

**FUERZAS MILITARES DE COLOMBIA
FUERZA AÉREA**



**GRUPO AÉREO DEL ORIENTE
GAORI**

ANEXO 5 ESPECIFICACIONES TECNICAS LOTE 1 GRUPO AÉREO DE ORIENTE (GAORI)

OBJETO:

SERVICIO DE MONITOREO DE CALIDAD DE AGUA EN LOS GRUPOS AÉREOS DE LA FAC (GRUPO AÉREO DEL ORIENTE, GRUPO AÉREO DEL AMAZONAS, GRUPO AÉREO DEL CARIBE Y GRUPO AÉREO DEL CASANARE).

2024-2025

OBJETO

Servicio de monitoreo de calidad de agua en los Grupos Aéreos de la FAC (Grupo Aéreo del Oriente, Grupo Aéreo del Amazonas, Grupo Aéreo del Caribe y Grupo Aéreo del Casanare).

1. LUGAR DE SERVICIO

Las muestras serán tomadas en la Base Aérea "CR. Luis Arturo Rodríguez Meneses" Marandúa – Vichada.

2. HORARIO

Se deberá de coordinar con el supervisor del contrato la fecha de ingreso del personal que realiza la toma de muestras. La toma de muestras se realizará de lunes a sábado en el horario de 08:00 a 17:30 horas de acuerdo a programación por parte del supervisor del contrato.

3. UNIFORMES

El contratista debe proveer al personal operativo y/o técnico, los uniformes y/o dotación de acuerdo con la actividad que desarrolle, con el fin de poder realizar la identificación del personal dentro de la unidad.

4. ASPECTO AMBIENTAL

El contratista se obliga a ejecutar los servicios de acuerdo con las disposiciones legales vigentes sobre el medio ambiente, las normas especiales para el trámite y obtención de las autorizaciones y permisos específicos otorgados por la autoridad competente.

Durante la ejecución del contrato el contratista está obligado a organizar los trabajos de tal forma que los procedimientos aplicados sean compatibles con los requerimientos técnicos necesarios para adelantar en forma sostenible y con las disposiciones contenidas en la legislación ambiental colombiana aplicable.

5. CONSIDERACIONES LOGISTICAS

Teniendo en cuenta que el presente proceso, el contratista asumirá todos los costos en que se incurra con ocasión del desarrollo del contrato.

- El contratista se obliga a ejecutar los servicios cumpliendo al 100% con el traslado de equipos, materiales, insumos y todo aquello que requiera para la ejecución del contrato a su cargo.

5.1 CONSIDERACIONES LOGISTICAS ESPECIALES (GAORI)

- El transporte, alimentación y alojamiento del personal, el CONTRATISTA deberá asumir la coordinación y costo de los mismos. El hospedaje por persona tiene un costo de \$20.000 por noche, la alimentación varía los días hábiles y los festivos tomando como referencia que el valor aproximado para los fines de semana es de: (desayuno \$8.000 - \$10.000, almuerzo especial \$20.000 - \$30.000, no se suministra cena en el casino, sin embargo, existen otros puntos en los cuales puede acceder a comidas rápidas cuyo costo varía según lo que seleccione) y entre semana (arranche desayuno y almuerzo \$15.000), su uso será expresamente a potestad del contratista. Dichos valores pueden variar en caso de presentarse cambios en la administración, políticas del Comando y cambio de vigencia.

- A potestad de la supervisión, obedeciendo a los requerimientos por los diferentes organismos de control, en referencia a las visitas para toma de muestras de agua, una vez adjudicado el contrato el supervisor del contrato coordinará la solicitud de autorización para el ingreso a la Unidad en el vuelo de apoyo. Los datos del tipo y peso de la carga y los nombres completos e información de las personas que harán uso del vuelo de apoyo deben ser enviados al supervisor del contrato con mínimo 8 días de antelación a la fecha programada para el vuelo. Una vez suministrada dicha información al supervisor del contrato, el personal deberá estar atento las 24 horas del día al llamado del supervisor del contrato para que acuda a CATAM para tomar el vuelo de apoyo. Lo anterior, teniendo en cuenta la

flexibilidad de los vuelos de apoyo de la FAC. Así mismo los ingresos a CATAM se deben coordinar 24 horas antes al ingreso y previa coordinación con el enlace de GAORI, para que sea autorizado por parte de OPAIN para la entrega de materiales, equipos, insumos y/o repuestos al militar que se encuentra nombrado ENLACE GAORI, quien acopia las entregas para el posterior envío en vuelo de apoyo al GAORI.

- Es de aclarar que, de no contar con vuelos de apoyo, la empresa contratista deberá realizar el ingreso propio medios al Grupo Aéreo del Oriente ubicado en vereda Marandúa en el departamento del Vichada, para lo cual deberán asumir todos los costos asociados a la logística de ingreso y salida de la Unidad.
- El contratista deberá contar con disponibilidad de tiempo para la recepción y entrega de muestras e insumos en CATAM lo anterior teniendo en cuenta la flexibilidad de los vuelos de apoyo de la FAC, horarios nocturnos, fines de semana, etc.
- El contratista deberá entregar los insumos, materiales, equipos, EPP, herramientas al personal antes del ingreso al GAORI, con el fin de que cuando ingrese el personal garantice el desarrollo de tareas y actividades sin ninguna novedad, teniendo en cuenta que el Grupo Aéreo del Oriente se encuentra ubicado en un área sin acceso a una población o municipio donde pueda comprar o tener acceso a los mismos.

6. EJECUCION

- ✓ El servicio debe de ser prestado en las instalaciones del Grupo Aéreo del Oriente, Base Aérea CR. Luis Arturo Rodríguez Meneses.
- ✓ El contratista deberá disponer de la logística y el personal necesario para efectuar el número de muestras requerido de acuerdo con las cantidades contratadas.
- ✓ El personal que tome las muestras debe estar asegurado al sistema de seguridad social y riesgos profesionales. Es obligación del contratista hacer que el personal de trabajadores utilice y cuente con los implementos de seguridad según el tipo de actividad que realicen.

NOTAS GENERALES

El alcance del trabajo comprende la provisión de mano de obra, la dirección técnica, el suministro de materiales, equipos y herramientas necesarias para llevar a cabo la totalidad de los análisis de calidad de agua indicados de acuerdo con las especificaciones y métodos de análisis de calidad de agua estandarizados, teniendo en cuenta los siguientes aspectos:

- Recolección de muestra
- Preservación de muestras
- Transporte de muestras
- Análisis de muestras de acuerdo con métodos estandarizados y entrega de reporte de resultados.

CANTIDAD DE VISITAS

ITEM	PARÁMETRO	Necesidad real	
		CANT MUESTRAS	CANT. VISITAS
		(A)	(B)
Vigencia 2024			
1	ANÁLISIS DE CALIDAD PARA AGUA DE CONSUMO HUMANO SIMPLE		
1.1	Turbidez	5	1
1.2	Color aparente	5	
1.3	pH	5	
1.4	Cloro total residual	5	

1.5	Coliformes Totales	5	
1.6	E. Coli	5	
Vigencia 2025			
1	ANÁLISIS DE CALIDAD PARA AGUA DE CONSUMO HUMANO SIMPLE		
1.1	Turbidez	9	8
1.2	Color aparente	9	
1.3	pH	9	
1.4	Cloro total residual	9	
1.5	Coliformes Totales	9	
1.6	E. Coli	9	
2	ANÁLISIS DE CALIDAD PARA AGUA DE CONSUMO HUMANO COMPUESTA		
2.1	Olor	1	2
2.2	Sabor	1	
2.3	Conductividad	1	
2.4	Antimonio	1	
2.5	Nitratos	1	
2.6	Alcalinidad Total	1	
2.7	Calcio	1	
2.8	Cloruros	1	
2.9	Aluminio	1	
2.10	Dureza total	1	
2.11	Hierro Total	1	
2.12	Magnesio	1	
2.13	Manganeso	1	
2.14	Molibdeno	1	
2.15	Sulfatos	1	
2.16	Fosfatos	1	
2.17	Arsénico	1	
2.18	Bario	1	
2.19	Cadmio	1	
2.20	Cianuro libre y disociable	1	
2.21	Zinc	1	
2.22	Cobre	1	
2.23	Cromo total	1	
2.24	Niquel	1	
2.25	Nitritos	1	
2.26	Plomo	1	
2.27	Selenio	1	
2.28	Trihalometanos totales	1	
2.29	Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos	1	
2.30	Mercurio	1	
2.31	Giardia y Cryptosporidium	1	
2.32	COT	1	
2.33	Fluoruros	1	
2.34	Residual coagulante	1	
3	ANÁLISIS DE CALIDAD PARA AGUA EL CENTRO DE ENTRENAMIENTO ACUÁTICO		
3.1	Color	1	1
3.2	Olor	1	
3.3	Turbidez	1	
3.4	Materias flotantes	1	
3.5	Transparencia	1	
3.6	Cloro residual libre	1	
3.7	E. Coli	1	
3.8	Conductividad	1	
3.9	Potencial de oxidación - reducción	1	
3.10	Hierro Total	1	
3.11	pH	1	
3.12	Cloro total residual	1	
3.13	Cloro combinado	1	
3.14	Dureza total	1	
3.15	Cobre	1	
3.16	Pseudomonas Aeruginosa	1	
3.17	Aluminio	1	
3.18	Heterótrofos	1	
3.19	Plata	1	
3.20	Coliformes Fecales	1	
3.21	Giardia y Cryptosporidium	1	

3.22	Alcalinidad Total	1
3.23	Ácido cianúrico	1
3.24	Bromo libre	1
3.25	Bromo Total	1
3.26	Amonio	1
3.27	Temperatura	1
4	ANÁLISIS DE CALIDAD PARA AGUA RESIDUAL	
4.1	pH	10
4.2	Demanda Química de Oxígeno (DQO)	10
4.3	DBO (5 días)	10
4.4	Sólidos Suspendidos Totales	10
4.5	Conductividad	10
4.6	Cloruros	10
4.7	Dureza total	10
4.8	Sólidos sedimentables	10
4.9	Tensoactivos SAAM (Surfactantes)	10
4.10	Aceites y Grasas	10
4.11	Hidrocarburos en Agua "TPH"	10
4.12	Ortofosfato (Fósforo Reactivo total)	10
4.13	Fósforo total	10
4.14	Nitrato	10
4.15	Nitrito	10
4.16	Nitrógeno Amoniacal	10
4.17	Nitrógeno Total	10
4.18	Coliformes Fecales	10
4.19	Coliformes Totales	10
4.20	Temperatura	10
4.21	Caudal	10
4.22	Oxígeno disuelto	10

1

Nota 1: En todos los muestreos, se solicitará visita técnica de un muestreador para la toma de los mismos.

Nota 2: Es pertinente aclarar que, con la adjudicación de este contrato, la necesidad real se encuentra cubierta, no obstante, se pueden llegar a presentar requerimientos nuevos por parte de Corporación Autónoma Regional, entes de control del departamento, etc, por lo cual al presentarse alguno de estos eventos se solicitaría adición de los mismos.

