



MÉTODO ANALÍTICO DE CROMATOGRAFÍA IÓNICA PARA LA DETERMINACIÓN DE FLUORUROS, CLORUROS, BROMUROS, NITRATOS, FOSFATOS Y SULFATOS. SM 4110 B.

Corporación para el Desarrollo Sostenible del Urabá

Código: D-7.2-08

Versión: 08

Revisó: Subdirector de Planeación y O.T.

Aprobó: Director General (E).

Fecha: 09 de Julio de 2025

Fecha: 09 de Julio de 2025

Resolución: 100-03-10-23-1338-2025

Páginas: 1 de 12

1. DESCRIPCIÓN

Es un método altamente sensible para la determinación cuantitativa de aniones, es muy recomendado para las matrices acuosas relativamente limpias (no marinas ni residuales) donde el contenido de sólidos y de materia orgánica suspendida y disuelta sea baja.

2. ALCANCE

Este método analítico se aplica para la determinación cromatográfica de aniones (F^- , Cl^- , Br^- , NO_3^- , PO_4^{3-} , SO_4^{2-}) en aguas potables, superficiales, subterráneas y lluvias, en concentraciones a partir del MRL (definido experimentalmente) en adelante, teniendo en cuenta como rango de trabajo lineal las siguientes concentraciones:

Fluoruro entre 0.2 mg/L y 4 mg/L.

Cloruro entre 1 mg/L y 40 mg/L.

Bromuro entre 0.1 mg/L y 2 mg/L.

Nitrato entre 0.1 mg/L y 3.5 mg/L.

Fosfato entre 0.2 mg/L y 4 mg/L.

Sulfato entre 1 mg/L y 40 mg/L.

3. FUNDAMENTOS DEL MÉTODO

3.1 Principio

En las últimas décadas, la cromatografía iónica se ha convertido en uno de los métodos más importantes para el análisis de trazas de aniones y cationes. Técnica absolutamente imprescindible en el análisis de aguas y medio ambiente, se basa en el uso de resinas de intercambio iónico. Cuando una muestra iónica atraviesa estas columnas, los iones presentes se separan debido a las diferentes retenciones que sufren al interactuar con la fase fija de las columnas analíticas. Una vez separada, la muestra pasa a través de un detector (conductimétrico, amperométrico, UV...) donde se registra la señal obtenida respecto al tiempo de retención. El resultado son unos cromatogramas donde la posición de los máximos nos indica el ión presente (carácter cualitativo) y su área nos indica que cantidad existente de dicho ión (carácter cuantitativo).

La cromatografía iónica es una variante de la cromatografía de líquidos de alta resolución (HPLC), en la que los analitos (específicamente iones) son separados en sitios aniónicos o catiónicos en la fase estacionaria por competencia y afinidad de dichos iones por sitios de intercambio entre los iones presentes en una fase móvil y los iones del analito, dependiendo de la fuerza iónica del buffer (fase móvil). A su vez, la fase móvil determina la migración de los iones dependiendo del tipo y concentración de la misma. Por lo regular, y debido a las ventajas que proporciona, el detector empleado para la cromatografía iónica es un conductímetro, pues todos los iones tienen la característica de ser conductores. El conductímetro, con su alta sensibilidad, responde a los cambios de concentración de los analitos. El principio de este detector es la medición de la conductancia de la fase móvil, antes y durante la elución del ion analito. La respuesta del detector depende de la concentración del analito, grado de ionización de la fase móvil y analito y de las conductancias equivalentes.

El alcance de esta metodología dentro del laboratorio de aguas se aplica a aguas potables, subterráneas, superficiales y lluvias.

