AVISO de consulta pública de los proyectos de normas mexicanas PROY-NMX-AA-012/1-SCFI-2009, PROY-NMX-AA-012/2-SCFI-2009, PROY-NMX-AA-087-SCFI-2009, PROY-NMX-AA-093-SCFI-2009, PROY-NMX-AA-117/1-SCFI-2009, PROY-NMX-AA-117/2-SCFI-2009, PROY-NMX-AA-153-SCFI-2009 y PROY-NMX-AA-154-SCFI-2009.

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Economía.- Subsecretaría de Competitividad y Normatividad.- Dirección General de Normas.- Dirección de Normalización.

AVISO DE CONSULTA PUBLICA DE LOS PROYECTOS DE NORMAS MEXICANAS QUE SE ENLISTAN

La Secretaría de Economía, por conducto de la Dirección General de Normas, con fundamento en lo dispuesto por los artículos 34 fracciones XIII y XXXI de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 51-A, 51-B de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización y 19 fracciones I y XV del Reglamento Interior de esta Secretaría, publica el aviso de consulta pública de los proyectos de normas mexicanas que se enlistan a continuación, mismos que han sido elaborados y aprobados por el Comité Técnico de Normalización Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales (COTEMARNAT).

De conformidad con el artículo 51-A de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, estos proyectos de normas mexicanas, se publican para consulta pública a efecto de que dentro de los siguientes 60 días naturales los interesados presenten sus comentarios al Comité Técnico de Normalización Nacional de Medio Ambiente y Recursos Naturales (COTEMARNAT) que los propuso, ubicado en Boulevard Adolfo Ruiz Cortines número 4209 piso 5, colonia Jardines en la Montaña 14210, México, D.F., o al correo electrónico pedro.sanchez@conagua.gob.mx con copia a esta Dirección General, dirigida a la dirección descrita en el párrafo siguiente.

El texto completo del documento puede ser consultado gratuitamente en la Dirección General de Normas de esta Secretaría, ubicada en Puente de Tecamachalco número 6, Lomas de Tecamachalco, Sección Fuentes, Naucalpan de Juárez, 53950, Estado de México o en el Catálogo Mexicano de Normas que se encuentra en la página de Internet de la Dirección General de Normas cuya dirección es http://www.economia.gob.mx.

CLAVE O CODIGO	TITULO DE LA NORMA
PROY-NMX-AA-012/1-SCFI-2009	ANALISIS DE AGUA-DETERMINACION DEL OXIGENO DISUELTO-METODO DE PRUEBA-PARTE 1-METODO IODOMETRICO (CANCELARA A LA NMX-AA-012-SCFI-2001).

Síntesis

Este proyecto de norma mexicana tiene como objetivo describir el método iodométrico para la medición del oxígeno disuelto en agua por el "Procedimiento Winkler" modificado a fin de tener en cuenta ciertas interferencias. Este proyecto de norma es de aplicación nacional y el campo de aplicación del método es para todo tipo de agua que tenga una concentración de oxígeno disuelto de al menos 0,2 mg/L, hasta el doble de la saturación de oxígeno (aproximadamente 20 mg/L), la cual está libre de sustancias interferentes. **NOTA 1:** Interfieren Sustancias orgánicas fácilmente oxidables tales como taninos, ácido húmico y ligninas. Compuestos de azufre oxidables tales como sulfuros y tiourea también interfieren, como sistemas de respiración activa los cuales fácilmente consumen el oxígeno. En presencia de tales substancias es preferible el uso del método electroquímico especificado en B.1.Concentraciones de nitritos superiores a 15 mg/L no interfieren en la medición porque son destruidos por la adición de la azida de sodio.

Si la oxidación o reducción de sustancias está presente, es necesario hacer modificaciones al método; éstas son descritas en la sección 9. Si está presente materia suspendida, capaz de fijar o consumir el yodo, el método debe ser aplicado con la modificación descrita en el anexo, pero es preferible el uso del método electroquímico.

PROY-NMX-AA-012/2-SCFI-2009	ANALISIS DE AGUA-DETERMINACION DEL OXIGENO DISUELTO EN AGUAS NATURALES, RESIDUALES Y RESIDUALES TRATADAS-METODO DE PRUEBA-PARTE 2-METODO ELECTROQUIMICO (CANCELARA A LA NMX-AA-012-SCFI-2001).

Síntesis

1.1 El objetivo de este proyecto de norma mexicana es establecer un método electroquímico para la medición del oxígeno disuelto en agua por medio de una celda electroquímica la cual está aislada de la muestra por una membrana permeable al gas. Es de aplicación nacional.

1.2 El campo de aplicación del presente proyecto de norma está definido dependiendo del tipo de prueba empleada, la medición puede ser hecha como concentración de masa de oxígeno en miligramos por litro, porcentaje de saturación (% de oxígeno disuelto) o ambos. El método mide el oxígeno en el agua desde un 0% hasta un 100% de saturación. Sin embargo, muchos instrumentos permiten

mediciones de valores mayores al 100% i.e. sobresaturación.

