

	<b>INSTRUCTIVO DE ENSAYO DETERMINACIÓN DE CONDUCTIVIDAD ELECTRICA EN AGUA. SM 2510B.</b>	Código: M-S-LC-I022
		Versión: 01
		Fecha: 14/12/2017
		Página: 1 de 8

## 1. OBJETIVO

Establecer la metodología para determinar la conductividad aguas con base al método SM 2510 B, de acuerdo a las condiciones del laboratorio de calidad ambiental del IDEAM.

## 2. ALCANCE

La determinación de conductividad se realiza en muestras de agua superficiales y lluvia de acuerdo a lo establecido por el laboratorio. El rango de lectura para las condiciones del laboratorio es de 0.1 a 2765  $\mu\text{S/cm}$ .

Los siguientes son los resultados obtenidos en la validación del método:

	Blanco	KCl 0,0001 M	KCl 0,001 M	KCl 0,01 M	KCl 0,02 M	Muestra baja	Muestra alta
	$\mu\text{S/cm}^a$	$\mu\text{S/cm}^a$	$\mu\text{S/cm}^a$	$\mu\text{S/cm}^a$	$\text{mS/cm}^a$	$\mu\text{S/cm}^a$	$\mu\text{S/cm}^a$
[KCl], M	0,0001			0,0005	0,001	0,005	0,01
Conductividad	1,6	16,7	147,8	1414	2,77	17,0	190,3
Límite de confianza de 95%	0,4	0,4	0,3	0,6	0,002	0,2	0,1
Coefficiente de Variación, %	46,9	3,7	0,4	0,1	0,1	2,2	0,1
Error relativo, %	-	12,3	0,6	0,2	0,2	-	-

<sup>a</sup> Estas unidades aplican para los datos de conductividad y límite de confianza en cada columna.

## 3. DEFINICIONES

**Conductancia:** recíproco de la resistencia.

**Km:** Conductividad medida en unidades de  $\mu\text{mho/cm}$  a una  $T^\circ\text{C}$

**MHO:** Microhmio

**mS/cm:** miliSiemens por centímetro.

**Resistividad:** Es la inversa de la conductividad.

**S.I.:** Sistema internacional de unidades

**SM:** Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater.

## 4. ASPECTOS DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO

Antes de iniciar el análisis químico, revisar el Manual de Higiene, Salud Ocupacional y Seguridad en el Laboratorio y las hojas de Seguridad que reposan en las AZ del mueble Ubicadas a la entrada; en el área de recepción de muestras.

 <p><b>IDEAM</b> Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales</p>	<b>INSTRUCTIVO DE ENSAYO DETERMINACIÓN DE CONDUCTIVIDAD ELECTRICA EN AGUA. SM 2510B.</b>	Código: M-S-LC-I022
		Versión: 01
		Fecha: 14/12/2017
		Página: 2 de 8

Utilizar los implementos de seguridad, en la preparación de reactivos. En esta técnica son: bata, pantalón, zapatos antideslizantes, gafas de seguridad, máscara con filtro para vapores ácidos y guantes de nitrilo.

Los residuos producto del análisis de la determinación, se tratan de acuerdo al documento disposición de muestras y residuos de análisis.

## 5. EQUIPOS, REACTIVOS Y MATERIALES

Antes de operar los equipos verificar que se encuentran en óptimas condiciones siguiendo los instructivos de manejo de equipos y realizando las verificaciones indicadas al respecto como lo indica el instructivo de cada equipo. Diligencie el formato de control diario de manejo del equipo; formato M-S-LC-F007.

### 5.1 Equipos

- Conductímetro
- Balanza analítica

### 5.2 Materiales

- Beakers
- Toalla o pañito de secado
- Frasco lavador
- Balón aforado de 1000 mL
- Espátula

### 5.3 Reactivos

Solicite los reactivos y material requerido para el análisis.

- Cloruro de potasio (KCl)
- Agua Tipo II
- Solución de KCl para verificación del Conductímetro (0.0100 M): Disolver 0.7456 g de KCl anhidro en agua tipo I y diluir hasta 1000 mL almacenar en una atmosfera libre de CO<sub>2</sub>. Verifique que la conductividad de ésta solución es de 1413  $\mu$ S/cm a 25,0 °C.
- Solución estándar de control de 60  $\mu$ S/cm: Disolver 31.66 mg de KCl anhidro en agua Tipo I y diluir hasta 1000 mL. Almacenar en una atmosfera libre de CO<sub>2</sub>.

