara de luz UV de 366 nm.

NO: Muestra negativa para E coli MUG (+)

SI: Muestra positiva para E coli MUG (+)

## INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

### Coliformes totales

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
	Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D

- ☉ Al cabo de 24 horas de incubación a la temperatura especificada, examine los frascos en busca de un cambio de color. El substrato ONPG es hidrolizado por la enzima bacteriana produciendo un cambio de color (de transparente a amarillo).
- ☉ COLIFORMES TOTALES: Cualquier cambio de color a amarillo, confirma la presencia de coliformes totales.
- ☉ COLI: Comprobar si hay fluorescencia en el caldo, colocando los frascos sobre la luz de una lámpara ultravioleta (366 nm) Observación: Proteger los ojos de la luz UV directa. Una fluorescencia azul indica la presencia de E. Coli (Reacción MUG). Para confirmar la presencia de E. Coli en el recipiente con fluorescencia positiva, añadir 2.5 ml de reactivo de Kovacs (Reacción de indol). Un anillo de color rojo confirma la presencia de E. Coli.
- ☉ NEGATIVO: Sin cambio de color. El caldo permanece transparente indicando la ausencia de coliformes y E. Coli.

MICROORGANISMO	CAMBIO DE COLOR A AMARILLO	FLUORESCENCIA	REACCIÓN INDOL
COLIFORMES TOTALES	+	-	-
E. COLI	+	+	+
NEGATIVO	Sin cambio de color		

### REPORTE DE RESULTADOS

Reporte los resultados de la prueba como Coliformes totales y E. coli presentes o ausentes en 100 ml de muestra.

### INTERFERENCIAS

- ☉ Alta turbiedad

### RECOMENDACIONES

- ☉ Cuando el agua llegue con alta turbiedad, es conveniente hacer diluciones con agua destilada estéril
- ☉ Si la muestra tiene un color de fondo, se deben comparar frascos, que contienen muestra con medio de cultivo inoculado, contra un blanco de control de la misma muestra de agua

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D	Pág. 79 de 82

- ☉ Todas las muestras procesadas (tanto positivas como negativas) deben ser tratadas antes de desechar así: 1- Autoclavando el material a 15 libras por 120°C por 30 minutos ó 2- Por inmersión de los frascos (ligeramente destapados para permitir el contacto de la solución con el medio de cultivo y la muestra) en una solución de hipoclorito al 20% por mínimo 30 minutos
- ☉ Inicie las determinaciones bacteriológicas de muestras de agua inmediatamente después de la recolección, para evitar cambios en la misma. Si las muestras no pueden ser analizadas dentro de la hora siguiente a la recolección, utilizar para almacenarlas una nevera durante el transporte al laboratorio. El tiempo que puede transcurrir entre el muestreo y el inicio del análisis es de 6 horas, y el lapso máximo de tiempo que puede transcurrir entre la recolección y el inicio del examen no debe exceder de 24 horas, manteniendo las muestras en refrigeración

### VALORES DE REFERENCIA

Los valores admisibles en agua potable es de 0 microorganismos/100 ml de muestra, según la resolución 2115 del 22 de Junio de 2007 del Ministerio de la Protección Social.

### MÉTODO COLITAG - TÉCNICA NMP CON TUBOS

Esta prueba de la técnica de NMP con tubos se realiza para la determinación del número más probable de microorganismos (Coliformes totales y E. Coli) en agua cruda ya que es un resultado indispensable para el reporte al Sistema único de Información (SUI)

### PROCEDIMIENTO PARA SERIE DE 15 TUBOS

Prepare el medio de cultivo necesario con agua destilada estéril  
(dos paquetes en 200 ml de agua) y agite hasta disolver

□

Dispense 10 ml del medio en cada uno de los 15 tubos

□

Con pipeta estéril dispense 10 ml de muestra en cada tubo de la primera serie,  
1 ml en la segunda y 0.1 ml en la tercera (cada serie es de 5 tubos)

□

Incube durante 24 horas a 35 °C +/- 0.5 °C

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
	Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D

□

Lea el resultado a las 24 horas, verificando cambios de color a amarillo.

