



## DIRECCIÓN DE

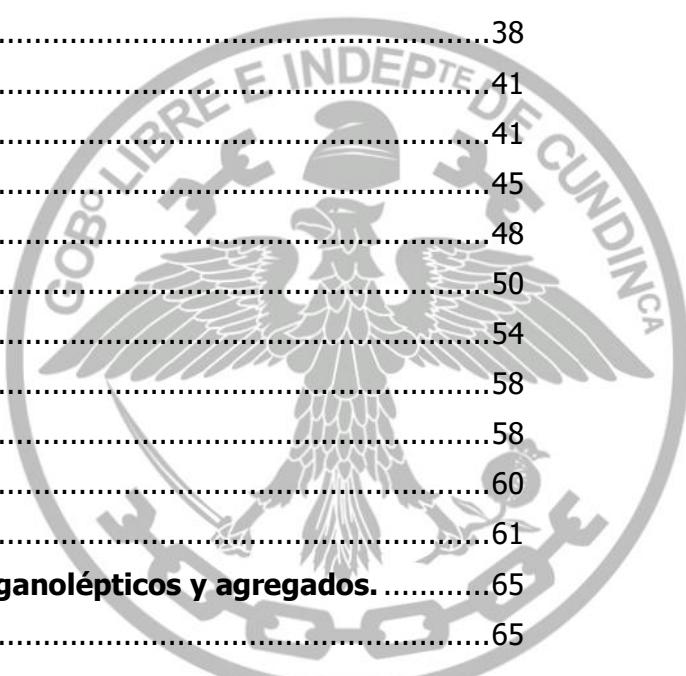
Aseguramiento de la Prestación del  
Servicio

 **#EPCPrimeroenAgua**

# GUÍA CALIDAD DEL AGUA PARA EL CONSUMO HUMANO- LABORATORIO MÓVIL

## Contenido

1. Responsable del documento .....	4
2. Objetivo.....	4
3. Alcance.....	4
4. Normatividad .....	4
5. Definiciones .....	5
6. METODOLOGÍAS PARA DETERMINACIÓN DE PARAMETROS FISICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DEL AGUA POTABLE.....	5
<b>6.1 Determinación de Constituyentes Inorgánicos No- Metálicos.....</b>	<b>6</b>
<b>6.1.1 CLORO LIBRE .....</b>	<b>6</b>
<b>6.1.2 CLORURO.....</b>	<b>10</b>
<b>6.1.3 FLUORURO .....</b>	<b>15</b>
<b>6.1.4 FOSFATO.....</b>	<b>19</b>
<b>6.1.5 NITRATOS.....</b>	<b>23</b>
<b>6.1.6 NITRITO .....</b>	<b>27</b>
<b>6.1.7 OXIGENO DISUELTO .....</b>	<b>31</b>
<b>6.1.8 pH (Potencial de hidrogeno) .....</b>	<b>32</b>
<b>6.1.9 SULFATO .....</b>	<b>38</b>
<b>6.2 Determinación de Metales.....</b>	<b>41</b>
<b>6.2.1 ALUMINIO .....</b>	<b>41</b>
<b>6.2.2 CALCIO .....</b>	<b>45</b>
<b>6.2.3 COBRE .....</b>	<b>48</b>
<b>6.2.4 HIERRO .....</b>	<b>50</b>
<b>6.2.5 MANGANESO .....</b>	<b>54</b>
<b>6.2.6 MAGNESIO.....</b>	<b>58</b>
<b>6.2.7 MOLIBDENO .....</b>	<b>58</b>
<b>6.2.8 NÍQUEL.....</b>	<b>60</b>
<b>6.2.9 ZINC .....</b>	<b>61</b>
<b>6.3 Determinación de parámetros físicos, organolépticos y agregados.....</b>	<b>65</b>
<b>6.3.1 ALCALINIDAD.....</b>	<b>65</b>



<b>6.3.2 COLOR APARENTE .....</b>	70
<b>6.3.3 CONDUCTIVIDAD .....</b>	74
<b>6.3.4 DUREZA TOTAL, CALCIO Y MAGNESIO.....</b>	77
<b>6.3.5 GUSTO O SABOR .....</b>	82
<b>6.3.6 OLOR.....</b>	84
<b>6.3.7 TURBIDEZ.....</b>	87
<b>6.3.8 TEMPERATURA .....</b>	90
<b>6.3.9 CARBONO ORGÁNICO TOTAL (TOC).....</b>	91
<b>6.4 Determinación de parámetros Microbiológicos (Microorganismos patógenos).....</b>	94
<b>6.4.1 COLIFORMES TOTALES Y ESCHERICHIA COLI.....</b>	94
<b>7. PRUEBA DE TRATABILIDAD.....</b>	96
<b>7.1 Ensayo de jarras.....</b>	96



## 1. Responsable del documento

Director de Aseguramiento del Servicio.

## 2. Objetivo

Establecer las metodologías para la determinación de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en el laboratorio móvil de Empresas Públicas de Cundinamarca S.A E.S.P.

## 3. Alcance

Esta guía establece las metodologías aplicadas en el laboratorio móvil para la determinación de parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua, y comunicar a los prestadores de servicios públicos del departamento, los resultados obtenidos en los correspondientes análisis de caracterización del agua potable suministrada a la población.

## 4. Normatividad

- Ley 142 de 1994, por la cual se establece el régimen de los servicios públicos domiciliarios y se dictan otras disposiciones.
- Ley 689 de 2001, por la cual se modifica parcialmente la ley 142 de 1994.
- Resolución 0330 de 2007, por la cual se adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico – RAS.
- Resolución 2115 de 2007, por medio de la cual se señalan características, instrumentos básicos y frecuencias del sistema de control y vigilancia para la calidad del agua para consumo humano.
- Decreto 1575 de 2007, por el cual se establece el Sistema para la Protección y Control de la Calidad del Agua para Consumo Humano.
- Concepto CRA 36941 de 2008, Consulta sobre el control de calidad de agua luego de pasar por la fase de limpieza.
- Resolución 082 de 2009, por medio de la cual se adoptan unos formularios para la práctica de visitas de inspección sanitaria a los sistemas de suministro de agua para consumo humano.
- NTC 3903 de 2010, procedimiento para el método de jarras en la coagulación-flocculación del agua.

- Constitución Política de Colombia, Capítulo 5; Artículos 365 al 370, de la finalidad social del Estado y de los Servicios Públicos.

## 5. Definiciones

Las siguientes definiciones son tomadas de la normatividad vigente; Resolución 2115 de 2007, Decreto 1575 de 2007 y NTC 3903.

**Análisis físico y químico del agua:** Procedimientos de laboratorio que se efectúan a una muestra de agua para evaluar sus características físicas y químicas.

**Análisis microbiológico del agua:** Procedimientos de laboratorio que se efectúan a una muestra de agua para consumo humano para evaluar la presencia o ausencia de microorganismos.

**Calidad del agua:** Es el resultado de confrontar las características físicas, químicas y microbiológicas del agua, con lo estipulado en las normas vigentes que regulan la materia.

**Ensayo de Jarras:** Procedimiento para la evaluación de un tratamiento para reducir el material disuelto del agua mediante coagulación-floulación química y sedimentación mediante la gravedad, además evaluar los parámetros de color y turbidez.

**IRCA:** Índice de Riesgo de la Calidad del Agua para consumo humano.

**Laboratorio móvil:** Unidad definida por Empresas Públicas de Cundinamarca para la atención a los prestadores del departamento, mediante el análisis de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua potable que suministran a la población.

**Metodologías:** Son los procedimientos de laboratorio que se efectúan para determinar características del agua.

## 6. METODOLOGÍAS PARA DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS DEL AGUA POTABLE.

A continuación, se encuentran especificadas las metodologías a seguir para determinar la presencia de diferentes compuestos en el agua potable, que representan un nivel de riesgo para la salud pública.

## **6.1 Determinación de Constituyentes Inorgánicos No- Metálicos**

### **6.1.1 CLORO LIBRE**

#### **6.1.1.1 Referencia Visocolor**

En la determinación del Cloro libre se registra el bromo, la bromoamina, cloramina, el yodo, y en parte del dióxido de cloro. Los compuestos oxidantes simulan el cloro libre.

Los tubos de medida, deben lavarse repetida y cuidadosamente. El principio químico empleado en el análisis de cloro libre, es la reacción de éste a un pH de 5-6 con N,N-dietil-1,4-fenilendiamida (DPD) formando un complejo rojo-violeta.

#### **Objetivo:**

Determinar las características químicas (nivel de cloro libre) en el agua suministrada a la población por parte de los prestadores de servicios públicos de agua potable y saneamiento básico, para garantizar la calidad de esta.

#### **Alcance:**

Comunicar a los servidores de servicios públicos, los resultados obtenidos en los correspondientes controles de calidad y caracterización del agua potable suministrada a la población. En caso de déficit en la calidad de la misma, se reportar a las autoridades correspondientes.

#### **Área o dependencia responsable:**

Dirección de aseguramiento de la prestación.

#### **Generalidades, observaciones o políticas:**

Determinación fotométrica con N,N-dietil-1,4-fenilendiamida (DPD), empleando el Fotómetro Nanocolor 500D y el kit de análisis para cloro libre **VISOCOLOR ECO**, todo esto con el fin de asegurar el cumplimiento de lo estipulado en la resolución 2115 de 2007.

#### **Metodología:**

El cloro libre reacciona a un valor de pH de 5-6 con la N,N-dietil-1,4-fenilendiamida (DPD) formando un colorante rojo-violeta.



La temperatura de la muestra de agua debe estar comprendida entre 10 y 50°C, en la determinación del Cloro libre se registra el bromo, la bromoamina, la cloro amina, el yodo y en parte el dióxido de cloro. Para contenidos de cloro superiores a 10mg/L puede destruirse el colorante rojizo formado y es posible obtener resultados inferiores.

**Rango (mg /L Cl<sub>2</sub>):** 0,05-6 mg/L Cl<sub>2</sub>

**Temperatura de reacción:** 25°C

**Contenido del Kit de medición:** 28 g Cl<sub>2</sub>-1, 30 mL Cl<sub>2</sub>-2, 1 cuchara medidora 85 mm, 1 jeringa de 5 mL. **Accesorios requeridos:** Tubo de test de 16 mm DE, micropipeta de 1000 µL, fotómetro.

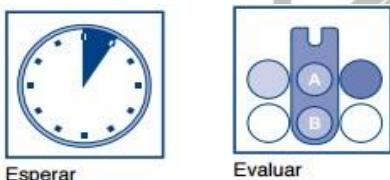
- Para la determinación de cloro libre en agua potable; inicialmente se debe lavar el tubo test de 16 mm DE con la solución de muestra (pH 4-8) y posteriormente se adiciona 5 ml de la solución de muestra.



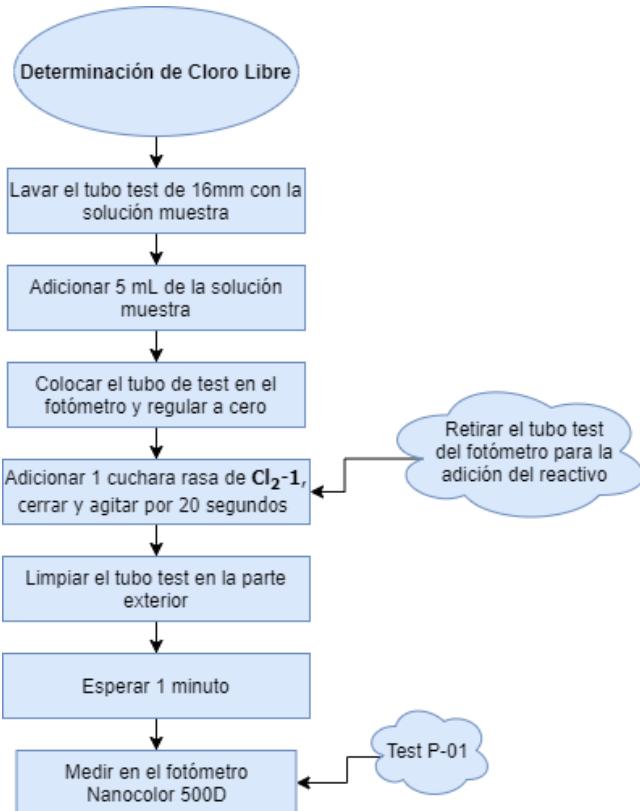
- Colocar el tubo de test en el fotómetro y regular este a cero, luego adicionar 1 cuchara medidora rasa de Cl<sub>2</sub>-1, cerrar y agitar intensamente durante 20 s.



- Limpiar el tubo test por la parte exterior y luego de 1 min medir en el fotómetro.



- Una vez se realizó la medición, los tubos de medida deben lavarse repetidamente y cuidadosamente, ya que si quedan residuos de Cl<sub>2</sub>-1, pueden causar valores demasiado altos de Cloro libre.



### 6.1.1.2 Referencia Nanocolor

Determinación de Cloro libre y cloro total mediante el uso de N,N-dietil-1,4- feniendiamina. La reacción de se debe desarrollar un pH de 5-6 con N,N-dietil-1,4-fenilendiamida (DPD) formando un complejo rojo-violeta.

#### Objetivo:

Determinar en nivel de cloro libre en el agua suministrada a la población por parte de los prestadores de servicios públicos de agua potable y saneamiento básico, para garantizar la calidad de esta.

#### Alcance:

Comunicar a los servidores de servicios públicos, los resultados obtenidos en los correspondientes controles de calidad y caracterización del agua potable suministrada a la población. En caso de déficit en la calidad de la misma, se reportará a las autoridades correspondientes.

#### Área o dependencia responsable:

Dirección de aseguramiento de la prestación

**Generalidades, observaciones o políticas:**

Determinación fotométrica con N,N-dietil-1,4-fenilendiamida (DPD), empleando el Fotómetro Nanocolor 500D y el kit de análisis para cloro **NANOCOLOR de referencia 918 16**, todo esto con el fin de asegurar el cumplimiento de lo estipulado en la resolución 2115 de 2007.

**Metodología:**

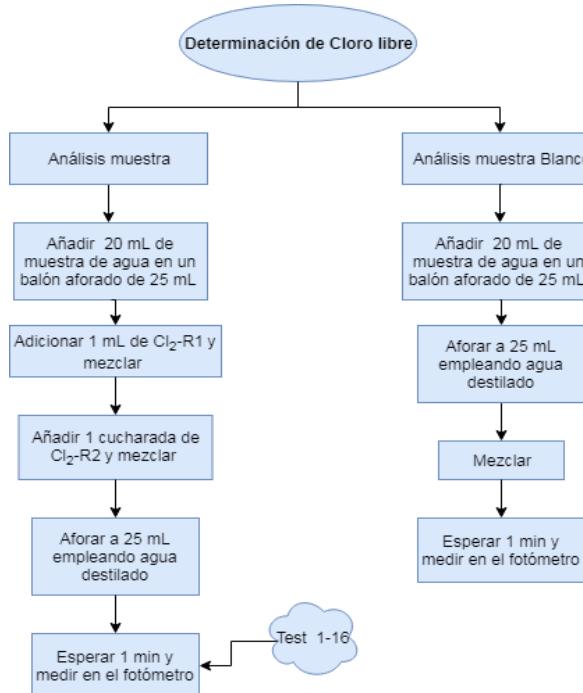
El cloro libre reacciona a un valor de pH de 5-6 con la N,N-dietil-1,4-fenilendiamida (DPD) formando un colorante rojo-violeta.

La temperatura de la muestra de agua debe estar comprendida entre 10 y 50°C, en la determinación del Cloro libre se registra el bromo, la bromoamina, la cloro amina, el yodo y en parte el dióxido de cloro.

<b>Rango de (mg/L Cl<sub>2</sub>)</b>	0,02-2,00	0,05-5,00	0,1-10,0
<b>Cubeta Rectangular</b>	50 mm	20 mm	10 mm
<b>Longitud de onda</b>	540 nm		
<b>Tiempo de reacción</b>	30 segundos		

**Contenido del Kit de medición:** 100 mL Cl<sub>2</sub>-R1, 20 g Cl<sub>2</sub>-R2, 20 mL Cl<sub>2</sub>-R3 cuchara medidora 85 mm. **Accesorios requeridos:** Balón aforado de 25 mL, micropipeta de 1000 µL, fotómetro.





## 6.1.2 CLORURO

### 6.1.2.1 Referencia Visocolor

Los iones de cloruro reaccionan con tiocianato de mercurio (II) para formar cloruro de mercurio (II) no disociado. El tiocianato libre forma con los iones de hierro (III) una coloración anaranjada. El bromuro, el cianuro, el yoduro, el sulfuro, el tiocianato y el tiosulfato interfieren, ya que reaccionan del mismo modo. No interfieren:  $\leq 2000 \text{ mg/L NO}_2^-$ ;  $\leq 20 \text{ mg/L F}$ .

#### Objetivo:

Determinar las características químicas (Cantidad de cloruros) en el agua suministrada a la población por parte de los prestadores de servicios públicos de agua potable y saneamiento básico, para garantizar la calidad de esta.

#### Alcance:

Comunicar a los servidores de servicios públicos, los resultados obtenidos en los correspondientes controles de calidad y caracterización del agua potable suministrada a la población. En caso de déficit en la calidad de la misma, se reportará a las autoridades correspondientes.

**Área o dependencia responsable:**

Dirección de aseguramiento de la prestación

**Generalidades, observaciones o políticas:**

La determinación fotométrica de iones cloruro en aguas superficiales, mediante el uso de tiocianato de mercurio y el kit de análisis para cloruros **VISOCOLOR ECO**, todo esto con el fin de asegurar el cumplimiento de lo estipulado en la resolución 2115 de 2007.

**Metodología**

**Rango:** 1,0- 60,0 mg/L Cl<sup>-</sup>

**Temperatura de reacción:** 20–25 °C

**Contenido del kit de reactivos:** 2x20 mL de Cl-1, 24 mL Cl-2

**Accesorios requeridos:** 1 Tubo de test, fotómetro, 1 jeringa de 5 mL.

- Llenar 1 tubo de test con 5 mL de la muestra de agua, usando la jeringa de 5 mL.
- Añadir 10 gotas de Cl-1 al tubo test previamente realizado. Cerrar y mezclar
- Añadir 10 gotas de Cl-2, cerrar el tubo y mezclar.



- Si la medición se hará cualitativamente por comparación visual: los tubos deben ser colocados en las Pos. B del comparador y desplazar el comparador hasta alcanzar la igualdad de color en la parte transparente. Los valores intermedios pueden interpolarse.



- Si la medición se hará analíticamente: Esperar 1 min y medir en el fotómetro

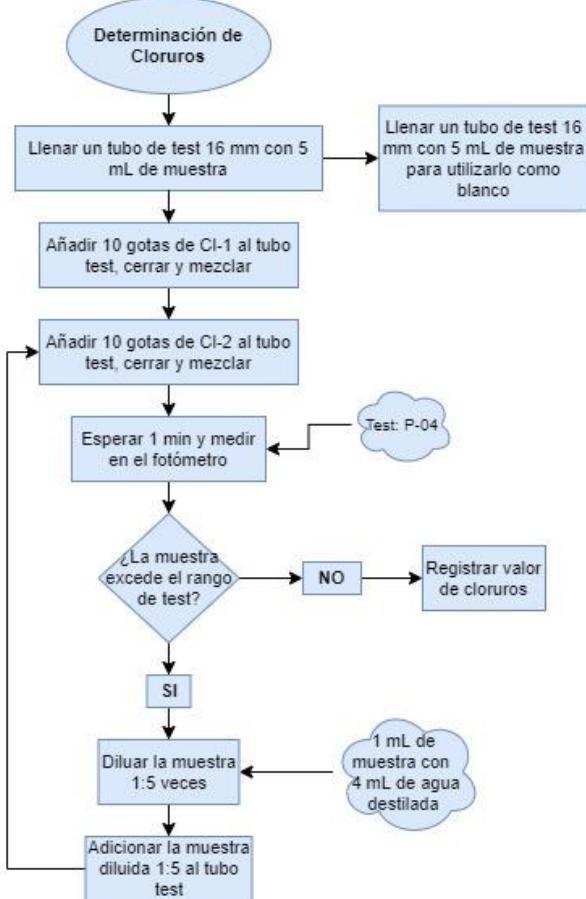
Si la concentración de cloros excede el rango del test (300 mg/L) la muestra se diluye 1:5 veces

- Llenar 1 tubo de test con 1 mL de la muestra de agua y adicionar 4 mL de agua destilada.
- Añadir 10 gotas de Cl-1 al tubo test previamente realizado. Cerrar y mezclar
- Añadir 10 gotas de Cl-2, cerrar el tubo y mezclar.
- Esperar 1 min y medir en el fotómetro.
- El valor de medida se multiplica por 5.

**Tabla de conversión:**

Valor medido mg/L Cl <sup>-</sup>	Concentración de cloruro (mg/L Cl <sup>-</sup> ) * 5
1	5
2	10
4	20
7	35
12	60
20	100
40	200
60	300





### 6.1.2.2 Referencia Nanocolor

Los iones de cloruro reaccionan con tiocianato de mercurio (II) para formar cloruro de mercurio (II) no disociado. El tiocianato libre forma con los iones de hierro (III) una coloración anaranjada. El bromuro, el cianuro, el yoduro, el sulfuro, el tiocianato y el tiosulfato interfieren, ya que reaccionan del mismo modo. No interfieren:  $\leq 20 \text{ mg/L F}$ .

#### Objetivo:

Determinar la concentración de cloruros en el agua suministrada a la población por parte de los prestadores de servicios públicos de agua potable y saneamiento básico, para garantizar la calidad de esta.

#### Alcance:

Comunicar a los servidores de servicios públicos, los resultados obtenidos en los correspondientes controles de calidad y caracterización del agua potable suministrada a la

población. En caso de déficit en la calidad de la misma, se reportará a las autoridades correspondientes.

**Área o dependencia responsable:**

Dirección de aseguramiento de la prestación

**Generalidades, observaciones o políticas:**

La determinación fotométrica de iones cloruro en aguas superficiales, mediante el uso de tiocianato de mercurio y el kit de análisis para cloruros **NANOCOLOR**, todo esto con el fin de asegurar el cumplimiento de lo estipulado en la resolución 2115 de 2007.

**Metodología**

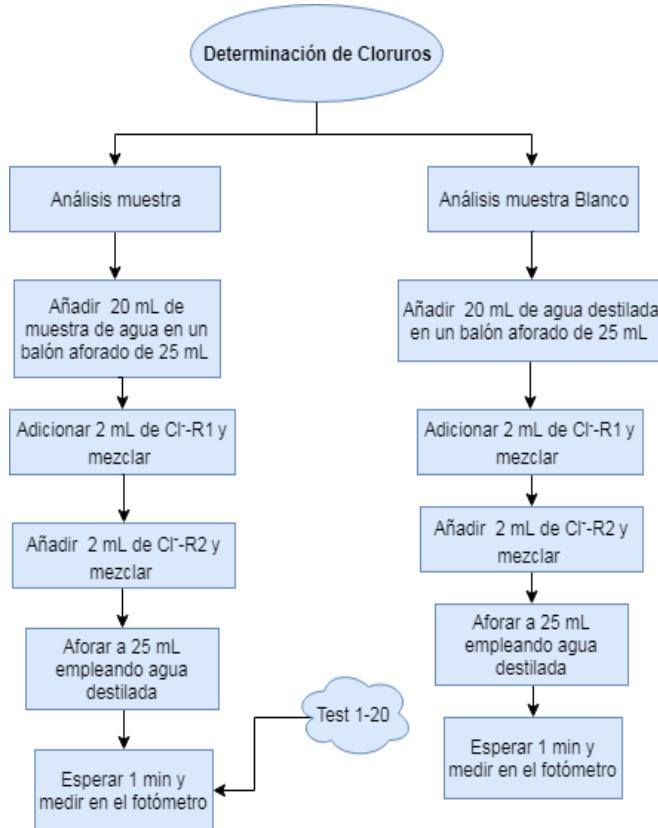
<b>Rango de (mg/L Cl<sup>-</sup>)</b>	0,2-20,0	1-125	1-125
<b>Cubeta Rectangular</b>	50 mm	20 mm	10 mm
<b>Longitud de onda</b>	470 nm		
<b>Tiempo de reacción</b>	60 segundos		

**Contenido del kit de reactivos:** 2x100 mL de Cl-R1, 2x100 mL

Cl-R2

**Accesorios requeridos:** Balón aforado de 25 mL, micropipeta de 1000 µL, fotómetro.





## 6.1.3 FLUORURO

### 6.1.3.1 Referencia Visocolor

Normalmente las aguas superficiales presentan una concentración de fluoruro inferior a 1 mg/L. El consumo de agua de alta concentración (superior a 2 mg/L de fluoruro) puede llevar a la fluorosis dental (manifestándose con manchas en el esmalte dental). Por otro lado, donde las concentraciones son inferiores a 0,5 mg/L, se observa un aumento de la incidencia de caries. La concentración de fluoruro optimizada en agua potable es de 1 mg/L.

#### Objetivo:

Determinar las características químicas (nivel de iones fluoruro) del agua suministrada a la población por parte de los prestadores de servicios públicos de agua potable y saneamiento básico, para garantizar la calidad de esta.

#### Alcance:

Comunicar a los servidores de servicios públicos, los análisis desarrollados y resultados obtenidos, en los correspondientes controles de calidad y caracterización del agua potable suministrada a la población. En caso de déficit en la calidad de la misma, se reportará a las autoridades correspondientes.

**Área o dependencia responsable:** Dirección de aseguramiento de la prestación.

**Generalidades, observaciones o políticas:**

Determinación fotométrica de los iones de fluoruro en aguas superficiales y potables, empleando el Fotómetro **Nanocolor 500 D**, mediante el uso de ácido 1,8-dihidroxi-2(4-sulfofenilazo) naftalin-3,6-disulfónico (SPADNS) presente en el kit de análisis para fluoruros **VISOCOLOR ECO**, todo esto con el fin de asegurar el cumplimiento de lo estipulado en la resolución 2115 de 2007.

**Metodología**

**Temperatura de reacción:** 20 – 25°C

**Rango (mg /L F<sup>-</sup>)**: 0,1 -2,0 mg /L F<sup>-</sup>

**Contenido del kit de reactivos:** 3 x 25 mL F<sup>-1</sup>, 1 jeringa de 5 mL, 1 jeringa de 1 mL.

**Accesorios requeridos:** Tubos de 16 mm DE, Fotómetro, jeringa de 1mL y de 5ml, micropipeta de 1000 µL.

**Blanco:**

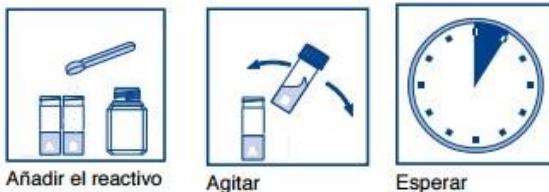
- Para la elaboración del blanco se adiciona 5 ml de agua destilada en un tubo de 16 mm DE.
- Al blanco se añade 0,5 ml de reactivo F<sup>-1</sup>, posteriormente se agita, se espera el tiempo de reacción (5 min) y seleccionar el método en el fotómetro.

**Muestra:**

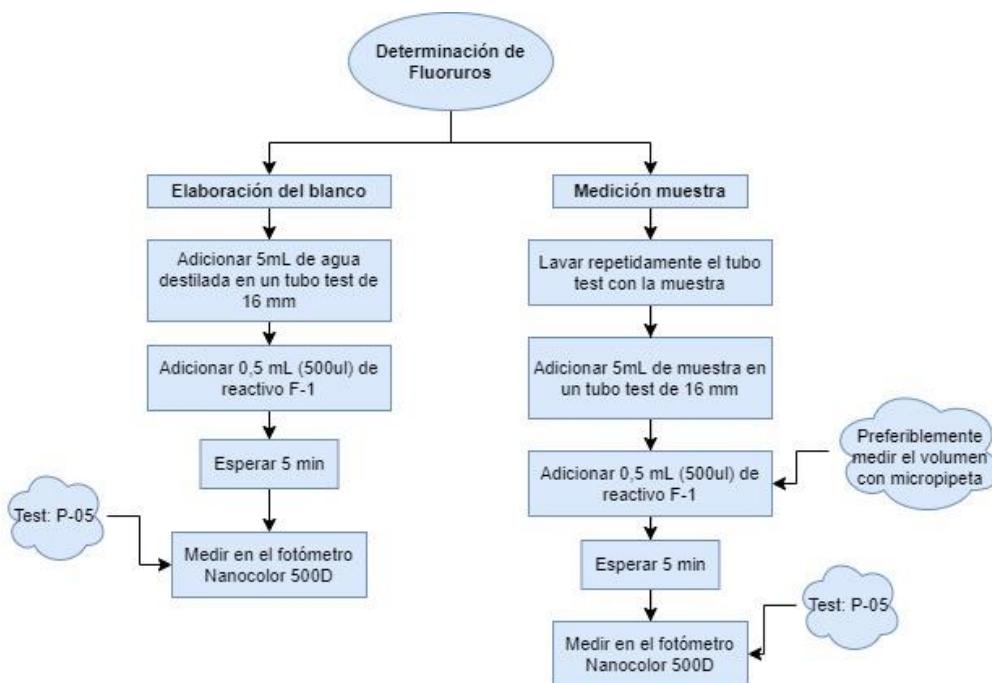
- Lavar repetidamente el tubo de reacción 16 mm DE con la solución de la muestra, introducir 5 ml de la muestra.



- Se añade 0,5 ml (500µL) de reactivo F<sup>-1</sup> y se agita esperando el tiempo de reacción específico para la prueba (5min)



- Medir la muestra en el fotómetro.



### 6.1.3.2 Referencia Nanocolor

Normalmente las aguas superficiales presentan una concentración de fluoruro inferior a 1 mg/L. El consumo de agua de alta concentración (superior a 2 mg/L de fluoruro) puede llevar a la fluorosis dental (manifestándose con manchas en el esmalte dental). Por otro lado, donde las concentraciones son inferiores a 0,5 mg/L, se observa un aumento de la incidencia de caries. La concentración de fluoruro optimizada en agua potable es de 1 mg/L.

