



1. OBJETIVO/ALCANCE

Establecer un procedimiento operativo de ensayo en los Laboratorios del Sistema SIGLA para la determinación de la conductividad en aguas naturales, aguas tratadas o profundas y aguas de sótanos en el rango entre 0,1 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 20 mS/cm .

2. REFERENCIAS

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard Methods for the Examination of Water. 22nd Edition; Washington (2510-B), APHA 2012 CONDUCTIVITY
- Instructivo de trabajo ITM.QC.08.01– Determinación de la conductividad – Conductímetro modelo YSI.
- Instructivo de trabajo ITM.QC.08.02. – Determinación de la conductividad – Conductímetro modelo Thermo 3Star.
- Instructivo de trabajo ITM.QC.08.03. – Determinación de la conductividad – Conductímetro modelo Thermo A 150.
- Instructivo de trabajo ITM.QC.08.04.- Determinación de conductividad – Conductímetro HACH modelo sensION + EC7
- Instructivo de trabajo ITM.QC.08.05.- Determinación de conductividad – Conductímetro Conductímetro modelo Thermo A 222
- Procedimiento técnico PG.GL.AE.01 – Control de calidad de los ensayos.
- Procedimiento técnico PT.QC.01 – Actividades generales del Área Físicoquímicos.
- Procedimiento técnico PT.LA.06 – Preparación de reactivos para la determinación de la conductividad.
- Procedimiento técnico PT.LA.24 – Preparación de reactivos para la determinación de la conductividad en el LUUM
- Procedimiento Técnico PT.GL.LM.02 – Extracción de muestras de grifo
- Procedimiento Técnico PT.LM.06 – Extracción de muestras sin grifo

3. DEFINICIONES

Aplican las definiciones establecidas en el Documento general DG.GL.CC.01 – Glosario de términos y definiciones.

SIGLA: Sistema Integrado de Gestión de Laboratorios.



Conductividad: Es la propiedad de las soluciones acuosas que mide su habilidad para conducir la corriente eléctrica. Esta depende de la presencia de iones, de su concentración, movilidad y valencia y de la temperatura de medida.

Calibración: Ajuste de la pendiente de la sonda utilizando estándar a la temperatura de medida. (Se mantiene el uso del término “Calibración” en desacuerdo con el Vocabulario Internacional de la Metrología para tener coherencia con el manual original de los equipos utilizados.)

4. RESPONSABILIDADES

El desarrollo del análisis es responsabilidad de todo el personal de los Laboratorios del SIGLA.

La verificación del análisis (supervisión técnica) es responsabilidad del Técnico, Analista Técnico (Área Fisicoquímicos), del Jefe del Laboratorio Regional y/o Regional Ambiental, Químico o Jefe del Laboratorio (LUUM) y Técnico o Jefe del Laboratorio (UGD) o el suplente designado en cualquiera de los casos.

5. PRINCIPIOS DEL MÉTODO

Las soluciones con compuestos inorgánicos son relativamente más conductoras. Contrariamente, los compuestos con moléculas orgánicas no disociadas en soluciones acuosas conducen muy poco la corriente. Los iones presentes en el agua, en ausencia de campo eléctrico, se mueven al azar producto del efecto térmico y de fuerzas de convección. Sin embargo cuando se aplica una diferencia de potencial a la misma, se produce una migración iónica, donde los iones se mueven hacia un lado u otro dependiendo de su valencia. En estas condiciones se puede considerar que la solución acuosa se comporta como un material conductor eléctrico homogéneo y por lo tanto aplica la Ley de Ohm. La misma establece

$$R=V/I$$

Donde R es la resistencia del conductor (en Ohm Ω), en este caso el agua con los iones disueltos, V es la diferencia de potencial aplicada (en voltios, V) e I es la intensidad de la corriente que circula a través del conductor (en amperios, A).

La Conductancia G, es definida como la inversa de la Resistencia, R:

$$G= 1/R$$



Las unidades de R es ohm y de G es ohm^{-1} .

La Conductancia de una solución es medida entre dos electrodos separados y químicamente inertes, es directamente proporcional al área de los electrodos A cm^2 e inversamente proporcional a la distancia entre los electrodos L, cm. La constante de proporcionalidad, k, es:

$$G = k(A/L)$$

k es llamada "conductividad" (o conductancia específica). Esta es una propiedad característica de una solución entre dos electrodos.

Las unidades de k son $1/\text{ohm}\cdot\text{cm}$ o mho por centímetro ($\mu\text{mho}/\text{cm}$).

En el Sistema Internacional de Unidades (SI) el recíproco de ohm es el siemens (S) y la conductividad es expresada en milisiemens por metro (mS/m); $1 \text{ mS}/\text{m} = 10 \mu\text{mhos}/\text{cm}$ y $1 \mu\text{S}/\text{cm} = 1 \mu\text{mho}/\text{cm}$.