## 6. LIMITACIONES E INTERFERENCIAS

La mayoría de los problemas para obtener buenos datos con el equipo de medición de la conductividad están relacionados con la limpieza el electrodo y con la inadecuada circulación de la muestra. Se debe tener cuidado

al usar soluciones de KCl inferiores a 0.001M, que pueden ser inestables debido a la influencia del dióxido de carbono en el agua pura. El valor de la conductividad de una solución depende de la temperatura de la muestra, en el momento de ejecutar la medición, siempre confirme en el conductímetro, la temperatura de referencia sea de 25.0°C, si el equipo de medición no realiza automáticamente la corrección. Evite realizar mediciones a temperaturas excesivas ó mediciones en soluciones especiales (p.ej. soluciones de ácidos o bases fuertes, solventes orgánicos), ya que puede dañar la celda o acortar su tiempo de vida considerablemente. Evite variaciones de la constante no debidas a alteraciones de la celda, asegurándose de que las condiciones de preservación y almacenamiento de las soluciones estándar de KCl sean óptimas.

Para el manejo del equipo de conductividad es necesario tener en cuenta las siguientes condiciones ambientales: Temperatura de operación: 5 a 40 °C. Temperatura de almacenamiento: -25 a 65 °C. Humedad relativa: <75%.

## 7. CONTROL Y ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD

En forma paralela, con cada grupo o lote de muestras, es necesario procesar un estándar de 60  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Registre los resultados en la carta de control del método Verifique que el estándar de control, no esté fuera del límite de control normal, de lo contrario se deben revisar los estándares de calibración, los reactivos y material de vidrio. El análisis solo se puede reanudar cuando se corrija el problema.

Adicionalmente, se debe procesar un duplicado por cada lote de 20 muestras. Se registra el valor obtenido en la carta de control al calcular el porcentaje de la diferencia entre los duplicados el cual no debe ser mayor al 10%; si esto sucede, debe repetirse el análisis.

Utilizar el material de vidrio al cual se le ha realizado el control de calidad.

Efectúe el análisis dentro del tiempo estipulado, asegurando la confiabilidad del resultado.

## 8. DESARROLLO

### 8.1 Principio del método.

La conductividad es una medida de la propiedad que poseen las soluciones acuosas para conducir la corriente eléctrica. Esta propiedad depende de la presencia de iones, su concentración, movilidad, valencia y de la temperatura de la medición. Las soluciones de la mayor parte de los compuestos inorgánicos son buenas conductoras. Las moléculas orgánicas al no disociarse en el agua, conducen la corriente en muy baja escala.

Conductancia, G, se define como el recíproco de resistencia, R:

$$G = \frac{1}{R}$$

Donde la unidad de R es ohm y G es  $\text{ohm}^{-1}$ (mho). La conductancia de una solución se mide entre dos electrodos espacialmente fijados y químicamente inertes. Para evitar la polarización en las superficies del electrodo, la medición de la conductancia se realiza con una señal de corriente alterna. La conductancia de una solución, G, es directamente proporcional a la superficie del electrodo, A,  $\text{cm}^2$ , e inversamente proporcional a la distancia entre los electrodos, L, cm. La constante de proporcionalidad, k::

 <p><b>IDEAM</b> Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales</p>	<b>INSTRUCTIVO DE ENSAYO DETERMINACIÓN DE CONDUCTIVIDAD ELECTRICA EN AGUA. SM 2510B.</b>	Código: M-S-LC-I022
		Versión: 01
		Fecha: 14/12/2017
		Página: 4 de 8

$$G = k\left(\frac{A}{L}\right)$$

Se denomina "conductividad" (conductancia específica). Es una característica propia de la solución entre los electrodos. Las unidades de k son 1 / ohm-cm o mho por centímetro. La conductividad se informa habitualmente en micromhos por centímetro (mho / cm).