## Objetivo:

Determinar el nivel de iones fluoruro en el agua suministrada a la población por parte de los prestadores de servicios públicos de agua potable y saneamiento básico, para garantizar la calidad de esta.

**Alcance:**

Comunicar a los servidores de servicios públicos, los análisis desarrollados y resultados obtenidos, en los correspondientes controles de calidad y caracterización del agua potable suministrada a la población. En caso de déficit en la calidad de la misma, se reportará a las autoridades correspondientes.

**Área o dependencia responsable:**

Dirección de aseguramiento de la prestación.

**Generalidades, observaciones o políticas:**

Determinación fotométrica de los iones de fluoruro en aguas superficiales y potables, empleando el Fotómetro **Nanocolor 500 D**, mediante el uso de ácido 1,8-dihidroxi-2(4-sulfofenilazo) naftalin-3,6-disulfónico (SPADNS) presente en el kit de análisis para fluoruros **NANOCOLOR**, todo esto con el fin de asegurar el cumplimiento de lo estipulado en la resolución 2115 de 2007.

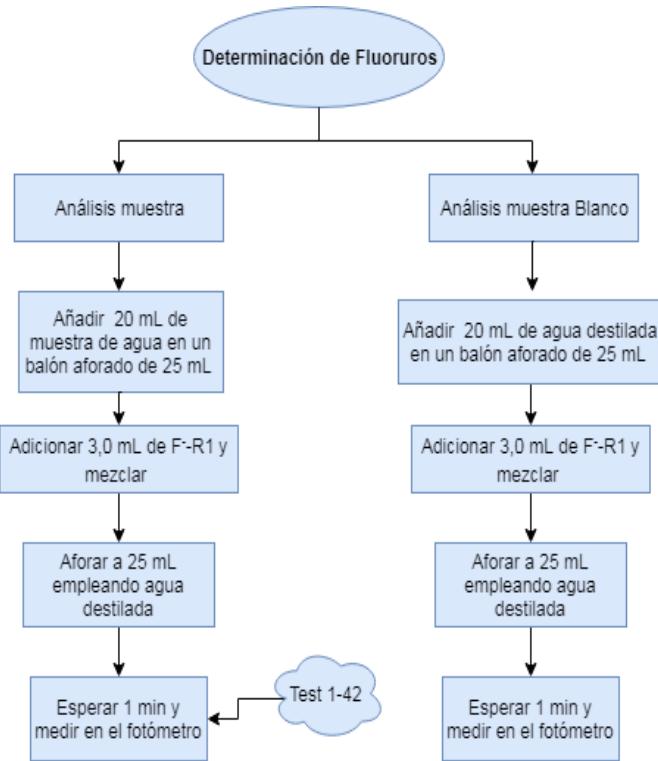
**Metodología**

<b>Rango (mg/L F<sup>-</sup>)</b>	0,05-2,00
<b>Cubeta Rectangular</b>	10 mm
<b>Longitud de onda</b>	585 nm
<b>Tiempo de Reacción</b>	5 min

**Contenido del kit de reactivos:** 8 x 75 mL F<sup>-</sup>R1

**Accesorios requeridos:** Balón aforado de 25 mL, micropipeta de 1000 µL, fotómetro.





## 6.1.4 FOSFATO

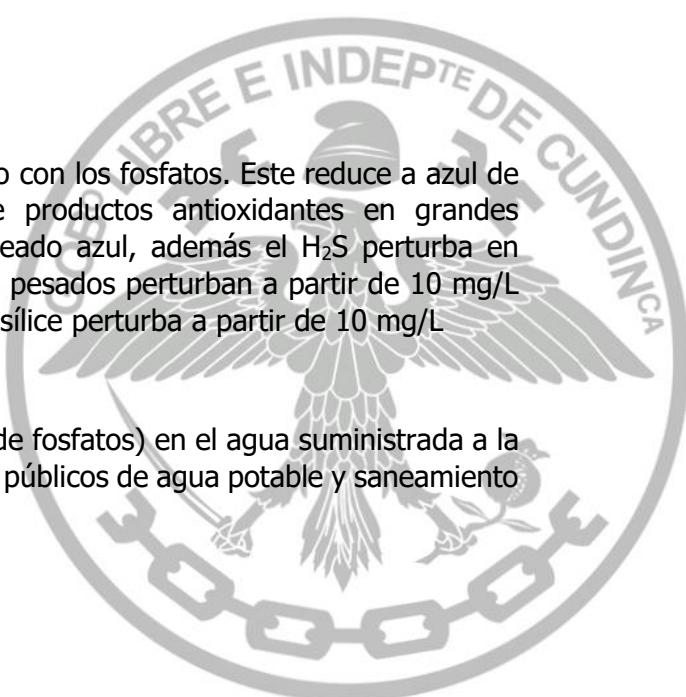
### 6.1.4.1 Referencia Visocolor

El molibdato de amonio forma ácido fosfomolibdico con los fosfatos. Este reduce a azul de fosfomolibdeno. Por otro lado, la presencia de productos antioxidantes en grandes cantidades evita la formación del complejo coloreado azul, además el  $H_2S$  perturba en concentraciones superiores a 2 mg/L. Los metales pesados perturban a partir de 10 mg/L reduciendo ligeramente la intensidad del color. La sílice perturba a partir de 10 mg/L

#### Objetivo:

Determinar las características químicas (Cantidad de fosfatos) en el agua suministrada a la población por parte de los prestadores de servicios públicos de agua potable y saneamiento básico, para garantizar la calidad de esta.

#### Alcance:



Comunicar a los servidores de servicios públicos, los resultados obtenidos en los correspondientes controles de calidad y caracterización del agua potable suministrada a la población. En caso de déficit en la calidad de la misma, se reportará a las autoridades correspondientes.

**Área o dependencia responsable:**

Dirección de aseguramiento de la prestación

**Generalidades, observaciones o políticas:**

La determinación fotométrica de Molibdeno se realiza con Ácido tioglicólico, mediante el uso del kit de análisis para fosfato **VISOCOLOR ECO**, todo esto con el fin de asegurar el cumplimiento de lo estipulado en la resolución 2115 de 2007.

**Metodología**

**Rango:** 0,2–5,0 mg/L PO<sub>4</sub> -P

**Tiempo de reacción:** 10 min

**Temperatura de reacción:** 20–25 °C

**Contenido del kit de reactivos:** 25 mL PO<sub>4</sub> -1, 25 mL PO<sub>4</sub> -2.

**Accesorios requeridos:** 2 tubo de test, fotómetro, jeringa de plástico de 5 mL, micropipeta de 1000 µL.

**Nota:** Adicionar reactivos únicamente en **UNO** de los dos tubos:

- Adicionar 5,0 mL de muestra en ambos tubos con tapón.
- Añadir 6 gotas de PO<sub>4</sub> -1 (en **UNO** de los dos tubos), cerrar y mezclar.
- Añadir 6 gotas de PO<sub>4</sub> -2, cerrar y mezclar. Esperar 10 min.



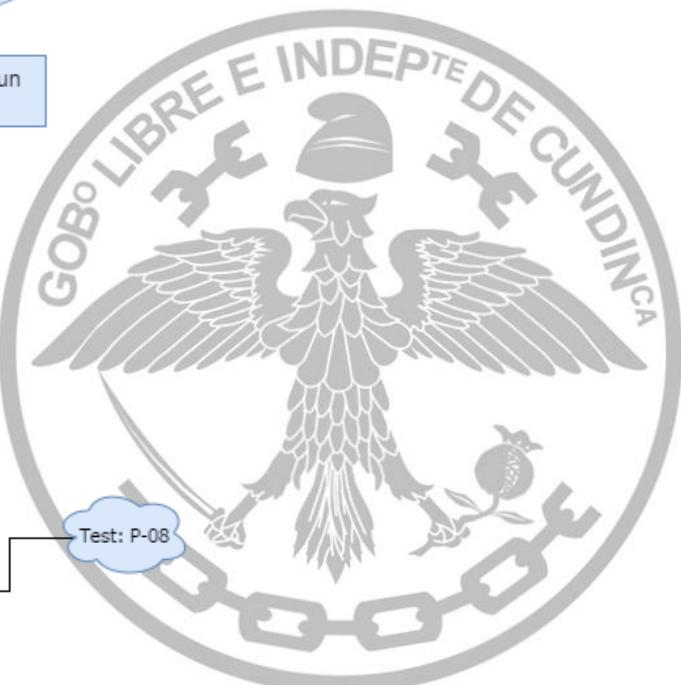
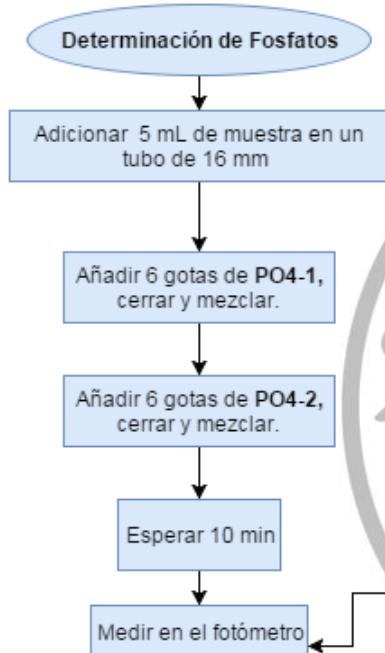
- Si la medición se hará cualitativamente por comparación visual: los tubos deben ser colocados en las Pos. B del comparador y desplazar el comparador hasta alcanzar la igualdad de color en la parte transparente. Los valores intermedios pueden interpolarse.



- Si la medición se hará analíticamente: Limpiar el tubo de test y medir en el fotómetro.

**Tabla de conversión:**

mg/L PO <sub>4</sub> P	mg/L PO <sub>43-</sub>	mg/L P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
0,2	0,6	0,5
0,3	0,9	0,7
0,5	1,5	1,1
0,7	2,1	1,6
1	3	2
2	6	5
3	9	7
5	15	12



#### 6.1.4.2 Referencia Nanocolor

El molibdato de amonio forma ácido fosfomolibdico con los fosfatos. Este se reduce a azul de fosfomolibdeno. Por otro lado, la presencia de productos antioxidantes en grandes cantidades evita la formación del complejo coloreado azul, además el H<sub>2</sub>S perturba en concentraciones superiores a 2 mg/L. Los metales pesados perturban a partir de 10 mg/L reduciendo ligeramente la intensidad del color. La sílice perturba a partir de 10 mg/L

**Objetivo:**

Determinar la cantidad de fosfatos en el agua suministrada a la población por parte de los prestadores de servicios públicos de agua potable y saneamiento básico, para garantizar la calidad de esta.

**Alcance:**

Comunicar a los servidores de servicios públicos, los resultados obtenidos en los correspondientes controles de calidad y caracterización del agua potable suministrada a la población. En caso de déficit en la calidad de la misma, se reportará a las autoridades correspondientes.

**Área o dependencia responsable:**

Dirección de aseguramiento de la prestación

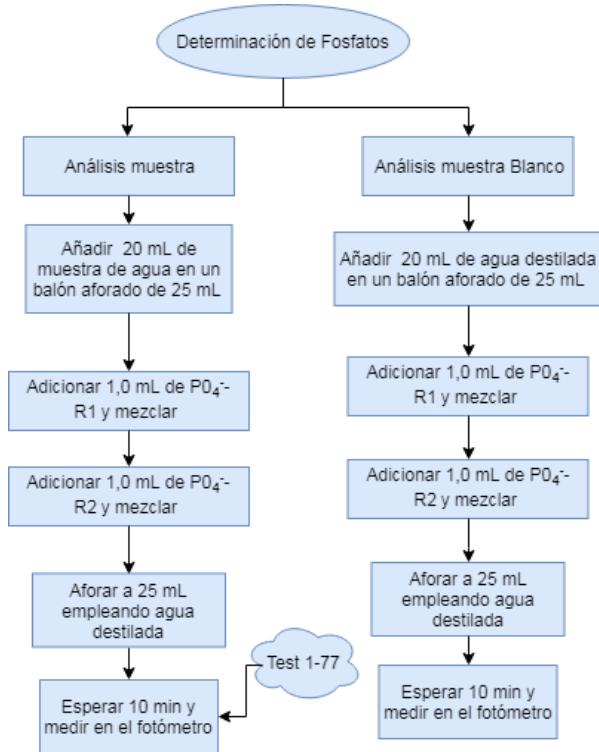
**Generalidades, observaciones o políticas:**

La determinación fotométrica de azul de fosfomolibdeno mediante el uso del kit **NANOCOLOR** de análisis para fosfato, todo esto con el fin de asegurar el cumplimiento de lo estipulado en la resolución 2115 de 2007. **4.2.5. Metodología**

Cubeta Rectangular	50 mm	20 mm	10 mm
<b>Rango (mg/L PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>)</b>	0,1-5,0	0,2-20,0	0,5-20,0
<b>Longitud de onda</b>	690 nm		
<b>Tiempo de reacción</b>	10 min		

**Contenido del kit de reactivos:** 2 X 100 mL PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> -R1, 2 X 100 mL PO<sub>4</sub><sup>3-</sup> -R2.

**Accesorios requeridos:** Balón aforado de 25 mL, micropipeta de 1000 µL, fotómetro.



## 6.1.5 NITRATOS

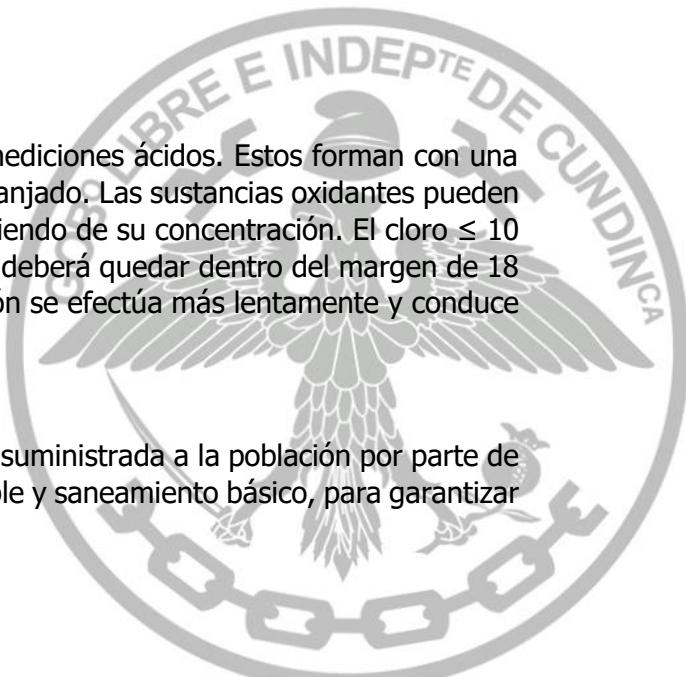
### 6.1.5.1 Referencia Visocolor

Los iones nitratos se reducen a iones nitritos en mediciones ácidos. Estos forman con una amina aromática un colorante azoico amarillo anaranjado. Las sustancias oxidantes pueden reducir los resultados, o inhibir la reacción dependiendo de su concentración. El cloro  $\leq 10$  mg/L no perturba los resultados. La temperatura deberá quedar dentro del margen de 18 a 30°C, ya que a temperaturas inferiores la reacción se efectúa más lentamente y conduce a resultados eficientes

#### Objetivo:

Determinar la cantidad de iones nitrato en el agua suministrada a la población por parte de los prestadores de servicios públicos de agua potable y saneamiento básico, para garantizar la calidad de esta.

#### Alcance:



Comunicar a los servidores de servicios públicos, los resultados obtenidos en los correspondientes controles de calidad y caracterización del agua potable suministrada a la población. En caso de déficit en la calidad de la misma, se reportará a las autoridades correspondientes.

**Área o dependencia responsable:**

Dirección de aseguramiento de la prestación

**Generalidades, observaciones o políticas:**

La determinación fotométrica de iones nitrato en aguas superficiales, mediante la formación de un colorante azoico amarillo anaranjado, cuando los iones de nitrato reducidos a nitrito reaccionan con aminas. Según lo estipulado en la resolución 2115 de 2007.

**Metodología**

**Rango:** 1,0- 120,0 mg/L  $\text{NO}_3^-$

**Temperatura de reacción:** 20–25 °C

**Contenido del kit de reactivos:** 30 mL  $\text{NO}_3$ -1, 5 g  $\text{NO}_3$ -2, 1 cuchara medidora de 70 mm.

**Accesorios requeridos:** 1 Tubo de test, fotómetro, 1 jeringa de 5 mL, 1 cuchara medidora de 70 mm, micropipeta de 1000  $\mu\text{L}$ .

- Adicionar 5 mL de muestra de agua en el tubo test.
- Añadir 5 gotas de  $\text{NO}_3$ -1, cerrar el tubo y mezclar.
- Añadir 1 cuchara medidora rasa de  $\text{NO}_3$ -2, cerrar el tubo y agitar fuertemente durante 1 min.



- Esperar durante 5 min.
- Si la medición se hará cualitativamente por comparación visual: los tubos deben ser colocados en las Pos. B del comparador y desplazar el comparador hasta alcanzar la igualdad de color en la parte transparente. Los valores intermedios pueden interpolarse.

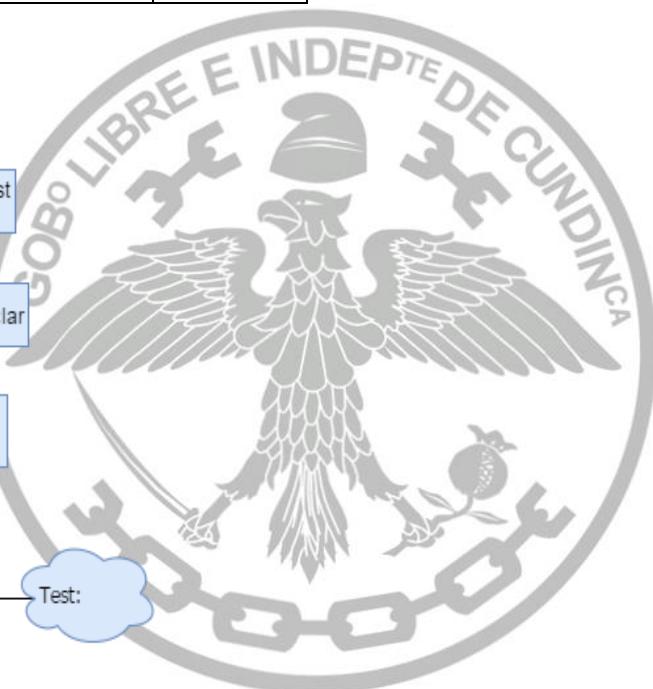
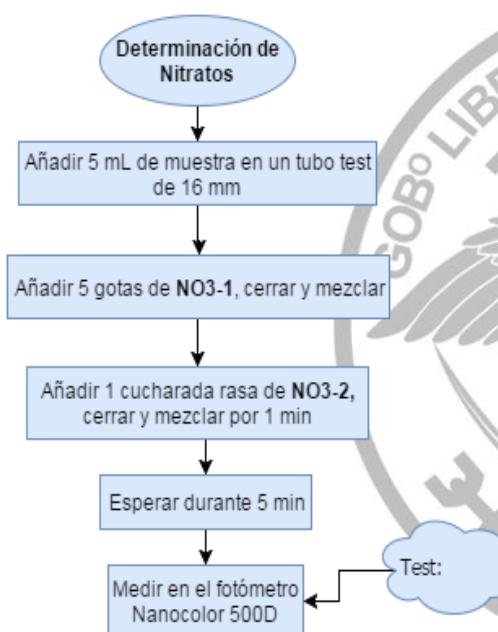




- Si la medición se hará analíticamente: medir en el fotómetro (**PF-12**)

**Tabla de conversión.**

mg/L NO <sub>3</sub> -	mg/L NO <sub>3</sub> -N (NitratoNitrógeno)	mmol/m <sup>3</sup>
1	0,2	16
3	0,7	48
5	1,1	81
10	2,3	160
20	4,5	320
30	6,8	480
50	11	810
70	16	1130
90	20	1450
120	27	1940



### 6.1.5.2 Referencia Nanocolor

Los iones nitratos se reducen a iones nitritos en medios ácidos. Estos forman con una amina aromática un colorante azoico amarillo anaranjado. Las sustancias oxidantes pueden reducir los resultados, o inhibir la reacción dependiendo de su concentración. El cloro  $\leq 10$  mg/L no perturba los resultados. La temperatura deberá quedar dentro del margen de 18 a 30°C, ya que a temperaturas inferiores la reacción se efectúa más lentamente y conduce a resultados eficientes.

**Objetivo:**

Determinar la cantidad de iones nitrato en el agua suministrada a la población por parte de los prestadores de servicios públicos de agua potable y saneamiento básico, para garantizar la calidad de esta.

**Alcance:**

Comunicar a los servidores de servicios públicos, los resultados obtenidos en los correspondientes controles de calidad y caracterización del agua potable suministrada a la población. En caso de déficit en la calidad de la misma, se reportará a las autoridades correspondientes.

**Área o dependencia responsable:**

Dirección de aseguramiento de la prestación

**Generalidades, observaciones o políticas:**

La determinación fotométrica de iones nitrato en aguas superficiales, mediante la formación de un colorante azoico amarillo anaranjado, cuando los iones de nitrato reducidos a nitrito reaccionan con aminas. Según lo estipulado en la resolución 2115 de 2007.

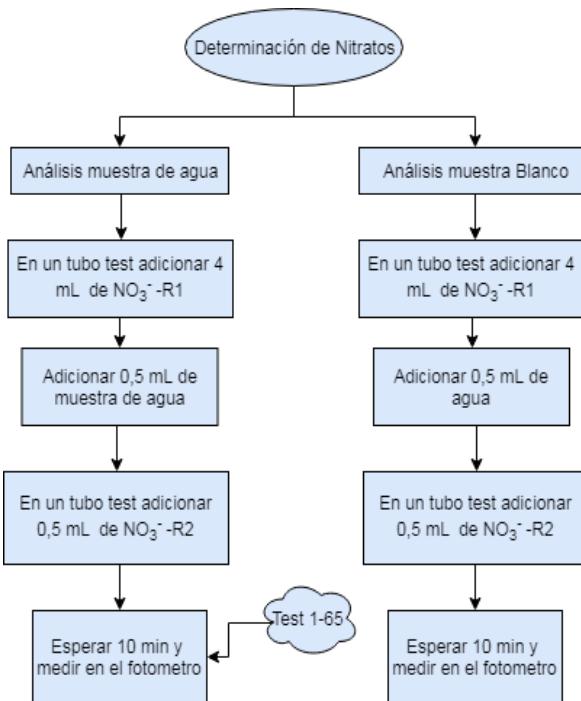
**Metodología**

<b>Cubeta</b>	<b>50 mm</b> (Semimicrocubeta)	<b>10 mm</b>
<b>Rango (mg/L NO<sub>3</sub><sup>-</sup>)</b>	0,5 - 11,10	4- 140
<b>Longitud de onda</b>	365 nm	
<b>Tiempo de Reacción</b>	10 min	



**Contenido del kit de reactivos:** 4 x 100 mL  $\text{NO}_3^-$ -R1, 1 x 50  $\text{NO}_3^-$ -R2.

**Accesarios requeridos:** tubo test, fotómetro, micropipeta de 1000  $\mu\text{L}$ .



## 6.1.6 NITRITO

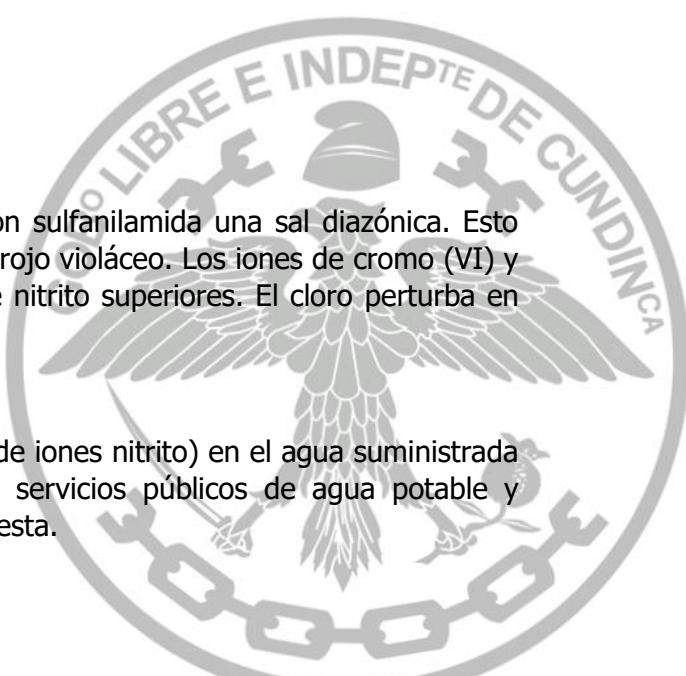
### 6.1.6.1 Referencia Visocolor

Los iones de nitrito forman en ambiente ácido con sulfanilamida una sal diazónica. Esto acoplado a una naftilamina, produce un colorante rojo violáceo. Los iones de cromo (VI) y hierro (III) de más de 3 mg/L simulan valores de nitrito superiores. El cloro perturba en concentraciones mínimas.

#### Objetivo:

Determinar las características químicas (Cantidad de iones nitrito) en el agua suministrada a la población por parte de los prestadores de servicios públicos de agua potable y saneamiento básico, para garantizar la calidad de esta.

#### Alcance:



Comunicar a los servidores de servicios públicos, los resultados obtenidos en los correspondientes controles de calidad y caracterización del agua potable suministrada a la población. En caso de déficit en la calidad de la misma, se reportará a las autoridades correspondientes.

**Área o dependencia responsable:**

Dirección de aseguramiento de la prestación

**Generalidades, observaciones o políticas:**

La determinación fotométrica de iones nitrito en aguas superficiales, mediante la formación de un colorante rojo violáceo, cuando los iones de nitrito reaccionan con sulfanilamida y se acoplan a una naftilamina. Dicha determinación se realiza según lo estipulado en la resolución 2115 de 2007 y demás normatividad.

**Metodología**

**Rango:** 0,02- 0,5 mg/L  $\text{NO}_2^-$

**Temperatura de reacción:** 20–25 °C

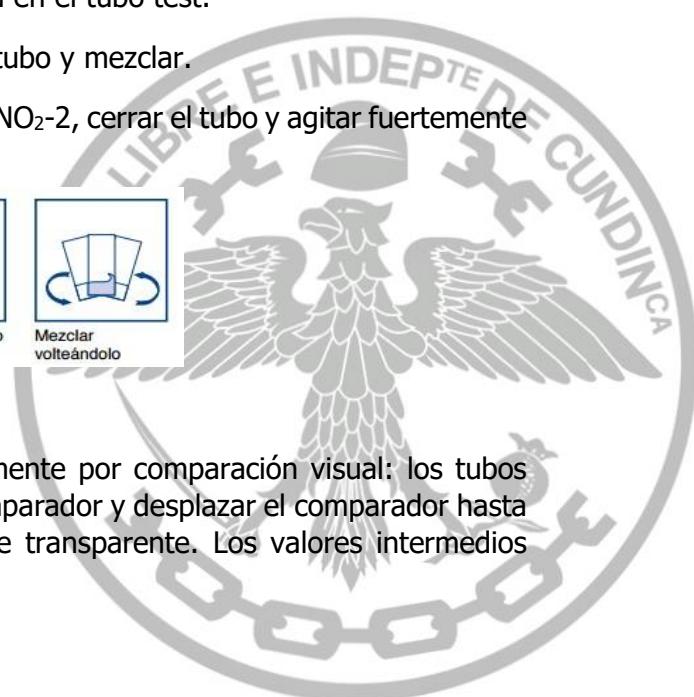
**Contenido del kit de reactivos:** 30 mL  $\text{NO}_2$ -1, 5 g  $\text{NO}_2$ -2, 1 cuchara medidora de 70 mm.

**Accesorios requeridos:** 1 Tubo de test, fotómetro Nanocolor 500D, 1 jeringa de 5 mL, 1 cuchara medidora de 70 mm.

- Adicionar 5 mL de muestra de agua en el tubo test.
- Añadir 4 gotas de  $\text{NO}_2$ -1, cerrar el tubo y mezclar.
- Añadir 1 cuchara medidora rasa de  $\text{NO}_2$ -2, cerrar el tubo y agitar fuertemente hasta que sea homogéneo.

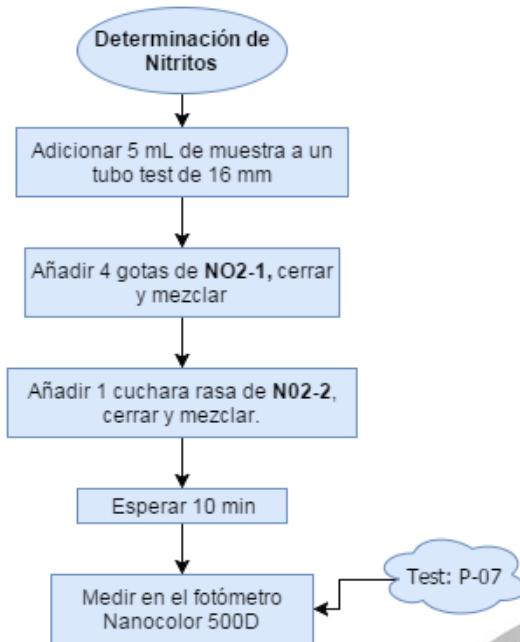


- Esperar durante 10 min.
- Si la medición se hará cualitativamente por comparación visual: los tubos deben ser colocados en las Pos. B del comparador y desplazar el comparador hasta alcanzar la igualdad de color en la parte transparente. Los valores intermedios pueden interpolarse.





- Si la medición se hará analíticamente: Esperar 10 min y medir en el fotómetro.



