



**ANÁLISIS DE AGUA - DETERMINACIÓN DE COLOR PLATINO
COBALTO EN AGUAS NATURALES, RESIDUALES Y
RESIDUALES TRATADAS - MÉTODO DE PRUEBA (CANCELA
A LA NMX-AA-045-1981)**

**WATER ANALISIS - DETERMINATION OF COLOR PLATINUM-
COBALT IN NATURAL, WASTEWATERS AND WASTEWATERS
TREATED - TEST METHOD**

0 INTRODUCCIÓN

El color en el agua puede deberse a la presencia del contenido natural de metales o iones metálicos en disolución, humus o residuos orgánicos, plancton o desechos industriales. Por lo general se elimina el color para cualquier propósito de uso del agua. Es por ello, importante la determinación de color en aguas naturales.

1 OBJETIVO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma mexicana establece el método para la determinación de color aparente y/o verdadero, en aguas naturales, residuales y residuales tratadas con tonos amarillos.

NOTA.- Los métodos espectrofotométrico y de triple estímulo son aplicables para medir el color en aguas residuales.



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

2 PRINCIPIO DEL MÉTODO

El principio de este método se basa en la medición del color verdadero y/o aparente en una muestra de agua natural, mediante su comparación visual con una escala estandarizada de platino-cobalto. (La unidad platino-cobalto es la que se produce al disolver un mg de platino/L en forma de ion cloroplatinato). Este método depende de la apreciación visual del color de la muestra por el analista en comparación con una escala estandarizada. La percepción del color entre diferentes personas varía, por lo que se debe efectuar una selección del analista basada en su capacidad de apreciación del tono e intensidad del color.

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 Color aparente



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

Es el color de la muestra debido a sustancias en forma disuelta y al proporcionado por sólidos suspendidos, este parámetro es muy poco reproducible ya que el comportamiento de los sólidos suspendidos es muy variable, se mide en la muestra agitada sin filtrar.

3.6 Color verdadero

Es el color de la muestra debido a sustancias en forma disuelta, se mide en la muestra filtrada o centrifugada.

3.7 Descarga

Acción de verter, infiltrar, 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.

4.8 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:

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

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

3.9 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.

3.10 Material de referencia

Material o sustancia en el cual uno o más 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.

3.11 Medición

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



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

3.12 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.

3.13 Muestra simple

La que se toma en el punto de descarga, de manera continua, en día normal de operación que refleje cuantitativa y cualitativamente él o los procesos mas 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.

3.14 Parámetro

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

3.15 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.

3.16 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.

3.17 Precisión

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

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

donde:



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

- \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.

3.18 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.

3.19 Verificación de la calibración

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

4 EQUIPO Y MATERIALES

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

4.1 Equipo

4.1.1 Potenciómetro con electrodo para medición de pH, con precisión de 0,01 Unidades de pH.

4.1.2 Centrífuga con capacidad para centrifugar al menos 50 mL de muestra a 3 000 rpm.

4.1.3 Comparador Manual para tubos Nessler de 50 mL con escala de vidrios coloridos estandarizados equivalentes desde 2,5 a 100 Unidades Pt-Co ó comparador electrónico de color.

4.1.4 Balanza analítica con precisión de 0,1 mg.

4.2 Materiales

Todo el material volumétrico utilizado en este procedimiento debe ser clase A con certificado o en su caso debe estar calibrado.



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

- 4.2.1 Tubos Nessler
- 4.2.2 Frascos de vidrio o polietileno de boca ancha de 250 mL con tapa de plástico.

5 REACTIVOS Y PATRONES

Todos los productos químicos usados en este método deben ser grado reactivo, a menos que se indique otra pureza.

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

- 5.1 Hexacloroplatinato de potasio (K_2PtCl_6).
- 5.2 Cloruro de cobalto hexahidratado ($CoCl_2 \cdot 6H_2O$).
- 5.3 Acido clorhídrico concentrado (HCl).
- 5.4 Disolución madre de cloroplatinato (500 unidades de color). Pesar aproximadamente y con precisión 1,246 g de hexacloroplatinato de potasio (ver inciso 5.1), (equivalente a 0,500 g de platino metálico) y 1,000 g de cloruro de cobalto hexahidratado (ver inciso 5.2) (equivalente a 250 mg de cobalto metálico) y disolver en 500 mL de agua con 100 mL de ácido clorhídrico concentrado (ver inciso 5.3). Aforar a 1 L con agua. Esta disolución estándar es equivalente a 500 unidades de color. (Preparar máximo cada 3 meses)

6 RECOLECCIÓN, PRESERVACIÓN Y ALMACENAMIENTO DE MUESTRAS

- 6.1 Tomar un mínimo de 100 mL de muestra. Pueden utilizarse muestras compuestas.
- 6.2 No se requiere ningún tratamiento especial en campo.
- 6.3 Preservar la muestra a 4°C hasta su análisis.
- 6.4 Dado que la actividad biológica puede cambiar las características de color de una muestra, el tiempo máximo de almacenamiento previo al análisis es de 48 h.



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

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

Se debe contar con la calibración de los equipos y materiales siguientes:

8.1 Balanza analítica.

8.2 La escala de vidrios coloridos permanente, se debe verificar cada 6 meses como mínimo.

8.2.1 Preparar la disolución madre de cloroplatinato como se indica en el inciso 5.4 y las disoluciones intermedias y de trabajo según se especifica en el inciso 9.1.