En el Sistema Internacional de Unidades (SI), el inverso del ohm es el siemens (S) y la conductividad se indica en milisiemens por metro (mS / m); 1 mS / m = 10µmhos / cm y 1 µS /cm =1 µmho / cm. Para reportar resultados en unidades SI de mS / m, divide µmhos / cm por 10.

## 8.2 Toma y Preservación de Muestras.

Tomar las muestras de acuerdo al procedimiento establecido en "Instructivo para la toma de muestras de aguas superficiales para la red de calidad del IDEAM". La muestra puede ser recolectada en recipiente de vidrio o plástico. Adicionalmente, para la recepción, manejo y disposición final de las muestras debe consultarse el instructivo del laboratorio.

Las muestras deben ser analizadas inmediatamente, preferiblemente en campo después de obtener la muestra. Las aguas de alta pureza y las aguas que no están en equilibrio con la atmósfera, están sujetas a cambios cuando se exponen a la atmósfera, por lo cual los frascos de muestra deben llenarse completamente y mantenerse sellados hasta el análisis. El período máximo de almacenamiento de espera para el análisis es de 28 días.

## 8.3 Limpieza de Vidriería y Material de Campo.

Remítase al instructivo relacionado con el lavado de material de vidrio. Utilice la vidriería a la que se le haya efectuado control de calidad.

## 8.4 Ejecución de la Técnica

### 8.4.1 Verificación de Rutina

1. Como procedimiento de rutina, realice antes de iniciar el análisis, la verificación o medición de la solución de verificación 0.01mol/L.
2. Seleccionar una temperatura de referencia de 25 °C
3. Lavar el electrodo, especialmente la celda, seque sacudiendo suavemente el electrodo para eliminar las gotas.

4. Realizar la medida de la solución de concentración 0.01mol/L a 25.0°C, verificar que la temperatura de la solución esté a ésta temperatura.
5. Comparar el valor medido con el valor teórico de la solución estándar y las indicaciones de variación dadas por el fabricante, (para el estándar de 0,0100M (1413 ± 21.2 μS/cm). Si la lectura se sale del rango cambie la solución estándar y vuelva a medir.

**Nota:** verifique antes del transvasado que el frasco que contiene el estándar debe estar perfectamente limpio y seco, ser purgado al menos tres veces con la solución antes de ser llenado, y rotulado adecuadamente.

#### 8.4.2 Procedimiento de Verificación del Equipo

La constante de celda puede estar comprendido entre **0,45 y 1,30 cm<sup>-1</sup>** (valor por defecto 0,475 cm<sup>-1</sup>)  
Use una solución de cloruro de potasio C=0,01 mol/L como solución estándar.

1. Seleccione una temperatura de referencia de 25°C.
2. Lavar la celda de medida con agua y de ser posible con la solución estándar.
3. Estabilizar la temperatura de la solución estándar y la solución de medición a 25°C. Para las mediciones de alta precisión que es necesario observar una tolerancia de ± 0.1K, mientras ± 0.5K será suficiente para mediciones de rutina.
4. Mida la conductividad de la solución, en la pantalla debe aparecer la conductividad eléctrica del estándar de KCl 0,01 M, equivalente a 1413 ± 21.2 a 25°C.
5. Ajuste la constante de la celda hasta que el instrumento muestra una conductividad de 1413 μS/cm o la conductividad teórica de la solución de  concentración 0.01mol/L. Confirme que la constante del equipo es 0,469 1/cm, oprimiendo  en el   teclado la opción  Si el valor de la constante es diferente, ajústelo mediante los botones:
6. Fije la verificación del equipo mediante el teclado mediante la opción
7. Retire el electrodo del estándar de KCl 0.01M y tápelos. Enjuague minuciosamente el electrodo, sobre todo en la celda y sacúdala.

**Nota:** La calibración se realiza una vez a la semana o antes en caso que no sea satisfactoria la verificación de rutina.

Si el conductímetro ya está calibrado y se encuentra prendido verifique que la pantalla registre las unidades de medición **μS/cm**, temperatura **°C**, y las condiciones **Arng** (auto-rango), **TREF25**, **LnF** (compensación automática de temperatura), para iniciar las lecturas.