Se inyecta una muestra de agua en una corriente de eluente y se pasa a través de una serie de intercambiadores de iones. Los aniones de interés se separan en función de sus afinidades relativas por un intercambiador de aniones fuertemente básico y de baja capacidad (columnas guardianas y analíticas). Los aniones separados se dirigen a través de un dispositivo supresor que proporciona una supresión continua de la conductividad del eluente y mejora la respuesta del analito. En el supresor, los aniones separados se convierten en sus formas ácidas altamente conductoras, mientras que la conductividad del eluente disminuye enormemente. Los aniones separados en sus formas ácidas se miden por conductividad. Se identifican sobre la base del tiempo de retención en comparación con los estándares. La cuantificación es por medida del área del pico o la altura del pico.

3.2 Interferencias

Los sólidos suspendidos pueden taponar las tuberías y ductos del equipo además de presentar señales no deseadas en el cromatograma. Las altas concentraciones de sodio generalmente suelen estar en forma de NaCl y otras sales que pueden distorsionar la señal. El pH de la muestra debe ser lo más natural y/o neutro posible, una muestra a la que ha sido alterado su pH significativamente puede presentar anomalías en la señal.

Cualquier sustancia que tenga un tiempo de retención que coincida con la de cualquier anión que se determine y produzca una respuesta del detector interferirá. Los ácidos orgánicos de bajo peso molecular, el bromato y el clorito pueden interferir con la determinación de cloruro y fluoruro. Una alta concentración de cualquier ion

también interfiere con la resolución, y en ocasiones la retención, de otros. La dilución de muestra o la elución de gradiente superan muchas interferencias. Para resolver las incertidumbres de identificación o cuantificación, use el método de adición estándar. Los picos falsos pueden resultar de contaminantes en el agua de reactivo, material de vidrio o aparato de procesamiento de muestras. Las modificaciones tales como pre-concentración de muestras, elución de gradiente o reinyección de porciones de las muestras eluidas, elución de gradiente o reinyección de porciones de la muestra eluida pueden aliviar algunas interferencias pero requieren validación individual para precisión y sesgo y están más allá del alcance de este método.

Limitaciones: Tenga precaución si este método se usa para determinar F- en matrices *desconocidas*. En general, se encuentran dos problemas: primero, con algunas combinaciones de columna/eluyente, el pico de fluoruro eluye muy cerca de la depresión basal causada por la elución de agua, la denominada "inmersión en agua". Esto puede causar dificultad para cuantificar muestras con bajas concentraciones de flúor; segundo, los ácidos orgánicos simples (fórmico, acetato) se eluyen cerca del fluoruro y pueden interferir. Determine la precisión y el sesgo antes de analizar las muestras.

4. TOMA DE MUESTRA Y ALMACENAMIENTO

La muestra se recolecta sólo en envases de plástico para evitar la reacción de materia orgánica con el vidrio, se filtra a 0.45 micras para eliminar los sólidos suspendidos y preservar la columna, se envasa en un recipiente plástico libre de UV, si no se va analizar inmediatamente se refrigera a 4°C. Debido a la utilización de nitrato, nitrito y fosfato como nutrientes por parte de algunas especies de bacterias, almacene las muestras a 4°C y analícelas en 48 horas. Las muestras desinfectadas que se analizarán para nitratos se pueden conservar hasta por 14 días porque todo el nitrito ya se convertirá en nitrato. Almacene las muestras para analizar sulfato a 4°C y analice en 28 días. Los otros analitos no requieren almacenamiento en frío. Análisis completo dentro de 28 días. Las muestras pueden filtrarse y congelarse a -20°C y almacenarse máximo 30 días hasta su respectivo análisis (NTC-ISO 5667-3:2004).

5. MATERIAL Y EQUIPOS

- Cromatógrafo Iónico.
- Computador.
- Software.
- Autosampler.
- Detector de conductividad.
- Columna.
- Precolumna.
- RP 2 guarda columna (opcional).

- Loop 100 μ L.
- Vidriería volumétrica (todo el material es previamente lavado en su orden: agua de la llave, jabón especial para laboratorio, agua de la llave, agua desionizada).
- Transferpette S de 100-1000 μ L y 1-10 mL.
- Balanza analítica.
- Magnetos, agitador magnético, bomba de vacío.