1.3 El método es apropiado para mediciones hechas en campo y para monitoreo continuo de oxígeno disuelto así como mediciones hechas en el laboratorio. Este método es el preferido para aguas muy coloreadas y turbias y asimismo para aguas conteniendo fierro y sustancias que fijen el yodo, tales como las que interfieren en el método iodométrico y que están indicadas en B.1. Los gases y vapores tales como el cloro, dióxido de azufre, sulfuro de hidrógeno, aminas, amoniaco, dióxido de carbono, bromo y yodo que se pueden difundir a través de la membrana, si están presentes, pueden interferir afectando la medición. Otras sustancias presentes en la muestra pueden interferir con el proceso de medición ya sea por obstrucción o deterioro de la membrana o corrosión de los electrodos. Estas sustancias incluyen solventes, aceites, sulfuros, carbonatos y algas.

1.4 El método es apropiado para aguas naturales, residuales y salinas. Si es empleado en aguas salinas tales como agua marina, o de estuario, es esencial la corrección por salinidad.

PROY-NMX-AA-087-SCFI-2009	ANALISIS DE CALIDAD DEL AGUA-EVALUACION DE TOXICIDAD AGUDA CON *Daphnia magna*, Straus (Crustácea-Cladocera)-METODO DE PRUEBA (CANCELARA A LA NMX-AA-087-1995-SCFI).

Síntesis

El presente proyecto de norma mexicana establece el método para la medición de toxicidad aguda, utilizando al organismo dulceacuícola *Daphnia magna*, Straus 1820 (Crustácea-Cladocera). Este método es aplicable para la evaluación de toxicidad aguda en aguas y en sustancias solubles en agua. En cuerpos de agua dulce, aguas residuales industriales y municipales, efluentes agrícolas y sustancias puras o combinadas disolubles o lixiviados y la fracción solubilizable en suelos y sedimentos. Es de aplicación nacional.

PROY-NMX-AA-093-SCFI-2009	ANALISIS DE AGUA-DETERMINACION DE LA CONDUCTIVIDAD ELECTRICA-METODO DE PRUEBA (CANCELARA A LA NMX-AA-093-SCFI-2000).

Síntesis

Este proyecto de norma mexicana es de aplicación nacional y especifica un método para la medición de la conductividad eléctrica en todos los tipos de agua. **NOTA 1:** En algunos casos, los valores absolutos son importantes, en otros casos sólo los cambios relativos son de interés. Este proyecto de norma es aplicable para aguas naturales, residuales y residuales tratadas.

PROY-NMX-AA-117/1-SCFI-2009	ANALISIS DE AGUA-MEDICION DE HIDROCARBUROS TOTALES DE PETROLEO (HTP) EN AGUAS NATURALES, RESIDUALES Y RESIDUALES TRATADAS-METODO DE PRUEBA-PARTE 1-METODO POR ESPECTROSCOPIA INFRARROJO (CANCELARA A LA NMX-AA-117-SCFI-2001).

Síntesis

Este proyecto de norma mexicana es de aplicación nacional y especifica un método de prueba para la determinación de hidrocarburos totales de petróleo (HTP) en aguas naturales, residuales y residuales tratadas. El intervalo de trabajo del método es de 0,1 mg/L a 40 mg/L y puede ser extendido por dilución del extracto de la muestra. El campo de aplicación es aguas naturales, aguas residuales y aguas residuales tratadas. El método no es aplicable a la medición cuantitativa del contenido de aceites minerales volátiles. Sin embargo, sobre el espectro de referencia, se puede obtener la información cualitativa y la composición de la contaminación por aceite mineral.

PROY-NMX-AA-117/2-SCFI-2009	ANALISIS DE AGUA-MEDICION DE HIDROCARBUROS TOTALES DE PETROLEO (HTP) EN AGUAS NATURALES, RESIDUALES Y RESIDUALES TRATADAS-METODO DE PRUEBA-PARTE 2-METODO POR CROMATOGRAFIA DE GASES (CANCELARA A LA NMX-AA-117-SCFI-2001).

Síntesis

Este proyecto de norma mexicana especifica un método para la medición del índice de hidrocarburos del petróleo en aguas por medio de cromatografía de gases. Es de aplicación nacional. El campo de aplicación es aguas naturales, aguas residuales y aguas residuales tratadas y permite la medición de un índice de hidrocarburos del petróleo en concentraciones por encima de 0,1 mg/L. El método no es aplicable a la medición cuantitativa del contenido de aceites minerales volátiles. Sin embargo, sobre el cromatograma y de los picos de referencia, se puede obtener la información cualitativa y la composición de la

contaminación por aceite mineral.

NOTA 1 La concentración total de la grasa animal y vegetal en la muestra no debe exceder de 150 mg/L, ya que con valores más altos la capacidad de adsorción del empaque de la columna de limpieza puede ser insuficiente.

NOTA 2 En el caso de agua residual altamente contaminada, especialmente si contiene una alta cantidad de agentes tensoactivos, podría ocurrir una pérdida en la recuperación de los hidrocarburos.

PROY-NMX-AA-153-SCFI-2009	ANALISIS DE AGUA-MUESTREO-GUIA PARA EL MUESTREO DE AGUAS SALINAS.

Síntesis

Este proyecto de norma es de aplicación nacional y proporciona las guías sobre los principios a ser aplicados para el diseño de los programas de muestreo, técnicas de muestreo y el manejo y preservación de muestras de agua salina y salinas interiores epicontinentales, de zonas de marea (por ejemplo, estuarios, regiones costeras y el mar abierto, etc.). No aplica a la recolecta de muestras para análisis microbiológicos o biológicos. Para la guía general de muestreo véase A.4.

