CDU: 543.31/.38
CANCELA A LAS
NMX-AA-038-1981

NMX-AA-038-SCFI-2001

SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

ANÁLISIS DE AGUA - DETERMINACIÓN DE TURBIEDAD EN AGUAS NATURALES, RESIDUALES Y RESIDUALES TRATADAS - MÉTODO DE PRUEBA (CANCELA A LA NMX-AA-038-1981)

ANALYSIS OF WATER - DETERMINATION OF TURBIDITY IN NATURAL, WASTEWATERS AND WASTEWATERS TREATED - TEST METHOD

0 INTRODUCCIÓN

La turbiedad en agua se debe a la presencia de partículas suspendidas y disueltas. Materia en suspensión como arcilla, cieno o materia orgánica e inorgánica finamente dividida, así como compuestos solubles coloridos, plancton y diversos microorganismos. La transparencia del agua es muy importante cuando está destinada al consumo del ser humano, a la elaboración de productos destinados al mismo y a otros procesos de manufactura que requieren el empleo de agua con características específicas, razón por la cual, la determinación de la turbiedad es muy útil como indicador de la calidad del agua, y juega un papel muy importante en el desempeño de las plantas de tratamiento de agua, formando como parte del control de los procesos para conocer cómo y cuándo el agua debe ser tratada.

1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma mexicana establece el procedimiento para la determinación en campo y en el laboratorio de la turbiedad en muestras de agua residual, residual tratada y natural, en un intervalo de trabajo de 0,01 a 40 UNT, pudiendo incrementar este intervalo, realizando diluciones de muestras con concentraciones mayores de 40 UNT.

2 PRINCIPIO DEL MÉTODO

Este método se basa en la comparación entre la intensidad de la luz dispersada por la muestra bajo condiciones definidas y la intensidad de luz dispersada por una suspensión de referencia bajo las mismas condiciones; a mayor dispersión de luz corresponde una mayor turbiedad. Las lecturas son realizadas empleando un turbidímetro calibrado con una suspensión de referencia de formacina preparada bajo condiciones específicas. El polímero de formacina ha sido elegido como referencia debido a que es fácil de preparar y en cuanto a sus propiedades de dispersión de luz es más reproducible que otros como arcilla o agua turbia natural. La turbiedad de una suspensión de concentración específica de formacina se define como el equivalente a 40 UNT, esta suspensión tiene una turbiedad aproximada de 40 unidades Jackson si se determina en el turbidímetro de bujía, por lo tanto las unidades nefelométricas basadas en el empleo de formacina se aproximarán a las unidades del turbidímetro de bujía pero no serán idénticas. El aparato empleado en esta determinación consiste en un nefelómetro con una fuente de luz para iluminar la muestra y uno o varios detectores fotoeléctricos con un dispositivo de lectura exterior para indicar la intensidad de la luz dispersada a 90° de la dirección del haz de luz incidente.

3 DEFINICIONES

Para los propósitos de esta norma se establecen las siguientes definiciones:

3.1 Aguas naturales

Agua cruda, subterránea, de lluvia, de tormenta, de tormenta residual y superficial.

3.2 Aguas residuales

Las aguas de composición variada provenientes de las descargas de usos municipales, industriales, comerciales, agrícolas, pecuarias, domésticos y similares, así como la mezcla de ellas.

3.3 Bitácora

Cuaderno de laboratorio debidamente foliado e identificado, en el cual los analistas anotan todos los datos de los procedimientos que siguen en el análisis de una muestra, así como todas las informaciones pertinentes y relevantes a su trabajo en el laboratorio. Es a partir de dichas bitácoras que los inspectores pueden reconstruir el proceso de análisis de una muestra tiempo después de que se llevó a cabo.

3.4 Calibración

Conjunto de operaciones que establecen, bajo condiciones específicas, la relación entre los valores de una magnitud indicados por un instrumento o sistema de medición, o los valores representados por una medida materializada y los valores correspondientes de la magnitud, realizados por los patrones, efectuando una corrección del instrumento de medición para llevarlo a las condiciones iniciales de funcionamiento.

3.5 Descarga

Acción de verter, infiltrar o depositar o inyectar aguas residuales a un cuerpo receptor en forma continua, intermitente o fortuita, cuando éste es un bien del dominio público de la Nación.