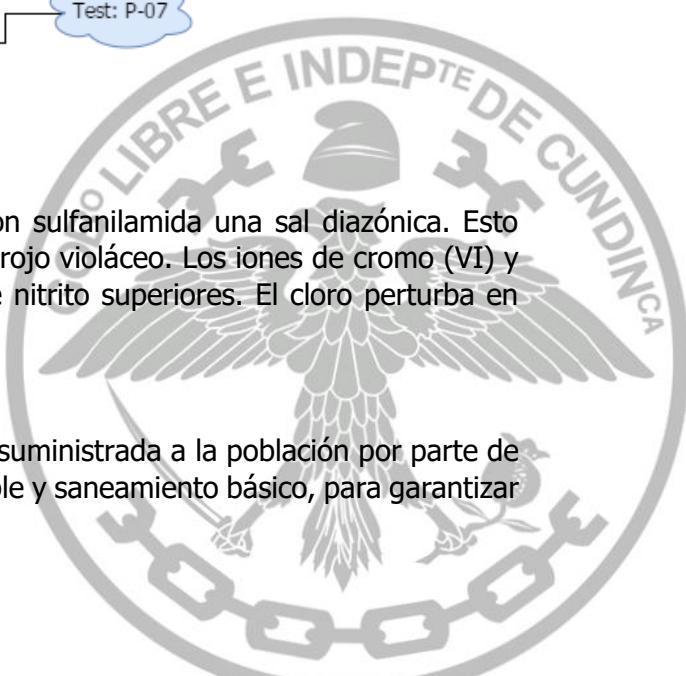
### 6.1.6.2 Referencia Nanocolor

Los iones de nitrito forman en ambiente ácido con sulfanilamida una sal diazónica. Esto acoplado a una naftilamina, produce un colorante rojo violáceo. Los iones de cromo (VI) y hierro (III) de más de 3 mg/L simulan valores de nitrito superiores. El cloro perturba en concentraciones mínimas.

#### Objetivo:

Determinar la cantidad de iones nitrito en el agua suministrada a la población por parte de los prestadores de servicios públicos de agua potable y saneamiento básico, para garantizar la calidad de esta.

#### Alcance:



Comunicar a los servidores de servicios públicos, los resultados obtenidos en los correspondientes controles de calidad y caracterización del agua potable suministrada a la población. En caso de déficit en la calidad de la misma, se reportará a las autoridades correspondientes.

**Área o dependencia responsable:**

Dirección de aseguramiento de la prestación

**Generalidades, observaciones o políticas:**

La determinación fotométrica de iones nitrito mediante el ácido sulfanilico y 1- Naftilamina. Dicha determinación se realiza según lo estipulado en la resolución 2115 de 2007 y demás normatividad.

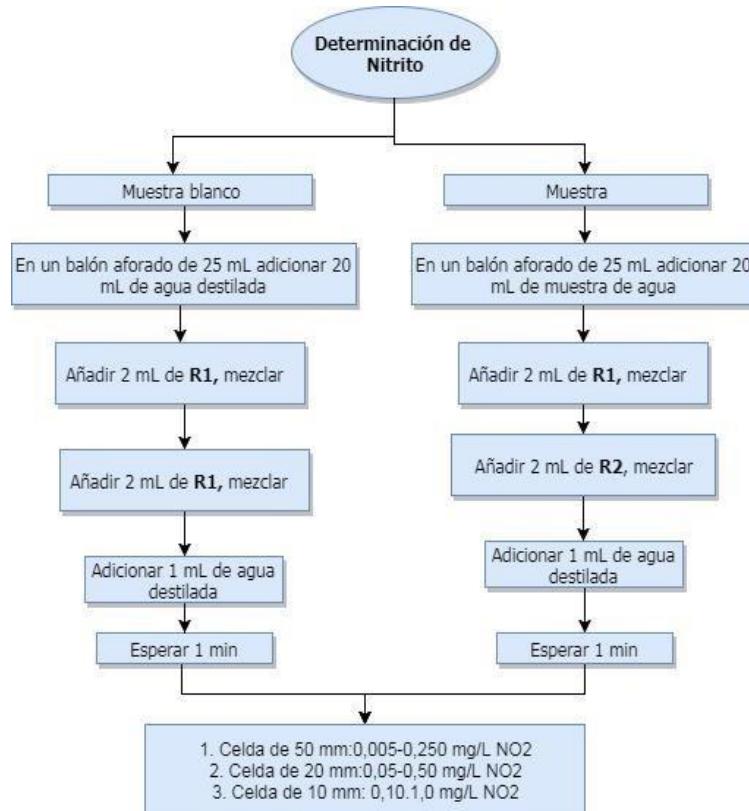
**Metodología**

Cubeta rectangular	50 mm	20 mm	10 mm
<b>Rango (mg/L NO<sub>2</sub><sup>-</sup>)</b>	0,005- 0,250	0,05-0,5	0,1-1
<b>Longitud de onda</b>	520 nm		
<b>Tiempo de reacción</b>	10 min		

**Contenido del kit de reactivos:** 2 x 100 mL NO<sub>2</sub>-R1, 2 x100 NO<sub>2</sub>-R2.

**Accesorios requeridos:** Balón aforado de 25mL, celdas de medición, fotómetro Nanocolor 500D, micropipeta de 1000 µL.





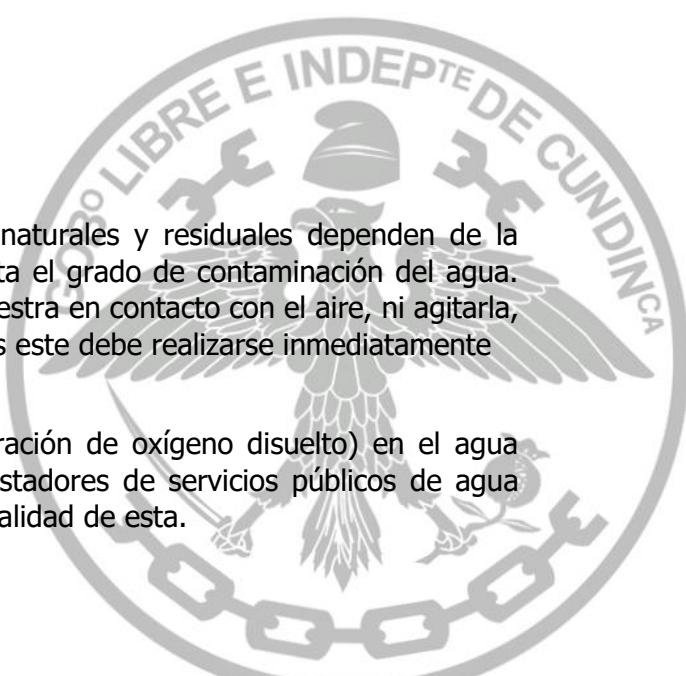
### 6.1.7 OXIGENO DISUELTO

Los niveles de oxígeno disuelto (OD) en aguas naturales y residuales dependen de la actividad física, química y biológica que representa el grado de contaminación del agua. Para la toma de muestras; no se debe dejar la muestra en contacto con el aire, ni agitarla, para que no varíe su contenido gaseoso. El análisis este debe realizarse inmediatamente

#### Objetivo:

Determinar las características químicas (Concentración de oxígeno disuelto) en el agua suministrada a la población por parte de los prestadores de servicios públicos de agua potable y saneamiento básico, para garantizar la calidad de esta.

#### Alcance:



Comunicar a los servidores de servicios públicos, los resultados obtenidos en los correspondientes controles de calidad y caracterización del agua potable suministrada a la población. En caso de déficit en la calidad de la misma, se reportará a las autoridades correspondientes.

**Área o dependencia responsable:**

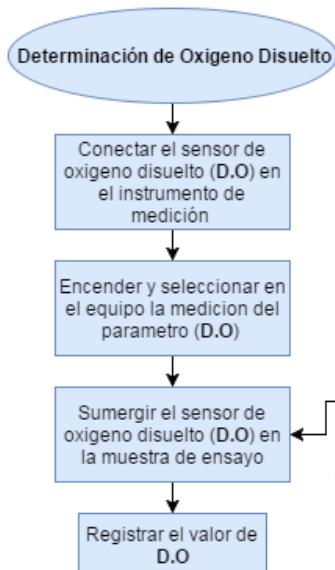
Dirección de aseguramiento de la prestación

**Generalidades, observaciones o políticas:** Determinación electrométrica de la concentración de oxígeno disuelto en aguas superficiales.

**Metodología**

- Conectar el sensor de Oxígeno disuelto en el instrumento de medición y seleccionar en la pantalla de este la opción de medir dicho parámetro (D.O).
- Verificar la calibración del sensor.
- Sumergir el sensor de oxígeno disuelto (D.O) en la muestra de ensayo.

Según las especificaciones del fabricante del instrumento de medición WTW, el sensor FDO® 925 D.O no requiere de calibraciones regulares; debido a que dicho electrodo envejece poco.



**6.1.8 pH (Potencial de hidrógeno)**

El principio básico de la determinación electrométrica del pH es la medida de la actividad de los iones hidrógeno por mediciones potenciométricas utilizando un electrodo patrón de hidrógeno y otro de referencia. El electrodo de hidrógeno consiste en un electrodo de platino por el que se pasan burbujas de hidrógeno gaseoso a una presión de 101 kPa. La fuerza electromotriz cambia linealmente con el pH y esta relación lineal se describe comparando la fem generada en el electrodo y la medida con el pH de diferentes soluciones tampones o buffers. El pH de la muestra se determina por interpolación o extrapolación, en base a la relación lineal entre el pH y la fuerza electromotriz generada en el electrodo.

### Objetivos

Determinar las características físicas, químicas (pH) en el agua suministrada a la población por parte de los prestadores de servicios públicos de agua potable y saneamiento básico, para garantizar la calidad de esta.

### Alcance

Comunicar a los servidores de servicios públicos, los resultados obtenidos en los correspondientes controles de calidad y caracterización del agua potable suministrada a la población. En caso de déficit en la calidad de la misma, se reportará a las autoridades correspondientes.

### Área o dependencia responsable:

Dirección de aseguramiento de la prestación

### Generalidades, observaciones y políticas

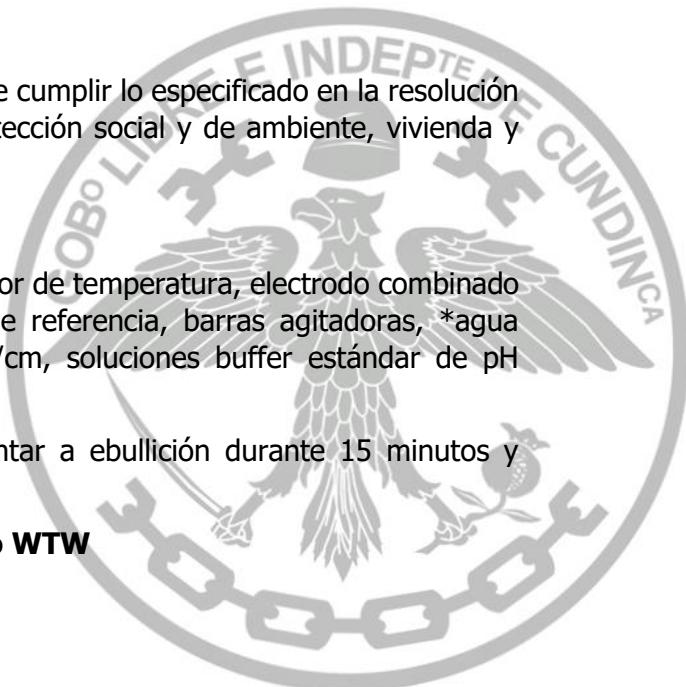
Determinación de pH en agua potable, con el fin de cumplir lo especificado en la resolución 2115 de 2007 emitida por el ministerio de la protección social y de ambiente, vivienda y desarrollo territorial.

### Metodología

**Accesorios requeridos:** Medidor de pH con sensor de temperatura, electrodo combinado el cual posee ambos electrodos, de medida y de referencia, barras agitadoras, \*agua destilada con conductividad menor a 2 umhos/cm, soluciones buffer estándar de pH conocido: 4.00, 7.00, 10.00.

\*Para desairear el agua destilada, se debe calentar a ebullición durante 15 minutos y enfriar;

➤ **Calibración electrodo: Multiparámetro WTW**



Inicialmente se debe llevar los buffers y la muestra a la misma temperatura. (Si el equipo lo permite utilizar compensación de temperatura). El valor correspondiente de pH de los buffers debe ser corregido a la temperatura de los mismos.

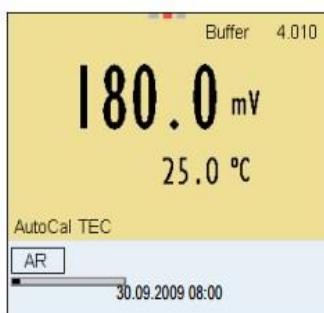
- Oprima la tecla **<M>** y selecciones pH.
- Inicie la calibración del electrodo seleccionando **<CAL>**.
- Lavar el electrodo con agua destilada desionizada.
- Sumergir el electrodo IDS-pH en la solución buffer o tampón 1 (pH 10). Si el dispositivo no tiene sensor de temperatura, primero medir la temperatura de la solución y luego ingresar la muestra, seleccionando **<A> <V>**.
- Iniciar la medición con **<MENU/ENTER>**, se verifica la estabilidad (control de sensibilidad) al visualizar en la pantalla “AR” (El parámetro medido parpadea).



- Esperar hasta el final de la medición con control de estabilidad o aceptar el valor de calibración, seleccionando **<MENU/ENTER>**. A continuación, en la pantalla se muestra el voltaje de la siguiente solución tampón o buffer.
- Si es necesario finalizar el proceso de calibración con un único punto, seleccione **<M>** y se mostrará el registro de calibración
- Enjuague bien el sensor IDS-pH con agua destilada.
- Sumergir el sensor en la solución tampón o buffer 2 (pH 7).
- Iniciar la medición con **<MENU/ENTER>**, se verifica la estabilidad (control de sensibilidad) al visualizar en la pantalla “AR” (El parámetro medido parpadea).



- Esperar hasta el final de la medición con control de estabilidad o aceptar el valor de calibración, seleccionando <**MENU/ENTER**>. A continuación, en la pantalla se muestra el voltaje de la siguiente solución tampón o buffer.
- Si es necesario finalizar el proceso de calibración con dos puntos, seleccione <**M**> y se mostrará el registro de calibración
- Enjuague bien el sensor IDS-pH con agua destilada.
- Sumergir el sensor en la solución tampón o buffer 3 (pH 4).
- Iniciar la medición con <**MENU/ENTER**>, se verifica la estabilidad (control de sensibilidad) al visualizar en la pantalla "AR" (El parámetro medido parpadea).

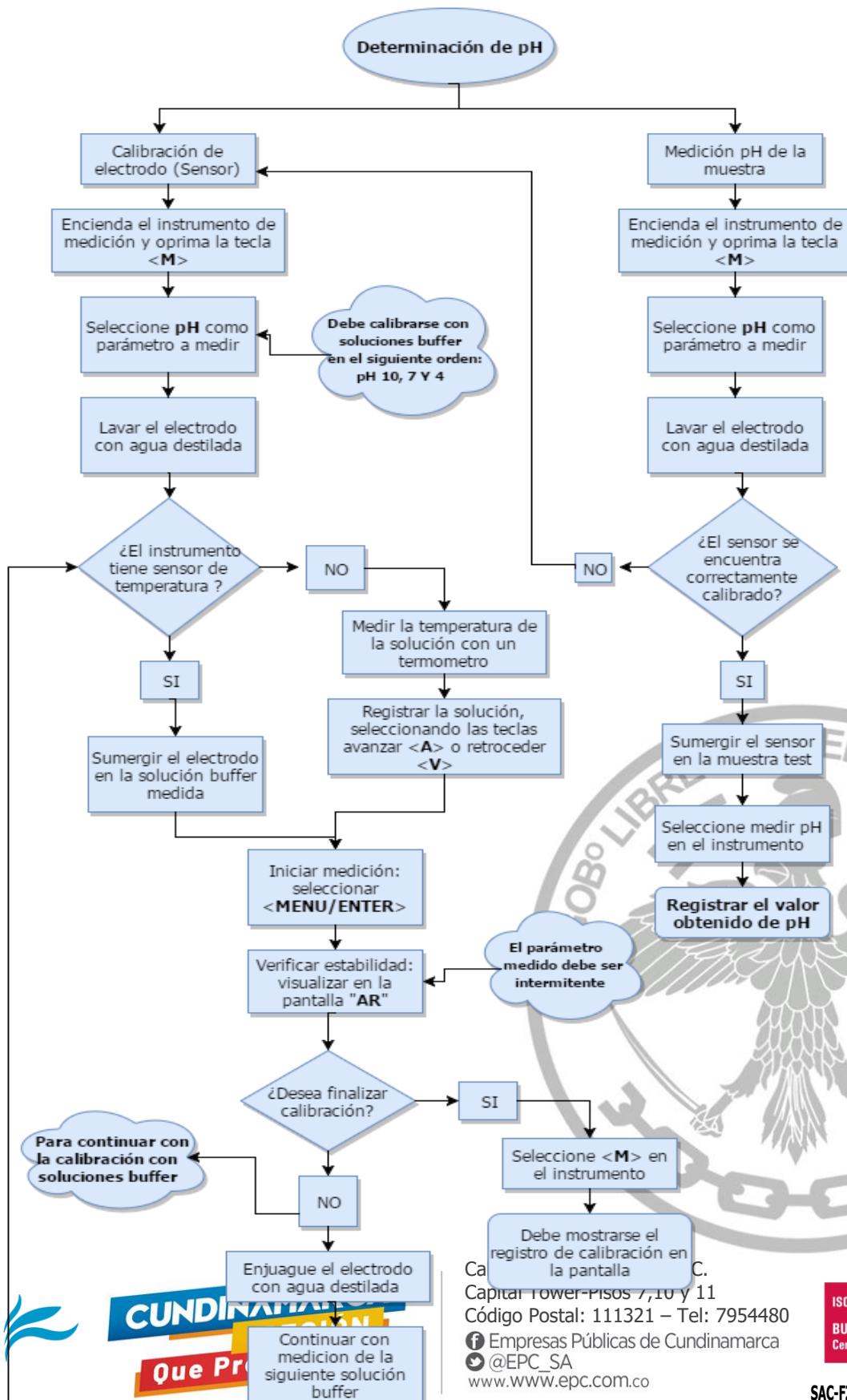


- Esperar hasta el final de la medición con control de estabilidad o aceptar el valor de calibración, seleccionando <**MENU/ENTER**>. A continuación, en la pantalla se muestra el voltaje de la siguiente solución tampón o buffer.
- Si es necesario finalizar el proceso de calibración con 3 puntos, seleccione <**M**> y se mostrará el registro de calibración. Si desea cambiar a la calibración con la siguiente solución tampón o buffer, selecciones <**MENU /ENTER**> y repita el anterior procedimiento.
- Llevar los buffers y la muestra a la misma temperatura. (Si el equipo lo permite utilizar compensación de temperatura). El valor correspondiente de pH de los buffers debe ser corregido a la temperatura de los mismos.

### Medición de pH a la muestra

- Una vez finalizada la medida enjuagar y secar suavemente los electrodos y proceder a ubicarlos en la solución de preserva de los mismos.
- Los resultados se deben reportar en unidades de pH con una precisión de 0.1 y la temperatura con una precisión de 1 °C.





### **6.1.9 SULFATO**

#### **6.1.9.1 Referencia Visocolor**

Determinación fotométrica de iones sulfato en aguas superficiales, como medición de turbidez representada por sulfato de bario. La turbiedad interfiere y debe eliminarse por filtración. La reproducibilidad es buena con aguas potables, superficiales y profundas.

#### **Objetivo:**

Determinar las características químicas (Cantidad de iones sulfato) en el agua suministrada a la población por parte de los prestadores de servicios públicos de agua potable y saneamiento básico, para garantizar la calidad de esta.

#### **Alcance:**

Comunicar a los servidores de servicios públicos, los resultados obtenidos en los correspondientes controles de calidad y caracterización del agua potable suministrada a la población. En caso de déficit en la calidad de la misma, se reportará a las autoridades correspondientes.

#### **Área o dependencia responsable:**

Dirección de aseguramiento de la prestación

#### **Generalidades, observaciones o políticas:**

La determinación de iones sulfato, según lo estipulado en la resolución 2115 de 2007 y demás normatividad.

#### **Metodología**

#### **Contenido del kit de reactivos:**

**Accesorios requeridos:** 1 tubo de muestra con marcas a los 10 y 20 mL, 1 tubo de medida 25-200 mg/L SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, 1 cuchara medidora de 85 mm, 1 espátula de 120 mm, fotómetro, 1 tubo de test de 16 mm DE.

Para la determinación de sulfatos debe eliminarse las turbideces, por medio de filtración.

- Lavar el tubo de muestra repetidamente con el agua a analizar y llenar hasta la marca de 20 mL
- Mantener vertical el envase de SO<sub>4</sub>-1 y lentamente añadir exactamente 10 gotas del SO<sub>4</sub>-1.

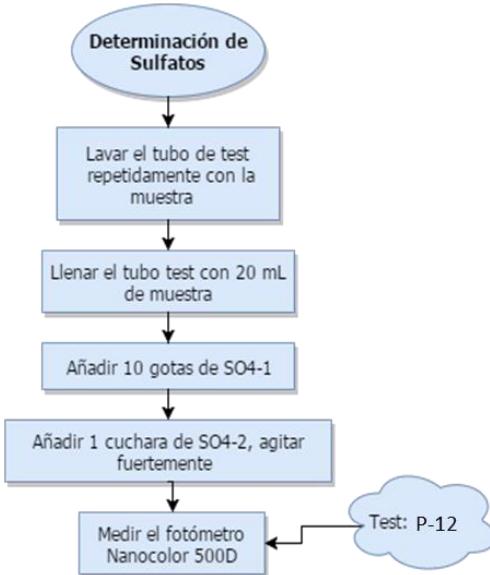
- Añadir 1 cuchara de  $\text{SO}_4^{2-}$  y disolver por agitación. Esperar 1 min.
- Tomar parte de la solución del tubo de muestra y re envasar en el tubo de medida como sea necesario para no ver la cruz negra en el fondo del mismo (observando desde arriba). De la escala del tubo puede leerse la riqueza de sulfato (borde inferior del menisco)
- Inmediatamente después de la medida lavar ambos tubos.

**Medida hasta 400 mg/L  $\text{SO}_4^{2-}$**

- Lavar el tubo de muestra repetidamente con el agua a analizar y llenar hasta la marca de 10 mL, seguidamente completar el volumen a 20 mL con agua destilada.
- Mantener vertical el envase de  $\text{SO}_4^{2-}$  y lentamente añadir exactamente 10 gotas del  $\text{SO}_4^{2-}$ .
- Añadir 1 cuchara de  $\text{SO}_4^{2-}$  y disolver por agitación. Esperar 1 min.
- Tomar parte de la solución del tubo de muestra y re envasar en el tubo de medida como sea necesario para no ver la cruz negra en el fondo del mismo (observando desde arriba). De la escala del tubo puede leerse la riqueza de sulfato (borde inferior del menisco)
- Inmediatamente después de la medida lavar ambos tubos. El resultado se multiplica por 2.

**Medida hasta 4000 mg/L  $\text{SO}_4^{2-}$**

- Lavar el tubo de muestra repetidamente con el agua a analizar y llenar hasta la marca de 1 mL, seguidamente completar el volumen a 20 mL con agua destilada.
- Mantener vertical el envase de  $\text{SO}_4^{2-}$  y lentamente añadir exactamente 10 gotas del  $\text{SO}_4^{2-}$ .
- Añadir 1 cuchara de  $\text{SO}_4^{2-}$  y disolver por agitación. Esperar 1 min.
- Tomar parte de la solución del tubo de muestra y re envasar en el tubo de medida como sea necesario para no ver la cruz negra en el fondo del mismo (observando desde arriba). De la escala del tubo puede leerse la riqueza de sulfato (borde inferior del menisco)
- Inmediatamente después de la medida lavar ambos tubos. El resultado se multiplica por 20.



### 6.1.9.2 Referencia Nanocolor

El ion sulfato ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) precipita en un medio de ácido acético con cloruro de bario ( $\text{BaCl}_2$ ) de modo que forma cristales de sulfato de bario ( $\text{BaSO}_4$ ) de tamaño uniforme. Se mide la absorbancia luminosa de la suspensión de  $\text{BaSO}_4$  con un fotómetro y se determina la concentración de  $\text{SO}_4$  por comparación de la lectura con una curva patrón.

#### Objetivo:

Determinar las características químicas (Cantidad de iones sulfato) en el agua suministrada a la población por parte de los prestadores de servicios públicos de agua potable y saneamiento básico, para garantizar la calidad de esta.

#### Alcance:

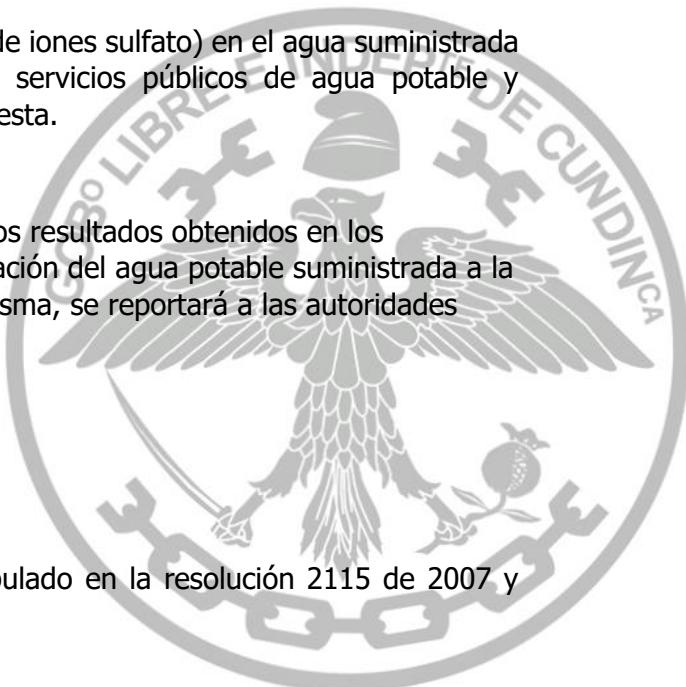
Comunicar a los servidores de servicios públicos, los resultados obtenidos en los correspondientes controles de calidad y caracterización del agua potable suministrada a la población. En caso de déficit en la calidad de la misma, se reportará a las autoridades correspondientes.

#### Área o dependencia responsable:

Dirección de aseguramiento de la prestación

#### Generalidades, observaciones o políticas:

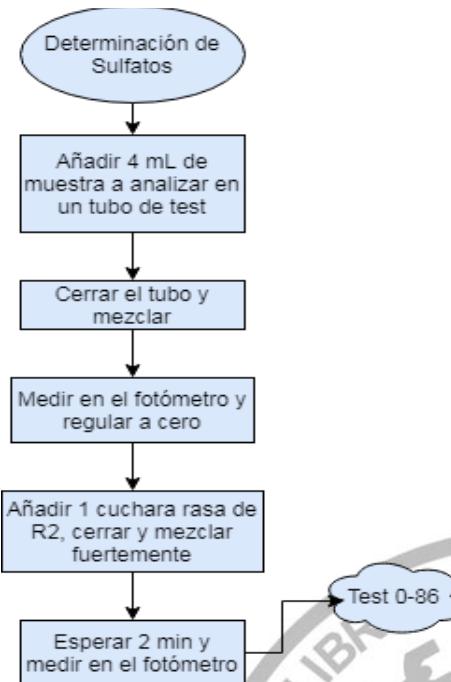
La determinación de iones sulfato, según lo estipulado en la resolución 2115 de 2007 y demás normatividad. **9.2.5. Metodología**



**Contenido del kit de reactivos:**

**Accesorios requeridos:** 1 tubo de test, fotómetro Nanocolor 500D, micropipeta de 1000  $\mu$ L.

<b>Rango de determinación</b>	10-200 mg/L
<b>Longitud de onda</b>	436 nm
<b>Tiempo de Reacción</b>	2 min



## 6.2 Determinación de Metales

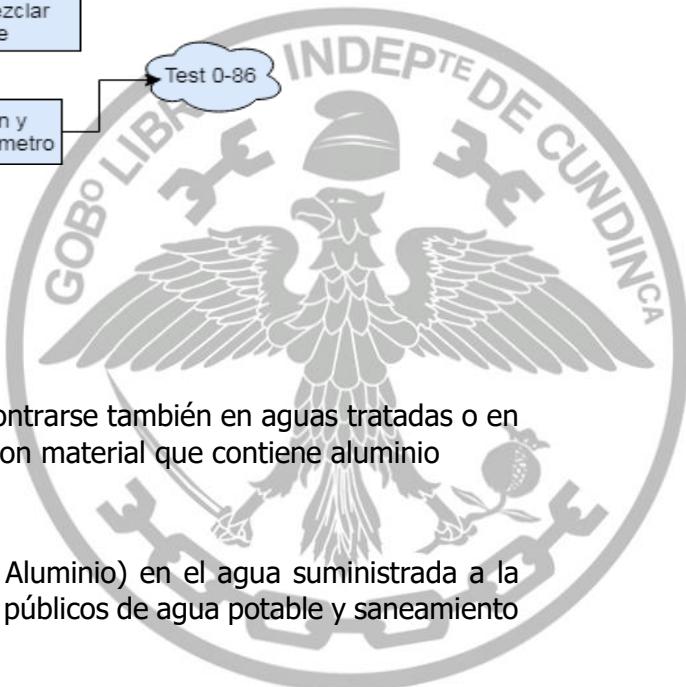
### 6.2.1 ALUMINIO

#### 6.2.1.1 Referencia Nanocolor A

El aluminio soluble, coloidal e insoluble puede encontrarse también en aguas tratadas o en aguas residuales como residuo de la coagulación con material que contiene aluminio

**Objetivo:**

Determinar las características químicas (nivel de Aluminio) en el agua suministrada a la población por parte de los prestadores de servicios públicos de agua potable y saneamiento básico, para garantizar la calidad de esta.



**Alcance:**

Comunicar a los servidores de servicios públicos, los resultados obtenidos en los correspondientes controles de calidad y caracterización del agua potable suministrada a la población. En caso de déficit en la calidad de la misma, se reportará a las autoridades correspondientes.

**Área o dependencia responsable:**

Dirección de aseguramiento de la prestación

**Generalidades, observaciones o políticas:**

Determinación fotométrica con eriocromo cianina R, empleando el Fotómetro **Nanocolor 500 D** y Según lo estipulado en la resolución 2115 de 2007.