PROY-NMX-AA-154-SCFI-2009	ANALISIS DE AGUA-DETERMINACION DE NITROGENO DE NITRITOS EN AGUAS NATURALES, RESIDUALES, RESIDUALES TRATADAS Y MARINAS-METODO DE PRUEBA.

Síntesis

Este proyecto de norma mexicana es de aplicación nacional y especifica un método de prueba espectrofotométrico para la determinación de nitrógeno de nitritos. El método es aplicable en aguas naturales, residuales, residuales tratadas incluyendo, el agua de mar y efluentes en un intervalo de (0,01 a 1) mg/L de $N\text{-}N0_2$.

México, D.F., a 28 de junio de 2010.- El Director General de Normas, **Francisco Ramos Gómez**.- Rúbrica.

SECRETARÍA DE

ECONOMÍA

PROYECTO DE NORMA MEXICANA

PROY-NMX-AA-093-SCFI-2009

ANÁLISIS DE AGUA.- DETERMINACIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD ELECTRICA.- MÉTODO DE PRUEBA (CANCELA A LA NMX-AA-093-SCFI-2000)

WATER ANALYSIS — DETERMINATION OF ELECTRICAL CONDUCTIVITY

SECRETARÍA DE

ECONOMÍA

PREFACIO

En la elaboración del presente proyecto de norma mexicana, participaron las siguientes empresas e instituciones:

- ANÁLISIS DE AGUA, S.A. DE C.V.

- ARVA, LABORATORIO DE ANÁLISIS INDUSTRIALES, S.A. DE C.V.

- ATLATEC, S.A. DE C.V.

- CENICA

- CIATEC, A.C.

- CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO EN ELECTROQUÍMICA, S.C.

- CENTRO NACIONAL DE METROLOGÍA

- COMISIÓN DEL AGUA DEL ESTADO DE MÉXICO

SECRETARÍA DE

ECONOMÍA

- COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA.

- CONTROL QUÍMICO NOVAMANN INTERNACIONAL, S.A. DE C.V.

- ECCACIV, S. A. DE C. V.

- ENTIDAD MEXICANA DE ACREDITACIÓN, A.C.

- FASIQ INTERNACIONAL, S.A. DE C.V.

- GRUPO ECOTEC, S.A. DE C.V.

- HACH COMPANY

- INDEX-LAB

- INTEMA, S.A. DE C.V.

- INSTITUTO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE TAMAULIPAS, A.C.

  Centro de Investigación y Tecnología en Saneamiento Ambiental (CITSA)

SECRETARÍA DE

ECONOMÍA

- INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL

- INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO

- INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA

- LABORATORIO DE CALIDAD QUÍMICA VERACRUZANA, S.C.

- LABORATORIO DE QUÍMICA DEL MEDIO E INDUSTRIAL, S.A. DE C.V.

- LABORATORIO DE SERVICIOS CLÍNICOS Y ANÁLISIS TOXICOLÓGICOS S.A. DE C.V.

- LABORATORIO IDECA, S.A. DE C.V.

- LABORATORIO FERMI, S.A. DE C.V.

- LABORATORIO QUÍMICO INDUSTRIAL

- LABORATORIO SERVICIOS AMBIENTALES

SECRETARÍA DE

ECONOMÍA

- LABORATORIOS ABC QUÍMICA, INVESTIGACIÓN Y ANÁLISIS, S.A. DE C.V

- MERCURY LAB, S.A. DE C.V.

- MÓNICA OROZCO MÁRQUEZ

- PERKIN ELMER DE MEXICO, S.A.

- PEMEX PETROQUÍMICA COMPLEJO PETROQUÍMICO CANGREJERA

- PEMEX PETROQUÍMICA COMPLEJO PETROQUÍMICO MORELOS

- PEMEX PETROQUÍMICA COMPLEJO PETROQUÍMICO PAJARITOS

- PROTECCIÓN AMBIENTAL Y ECOLOGÍA, S.A. DE C.V.

- PROYECTOS Y ESTUDIOS SOBRE CONTAMINACIÓN INDUSTRIAL, S.A. DE C.V.

- SERVICIOS DE AGUA Y DRENAJE DE MONTERREY, S.A. DE C.V.

- SERVICIOS DE INGENIERÍA Y CONSULTORÍA AMBIENTAL

SECRETARÍA DE

ECONOMÍA

- SISTEMA DE AGUAS DE LA CIUDAD DE MÉXICO DEL GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL

- UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

  División de Ciencias Biológicas y de la Salud
  Departamento de Biotecnología. Ciencia y Tecnología Ambiental.
  Departamento de Hidrobiología

- UNIVERSIDAD DEL NORESTE, A.C.