3.6 Desviación estándar experimental

Para una serie de n mediciones del mismo mensurando, es la magnitud *s* que caracteriza la dispersión de los resultados, dado por la siguiente fórmula:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{n} (x_i - \overline{x})^2}{n - 1}}$$

En donde x_i es el resultado de la i-ésima medición y $\overline{x}$ es la media aritmética de los n resultados considerados.

3.7 Disolución estándar

Disolución de concentración conocida preparada a partir de un patrón primario.

3.8 Disolución madre

Corresponde a la disolución de máxima concentración en un análisis. Es a partir de esta disolución que se preparan las disoluciones de trabajo.

3.9 Dureza

Propiedad del agua que se manifiesta por una dificultad para formar espuma con jabón, esta se debe principalmente a la presencia de iones de calcio y magnesio.

3.14 Material de referencia

Material o substancia en el cual uno o mas valores de sus propiedades son suficientemente homogéneas y bien definidas, para ser utilizadas para la calibración

de aparatos, la evaluación de un método de medición, o para asignar valores a los materiales.

3.14 Material de referencia certificado

Material de referencia, acompañado de un certificado, en el cual uno o más valores de las propiedades están certificados por un procedimiento que establece la trazabilidad a una realización exacta de la unidad en la cual se expresan los valores de la propiedad, y en el que cada valor certificado se acompaña de una incertidumbre con un nivel declarado de confianza.

3.14 Medición

Conjunto de operaciones que tiene por objeto determinar el valor de una magnitud.

3.14 Mensurando

Magnitud particular sujeta a medición.

3.14 Muestra compuesta

La que resulta de mezclar un número de muestras simples. Para conformar la muestra compuesta, el volumen de cada una de las muestras simples deberá ser proporcional al caudal de la descarga en el momento de su toma.

3.15 Muestra simple

La que se tome en el punto de descarga, de manera continua, en día normal de operación que refleje cuantitativa y cualitativamente el o los procesos más representativos de las actividades que generan la descarga, durante el tiempo necesario para completar cuando menos, un volumen suficiente para que se lleven a cabo los análisis necesarios para conocer su composición, aforando el caudal descargado en el sitio y en el momento de muestreo.

3.16 Parámetro

Variable que se utiliza como referencia para determinar la calidad del agua.

3.17 Patrón (de medición)

Material de referencia, instrumento de medición, medida materializada o sistema de medición destinado a definir, realizar, conservar o reproducir una unidad o uno o más valores de una magnitud para utilizarse como referencia.

3.18 Patrón nacional (de medición)

Patrón reconocido por una decisión nacional en un país, que sirve de base para asignar valores a otros patrones de la magnitud concerniente.

3.19 Patrón primario

Patrón que es designado o reconocido ampliamente como un patrón que tiene las más altas cualidades metrológicas y cuyo valor es aceptado sin referencia a otros patrones de la misma magnitud.

3.20 Patrón secundario

Patrón cuyo valor es establecido por comparación con un patrón primario de la misma magnitud.

3.21 Patrón de referencia

Patrón, en general de la más alta calidad metrológica disponible en un lugar dado, o en una organización determinada del cual se derivan las mediciones realizadas en dicho lugar.

3.22 Patrón de trabajo

Patrón que es usado rutinariamente para calibrar o controlar las medidas materializadas, instrumentos de medición o los materiales de referencia.

3.23 Precisión

Es el grado de concordancia entre resultados analíticos individuales cuando el procedimiento analítico se aplica repetidamente a diferentes allícuotas o porciones de una muestra homogénea. Usualmente se expresa en términos del intervalo de confianza o incertidumbre:

$$x = \bar{x} \pm t_{\alpha/2} \frac{s}{\sqrt{n}}$$

donde:

$\bar{x}$ es la media calculada a partir de un mínimo de tres mediciones independientes;
$t_{\alpha/2}$ es el valor de la *t* de Student para un nivel de significancia del 95 %;
s es la desviación estándar de la muestra;
n es el número de réplicas, y
x es el resultado que incluye el intervalo de confianza.

3.24 Trazabilidad

Propiedad del resultado de una medición o del valor de un patrón por la cual pueda ser relacionado a referencias determinadas, generalmente patrones nacionales o internacionales, por medio de una cadena ininterrumpida de comparaciones teniendo todas las incertidumbres determinadas.

3.25 Turbiedad

Es una expresión de la propiedad óptica de una muestra, que origina que al pasar un haz de luz a través de ella, la luz se disperse y se absorba en vez de transmitirse en línea recta.