**Metodología:**

En medio débilmente ácido el aluminio forma con la eriocromocianina R un complejo coloreado rojo-violeta. Las muestras fuertemente ácidas o tamponadas deberán ser ajustadas a pH 6. La turbidez debe eliminarse por filtración.

**Longitud de onda:** 540 nm (HV 5-12)

**Tiempo de reacción:** 5 min

**Temperatura de reacción:** 20 – 25°C

**Rango (mg /L Al+3):** 0,02-0,70

**Contenido del kit de reactivos:** 19 tubos de test de Aluminio 07 con NANOFIX, 1 tubo de test con 11 mL de Aluminio 07 **R2**, 1 tubo de test con 11 mL de Aluminio 07 **R3**, 1 tubo de test con 11 mL de Aluminio 07 **R4**, 1 tubo de test con solución neutra "NULL".

**Accesorios requeridos:** 1 tubo de test de Aluminio 07 con NANOFIX, micropipeta de 1000 µL, fotómetro NANOCOLOR 500D

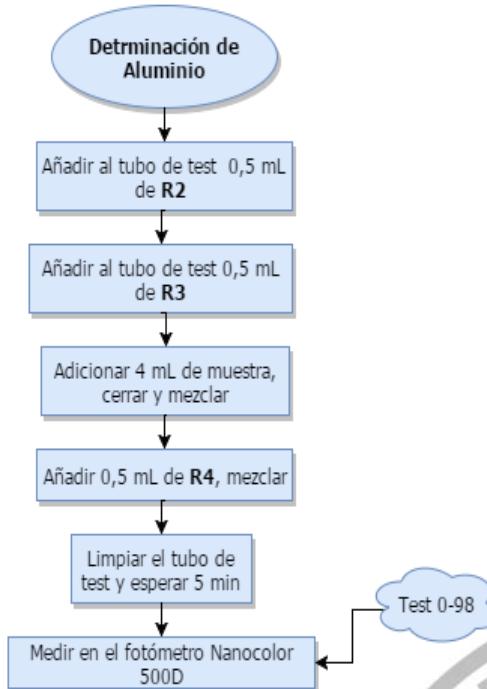
- Empleando una pipeta de embolo con puntas, añadir al tubo de test 0,5 ml de **R2**, 0,5 ml de **R3** y 4 ml de solución de la muestra\* (pH 3-6), cerrar y mezclar.



\*Las muestras turbias deben ser filtradas con filtro de membrana de 0,45 µm.

- Añadir al tubo test 0,5 ml de **R4** y mezclar nuevamente.

- Limpiar el tubo test, esperar el tiempo de reacción (5min) y medir en el fotómetro **(VER TEST 0-98 EN EL FOTOMETRO NANOCOLOR 500D)**
- Una vez el tiempo de reacción haya transcurrido y el fotómetro se encuentre correctamente programado, el tubo test es colocado en la ranura con identificación automática del equipo.
- Regular el fotómetro a una solución neutra “null”.



#### 6.2.1.2 Referencia Nanocolor B

Las soluciones diluidas de aluminio tamponadas a pH 6,0 producen con la tinción de eriocromo cianinaR un complejo de color rojo a rosado que presenta un máximo de absorción a 535 nm. La intensidad del color desarrollado depende de la concentración del aluminio, el tiempo de reacción, la temperatura, pH, alcalinidad y concentración de otros iones en la muestra. Para compensar el color y la turbidez, se forma un complejo del aluminio de una porción de la muestra con EDTA para obtener un blanco. La interferencia de hierro y manganeso, dos elementos que se encuentran frecuentemente en el agua, se elimina por adición de ácido ascórbico. El intervalo óptimo de aluminio oscila entre 20 y 300 µg/l, pero puede extenderse por exceso mediante dilución de la muestra.

#### Objetivo:

Determinar las características químicas (nivel de Aluminio) en el agua suministrada a la población por parte de los prestadores de servicios públicos de agua potable y saneamiento básico, para garantizar la calidad de esta.

**Alcance:**

Comunicar a los servidores de servicios públicos, los resultados obtenidos en los correspondientes controles de calidad y caracterización del agua potable suministrada a la población. En caso de déficit en la calidad de la misma, se reportará a las autoridades correspondientes.

**Área o dependencia responsable:**

Dirección de aseguramiento de la prestación

**Generalidades, observaciones o políticas:**

Determinación fotométrica con eriocromo cianina R, empleando el Fotómetro **Nanocolor 500 D** y Según lo estipulado en la resolución 2115 de 2007.

**Metodología:**

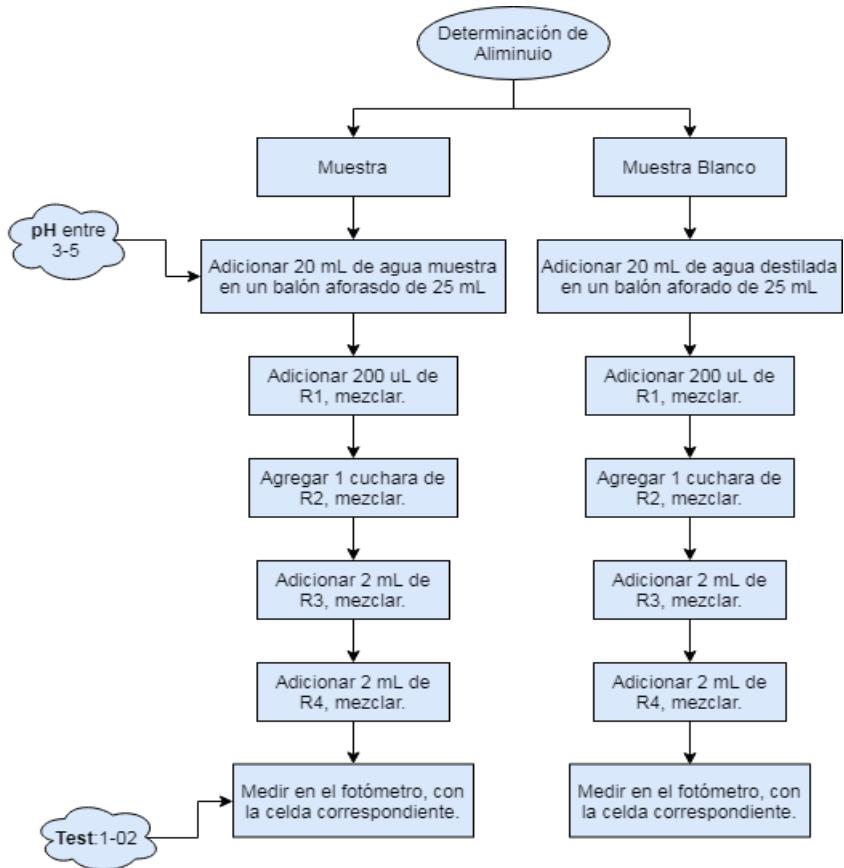
En medio débilmente ácido el aluminio forma con la eriocromocianina R un complejo coloreado rojo-violeta. Las muestras fuertemente ácidas o tamponadas deberán ser ajustadas a pH 6. La turbidez debe eliminarse por filtración.

<b>Cubeta Rectangular</b>	50 mm	20 mm	10 mm
<b>Rango (mg/L Al<sup>+3</sup>)</b>	No aplicable	0,01-0,5	0,01-1,0
<b>Longitud de onda</b>	540 nm		
<b>Tiempo de reacción</b>	5 min		

**Contenido del kit de reactivos:** 20mL de Al-R1, 20g de Al-R2, 2x100 mL de Cl-R3, 2x100 mL Cl-R4.

**Accesorios requeridos:** Balón aforado de 25 mL, micropipeta de 1000 µL, fotómetro.





## 6.2.2 CALCIO

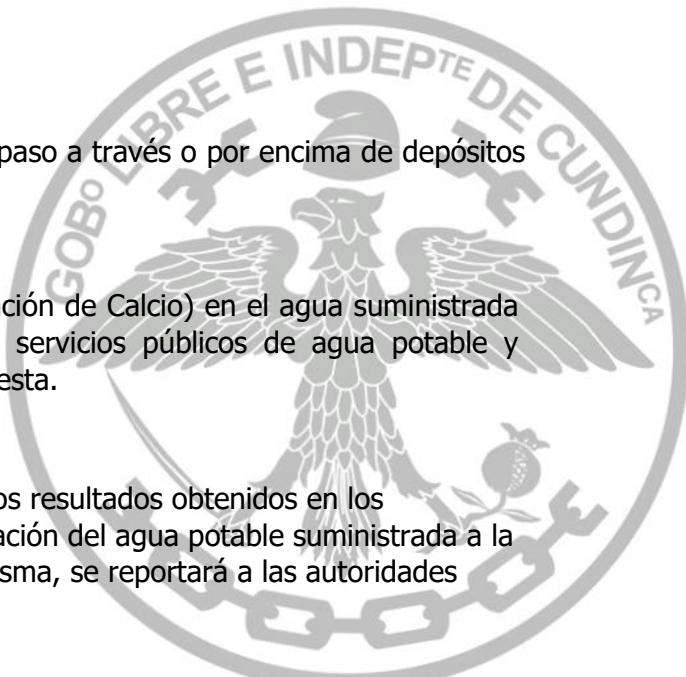
La presencia del calcio en el agua proviene de su paso a través o por encima de depósitos de caliza, dolomita, yeso y pizarras yesíferas.

### Objetivo:

Determinar las características químicas (Cuantificación de Calcio) en el agua suministrada a la población por parte de los prestadores de servicios públicos de agua potable y saneamiento básico, para garantizar la calidad de esta.

### Alcance:

Comunicar a los servidores de servicios públicos, los resultados obtenidos en los correspondientes controles de calidad y caracterización del agua potable suministrada a la población. En caso de déficit en la calidad de la misma, se reportará a las autoridades correspondientes.



**Área o dependencia responsable:**

Dirección de aseguramiento de la prestación

**Generalidades, observaciones o políticas:**

Determinación volumétrica de iones de Calcio en aguas superficiales, por valoración complexométrica en solución alcalina con pH superior a 12. Según lo estipulado en la resolución 2115 de 2007.

**Metodología:**

**Temperatura de reacción:** 20 – 25°C

**Rango (mg/L Ca<sup>2+</sup>):** 100 valoraciones con un contenido promedio en calcio de 50 mg/L Ca2

**Contenido del kit de reactivos** 15 mL Ca-1, 30 mL Ca-2, 1 recipiente de prueba con marcas, 1 jeringa de plástico de 5 mL, 1 instrucciones de uso.

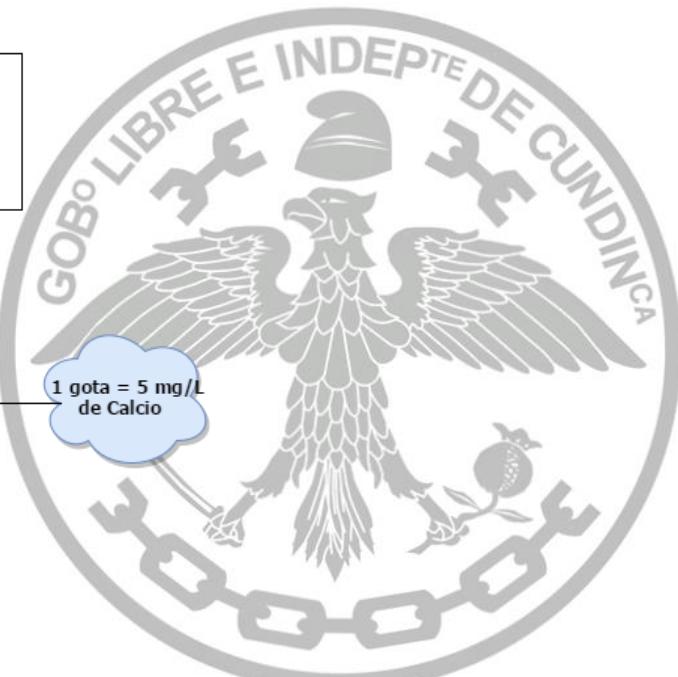
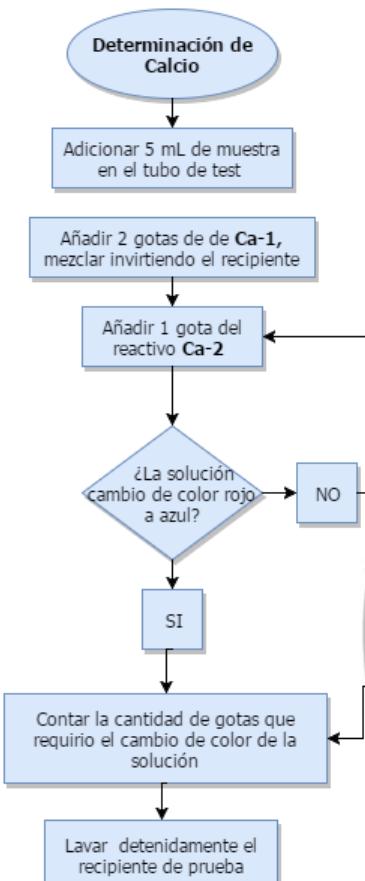
**Accesorios requeridos:** Micropipeta de 1000 µL, fotómetro, tubo de test de 16 mm DE,

- Llenar el recipiente de prueba con 5 mL del agua de ensayo. Utilizar la jeringa de plástico.
- Añadir 2 gotas de Ca-1, mezclar invirtiendo el recipiente. La prueba de agua puede volverse turbia.
- Mantener perfectamente vertical el frasco cuentagotas Ca-2. Añadir gota a gota al respecto mezclar la prueba por inversión hasta que el color cambia de rojo a azul. Contar las gotas. 1 gota corresponde a 5 mg/L calcio.
- Después del uso lavar detenidamente el recipiente de prueba con agua destilada.
- Los frascos cuentagotas deberán cerrarse inmediatamente después del uso. No toque el cuentagotas.



**Tabla de conversión**

Gotas	Mg/L Ca	Mg/L CaCO <sub>3</sub>	°d <sup>a</sup>	°f <sup>b</sup>	Mmol/L Ca
1	5	13	0,7	1,3	0,13
2	10	25	1,4	2,5	0,25
3	15	38	2,1	3,8	0,3
4	20	50	2,8	5,0	0,50
5	25	62	3,5	6,2	0,62
6	30	75	4,2	7,5	0,75
7	35	87	4,9	8,7	0,87
8	40	100	5,6	10,0	1,00
9	45	112	6,3	11,2	1,12
10	50	125	7,0	12,5	1,25



### 6.2.3 COBRE

La presencia de Cobre en aguas de consumo puede ser de origen natural o antrópico, el Cobre se podría introducir al agua de consumo durante su distribución, por corrosión desde las tuberías o grifería.

**Objetivo:**

Determinar las características químicas (Cuantificación de Cobre) en el agua suministrada a la población por parte de los prestadores de servicios públicos de agua potable y saneamiento básico, para garantizar la calidad de esta.

**Alcance:**

Comunicar a los servidores de servicios públicos, los resultados obtenidos en los correspondientes controles de calidad y caracterización del agua potable suministrada a la población. En caso de déficit en la calidad de la misma, se reportará a las autoridades correspondientes.

**Área o dependencia responsable:**

Dirección de aseguramiento de la prestación.

**Generalidades, observaciones o políticas:**

Determinación fotométrica con cuprizona [ácido oxálico bis(ciclohexilidenhidrazida)]. Según lo estipulado en la resolución 2115 de 2007, siguiendo la metodología empleada para el análisis fotométrico empleando el kit NANOCOLOR de Macherey Nagel **91853**.

**Metodología:**

**Contenido del kit de reactivos:** 2x 100 mL R-1, 2x 100 mL R-2, 1 instrucciones de uso.

**Accesorios requeridos:** Micropipeta de 1000  $\mu$ L, fotómetro, cubeta de medición de 50, 20 y 10 mm Balón aforado de 25 y/o 10 mL.

<b>Cubeta Rectangular</b>	50 mm	20 mm	10 mm
<b>Rango (mg/L de Cu<sup>+2</sup>)</b>	0,01-2,0	0,05-5,0	0,1- 10,0
<b>Longitud de onda</b>	585 nm		
<b>Tiempo de Reacción</b>	15 min		

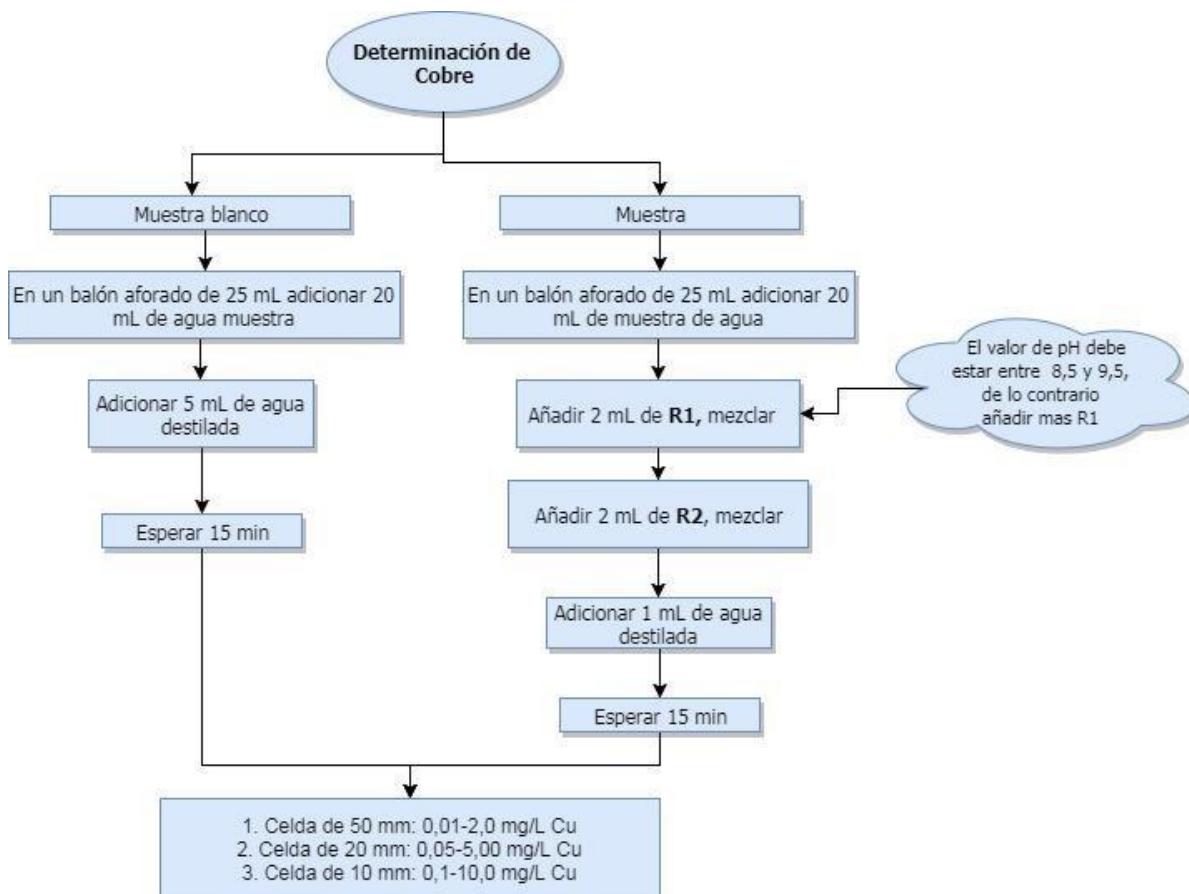
**Preparación del blanco:**

- Verter 20 mL de muestra de agua en un balón aforado de 25 mL.
- Ajustar el volumen de la muestra a 25 mL con agua destilada, cerrar y mezclar.
- Después de 15 minutos verter en cubetas correspondientes y medir.

**Preparación de la muestra:**

- Verter 20 mL de muestra de agua en un balón aforado de 25 mL.
- Añadir 2 mL de R1 (Verificar el pH, debe estar entre 8,5 y 9, de lo contrario añadir más de R1), cerrar y mezclar.
- Añadir 2 mL de R2, cerrar y mezclar.
- Ajustar el volumen de la muestra a 25 mL con agua destilada, cerrar y mezclar nuevamente.
- Después de 15 minutos verter en cubetas correspondientes y medir.

**Determinación fotométrica de cobre empleando kit Nanocolor Ref. 91853 Test 1-53**



## 6.2.4 HIERRO

### 6.2.4.1 Referencia Visocolor

Los iones de hierro (III) forman un complejo violeta cuando reaccionan con un derivado de triacina. Con una reducción precisa con el reactivo Fe-2 se registran los iones de hierro (III). Por otro lado, los iones de cobre (I) forman un complejo grisáceo y perturba la determinación, cuando tienen concentraciones superiores a los 0,3 mg/L. Los iones de níquel de más de 0,5 mg/L perturba la determinación. Así mismo, concentraciones superiores a los 0,5 mg/L de iones de cobalto y de molibdato perturban la determinación de hierro por la formación de un complejo amarillo.

#### Objetivo:

Determinar las características químicas (Cantidad de Hierro) en el agua suministrada a la población por parte de los prestadores de servicios públicos de agua potable y saneamiento básico, para garantizar la calidad de esta.

#### Alcance:

Comunicar a los servidores de servicios públicos, los resultados obtenidos en los correspondientes controles de calidad y caracterización del agua potable suministrada a la población. En caso de déficit en la calidad de la misma, se reportará a las autoridades correspondientes.

#### Área o dependencia responsable:

Dirección de aseguramiento de la prestación

#### Generalidades, observaciones o políticas:

La determinación fotométrica de iones de Hierro en aguas superficiales, mediante el uso de triacina. Según lo estipulado en la resolución 2115 de 2007.

#### Metodología

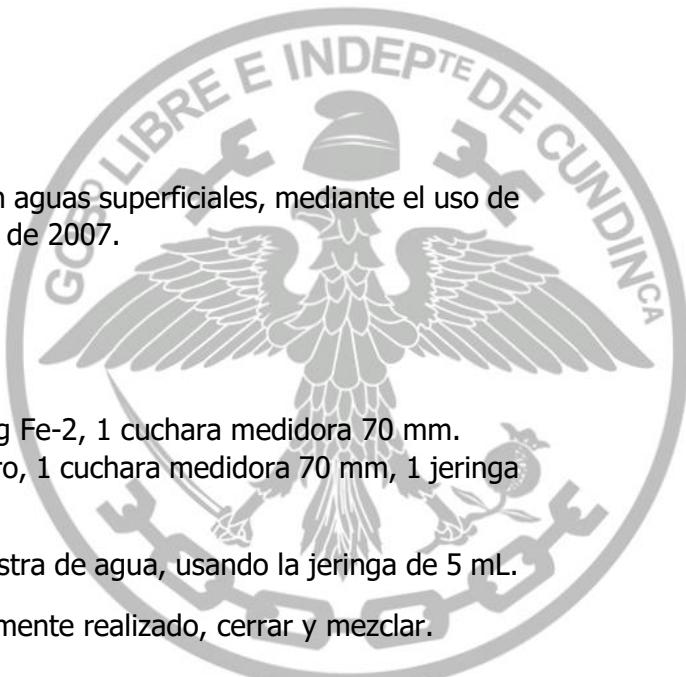
**Rango:** 0,04–1,0 mg/L Fe

**Temperatura de reacción:** 20–25 °C

**Contenido del kit de reactivos:** 17 mL Fe-1, 5 g Fe-2, 1 cuchara medidora 70 mm.

**Accesorios requeridos:** 1 Tubo de test, fotómetro, 1 cuchara medidora 70 mm, 1 jeringa de 5 mL.

- Llenar 1 tubos de test con 5 mL de la muestra de agua, usando la jeringa de 5 mL.
- Añadir 4 gotas de Fe-1 al tubo test previamente realizado, cerrar y mezclar.



- Añadir 1 cucharada medidora rasa de Fe-2, cerrar el tubo y agitar hasta que sea completamente homogéneo.



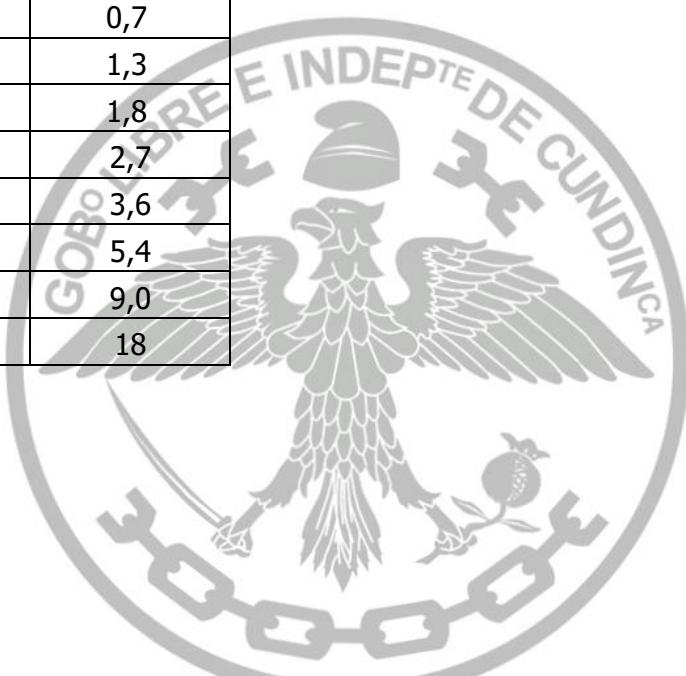
- Si la medición se hará cualitativamente por comparación visual: los tubos deben ser colocados en las Pos. B del comparador y desplazar el comparador hasta alcanzar la igualdad de color en la parte transparente. Los valores intermedios pueden interpolarse

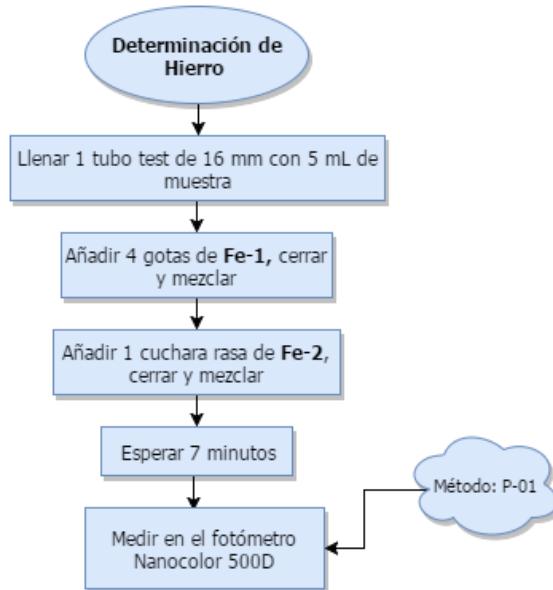


- Si la medición se hará analíticamente: Esperar 7 min y medir en el fotómetro (**PF 12**).

**Tabla de conversión:**

Mg/L Fe	Mmol/m <sup>3</sup>
0,04	0,7
0,07	1,3
0,10	1,8
0,15	2,7
0,20	3,6
0,30	5,4
0,50	9,0
1,0	18





#### 6.2.4.2 Referencia Nanocolor

El Hierro se disuelve y se reduce al estado ferroso por ebullición con ácido e hidroxilamina y se trata con 1,10-fenantrolina a pH de 3,2 a 3,3. El complejo formado de coloración rojo-naranja que es un quelato de tres moléculas de fenantrolina por cada átomo de hierro ferroso. La solución coloreada obedece a la ley de Beer; su intensidad es independiente del pH entre 3 y 9. Un pH entre 2,9 y 3,5 asegura un rápido desarrollo del color en presencia de un exceso de fenantrolina.

#### Objetivo:

Determinar las características químicas (Cantidad de Hierro) en el agua suministrada a la población por parte de los prestadores de servicios públicos de agua potable y saneamiento básico, para garantizar la calidad de esta.

#### Alcance:

Comunicar a los servidores de servicios públicos, los resultados obtenidos en los correspondientes controles de calidad y caracterización del agua potable suministrada a la población. En caso de déficit en la calidad de la misma, se reportará a las autoridades correspondientes.

#### Área o dependencia responsable:

Dirección de aseguramiento de la prestación



**Generalidades, observaciones o políticas:**

La determinación fotométrica de iones de Hierro en aguas superficiales, mediante el uso de traiciona. Según lo estipulado en la resolución 2115 de 2007.

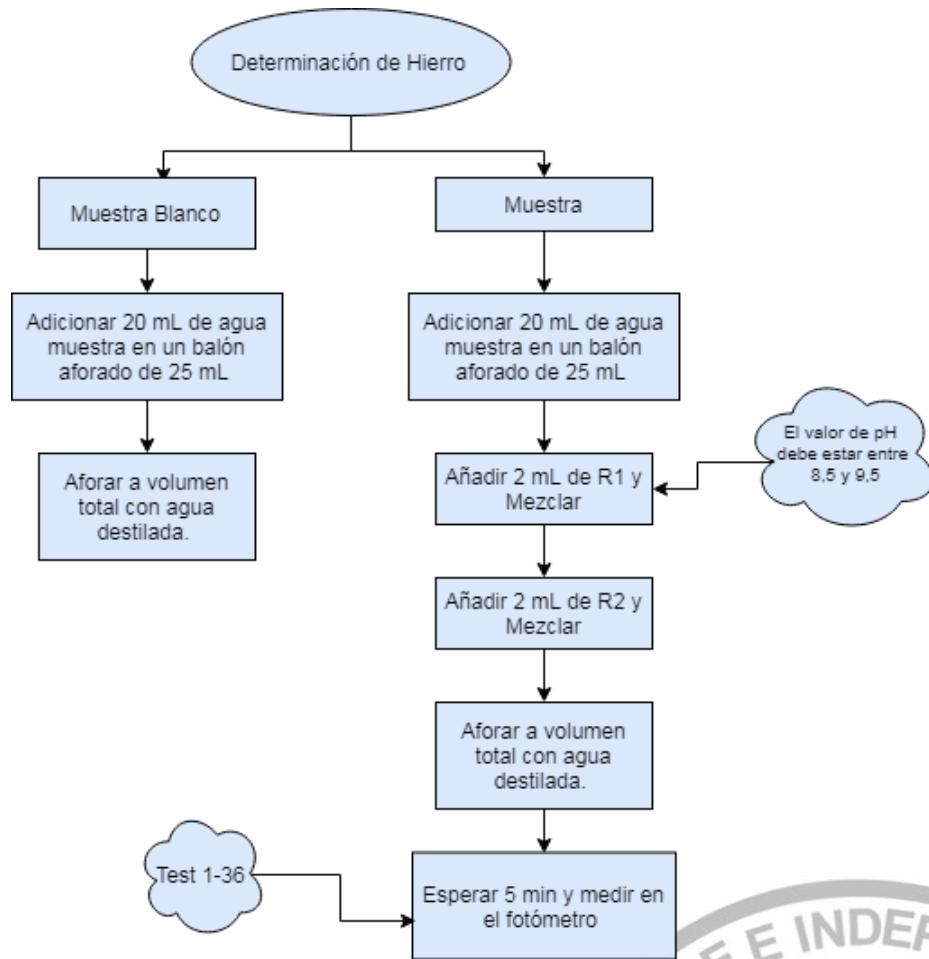
**Metodología**

<b>Cubeta Rectangular</b>	50 mm	20 mm	10 mm
<b>Rango (mg/L de Fe)</b>	0,01-2,0	0,05-7,0	0,1-15,0
<b>Longitud de onda</b>	470/510 nm		
<b>Tiempo de reacción</b>	5 min		

**Contenido del kit de reactivos:** 100 mL de R1, 20 g de R2, 100 mL de R3, 100 mL de R4, 1 cuchara de medición de 85 mm.