ENTREGA DE REPORTE DE RESULTADOS

El contratista deberá entregar el informe mensual de resultados de laboratorio en donde se visualice el parámetro, método, o técnica analítica, unidad de medida del parámetro analizado, valor obtenido y valor máximo aceptable, separando los análisis de campo de aquellos realizados en laboratorio.

ACTIVIDADES A REALIZAR:

1. ANÁLISIS DE CALIDAD PARA AGUA DE CONSUMO HUMANO SIMPLE

Ítem 1.1

TURBIDEZ

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: los nefelómetros electrónicos son los instrumentos preferidos para la medición de la turbidez del agua, la cual es causada por materia en suspensión y coloidal como arcilla, limo, materia orgánica e inorgánica finamente dividida y plancton y otros organismos microscópicos. Consiste en la medida de la dispersión y absorción de la luz que ejercen las partículas presentes en el agua, dificultando la transmisión de la misma sin cambio en la dirección y nivel de flujo a través de la muestra.

RESUMEN: El método consiste en la comparación de la intensidad de la luz dispersada por la muestra respecto a la intensidad de la luz dispersada por una suspensión estándar de referencia en iguales condiciones. Cuando mayor sea la intensidad de la luz dispersada, mayor la turbiedad.

INTERFERENCIAS:

- La turbidez se puede determinar para cualquier muestra de agua la cual esté libre de desechos y sedimentos gruesos de sedimentación rápida
- Cristalería sucia
- Presencia de burbujas de aire que dan falsos resultados.
- El color verdadero, causado por sustancias disueltas que absorben la luz generan que la turbidez medida sea baja, sin embargo, en el agua tratada, este efecto no es significativo.

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, PRESERVACIÓN Y MANEJO: Se debe determinar la turbidez lo antes posible después de tomar la muestra, para obtener los mejores resultados, sin alterar las condiciones originales de la muestra, como la temperatura o el pH. Agite suavemente todas las muestras antes del examen para garantizar una medición representativa. La conservación de la muestra no es práctica; sin embargo, si es necesaria, refrigere o enfríe a 4°C, para minimizar la descomposición microbiológica de sólidos.

Ítem 1.2

COLOR APARENTE

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: El color es el resultado de la presencia de iones metálicos naturales (hierro y manganeso), humus, plancton, malezas y otros desechos, el color aparente se refiere no solo al color por sustancias en solución sino el debido a materia en suspensión. Se determina en la muestra original sin filtración ni centrifugación.

El método platino-cobalto es útil para medir el color del agua potable y de aquella en la que el color se debe a materiales naturales, no es aplicable para aguas residuales industriales muy coloreadas.

RESUMEN: Se determina mediante la comparación visual de la muestra con concentraciones de soluciones coloreadas, la comparación también se puede hacer con discos de color de vidrio especiales y calibrados.

El método estándar es la medición del color platino-cobalto. La proporción platino-cobalto se puede variar para igualar el tono en casos especiales.

INTERFERENCIAS

- La turbidez hace que el color aparente sea más alto que el color verdadero.
- El color del agua depende en gran medida del pH del agua y aumenta a medida que el pH aumenta.
- **RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, PRESERVACIÓN Y MANEJO:** Recoja una muestra representativa y colóquela en celdas de cristal limpia, la determinación de color se debe realizar de inmediato, si se requiere almacenamiento, almacene la muestra a 4°C evitando que se generen cambios biológicos o físicos que alteren el color por degradación microbiológica de sólidos.

Ítem 1.3

pH

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: La corrosividad de ácidos y bases concentradas, o de estos mezclados con sustancias inertes, no puede medirse. La medición del pH requiere algún contenido de agua.

RESUMEN: El pH de una muestra es determinado electrométicamente usando un electrodo de vidrio en combinación con un potencial de referencia o un electrodo de combinación. El dispositivo de medición es calibrado usando una serie de soluciones estándares de pH conocido.

INTERFERENCIAS:

- Los efectos de la temperatura en la determinación electrométrica del pH provienen de dos fuentes. La primera es causada por el cambio en la señal de salida del electrodo a varias temperaturas, esta interferencia debe controlarse con instrumentos utilizando un compensador de temperatura o calibrando el sistema (electrodo- medidor) a la temperatura de las muestras.
- La segunda fuente de los efectos de la temperatura en la variación del pH se debe a los cambios de temperatura en la muestra, este error depende de la muestra y no puede controlarse. Por lo tanto, debe reportarse la temperatura y el pH de la muestra en el momento del análisis.

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, PRESERVACIÓN Y MANEJO

- Todas las muestras deben analizarse tan pronto como sea posible.
- Los recipientes a usar para la recolección de las muestras deben ser de plástico o de vidrio únicamente, y se recomienda un volumen mínimo de 50 mL.

Ítem 1.4

CLORO TOTAL RESIDUAL

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: La cloración tanto en agua de abastecimiento como aguas contaminadas sirve principalmente para destruir o desactivar aquellos microorganismos que producen enfermedades, adicionalmente como beneficio en el agua potable, coadyuba a la mejora en la calidad del agua resultante de la reacción del cloro con amoníaco, hierro, manganeso, sulfuro y otras sustancias orgánicas.

RESUMEN: el cloro se usa como desinfectante, tanto para aguas de abastecimiento como para aguas contaminadas para garantizar la desactivación de los microorganismos evitando así la generación de enfermedades en el caso del agua potable y la mejora de la calidad vertida a las fuentes receptoras en el caso de las aguas residuales o servidas. La concentración de cloro disminuye con el tiempo a causa de su consumo por la destrucción de los microorganismos.

INTERFERENCIAS:

- Formas oxidadas de manganeso y otros agentes oxidantes.
- Los agentes reductores como los sulfuros orgánicos.
- Aunque la valoración neutra minimiza el efecto de interferencia de los iones férrico y nitrito, se prefiere la valoración ácida porque algunas formas de cloro combinado no reaccionan a pH 7.

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, PRESERVACIÓN Y MANEJO: El cloro en solución acuosa no es estable y el contenido de cloro de las muestras o soluciones, particularmente las soluciones débiles, disminuirá rápidamente. La exposición a la luz solar u otra luz intensa o agitación acelerará la reducción del cloro. Por lo tanto, inicie las determinaciones de cloro inmediatamente después del muestreo, evitando la luz y la agitación excesivas. No almacene muestras para analizarlas en busca de cloro.

Ítem 1.5

COLIFORMES TOTALES

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: Son un grupo de bacterias que se pueden encontrar en el ambiente. La presencia de estos microorganismos indica fallas en el tratamiento, sea de agua potable o residual.

RESUMEN: La filtración por membrana es el mecanismo mediante el cual se atrapan en la superficie de la membrana microorganismos cuyo tamaño es mayor que el tamaño del poro 0.45 μm , esto gracias a que una bomba eléctrica ejerce una presión diferencial sobre la muestra de agua haciendo que se filtre. Los contaminantes de tamaño menor que el específico del poro atraviesan la membrana o se quedan retenidos en su interior, las bacterias quedan en la superficie de la membrana y luego está es llevada a un medio de enriquecimiento selectivo.

INTERFERENCIAS

- Lavado de material ineficiente.
- Fallas en el proceso de esterilización de material.
- Ambientes contaminados que afecten las muestras.
- Procedimientos inadecuados de la siembra.
- Fallas en la toma y transporte de la muestra.

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, PRESERVACIÓN Y MANEJO: El recipiente ideal es botellas de vidrio, esterilizables con capacidad no menor a 100 mL con preservante (tiosulfato de sodio y/o EDTA) si lo requiere. El volumen mínimo para análisis microbiológico es de 100 mL. Para análisis bacteriológico se toma la muestra directamente sin realizar purga del recipiente, teniendo en cuenta no llenar el recipiente completamente, con la precaución de dejar una cámara de aire

dentro de él; el recipiente bacteriológico y su tapa, no deben tocar ninguna superficie contaminada, ya que esto podría alterar el resultado. Se llena el recipiente hasta la cantidad deseada, se tapa y se coloca el material protector de la tapa (papel o tela) ajustado con una cuerda.

Cuando se hagan tomas de ríos, corrientes, lagos, pantanos, fuentes o pozos se obtendrán muestras representativas, no es conveniente tomar muestras demasiado cerca de la orilla o demasiado lejos del punto de extracción ni a una profundidad superior o inferior a la de dicho punto, en estos puntos se puede hacer uso de una cuerda o un nylon que se amarre a la botella y se descargue con la boca hacia abajo.

Después de recolectadas las muestras deben ser llevadas al laboratorio lo más rápido posible. Si no es posible el análisis en el lapso de 24 horas después del muestreo, se debe refrigerar a una temperatura entre 2°C. Se reduce al mínimo la posibilidad de cambio durante el almacenamiento y transporte de las muestras. Se evita la exposición a la luz solar directa. Es conveniente asegurar que los recipientes se mantengan en posición vertical y que el líquido de muestra no se derrame, igualmente el instrumento que se emplea como refrigerante no debe entrar en contacto con la muestra para evitar su posible contaminación. La nevera de transporte debe contener hielos que mantengan la temperatura de refrigeración, estas deben estar limpias y en lo posible desinfectadas para evitar una fuente de contaminación.

Ítem 1.6

E. COLI

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: La presencia de *Escherichia Coli* es un indicador de contaminación fecal y posible presencia de patógenos entéricos. Este organismo habita normalmente en el tracto digestivo de los animales de sangre caliente, y en agua o suelo se encuentra a causa de una contaminación fecal. Los coliformes fecales por su parte pueden provenir de suelo y superficies de agua dulce, por lo tanto, no siempre son intestinales. La presencia de estos microorganismos indica fallas en el tratamiento, sea de agua potable o residual.

RESUMEN: La filtración por membrana es el mecanismo mediante el cual se atrapan en la superficie de la membrana microorganismos cuyo tamaño es mayor que el tamaño del poro 0.45 μm , esto gracias a que una bomba eléctrica ejerce una presión diferencial sobre la muestra de agua haciendo que se filtre. Los contaminantes de tamaño menor que el específico del poro atraviesan la membrana o se quedan retenidos en su interior, las bacterias quedan en la superficie de la membrana y luego está es llevada a un medio de enriquecimiento selectivo.

INTERFERENCIAS

- Lavado de material ineficiente.
- Fallas en el proceso de esterilización de material.
- Ambientes contaminados que afecten las muestras.
- Procedimientos inadecuados de la siembra.
- Fallas en la toma y transporte de la muestra.

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, PRESERVACIÓN Y MANEJO: El recipiente requerido es botellas de vidrio, esterilizables con capacidad no menor a 100 mL con preservante (tiosulfato de sodio y/o EDTA) si lo requiere. El volumen mínimo para análisis microbiológico es de 100 mL. Para análisis bacteriológico se toma la muestra directamente sin realizar purga del recipiente, teniendo en cuenta no llenar el recipiente completamente, con la precaución de dejar una cámara de aire dentro de él; el recipiente bacteriológico y su tapa, no deben tocar ninguna superficie contaminada, ya que esto podría alterar el resultado. Se llena el recipiente hasta la cantidad deseada, se tapa y se coloca el material protector de la tapa (papel o tela) ajustado con una cuerda.