3.26 Unidades nefelométricas de turbiedad (UNT)

Son las unidades en que se expresa la turbiedad cuando ha sido determinada por el método nefelométrico. La turbiedad de una suspensión de formacina de concentración específica se define como el equivalente a 40 unidades nefelométricas.

3.27 Verificación de la calibración

Una verificación periódica de que no han cambiado las condiciones del instrumento en una forma significativa.

4 EQUIPO Y MATERIALES

4.1 Equipo

4.1.1 Turbidímetro. La sensibilidad del instrumento debe de permitir la detección de diferencias de turbiedad de 0,02 o menos unidades y debe de cubrir un intervalo de 0 a 40 unidades. Las diferencias en el diseño de los turbidímetros puede causar diferencias significativas sobre los resultados obtenidos, para evitar esto el equipo debe de cumplir con las siguientes características:

4.1.1.1 Fuente de luz. Lámpara de tungsteno

4.1.1.2 Distancia recorrida por la luz incidente y dispersada dentro del tubo. No debe exceder 10 cm.

4.1.1.3 Ángulo de aceptación del haz de luz por el receptor. Centrado a 90^{o} del haz de luz incidente y sin exceder a $\pm 30^{o}$ a partir del detector. Detector y sistema de filtro debe tener una respuesta pico entre 400 nm y 600 nm.

Para la determinación en campo se pueden emplear turbidímetros portátiles los cuales cumplan con las especificaciones antes mencionadas.

4.1.2 Celdas de vidrio de cristal incoloro y transparente, deben de mantenerse cuidadosamente limpias por dentro y por fuera y evitar que se rayen o estrellen.

4.1.3 Balanza analítica con precisión de 0,1 mg

Se ha realizado un experimento para comparar los resultados obtenidos empleando un equipo de laboratorio contra los obtenidos con un equipo portátil, los resultados mostraron que no existe diferencia significativa entre ambos.

NOTA.- Sólo se mencionan los equipos y materiales que son de relevancia para el presente método.

5 REACTIVOS Y PATRONES

5.1 Reactivos

Todos los reactivos utilizados en este procedimiento deben ser grado analítico a menos que se especifique otra cosa.

Agua: Debe entenderse agua que cumpla con las siguientes características: a) Resistividad, megohm-cm a 0,2 min; b) Conductividad, μS/cm a 25ºC: 5,0 Máx. y c) pH: 5,0 a 8,0.

5.1.1 Sulfato de hidracina $(NH_2)_2\ H_2SO_4$

5.1.2 Hexametilentetramina $(CH_2)_6N_4$

5.2 Disoluciones

5.2.1 Suspensión patrón de formacina de 400 UNT.

Disolución I. Pesar aproximadamente y con precisión 1,000 g de sulfato de hidracina (sección 6.1.1), disolver en agua y aforar a 100 mL.

Disolución II. Pesar aproximadamente y con precisión 10,00 g de Hexametilentetramina (sección 6.1.2), disolver en agua y aforar a 100 mL.

Mezclar en un matraz volumétrico de 100 mL, 5 mL de la disolución I y 5 mL de la disolución II, dejar en reposo 24 h. Aforar con agua (esta disolución posee una turbiedad de 400 UNT).

NOTAS:

1.- Las disoluciones y suspensiones deben ser preparadas cada mes.

2.- Se sugiere al menos preparar un volumen de 10 mL de las disoluciones I y II conservando la concentración de cada reactivo.

3.- Se permite el uso de estándares de formacina de 4 000 UNT.

6 RECOLECCIÓN, PRESERVACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE MUESTRAS

6.1 La determinación puede realizarse en el sitio de muestreo empleando un turbidímetro portátil.

6.2 La muestra debe de ser colectada en frascos de vidrio o polietileno de boca ancha, cierre hermético y tapa inerte. Debe contener un volumen mínimo de 100 mL.

6.3 La muestra no debe ser preservada.

6.4 Las muestras deben de mantenerse en refrigeración durante el transporte al laboratorio.

6.5 Las muestras deben de analizarse lo antes posible y en un periodo no mayor de 24 h, mientras permanezcan en el laboratorio deben conservarse en refrigeración a 4ºC.