6. REACTIVOS

- Agua destilada o de osmosis inversa.
- NaF reactivo analítico, secado por una hora y llevado a peso constante a 105°C.
- NaCl reactivo analítico, secado por una hora y llevado a peso constante a 105°C.
- KBr reactivo analítico, secado por una hora y llevado a peso constante a 105°C.
- NaNO₃ reactivo analítico, llevado a peso constante en desecador.
- KH₂PO₄ reactivo analítico, secado por una hora y llevado a peso constante a 105°C.
- K₂SO₄ reactivo analítico, secado por una hora y llevado a peso constante a 105°C.
- Na₂CO₃.
- NaHCO₃.
- Acetonitrilo.

PREPARACIÓN DE REACTIVOS

Agua desionizada: agua libre de interferencias con una conductividad máxima de 4 μ S/cm.

Solución eluente de carbonato/bicarbonato: Pesar 0,5712 g de NaHCO₃ y 0,7632 g de Na₂CO₃ llevarlos a 4 L con agua desionizada. Filtrar el eluente a 0,45 micras y degasificarlo por agitación controlada magnética y extracción al vacío.

Solución stock de Fluoruro (1000 mg/L): 0,2210 g de NaF en 100 mL.

Solución stock de Cloruro (1000 mg/L): 0,1649 g de NaCl en 100 mL.

Solución stock de Bromuro (1000 mg/L): 0,1489 g de KBr en 100 mL.

Solución stock de Nitrato-N (1000 mg/L): 0,6068 g de NaNO₃ en 100 mL.

Solución stock de Fosfato-P (1000 mg/L): 0,4394 g de KH₂PO₄ en 100 mL.

Solución stock de sulfato (1000 mg/L): 0,1814 g de K₂SO₄ en 100 mL.

Estas soluciones son estables durante al menos 6 meses a excepción del estándar de fosfato, que debe descartarse después de 1 mes. Prepare la mayoría de los patrones de trabajo diluidos mensualmente, fosfato, diariamente.

Solución madre de Fluoruro (100 mg/L): Se diluyen 10 mL de solución stock del anión a 100 mL en balón aforado con agua desionizada.

Solución madre de Cloruro (100 mg/L): Se diluyen 10 mL de solución stock del anión a 100 mL en balón aforado con agua desionizada.

Solución madre de Bromuro (100 mg/L): Se diluyen 10 mL de solución stock del anión a 100 mL en balón aforado con agua desionizada.

Solución madre de Nitrato-N (100 mg/L): Se diluyen 10 mL de solución stock del anión a 100 mL en balón aforado con agua desionizada.

Solución madre de Fosfato-P (100 mg/L): Se diluyen 10 mL de solución stock del anión a 100 mL en balón aforado con agua desionizada.

Solución madre de sulfato (100 mg/L): Se diluyen 10 mL de solución stock del anión a 100 mL en balón aforado con agua desionizada.

7. PROCEDIMIENTO

- Encender primero el computador y dar inicio al software al software correspondiente al cromatógrafo iónico.
- Encender uno a uno el cromatógrafo y el autosampler verificando en la ventana de “configuration” su respectivo estado “ok”.
- Verificar el estado del cromatógrafo, válvulas, conexiones, filtros, bombas, autosampler, aguja de inyección, velocidad de flujo del eluyente y la respectiva columna a trabajar. Para ello se debe tener la literatura, el procedimiento y el manual al alcance.
- Empezar con el startharware en “equilibration” seleccionando el programa de interés “Determinación De F, Cl, Br, NO₃-N, PO₄-P y SO₄” hasta que presente estabilidad en la línea base. En la ventana “determination series” se programan las corridas que se desean realizar, para ello es indispensable que el usuario conozca y maneje el software por medio de su respectivo manual.
- Si se considera que la muestra necesita dilución, esta se debe realizar en un balón volumétrico con agua desionizada.
- Inyectar la muestra asegurándose que corrió lo suficiente por el loop como para limpiar residuos de la muestra anterior.
- Durante todo el tiempo de trabajo se debe vigilar la presión del sistema, ya sea por fugas o por obstrucciones.
- El conocimiento y experiencia en cromatografía es indispensable para un buen desempeño en el análisis.
- Volumen de muestra: 100 µL.
- Intervalo de trabajo: 0-40 mg/L.
- Velocidad de flujo eluyente: 0,7 mL/min.
- Rango de pH de trabajo ideal de la columna: 3-12.
- Presión máxima: 15 atm.