8.2.2 Comparar la escala de color contra la escala de vidrios coloridos.

8.2.3 Los valores deben ser similares en todo el intervalo de trabajo.



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

9 PROCEDIMIENTO

9.1 Preparar disoluciones intermedias en incrementos desde 2,5 a 100 unidades (ver inciso 9.2). Estos estándares servirán para poder verificar el valor de la escala de vidrios coloridos. Proteger estos estándares contra la evaporación y contaminación utilizando un tapón limpio e inerte.

9.2 Preparación de la escala de color

mL de disolución estándar diluida a 50 mL con agua	Color en unidades Pt-Co.
0,0	0
0,25	2,5
0,5	5
1,0	10
1,5	15
2,0	20
2,5	25
3,0	30
3,5	35
4,0	40
4,5	45
5,0	50
6,0	60
7,0	70
8,0	80
9,0	90
10,0	100

9.3 Color aparente. Medir previamente el pH de la muestra usando un potenciómetro debidamente calibrado, determinar el color de la muestra llenando un tubo Nessler o similar hasta la marca de 50 mL y comparar con las disoluciones intermedias. Si el color excede de 70 unidades, diluir la muestra con agua destilada en proporciones conocidas hasta que el color sea menor de 70 y mayor de 20 Unidades Pt-Co.

9.4 Color verdadero. Remover la turbiedad por centrifugación o filtración de las muestras hasta que la muestra esté totalmente clara. El tipo de filtro a utilizar o la velocidad y tiempo de centrifugación dependerán de la naturaleza de la muestra. Comparar la muestra filtrada o centrifugada con agua para asegurar que la turbiedad ha sido removida. Si la muestra es clara, entonces siga el procedimiento enunciado en el inciso 9.3.



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

10 CÁLCULOS

10.1 Calcular las unidades de color por medio de la siguiente ecuación:

$$\text{Unidades de color Pt-Co} = A \times \text{FD}$$

donde

A = Color estimado de la muestra

FD = Factor de dilución de la muestra.

10.2 Reportar los resultados como se indica:

Unidades de Color Pt-Co	Redondear con una resolución de
1 - 50	1
51 - 100	5
101 - 250	10
251 - 500	20

10.3 El valor de pH de la muestra debe reportarse junto con el valor del color verdadero o aparente.

11 INTERFERENCIAS

El color verdadero y el aparente son dependientes del pH por lo que es necesario especificar el valor de pH de la muestra junto al reporte del color verdadero y aparente.

12 SEGURIDAD

12.1 El hexacloroplatinato de potasio puede ser nocivo si se inhala, ingiere o absorbe a través de la piel. Este material puede causar alergias respiratorias o en la piel cuando se inhala o ingiere.

12.2 El cloruro de cobalto puede ser nocivo si se inhala, ingiere o absorbe a través de la piel. Este puede causar irritación en las mucosas y en las vías



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

respiratorias altas. Una exposición prolongada o repetida puede causar reacciones alérgicas en individuos sensibles.

- 12.3 La preparación de todos los reactivos usados en este método debe efectuarse bajo una campana de extracción. Consulte las hojas de seguridad sobre manipulación y disposición de estos.
- 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. Se sugiere que el laboratorio realice inspecciones de higiene ocupacional de cada reactivo a los que pueda estar expuesto el analista y que dichos resultados estén a su disposición.
- 12.5 Cuando se trabaje con cualquiera de los compuestos químicos descritos en este método, debe usar todo el tiempo equipo de seguridad, tal como: batas, guantes de látex y lentes de seguridad.

13 MANEJO DE RESIDUOS

- 13.1 Es la 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 contemplar dentro de su programa de control de calidad el destino final de los residuos generados durante la determinación.

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.



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

NMX-AA-045-SCFI-2001

11/12

- 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.

Environmental Protection Agency, "Methods for Chemical Analysis of Water and Wastes", Environmental Monitoring and Support Laboratory, Office of Research and Development, Cincinnati, Ohio, 1983, 5-7 pp.

American Public Health Association, "Standard Methods for The Examination of Water and Wastewater", American Public Health Association, United States of America, Washington, DC 20005, 19th Edition 1995, pp. 2-2, 2-3.

Criterios Ecológicos de Calidad del Agua publicados en el Diario Oficial de la Federación el 13 de diciembre de 1989.



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

NMX-AA-045-SCFI-2001

12/12

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

MIGUEL AGUILAR ROMO

JADS/AFO/DLR/MRG

NMX-AA-045-SCFI-2001

**ANÁLISIS DE AGUA - DETERMINACIÓN DE COLOR PLATINO
COBALTO EN AGUAS NATURALES, RESIDUALES Y
RESIDUALES TRATADAS - MÉTODO DE PRUEBA (CANCELA
A LA NMX-AA-045-1981)**

**WATER ANALYSIS - DETERMINATION OF COLOR PLATINUM-
COBALT IN NATURAL, WASTEWATERS AND WASTEWATERS
TREATED - TEST METHOD**



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

NMX-AA-045-SCFI-2001

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

NMX-AA-045-SCFI-2001

- 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.



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

NMX-AA-045-SCFI-2001

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



SECRETARÍA DE
ECONOMÍA

NMX-AA-045-SCFI-2001

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