  UNELAB - Centro multidisciplinario de servicios ambientales y de alimentos

- UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

  Facultad de Química

  Instituto de Biología

  Instituto de Ingeniería

SECRETARÍA DE

ECONOMÍA

ÍNDICE DEL CONTENIDO

Número del capítulo **Página**

0	INTRODUCCIÓN	1
1	OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN	1
2	PRINCIPIO	2
3	DEFINICIONES	2
4	REACTIVOS	4
5	APARATOS	5
6	TOMA DE MUESTRAS Y LAS MUESTRAS	7
7	PROCEDIMIENTO	7
8	EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS	12
9	INTERFERENCIAS	13
10	INFORME DE ENSAYO	14
11	VIGENCIA	15
12	BIBLIOGRAFÍA	15
13	CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES	16

SECRETARÍA DE

ECONOMÍA

PROYECTO DE NORMA MEXICANA

PROY-NMX-AA-093-SCFI-2000

ANÁLISIS DE AGUA.- DETERMINACIÓN DE LA CONDUCTIVIDAD ELECTRICA.- MÉTODO DE PRUEBA (CANCELA A LA NMX-AA-093-SCFI-2000)

WATER ANALYSIS — DETERMINATION OF ELECTRIC CONDUCTIVITY

0 INTRODUCCIÓN

La conductividad eléctrica se puede utilizar para supervisar la calidad de

a) Las aguas superficiales.

b) Aguas de proceso en plantas de abastecimiento y tratamiento

c) Aguas residuales.

El contenido total de constituyentes iónicos [1, 2, 3] puede ser verificado con este método.

1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma mexicana especifica un método para la medición de la conductividad eléctrica en todos los tipos de agua.

NOTA 1: En algunos casos, los valores absolutos son importantes, en otros casos sólo los cambios relativos son de interés.

Esta norma es aplicable para aguas naturales, residuales y residuales tratadas.

2 PRINCIPIO

Determinación directa de la conductividad eléctrica de disoluciones acuosas, utilizando un instrumento adecuado. La conductividad eléctrica es una medida de la corriente conducida por los iones presentes en el agua ("fenómeno de los conductores de segundo tipo"), y depende de:

a) la concentración de los iones;

b) la naturaleza de los iones;

c) la temperatura de la disolución;

d) la viscosidad de la disolución.

El agua pura, como resultado de su propia disociación tiene una conductividad eléctrica a 25 °C, de 5,483 µS/m (0,005 483 mS/m)[6].

3 DEFINICIONES

Los símbolos y abreviaturas incluidos en esta norma mexicana se encuentran incluidos en este apartado. Algunos más se encuentran documentados en la norma mexicana referente al vocabulario utilizado en las normas mexicanas de análisis de agua.

3.1 Conductancia específica, conductividad eléctrica, γ: El recíproco de la resistencia, medida bajo condiciones específicas, entre las caras opuestas de una unidad de cubo de dimensiones definidas de una disolución acuosa. Para el análisis de la calidad del agua, ésta se expresa a menudo como "conductividad eléctrica" y puede ser utilizada como una medida de la concentración de solutos ionizables presentes en la muestra.

Se expresa en siemens por metro (S/m) o unidades equivalentes.[1]

[1] 1 S/m = 10^4 µS/cm = 10^3 mS/m

NOTA 2 - Los símbolos **σ** y κ también se utilizan para la conductividad eléctrica.

3.2 Constante de la celda, K: Magnitud en m^{-1}, dada por la ecuación

$$K = \frac{l}{A}$$

Dónde

l Es la longitud, en metros, de un conductor eléctrico;
A Es el área efectiva de la sección transversal, en metros cuadrados, de un conductor eléctrico.

La constante de la celda es el resultado de la geometría de la celda, y puede ser determinada empíricamente.

3.3 Coeficiente de temperatura de la conductividad eléctrica,[2] α: El coeficiente de temperatura de la conductividad $\alpha_{\theta,25}$ [4,5], viene dado por la ecuación

$$\alpha_{\theta,25} = \frac{1}{\gamma_{25}}\left(\frac{\gamma_\theta - \gamma_{25}}{\theta - 25}\right) \text{ x } 100$$

Donde 25 °C y θ °C son las temperaturas a las cuales se midió la conductividad eléctrica γ_{25} y γ_θ, respectivamente.

3.4 Factores de corrección de la temperatura, f: Factores utilizados para corregir la dependencia de la conductividad eléctrica con la temperatura.

Con el fin de hacer comparaciones, es esencial que las mediciones se hayan corregido a una temperatura de referencia elegida, normalmente 25,0 °C, incluso si la temperatura de la muestra de agua sólo difiere ligeramente de dicha temperatura.

Las conversiones de la conductividad eléctrica a 25 °C, γ_{25}, se pueden hacer usando la ecuación:

[2]El coeficiente de temperatura de la conductividad eléctrica se puede expresar en K^{-1} o %/°C.

$$\gamma_{25} = \frac{\gamma_\theta}{1 + (\alpha/100)(\theta - 25)}$$

Donde

α es el coeficiente de temperatura de la conductividad eléctrica;
γ_θ es la conductividad eléctrica a la temperatura medida, θ;
θ es la medición de la temperatura, en Celsius, de la muestra.

3.5 Patrón de trabajo. Patrón utilizado habitualmente para calibrar o verificar instrumentos o sistemas de medida.

Nota 3. Un patrón de medida de trabajo usualmente se calibra con un patrón de medida de referencia
Nota 4. Otros términos aplicables a este concepto en el contexto de la verificación son “patrón de verificación” y “patrón de control”

4 REACTIVOS

Durante el análisis, salvo se indique lo contrario, utilizar exclusivamente reactivos de grado analítico reconocido. Los valores de conductividad asignados a estas disoluciones son meramente nominales.