Cuando se hagan tomas de ríos, corrientes, lagos, pantanos, fuentes o pozos se obtendrán muestras representativas, no es conveniente tomar muestras demasiado cerca de la orilla o demasiado lejos del punto de extracción ni a una profundidad superior o inferior a la de dicho punto, en estos puntos se puede hacer uso de una cuerda o un nylon que se amarre a la botella y se descargue con la boca hacia abajo.

Después de recolectadas las muestras deben ser llevadas al laboratorio lo más rápido posible. Si no es posible el análisis en el lapso de 24 horas después del muestreo, se debe refrigerar a una temperatura entre 2°C. Se reduce al mínimo la posibilidad de cambio durante el almacenamiento y transporte de las muestras. Se evita la exposición a la luz solar directa. Es conveniente asegurar que los recipientes se mantengan en posición vertical y que el líquido de muestra no se derrame, igualmente el instrumento que se emplea como refrigerante no debe entrar en contacto con la muestra para

evitar su posible contaminación. La nevera de transporte debe contener hielos que mantengan la temperatura de refrigeración, estas deben estar limpias y en lo posible desinfectadas para evitar una fuente de contaminación.

2. ANÁLISIS DE CALIDAD PARA AGUA DE CONSUMO HUMANO COMPUESTA

Ítem 2.1

OLOR

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: el olor de un agua puede ser indicador de contaminación de la misma, bien sea por algún producto químico, o bien, por sufrir ésta un proceso de eutrofización. El olor desagradable puede deberse a la presencia simultánea de varios elementos productores de olor, ya que tienen una acción sinérgica aditiva. El olor se reconoce como factor de calidad que afecta la aceptabilidad del agua potable que pueda corromperse con la presencia, de peces y otros organismos acuáticos. Compuestos químicos presentes en el agua como los fenoles, diversos hidrocarburos, cloro, materias orgánicas en descomposición o esencias liberadas por diferentes algas u hongos pueden dar olores y sabores muy fuertes al agua, aunque estén en muy pequeñas concentraciones.

RESUMEN: Un análisis organoléptico es una valoración cualitativa que se realiza sobre una muestra de agua, basada exclusivamente en la valoración de los sentidos. En el caso del agua consiste en la valoración del agua en base a su olor, sabor, olor o turbidez. El análisis organoléptico es la valoración cualitativa que se realiza a una muestra o cuerpo de agua, ésta se basa exclusivamente en la percepción de los sentidos.

INTERFERENCIAS: Riesgos para la salud como:

- Malestar, dolor de cabeza, mareos.
- Alergias dependiendo del causante del olor.

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, PRESERVACIÓN Y MANEJO: Recoja una muestra representativa y colóquela en celdas de cristal limpia, la determinación de color se debe realizar de inmediato, si se requiere almacenamiento, almacene la muestra a 4°C evitando que se generen cambios biológicos o físicos que alteren el color por degradación microbiológica de sólidos.

Ítem 2.2

SABOR

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: Un agua potable debe tener un sabor débil y agradable. Las aguas muy puras tienen un sabor menos agradable, debido a que contienen una cantidad menor de sales minerales. Esto hace que su sabor sea más soso. Salvo el sabor debido a la mineralización del agua, que es fácilmente apreciable, el resto de los sabores son indicadores de contaminación o de la existencia de algas u hongos. Así, las algas verde-azuladas producen un sabor podrido y las algas verdes producen sabor a hierba. Los cloruros dan sabor salobre, el magnesio amargo y el aluminio a ferroso.

RESUMEN: Un análisis organoléptico es una valoración cualitativa que se realiza sobre una muestra de agua, basada exclusivamente en la valoración de los sentidos. En el caso del agua consiste en la valoración del agua en base a su olor, sabor, olor o turbidez. El análisis organoléptico es la valoración cualitativa que se realiza a una muestra o cuerpo de agua, ésta se basa exclusivamente en la percepción de los sentidos.

INTERFERENCIAS: Son de carácter médico al muestreador conformado por diversos factores que puedan alterar el sabor como lo son los hábitos alimentarios y patrones culturales, edad, ambiente, condiciones de la prueba, medicamentos, estados de hambre, ansiedad, saciedad, cansancio físico, saturación por estimulación constante de los receptores.

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, PRESERVACIÓN Y MANEJO: Recoja una muestra representativa y colóquela en celdas de cristal limpia, la determinación de sabor se debe realizar de inmediato, si se requiere almacenamiento, almacene la muestra a 4°C evitando que se generen cambios biológicos o físicos que alteren el color por degradación microbiológica de sólidos.

Ítem 2.3

CONDUCTIVIDAD

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: La conductividad es una medida de la propiedad que poseen las soluciones acuosas para conducir la corriente eléctrica. Esta propiedad depende de la presencia de iones, su concentración, movilidad, valencia y de la temperatura de la medición. El método electrométrico es aplicable a aguas potables, superficiales, salinas, aguas residuales domésticas e industriales y lluvia ácida.

RESUMEN: Para la determinación de la conductividad la medida física hecha en el laboratorio es la resistencia, en ohmios o megaohmios. La conductividad es el inverso de la resistencia específica, y se expresa en micromho por centímetro ($\mu\text{mho/cm}$), equivalentes a microsiemens por centímetro ($\mu\text{S/cm}$) o milisiemens por centímetro (mS/cm) en el Sistema Internacional de Unidades. El intervalo de aplicación del método es de 10 a 10.000 (o hasta 50.000) $\mu\text{mho/cm}$, las conductividades fuera de estos valores son difíciles de medir con los componentes electrónicos y las celdas convencionales.

INTERFERENCIAS:

- El valor de la conductividad de una solución depende de la temperatura de la muestra, en el momento de ejecutar la medición, siempre confirme en el conductímetro que la temperatura de referencia sea de 25.0°C , la constante de la celda de $0,469\text{ cm}^{-1}$ y la compensación de temperatura de $1,91\%\text{K}$.
- Las desviaciones de las mediciones con equipos de conductividad se presentan cuando los electrodos almacenan residuos y la muestra no circula adecuadamente. Para evitarlo lave perfectamente el electrodo con abundante agua desionizada cuando lo requiera. Agite homogéneamente la muestra.
- Evite realizar mediciones a temperaturas excesivas o mediciones en soluciones especiales, ya que puede dañar la celda o acortar su tiempo de vida considerablemente.
- Evite variaciones de la constante no debidas a alteraciones de la celda, asegurándose de que las condiciones de preservación y almacenamiento de las soluciones estándar de KCl sean óptimas. Si se presentan cambios es conveniente preparar una nueva solución estándar de 0.0100M y verificar.
- Antes que alterar la constante de la celda, mejore las condiciones de preparación de las soluciones patrón de KCl, pues esta produce un cambio proporcional en todo el rango estudiado.

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, PRESERVACIÓN Y MANEJO: El volumen mínimo para esta determinación es de 500mL, en envase de plástico (polietileno o equivalente) o vidrio. No le adicione ningún preservante, refrigere a 4°C para enviar la muestra al Laboratorio. El período máximo de almacenamiento de espera para el análisis es de 28 días.

Ítem 2.4

ANTIMONIO

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: El antimonio se encuentra en cantidades traza en agua naturales (normalmente inferiores a $10\mu\text{g/L}$) y puede presentarse en mayores concentraciones en manantiales termales o en aguas que drenan zonas mineralizadas. El antimonio no es un elemento abundante en la naturaleza; raras veces se encuentra en forma natural, como Sb_2S_3 (estibnita, antimonita); el Sb_2O_3 (valentinita) se halla como producto de descomposición de la estibnita. Forma parte por lo general de los minerales de cobre, plata y plomo. También se encuentran en la naturaleza los antimonuros metálicos NiSb (breithauptita), NiSbS (ulmanita) y Ag_2Sb (dicrasita); existen numerosos tioantimoniatos como el Ag_3SbS_3 (pirargirita).

RESUMEN: La espectrometría de absorción atómica de llama es un método aplicable a la determinación de antimonio, bismuto, cadmio, calcio, cesio, cromo, cobalto, cobre, oro, iridio, hierro, plomo, litio, magnesio, manganeso, níquel, paladio, platino, potasio, rodio, rutenio, plata, sodio, estroncio, talio, estaño y zinc. En la espectrometría de absorción atómica de llama, un rayo de luz se dirige a través de la llama, hacia un monocromador y hacia un detector que mide la cantidad de luz absorbida por el elemento atomizado en la llama. Para algunos metales, la absorción atómica presenta una sensibilidad superior a la emisión de llamas. Debido a que cada metal tiene su propia longitud de onda de absorción característica, se utiliza una lámpara fuente compuesta por ese elemento; esto hace que el método esté relativamente

libre de interferencias espectrales o de radiación. La cantidad de energía en la longitud de onda característica absorbida en la llama es proporcional a la concentración del elemento en la muestra en un rango de concentración limitado.

INTERFERENCIAS:

- Interferencia química: muchos metales se pueden determinar mediante la aspiración directa de la muestra a una llama de aire y acetileno, la interferencia química es la falta de absorción por los átomos unidos en combinación molecular en la llama.
- Corrección de antecedentes: La absorción molecular y la dispersión de la luz causadas por partículas sólidas en la llama pueden causar valores de absorción erróneamente altos que dan como resultado errores positivos. Cuando se produzcan tales fenómenos, utilice la corrección de fondo para obtener valores precisos.

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, PRESERVACIÓN Y MANEJO

- La muestra debe ser recolectada en envases de plástico o vidrio transparente lavado con solución de 1+1 HNO₃ y agua.
- Recolectar un volumen de muestra de 1000ml.
- Acidificar a pH<2 con HNO₃ y refrigerar a 4°C.
- Tiempo máximo de preservación de 6 meses si la concentración es de mg/L, si la concentración es de µg/L analizar inmediatamente.

Ítem 2.5

NITRATOS

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: La técnica de monitoreo espectrofotométrico ultravioleta (UV) se emplea para medir la absorbancia del nitrato (NO₃⁻) a 220 nm y es adecuada para la determinación rápida de NO₃⁻ y el monitoreo de aguas con bajo contenido de materia orgánica, como aguas naturales sin contaminar y fuentes de agua potable.

RESUMEN: La materia orgánica disuelta también puede absorber a 220 nm y el NO₃⁻ no absorbe a 275 nm, por lo tanto, se usa una segunda medición a 275 nm para corregir el valor de NO₃⁻. La aplicación de esta corrección empírica está relacionada con la naturaleza y concentración de materia orgánica y puede variar de una muestra a otra. La filtración de muestra tiene la intención de remover la posible interferencia de partículas suspendidas. La acidificación con HCl 1N está designada para prevenir la interferencia de concentraciones de hidróxido o carbonato hasta de 1000 mg CaCO₃/L. El cloruro no tiene efecto en la determinación.

INTERFERENCIAS:

1. La materia orgánica disuelta, los agentes tensoactivos, el NO₂⁻, y el Cr⁶⁺ interfieren.
2. Varios iones inorgánicos que normalmente no se encuentran en aguas naturales, tales como clorito y clorato, pueden interferir. Se pueden preparar curvas de corrección individuales para compensar la interferencia de las sustancias inorgánicas, por medio de análisis independientes de sus concentraciones.
3. El método espectrofotométrico requiere una muestra ópticamente limpia, por lo cual las muestras turbias se deben filtrar a través de un filtro de membrana de 0,45 µm de diámetro de poro.