- Rango de conductividad de trabajo: 0 a 15.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

A continuación la descripción detallada de la configuración del método a utilizar:

Method parameters	
Method name	Determinación De F, Cl, Br, NO ₃ -N, PO ₄ -P y SO ₄
Method saving date	2016-05-24 14:59:24 UTC-5
Method version	13
Method group	Main group
Method status	original
Method saved by (full name)	Daniel Andrés Flórez Alvarado
Method saved by (short name)	DANIEL FLOREZ
Start parameters	
Anions	
Hardware assignment	
Data source	Conductivity detector 1 (Cromatografo Ionico)
Channel	Conductivity
Injection valve	Injector (Cromatografo Ionico)
Column	Metrosep A New
Maximum flow monitored	yes
Maximum pressure monitored	yes
Pump	Pump (Cromatografo Ionico)
Data acquisition	
Recording time	30 min

Cambiador de Muestras	
Device type	863.0010 Compact Autosampler
Peristaltic	
Peristaltic	off
Rate	4
Solution 1	not defined
Solution 2	not defined
Active	yes
Cromatografo Ionico	
Device type	881.0030 Compact IC pro - Anion MCS
Pump	
Flow	0,7 mL/min
Pmin	0,00 MPa
Pmax	15,00 MPa
Start-up time	on
Start-up time	2 min
Eluent	CarbonatoBicarbonato de Sodio
Active	yes
Injector	
Injector	Maintain current position
Active	yes
Degasser	
Degasser	on
Active	yes
Peristaltic MSM	

Peristaltic MSM on
 Rate 5
 Solution 1. Acido Sulfurico
 Solution 2 Agua Ultrapura
 Active yes
MSM
 Automatic stepping to next position during on
 equilibration
 Interval 10 min
 Active yes
 Rotor not defined
Dosino Regeneration
 Dosing device not defined
 Connection ----
MCS
 MCS on
 Active yes
Conductivity detector 1
 Temperature coefficient 2,3 %/°C
 Warning limit 9999 µS/cm
 Active yes

Time program				
Main program				
Time	Device Module	Command Parameter	Comment	No.
0,0	Cromatografo Ionico Injector	Fill		1
0,0	Cromatografo Ionico MSM	Step		2
	Cambiador de Muestras Rack	Move (Rack) Sample position		3
	Cambiador de Muestras Tower	Lift Work position		4
0,0	Cambiador de Muestras Peristaltic	On/Off On, Rate=6		10
0,5	Anions	Start data acquisition		8
0,5	Cromatografo Ionico Injector	Inject		7
0,5	Cambiador de Muestras Peristaltic	On/Off Off		6
	Cambiador de Muestras Tower	Lift Shift position		9
Integration				

Anions

Sensitivity 50
Smoothing 30
Minimum height 0,01 $\mu\text{S/cm}$
Minimum area 0,01 $(\mu\text{S/cm}) \times \text{min}$
Integration start 1,0 min
Polarity +
Negative peaks off
Drift compensation off
Ignore overflow off
Subtract blank off
Savitzky-Golay off
Activate events off