□

Cuenta los tubos positivos para determinar el número más probable.

Recurra al Standard Methods sección 9221C.

## INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

### Coliformes totales

- ☉ Al cabo de 24 horas de incubación a la temperatura especificada, examine los tubos en busca de un cambio de color. El substrato ONPG es hidrolizado por la enzima bacteriana produciendo un cambio de color (de transparente a cualquier tonalidad amarilla).
- ☉ Si no observa color amarillo en ninguno de los tubos, significa que la prueba es negativa para Coliformes totales.

### E. coli

- ☉ Examine los tubos que hayan presentado una reacción positiva para Coliformes totales, para determinar si además hay fluorescencia. Para ello coloque los tubos bajo la lámpara de luz ultravioleta de 366 nm. Considere los tubos con una fluorescencia mayor o igual que la fluorescencia del comparador como positivas para E. coli.
- ☉ Si la fluorescencia de algunos tubos es cuestionable, incube por 4 horas adicionales (hasta 28 h), los tubos con una fluorescencia intensificada se consideran positivos para E. coli.
- ☉ Si no se observa fluorescencia en ningún tubo, significa que la prueba es negativa para E. coli.

MICROORGANISMO	CAMBIO DE COLOR A AMARILLO	FLUORESCENCIA
MICROORGANISMO	CAMBIO DE COLOR A AMARILLO	FLUORESCENCIA
COLIFORMES TOTALES	+	-
E. COLI	+	+
NEGATIVO	Sin cambio de color	

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D	Pág. 81 de 82

## REPORTE DE RESULTADOS

Para determinar la concentración de Coliformes totales y E. coli en 100 ml, calcule el NMP comparando el número de tubos que den resultados positivos tanto para Coliformes totales como para E. coli con las tablas de estimación bacteriana descritas en el capítulo 9 sección 9221C del Standard Methods según la serie de tubos utilizada.

## REGISTROS DE INFORMACIÓN

Los registros que se generan de los datos obtenidos de las pruebas (ya sean pruebas realizadas en Planta de tratamiento de los diferentes tanques de almacenamiento, agua cruda, muestras de red de distribución) y de los controles que se llevan del gasto de algunos reactivos se relacionan a continuación:

Código del Registro	Nombre del Registro
R03-03-01	Recepción de muestras
R03-03-02	Informe toma de muestras en red de distribución
R03-03-03	Resultados de Red de distribución
R03-03-04	Resultados por muestra de Red de Distribución
R03-03-05	Control Ácido Sulfúrico 0.02 N
R03-03-06	Control E.D.T.A. 0.01 M
R03-03-07	Control Nitrato de Plata 0.0141 N
R03-03-08	Control Solución Reguladora de Sulfatos

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Roza G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--

	<b>MANUAL DE PROCEDIMIENTOS EN EL LABORATORIO DE CONTROL DE AGUA POTABLE</b>			<b>M03-03-01</b>
Subsistema Emisor Subgerencia Técnico Operativa	Fecha de Emisión 01-Sep-08	Fecha último cambio 01-Agos-17	L/C: D	Pág. 82 de 82

### BIBLIOGRAFÍA

Análisis de Agua para consumo humano. Manual de Procedimientos. Primera edición. Ministerio de Salud. Instituto Nacional de Salud. Bogotá D.C., Colombia, 1998.

Decreto 1575/07. Bogotá D.C. Ministerio de Protección Social. Colombia, 9 de mayo de 2007.

Guidelines for drinking water quality. First Addendum to third edition Vol. 1. World Health Organization (WHO)

Resolución 2115/07. Bogotá D.C. Ministerio de Protección Social. Colombia, 22 de junio de 2007.

Elaborado por: Ing. Carlos Augusto Murcia Subgerente Técnico Operativo Dra. Diana Marcela Rozo G. Profesional Universitario.	Revisado por: Paola Cortés Jefe de Control Interno	Aprobado por: Dr. Ernesto Forero Clavijo Gerente General
--	--	--