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, PRESERVACIÓN Y MANEJO

- Se debe realizar la recolección de la muestra en envase plástico de 500 ml, previamente lavado con ácido sulfúrico (H₂SO₄).
- Si es necesario el almacenamiento, guardar hasta por 24 h a 4°C; para almacenamientos más prolongados, preservar con 2 ml de H₂SO₄ concentrado por litro y almacenar a 4°C.

NOTA: al preservar la muestra con ácido, no es posible determinar NO₃⁻ y NO₂⁻ como especies individuales.

Ítem 2.6

ALCALINIDAD TOTAL

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: La alcalinidad o basicidad del agua, es la medida de la capacidad para neutralizar ácidos. A diferencia del pH, que indica si una solución es un ácido o una base, la alcalinidad expresa cuánto ácido puede absorber una solución sin cambiar el pH. Es esencialmente, la capacidad amortiguadora de una solución. Por lo tanto,

las soluciones con baja alcalinidad tienen una menor capacidad de amortiguación y cambian el pH con bastante rapidez cuando se agrega algo ácido. La importancia de la alcalinidad es significativa en los fenómenos de coagulación y ablandamiento, así como en la prevención de la corrosión. Por lo general, se mide en el agua de la fuente y en el agua de distribución, aunque también se puede medir en la etapa de coagulación y floculación.

RESUMEN: Los iones hidroxilo presentes en una muestra como resultado de la disociación o hidrólisis de solutos reaccionan con adiciones de ácido estándar. Por tanto, la alcalinidad depende del pH final utilizado.

INTERFERENCIAS:

- Durante el muestreo, el almacenamiento o la titulación de la muestra se pueden ganar o perder gases disueltos, tales como CO₂, H₂S o NH₃, que contribuyen a la acidez o alcalinidad. Tales efectos se pueden minimizar por titulación inmediata después de abrir el recipiente de la muestra, evitando agitación o mezcla vigorosa, protegiendo la muestra de la atmósfera durante la titulación y no dejando que la muestra se caliente más allá de la temperatura en el momento de recolección. Los jabones, materia grasa, sólidos suspendidos o los precipitados pueden cubrir el electrodo de vidrio y causar una respuesta lenta. Dejar pasar un tiempo adicional entre adiciones de titulante para permitir que el electrodo llegue al equilibrio o limpiar los electrodos ocasionalmente. No filtrar, diluir, concentrar o alterar la muestra.

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, PRESERVACIÓN Y MANEJO: Recolectar las muestras en botellas polietileno o de vidrio boro silicato y guardar a baja temperatura; llenar las botellas completamente y tapar herméticamente. Analizar las muestras sin demora, antes de un día, si los pH de las muestras son superiores a 8,3, estas muestras son especialmente sensibles a los cambios, debido a que las aguas residuales pueden estar sujetas a acción microbiana y a pérdida o ganancia de CO₂ u otros gases cuando se exponen al aire. Evitar la agitación de la muestra y una prolongada exposición al aire. Para muestras con pH entre 6 – 8 analizar antes de 48 horas.

Ítem 2.7

CALCIO

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: El calcio es un elemento muy frecuente, normalmente forma sales solubles con muchos aniones (bicarbonato, sulfato, cloruro, fluoruro, etc ...) lo que lo convierte en el catión mayoritario en las aguas, superando como media, la veintena de mg/l. El Ca pasa al agua por dos vías: (a) disolución cuando proviene de sulfatos y silicatos; (b) por la acción agresiva del CO₂ disuelto en el agua cuando se trata de Ca presente en calizas, margas y dolomitas (esto mismo puede decirse del magnesio). En aguas, el denominado "equilibrio carbónico" establece una relación entre el bicarbonato cálcico (soluble) de un agua y el carbonato de calcio, (poco soluble) que se solubiliza por medio del CO₂ disuelto en aquella. El proceso químico se puede esquematizar como: $\text{Ca}(\text{HCO}_3)_2 \rightleftharpoons \text{CO}_2 + \text{CaCO}_3$. Las concentraciones de Ca en aguas varían mucho, estando asociadas al nivel de mineralización; por esto mismo, las aguas subterráneas presentan comúnmente más altos contenidos que las superficiales. La presencia de Ca en agua potable la dota de "sabor" que dependerá del anión mayoritario presente. Así al mismo, este metal posee un papel fisiológico importante en la construcción del tejido óseo y en la transmisión nerviosa como neurotransmisor celular. Además, parecen existir correlaciones negativas entre consumo de aguas con contenidos elevados en Ca y menor aparición de enfermedades cardiovasculares. Una técnica muy utilizada es la de absorción atómica con llama (método oficial). Se opera con lámpara del propio elemento a 422.7 nm y llama de aire-acetileno. Otra técnica muy empleada como método rutinario es la complexométrica con AEDT (también método oficial) que se reseñará en el apartado correspondiente a dureza total, por estar íntimamente relacionada con ésta.

RESUMEN: La espectrometría de absorción atómica de llama es un método aplicable a la determinación de antimonio, bismuto, cadmio, calcio, cesio, cromo, cobalto, cobre, oro, iridio, hierro, plomo, litio, magnesio, manganeso, níquel, paladio, platino, potasio, rodio, rutenio, plata, sodio, estroncio, talio, estaño y zinc. En la espectrometría de absorción atómica de llama, un rayo de luz se dirige a través de la llama, hacia un monocromador y hacia un detector que mide la cantidad de luz absorbida por el elemento atomizado en la llama. Para algunos metales, la absorción atómica presenta una sensibilidad superior a la emisión de llamas. Debido a que cada metal tiene su propia longitud de onda de absorción característica, se utiliza una lámpara fuente compuesta por ese elemento; esto hace que el método esté relativamente libre de interferencias espectrales o de radiación. La cantidad de energía en la longitud de onda característica absorbida en la llama es proporcional a la concentración del elemento en la muestra en un rango de concentración limitado.

INTERFERENCIAS:

- Interferencia química: muchos metales se pueden determinar mediante la aspiración directa de la muestra a una llama de aire y acetileno, la interferencia química es la falta de absorción por los átomos unidos en combinación molecular en la llama.
- Corrección de antecedentes: La absorción molecular y la dispersión de la luz causadas por partículas sólidas en la llama pueden causar valores de absorción erróneamente altos que dan como resultado errores positivos. Cuando se produzcan tales fenómenos, utilice la corrección de fondo para obtener valores precisos.

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, PRESERVACIÓN Y MANEJO

- La muestra debe ser recolectada en envases de plástico o vidrio lavado con solución 1 a 1 de HNO₃.
- Recolectar una muestra de al menos 1000ml.
- Acidificar la muestra a pH<2 con HNO₃.
- El tiempo máximo de preservación es de 6 meses.

Ítem 2.8

CLORUROS

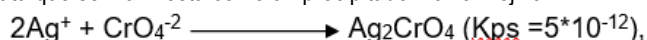
Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: El ión cloruro es uno de los iones inorgánicos más frecuentemente encontrado tanto en agua potable como en aguas servidas, sin embargo, un alto contenido de cloruros puede dañar estructuras metálicas y evitar el crecimiento de plantas, cuando es empleada para riego un agua residual con altas concentraciones de cloruro puede degradar la calidad del suelo y por ende comprometer su fertilidad. Es recomendable para agua con concentraciones entre 1,5 y 100 mg/l de cloruros. El método para la determinación de cloruros en aguas potables o superficiales, es empleado siempre que no tengan excesivo color o turbidez. Se basa en el método de Mohr. Sobre una muestra ligeramente alcalina, con pH entre 7 y 10, se añade disolución de AgNO₃ valorante, y disolución indicadora K₂CrO₄.

RESUMEN: El método de Mohr o argentométrico (volumétrico): la presencia de cloruros se valora empleando una solución de nitrato de plata 0.0141 N(titulante); en la titulación el ión cloruro se precipita como cloruro de plata



El indicador que puede demostrar un exceso de Ag⁺ es el cromato de potasio. Cuando la concentración del cloruro se reduce, la concentración del ión plata aumenta a un nivel en el cual se excede el producto de solubilidad del cromato de plata que se manifiesta como un precipitado marrón rojizo.



Esto se toma como evidencia de que todo el cloruro se ha precipitado.

INTERFERENCIAS: No interfieren las sustancias en las cantidades encontradas normalmente en el agua potable. No obstante:

- El bromuro, yoduro y cianuro se registran como las concentraciones equivalentes de cloruro.
- Los iones sulfuro, tiosulfato, y sulfito interfieren, pero se pueden eliminar con un tratamiento de peróxido de hidrógeno.
- El ortofosfato en concentración mayor de 25 mg/L, interfiere por precipitar como fosfato de plata.
- El hierro por encima de 10 mg/L interfiere por enmascarar el punto final.
- Interfieren también, el color y la turbidez. El color puede eliminarse, tratando la muestra con un alumbre de Aluminio.

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, PRESERVACIÓN Y MANEJO: La toma de muestra se debe realizar en un recipiente limpio de vidrio o plástico químicamente resistente, recolectar mínimo 50ml de muestra. Para las muestras de agua potable, en condiciones normales, no es necesario realizar ningún tratamiento previo.

Ítem 2.9

ALUMINIO

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: El aluminio es un componente natural de aguas superficiales y subterráneas, adicionalmente el sulfato de aluminio es empleado ampliamente como agente floculante en el tratamiento de agua potable, su contenido en el agua potable en altas concentraciones genera negativo aspecto visual y sabor al agua. Es considerado no tóxico y no se ha reportado efectos adversos en la salud por causa de consumo o exposición al aluminio. El método directo de llama de óxido nitroso-acetileno es aplicable a la determinación de aluminio, bario, berilio, calcio, molibdeno, osmio, renio, silicio, torio, titanio y vanadio.

RESUMEN: En la espectrometría de absorción atómica de llama, un rayo de luz se dirige a través de la llama, hacia un monocromador y hacia un detector que mide la cantidad de luz absorbida por el elemento atomizado en la llama. Para algunos metales, la absorción atómica presenta una sensibilidad superior a la emisión de llamas. Debido a que cada metal tiene su propia longitud de onda de absorción característica, se utiliza una lámpara fuente compuesta por ese elemento; esto hace que el método esté relativamente libre de interferencias espectrales o de radiación. La cantidad de energía en la longitud de onda característica absorbida en la llama es proporcional a la concentración del elemento en la muestra en un rango de concentración limitado.

INTERFERENCIAS

- Interferencia química: muchos metales se pueden determinar mediante la aspiración directa de la muestra a una llama de aire y acetileno, la interferencia química es la falta de absorción por los átomos unidos en combinación molecular en la llama.
- Corrección de antecedentes: La absorción molecular y la dispersión de la luz causadas por partículas sólidas en la llama pueden causar valores de absorción erróneamente altos que dan como resultado errores positivos. Cuando se produzcan tales fenómenos, utilice la corrección de fondo para obtener valores precisos.

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, PRESERVACIÓN Y MANEJO

- La muestra debe ser recolectada en envases de plástico o vidrio.
- Refrigerar la muestra a $<6^{\circ}\text{C}$.