4.1 Agua para la preparación de disoluciones. Agua bidestilada o agua desionizada, la conductividad eléctrica debe ser $\gamma_{25} \leq$ 0,1 mS/m.

4.2 Cloruro de potasio disolución, patrón de trabajo A,

c(KCl) = 0,1 mol/L.

Secar unos pocos gramos de cloruro de potasio a 105 °C durante 2 horas, y disolver 7,456 g en agua (4.1). Diluir a 1 000 mL.

La conductividad de esta disolución a 25 °C, γ_{25}, es 1 290 mS/m.

4.3 Cloruro de potasio, disolución patrón de trabajo B,

c(KCl) = 0,01 mol/L.

Diluir 100 mL de disolución A (4.2) con el agua (4.1) a 1 000 mL.

La conductividad de esta disolución a 25 ° C, γ_{25}, es 141 mS/m.

4.4 Cloruro de potasio, disolución patrón de trabajo C,

c(KCl) = 0,001 mol/L.

Diluir 100 mL de disolución B (4.3) con el agua (4.1) a 1 000 mL. Inmediatamente antes de la preparación de esta disolución, el bióxido de carbono debe ser eliminado del agua, por purgado con nitrógeno puro o por ebullición. Durante el trabajo con esta disolución se debe minimizar cualquier contacto con la atmósfera.

Preparar esta disolución poco antes de su uso.

La conductividad de esta disolución a 25 ° C, γ_{25}, es 14,7 mS/m.

NOTA 3 – La tabla 1 ofrece concentraciones alternativas de cloruro de potasio que pueden ser utilizadas como patrones de trabajo de conductividad [8,9].

Tabla 1 Conductividad eléctrica de disoluciones de cloruro de potasio

Concentración de cloruro de potasio, c(KCl)	**Conductividad eléctrica a 25 °C,** γ_{25}
mol/L	mS/m
0,0005	7,4
0,001	14,7
0,005	72
0,01	141
0,02	277
0,05	670
0,1	1 290
0,2	2 480

4.5 Disolución de platinado.

Disolver 1,5 g de hexacloroplatinato (IV) de hidrógeno, hexahidratado ($H_2PtCl_6 \cdot 6H_2O$) en 50 mL de agua que contenga 0,012 5 g de acetato de plomo (II) [Pb $(C_2H_30_2)_2$].

5 APARATOS

5.1 Instrumentos para la medición de la conductividad eléctrica.

El instrumento puede ser de cualquiera de los siguientes tipos:

a) equipado con celda de conductividad de flujo o inmersión, conformado con dos o más electrodos;

b) instrumento equipado con electrodos de tipo inducción.

Preferentemente los instrumentos deben ser capaces de realizar mediciones puntuales y continuas tanto en el laboratorio como en el campo.

Para mediciones de conductividad menores a 1 mS/m es esencial el uso de una celda de tipo flujo en la cual el aire es eliminado.

La constante de celda recomendada para los electrodos puede elegirse de la tabla 2 dependiendo del intervalo de medición.

Tabla 2 Constantes de celda recomendadas para los diferentes intervalos de conductividad eléctrica

Intervalo de medición	**Constante de celda recomendada**
mS/m	m^{-1}
$\gamma < 2$	1
$0,1 < \gamma < 20$	10
$1 < \gamma < 200$	100
$10 < \gamma < 2000$	1000
$100 < \gamma < 20000$	5000

Algunos instrumentos están equipados con un control de constante de celda. Si este no es el caso, la lectura debe ser multiplicada por la constante de la celda.

5.2 Electrodos

Cuando se utilizan electrodos de platino para mediciones de precisión los electrodos deben ser platinados (véase la nota 4).

Electrodos sin platinar pueden ser utilizados sólo para mediciones de campo y las pruebas de rutina de laboratorio.

NOTA 4 - Si el platinado es necesario, las instrucciones del fabricante deben seguirse, o proceder de la siguiente manera.

Platinar los electrodos de la celda con disolución de platinado (4.5). Un dispositivo adecuado de platinación consiste en una fuente de corriente continua de 6 V, una resistencia variable, un amperímetro y un electrodo. El procedimiento de platinado no es crítico. Una buena capa de platinado se obtiene usando electrodos con área de 1,5 a 3 coulombs/cm^2. Por ejemplo para un electrodo con una superficie total (ambos lados), de 10 cm^2, el tiempo de platinado con una corriente de 20 mA sería de 12,5 a 25 min. La densidad de corriente puede ser de 1 a 4 mA/cm^2 de área del electrodo. Se platinan los electrodos uno a uno a la vez, con la ayuda de un electrodo adicional. Durante el platinado, agitar la disolución suavemente. Cuando no estén en uso, llenar las celdas con agua para evitar la desecación de los electrodos, durante su almacenamiento.

5.3 Termómetro, Para determinaciones precisas, debe utilizarse un termómetro con una exactitud de ± 0,1 °C, en el intervalo de medición de temperatura. Para las mediciones de rutina, un termómetro con exactitud de ± 0,5 °C, es satisfactorio.