7 CONTROL DE CALIDAD

7.1 Cada laboratorio que utilice este método debe operar un programa de control de calidad (CC) formal.

7.2 El laboratorio debe mantener los siguientes registros:

- Los nombres y títulos de los analistas que ejecutaron los análisis y el encargado de control de calidad que verificó los análisis, y
- Las bitácoras manuscritas del analista y del equipo en los que se contengan los siguientes datos:
  a) Identificación de la muestra;
  b) Fecha del análisis;
  c) Procedimiento cronológico utilizado;
  d) Cantidad de muestra utilizada;
  e) Número de muestras de control de calidad analizadas;
  f) Trazabilidad de las calibraciones de los instrumentos de medición;
  g) Evidencia de la aceptación o rechazo de los resultados, y

h) Además el laboratorio debe mantener la información original reportada por los equipos en disquetes o en otros respaldos de información.

De tal forma que permita a un evaluador externo reconstruir cada determinación mediante el seguimiento de la información desde la recepción de la muestra hasta el resultado final.

7.3 Cada vez que se adquiera nuevo material volumétrico debe de realizarse la verificación de la calibración de éste, tomando una muestra representativa del lote adquirido.

8 CALIBRACIÓN

8.1 Calibración del turbidímetro

8.1.1 Revisar la calibración del equipo como se describe del inciso 8.1.3 al 8.1.8. Si requiere calibración proceder como se describe a continuación.

Cuando la determinación se realice en campo, la calibración del equipo debe ser verificada antes de salir al sitio de muestreo y en su caso realizar la calibración correspondiente.

8.1.2 Prepare al menos tres concentraciones diferentes de estándares para calibrar cada uno de los intervalos del equipo. Preparar las suspensiones a partir de la suspensión de 400 UNT.

NOTA.- Las suspensiones de 40 UNT y menores deben de ser preparadas cada semana.

NOTA.- Algunos equipos han sido calibrados en fábrica y sólo es necesario verificar la calibración como parte del control de calidad.

8.1.3 Encender el equipo y dejar estabilizando de acuerdo al manual de operación del equipo.

8.1.4 Agitar perfectamente la suspensión para lograr óptima homogeneidad. Enjuagar las celdas dos veces con la suspensión patrón, llenar la celda hasta la marca o bien hasta donde el nivel en donde la parte alta de la interfase líquido - aire no interfiera con la lectura, Verificar que no queden burbujas de aire adheridas a las paredes de la celda.

8.1.5 Después de que la celda está llena, limpiar con un paño suave el líquido y suciedad de la superficie externa de la celda.

8.1.6 Sosteniendo la celda de la parte superior y evitando el contacto con la parte que estará en contacto con el haz de luz, colocar la celda en el porta celda del aparato, cerrar la cubierta protectora del porta celda. Se recomienda tomar varias lecturas homogeneizando entre cada una de ellas, el número de lecturas dependerá de la estabilidad del equipo.

8.1.7 Realizar la lectura para cada patrón.

8.1.8 Graficar el promedio de la lectura en UNT obtenida para cada disolución patrón contra los valores en UNT de turbiedad de cada suspensión patrón.

9 PROCEDIMIENTO

9.1 Preparación y acondicionamiento de la muestra: Analizar la muestra en un periodo no mayor de 24 h. Si la muestra se encuentra en refrigeración, sacarla y permitir que alcance la temperatura ambiente antes de que se realice el análisis.

9.2 Análisis de muestras con turbiedad menor a 40 UNT.

9.2.1 Encender el equipo y dejar estabilizando de acuerdo al manual de operación del equipo.

9.2.2 Revisar la calibración del equipo con uno de los estándares dentro del intervalo de trabajo.

9.3 Enjuagar la celda dos veces con muestra para evitar errores por dilución. Llenar la celda. Cuando la determinación se realice en campo las celdas deben de estar perfectamente secas para poder determinar la turbiedad de la muestra que se tome.

NOTA.- La muestra debe homogeneizarse perfectamente antes de realizar la lectura.

9.2.4 Reemplazar la celda conteniendo la disolución patrón, por la celda que contiene la muestra por analizar y cerrar el compartimento de la celda.

9.2.5 Leer la turbiedad de la muestra, homogeneizando la muestra contenida en la celda entre cada lectura. Se recomienda tomar varias lecturas homogeneizando entre cada una de ellas.

9.2.6 Verificar la calibración del turbidímetro cada vez que se cambie de intervalo de trabajo.

9.3 Análisis de muestras con turbiedad mayor a 40 UNT.

9.3.1 De ser posible y de acuerdo con los intervalos de lectura del equipo, realizar una prelectura para calcular la dilución a realizar.