Ítem 2.10

DUREZA TOTAL

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: la dureza total se define como la suma de las concentraciones de Ca y Mg, ambos expresados como carbonato cálcico, en mg/l. En general se originan en áreas donde la capa superficial del suelo es gruesa y contiene formaciones de piedra caliza. Son aguas satisfactorias para el consumo humano (por simple desinfección) pero para fines de limpieza, a mayor dureza, mayor es la utilización de jabón (mayor costo) El agua dura se crea cuando el magnesio y el calcio los dos minerales disuelven en el agua. También se debe a la presencia de hierro El grado de dureza de un agua aumenta, cuanto más calcio y magnesio hay disuelto. Magnesio y calcio son iones positivamente cargados. Debido a su presencia, otros iones cargados positivamente se disolverán menos fácil en el agua dura que en el agua que no contiene calcio y magnesio.

RESUMEN: El uso exitoso del EDTA para determinar la dureza de que se tenga un indicador que muestre el momento en el que el EDTA se encuentre en exceso, o en que todos los iones que causan dureza hayan formado complejos. El medio conocido como negro de ericromo T funciona como un excelente indicador para mostrar el punto en que los iones que causan la dureza han formado complejos.

INTERFERENCIAS:

- Cuando el punto final no es claro, tome una alícuota menor o realice una titulación preliminar y establezca el volumen aproximado, sobre otra alícuota adicione a la muestra un 90 % del volumen determinado antes de adicionar el tampón y el indicador, continuar con la adición del titulante hasta el punto final.
- Algunos iones metálicos interfieren produciendo puntos finales débiles o indiferenciados, o provocando un consumo estequiométrico de EDTA. Reduzca esta interferencia añadiendo algunos inhibidores antes de la titulación.

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, PRESERVACIÓN Y MANEJO: Para la determinación de dureza las muestras deben guardarse en recipientes de plástico (polietileno o equivalentes) ó de vidrio, debidamente lavados y enjuagados con HNO_3 1 + 1 y secado en estufa. El volumen mínimo de recolección para este tipo de muestras debe ser de 500 mL.

Las muestras deben ser analizadas lo más pronto posible después de su recolección. Mantenga la muestra refrigerada a 4°C. En el momento del análisis se debe dejar llevar la muestra hasta temperatura ambiente.

ÍTEM 2.11

HIERRO TOTAL

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: el hierro junto con el manganeso son elementos que generalmente se encuentran en el agua y especialmente en el agua subterránea, dándole al agua sabor, olor y color indeseable. El hierro puede causar manchas en ropa, accesorios de plomería y concreto. Los depósitos de hierro se acumulan en cañerías, tanques de presión, calentadores de agua y equipo ablandador de agua.

La espectrometría de absorción atómica de llama es un método aplicable a la determinación de antimonio, bismuto, cadmio, calcio, cesio, cromo, cobalto, cobre, oro, iridio, hierro, plomo, litio, magnesio, manganeso, níquel, paladio, platino, potasio, rodio, rutenio, plata, sodio, estroncio, talio, estaño y zinc.

RESUMEN: En la espectrometría de absorción atómica de llama, un rayo de luz se dirige a través de la llama, hacia un monocromador y hacia un detector que mide la cantidad de luz absorbida por el elemento atomizado en la llama. Para algunos metales, la absorción atómica presenta una sensibilidad superior a la emisión de llamas. Debido a que cada metal tiene su propia longitud de onda de absorción característica, se utiliza una lámpara fuente compuesta por ese elemento; esto hace que el método esté relativamente libre de interferencias espectrales o de radiación. La cantidad de energía en la longitud de onda característica absorbida en la llama es proporcional a la concentración del elemento en la muestra en un rango de concentración limitado.

INTERFERENCIAS:

- Interferencia química: muchos metales se pueden determinar mediante la aspiración directa de la muestra a una llama de aire y acetileno, la interferencia química es la falta de absorción por los átomos unidos en combinación molecular en la llama.
- Corrección de antecedentes: La absorción molecular y la dispersión de la luz causadas por partículas sólidas en la llama pueden causar valores de absorción erróneamente altos que dan como resultado errores positivos. Cuando se produzcan tales fenómenos, utilice la corrección de fondo para obtener valores precisos.

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, PRESERVACIÓN Y MANEJO

- La muestra debe ser recolectada en envases de plástico o vidrio lavado con solución 1 a 1 de HNO₂.
- Recolectar una muestra de al menos 1000ml.
- Acidificar la muestra a pH<2 con HNO₂.
- El tiempo máximo de preservación es de 6 meses.

Ítem 2.12

MAGNESIO

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: El magnesio y otros metales alcalinotérreos son responsables de la dureza del agua. El agua que contiene grandes cantidades de iones alcalinotérreos se denomina agua dura, y el agua que contiene bajas concentraciones de estos iones se conoce como agua blanda. Elemento frecuente bajo forma de carbonatos, sulfatos y cloruros, así como en silicatos. En aguas salobres puede alcanzar hasta los 1.3 g/l, mientras sus concentraciones medias en aguas no marinas se sitúan alrededor de 20-40 mg/l (segundo catión mayoritario tras el Ca). En ríos, la concentración del metal suele aumentar desde el nacimiento hasta la desembocadura por disolución de rocas y minerales del terreno. También el Mg (como el Ca) está involucrado en un equilibrio "carbonato insoluble-bicarbonato soluble" responsable de procesos de incrustación y agresión en tuberías de aguas: $MgCO_3 + CO_2 \leftrightarrow Mg(HCO_3)_2$. Además, la descomposición térmica del bicarbonato de magnesio genera hidróxido insoluble y desprende CO₂ particularmente agresivo frente a diversos materiales metálicos y no metálicos. El Mg (fundamental para la fotosíntesis como integrante de la clorofila) es también importante en ciertos sistemas enzimáticos e interviene en la formación de los huesos. Parece que el consumo de aguas con bajos niveles del metal < 15 mg/l se relaciona con altas tasas de enfermedades coronarias. Por otro lado, el contenido elevado de Mg en aguas de bebida puede provocar efectos laxantes y sabor amargo.

RESUMEN: La espectrometría de absorción atómica de llama es un método aplicable a la determinación de antimonio, bismuto, cadmio, calcio, cesio, cromo, cobalto, cobre, oro, iridio, hierro, plomo, litio, magnesio, manganeso, níquel, paladio, platino, potasio, rodio, rutenio, plata, sodio, estroncio, talio, estaño y zinc. En la espectrometría de absorción

atómica de llama, un rayo de luz se dirige a través de la llama, hacia un monocromador y hacia un detector que mide la cantidad de luz absorbida por el elemento atomizado en la llama. Para algunos metales, la absorción atómica presenta una sensibilidad superior a la emisión de llamas. Debido a que cada metal tiene su propia longitud de onda de absorción característica, se utiliza una lámpara fuente compuesta por ese elemento; esto hace que el método esté relativamente libre de interferencias espectrales o de radiación. La cantidad de energía en la longitud de onda característica absorbida en la llama es proporcional a la concentración del elemento en la muestra en un rango de concentración limitado.

INTERFERENCIAS:

- Interferencia química: muchos metales se pueden determinar mediante la aspiración directa de la muestra a una llama de aire y acetileno, la interferencia química es la falta de absorción por los átomos unidos en combinación molecular en la llama.
- Corrección de antecedentes: La absorción molecular y la dispersión de la luz causadas por partículas sólidas en la llama pueden causar valores de absorción erróneamente altos que dan como resultado errores positivos. Cuando se produzcan tales fenómenos, utilice la corrección de fondo para obtener valores precisos.

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, PRESERVACIÓN Y MANEJO

- La muestra debe ser recolectada en envases de plástico o vidrio lavado con solución 1 a 1 de HNO_2 .
- Recolectar una muestra de al menos 1000ml.
- Acidificar la muestra a $\text{pH} < 2$ con HNO_2 .
- El tiempo máximo de preservación es de 6 meses.

Ítem 2.13

MANGANESO

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: El manganeso es un elemento esencial para el ser humano y otros animales, está presente de manera natural en muchos alimentos. El manganeso es esencial para la salud ósea, incluido el desarrollo y mantenimiento de los huesos. Combinada con los nutrientes calcio, zinc y cobre, el manganeso es compatible con la densidad mineral ósea. Esto es particularmente importante en adultos mayores.

El manganeso no presenta riesgos para la salud en las concentraciones en las que se encuentra en el agua de pozo, municipal o subterránea, pero se ha descubierto que beber agua con altos niveles de manganeso puede dañar el desarrollo del cerebro en bebés y niños pequeños, afectando la memoria, atención o problemas motores. El manganeso se absorbe más fácilmente en el cuerpo a través del agua potable.

El principal problema, es que puede apórtale al agua algo de turbiedad así como modificar su sabor, además, el problema más común se presenta cuando la ropa tiene contacto con un agua con valores de manganeso mayor a 0.15 mg / l, ya que puede generar manchas de color marrón en la ropa.

RESUMEN: El plasma de acoplamiento inductivo (ICP), también conocido como ICP-AES (espectrometría de emisión atómica) o ICP-OES (espectrometría de emisión óptica), se utiliza para analizar simultáneamente muchos elementos y en niveles tan bajos como 1-10 partes por mil millones o ppb. Se utiliza en una gran variedad de mercados, incluidos el de alimentos y bebidas, el metálico, el farmacéutico, el geológico, el hidrológico y el del cemento. El ICP funciona usando un plasma de argón en el que se inyecta una muestra líquida atomizada. La muestra se ioniza en el plasma y los iones emiten luz a diferentes longitudes de onda características que posteriormente se miden. El argón necesita que los niveles de oxígeno y de agua sean bajos, ya que tienen un efecto de apantallamiento sobre la señal de algunos metales que da lugar a falsas lecturas bajas. También necesita que sean bajos los niveles de hidrocarburo, puesto que pueden dar lugar a depósitos de carbono sobre el espejo, lo cual reduciría la potencia de la señal. A veces, en el ICP se emplea el nitrógeno como gas de refrigeración. En el ICP con espectrómetro de masas o ICP-MS, los iones producidos en el plasma de argón se inyectan en el espectrómetro de masas, separando así los iones en función de su relación de masa y carga. Es ideal para análisis de metales en concentraciones de tan solo partes por billón. Las impurezas en el argón pueden provocar problemas graves con el ICP-MS debido a su alta sensibilidad.

INTERFERENCIAS:

- Tolerancia del plasma: supresión de la ionización o problemas en la interfase (bloqueo de los conos y deriva de la señal) debido a muestras con alto contenido de matriz ($>0.3\%$).
- Presencia de interferencias espectrales derivadas de la matriz, se modifican en función de la composición de las muestras. Generalmente son variables y desconocidas.

- Rango lineal limitado, especialmente cuando se trabaja en disímiles niveles de concentración (configuración de alta sensibilidad para elementos ultra traza, podría saturar la señal de mayoritarios).

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, PRESERVACIÓN Y MANEJO:

- La muestra debe ser recolectada en envases de plástico o vidrio lavado con solución 1 a 1 de HNO₂.
- Recolectar una muestra de al menos 1000ml.
- Acidificar la muestra a pH<2 con HNO₂.
- El tiempo máximo de preservación es de 6 meses.