5.4 Baño termostático, que se mantenga en 25,0 ± 0,1 °C. Para las mediciones de rutina, puede admitirse ± 0,5 °C.

6 MUESTREO Y MUESTRAS

Recolectar la muestra para el laboratorio en un frasco de polietileno completamente lleno y cerrarlo herméticamente. No deben usarse recipientes de vidrio hecho a base de carbonato de sodio. La medición de la conductividad se debe realizar tan pronto como sea posible, especialmente cuando existe la posibilidad de un intercambio de gases como el dióxido de carbono o el amoniaco con la atmósfera, o la posibilidad de actividad biológica. La actividad biológica puede reducirse mediante el almacenamiento de las muestras en la oscuridad a 4 °C, sin embargo, las muestras deberán ser llevadas al equilibrio a la temperatura de referencia de 25 °C antes de medir la conductividad. No se conoce algún preservador apropiado para muestras tomadas para la medición de la conductividad.

7 PROCEDIMIENTO

7.1 Generalidades

Preparar el equipo para su uso según las instrucciones del fabricante y asegurarse de usar un electrodo con una constante de celda apropiada para el intervalo de medición deseado (ver Tabla 2). La porción de muestra depende del equipo utilizado.

Si la constante de celda no es conocida con precisión, se debe determinar empleando materiales de referencia. Para verificaciones rutinarias se pueden emplear las disoluciones de cloruro de potasio (4.2 a 4.4) adecuadas a cada intervalo de medición deseado tal como se indica en la tabla 2. Comprobar la constante de celda por lo menos una vez cada 6 meses.

Muchos instrumentos incorporan corrección de la constante de la celda como una función integrada, por tanto, se puede hacer una determinación directa de la conductividad eléctrica. En caso contrario multiplicar el valor obtenido de la conductancia por la constante de la celda para obtener la conductividad eléctrica.

Para resultados con la menor incertidumbre, llevar a cabo la medición de la conductividad eléctrica cuando la muestra y el aparato en contacto directo con ella han alcanzado el equilibrio a 25,0 ± 0,1 °C. Así pues, todas las fuentes de error que puedan surgir de la utilización de los compensadores de temperatura, o de técnicas matemáticas de corrección, se eliminan.

7.2 Corrección de la temperatura

Si la medición a 25,0 ± 0,1 °C no es posible, por ejemplo en el campo o en las instalaciones de trabajo, medir la conductividad eléctrica de la muestra a una temperatura conocida, θ °C. Muchos instrumentos están equipados con dispositivos de compensación de temperatura, y en relación con el coeficiente de temperatura de las muestras, es posible corregir automáticamente las mediciones obtenidas a lo largo de un intervalo de temperaturas, a la conductividad eléctrica en 25,0 °C. Tales instrumentos se calibrarán en estricta conformidad con las instrucciones del fabricante.

Si el coeficiente de temperatura de la muestra no se conoce, puede ser obtenido por la sustitución de valores de conductividad eléctrica determinados

experimentalmente en 25,0 ± 0,1 °C y temperaturas de θ ± 0,1 °C (véase 3.3).

Cuando los instrumentos no incorporen un dispositivo de compensación de temperatura, la conductividad eléctrica medida a los θ °C, se corregirá a 25,0 °C, usando el factor de corrección apropiado tomado de la tabla 3.

Independientemente de la forma de compensación de temperatura que se aplique a la medición de la conductividad eléctrica a θ °C, el resultado produce una mayor incertidumbre que la medición realizada a la temperatura de referencia de 25,0 °C.

En algunos aspectos de la rutina de trabajo de campo, puede que no sea necesario convertir los valores medidos de θ °C a 25,0 °C. Sin embargo, tales medidas deben ser interpretadas con sumo cuidado y la comparación con otros valores puede ser difícil o incluso sin sentido.

Tabla 3
Factor de corrección de temperatura, f_{25} para la conversión de valores de conductividad de las aguas naturales de θ °C a 25 °C