**Accesorios requeridos:** 2 balones aforados de 25 mL, micropipeta de 1000 µL y cuchara de medición de 85 mm, fotómetro.



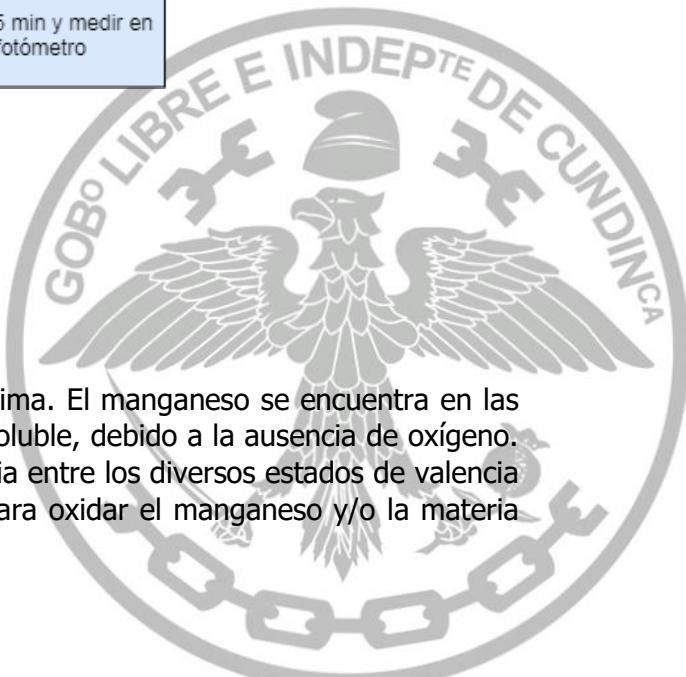


## 6.2.5 MANGANESO

### 6.2.5.1 Referencia Visocolor

Determinación de Manganese total con formaldioxima. El manganese se encuentra en las aguas subterráneas en la forma iónica divalente soluble, debido a la ausencia de oxígeno. La determinación del manganese total no diferencia entre los diversos estados de valencia y el ion permanganato heptavalente se emplea para oxidar el manganese y/o la materia orgánica causante del sabor en el agua.

**Objetivo:**



Determinar las características químicas (Cantidad de Manganese) en el agua suministrada a la población por parte de los prestadores de servicios públicos de agua potable y saneamiento básico, para garantizar la calidad de esta.

**Alcance:**

Comunicar a los servidores de servicios públicos, los resultados obtenidos en los correspondientes controles de calidad y caracterización del agua potable suministrada a la población. En caso de déficit en la calidad de la misma, se reportará a las autoridades correspondientes.

**Entidad o dependencia responsable:**

Dirección de aseguramiento de la prestación

**Generalidades, observaciones o políticas:**

La determinación de Manganese, según lo estipulado en la resolución 2115 de 2007 y demás normatividad.

**Metodología**

**Rango:** 0,1-1,5mg/L Mn

**Temperatura de reacción:** 20–25 °C

**Contenido del kit de reactivos:** 30 mL Mn-1, 30 mL Mn-2, 4 g Mn-3, 1 cuchara medidora de 70 mm.

**Accesorios requeridos:** 1 Tubo de test, fotómetro, 1 jeringa de 5 mL, 1 cuchara medidora de 70 mm.

- Adicionar 5 mL de muestra de agua en el tubo test.
- Añadir 5 gotas de Mn-1, cerrar el tubo y mezclar.
- Añadir 7 gotas de Mn-2, cerrar el tubo y mezclar. Esperar 1 min.
- Añadir 1 cuchara medidora rasa de Mn-3, cerrar el tubo y agitar fuertemente hasta que sea homogéneo.

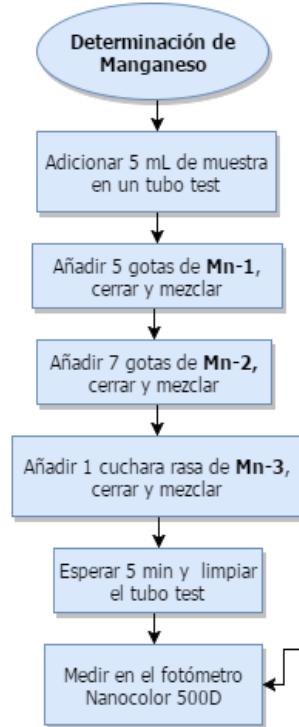


- Si la medición se hará cualitativamente por comparación visual: los tubos deben ser colocados en las Pos. B del comparador y desplazar el comparador hasta

alcanzar la igualdad de color en la parte transparente. Los valores intermedios pueden interpolarse

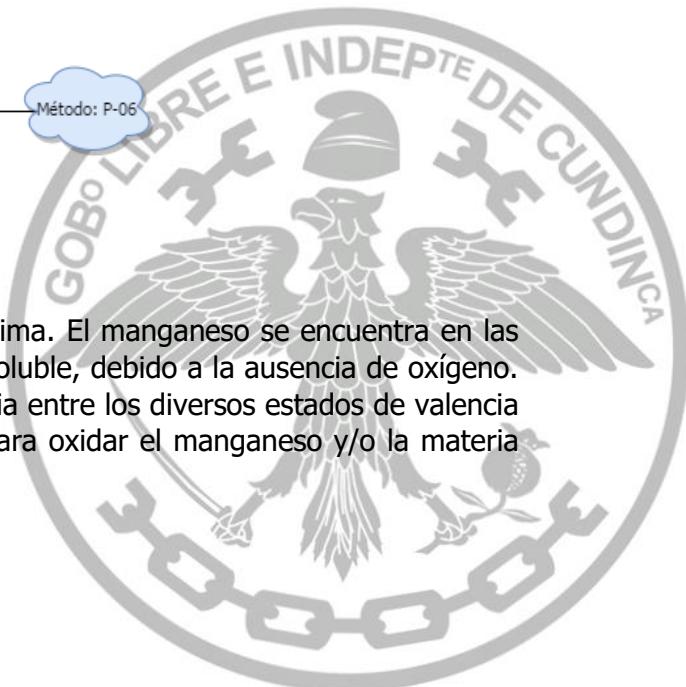


- Esperar 5 min, limpiar la parte exterior del tubo y medir en el fotómetro



### 6.2.5.2 Referencia Nanocolor

Determinación de Manganese total con formaldoxima. El manganese se encuentra en las aguas subterráneas en la forma iónica divalente soluble, debido a la ausencia de oxígeno. La determinación del manganese total no diferencia entre los diversos estados de valencia y el ion permanganato heptavalente se emplea para oxidar el manganese y/o la materia orgánica causante del sabor en el agua.



#### Objetivo:

Determinar las características químicas (Cantidad de Manganese) en el agua suministrada a la población por parte de los prestadores de servicios públicos de agua potable y saneamiento básico, para garantizar la calidad de esta.

**Alcance:**

Comunicar a los servidores de servicios públicos, los resultados obtenidos en los correspondientes controles de calidad y caracterización del agua potable suministrada a la población. En caso de déficit en la calidad de la misma, se reportará a las autoridades correspondientes.

**Área o dependencia responsable:**

Dirección de aseguramiento de la prestación

**Generalidades, observaciones o políticas:**

La determinación de Manganese, según lo estipulado en la resolución 2115 de 2007 y demás normatividad.

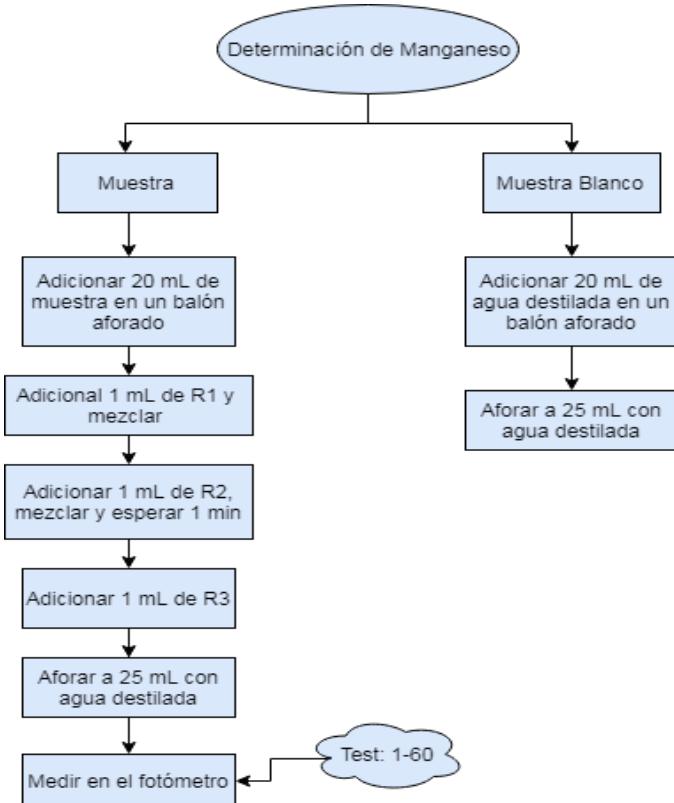
**Metodología**

<b>Celda Rectangular</b>	50 mm	10 mm
<b>Rango (mg/L de Mn)</b>	0,01-2,0	0,1-10,0
<b>Longitud de onda</b>	470 nm	
<b>Tiempo de reacción</b>	5 min	

**Contenido del kit de reactivos:** 100 mL de R1, 100 mL de R2, 100 mL de R3.

**Accesorios requeridos:** 2 balones aforados de 25 mL, micropipeta de 1000 µL y cuchara de medición de 85 mm, fotómetro.





## 6.2.6 MAGNESIO

Remitirse al procedimiento: **DETERMINACIÓN DE DUREZA (NUMERAL 6.3.4)**

## 6.2.7 MOLIBDENO

El molibdato forma con el ácido tioglicólico un complejo amarillo. El molibdeno se encuentra en las aguas naturales que drenan áreas mineralizadas.

### Objetivo:

Determinar las características químicas (Presencia de Molibdeno) en el agua suministrada a la población por parte de los prestadores de servicios públicos de agua potable y saneamiento básico, para garantizar la calidad de esta.

### Alcance:

Comunicar a los servidores de servicios públicos, los resultados obtenidos en los correspondientes controles de calidad y caracterización del agua potable suministrada a la población. En caso de déficit en la calidad de la misma, se reportará a las autoridades correspondientes.

**Área o dependencia responsable:** Dirección de aseguramiento de la prestación

**Generalidades, observaciones o políticas:**

La determinación fotométrica de Molibdeno se realiza con Ácido tioglicòlico. Según lo estipulado en la resolución 2115 de 2007.

**16.5. Metodología**

**Rango:** 1,0–40,0 mg/L Mo(VI) **METODO 0561**; 1,6–65,0 mg/L MoO<sub>4</sub><sup>2-</sup> **METODO 0562**.

**Factor:** 027.5; 045.8 / 028.5; 047.5

**Longitud de onda** (HW = 5–12 nm): 345 nm / 365 nm

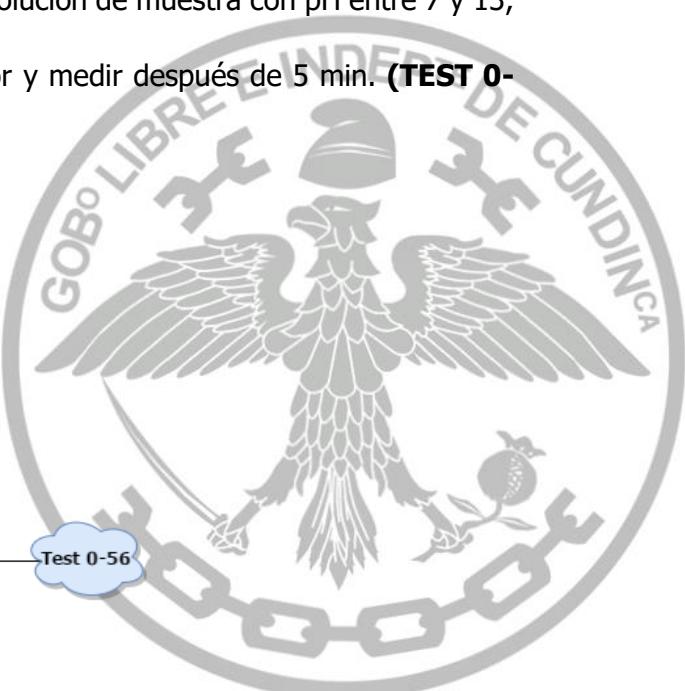
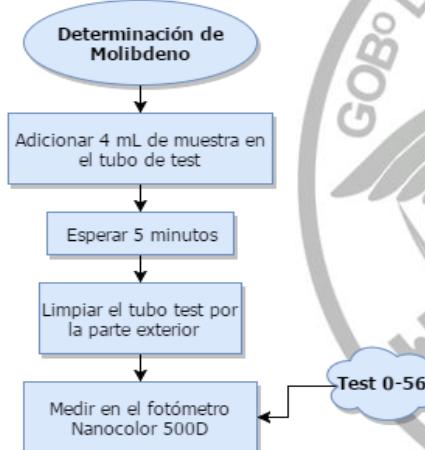
**Tiempo de reacción:** 5 min

**Temperatura de reacción:** 20–25 °C

**Contenido del kit de reactivos:** 20 tubos de test de Molibdeno 40 **R1**, 1 tubo de test con solución neutra “null”.

**Accesorios requeridos:** Tubo de test, fotómetro Nanocolor 500D, pipeta de embolo con puntas o micropipeta de 1000 µL.

- Abrir 1 tubo de test y adicionar 4,0 mL de solución de muestra con pH entre 7 y 13, cerrar y mezclar.
- Limpiar el tubo de test por la parte exterior y medir después de 5 min. (**TEST 0-56: fotómetro NANOCOLOR 500D**)



## 6.2.8 NÍQUEL

Para desarrollar el color con el níquel se puede utilizar la dimetilgioxima, se debe hacer la lectura exactamente 10 minutos después de añadir el reactivo y la determinación espectrofotométrica debe hacerse a 445 nm.

**Objetivo:**

Determinar las características químicas (Concentración de Níquel) en el agua suministrada a la población por parte de los prestadores de servicios públicos de agua potable y saneamiento básico, para garantizar la calidad de esta.

**Alcance:**

Comunicar a los servidores de servicios públicos, los resultados obtenidos en los correspondientes controles de calidad y caracterización del agua potable suministrada a la población. En caso de déficit en la calidad de la misma, se reportará a las autoridades correspondientes.

**Área o dependencia responsable:**

Dirección de aseguramiento de la prestación

**Generalidades, observaciones o políticas:**

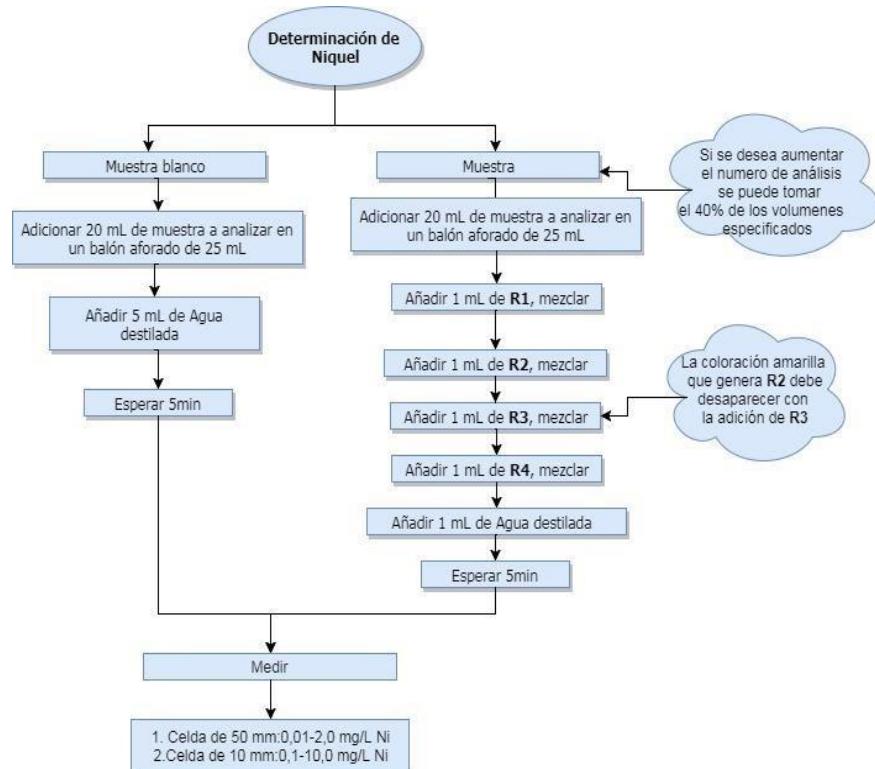
Determinación fotométrica mediante dimetilgioxima, siguiendo la metodología empleada para el análisis fotométrico empleando el kit NANOCOLOR de Macherey Nagel 91862.

**Metodología**

**Contenido del kit de reactivos:** 100 mL **R1**, 100 mL **R2**, 100 mL **R3**, 100 mL **R4**.

**Accesorios requeridos:** Celda de test, fotómetro Nanocolor 500D, micropipeta de 1000  $\mu$ L

<b>Cubeta Rectangular</b>	Celda 50 mm	Celda 10 mm
<b>Rango (mg/L Ni<sup>+2</sup>)</b>	0,01-2,0mg/L	0,1-10,0 mg/L
<b>Longitud de onda</b>	436 nm	
<b>Tiempo de Reacción</b>	5 min	



## 6.2.9 ZINC

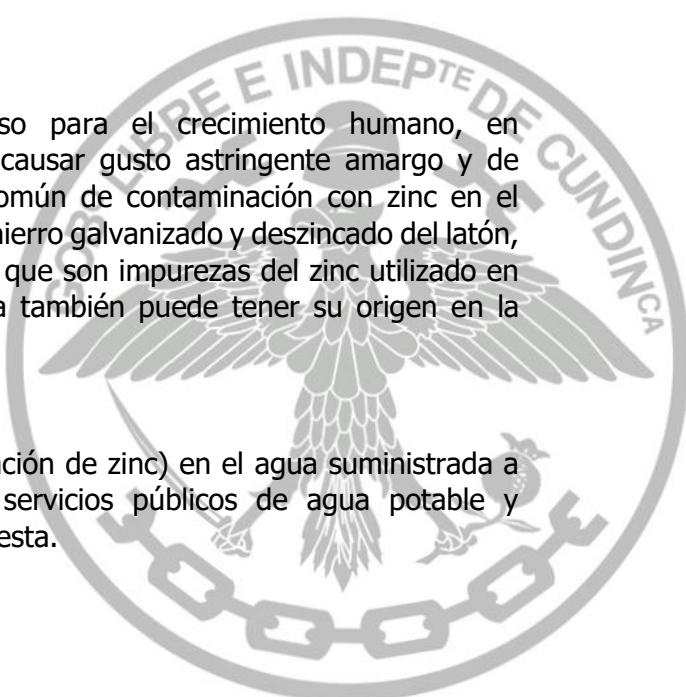
### 6.2.9.1 Referencia Visocolor

El zinc es un elemento esencial y beneficioso para el crecimiento humano, en concentraciones por encima de 5 mg/L pueden causar gusto astringente amargo y de opalescencia en aguas alcalina. La forma más común de contaminación con zinc en el suministro doméstico de agua es por deterioro del hierro galvanizado y deszincado del latón, también pueden estar presentes plomo y cadmio, que son impurezas del zinc utilizado en galvanización de igual manera el zinc en el agua también puede tener su origen en la contaminación por residuos industriales.

## Objetivo:

Determinar las características químicas (concentración de zinc) en el agua suministrada a la población por parte de los prestadores de servicios públicos de agua potable y saneamiento básico, para garantizar la calidad de esta.

## Alcance:



Comunicar a los servidores de servicios públicos, los resultados obtenidos en los correspondientes controles de calidad y caracterización del agua potable suministrada a la población. En caso de déficit en la calidad de la misma, se reportará a las autoridades correspondientes.

**Área o dependencia responsable:**

Dirección de aseguramiento de la prestación

**Generalidades, observaciones o políticas:**

La determinación fotométrica de zinc se realiza con zincon, con el fin de cumplir lo especificado en la resolución 2115 de 2007 emitida por el ministerio de la protección social y de ambiente, vivienda y desarrollo territorial para la calidad de agua potable.

**Metodología**

**Rango:** 0,5–3mg/L Zn<sup>2+</sup>

**Tiempo de reacción:** 1 min

**Contenido del kit de reactivos:** 16mL de Zn-1, 12mL de Zn-2, 27 mL de Zn-3 e instrucciones de uso. **Accesorios requeridos:** tubos de reacción de 16 mm DE, micropipeta de 1000 µL, fotómetro.

**Determinación fotométrica mediante kit Visocolor ECO:**

**Blanco:**

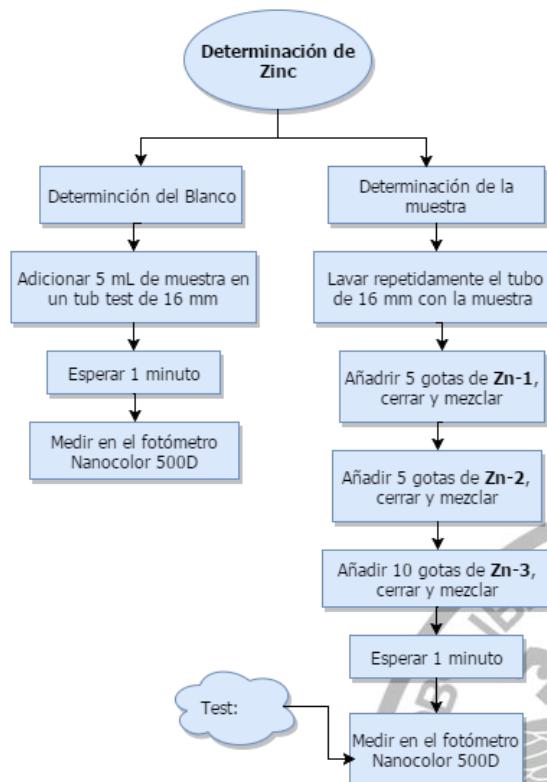
- Adicionar 5 ml de la solución muestra en un tubo de reacción de 16 mm DE.
- Esperar el tiempo de reacción (1 min) y medir en el fotómetro

**Muestra:**

- Lavar repetidamente el tubo de reacción de 16 mm DE con la solución de muestra e introducir 5 ml de la solución muestra.
- Añadir 5 gotas de Zn-1, cerrar y mezclar.
- Añadir 5 gotas de Zn-2, cerrar y mezclar.
- Añadir 10 gotas de Zn-3, cerrar y mezclar.
- Esperar el tiempo de reacción (1 min) y medir en el fotómetro.

**Determinación colorimétrica comparativa**

- Llenar ambos tubos de medida con 1 mL de la muestra y colocar un tubo de medida en la Posición A del comparador.
- Añadir 2 gotas de Zn-1, cerrar el tubo y mezclar.
- Añadir 2 gotas de Zn-2, cerrar el tubo y mezclar.
- Añadir 5 gotas de Zn-3, cerrar el tubo y mezclar. Después de 1 min abrir el tubo y colocarlo en la Posición B del comparador y desplazar el comparador hasta alcanzar la igualdad de color en la parte transparente.



#### 6.2.9.2 Referencia Nanocolor:

El zinc forma un complejo azul con 2-carboxi-2'-hidroxi-5'- sulfoformacil benceno (zincón) en una solución tamponada a pH 9,0 y se añade cianuro que acompleja el zinc. Se añade ciclohexanona para liberar selectivamente al zinc de su complejo cianuro, de manera que pueda formar complejo con zincón dando un color azul. El ascorbato de sodio reduce la interferencia de manganeso. El color desarrollado es estable, excepto en presencia de cobre

#### Objetivo:

Determinar las características químicas (concentración de zinc) en el agua suministrada a la población por parte de los prestadores de servicios públicos de agua potable y saneamiento básico, para garantizar la calidad de esta.

**Alcance:**

Comunicar a los servidores de servicios públicos, los resultados obtenidos en los correspondientes controles de calidad y caracterización del agua potable suministrada a la población. En caso de déficit en la calidad de la misma, se reportará a las autoridades correspondientes.

**Área o dependencia responsable:**

Dirección de aseguramiento de la prestación

**Generalidades, observaciones o políticas:**

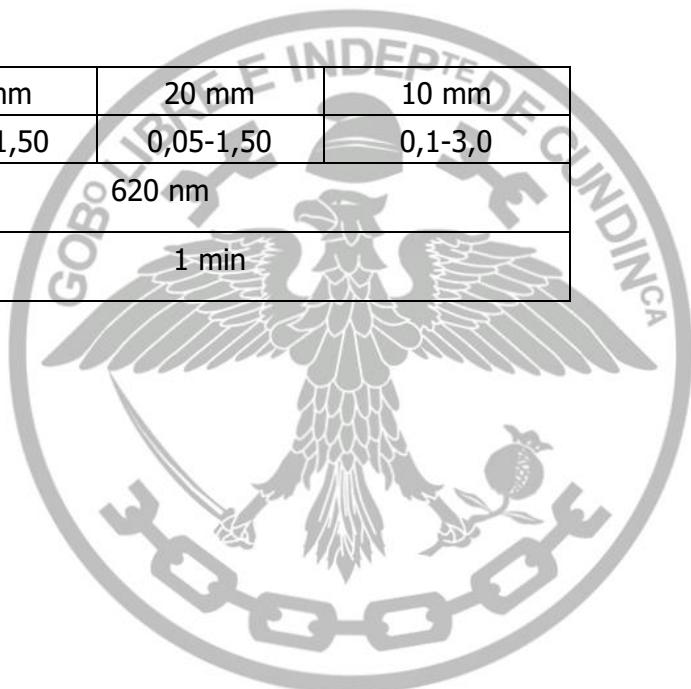
La determinación fotométrica de zinc se realiza con zincon, con el fin de cumplir lo especificado en la resolución 2115 de 2007 emitida por el ministerio de la protección social y de ambiente, vivienda y desarrollo territorial para la calidad de agua potable.

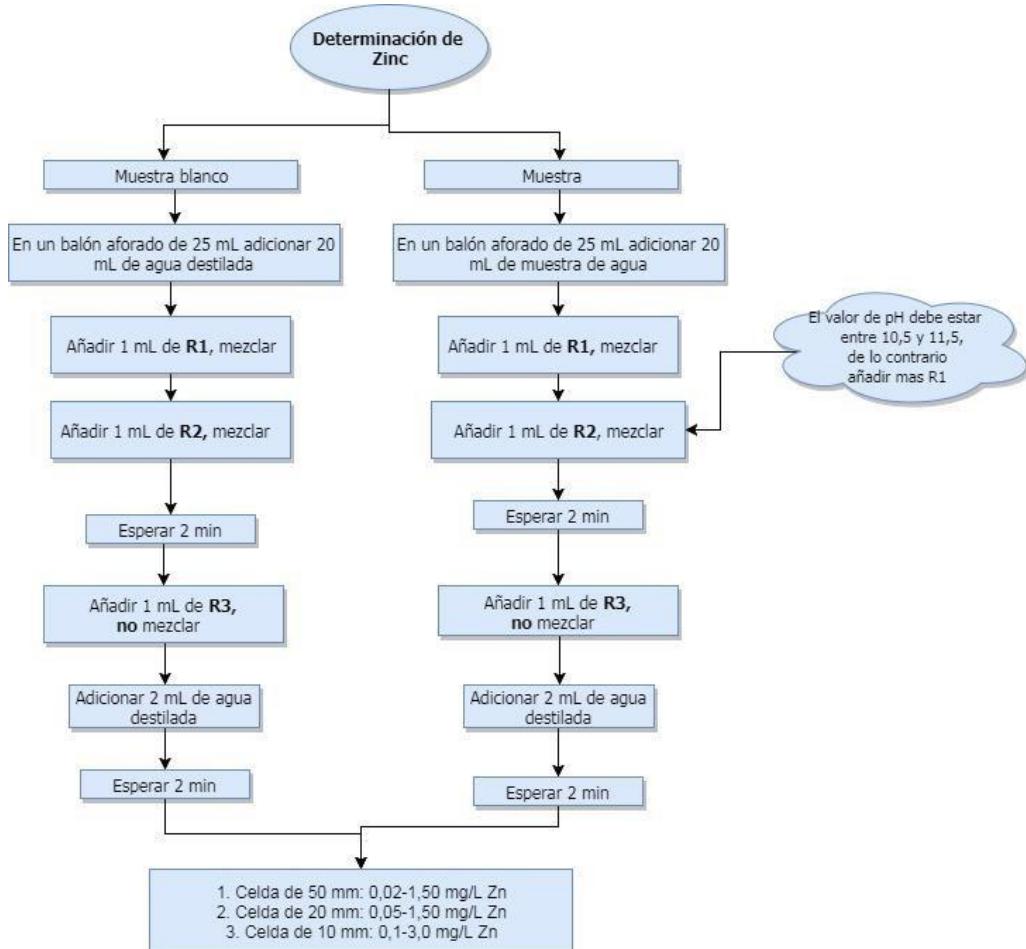
**Metodología**

**Contenido del kit de reactivos:** 100 mL **R1**, 100 mL **R2**, 100 mL **R3**.

**Accesorios requeridos:** Celda de test, fotómetro Nanocolor 500D, micropipeta de 1000  $\mu$ L

<b>Cubeta Rectangular</b>	50 mm	20 mm	10 mm
<b>Rango (mg/L Zn<sup>+2</sup>)</b>	0,02-1,50	0,05-1,50	0,1-3,0
<b>Longitud de Onda</b>	620 nm		
<b>Tiempo de Reacción</b>	1 min		





### 6.3 Determinación de parámetros físicos, organolépticos y agregados.

#### 6.3.1 ALCALINIDAD

La alcalinidad es la facultad del agua para neutralizar ácidos (hasta pH 4,3). Dicha facultad resulta de la suma de la base (hidróxido) y el buffer (carbonato, fosfato, entre otros). Dado que la alcalinidad de aguas superficiales está determinada generalmente por el contenido de carbonatos, bicarbonatos e hidróxidos, ésta (alcalinidad) se toma como un indicador de dichas especies iónicas.