Ítem 2.14

Molibdeno

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: El Molibdeno (Mo) es un elemento refractario metálico utilizado principalmente como agente de aleación en acero, hierro fundido, y superlaciones para mejorar la dureza, resistencia, tenacidad y resistencia al desgaste y la corrosión. Para lograr las propiedades metalúrgicas deseadas, el molibdeno se utiliza con frecuencia en combinación con cromo, manganeso, níquel, tungsteno, o metales aleados. La versatilidad de molibdeno en el mejoramiento de una variedad de propiedades de la aleación se ha asegurado un papel significativo en la tecnología industrial contemporáneo, que requiere cada vez más materiales que son útiles en alta tensión, la ampliación de los rangos de temperatura y ambientes altamente corrosivos. Por otra parte, el molibdeno encuentra el uso significativo como un metal refractario en numerosas

29 aplicaciones de productos químicos, incluidos los catalizadores, lubricantes y pigmentos. También se emplea en determinadas aplicaciones electrónicas, como en las capas de metal conductoras en los transistores.

RESUMEN: En la espectrometría de absorción atómica de llama, un rayo de luz se dirige a través de la llama, hacia un monocromador y hacia un detector que mide la cantidad de luz absorbida por el elemento atomizado en la llama. Para algunos metales, la absorción atómica presenta una sensibilidad superior a la emisión de llamas. Debido a que cada metal tiene su propia longitud de onda de absorción característica, se utiliza una lámpara fuente compuesta por ese elemento; esto hace que el método esté relativamente libre de interferencias espectrales o de radiación. La cantidad de energía en la longitud de onda característica absorbida en la llama es proporcional a la concentración del elemento en la muestra en un rango de concentración limitado.

INTERFERENCIAS

- Interferencia química: muchos metales se pueden determinar mediante la aspiración directa de la muestra a una llama de aire y acetileno, la interferencia química es la falta de absorción por los átomos unidos en combinación molecular en la llama.
- Corrección de antecedentes: La absorción molecular y la dispersión de la luz causadas por partículas sólidas en la llama pueden causar valores de absorción erróneamente altos que dan como resultado errores positivos. Cuando se produzcan tales fenómenos, utilice la corrección de fondo para obtener valores precisos.

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, PRESERVACIÓN Y MANEJO

- La muestra debe ser recolectada en envases de plástico o vidrio.
- Refrigerar la muestra a <6 °C.

Ítem 2.15

SULFATOS

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: El sulfato (SO₄²⁻) se encuentra ampliamente distribuido en la naturaleza y puede estar presente en aguas naturales en concentraciones que van desde unos pocos miligramos por litro hasta algunos gramos por litro. El intervalo de aplicación de este método va de 3 a 40 mg SO₄²⁻/L. Para muestras con concentraciones superiores, se debe usar una alícuota que contenga menos de 40 mg SO₄²⁻/L. Este método es aplicable a aguas potables, lluvia, superficiales, y efluentes domésticos e industriales.

RESUMEN: El método nefelométrico se recomienda, preferentemente, para la determinación de sulfatos en aguas con contenidos superiores a 60 mg/L. El ion sulfato (SO₄²⁻) precipita, en un medio de ácido acético, con ión Ba²⁺, de modo que forma cristales de sulfato de bario (BaSO₄), los que deben mantenerse en suspensión durante un periodo de tiempo que resulte suficiente para medir la absorbancia que la misma produzca.

Este método no es recomendable para aguas con color, materias en suspensión o con elevado contenido en materias orgánicas, ya que interfieren en la determinación, pudiendo ser eliminadas por filtración o centrifugación. El contenido

de sulfatos es importante, porque las aguas con alto contenido de sulfatos tienden a formar incrustaciones en las calderas y en los intercambiadores de calor.

INTERFERENCIAS

1. El color o la materia en suspensión en grandes cantidades pueden interferir con la determinación; esta última se puede remover por filtración.
2. La sílice en cantidad superior a 500 mg/L interfiere. Realizar dilución o muestra adicionada para observar la interferencia por matriz.
3. En aguas con grandes cantidades de materia orgánica puede ser imposible precipitar el BaSO_4 satisfactoriamente. Diluir o adicionar muestra para observar interferencia por matriz.
4. En aguas potables no hay otros iones diferentes del SO_4^{2-} que formen compuestos insolubles con bario bajo condiciones fuertemente ácidas.
5. En presencia de materia orgánica algunas bacterias reducen el SO_4^{2-} a S^{2-} , lo que se evita por refrigeración de la muestra.
6. Hacer las determinaciones a temperatura ambiente; variaciones de temperatura en un intervalo de 10°C no causa un error apreciable.

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA

- Para realizar análisis de sulfatos se debe recoger una alícuota de al menos 250ml de muestra.
- La muestra debe ser tomada en un recipiente plástico o de vidrio y debe ser preservada mediante refrigeración a 4°C .
- El análisis debe ser realizado dentro de los 28 días siguientes a la toma de la muestra.

Ítem 2.16

FOSFÁTOS

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: El aumento del crecimiento de las algas, que en el peor de los casos puede llevar a la eutrofización de las aguas superficiales, es consecuencia de unas altas concentraciones de fosfato. Los compuestos del fósforo son nutrientes de las plantas y conducen al crecimiento de algas en las aguas superficiales. Dependiendo de la concentración de fosfato existente en el agua, puede producirse la eutrofización. Tan sólo 1 gramo de fosfato-fósforo ($\text{PO}_4\text{-P}$) provoca el crecimiento de hasta 100 g de algas. Cuando estas algas mueren, los procesos de descomposición dan como resultado una demanda de oxígeno de alrededor de 150 gramos. Las concentraciones críticas para una eutrofización incipiente se encuentran entre 0,1-0,2 mg/l $\text{PO}_4\text{-P}$ en el agua corriente y entre 0,005-0,01 mg/l $\text{PO}_4\text{-P}$ en aguas tranquilas.

RESUMEN: La espectrofotometría UV-visible es una técnica analítica que permite determinar la concentración de un compuesto en solución. Se basa en que las moléculas absorben las radiaciones electromagnéticas y a su vez que la cantidad de luz absorbida depende de forma lineal de la concentración. Para hacer este tipo de medidas se emplea un espectrofotómetro, en el que se puede seleccionar la longitud de onda de la luz que pasa por una solución y medir la cantidad de luz absorbida por la misma. La espectrofotometría es una de las técnicas experimentales más utilizadas para la detección específica de moléculas de distinta naturaleza (contaminantes, biomoléculas, etc) y estado de agregación (sólido, líquido, gas). El fundamento físico-químico de la espectrofotometría está relacionado con la capacidad de las moléculas de absorber energía luminosa y almacenarla en forma de energía interna. Esto permite que se inicien ciclos vitales de muchos organismos, entre ellos el de la fotosíntesis en plantas y bacterias.

INTERFERENCIAS:

- La presencia de turbidez y color en la muestra debe corregirse elaborando un blanco.
- Las muestras con bajas concentraciones de fósforo no se deben almacenar en botellas plásticas a menos que se congelen, debido a que los fosfatos se pueden adsorber en las paredes plásticas.

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, PRESERVACIÓN Y MANEJO:

- Colecte la muestra en envase de vidrio ámbar de por lo menos 100ml y no le adicione ningún preservante, refrigérelas inmediatamente a 4°C .
- Las muestras refrigeradas tienen un tiempo máximo de espera para el análisis de 48 horas.
- La muestra debe ser filtrada antes de realizar el análisis, filtrar toda la botella ya que se comparte el filtrado con los análisis de nitritos y sulfatos, siempre y cuando el volumen de muestra sea suficiente para los tres analitos.

Ítem 2.17

ARSÉNICO

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: El arsénico es una de las sustancias químicas más perjudiciales para la salud, pues se conocen pruebas científicas existentes sobre su alta carcinogénesis por su ingestión y/o inhalación. El consumo prolongado a través del consumo de agua y/o alimentos contaminados puede causar intoxicación crónica, e hidroarsenismo que genera manifestaciones en la piel como lesiones cutáneas, cáncer de piel, trastornos gastrointestinales, enfermedades cardiovasculares, disturbios en el sistema nervioso y periférico, cáncer de vejiga y de pulmón, diabetes y alteración cromosómica.

La absorción atómica electrométrica permite la determinación de la mayoría de los elementos metálicos con sensibilidades y límites de detección de 20 a 1000 veces mejor que la técnica de llama convencional sin extracción ni concentración de la muestra. Una ventaja de la absorción atómica electrotrémica es que solo se requiere un volumen muy pequeño de muestra. Este método es adecuado para la determinación de micro cantidades de algunos metales.

RESUMEN: La espectroscopia de absorción atómica electrotrémica se basa en el mismo principio que la atomización de llama directa, pero un atomizador calentado eléctricamente o un horno de grafito reemplaza el cabezal del quemador estándar. Se dispensa un volumen de muestra discreto en el tubo o taza de muestra de grafito.

La determinación se realiza calentando la muestra en tres o más etapas, primero una corriente baja calienta el tubo para secar la muestra, segundo se destruye la materia orgánica y volatiliza otros compuestos de materia orgánica, y finalmente se calienta el tubo a incandescencia y en una atmósfera inerte, se atomiza el elemento que se está determinando

INTERFERENCIAS: Las determinaciones de atomización electrotrémica pueden estar sujetas a interferencias significativas por absorción molecular, así como por efectos químicos y de matriz. La absorción molecular puede ocurrir cuando los componentes de la matriz de la muestra se volatilizan durante la atomización, dando como resultado una absorción de banda ancha.

Los modificadores químicos se agregan en alta concentración (nivel porcentual) y pueden provocar la contaminación de la muestra por impurezas en la solución del modificador. El uso intensivo de modificadores químicos puede reducir la vida útil (normalmente de 50 a 100 disparos) del tubo de grafito.

La interacción química del tubo de grafito con varios elementos para formar carburos refractarios ocurre a altas temperaturas de carbonización y atomización. Los elementos que forman carburos son bario, molibdeno, níquel, titanio, vanadio y silicio. La formación de carburo se caracteriza por picos de atomización anchos y en cola y sensibilidad reducida. El uso de tubos con recubrimiento pirolítico para estos metales minimiza el problema.

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, PRESERVACIÓN Y MANEJO

- Antes del análisis, enjuague los envases (polipropileno o polietileno lineal con tapa de polietileno o vidrio borosilicato) con proporción 1+1 HNO₃ y agua.
- Tome un volumen de muestra de 1000ml.
- Acidificar a pH<2 con HNO₃ y refrigerar a 4°C.
- Tiempo máximo de preservación de 6 meses si la concentración es de mg/L, si la concentración es de µg/L analizar inmediatamente.

Ítem 2.18

BARIO

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: El bario es un metal blanco- plateado que existe en el ambiente solamente en minerales que contienen mezclas de elementos, se combina con otras sustancias químicas, la ingestión de agua contaminada con bario puede generar desde perturbaciones gastrointestinales y debilidad muscular hasta daño de riñones, alteración del ritmo del corazón y la muerte, dependiendo de la exposición a dicho metal.