Components**Anions**

Name	Time [min]	Window [%]	Reference
Fluoruro	4,74	20	none
Cloruro	6,88	5,0	none
Bromuro	10,21	5,0	none
Nitrato	11,54	5,0	none
Fosfato	19,1	5,0	none
Sulfato	22,66	10	none

Void time Manual 2,3 min
Identification
Reference components Height
Other components Time
Track retention times off

Components**Anions**

Name	Time [min]	Window [%]	Reference
Fluoruro	4,74	20	none
Cloruro	6,88	5,0	none
Bromuro	10,21	5,0	none
Nitrato	11,54	5,0	none
Fosfato	19,1	5,0	none
Sulfato	22,66	10	none

Void time Manual 2,3 min
Identification
Reference components Height
Other components Time
Track retention times off

Standards

Concentration unit mg/L

Name	1	2	3	4	5	6
Fluoruro	0	0,2	0,5	1	2	4
Cloruro	0	1	2,5	5	10	40
Bromuro	0	0,1	0,25	0,5	1	2
Nitrato	0	0,1	0,25	0,5	1	3,5
Fosfato	0	0,2	0,5	1	2	4
Sulfato	0	1	2,5	5	10	40

Check standards

Name	1
Fluoruro	3
Cloruro	20
Bromuro	1,5
Nitrato	2
Fosfato	3
Sulfato	20

Calibration

Anions

Component	Response	Curve type	Weighting
Fluoruro	Area	Linear	1
Cloruro	Area	Linear	1
Bromuro	Area	Linear	1
Nitrato	Area	Linear	1
Fosfato	Area	Linear	1
Sulfato	Area	Linear	1

Properties calibration

Calibration method External standard

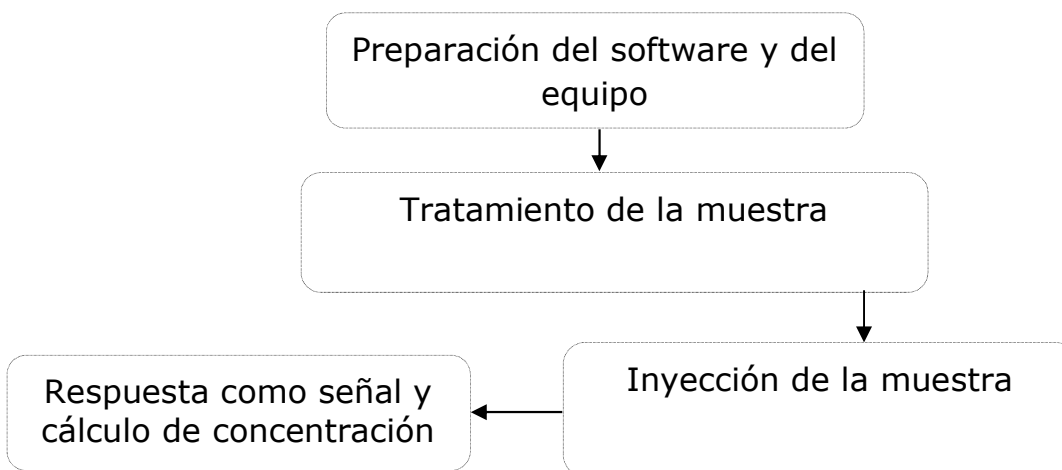
Calibration mode Replace

Function type Response = f(concentration)

Add point of origin to calibration curve off

Blank correction for inline calibration off

ALGORITMO



8. CÁLCULOS Y RESULTADOS

Se interpolan los datos en la curva de calibración para obtener los resultados.

La curva de calibración debe ir de 0 a 40 mg/L de aniones debido al volumen del loop.

Desarrollo de la curva a partir de soluciones madre excepto el patrón 4 que se prepara de las soluciones stocks, todos los patrones se preparan en agua desionizada, el blanco es agua desionizada. Se establece la linealidad $r \geq 0,99$ en el rango de calibración.