θ	f_{25}									
°C	,0	,1	,2	,3	,4	,5	,6	,7	,8	,9
0	1,918	1,912	1,906	1,899	1,893	1,887	1,881	1,875	1,869	1,863
1	1,857	1,851	1,845	1,840	1,834	1,829	1,822	1,817	1,811	1,805
2	1,800	1,794	1,788	1,783	1,777	1,772	1,766	1,761	1,756	1,750
3	1,745	1,740	1,734	1,729	1,724	1,719	1,713	1,708	1,703	1,698
4	1,693	1,688	1,683	1,678	1,673	1,668	1,663	1,658	1,653	1,648
5	1,643	1,638	1,634	1,629	1,624	1,619	1,615	1,610	1,605	1,601
6	1,596	1,591	1,587	1,582	1,578	1,573	1,569	1,564	1,560	1,555
7	1,551	1,547	1,542	1,538	1,534	1,529	1,525	1,521	1,516	1,512
8	1,508	1,504	1,500	1,496	1,491	1,487	1,483	1,479	1,475	1,471
9	1,467	1,463	1,459	1,455	1,451	1,447	1,443	1,439	1,436	1,432
10	1,428	1,424	1,420	1,416	1,413	1,409	1,405	1,401	1,398	1,394
11	1,390	1,387	1,383	1,379	1,376	1,372	1,369	1,365	1,362	1,358
12	1,354	1,351	1,347	1,344	1,341	1,337	1,334	1,330	1,327	1,323
13	1,320	1,317	1,313	1,310	1,307	1,303	1,300	1,297	1,294	1,290
14	1,287	1,284	1,281	1,278	1,274	1,271	1,268	1,265	1,262	1,259
15	1,256	1,253	1,249	1,246	1,243	1,240	1,237	1,234	1,231	1,228
16	1,225	1,222	1,219	1,216	1,214	1,211	1,208	1,205	1,202	1,199
17	1,196	1,193	1,191	1,188	1,185	1,182	1,179	1,177	1,174	1,171
18	1,168	1,166	1,163	1,160	1,157	1,155	1,152	1,149	1,147	1,144
19	1,141	1,139	1,136	1,134	1,131	1,128	1,126	1,123	1,121	1,118
20	1,116	1,113	1,111	1,108	1,105	1,103	1,101	1,098	1,096	1,093
21	1,091	1,088	1,086	1,083	1,081	1,079	1,076	1,074	1,071	1,069
22	1,067	1,064	1,062	1,060	1,057	1,055	1,053	1,051	1,048	1,046
23	1,044	1,041	1,039	1,037	1,035	1,032	1,030	1,028	1,026	1,024
24	1,021	1,019	1,017	1,015	1,013	1,011	1,008	1,006	1,004	1,002
25	1,000	0,998	0,996	0,994	0,992	0,990	0,987	0,985	0,983	0,981
26	0,979	0,977	0,975	0,973	0,971	0,969	0,967	0,965	0,963	0,961
27	0,959	0,957	0,955	0,953	0,952	0,950	0,948	0,946	0,944	0,942
28	0,940	0,938	0,936	0,934	0,933	0,931	0,929	0,927	0,925	0,923
29	0,921	0,920	0,918	0,916	0,914	0,912	0,911	0,909	0,907	0,905
30	0,903	0,902	0,900	0,898	0,896	0,895	0,893	0,891	0,889	0,888
31	0,886	0,884	0,883	0,881	0,879	0,877	0,876	0,874	0,872	0,871
32	0,869	0,867	0,866	0,864	0,863	0,861	0,859	0,858	0,856	0,854
33	0,853	0,851	0,850	0,848	0,846	0,845	0,843	0,842	0,840	0,839
34	0,837	0,835	0,834	0,832	0,831	0,829	0,828	0,826	0,825	0,823
35	0,822	0,820	0,819	0,817	0,816	0,814	0,813	0,811	0,810	0,808

NOTA 5 correspondiente a la tabla 3- Los valores del factor de corrección de la temperatura presentados, son valores promedio de una serie de mediciones de aguas naturales. Tenga en cuenta que sólo son aplicables para las mediciones de agua que tenga un γ_{25} de alrededor de 6 a 100 mS/m, y una composición comparable a la de las aguas naturales subterráneas, de pozo ó aguas superficiales.

	Cationes	**Aniones**
Predominante	Ca^{2+}	HCO_3^-
Menor	Mg^{2+}	SO_4^{2-},Cl^-,NO_3^-

NOTA 6 - Tenga especialmente en cuenta, que los datos no son aplicables a las disoluciones de cloruro de potasio utilizadas para la calibración de celdas de conductividad. Por lo tanto, la calibración debe realizarse siempre a la temperatura de referencia de 25,0 ± 0,1 °C.

NOTA 7 - Los factores de corrección de la temperatura, f_{25}, se calculan mediante las ecuaciones

$$f_{25} = \left[(1-a) + a\left(\frac{n_\theta}{n_{25}} \right)^n \right] \times 1{,}116$$

Y

$$\frac{n_\theta}{n_{25}} = A + \exp\left(B + \left(\frac{C}{\theta + D} \right) \right)$$

Donde

n es la viscosidad de la disolución;
θ es la temperatura de la disolución en la que se hicieron las mediciones.

Valores de las constantes

a= 0,962 144
n= 0,965 078
A= -0,198 058
B= 1,992 186
C= 231,176 28
D= 86,391 23
exp es la función exponencial e = 2,718 28 (base del logaritmo natural)

NOTA 8 - Anteriormente, la conductividad eléctrica era a menudo citada como γ_{20}. Si la composición del agua es comparable a aquella de la Nota 5, es posible convertir todos esos valores de referencia a la presente temperatura de 25 °C utilizando el factor de corrección de temperatura de 1,116 dado en la tabla 3.

8 EXPRESIÓN DE LOS RESULTADOS

8.1 Cálculo

El resultado se lee directamente desde el instrumento y será expresado con referencia a esta norma como γ_{25}, en milisiemens por metro, u otras unidades (véase el punto 3.1), es decir, como la conductividad eléctrica a 25 °C y con referencia a la calibración del aparato con materiales de referencia. Para las mediciones no efectuadas directamente a la temperatura de 25,0 ± 0,1 °C, el método de corrección a 25,0 °C (véase 7.2) será indicado adicionalmente a la medición actual de la temperatura (para ver ejemplos 8.4).

8.2 Repetibilidad

Repetibilidad depende del instrumento utilizado, de las buenas prácticas y de la pericia del analista, entre otros factores.

8.3 Desviación estándar[3] **¡Error! No se le ha dado un nombre al marcador.**

Véanse las tablas 4 y 5.

[3]Mediciones obtenidas por “South West Water Authority” del Reino Unido, empleando un medidor comercial y una celda de inmersión.