##### Objetivo:

Determinar las características químicas (alcalinidad) en el agua suministrada a la población por parte de los prestadores de servicios públicos de agua potable y saneamiento básico, para garantizar la calidad de esta.

**Alcance:**

Comunicar a los servidores de servicios públicos, los resultados obtenidos en los correspondientes controles de calidad y caracterización del agua potable suministrada a la población. En caso de déficit en la calidad de la misma, se reportará a las autoridades correspondientes.

**Área o dependencia responsable:**

Dirección de aseguramiento de la prestación

**Generalidades, observaciones o políticas:** La determinación fotométrica de la alcalinidad se realiza con bromofenol azul, con el fin de cumplir lo especificado en la resolución 2115 de 2007 emitida por el ministerio de la protección social y de ambiente, vivienda y desarrollo territorial para la calidad de agua potable.

**Metodología:**

➤ **Metodología para la determinación de alcalinidad por titulación:**

**Accesorios y reactivos requeridos:** pH metro, solución de carbonato de sodio al 0,05N, solución de ácido sulfúrico al 0,1N, solución de ácido sulfúrico al 0,02N, bureta de vidrio borosilicato de 10 mL y/o bureta automática digital, pipetas de 5,10 y 25 mL, vaso de precipitado de 250 mL y de 50 mL, probeta de 50 y 100 mL, balones aforados de 1000 mL, 200 mL y 100ML.

La alcalinidad de una muestra se determina mediante el **volumen de un ácido estándar requerido para titular una porción a un pH seleccionado**. La titulación **se efectúa a temperatura ambiente con un pH metro o un titulador automático calibrados, o mediante indicadores coloreados**. En este último caso, se **debe preparar y titular un blanco del indicador**.

Debe evitarse el contacto de la muestra de agua con el aire; evitando agitación o mezcla vigorosa, protegiendo la muestra de la atmósfera durante la titulación y no dejando que la muestra se caliente más allá de la temperatura en el momento de recolección, debido a que es posible que la muestra de agua puede ganar o perder gases como CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>S o NH<sub>3</sub>, los cuales contribuyen a la acidez o alcalinidad. Tales efectos se pueden minimizar por titulación inmediata después de abrir el recipiente de la muestra.

Las determinaciones de alcalinidad se emplean para la interpretación y control de los procesos de tratamiento de aguas. Por otro lado, los iones hidroxilo presentes en una muestra de agua son el resultado de la disociación o hidrólisis de solutos que reaccionan con la adición de ácido estándar. En consecuencia, la alcalinidad depende del pH de punto final empleado.

La alcalinidad está expresada como alcalinidad a la fenolftaleína (P), o como alcalinidad total (T). La primera corresponde al contenido total de hidróxido y carbonato presentes en la muestra, y la segunda, además de los anteriores, incluye el contenido de bicarbonato.

**Procedimiento de preparación de Reactivos:**

- **Solución de carbonato de sodio, aproximadamente 0,05 N:** Pesar 0,6250 g de carbonato de sodio o una cantidad cercana, en un vaso precipitado de 50 mL y llevar a 250 mL. No conservar por más de una semana.

Se debe estandarizar por titulación potenciométrica, tome 4 mL de solución de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 0,05N y adiciónelos en un vaso con aproximadamente 50 mL de agua, titule hasta un pH de 4,5 (**verde de bromocresol**).

- **Ácido sulfúrico estándar, 0,1 N:** Coloque un vaso de 600 mL con unos 300mL de agua desionizada, Agregue muy lentamente 2,8 mL de ácido sulfúrico concentrado del 98%, cuando este a temperatura ambiente complete a 1 Litro en un balón aforado.
- **Ácido sulfúrico 0,02 N:** Coloque un vaso precipitado de 600 mL con unos 300 mL de agua desionizada, adicione 200 mL de ácido sulfúrico 0,1 N y en un balón aforado y complete a 1000 mL.

Calcúlese la normalidad de la siguiente:

$$\text{Normalidad} = \frac{A \times B}{53,00 \times C}$$

**A:** Gramos de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> pesados en el balón de 1000 mL.

**B:** Mililitros de solución de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> tomados para la titulación.

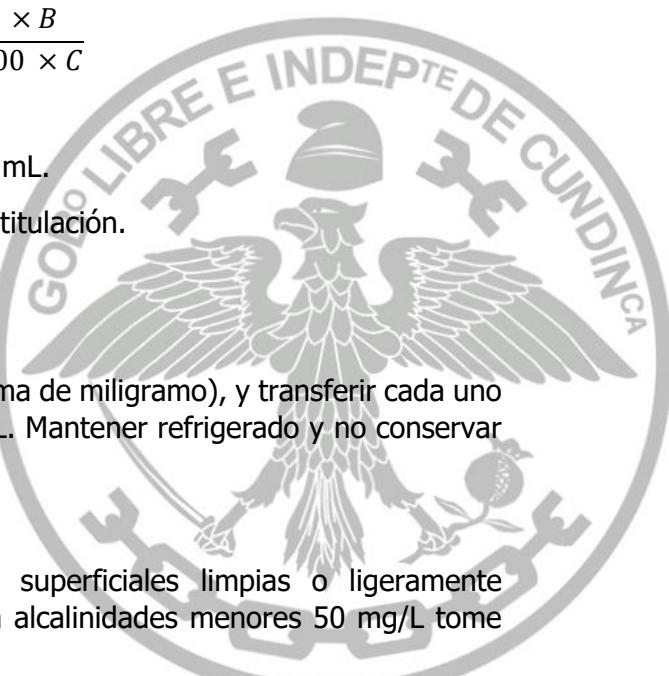
**C:** Mililitros de ácido empleados.

**Procedimiento de preparación de Estándares:**

Pesar 5 mg, 20 mg, 100 mg (con exactitud a la décima de miligramo), y transferir cada uno de estas cantidades a un balón aforado de 1000 mL. Mantener refrigerado y no conservar por más de una semana.

**Procedimiento de análisis:**

Para Alcalinidades entre 50 y 100mg/L (aguas superficiales limpias o ligeramente contaminadas) tome una alícuota de 50 mL y para alcalinidades menores 50 mg/L tome



una alícuota de 100 mL, con pipeta aforada y descargue el contenido manteniendo la pipeta cerca del fondo del vaso.

Para alcalinidades mayores a 100 mg/L tome una alícuota de 50 o 25 mL con probeta.

- Titule hasta pH 8,3 (punto final con **fenolftaleína**). Si el pH de la muestra es superior a este valor a medida que se acerque al punto final, hacer adiciones de ácido más pequeñas (volúmenes de 0.002 mL) y verificar que se alcance el equilibrio de pH (8,3) antes de adicionar más titulante (Ácido sulfúrico 0,02N).
- Registre el volumen de ácido gastado para titular hasta pH 8,3 para el cálculo posterior de carbonatos e hidróxidos.
- Continúe la titulación hasta pH 4,5 (punto final con naranja de metilo o verde de bromocresol) y a medida que se acerque al punto final, hacer adiciones de ácido más pequeñas (volúmenes de 0.002 mL) y verificar que se alcance el equilibrio de pH antes de adicionar más titulante.

**NOTA:** No deje la muestra expuesta al aire y no la someta a agitación mientras no esté adicionando el titulante (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0.02 N), no sirva varias muestras simultáneamente.

- Una vez se estabilice la lectura en el pH metro, de nuevo oprima el botón de lectura del pH metro para asegurarse que el pH no ha cambiado, debido a que la materia orgánica y la grasa hacen que la respuesta del pH metro sea lenta.

### Procesamiento de datos y cálculo de resultados

$$\text{Alcalinidad} \frac{mg \text{ CaCO}_3}{L} = \frac{A \times N \times 50000}{mL \text{ de muestra}}$$

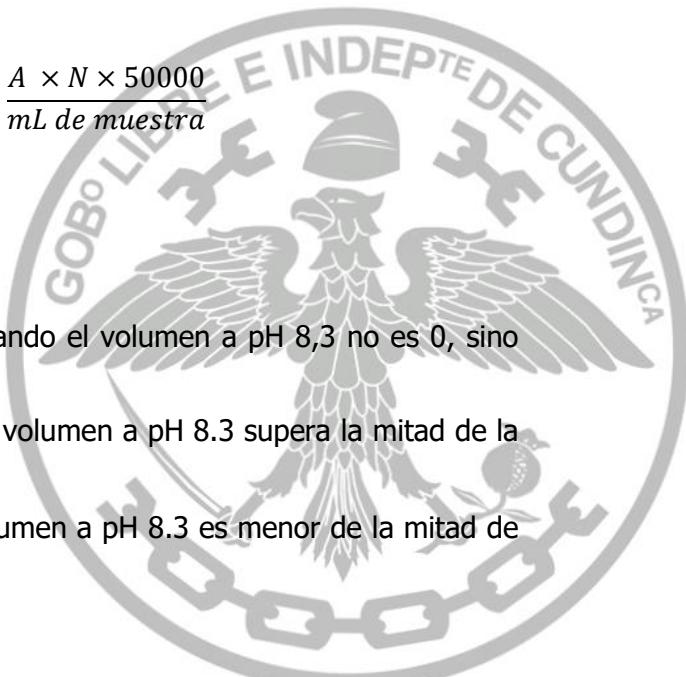
**A:** Mililitros de ácido estándar gastados

**N:** Normalidad de ácido estándar.

La alcalinidad de carbonato (CO<sub>3</sub>) se presenta cuando el volumen a pH 8,3 no es 0, sino menor que la total.

La alcalinidad de hidróxido (OH<sup>-</sup>) se presenta si el volumen a pH 8.3 supera la mitad de la total.

La alcalinidad de bicarbonato se presenta si el volumen a pH 8.3 es menor de la mitad de la total.



Estas relaciones pueden calcularse mediante el siguiente esquema, donde **P** es el volumen gastado a pH 8,3 y **T** es el volumen gastado a pH 4,5.

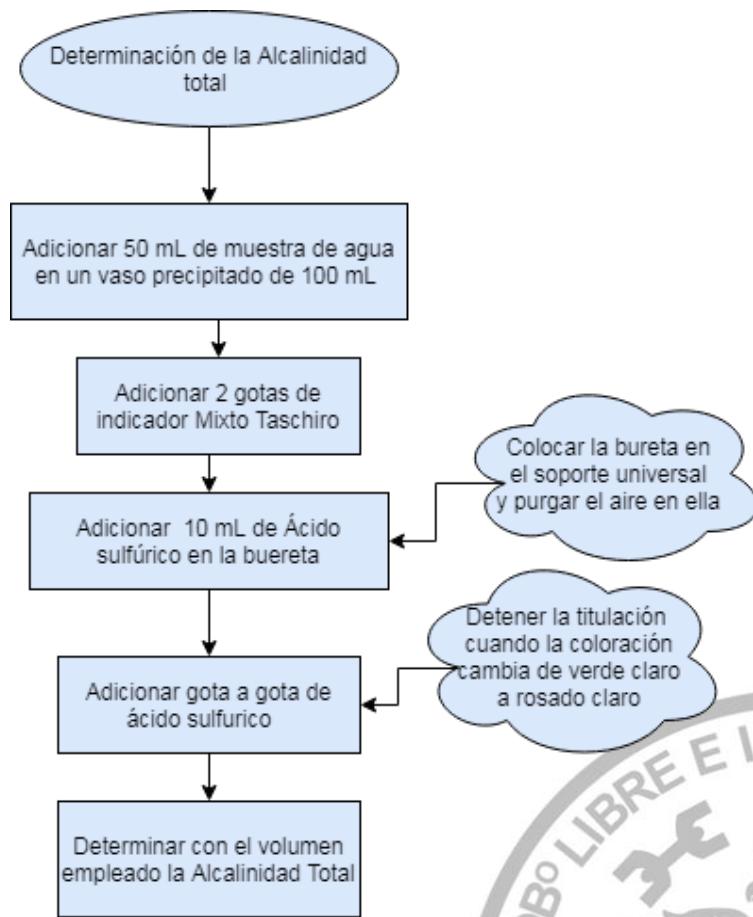
<b>RESULTADO DE LA TITULACION</b>	<b>Alcalinidad de hidróxidos como CaCO<sub>3</sub></b>	<b>Alcalinidad de Carbonatos como CaCO<sub>3</sub></b>	<b>Alcalinidad de Bicarbonatos como CaCO<sub>3</sub></b>
P = 0	0	0	T
P < ½ T	0	2P	T - 2P
P = ½ T	0	2P	0
P > ½ T	2P - T	2 ( T - P )	0
P = T	T	0	0

**P**= alcalinidad de fenolftaleína o a pH 8,3; **T** =alcalinidad al metil naranja o a pH 4,5.

➤ **Determinación de alcalinidad por métodos título métricos con reactivos Mol Labs:**

- **Material requerido:** Un (1) vaso de precipitado de 100 mL, una (1) pipeta de 10 mL, una (1) pipeta de 50 mL, una (1) bureta digital.
- **Reactivos requeridos:** Indicador mixto tachiro x 300 mL, Solución de ácido sulfúrico 0,02 N x L.
  1. Adicionar 50 mL de muestra a analizar en un vaso precipitado (100 mL) y adicionar dos gotas de indicador Mixto Tachiro y mezclar o agitar continuamente.
  2. Adicionar 10 mL de solución de ácido sulfúrico en la bureta (digital) y purgar el aire de la descarga.
  3. Adicionar lentamente gota a gota de la solución de ácido sulfúrico a la muestra de agua a analizar en el vaso de precipitado; hasta evidenciar el cambio de coloración de verde claro a rosado claro.
  4. Determinar y tomar nota del volumen de la solución ácido sulfúrico consumido durante la titulación de alcalinidad.
  5. Calcular alcalinidad empleando la siguiente ecuación:

$$\frac{mg}{L} CaCO_3 = \frac{Volumen\ consumido\ (mL) \times 0,02 \times 50000}{50}$$



$$\text{Alkalinity Total } \left( \frac{mg}{L} CaCO_3 \right) = \frac{Volumen\ consumido\ (mL) \times 0,1 \times 100 \times 1000 \times 2 \times 0,25}{50}$$

### 6.3.2 COLOR APARENTE

El color del agua puede estar condicionado por la presencia de iones metálicos naturales (hierro y manganeso), de humus y turbas, de plancton, de restos vegetales y de residuos industriales. Para determinar el color mediante los métodos actualmente aceptados, es

necesario eliminar la turbidez antes de proceder al análisis. El filtrado proporciona resultados reproducibles de un día para otro y entre laboratorios. Sin embargo, algunos procedimientos de filtrado pueden eliminar parte del color real. El centrifugado evita interacciones del color con los materiales del filtro, pero los resultados varían con la naturaleza de la muestra y el tamaño y velocidad de la centrífuga.

El término color aparente hace referencia tanto al color debido a las sustancias disueltas, como también a los sólidos en suspensión. Este análisis se realiza en la muestra original sin filtrado ni centrifugado.

### **Objetivo**

Determinar las características físicas como el color en el agua suministrada a la población por parte de los prestadores de servicios públicos de agua potable y saneamiento básico, para garantizar la calidad de esta.

### **Alcance**

Comunicar a los servidores de servicios públicos, los resultados obtenidos en los correspondientes controles de calidad y caracterización del agua potable suministrada a la población. En caso de déficit en la calidad de la misma, se reportará a las autoridades correspondientes.

### **Área o dependencia responsable:**

Dirección de aseguramiento de la prestación

### **Generalidades, observaciones y políticas**

Determinación de color en muestras de agua potable, mediante comparación visual y fotometría, empleando patrones de platino-cobalto. Todo esto con el fin de cumplir la normatividad estipulada en la resolución 2115 de 2007 emitida por el ministerio de la protección social y de ambiente, vivienda y desarrollo territorial.

### **Metodología**

#### ➤ **Determinación por comparación visual**

El color se determina mediante comparación visual de la muestra con concentraciones conocidas de soluciones coloreadas. El método patrón de medida de color es el de cobalto-platino, siendo la unidad de color el producido por 1 mg de Pt/L en forma de ion cloroplatinato. El método platino-cobalto es útil para medir el color del agua potable o aquella cuyo color se debe a materiales naturales. La turbidez, incluso cuando es ligera, hace que el color aparente sea más llamativo que el color real, por ende debe eliminarse la turbidez mediante centrifugado o por filtrado. Dado que el valor de color (Unidades de



platino-cobalto), se ve alterado al incrementar el pH de la muestra de agua analizada, por ende debe registrarse el pH al cual se realizó la determinación.

**Accesorios requeridos:** Tubos de Nessler de 50 ml, medidor de pH para determinación del pH de la muestra.

- La muestra de agua debe ser recogida en material de vidrio limpio, realizando la determinación colorimétrica lo más rápido posible, ya que el resultado puede verse afectado por las alteraciones químicas, físicas y biológicas producidas durante la conservación.
- Elaboración de patrones: Disolver 1,246 g de cloroplatinato potásico o ácido cloroplatínico preparado a partir de platino metal y 1,00 g de cloruro de cobalto cristalizado, en agua destilada con 100 ml de HCl concentrado y dilúyanse hasta 1000 ml del agua destilada. Este material estándar tiene un color de 500 unidades.
- Prepárense patrones con los colores a continuación especificados. Adiciones los volúmenes de las alícuotas presentados en la tabla a continuación descrita y aforo a 50 ml en los tubos Nessler, los cuales deben estar protegidos de la evaporación y la contaminación mientras no se utilicen

Vol. de alícuota (mL)	Color (Uni PtCo)	Vol. de alícuota (mL)	Color (Uni PtCo)
0.5	5	3.5	35
1.0	10	4.0	40
1.5	15	4.5	45
2.0	20	5.0	50
2.5	25	6.0	60
3.0	30	7.0	70

- Para la estimación de la muestra intacta; observe el color de la muestra llenando con ésta un tubo de Nessler hasta la marca de 50 ml y compare con los estándares. Si existe turbidez y no se ha eliminado, anótese «color aparente». Si el color excede las 70 unidades, dilúyase la muestra en agua destilada a proporciones conocidas hasta que el color se sitúe dentro de los márgenes del estándar.
- Medir el pH de cada muestra.
- Calcular las unidades de color:

$$\text{Unidades de color (UPC)} = \frac{A * 50}{B}$$

**A** Representa el color estimado de una muestra diluida, y **B** Representa los ml de muestra tomados para la dilución.

- Repórtense los resultados de manera que se especifiquen los registros cercanos a cada rango de color y el pH de los mismos.

Unidades de color	Registro más cercano
1-50	1
51-100	5
101-250	10
251-500	20

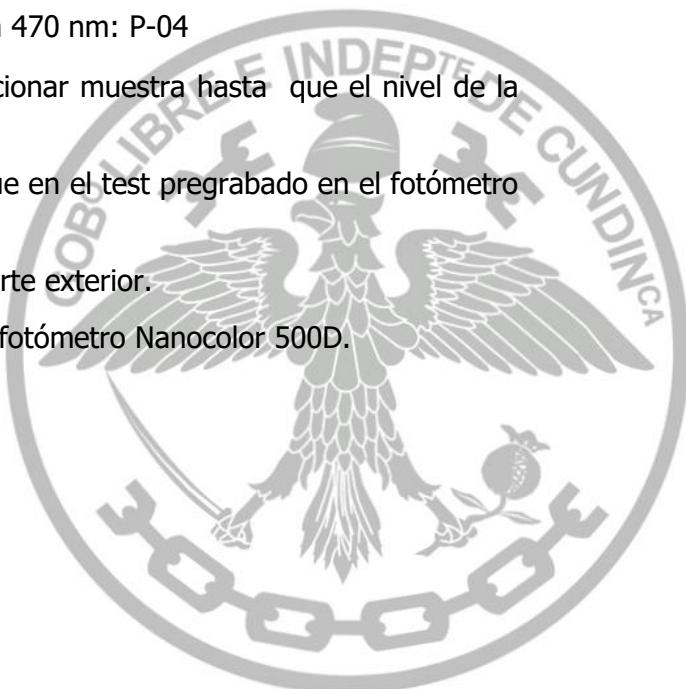
#### ➤ Determinación de color fotométricamente

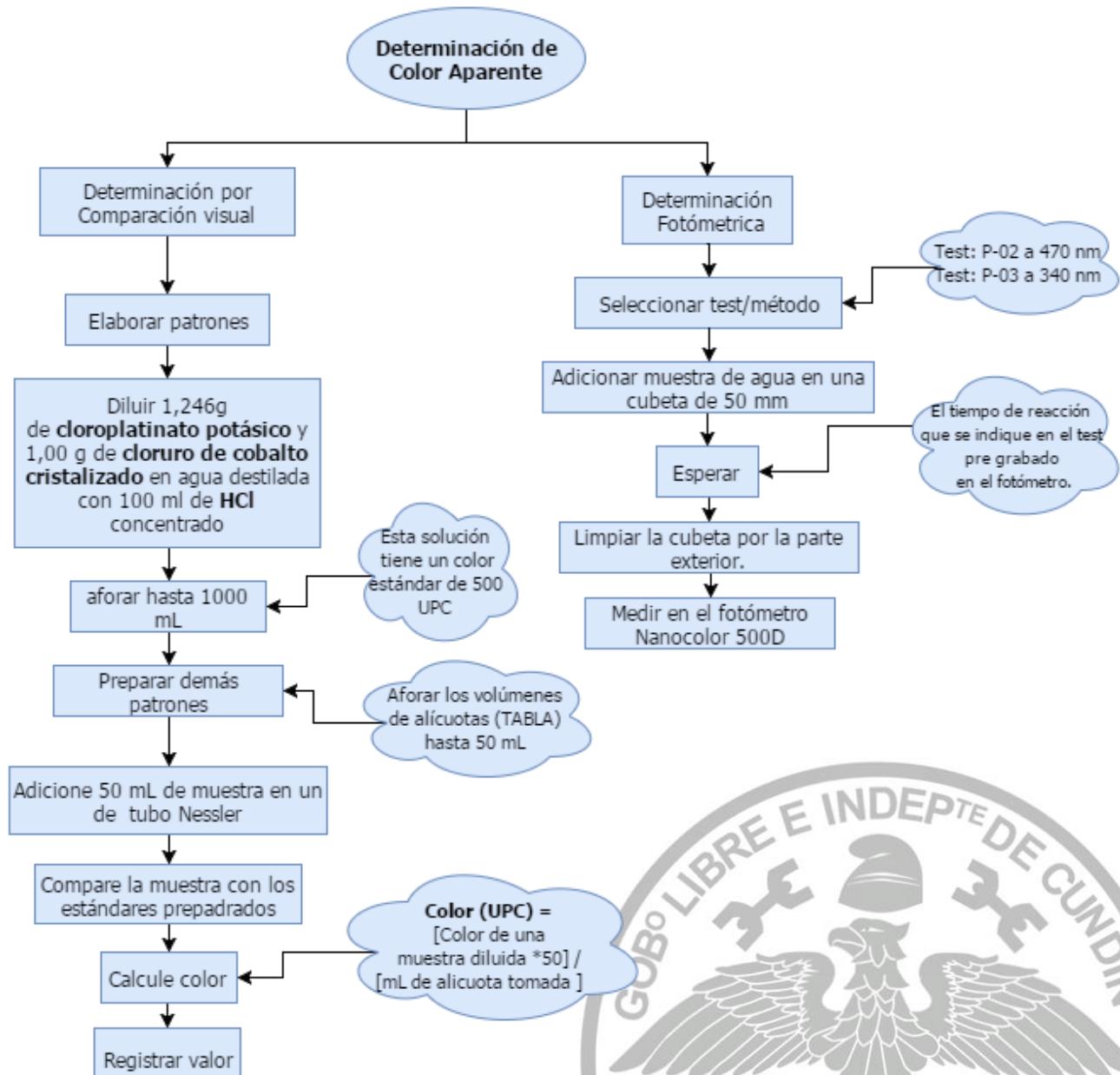
Determinación fotométrica de color HAZEN, medido en unidades de platino-cobalto a diferentes longitudes de onda (340 nm y 470 nm)

**Rango: 5-500 mg/L Pt**

**Accesorios requeridos:** Cubetas de 50 mm para análisis fotométrico, fotómetro Nanocolor 500D, micropipeta 1000  $\mu$ L, vaso de precipitado de 100 mL.

- Seleccionar test/método: a 340 nm: P-03; a 470 nm: P-04
- En una cubeta fotométrica de 50 mm adicionar muestra hasta que el nivel de la muestra iguale la marca.
- Esperar el tiempo de reacción que se indique en el test pregrabado en el fotómetro Nanocolor 500D.
- Limpiar cuidadosamente la cubeta por la parte exterior.
- Colocar la cubeta en el lector y medir en el fotómetro Nanocolor 500D.





### 6.3.3 CONDUCTIVIDAD

La conductividad es una expresión numérica de la capacidad de una solución para transportar una corriente eléctrica. Esta capacidad depende de la presencia de iones y de

su concentración total, de su movilidad, valencia y concentraciones relativas, así como de la temperatura de la medición.

**Objetivo:**

Determinar las características físicas (Conductividad) en el agua suministrada a la población por parte de los prestadores de servicios públicos de agua potable y saneamiento básico, para garantizar la calidad de esta.

**Alcance:**

Comunicar a los servidores de servicios públicos, los resultados obtenidos en los correspondientes controles de calidad y caracterización del agua potable suministrada a la población. En caso de déficit en la calidad de la misma, se reportará a las autoridades correspondientes.

**Área o dependencia responsable:**

Dirección de aseguramiento de la prestación

**Generalidades, observaciones o políticas:**

Determinación de la conductividad en aguas superficiales, por valoración electrométrica con el fin de cumplir lo especificado en la resolución 2115 de 2007.

**Metodología:**

**Accesorios requeridos:** medidor de conductividad, celda de conductividad, termómetro con precisión de 0.1 °C, en el rango de 20-30 °C, matraz aforado de 1 L, vaso de precipitado, agua destilada y desionizada, solución estándar de calibración 100 µS/cm.

El análisis de la muestra puede ser realizado tanto en campo como en el laboratorio. En caso de almacenar la muestra, esta debe ser filtrada con un filtro de 0.45micras y preservada a 4°C hasta 28 días después a su recolección. Tanto el filtro como el equipo de filtración deben ser previamente purgados con la muestra y posteriormente lavados con agua destilada desionizada.

➤ **Calibración electrodo: Multiparámetro WTW**

- Conectar el electrodo de conductividad al instrumento.
- En los parámetros medidos seleccione conductividad con <M>.
- Empiece la calibración seleccionando <CAL>, debe mostrarse en pantalla el valor correspondiente a la constante de la celda de la última calibración (El Multiparámetro

**WTW 3630 SET F** tiene una celda TetraCon 925 con constante de sensor IDS: 0.475 cm<sup>-1</sup>)



- Sumerja el electrodo en la solución estándar DE 100 µS/cm.
- Iniciar la medición <MENU/ENTER>, se debe visualizar [AR] como indicación del control de estabilidad el parámetro medido parpadea.
- Espere a que la medición con control de estabilidad indique ([HOLD/ESTABILIZAR] [AR/AUTOCORRIDA]) o acepte el valor de calibración <MENU/ENTER>.