Para comparar conductividades, los valores de k son expresados relativos a electrodos con $A = 1\text{cm}^2$ y $L = 1 \text{ cm}$.

La conductividad equivalente de una solución es la conductividad por unidad de concentración.

Medida Instrumental: En el laboratorio, la Conductancia G, de una solución estándar de KCl es medida y de la correspondiente conductividad k, la constante de la celda, C, cm^{-1} , es calculada:

$$C = k/G$$

Una vez determinada la constante de la celda C con un estándar, la conductividad k de una solución desconocida es:

$$k = CG$$

La conductividad de una solución con una concentración de electrolito específico varía con la temperatura, esta variación es descrita por el coeficiente de temperatura de la solución en cuestión, el cual varía con la naturaleza y concentración del electrolito.

Algunos conductímetros tienen la capacidad de compensar las medidas por los cambios de temperatura, el valor medido refleja el valor que tendría a la temperatura de referencia a la cual está compensado. Se resalta que cuanto menor sea la diferencia entre las temperaturas de la muestra y la temperatura de referencia menor es el error cometido.

De igual manera a una temperatura dada la conductividad de la solución varía con la concentración del electrolito. A medida que aumenta, aumenta el valor de la conductividad, consecuencia del respectivo aumento de iones, sin embargo en determinado momento la misma empieza a bajar producto de que las interacciones asociativas entre los iones dificultan la conducción de la corriente.

6. CONSIDERACIONES DE SEGURIDAD



Utilizar los elementos de seguridad para trabajo en el Laboratorio habituales, lentes de protección, túnica, zapatos cerrados.

7. INTERFERENCIAS

- Cuando el agua contenga grandes cantidades de material en suspensión dejarla sedimentar antes de medir la conductividad con objeto de disminuir la posibilidad de ensuciar el electrodo de la celda.
- Evitar que las grasas y aceites cubran el electrodo, porque afectan la precisión de la lectura.
- Eliminar las burbujas de aire presentes en la celda de medición.
- Realizar la medida enseguida de abierto el envase debido a que la exposición a la atmósfera puede causar cambios en la conductividad, debido a la pérdida o ganancia de gases disueltos (CO_2 y NH_3) principalmente en aguas de bajas concentraciones de materiales disueltos ionizados, el CO_2 normalmente presente en el aire puede drásticamente cambiar la conductividad del agua pura.

8. CONSERVACION Y MANIPULACION DE LAS MUESTRAS

La determinación de conductividad debe realizarse lo más pronto posible o antes de 48 horas, para evitar el intercambio de gases tales como dióxido de carbono (CO_2) y amoníaco (NH_3) con la atmósfera, o una posible actividad biológica.

Llenar completamente el envase (sin cámara de aire). Las muestras se extraen, acondicionan y transportan de acuerdo a los procedimientos técnicos que aplican.

No requiere ningún conservador, la actividad biológica puede reducirse mediante la refrigeración preferentemente menor que 6 °C sin congelar en envases color ámbar.

9. MATERIALES, REACTIVOS Y EQUIPOS

Nota: Las soluciones utilizadas son preparados en el Área Apoyo Analítico según procedimiento PT.LA.06 para el Laboratorio Central y los Laboratorios Regionales. LRAFB, LUUM y UGD prepara sus propias soluciones.

- 9.1 Solución de Conductividad de 1413 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25°C, 0.7456 g/L de Cloruro de Potasio.
- 9.2 Solución de Conductividad de 717 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25°C, 0.374 g/L de Cloruro de Potasio.
- 9.3 Estándar de Conductividad Certificado de 1413 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25°C.
- 9.4 Solución de Conductividad de 146,9 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 25°C.
- 9.5 Solución de Conductividad de 12,88 mS/cm a 25°C
- 9.6 Soluciones de Conductividad para ajuste y/o verificación adecuadas al rango de medición.
- 9.7 Agua destilada y/o desionizada.
- 9.8 Medidor de Conductividad.

PROCEDIMIENTO PARA LA
DETERMINACIÓN DE
CONDUCTIVIDAD

Obras Sanitarias del Estado

Sistema Integrado de Gestión
de Laboratorios (SIGLA)

9.9 Celda de Conductividad con electrodo de platino y compensador de temperatura incorporado o similar.

9.10 Vasos de Bohemia de 50 mL.

10. PROCEDIMIENTO ANALITICO

Notas: Se procede según ITM.QC.08.01, ITM.QC.08.02, ITM.QC.08.03, ITM.QC.08.04 e ITM.QC.08.05

Al colocar la celda en la solución, el nivel de ésta debe cubrir los orificios de ventilación de la celda, agitar la celda verticalmente para expulsar las burbujas de aire.

Las muestras y las soluciones estándares deben estar a temperatura ambiente.