El primer patrón debe ser siempre el límite de cuantificación (LC).

Tabla 1. Curva (especificación por analito).

Volumen a preparar	No aplica	1000 mL	500 mL	200 mL	200 mL	200 mL
CURVA	Blanco	LC	Patrón 1	Patrón 2	Patrón 3	Patrón 4
ANIÓN	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
Fluoruro	0	LC-F	0,5	1	2	4
Cloruro	0	LC-Cl	2,5	5	10	40
Bromuro	0	LC-Br	0,25	0,5	1	2
Nitrato-N	0	LC-NO ₃ -N	0,25	0,5	1	3,5
Fosfato-P	0	LC-PO ₄ -P	0,5	1	2	4
Sulfato	0	LC-SO ₄	2,5	5	10	40

9. SEGUIMIENTO Y CONTROL DE CALIDAD

Compare cada punto de calibración con la curva y vuelva a calcular su concentración. Si los valores recalculados no están dentro de los criterios de aceptación del método, hasta el doble del MRL $\pm 50\%$; entre 3 y 5 veces el MRL $\pm 20\%$; o más de 5 veces el MRL $\pm 10\%$, identifique la fuente de cualquier valor atípico(s) y corrija antes de la cuantificación de la muestra. Dejar registro de la revisión.

Se realiza monitoreo cada 10 muestras con el “patrón de control” a partir de las soluciones stock, se confirma el punto MRL de la curva con un intervalo de aceptación del 75-125% y se lee una muestra por duplicado, $RPD \leq 20\%$, el patrón de control debe tener un margen de error del 10%. Se debe realizar curva nueva cada vez que se acabe el eluyente o las soluciones de regeneración, pero si los patrones de control se mantienen dentro de los criterios de aceptación se puede extender el tiempo de calibración.

Se analiza un estándar certificado preparado a partir de un estándar de stock diferente al que se usó para crear la curva de calibración. Error aceptado $\leq 10\%$. Si no cumple el criterio, determine la causa del error, tome medidas correctivas y vuelva a verificar la calibración. Si la reverificación es aprobada, continúe con los análisis; de lo contrario, repita la calibración inicial.

Cada vez que se realice curva nueva se hace una prueba de porcentaje de recuperación por duplicado en muestras, el intervalo de aceptación del porcentaje de recuperación es de 80-120%. La captura de datos de estos análisis cromatográficos se realizará en el software correspondiente al cromatografo iónico, el cual permite obtener todos los detalles de los procedimientos analíticos. En la casilla “Info 2” se registrará la conductividad de cada muestra pura o diluida a inyectar.

Tabla 2. Patrón de Control (por analito).

Volumen a preparar	200 mL
CURVA	Patrón de control
ANIÓN	mg/L
Fluoruro	3
Cloruro	20
Bromuro	1,5
Nitrato-N	2
Fosfato-P	3
Sulfato	20

Tabla 3. Estándar Certificado.

Curva	mg/L
Fluoruro	2
Cloruro	5
Bromuro	1
Nitrato	1
Fosfato	1
Sulfato	5

10. MANTENIMIENTO

El mantenimiento del sistema de análisis va de la mano del manual del equipo, debe realizarse conforme las descripciones dadas. Los cambios de filtros y mangueras son debido a taponamientos o acumulación de residuos. Tener presente la regeneración de la columna según especificaciones del equipo.

Es importante la presencia de hidróxido de sodio en la trampa de aire del eluente para minimizar el impacto de los carbonatos.

11. BIBLIOGRAFÍA

- American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. In: Lipps Wc, Braunt-Howland Eb, Baxter Te. Eds. Standard Methods For The Examination Of Water And Wastewater, 24th Ed. Washington Dc: APHA PRESS;2023. Sección4110B.

- Certificate for IC column, metrosep A-150/4.0, metrohm.
- Metrosep A supp 5 leaflet.
- Tutorial MagicNet 8.102.2403, metrohm.
- Manual 881 compact IC pro 8.881.8007EN, metrohm.
- Manual 863 compact autosampler 8.863.8001EN, metrohm.