9.3.2 Hacer una dilución de la muestra empleando agua destilada de tal

10 CÁLCULOS

10.1 Calcular la turbiedad de la muestra original en base a la dilución realizada.

$$UNT = \frac{A * B}{C}$$

donde:

A son las UNT encontradas en la muestra;
B es el volumen final mL de la dilución realizada, y
C es el volumen mL de muestra tomada para la dilución.

10.2 Reportar los resultados de la siguiente forma con la precisión correspondiente:

Margen de turbiedad UNT	Informe de cifra UNT más próxima
0 - 1,0	0,05
1 - 10	0,1
10 -40	1
40 - 100	5
100 - 400	10
400 - 1 000	50
> 1 000	100

11 INTERFERENCIAS

11.1 El color verdadero, es decir el color del agua debido a las sustancias disueltas que absorben luz, origina que la turbiedad sea más baja, aunque este efecto generalmente no es significativo en aguas tratadas.

11.2 La presencia de residuos flotantes y materia fina los cuales puedan sedimentarse rápidamente darán lecturas bajas. Pequeñas burbujas de aire pueden afectar el resultado de manera positiva.

11.3 Existen numerosas fuentes de error como son presencia de burbujas en las paredes de la celda al momento de realizar la lectura, empañamiento de las celdas, suciedad del vidrio, y efectos de vibración que alteran la visibilidad superficial de la muestra los cuales conducirán a errores en las lecturas.

12 SEGURIDAD

12.1 Este procedimiento involucra el manejo de reactivos químicos, equipos y muestras por analizar que pueden representar un peligro si no se manipulan adecuadamente o si no se observan las reglas de seguridad e higiene de laboratorio. Es responsabilidad del usuario el observar las reglas generales y particulares de seguridad e higiene aplicables al muestreo, empleo de equipos y manejo de las muestras, materiales y reactivos empleados en este método.

12.2 Este método no menciona todas las precauciones de seguridad asociadas con su uso. El laboratorio es responsable de mantener un ambiente de trabajo seguro y un archivo de las medidas de seguridad respecto a la exposición y manejo seguro de las substancias químicas especificadas en éste método.

12.3 El sulfato de hidracina es un compuesto sumamente tóxico con características cancerígenas, así que su manipulación debe realizarse con extremo cuidado, evitando su inhalación, ingestión y contacto con la piel y mucosas.

12.4 No ha sido determinada la carcinogenicidad de todos los reactivos, por lo que cada sustancia química debe tratarse como peligro potencial a la salud. La exposición a estas sustancias debe reducirse al menor nivel posible.

SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

13 MANEJO DE RESIDUOS

13.1 Es responsabilidad del laboratorio cumplir con todos los reglamentos federales, estatales y locales, referente al manejo de residuos, particularmente las reglas de identificación, almacenamiento y disposición de residuos peligrosos.

13.2 Cada laboratorio debe de contemplar dentro de su Programa de Control de Calidad el destino final de los residuos generados durante las determinaciones.

14 BIBLIOGRAFÍA

NOM-001-ECOL-1996	Que establece los límites máximos permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en aguas y bienes nacionales, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 6 de enero de 1997.
NOM-008-SCFI-1993	Sistema General de Unidades de Medida, publicada en el Diario Oficial de la Federación el 14 de octubre de 1993.
NMX-AA-003-1980	Aguas residuales - Muestreo. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 25 de marzo de 1980.
NMX-AA-014-1980	Cuerpos receptores - Muestreo. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 5 de septiembre de 1980.
NMX-AA-089/1-1986	Protección al ambiente - Calidad del agua - Vocabulario - Parte 1. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 15 de julio de 1986.

NMX-AA-115-SCFI-2001	Análisis de agua - Criterios generales para el control de la calidad de resultados analíticos. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 17 de abril de 2001.
NMX-AA-116-SCFI-2001	Análisis de agua - Guía de solicitud para la presentación de métodos alternos. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 17 de abril de 2001.

ISO 7027: 1990 (E), "International Organization for Standardization" 2nd. edition, Switzerland, 1990.

Método 2130 B. "Método nefelométrico" Métodos Normalizados Para el Análisis de Aguas Potables y Residuales, American Public Health Association, USA, 17a. Edición 1989, 2-12 - 2-17.

Método 1889 - 88a "Standard Test Methods for Turbidity of Water", American Society Testing Materials (ASTM), USA, ASTM Committe D-19 on Water, September 1988, 301-306.