La absorción atómica electrométrica permite la determinación de la mayoría de los elementos metálicos con sensibilidades y límites de detección de 20 a 1000 veces mejor que la técnica de llama convencional sin extracción ni

concentración de la muestra. Una ventaja de la absorción atómica electrotérmica es que solo se requiere un volumen muy pequeño de muestra. Este método es adecuado para la determinación de micro cantidades algunos metales, aunque aún no se dispone de datos de precisión y exactitud.

RESUMEN: La espectroscopia de absorción atómica electrotérmica se basa en el mismo principio que la atomización de llama directa, pero un atomizador calentado eléctricamente o un horno de grafito reemplaza el cabezal del quemador estándar. Se dispensa un volumen de muestra discreto en el tubo o taza de muestra de grafito.

La determinación se realiza calentando la muestra en tres o más etapas, primero una corriente baja calienta el tubo para secar la muestra, segundo se destruye la materia orgánica y volatiliza otros compuestos de materia orgánica, y finalmente se calienta el tubo a incandescencia y en una atmósfera inerte, se atomiza el elemento que se está determinando

INTERFERENCIAS: Las determinaciones de atomización electrotérmica pueden estar sujetas a interferencias significativas por absorción molecular, así como por efectos químicos y de matriz. La absorción molecular puede ocurrir cuando los componentes de la matriz de la muestra se volatilizan durante la atomización, dando como resultado una absorción de banda ancha.

Los modificadores químicos se agregan en alta concentración (nivel porcentual) y pueden provocar la contaminación de la muestra por impurezas en la solución del modificador. El uso intensivo de modificadores químicos puede reducir la vida útil (normalmente de 50 a 100 disparos) del tubo de grafito.

La interacción química del tubo de grafito con varios elementos para formar carburos refractarios ocurre a altas temperaturas de carbonización y atomización. Los elementos que forman carburos son bario, molibdeno, níquel, titanio, vanadio y silicio. La formación de carburo se caracteriza por picos de atomización anchos y en cola y sensibilidad reducida. El uso de tubos con recubrimiento pirrolítico para estos metales minimiza el problema.

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, PRESERVACIÓN Y MANEJO

- Emplee recipientes de plástico o vidrio borosilicato.
- Tome un volumen de muestra de 1000ml.
- Acidificar a $\text{pH} < 2$ con HNO_3 y refrigerar a 4°C .
- Tiempo máximo de preservación de 1 mes, no use H_2SO_4 para acidificar.

Ítem 2.19

CADMIO

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: El cadmio tiene efectos tanto en los riñones como en el sistema óseo y respiratorio, además de ser carcinogénico para los seres humanos, el cadmio puede acumularse en organismos acuáticos y en cosechas agrícolas, siendo posible que ingresen a la cadena alimenticia

La espectrometría de absorción atómica de llama es un método aplicable a la determinación de antimonio, bismuto, cadmio, calcio, cesio, cromo, cobalto, cobre, oro, iridio, hierro, plomo, litio, magnesio, manganeso, níquel, paladio, platino, potasio, rodio, rutenio, plata, sodio, estroncio, talio, estaño y zinc.

RESUMEN: En la espectrometría de absorción atómica de llama, un rayo de luz se dirige a través de la llama, hacia un monocromador y hacia un detector que mide la cantidad de luz absorbida por el elemento atomizado en la llama. Para algunos metales, la absorción atómica presenta una sensibilidad superior a la emisión de llamas. Debido a que cada metal tiene su propia longitud de onda de absorción característica, se utiliza una lámpara fuente compuesta por ese elemento; esto hace que el método esté relativamente libre de interferencias espectrales o de radiación. La cantidad de energía en la longitud de onda característica absorbida en la llama es proporcional a la concentración del elemento en la muestra en un rango de concentración limitado.

INTERFERENCIAS:

- Interferencia química: muchos metales se pueden determinar mediante la aspiración directa de la muestra a una llama de aire y acetileno, la interferencia química es la falta de absorción por los átomos unidos en combinación molecular en la llama.
- Corrección de antecedentes: La absorción molecular y la dispersión de la luz causadas por partículas sólidas en la llama pueden causar valores de absorción erróneamente altos que dan como resultado errores positivos. Cuando se produzcan tales fenómenos, utilice la corrección de fondo para obtener valores precisos.

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, PRESERVACIÓN Y MANEJO

- La muestra debe ser recolectada en envases de plástico o vidrio transparente lavado con solución de 1+1 HNO₃ y agua.
- Recolectar un volumen de muestra de 1000ml.
- Acidificar a pH<2 con HNO₃ y refrigerar a 4°C.
- Tiempo máximo de preservación de 6 meses si la concentración es de mg/L, si la concentración es de µg/L analizar inmediatamente.

Ítem 2.20

CIANURO LIBRE Y DISOCIABLE

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: El cianuro se usa para varios trabajos como el procesamiento de metales, metalurgia, limpieza de metales, aplicación de algunos plaguicidas, curtido de cuero, fotografía y grabado, combate de incendios y operaciones para el manejo de gas natural. Es altamente tóxico y ampliamente usado en minas a cielo abierto.

Este método permite la determinación de cianuros libres en un destilado alcalino. El tratamiento y la destilación que preceden a la medición determinan qué complejos de cianuro se incluyen en la medición (los cianuros complejos liberan cianuros libres que se miden con este método).

RESUMEN: El cianuro en el destilado alcalino del tratamiento preliminar se convierte en CNCl por reacción con cloramina-T a pH <8 sin hidrolizarse a CNO⁻. Después de la reacción, el CNCl forma un color rojo-azul al agregar un reactivo de piridina-ácido barbitúrico. La absorbancia máxima de color en solución acuosa está entre 575 y 582 nm.

INTERFERENCIAS: Todas las interferencias conocidas se eliminan o reducen mediante los pasos de destilación y eliminación de interfases utilizados durante la destilación en el proceso de laboratorio.

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, PRESERVACIÓN Y MANEJO

- Use un recipiente de plástico o vidrio oscuro.
- Tome un volumen de muestra de 1000ml
- Si las muestras no se pueden analizar inmediatamente, agregue gránulos de NaOH o una solución de NaOH fuerte para elevar el pH de la muestra de 12 a 12,5.
- Almacene en un frasco oscuro cerrado en un lugar fresco.
- Analice antes de 24 horas de tomada la muestra si hay sulfuros presentes.

CONTROL DE CALIDAD

- Ensayar periódicamente los aparatos, reactivos y otras variables potenciales en el rango de concentración de interés.

Ítem 2.21

ZINC

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: El zinc constituye un elemento esencial en la dieta humana, ya que su deficiencia deteriora el crecimiento y la madurez y produce anemia, se encuentra en los alimentos altos en proteínas, e incluso en el agua potable, sin embargo, su concentración aumenta si el agua es almacenada en tanques de metal. Los mayores generadores de concentraciones altas de zinc en el agua son las industrias, en niveles que pueden producir efectos como defectos en el nacimiento. El Zinc en el agua puede aumentar su acidez, además de bioacumularse en especies acuáticas como los peces y biomagnificarse en la cadena alimenticia.

La espectrometría de absorción atómica de llama es un método aplicable a la determinación de antimonio, bismuto, cadmio, calcio, cesio, cromo, cobalto, cobre, oro, iridio, hierro, plomo, litio, magnesio, manganeso, níquel, paladio, platino, potasio, rodio, rutenio, plata, sodio, estroncio, talio, estaño y zinc.

RESUMEN: En la espectrometría de absorción atómica de llama, un rayo de luz se dirige a través de la llama, hacia un monocromador y hacia un detector que mide la cantidad de luz absorbida por el elemento atomizado en la llama. Para algunos metales, la absorción atómica presenta una sensibilidad superior a la emisión de llamas. Debido a que cada metal tiene su propia longitud de onda de absorción característica, se utiliza una lámpara fuente compuesta por ese elemento; esto hace que el método esté relativamente libre de interferencias espectrales o de radiación. La cantidad de energía en la longitud de onda característica absorbida en la llama es proporcional a la concentración del elemento en la muestra en un rango de concentración limitado.

INTERFERENCIAS:

- Interferencia química: muchos metales se pueden determinar mediante la aspiración directa de la muestra a una llama de aire y acetileno, la interferencia química es la falta de absorción por los átomos unidos en combinación molecular en la llama.
- Corrección de antecedentes: La absorción molecular y la dispersión de la luz causadas por partículas sólidas en la llama pueden causar valores de absorción erróneamente altos que dan como resultado errores positivos. Cuando se produzcan tales fenómenos, utilice la corrección de fondo para obtener valores precisos.

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, PRESERVACIÓN Y MANEJO

- La muestra debe ser recolectada en envases de plástico o vidrio transparente lavado con solución de 1+1 HNO₃ y agua.
- Recolectar un volumen de muestra de 1000ml.
- Acidificar a pH<2 con HNO₃.
- Tiempo máximo de preservación de 6 meses.

Ítem 2.22

COBRE

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: El cobre es un metal ampliamente usado en la industria, incluso en los procesos de tratamiento de agua potable, pesticidas, fungicidas y alguicidas, lo que genera su presencia no solo en agua y suelo, sino en vegetales y animales acuáticos, lo que puede ocasionar incluso sobrecarga de la cadena nutricional.

La espectrometría de absorción atómica de llama es un método aplicable a la determinación de antimonio, bismuto, cadmio, calcio, cesio, cromo, cobalto, cobre, oro, iridio, hierro, plomo, litio, magnesio, manganeso, níquel, paladio, platino, potasio, rodio, rutenio, plata, sodio, estroncio, talio, estaño y zinc.

RESUMEN: En la espectrometría de absorción atómica de llama, un rayo de luz se dirige a través de la llama, hacia un monocromador y hacia un detector que mide la cantidad de luz absorbida por el elemento atomizado en la llama. Para algunos metales, la absorción atómica presenta una sensibilidad superior a la emisión de llamas. Debido a que cada metal tiene su propia longitud de onda de absorción característica, se utiliza una lámpara fuente compuesta por ese elemento; esto hace que el método esté relativamente libre de interferencias espectrales o de radiación. La cantidad de energía en la longitud de onda característica absorbida en la llama es proporcional a la concentración del elemento en la muestra en un rango de concentración limitado.

INTERFERENCIAS:

- Interferencia química: muchos metales se pueden determinar mediante la aspiración directa de la muestra a una llama de aire y acetileno, la interferencia química es la falta de absorción por los átomos unidos en combinación molecular en la llama.
- Corrección de antecedentes: La absorción molecular y la dispersión de la luz causadas por partículas sólidas en la llama pueden causar valores de absorción erróneamente altos que dan como resultado errores positivos. Cuando se produzcan tales fenómenos, utilice la corrección de fondo para obtener valores precisos.

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, PRESERVACIÓN Y MANEJO

- La muestra debe ser recolectada en envases de plástico o vidrio lavados con solución 1 a 1 de HNO₃.
- Tomar mínimo 1000ml de muestra
- Acidificar a pH<2 con HNO₃
- Refrigerar la muestra a <6 °C
- El tiempo de preservación de la muestra es de 24 horas a 6 meses.