### 8.4.3 Ajuste de la constante de la celda

1. Presionar la tecla  en la parte media de la pantalla aparece el valor ajustable de la constante de celda (por ejemplo  $475 \text{ cm}^{-1}$ ).
2. Si se presiona nuevamente la  tecla aparece la constante de celda fija,  $C=0.1 \text{ cm}^{-1}$
3. Si se presiona nuevamente la tecla  cambie de nuevo la constante de celda, ajústela a  $0.469 \text{ cm}^{-1}$
4. En este modo, presionando se   cambia la constante de celda en incrementos de  $0,001 \text{ cm}^{-1}$ .
5. Una vez ajustada la constante, presionar la  tecla para volver al modo de medición. Se volverá a mostrar el valor medido y la temperatura de la muestra.

### 8.4.4 Medición de Conductividad

Solicite las muestras a trabajar.

La constante de celda  $C$   $0,469 \text{ 1/cm}$ , la función de temperatura  $TC$  y la temperatura de referencia  $T_{\text{REF } 25^{\circ}\text{C}}$  deben ajustarse correctamente.

1. Presionar la tecla  hasta que aparezcan unidades de conductividad. La medición de conductividad se ejecuta de manera continua.
2. Lavar el electrodo y la celda de medición. Seque sacudiendo suavemente el electrodo para eliminar las gotas.
3. Transfiera una alícuota del estándar de control de  $60 \mu\text{S/cm}$  en un vaso e introduzca el electrodo.
4. Espere a que la lectura se estabilice. Registre el valor en la carta de control.
5. Retire el electrodo. Enjuague minuciosamente el electrodo, sobre todo en la celda, y sacúdalo.
6. Continúe con las muestras.
7. Transfiera una alícuota de la muestra en un vaso e introduzca el electrodo. La muestra debe estar perfectamente homogenizada y a temperatura ambiente.
8. Espere a que la lectura se estabilice.
9. Registrar los resultados obtenidos para las muestras y su duplicado, en el formato de captura de datos y el resultado del estándar de control de  $60 \mu\text{S/cm}$ , regístrelo en la carta de control.
10. Calcular el porcentaje de la diferencia entre los resultados de los duplicados y reportar el valor en la carta de control.
11. Al finalizar lave el electrodo y la celda de medición, seque sacudiendo suavemente el electrodo para eliminar las gotas y almacénelo verticalmente.
12. Apague el equipo.
13. Registrar el uso del equipo.
14. Solicitar el lavado del material.
15. Diligenciar el formato de recepción de muestras

	<b>INSTRUCTIVO DE ENSAYO DETERMINACIÓN DE CONDUCTIVIDAD ELECTRICA EN AGUA. SM 2510B.</b>	Código: M-S-LC-I022
		Versión: 01
		Fecha: 14/12/2017
		Página: 7 de 8

### 8.5 Cálculos y Resultados

La medición de la conductividad es una medida directa por lo tanto se reporta el valor y la temperatura obtenido en el Conductímetro, teniendo en cuenta las unidades expresadas ya sean  $\mu\text{S/cm}$  o  $\text{mS/cm}$ . Registre los resultados con tres (3) cifras significativas.

### 9. DIAGRAMA

Ver anexo 1

### 10. DOCUMENTOS DE REFERENCIA Y BIBLIOGRAFÍA

- Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. American Public Health Association, American Water Works Association, Water Pollution Control Federation. 2510 B. 22ed, New York, 2012.
- Instructivo Lavado material de vidrio.
- Disposición final de residuos.
- Manual de Higiene, Salud Ocupacional y Seguridad en el Laboratorio.
- Manual aseguramiento de calidad.
- Verificación y auditoria de datos analíticos
- Lineamientos de control de calidad analítica.

### 9. HISTORIAL DE CAMBIOS

VERSIÓN	FECHA	DESCRIPCIÓN
01	14/12/2017	Creación del documento con base a la nueva estructura del SGI

ELABORO:	REVISO:	APROBO:
<b>Liliana Caicedo González</b> Contratista Grupo Laboratorio de Calidad Ambiental	<b>Carlos Martín Velásquez Ramírez</b> Contratista Líder Técnico Grupo Laboratorio de Calidad Ambiental	<b>Nelson Omar Vargas Martínez</b> Subdirector de Hidrología

Anexo 1. Diagrama