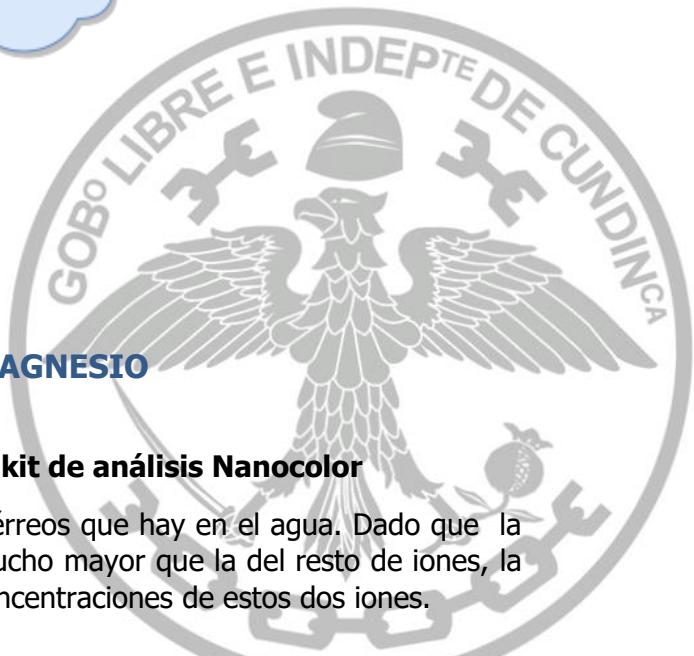
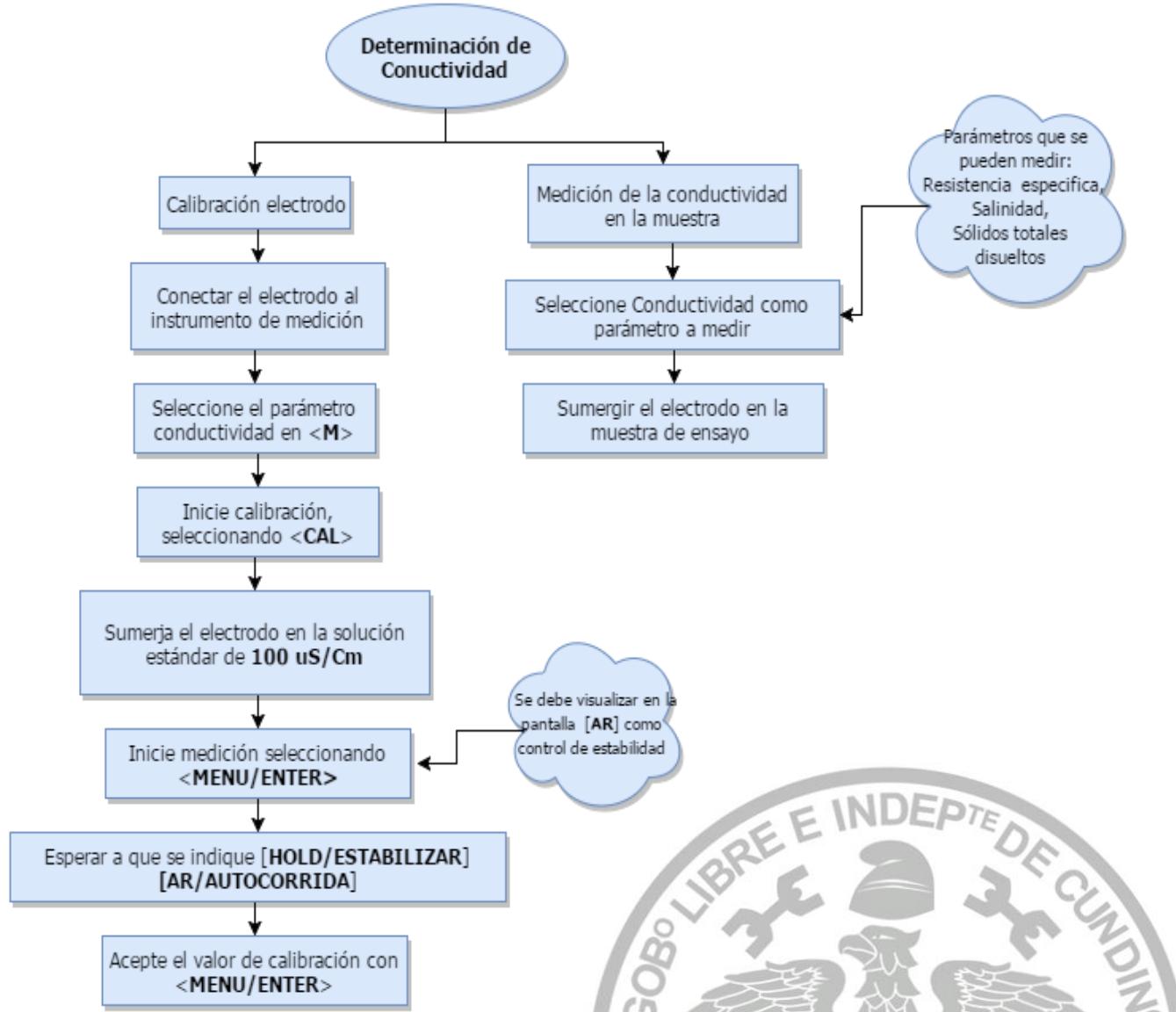
#### Medición de Conductividad a la muestra

- Seleccione el parámetro que desea medir: Conductividad [µS/cm] / [mS/cm]; Resistencia específica [Ω·cm] / [MΩ·cm] / [MΩ·cm]; salinidad; sólidos totales disueltos [mg/l] / [g/l].
- Sumergir el electrodo en la muestra ensayo. Puede cambiar de parámetro de medición con la tecla <M>.

Si la medida de conductividad es realizada a una muestra de agua con temperatura diferente a 25°C, debe realizarse la correspondiente compensación de temperatura, el cual está basado en las temperaturas seleccionadas como referencia 20°C o 25°C. El instrumento puede realizar la corrección del valor de conductividad, seleccionando alguno de los siguientes métodos: Compensación no lineal de temperatura (nLF), Compensación lineal de temperatura (Lin) con coeficientes ajustables entre 0.000 y 3.000 %/K, No compensación de temperatura (off).

#### Emplear calibraciones previamente realizadas:

El registro de la última calibración se encuentra bajo el elemento de Menú, Calibración/Registro; para abrirlo pulse la tecla <CAL>. Los registros de las 10 últimas calibraciones se encuentran en el menú, el almacenamiento de datos de calibración/calibración/Visualizar. Para abrir la calibración menú, pulse el botón <MENU/ENTER> en el valor medido monitor.



### 6.3.4 DUREZA TOTAL, CALCIO Y MAGNESIO

#### 6.3.4.1 Determinación de Dureza total kit de análisis Nanocolor

La dureza es el contenido total de iones alcalinotérreos que hay en el agua. Dado que la concentración de  $\text{Ca}^{2+}$  y  $\text{Mg}^{2+}$  es normalmente mucho mayor que la del resto de iones, la dureza es prácticamente igual a la suma de las concentraciones de estos dos iones.

Un agua de dureza inferior a 60 mg/ L de CaCO<sub>3</sub> se considera blanda. Si la dureza es superior a 270 mg/L de CaCO<sub>3</sub>, el agua se considera dura. Una manera de expresar la dureza son:

- **Grado alemán °d:** Todos los componentes de la dureza del agua son determinados como CaO (10 mg de CaO/L son 1°d).
- **Grado francés °f:** Todos los componentes de la dureza del agua se expresan como CaCO<sub>3</sub> (10 mg/L CaCO<sub>3</sub> son 1° f)

### **Objetivo:**

Determinar las características químicas (Cuantificación de la dureza total, como presencia de Calcio y magnesio) en el agua suministrada a la población por parte de los prestadores de servicios públicos de agua potable y saneamiento básico, para garantizar la calidad de esta.

### **Alcance:**

Comunicar a los servidores de servicios públicos, los resultados obtenidos en los correspondientes controles de calidad y caracterización del agua potable suministrada a la población. En caso de déficit en la calidad de la misma, se reportará a las autoridades correspondientes.

### **Área o dependencia responsable:**

Dirección de aseguramiento de la prestación

### **Generalidades, observaciones o políticas:**

Determinación fotométrica de la dureza total, mediante púrpura ftaleína. Con la utilización de un reactivo marcador selectivo, se puede diferenciar entre calcio y magnesio. Según lo estipulado en la resolución 2115 de 2007.

### **Metodología**

**Rango:** 1,0–20,0 °d; 5–50 mg/L Mg<sup>2+</sup>; 10–100 mg/L Ca<sup>2+</sup>

**Factor:** no lineal

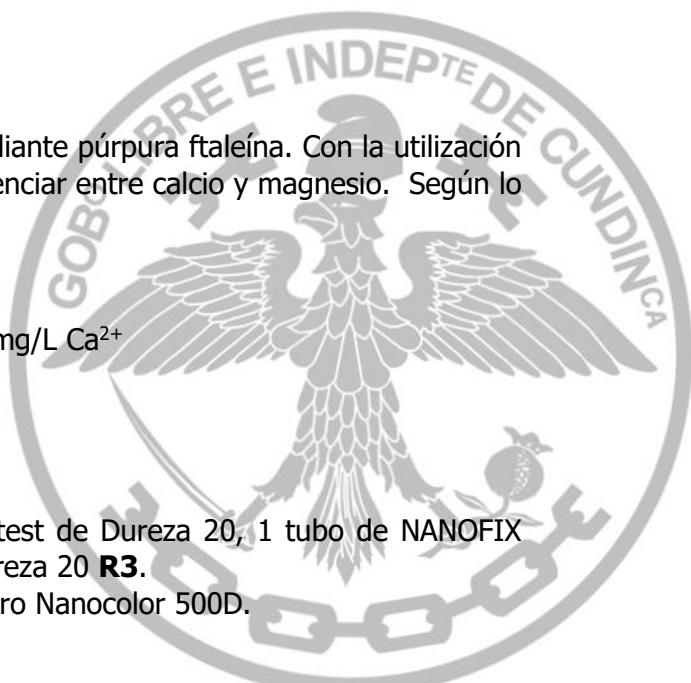
**Longitud de onda** (HW = 5–12 nm): 540 nm

**Tiempo de reacción:** 1 min

**Temperatura de reacción:** 20–25 °C

**Contenido del kit de reactivos:** 20 tubos de test de Dureza 20, 1 tubo de NANOFIX Dureza 20 **R2**, 1 tubo de plástico con 5 mL de Dureza 20 **R3**.

**Accesorios requeridos:** 1 Tubo de test, fotómetro Nanocolor 500D.



➤ **Determinación de dureza total:** (métodos: 0431 –0434)

- En un tubo de test, añadir 1 NANOFIX **R2**, cerrar y agitar intensamente. (Cerrar el tubo de NANOFIX inmediatamente después de la adición)
- Después de 2 min abrir el tubo de nuevo, añadir 200 µL (0,2 mL) de solución de muestra, con pH de 4-9, cerrar y mezclar.
- Limpiar el tubo de test por la parte exterior y medir después 1 min.

➤ **Determinación de Calcio:** (método 0435)

- Llevar el "valor dureza total" al fotómetro y regular éste a cero.
- Abrir el tubo de test de nuevo y añadir 200 µL (0,2 mL) de **R3**, cerrar y mezclar.
- Limpiar el tubo de test por la parte exterior y medir después 1 min

➤ **Determinación de Magnesio:** (método 0436)

- Llevar el "valor calcio" al fotómetro y medir.

Si el método en su fotómetro no se encuentra programado, seleccione el método "extinción" y mida. Con la extinción puede leerse el porcentaje de la dureza de las tablas de valores. Los valores intermedios pueden interpolarse

**Tabla para lectura de dureza total:**

E (540 nm)	ºd	Mmol/L	E (540 nm)	ºd	Mmol/L
0,207	1,0	0,18	0,633	11,0	1,96
0,247	2,0	0,36	0,678	12,0	2,14
0,287	3,0	0,54	0,722	13,0	2,32
0,328	4,0	0,71	0,766	14,0	2,49
0,370	5,0	0,89	0,809	15,0	2,67
0,413	6,0	1,07	0,852	16,0	2,85
0,456	7,0	1,25	0,894	17,0	3,03
0,500	8,0	1,43	0,935	18,0	3,21
0,544	9,0	1,61	0,975	19,0	3,39
<b>0,589</b>	<b>10,0</b>	<b>1,78</b>	<b>1,015</b>	<b>20,0</b>	<b>3,56</b>

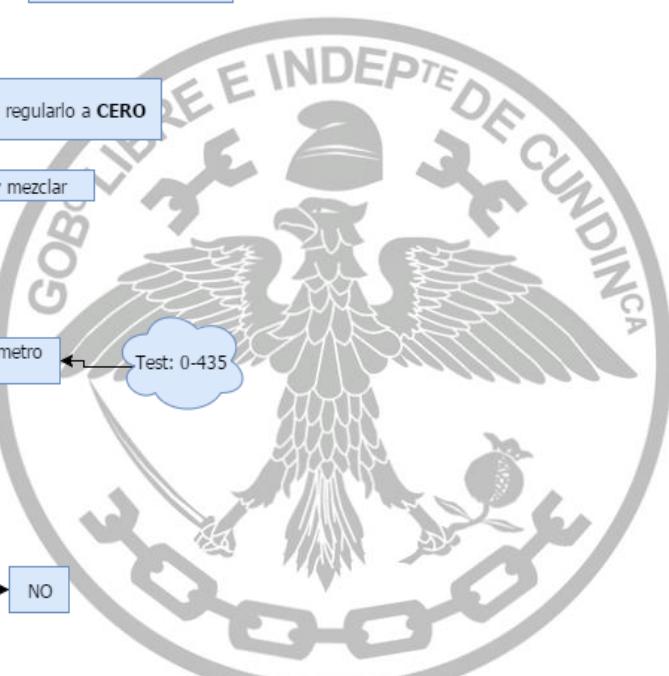
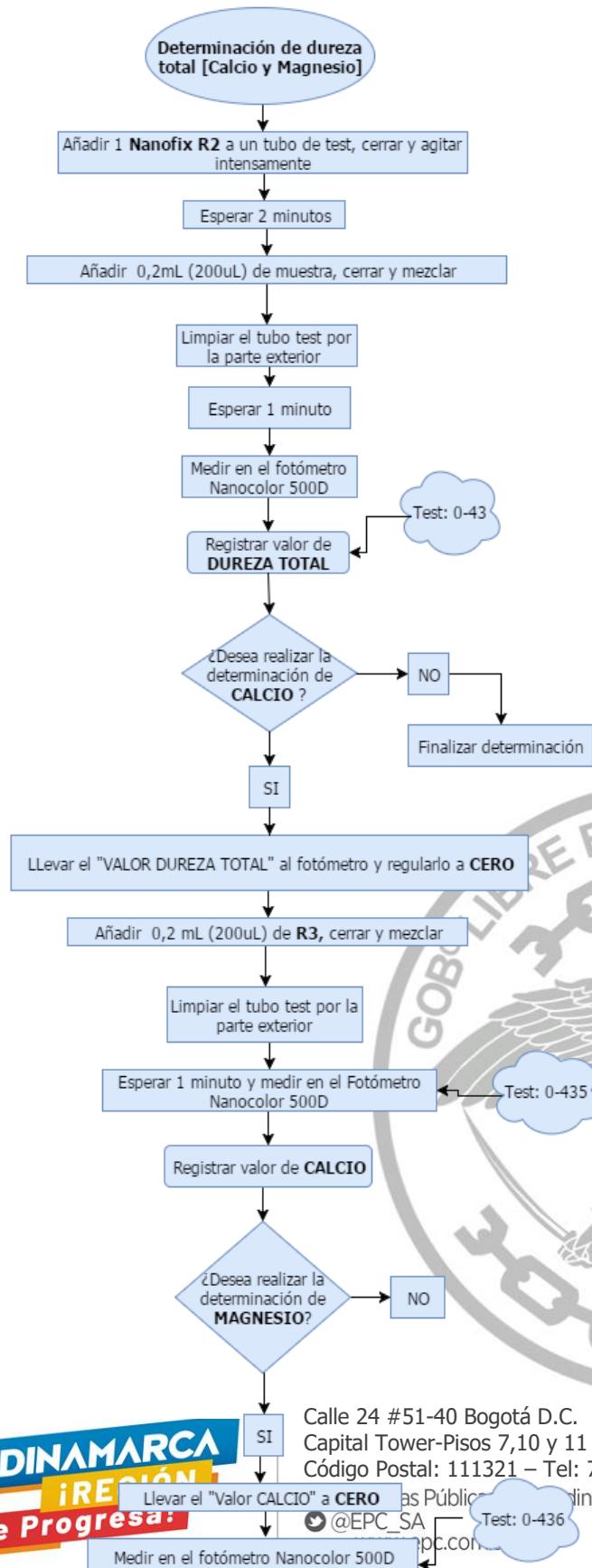
**Tabla para lectura de Magnesio:**

E (540 nm)	mg/L de Mg	Mmol/L de Mg	E (540 nm)	mg/L de Mg	Mmol/L de Mg
0,189	5	0,21	0,336	30	1,23
0,218	10	0,41	0,366	35	1,44
0,247	15	0,62	0,397	40	1,65
0,276	20	0,82	0,427	45	1,85
0,306	25	1,03	0,459	50	2,06

**Cálculo de Calcio:**

$$\frac{mg}{L} \text{ Calcio} = \frac{\text{Lectura dureza total en } \frac{mmol}{L}}{\text{Lectura Magnesio en } \frac{mmol}{L}} \times 40,1$$





### 6.3.5 GUSTO O SABOR

Dado que la finalidad de la prueba es evaluar la aceptabilidad de agua tratada para el consumo diario, se desarrollara mediante la evaluación del índice de sabor. Método que ofrece a cada experimentador o catador una lista de nueve respuestas sobre la muestra de agua analizada, en una escala que va desde muy favorable a muy desfavorable. La tarea del experimentador consiste en seleccionar la respuesta que mejor exprese su opinión.

**Objetivo:**

Determinar las características físicas y organolépticas como el Sabor del agua suministrada a la población por parte de los prestadores de servicios públicos de agua potable y saneamiento básico, para garantizar la calidad de esta.

**Alcance:**

Comunicar a los servidores de servicios públicos, los resultados obtenidos en los correspondientes controles de calidad y caracterización del agua potable suministrada a la población. En caso de déficit en la calidad de la misma, se reportará a las autoridades correspondientes.

**Área o dependencia responsable:**

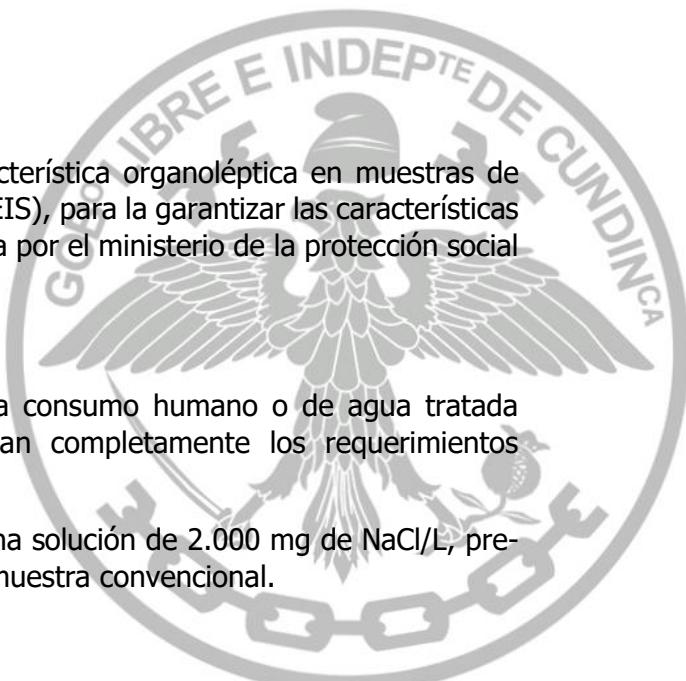
Dirección de aseguramiento de la prestación

**Generalidades, observaciones o políticas:**

Determinación de gusto o sabor, como una característica organoléptica en muestras de agua. Mediante la evaluación del índice de sabor (EIS), para la garantizar las características estipuladas en la resolución 2115 de 2007 emitida por el ministerio de la protección social y de ambiente, vivienda y desarrollo territorial.

**Metodología**

- Se emplearán muestras de agua lista para consumo humano o de agua tratada experimentalmente, siempre que satisfagan completamente los requerimientos sanitarios.
- Utilícese agua inodora e insípida según y una solución de 2.000 mg de NaCl/L, preparada con agua inodora e insípida, como muestra convencional.



- Selección y preparación del grupo: A los experimentadores se les proporciona instrucciones completas y sesiones de ensayo y orientación seguidas de preguntas y discusión de los métodos. En las muestras de degustación, los experimentadores actúan por sí mismos. Selecciónese un grupo a partir de los resultados de las sesiones de ensayo. No se permitirá que los observadores conozcan la composición o la fuente de las muestra.
- Prueba de determinación del índice: Para evaluar hasta 10 muestras puede realizarse una sola sesión de determinación del índice, incluyendo las muestras convencionales mencionadas anteriormente. Concédase un descanso de al menos treinta minutos entre las distintas sesiones de determinación del índice.
- Preséntense las muestras a la temperatura que según los observadores resulte agradable para beber agua, manteniendo dicha temperatura a lo largo de todo el ensayo. Se recomienda un nivel de 15 °C, pero, en cualquier caso, la prueba rio debe realizarse a temperaturas superiores a las que son habituales en el agua corriente.
- El orden de las muestras se dispone al azar para cada experimentador. A continuación, se describe la metodología correspondiente para la degustación:
  - Degustar aproximadamente la mitad de la muestra manteniendo el agua en la boca durante unos segundos y expulsándola sin tragarse. Formar un juicio inicial sobre la escala de determinación de índice.
  - Realizar de forma similar una segunda degustación y hacer una determinación final y registrar el resultado en el cuestionario adecuado.
  - Enjuagar la boca con el agua de referencia.
  - Descansar un minuto antes de repetir los pasos con la muestra siguiente.
- Para evaluar el índice de sabor se hace uso de la siguiente clasificación cualitativa, en donde se registran las determinaciones como números enteros entre el uno y el nueve, dando al uno (1) la calidad más elevada, tal como lo muestra el siguiente ejemplo:

Aceptabilidad (Valor)	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	Muestra n
<b>Me agradaría mucho aceptar este agua para beber a diario (1)</b>				
<b>Me agradaría aceptar este agua para beber a diario (2)</b>				
<b>Estoy seguro de que aceptaría este agua para beber a diario (3)</b>				

<b>Aceptaría este agua para beber a diario (4)</b>				
<b>Quizá aceptaría este agua para beber a diario (5)</b>				
<b>Creo que no aceptaría este agua para beber a diario (6)</b>				
<b>No aceptaría este agua para beber a diario (7)</b>				
<b>No bebería nunca este agua (8)</b>				
<b>No soporto este agua en la boca y no la bebería jamás (9)</b>				

- Para el análisis de los resultados se indica la determinación más típica de un grupo como la media de las determinaciones indicadas. Si la distribución es razonablemente simétrica, se debe calcular la desviación estándar.

### 6.3.6 OLOR

Algunas pruebas sensoriales son útiles para determinar la calidad de las aguas tratadas y no tratadas o crudas. Esto permite controlar el olor a lo largo de los procesos y definir la eficacia de los distintos tratamientos desarrollados. Así mismo, proporciona un medio de detección de la posible fuente de contaminación. Algunas sustancias, como ciertas sales inorgánicas, producen sabor sin olor, y se evalúan mediante pruebas de gusto. En las plantas de tratamiento de aguas suele resultar necesaria la medida de niveles del umbral por una sola persona. La interpretación de los resultados de un solo probador requiere el conocimiento de la agudeza relativa de esa persona.

#### Objetivo:

Determinar las características físicas (olor) en el agua suministrada a la población por parte de los prestadores de servicios públicos de agua potable y saneamiento básico, para garantizar la calidad de esta.

#### Alcance:

Comunicar a los servidores de servicios públicos, los resultados obtenidos en los correspondientes controles de calidad y caracterización del agua potable suministrada a la población. En caso de déficit en la calidad de la misma, se reportará a las autoridades correspondientes.

**Área o dependencia responsable:**

Dirección de aseguramiento de la prestación

**Generalidades, observaciones o políticas:**

Evaluación de olor en muestras de agua por medio de la prueba de umbral de olor, según lo estipulado por resolución 2115 de 2007 emitida por el ministerio de la protección social y de ambiente, vivienda y desarrollo territorial.

**Metodología**

**Toma y conservación de muestras;** las muestras de agua deben ser recogidas en botellas de vidrio inodoro con tapones de cristal o revestidos de TFE (tetrafluoretileno) previamente lavados con jabón inodoro, la prueba de olor debe realizarse tan pronto como sea posible después de la toma de muestras. Si es necesario conservar las muestras, recójanse por lo menos 500 ml en una botella llenándola hasta el tapón, y refrigerérese, comprobando que durante esta refrigeración no puede penetrar en la muestra ningún olor extraño. No deben utilizarse recipientes de plástico.

No deben utilizarse tapones de goma, corcho o plástico, ni vasos de boca estrecha.

**Accesorios y reactivos requeridos:** botellas de muestra transparente con tapón de vidrio o tapas revestidas de TFE, baño a temperatura constante, Erlenmeyer de 500 ml con tapón de vidrio, probetas de 200, 100, 50 y 25 mL, pipetas de 10 mL, termómetro de 0 a 110°C, turbidímetro VELP

- Seleccionar cuidadosamente, las personas que van a hacer las pruebas de olor, evitando estímulos, como los que aparecen cuando se ha comido o fumado antes de la prueba, así mismo evite; jabones aromáticos, perfumes y lociones de afeitado.
- Preparar las diluciones de la muestra de agua en agua inodora, determinando su correspondiente NUO.

El «**número de umbral de olor**», designado con las siglas **NUO**, es la mayor dilución de la muestra en agua inodora capaz de producir un olor netamente perceptible. Completando el volumen total de muestra y agua inodora hasta 200 ml en cada prueba.

**Cálculo de NUO**

$$(Número de umbral de olor) NUO = \frac{A + B}{A}$$

**A** = Volumen de alícuota de muestra de agua tomada.

**B** = Volumen de agua inodora adicionada para el afore a 200 mL  
**A + B = 200 mL.**

- Para preparar las diluciones; adicione suficiente agua inodora en un matraz aforado de 200 mL y añada la muestra de agua, evitado el contacto de la pipeta o la muestra con la boca o el cuello del matraz, afore y finalmente mezcle. Inicie dicho proceso con las diluciones que contienen volúmenes de muestra con los cuales se comienza a percibir el olor (2.8, 12, 50 y 200 mL).
- Presente primero la muestra más diluida (muestra con el mayor **NUO**), con el fin de evitar la fatiga sensorial que produce la muestra concentrada (las personas que realizan medidas de olor no deben preparar las mezclas ni conocer las concentraciones de dilución evaluadas).
- Agite el matraz que contiene el agua inodora, quite el tapón y de a oler los vapores al experimentador o catador. Si puede detectarse olor a esta dilución, prepare muestras más diluidas. Si no puede detectarse olor en la primera dilución, repítase el procedimiento citado anteriormente, utilizando una muestra con la concentración inmediatamente más alta de agua con olor, y continúe este proceso hasta que el olor se detecte claramente. (**Ver tabla de diluciones a preparar**)

**Ejemplo:** Si el catador percibió olor alguno en el matraz que contenía 12 ml de muestra en la prueba preliminar, prepare diluciones con 12, 8.3, 5.7, 4.0 y 2.8 ml, y afore hasta 200 ml con agua inodora.

- Como referencia de comparación utilice un matraz separado que sólo contenga agua inodora.
- Regístrense las observaciones indicando en qué matraz de prueba se percibe olor. Por ejemplo:

Vol. de muestra diluida hasta 200 mL	12	8.3	5.7	4.0	2.8
Respuesta	+	+	-	+	-

- El número de umbral de olor es el índice de la dilución a la cual empiezan a detectarse olor, designe el umbral como el punto a partir del cual no aparecen

anomalías. En el anterior ejemplo el umbral corresponde a el valor de la dilución que contiene 8.3 mL de muestra.

- El número de un umbral no representa un valor exacto, ya que en el caso de que sólo haya un experimentador, este valor representa una opinión durante la prueba. Los resultados de grupo son más significativos debido a que las diferencias personales alteran menos en el resultado.
- Como parte de la prueba de umbral o como prueba aislada, se ordena a cada experimentador que describa con sus propias palabras el olor característico de la muestra.

**Tabla de diluciones a preparar:**

Volumen de muestra en el que comienza a percibir el olor (mL).	Volumen (mL) a diluir hasta 200 mL.
200	200, 140, 100, 70, 50
50	50, 35, 25, 17, 12
12	12, 8.3, 4, 2.8
2,8	Dilución inmediata

### 6.3.7 TURBIDEZ

La turbiedad en el agua es causada por materia suspendida y coloidal tal como; arcilla, sedimento, materia orgánica e inorgánica dividida finamente, plancton y otros microorganismos. La turbiedad es una expresión de la propiedad óptica que causa la luz al ser dispersada y absorbida en vez de transmitida sin cambios en la dirección del nivel de flujo a través de la muestra. La turbidez de la muestra debe medirse el mismo día que se toma la muestra, si es necesario una conservación más prolongada, se debe almacenar en ambientes oscuros por un máximo de 24 horas. La muestra debe ser agitada vigorosamente antes de ser medida.

El principio de medición de la turbiedad se basa en la comparación de la intensidad de la luz dispersada por la muestra en condiciones definidas y la dispersada por una solución patrón de referencia en idénticas condiciones y cuanto más intensa es la luz dispersada, más intensa es la turbidez.

**Objetivo:**

Determinar las características físicas (turbiedad) en el agua suministrada a la población por parte de los prestadores de servicios públicos de agua potable y saneamiento básico, para garantizar la calidad de esta.

**Alcance:**

Comunicar a los servidores de servicios públicos, los resultados obtenidos en los correspondientes controles de calidad y caracterización del agua potable suministrada a la población. En caso de déficit en la calidad de la misma, se reportará a las autoridades correspondientes.

**Área o dependencia responsable:**

Dirección de aseguramiento de la prestación

**Generalidades, observaciones o políticas:**

Determinación de la turbiedad de muestras de agua por método nefelométrico, según la metodología estipulada (ISO 7027) por el fabricante del turbidímetro (**VELT TB1**) y la resolución 2115 de 2007 emitida por el ministerio de la protección social y de ambiente, vivienda y desarrollo territorial.

**Metodología**

**Contenido del kit de reactivos:** turbidímetro TB1, sets de calibración (800, 100, 20, 0,02 NTU), 3 viales de medición, 10 mL de aceite silicona.

**Accesorios requeridos:** turbidímetro TB1, sets de calibración (800, 100, 20, 0,02 NTU), 3 viales de medición, 10 mL de aceite silicona, se recomienda usar cubetas de metacrilato 10x10 o tubos transparentes y limpios, descartando los que estén rayados.

➤ **Calibración:**

Soluciones estándares se pueden utilizar para la calibración del turbidímetro, se recomienda usar dichas muestras estándares; debido a que las muestras estándares son soluciones seguras, no tóxicas, que contienen principalmente agua desionizada y que vienen preparadas en una amplia gama de concentraciones (800; 100; 20; 0,02 NTU).

- Encender el turbidímetro y una vez cargada la pantalla de inicio, pulsar "Calibrar" para iniciar la calibración, seleccionar "Ejecutar Nueva calibración", la unidad de medida predeterminada se muestra como unidades nefelométricas de turbidez (NTU).
- Inserte la muestra blanco de calibración en blanco y presiones "DE ACUERDO".
- Introduzca la concentración de la primera muestra estándar y posteriormente presione "DE ACUERDO".