12. CONTROL DE CAMBIOS

Fecha	Resolución	Versión	Detalle
09/06/2016	300-03-10-23-0649	01	Aprobación inicial con código y nombre D-5.4-08: MÉTODO ANALÍTICO DE CROMATOGRAFÍA IÓNICA PARA LA DETERMINACIÓN DE FLUORUROS, CLORUROS, BROMUROS, NITRATOS, FOSFATOS Y SULFATOS.
05/10/2016	300-03-10-23-1303	02	Se actualiza el logo corporativo. Se refuerza la trazabilidad de los datos reportados escribiendo: "además para reforzar la trazabilidad de los datos reportados se escribirá la palabra "verificado" en la casilla "Info 1" seguido con el nombre de un analista testigo". Se cambia el uso del coeficiente de variación por el RPD.
15/08/2018	300-03-10-23-1436	03	Se describe la realización de las soluciones stock de 100 mg/L. Se actualiza el control de calidad según standard methods ed 23. Se condiciona: Se debe realizar curva nueva cada vez que se acabe el eluyente o las soluciones de regeneración, pero si los patrones de control se mantienen dentro de los criterios de aceptación se puede extender el tiempo de calibración. Se anexa: Compare cada punto de calibración con la curva y vuelva a calcular su concentración. Si los valores recalculados no están dentro de los criterios de aceptación del método, hasta el doble del MRL $\pm 50\%$; entre 3 y 5 veces el MRL $\pm 20\%$; o más de 5 veces el MRL $\pm 10\%$, identifique la fuente de cualquier valor atípico(s) y corrija antes de la cuantificación de la muestra. Dejar registro de la revisión. Se introduce el control con el estándar certificado. En la sección PROCEDIMIENTO se especifica el "Rango de conductividad de trabajo: 0 a 15.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, de acuerdo a las especificaciones de fábrica del equipo. En la sección SEGUIMIENTO Y CONTROL se indica que "En la casilla "Info 2" se registrará la conductividad de cada muestra pura o diluida a inyectar".
21/09/2018	300-03-10-23-1604	04	En la sección de SEGUIMIENTO Y CONTROL se remueve el proceso de verificación de datos transferidos. Situación cubierta por lo expuesto en el documento D-5.6-01 TRAZABILIDAD DE RESULTADOS DE LOS ENSAYOS.
27/05/2019	300-03-10-23-0615	05	En la sección 3 "TOMA DE MUESTRA Y ALMACENAMIENTO", se incluye la variante de preservación "Las muestras pueden filtrarse y congelarse a -20°C y almacenarse máximo 30 días hasta su respectivo análisis (NTC-ISO 5667-3-2004)".
19/11/2019	300-03-10-23-1429	06	Se incluye dentro de la estructura del método la sección 2. - ALCANCE del método, así: "Este método analítico se aplica para la determinación cromatográfica de aniones (F-, Cl-, Br-, NO ₃ -, PO ₄ 3-, SO ₄ 2-) en aguas potables, superficiales, subterráneas y lluvias, en concentraciones a partir del MRL (definido experimentalmente) 0.2 mg/L, 1 mg/L, 0.1 mg/L, 0.1 mg/L, 0.2 mg/L y 1 mg/L respectivamente. Se cambia la codificación del documento pasando de D-5.4-08 a D-7.2-08 de acuerdo a la nueva versión de la Norma – ISO/IEC 17025:2017.
24/11/2023	300-03-10-23-2554	07	Se ajusta la información actualizando al Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. APHA – AWWA – WEF. Ed. 24 de 2022. Section 4110B.
09/07/2025	100-03-10-23-1338	08	Se corrigió el año de Publicación de la versión vigente de Standard Methods (2023).

Última línea-----última línea-----última línea