10.1 TODOS LOS LABORATORIOS

10.1.1 Enjuagar la celda con agua desionizada ó destilada.

10.1.2 Sumergir la celda en el recipiente con la muestra a medir (en forma equidistante a las paredes del recipiente y sin tocarlas).

11. INFORME DE RESULTADOS/REGISTROS**11.1 TODOS LOS LABORATORIOS**

Se registran los resultados de la lectura del instrumento

Se informa sin cifras decimales.

Informar los resultados como conductividad $\mu\text{S}/\text{cm}$ o mS/cm a 25°C.

11.2 ÁREA FISICOQUÍMICOS

11.2.1 El instrumento determina directamente la conductividad en las unidades que corresponda según el rango de medida

11.2.2 Registrar los valores obtenidos en el "Formulario Fisicoquímico" FTP.QC.01.01 y en "Hoja de Control" FTP.QC.01.02 (ver PT.QC.01)

11.2.3 Finalizar el análisis con la supervisión de un técnico del Área Fisicoquímicos, quien firma el formulario de Análisis Fisicoquímico y la Hoja de Control.

11.2.4 Guardar los registros por cinco años en el Área Fisicoquímicos el año en curso y en el depósito del Laboratorio los restantes 4 años.

11.2.5 Registrar el ajuste de los conductímetros en el formulario de registro técnico FTP.QC.01.06.

11.3 LABORATORIO UNIDAD USINAS DE MONTEVIDEO

CODIFICACIÓN	TÍTULO DEL REGISTRO	DEL	PERÍODO DE RETENCIÓN	LUGAR DE ARCHIVO
FTM.QC.0X.0Y(F-136)	Determinación de conductividad y sólidos totales disueltos por conductividad	y totales por	5 años en archivo general del LUUM (1 año en el LUUM)	Junto con formulario que corresponda según tipo de monitoreo.



Los resultados deben registrarse en el formulario que corresponda según el tipo de monitoreo.

11.4 LABORATORIOS REGIONALES, AMBIENTALES/REGIONALES Y UGD

Se registra los resultados y duplicados de las muestras medidas en el formulario de muestras del software de resultados y la planilla destinada a tal fin.(Planilla de trabajo-Análisis Fisicoquímicos FG.IF.04.07)

12. CONTROL DE CALIDAD / ASEGURAMIENTO DE CALIDAD

AJUSTE DE CONDUCTÍMETROS:

Todos los días antes de comenzar a realizar cualquier medida se deberá realizar la verificación del desempeño del equipo con soluciones de control (siempre que sea posible emplear soluciones de 717 y 1413 $\mu\text{S/cm}$ o las disponibles o adecuadas para el componente del SIGLA, 147 $\mu\text{S/cm}$ o 1000 $\mu\text{S/cm}$ o 12,88 mS/cm). Si al menos una de las soluciones de control no cumple con lo establecido en el gráfico de control respectivo, proceder al ajuste del equipo. Se recomienda realizar el ajuste del equipo semanalmente. Registrar la verificación y el ajuste en el formulario que aplica al componente (Área Fisicoquímicos de Laboratorio Central FTP.QC.01.06). (Otros componentes registro técnico de Chequeo de Conductímetro y Ajuste de Conductímetro)

BLANCO DEL MÉTODO:

Los blancos se realizan con agua destilada y/o desionizada antes de la determinación de cada serie de muestras. Se registra el valor del blanco en el formulario que aplica al componente (Área Fisicoquímicos en la Hoja de Control FTP.QC.01.02 ver PT.QC.01).

ESTÁNDAR DE CONTROL:

Se determina el valor de los estándares antes de la determinación de la serie de muestras y se registra el valor en el formulario que aplica al componente (Área Fisicoquímicos en la Hoja de Control FTP.QC.01.02 ver PT.QC.01). Cada 10 muestras analizadas se vuelve a medir un control estadístico y al finalizar la serie de medidas.

CONTROL DE PRECISIÓN:

Se determina cada 10 muestras un duplicado o al menos una vez al día, y se registra en el formulario que aplica al componente (Área Fisicoquímicos en la Hoja de Control FTP.QC.01.02 ver PT.QC.01).

GRÁFICOS DE CONTROL:

Se grafica los valores de los estándares, y el duplicado en los Gráficos de Control respectivos, de acuerdo a las soluciones disponibles.



Obras Sanitarias del Estado

Sistema Integrado de Gestión
de Laboratorios (SIGLA)

METODO DE ENSAYO

**PROCEDIMIENTO PARA LA
DETERMINACIÓN DE
CONDUCTIVIDAD**

ME.GL.QC.08

Versión Vigente
N° 01

Página 7 de 7

13. NATURALEZA DE LA REVISIÓN

No aplica, primera versión armonizada.

14. ANEXOS

No aplica

La impresión del presente documento genera una copia no sujeta a actualización