- Cuando la pantalla indique que puede introducir la muestra estándar, hágalo y presione "DE ACUERDO-READ"
- Si desea introducir más muestras estándar, repita los dos anteriores pasos.
- Después que la calibración está completa, seleccione "Proceder con mediciones actuales".
- Guardar la calibración para su uso futuro (opcional).
- Las valoraciones posteriores en el modo Concentración directa, reflejarán la verdadera concentración de las partículas en suspensión con base a la curva de calibración.

### Medición muestras actuales:

- Agité cuidadosamente la muestra y espérese hasta que desaparezcan las burbujas de aire.
- Vierta la muestra en el tubo del turbidímetro.
- Lea directamente la turbidez en la escala del aparato o en la curva del calibrado adecuada.
- Si la turbidez de la muestra supera el límite superior de las muestras estándar, se debe diluir la muestra y agitarse antes de medir nuevamente la turbiedad.

### Cálculo de la turbiedad

$$\text{Unidades nefelométricas de turbidez (UNT)} = \frac{A \times (B + C)}{C}$$

**A:** UNT encontradas en muestra diluida.

**B:** volumen (ml) de agua de dilución.

**C:** volumen (ml) de la muestra tomada para dilución.

### Tabla de conversión de unidades de medición de turbiedad.

	<b>JTU</b>	<b>FTU/NTU</b>	<b>SiO<sub>2</sub> (mg/L)</b>
<b>JTU</b>	1	19	2,5
<b>FTU/NTU</b>	0,053	1	0,13
<b>SiO<sub>2</sub> (mg/L)</b>	0,4	7,5	1

\*1 FNU = 1 FTU = 1 NTU = 1 TU/F = 0,25 EBC

### 6.3.8 TEMPERATURA

Normalmente, las medidas de temperatura pueden realizarse con cualquier termómetro Celsius de mercurio, que, como mínimo, deberá tener una escala con marcas cada 0,1 °C sobre el tubo capilar y una capacidad térmica mínima que permita un equilibrado rápido. Compruébese periódicamente con un termómetro de precisión certificado por el National Institute of Standards and Technology (NIST), que se utiliza con su certificado y cédula de corrección.

#### Objetivo:

Determinar las características físicas (temperatura) en el agua suministrada a la población por parte de los prestadores de servicios públicos de agua potable y saneamiento básico, para garantizar la calidad de esta.

#### Alcance:

Comunicar a los servidores de servicios públicos, los resultados obtenidos en los correspondientes controles de calidad y caracterización del agua potable suministrada a la población. En caso de déficit en la calidad de la misma, se reportará a las autoridades correspondientes.

#### Área o dependencia responsable:

Dirección de aseguramiento de la prestación

#### Generalidades, observaciones o políticas:

Determinación de la temperatura en muestras de agua empleando termómetro de mercurio, con escala cada 0.1 °C, con el fin de cumplir lo especificado en la resolución 2115 de 2007 emitida por el ministerio de la protección social y de ambiente, vivienda y desarrollo territorial.

#### Metodología

- La temperatura debe medirse directamente en el cuerpo de agua.
- La muestra de agua no debe almacenarse, si ha de re envasarse en algún tipo de recipiente, la temperatura debe medirse lo más rápido posible con el fin de minimizar cualquier error; ya que la temperatura tiene que determinarse in situ.



### 6.3.9 CARBONO ORGÁNICO TOTAL (TOC)

El carbono orgánico contenido en las aguas limpias y residuales representa el contenido de compuestos orgánicos presentes en varios estados de oxidación, estos pueden ser sometidos a una oxidación posterior por procesos químicos o biológicos. Para determinar la cantidad de carbono orgánico deben romperse las moléculas orgánicas en unidades de carbono simples y ser convertidas en una forma molecular sencilla que pueda medirse de forma cuantitativa.

**Objetivo:**

Determinar las características químicas (Cuantificación de Carbono Orgánico total) en el agua suministrada a la población por parte de los prestadores de servicios públicos de agua potable y saneamiento básico, para garantizar la calidad de esta.

**Alcance:**

Comunicar a los servidores de servicios públicos, los resultados obtenidos en los correspondientes controles de calidad y caracterización del agua potable suministrada a la población. En caso de déficit en la calidad de la misma, se reportará a las autoridades correspondientes.

**Área o dependencia responsable:**

Dirección de aseguramiento de la prestación

**Generalidades, observaciones o políticas:**

Determinación fotométrica con N,N-dietil-1,4-fenilendiamida (DPD), empleando el Fotómetro Nanocolor 500 D , según lo estipulado en la resolución 2115 de 2007.

**Metodología:**

La determinación de Carbono Orgánico Total se efectúa en dos fases: Extracción de Carbono Inorgánico total (TIC) y Disgregación de Carbono Orgánico total (TOC) y determinación del dióxido de carbono existente por reacción con un indicador.

**Rango:** 2,0-25,0 mg/L C

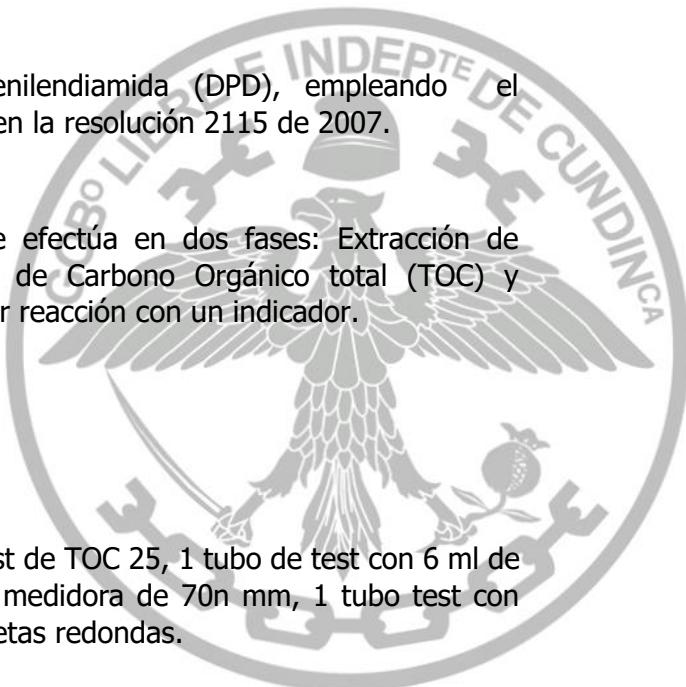
**Factor:** 030,2(-)

**Longitud de onda:** 585 nm

**Tiempo de descomposición:** 2 h

**Temperatura de descomposición:** 120°C

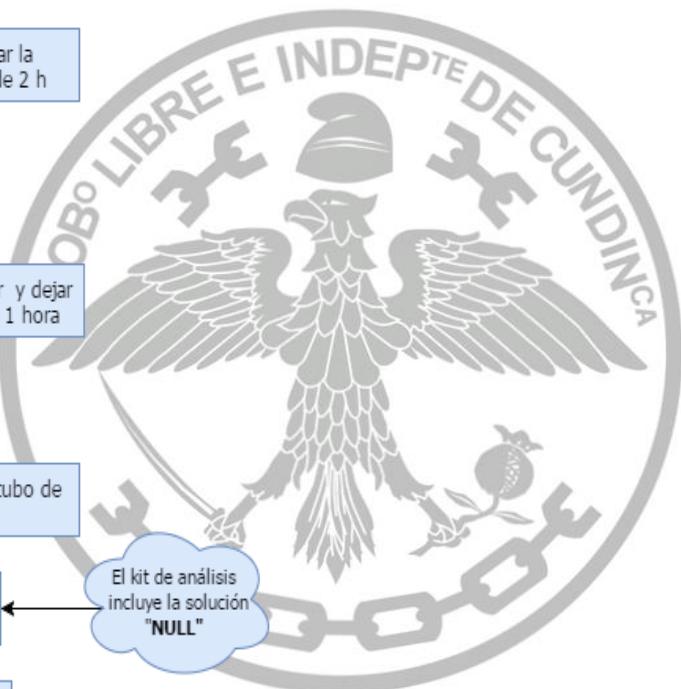
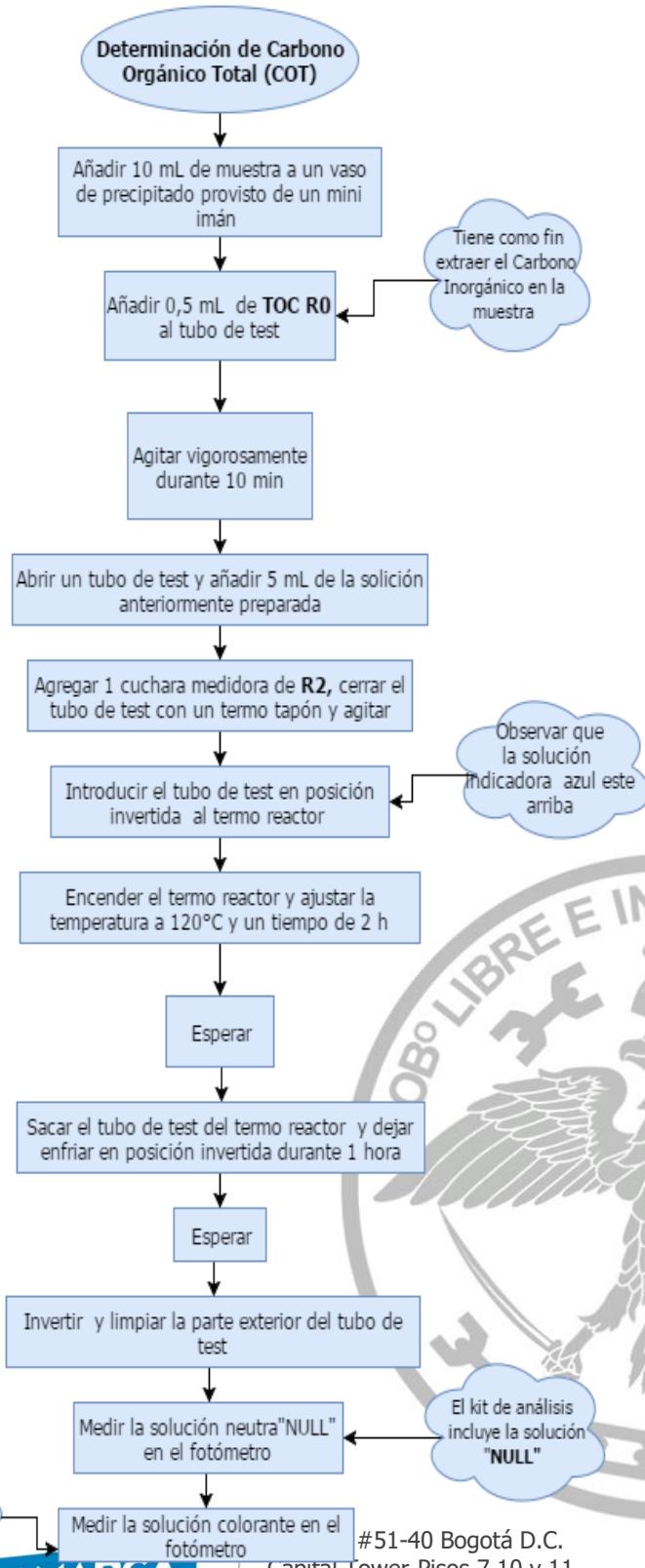
**Contenido del Kit de medición:** 10 tubos de test de TOC 25, 1 tubo de test con 6 ml de TOC R0, 1 frasco con 1g de TOC R2, 1 cuchara medidora de 70n mm, 1 tubo test con solución neutra "null", 2 tapones termo y 10 etiquetas redondas.



**Accesorios requeridos:** pipetas de embolo con puntas, vaso de precipitado, agitador magnético (900 rpm), mini imán, bloque calefactor.

- **Para la extracción de Carbono Inorgánico (TIC);** en un vaso de precipitado de 100 mL provisto de un mini-imán, añadir 10,0 mL de muestra (pH 1-12) y 0,5 mL R0 y agitar vigorosamente durante 10 minutos.
- **Descomposición del Carbono Orgánico Total (TOC);** en un tubo test añadir 5,0 mL de solución agitada anteriormente y agregar 1 cuchara medidora de R2.
- Cerrar el tubo de test con un tapón termo y agitar.
- Introducir el tubo test en posición invertida en el bloque calefactor (Termo reactor) y observar que la solución indicadora azul está en la parte superior del tubo de test.
- Adecuar el bloque calefactor (Termo reactor Vario C2) en una temperatura de 120°C y un tiempo de 2 horas.
- Al cabo de 2 horas, extraer del termo reactor y dejar enfriar en posición invertida durante 60 min, posteriormente se invierte la posición del tubo y se limpia por la parte exterior.
- Medir la solución colorante en el fotómetro.





## **6.4 Determinación de parámetros Microbiológicos (Microorganismos patógenos)**

### **6.4.1 COLIFORMES TOTALES Y ESCHERICHIA COLI**

Escherichia coli es una bacteria presente en el aparato digestivo y se determinan de manera rápida en conjunto con COLIFORMES TOTALES usando técnicas bioquímicas, con las cuales se define como colonia de coliformes totales aquella que presenta: citocromo-oxidasa negativa y  $\beta$ -galactosidasa positivas.

#### **Objetivo:**

Determinar las características microbiológicas (Coliformes Totales y Escherichia Coli) en el agua suministrada a la población por parte de los prestadores de servicios públicos de agua potable y saneamiento básico, para garantizar la calidad de esta.

#### **Alcance:**

Comunicar a los servidores de servicios públicos, los resultados obtenidos en los correspondientes controles de calidad y caracterización del agua potable suministrada a la población. En caso de déficit en la calidad de la misma, se reportará a las autoridades correspondientes.

#### **Área o dependencia responsable:**

Dirección de aseguramiento de la prestación

#### **Generalidades, observaciones o políticas:**

Determinación de presencia de Coliformes Totales y Escherichia Coli en muestras de agua empleando Colitag, con el fin de cumplir lo especificado en la resolución 2115 de 2007 emitida por el ministerio de la protección social y de ambiente, vivienda y desarrollo territorial.

#### **Metodología**

#### **Para lectura de resultados entre 16 y 22 horas:**

- Asépticamente añada Colitag a una muestra de agua de 100mL en un frasco estéril.
- Cierre correctamente el frasco y agite para comenzar la disolución.
- Si la muestra no está a 33-38°C, póngala a baño maría o en el termo reactor a 44.5°C durante 7-10 minutos.



- Incube la muestra a  $35^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$  durante el tiempo deseado de incubación restante; 16-22 horas
- Lea los resultados de acuerdo al método de interpretación de muestras (Tabla). Si la muestra es de color amarillo es positivo para coliformes totales, de lo contrario es negativo.
- Si es positivo; comprobar la fluorescencia empleando una lámpara UV de longitud de onda 366 nm.
- Si la muestra es fluorescente; es positivo para E. coli. De lo contrario es negativo para E. coli.

**Para lectura de resultados entre 22 y 48 horas:**

- Asépticamente añada Colita a una muestra de agua de 100mL en un frasco estéril.
- Cierre correctamente el frasco y agite para comenzar la disolución.
- Incube la muestra a  $35^{\circ}\text{C} \pm 0.5^{\circ}\text{C}$  durante 22-48 horas.
- Lea los resultados de acuerdo al método de interpretación de muestras (Tabla). Si la muestra es de color amarillo es positivo para coliformes totales, de lo contrario es negativo.
- Si es positivo; comprobar la fluorescencia empleando una lámpara UV de longitud de onda 366 nm.
- Si la muestra es fluorescente; es positivo para E. coli. De lo contrario es negativo para E. coli.

**Tabla 1.** Interpretación de resultados

Apariencia	Resultado
Menos amarillo que el Comparador Colitag™ (Presencia/Ausencia)	Negativo en coliformes totales y E. coli
Igual o más amarillo que el comparador Colitag™ (Presencia/Ausencia)	Positivo en coliformes totales
Con una lámpara UV de 365nm, fluorescencia igual o mayor al Comparador Colitag™ (Presencia/Ausencia)	Positivo en E. coli

## 7. PRUEBA DE TRATABILIDAD

La prueba de jarras es obligatoria para cualquier nivel de complejidad, no solamente para los estudios de tratabilidad en el proceso de diseño sino también diariamente, durante la operación de la planta, y cada vez que se presenten cambios en la calidad del agua. Encontrar las condiciones óptimas de tratabilidad (dosis, tiempo, pH y gradiente óptimo), velocidad de sedimentación crítica, para la planta de potabilización, son resultados de la prueba de tratabilidad.

### 7.1 Ensayo de jarras

El ensayo de jarras es la técnica más usada para determinar la dosis óptima de químicos (coagulante) y otros parámetros para la potabilización del agua en ella se tratan de simular los procesos de coagulación, floculación y sedimentación a nivel de laboratorio e influyen factores químicos e hidráulicos como; el pH, la temperatura concentración de coagulante, secuencia de aplicación de las sustancias químicas, velocidad agitación y tiempo de sedimentación.

Tiene como objetivo determinar la dosis óptima de coagulante en el proceso de potabilización, evaluar los efectos de la concentración de los coagulantes y de los ayudantes de coagulación.

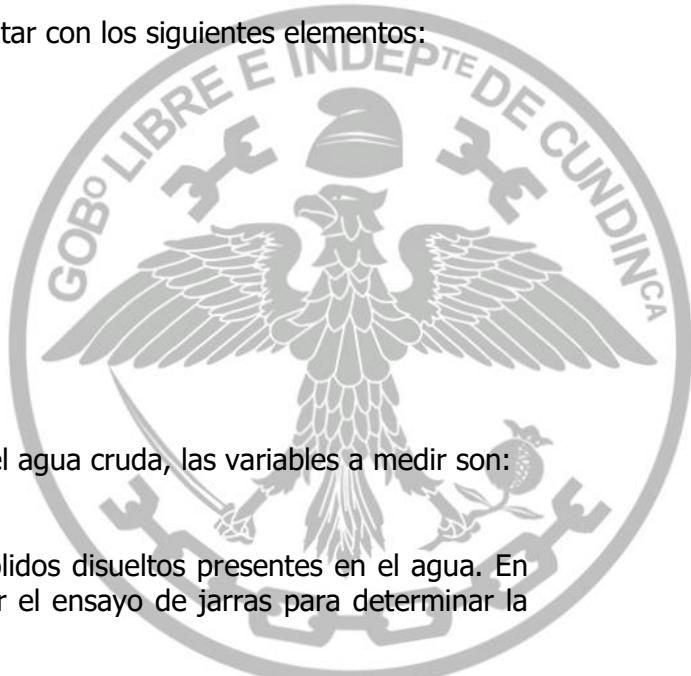
Para la ejecución del ensayo el operador debe contar con los siguientes elementos:

- Probeta de 1000 ML
- Balanza
- Espátulas
- Jeringas desechables de un mililitro
- pipetas graduadas de 10 ML
- Equipo de ensayo de jarras
- Turbidímetro
- Equipo de medición de pH
- Equipo de medición de color

Antes del ensayo de jarras debemos caracterizar el agua cruda, las variables a medir son:

➤ **Turbidez:**

Es la unidad de medida que indica la cantidad sólidos disueltos presentes en el agua. En caso de ser mayor a 2 NTU, es necesario realizar el ensayo de jarras para determinar la cantidad óptima del coagulante.



➤ **pH:**

Registre el valor inicial del pH, el pH es un parámetro a tener en cuenta para la elección de coagulante, es una variable que afecta la remoción de partículas suspendidas.

➤ **Color:**

Registre el valor inicial del color. El color es otro parámetro que influye en la elección del coagulante a usar.

En el tratamiento de agua para su potabilización se utiliza frecuentemente como agente coagulante el sulfato de aluminio tipo A granulado, por ello se plantea el desarrollo del presente instructivo usarse como ejemplo.

**Solución patrón:**

Se pesan 10 gramos de sulfato de aluminio y se disuelven con 1 litro de agua destilada o agua tratada. Agitar hasta que se evidencie completamente homogénea la disolución.

**Temperatura:**

La prueba de realizarse en lo posible a la misma temperatura del agua en planta de tratamiento.

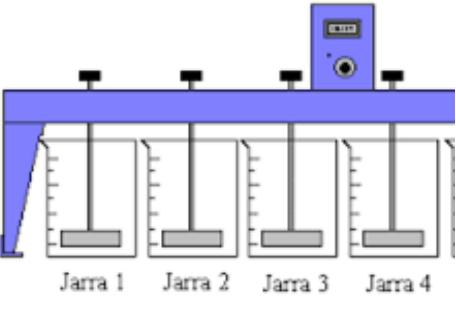
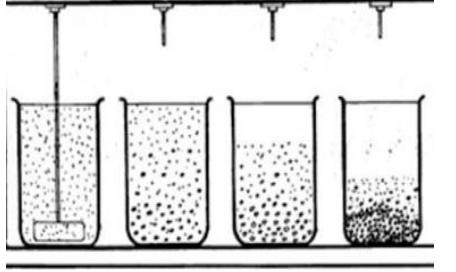
**Adición de coagulante:** los agentes químicos deben suministrarse en el mismo orden en que se agregan en la planta de tratamiento y simultáneamente en todas las jarras.

**Vasos de precipitado:** los recipientes en los cuales se van a tomar las muestras deben lavarse previamente con la misma agua que se va a utilizar en el ensayo.

**Tiempo de agitación:** se deben conocer los tiempos de agitación floculación y sedimentación de la planta para utilizarlos en el ensayo.

A continuación, se presenta los procedimientos a seguir para la realización del ensayo de jarras:

No.	Descripción	Esquema
1	Tome 1 L de agua cruda para cada una de las jarras. Puede utilizar tantas jarras como tenga disponible el equipo.	
2	Agite en un rango de 100-120 rpm, por un tiempo mínimo de un minuto, con el fin de simular el proceso de mezcla rápida de la planta en el ensayo jarra.	

3	Se adiciona con jeringas en cada jarra y al mismo tiempo el o la combinación de coagulantes que se deseen probar. Se sugiere iniciar con 1mL, la segunda con 2mL y así sucesivamente.	
4	Pasado el primer minuto de agitación (120rpm), disminuir la velocidad a 40 a 60 rpm, para simular el proceso de floculación o mezcla lenta. Este proceso se sugiere dejar agitando por mínimo 15 minutos o el mismo tiempo de retención actual de funcionamiento en planta.	
5	Detener agitación para simular el proceso de sedimentación. Se deja que desciendan las partículas suspendidas de acuerdo al tiempo de retención en planta. (usualmente es de 40-60 min)	

Una vez transcurrido el tiempo de sedimentación, medimos nuevamente turbiedad, pH, color y adicionalmente aluminio residual a cada una de las jarras. Resultados que permiten determinar cuál dosis de las aplicadas es la más idónea para el tratamiento.

Dosis optima hallada es tomada para el respectivo escalamiento entre la prueba realizada en laboratorio y la cantidad necesaria para replicarse en planta de tratamiento, a este valor se le denomina con el nombre de descarga.

**Descarga:**

Para el cálculo de la descarga basado en las diferentes formas de aplicar el compuesto químico (comercial):

De acuerdo con la presentación comercial del químico coagulante, existen variaciones de la fórmula para determinar la descarga, pueden ser:

➤ **Granular Comercial.**

Cuando el coagulante está en estado sólido y se adiciona al agua cruda, directamente sin solución se utiliza la siguiente fórmula:

$$D = Q * D_{op} * 0.06$$

Donde,

Símbolo	Significado	Unidades
<b>D</b>	<b>Descarga</b> del coagulante al agua cruda	Gramo/minuto = g/min
<b>Q</b>	<b>Caudal</b> de agua cruda	Litros /segundo = L/s
<b>D<sub>op</sub></b>	<b>Dosis Optima</b> obtenida en ensayo de jarras	Miligramo/litro = mg/L
<b>0,06</b>	<b>Factor</b> de conversión	-

➤ **Solución Comercial.**

Cuando el coagulante está en estado líquido, y se aplica al caudal de agua cruda directamente sin dilución, se utiliza la siguiente fórmula:

$$D = \frac{Q * D_{op}}{\rho_{sol}} * 0.06$$



Donde,

Símbolo	Significado	Unidades
<b>D</b>	<b>Descarga</b> del químico al agua cruda	mililitro/minuto = ml/min
<b>Q</b>	<b>Caudal</b> de agua cruda	Litros /segundo = L/s
<b>D<sub>op</sub></b>	<b>Dosis Optima</b> del ensayo de jarras	Miligramo/litro = mg/L
<b>P<sub>sol</sub></b>	<b>Densidad</b> de la solución comercial	Gramo/mililitro = g/ml
<b>0,06</b>	<b>Factor</b> de conversión	-

➤ **Granular Comercial diluido.**

Cuando el coagulante está en estado sólido, pero se aplica al caudal de agua cruda con dilución previa, se utiliza la siguiente fórmula:

$$D = \frac{Q * D_{op}}{C_{sol}} * 60$$

Donde,

Símbolo	Significado	Unidades
<b>D</b>	<b>Descarga</b> del químico al agua cruda	Mililitro/minuto = ml/min
<b>Q</b>	<b>Caudal</b> de agua cruda	Litros /segundo = L/s

<b>Dop</b>	<b>Dosis Optima</b> del ensayo de jarras	Miligramo/litro = mg/L
<b>C sol</b>	<b>Concentración</b> de la solución realizada	Miligramo/mililitro=mg/ml
<b>60</b>	<b>Factor</b> de conversión	-

El cálculo de la concentración se realiza mediante la división de la cantidad de coagulante (en peso) utilizado, sobre el volumen de agua en la que se realizó la dilución.

$$C_{sol} \left( \frac{mg}{ml} \right) = \frac{masa \ (mg)}{volumen \ (ml)}$$

➤ **Solución comercial diluido.**

Cuando el coagulante está en estado líquido de fábrica, pero se aplica al caudal de agua cruda con dilución previa. Se aplica la siguiente fórmula:

$$D = \frac{Q * D_{op}}{C_{sol}} * 60$$

Donde,

Símbolo	Significado	Unidades
<b>D</b>	<b>Descarga</b> del químico al agua cruda	mililitro/minuto = ml/min
<b>Q</b>	<b>Caudal</b> de agua cruda	Litros /segundo = L/s
<b>Dop</b>	<b>Dosis Optima</b> del ensayo de jarras	Miligramo/litro = mg/L

<b>C<sub>sol</sub></b>	<b>Concentración</b> de la solución realizada	Miligramo/mililitro=mg/ml
<b>60</b>	<b>Factor</b> de conversión	-

El cálculo de la concentración se realiza mediante la multiplicación del volumen del coagulante (en litros) utilizado por su densidad, y a esto se le divide el volumen de agua en la que se realizó la dilución.

Así,

$$C_{sol} \left( \frac{mg}{ml} \right) = \frac{\rho \left( \frac{mg}{ml} \right) \times \text{Volumen del químico (L)}}{\text{Volumen total de agua (L)}}$$

**Ejemplo específico para el desarrollo de este instructivo:**

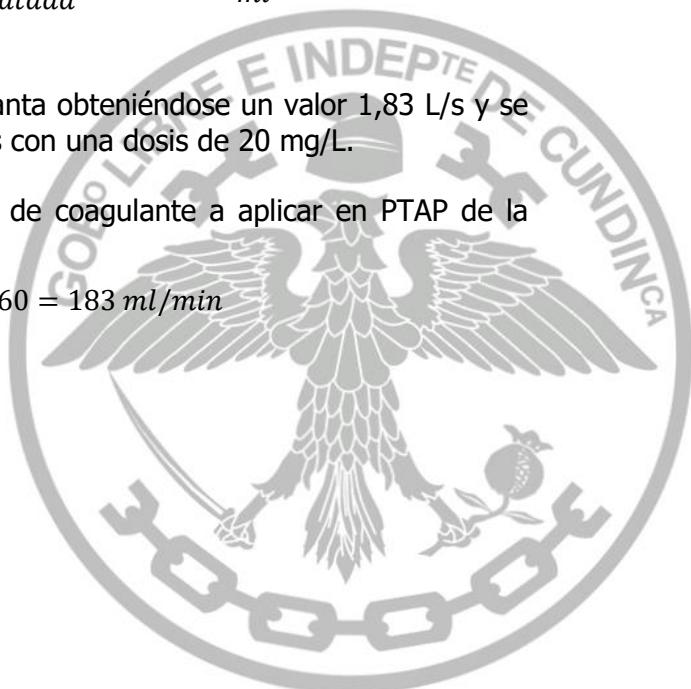
Se prepara en una planta de tratamiento 3kg de sulfato de aluminio tipo A en un tanque con volumen total de 250 Litros. Se calcula la concentración de la siguiente manera:

$$C_{sol} = \frac{3000000 \text{ (mg) de Sulfato de Al}}{250000 \text{ (ml) agua tratada}} = 12 \text{ mg/ml}$$

Se realiza medición del caudal al ingreso de la planta obteniéndose un valor 1,83 L/s y se obtuvo los mejores resultados en ensayo de jarras con una dosis de 20 mg/L.

Finalmente, se efectúa el cálculo de la descarga de coagulante a aplicar en PTAP de la siguiente manera:

$$D = \frac{1,83 \text{ l/s} \times 20 \text{ mg/l}}{12 \text{ mg/ml}} \times 60 = 183 \text{ ml/min}$$



**NOTA:**

- Los resultados de los análisis de parámetros realizados en el laboratorio móvil, se deben registrar en el formato AS-F411 Resultados de Análisis Laboratorio Móvil.
- Los resultados del ensayo de jarras deben ser registrados en el formato AS-F412 Ensayo de Jarras Laboratorio Móvil.
- El control de operación de los equipos del Laboratorio Móvil debe ser registrado en el formato AS-F400 Control de Operación de Equipos Unidad Móvil.

<b>CONTROL DE CAMBIOS</b>				
<b>VERSIÓN</b>	<b>FECHA</b>	<b>DESCRIPCIÓN DEL CAMBIO</b>	<b>RESPONSABLE</b>	<b>CARGO</b>
0	24/03/2021	Versión inicial	Ludwig Jiménez	Director de Aseguramiento de la Prestación del Servicio