Tabla 4 Desviación estándar de las muestras sintéticas (Disoluciones de KCl) *

Valores en milisiemens por metro

Conductividad promedio	**Dentro de cada lote** (Desviación estándar de la repetibilidad)	**Entre lotes**	**Total**
6,67	0,067	0,087	0,110
12,67	0,081	0,075	0,110
25,74	0,175	0,039	0,179
50,09	0,163	0,068	0,176

* Para la medición dentro del lote se usaron 10 grados de libertad y para el lote entre las mediciones se usaron 9 grados de libertad.

Tabla 5. Desviación estándar de las aguas naturales**

Valores en milisiemens por metro

Conductividad promedio	**Dentro de cada lote** (Desviación estándar de la repetibilidad)	**]Entre lotes**	**Total**
10,08	0,079	0,250	0,262
24,78	0,150	0,258	0,298
25,11	0,098	0,308	0,323
42,23	0,223	0,277	0,355

** Para la medición dentro del lote se usaron 30 grados de libertad y para el lote entre las mediciones se usaron 9 grados de libertad.

8.4 Ejemplos de resultados reportados

8.4.1 Ejemplo 1

γ_{25} = 2,52 mS/m de acuerdo al método estipulado en la norma mexicana de referencia.
Temperatura de medición 25,0 °C

8.4.2 Ejemplo 2

γ_{25} = 25,8 mS/m de acuerdo al método estipulado en la norma mexicana de referencia.
Temperatura de medición de 11,5 °C
Corrección matemática.

8.4.3 Ejemplo 3

γ_{25} = 48 mS/m de acuerdo al método estipulado en la norma mexicana de referencia.
Temperatura de medición 12,1 °C
Corrección por medio de un dispositivo de compensación de temperatura.

9 INTERFERENCIAS

Los valores medidos de la conductividad eléctrica pueden ser afectados por la contaminación de la muestra dentro de la celda. La presencia de grandes cantidades de materia en suspensión, la grasa o el aceite pueden causar falla de los electrodos.

Las interferencias causadas por tales efectos no son, en la rutina de operación, fáciles de reconocer. Pueden provocar un cambio en la constante de celda, pero esto sólo puede determinarse mediante la verificación con la disolución patrón de trabajo apropiada de cloruro de potasio (4.2 a 4.4).

Una interferencia puede resultar por la adherencia de burbujas de aire en los electrodos al momento de calentar la muestra a 25 °C.

Las mediciones de las aguas con conductividad eléctrica inferior a 1 mS/m se ven influidas por la atmósfera de dióxido de carbono y amonio. En estos casos la medición se llevará a cabo con una celda de tipo flujo.

Cuando se trata con agua con muy bajo contenido de iones la contribución de la conductividad eléctrica del agua de alta pureza puede ser significativa.

10 INFORME DE ENSAYO

El informe de la prueba debe contener la siguiente información:

a) referencia a esta norma;

b) identificación precisa de la muestra;

c) los resultados escritos como se indica en el apartado 8;

d) la incertidumbre asociada al resultado de la medición;

e) cualquier desviación del procedimiento o de cualquier circunstancia que pueda haber afectado a los resultados.

11 VIGENCIA

La presente norma mexicana entrará en vigor 60 días naturales después de la publicación de su declaratoria de vigencia en el **Diario Oficial de la Federación**.

12 BIBLIOGRAFÍA

1. ROSSUM, J.R. Checking the accuracy of water analyses through the use of conductivity. J. Am. Water Works Assoc. 67 1975: 204-205.

2. LAXEN, D.P.H. A specific conductance method for quality control in water analyses. In : Water Research, Vol. 11, 1977, pp. 91-94.

3. Correctness of Analyses. Standard Methods for the Examination of Water and Waste Water. APHA-AWWA-WPCF. 15 1980: 31.

4. WAGNER, R. Über die Temperaturabhängigkeit der elektrischen Leitfähigkeit von Wässern. Vom Wasser 38 1971 : 27-48.

5. WAGNER, R. Temperaturkorrekturfaktoren für die elektrische Leitfähigkeit von Wässern. Z. Wasser- Abwasserforsch. (2) 1980.

6. OTTEN, G. Measuring water purity by specific resistance. int. Lab. 1972: 31-35.

7. ROBINSON, R.A., and STOKES, R.W. Hectrolyte Salutions. New York, Academic Press, 1969.

8. ROMMEL, K., and SEELOS, E. Leitfähigkeitsmessungen, Automatische Temperatur-Kompensation unter Berücksichtigung der «natürlichen Wässer». Wasser Luft Betrieb (9) 1980: 14-17.

9. BARTHEL, FEUERLEIN, NEUEDER and WACHTER. Calibration of conductance cells at various temperatures. J. Sohtion Chem. 9 1980: 209.

10. ISO 7888:1985 Water quality -- Determination of electrical conductivity

SECRETARÍA DE

ECONOMÍA

13 CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES

Esta norma mexicana coincide básicamente con la norma internacional ISO 7888:1985 Water quality -- Determination of electrolytical conductivity, y difiere en los puntos de:

- 3 Definiciones. Se añadió una definición.
- 4 Reactivos. Se modificó el texto para señalar que los valores asignados son nominales.
- 8 Expresión de los Resultados. En 8.2 se modificó el texto para añadir factores que influyen en la repetibilidad.
- 10 Reporte de Prueba. Se añadió la incertidumbre asociada al resultado de la medición.

México D.F., a

DR. FRANCISCO RAMOS GÓMEZ
DIRECTOR GENERAL DE NORMAS