Método 180.1 "Turbidity (Nephelometric)" Methods for Chemical Analysis of Water and Wastes, Environmental Protection Agency (EPA), USA, Environmental Monitorng as Suporting Laboratory, Office of Researche and Development, Cincinnati, March 1983.

15 CONCORDANCIA CON NORMAS INTERNACIONALES

Esta norma mexicana no es equivalente a ninguna norma internacional por no existir referencia alguna al momento de su elaboración.

MÉXICO D.F., A
DIRECTOR GENERAL DE NORMAS

SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

MIGUEL AGUILAR ROMO

JADS/AFO/DLR/MRG

NMX-AA-038-SCFI-2001

ANÁLISIS DE AGUA - DETERMINACIÓN DE TURBIEDAD EN AGUAS NATURALES, RESIDUALES Y RESIDUALES TRATADAS - MÉTODO DE PRUEBA (CANCELA A LA NMX-AA-038-1981)

ANALYSIS OF WATER - DETERMINATION OF TURBIDITY IN NATURAL, WASTEWATERS AND WASTEWATERS TREATED - TEST METHOD

SECRETARÍA DE ECONOMÍA

P R E F A C I O

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

- CASA ROCAS, S.A. DE C.V.

- CENTRO DE SERVICIOS QUÍMICOS DE AGUASCALIENTES

- CENTRO NACIONAL DE METROLOGÍA

- COMISIÓN ESTATAL DE AGUA Y SANEAMIENTO

- COMISIÓN FEDERAL DE ELECTRICIDAD

- COMISIÓN NACIONAL DEL AGUA

- COMITÉ TÉCNICO DE NORMALIZACIÓN NACIONAL DE PROTECCIÓN AL AMBIENTE

- CORPORACIÓN MEXICANA DE INVESTIGACIÓN EN MATERIALES

- FISHER SCIENTIFIC MEXICANA, S.A. DE C.V.

- GOBIERNO DEL DISTRITO FEDERAL
  Dirección General de Construcción y Operación Hidráulica;
  Dirección General de Normatividad y Apoyo Técnico.

- INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO

- INSTITUTO NACIONAL DE ECOLOGÍA

SECRETARÍA DE ECONOMÍA

- INSTITUTO POLITÉCNICO NACIONAL
  Escuela Nacional de Ciencias Biológicas.

- INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES
  Campus Monterrey.

- LABORATORIO DE ECOLOGÍA INDUSTRIAL, S.A. DE C.V.

- LABORATORIO DE PEMEX PERFORACIÓN Y MANTENIMIENTO DE POZOS

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

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

- LABORATORIO QUÍMICO INDUSTRIAL, S.A. DE C.V.

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

- MERCK- MÉXICO, S.A. DE C.V.

- NOVAMANN, S.A. DE C.V.
  Laboratorio Control Químico.

- PERKIN ELMER DE MÉXICO, S.A. DE C.V.

- PETROQUÍMICA CANGREJERA, S.A. DE C.V.

- PETROQUÍMICA MORELOS, S.A. DE C.V.

- PETROQUÍMICA PAJARITOS, S.A. DE C.V.

SECRETARÍA DE ECONOMÍA

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

- SECRETARÍA DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES
  Instituto Mexicano de Tecnología del Agua.

- SECRETARÍA DE SALUD

- SERVICIOS AMBIENTALES MULTIPLES E INGENIERÍA, S.A. DE C.V.

- SERVICIOS DE INGENIERÍA Y CONSULTORÍA AMBIENTAL, S.A. DE C.V.

- SISTEMA INTERMUNICIPAL DE AGUA POTABLE Y ALCANTARILLADO

- UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO

- UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA
  Unidad Azcapotzalco.

- UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
  Facultad de Química;
  Instituto de Geofísica;
  Instituto de Ingeniería.

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

ÍNDICE DEL CONTENIDO

Número del capítulo **Página**

SECRETARÍA DE ECONOMÍA

0	Introducción	1
1	Objetivo y campo de aplicación	1
2	Principio del método	2
3	Definiciones	2
4	Equipo y materiales	6
5	Reactivos y patrones	7
6	Recolección, preservación y almacenamiento de muestras	8
7	Control de calidad	9
8	Calibración	9
9	Procedimiento	10
10	Cálculos	11
11	Interferencias	12
12	Seguridad	13
13	Manejo de residuos	13
14	Bibliografía	14
15	Concordancia con normas internacionales	15