Ítem 2.23

CROMO TOTAL

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: El Cromo es uno de los elementos que pueden encontrarse en el agua por contaminación con agua generada por procesos industriales, la toxicidad del Cromo depende directamente de su estado de oxidación y la concentración en que se encuentre, ya que el cromo hexavalente tiene carácter carcinogénico. El cromo III por su parte es un nutriente esencial para los humanos y se encuentra naturalmente en vegetales, frutas, carnes, verduras y granos, su deficiencia puede generar condiciones del corazón, trastornos metabólicos y diabetes, y su exceso llega a generar erupciones metabólicas.

La espectrometría de absorción atómica de llama es un método aplicable a la determinación de antimonio, bismuto, cadmio, calcio, cesio, cromo, cobalto, cobre, oro, iridio, hierro, plomo, litio, magnesio, manganeso, níquel, paladio, platino, potasio, rodio, rutenio, plata, sodio, estroncio, talio, estaño y zinc.

RESUMEN: En la espectrometría de absorción atómica de llama, un rayo de luz se dirige a través de la llama, hacia un monocromador y hacia un detector que mide la cantidad de luz absorbida por el elemento atomizado en la llama. Para algunos metales, la absorción atómica presenta una sensibilidad superior a la emisión de llamas. Debido a que cada metal tiene su propia longitud de onda de absorción característica, se utiliza una lámpara fuente compuesta por ese elemento; esto hace que el método esté relativamente libre de interferencias espectrales o de radiación. La cantidad de energía en la longitud de onda característica absorbida en la llama es proporcional a la concentración del elemento en la muestra en un rango de concentración limitado.

INTERFERENCIAS:

- Interferencia química: muchos metales se pueden determinar mediante la aspiración directa de la muestra a una llama de aire y acetileno, la interferencia química es la falta de absorción por los átomos unidos en combinación molecular en la llama.
- Corrección de antecedentes: La absorción molecular y la dispersión de la luz causadas por partículas sólidas en la llama pueden causar valores de absorción erróneamente altos que dan como resultado errores positivos. Cuando se produzcan tales fenómenos, utilice la corrección de fondo para obtener valores precisos.

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, PRESERVACIÓN Y MANEJO

- La muestra debe ser recolectada en envases de plástico o vidrio borosilicato.
- Recolectar un volumen de muestra de 1000ml.
- Acidificar a pH<2.
- Tiempo máximo de preservación de 1 mes.

Ítem 2.24

NIQUEL

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: El níquel (Ni) es un metal natural que existe en diversas formas minerales y está presente en el medio ambiente y de forma ubicua en la biosfera. Este compuesto se produce de forma natural en el suelo, el agua, las plantas y los animales. Se utiliza en una amplia variedad de procesos metalúrgicos, como en la producción de aleaciones, y está presente en una amplia gama de productos de consumo. Las concentraciones de Ni ambiental reflejan contribuciones tanto naturales como antropogénicas, aunque se estima que la tasa de emisión antropogénica es más elevada que la natural. Puede existir en varios estados de oxidación, aunque la forma divalente (Ni²⁺) es la que generalmente está presente en los alimentos y el agua potable, ya que es su estado de oxidación más estable. El Ni también es un micronutriente esencial para algunas plantas y especies de animales, aunque no se

disponen de datos que prueben que sea esencial para los seres humanos. Como la mayoría de metales, su toxicidad depende de la ruta de exposición y la solubilidad del compuesto de Ni. Las principales vías de exposición son el tracto respiratorio y la piel en la población expuesta.

RESUMEN: El análisis de absorción atómica se basa en que cada elemento tiene un número de electrones asociado con su núcleo. El estado normal y más estable de la configuración orbital de un átomo es conocido como el estado fundamental. Si se aplica energía a un átomo, la energía será absorbida y un electrón será promovido a un estado menos estable conocido como estado excitado. Desde este estado inestable el átomo volverá a su estado fundamental, liberando energía luminosa.



En el estado fundamental un átomo absorbe energía luminosa a una longitud de onda específica para pasar al estado excitado. Si el número de átomos en el paso de luz se incrementa, la cantidad de luz absorbida también se incrementa. Por la medición de la cantidad de luz absorbida, se puede hacer una determinación cuantitativa de la cantidad de analito. El uso de fuentes de luz especiales y una cuidadosa selección de las longitudes de onda permiten determinar elementos específicos. La función de la llama consiste en convertir el aerosol de la muestra en un vapor atómico el cual luego puede absorber la luz de la fuente primaria (lámpara de cátodo hueco o lámpara de descarga de electrones).

INTERFERENCIAS:

- Altas concentraciones de hierro o cromo pueden incrementar la señal del níquel. Interfiere también altos contenidos de materia orgánica. Contenidos de cromo(VI), manganeso, cobalto, níquel, cobre, zinc, plata, cadmio y plomo superiores a 5 mg/L y de hierro superior a 1 mg/L interfieren.

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, PRESERVACIÓN Y MANEJO: Colecte las muestras en envases de plástico ó vidrio previamente enjuagados con ácido nítrico, de acuerdo al procedimiento para lavado de material TP0125. Para el análisis de metales solubles filtre inmediatamente la muestra con filtro de acetato de celulosa de diámetro de poro 0.45 µm y adicione ácido nítrico hasta pH < 2. Para el análisis de metales totales no se debe filtrar la muestra, simplemente se adiciona el ácido nítrico hasta pH<2, lo anterior de acuerdo con los instructivos TI0187 Instructivo de Muestreo de Agua Residual, TI0347 Instructivo de Muestreo Agua Superficial Contaminada y TI0207 Instructivo muestras análisis fisicoquímicos aguas Superficiales. Las muestras así preservadas tienen un tiempo máximo de almacenamiento de 6 meses.

Ítem 2.25 NITRITOS

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: Los nitritos se forman en la biodegradación de nitratos, nitrógeno amoniacal y otros compuestos orgánicos nitrogenados y se utiliza como indicador de contaminación fecal en aguas naturales. No se consideran tóxicos en pequeñas concentraciones, pero en grandes cantidades su consumo tiene efecto diurético. El método colorimétrico (espectrofotometría) de determinación de nitratos es aplicable a aguas residuales, efluentes y aguas contaminadas en un rango de concentraciones entre 0.006 y 0.20 mg N-NO₂/L.

RESUMEN: El nitrito (NO₂⁻) se determina a través de la formación de un colorante azo rojizo producido a un pH de 2,0 a 2,5 por acoplamiento de sulfanilamida diazotada con dihidrocloruro de N(1-naftil)-etilendiamina (diclorhidrato de NED). El aplicable del método para las mediciones espectrofotométricas es de 10 a 1.000 µg de NO₂⁻-N / L (0,010 a 1mg/L). Las mediciones fotométricas se pueden realizar en el rango de 5 a 50 µg N/L (0.005 a 0,050 mg/L), si se utiliza un trayecto de luz de 5 cm y un filtro de color verde. El sistema de color obedece la ley de Beer hasta 180 µg N / L (0,180 mg/L) con un trayecto de luz de 1 cm a 543 nm. Concentraciones más altas de NO₂⁻ se puede determinar diluyendo una muestra.

El nitrógeno de nitritos raras veces aparece en concentraciones mayores de 1 mg/L, aun en fuentes de plantas de tratamiento de aguas residuales. En aguas superficiales y subterráneas su concentración por lo general es menor de 0.1 mg/L. Su presencia indica, por lo regular, procesos activos biológicos en el agua, ya que es fácil y rápidamente convertido en nitrato.

INTERFERENCIAS: La incompatibilidad química hace improbable que el NO_2^- , el cloro libre y el tricloruro de nitrógeno (NCl_3) coexistirán. NCl_3 imparte un color rojo falso cuando se añade reactivo de color. Los iones siguientes interfieren debido a la precipitación en condiciones de prueba y deben estar ausentes: Sb^{+3} , Au^{+3} , Bi^{+3} , Fe^{+3} , Pb^{+2} , Hg^{+2} , Ag^+ , cloro platino (PtCl_6^{-2}) y meta vanadato (VO_3^{-2}). El ion cúprico puede causar bajos resultados catalizando la descomposición de la sal de diazonio. Los iones de color que alteran el sistema de color también deben estar ausentes. Eliminar los sólidos en suspensión por filtración.

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, PRESERVACIÓN Y MANEJO:

- No utilice preservación ácida para las muestras que se analizarán para NO_2^- .
- Colecte la muestra en envase de vidrio ámbar o plástico y no le adicione ningún preservante.
- Tamaño mínimo de muestra para determinar NO_2^- es de 100 mL. Se puede tomar de la muestra recibida para Fósforo Soluble siempre y cuando el volumen sea suficiente para los dos analitos.
- La determinación debe hacerse lo más pronto posible una vez recogida la muestra para prevenir la posible conversión bacteriana de NO_2^- a NO_3^- o NH_3 . Para conservación a corto plazo durante 1 a 2 días, guardar congelar a -20°C o almacenar a 4°C .
- Filtrar únicamente en el momento de realizar el análisis.

Ítem 2.26

PLOMO

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: El plomo es un metal común que se encuentra por ejemplo en la pintura a base de plomo, ciertos tipos de cerámica, y agua que sale del grifo debido a que antiguamente se empleaba en material de fontanería y aún se encuentra presente en construcciones viejas.

La espectrometría de absorción atómica de llama es un método aplicable a la determinación de antimonio, bismuto, cadmio, calcio, cesio, cromo, cobalto, cobre, oro, iridio, hierro, plomo, litio, magnesio, manganeso, níquel, paladio, platino, potasio, rodio, rutenio, plata, sodio, estroncio, talio, estaño y zinc.

RESUMEN: En la espectrometría de absorción atómica de llama, un rayo de luz se dirige a través de la llama, hacia un monocromador y hacia un detector que mide la cantidad de luz absorbida por el elemento atomizado en la llama. Para algunos metales, la absorción atómica presenta una sensibilidad superior a la emisión de llamas. Debido a que cada metal tiene su propia longitud de onda de absorción característica, se utiliza una lámpara fuente compuesta por ese elemento; esto hace que el método esté relativamente libre de interferencias espectrales o de radiación. La cantidad de energía en la longitud de onda característica absorbida en la llama es proporcional a la concentración del elemento en la muestra en un rango de concentración limitado.

INTERFERENCIAS:

- Interferencia química: muchos metales se pueden determinar mediante la aspiración directa de la muestra a una llama de aire y acetileno, la interferencia química es la falta de absorción por los átomos unidos en combinación molecular en la llama.
- Corrección de antecedentes: La absorción molecular y la dispersión de la luz causadas por partículas sólidas en la llama pueden causar valores de absorción erróneamente altos que dan como resultado errores positivos. Cuando se produzcan tales fenómenos, utilice la corrección de fondo para obtener valores precisos.

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, PRESERVACIÓN Y MANEJO

- La muestra debe ser recolectada en envases de plástico o vidrio lavado con solución 1 a 1 HNO_3 .
- Recolectar un volumen de muestra de 1000ml.
- Acidificar la muestra a $\text{pH} < 2$ con HNO_3 .
- Tiempo máximo de preservación de 6 meses.

Ítem 2.27

SELENIO

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: El selenio en el agua potable se encuentra generalmente en forma inorgánica de selenato de sodio y selenita de sodio, las cuales son absorbidas por el tubo digestivo en el ser humano y transformadas en formas inorgánicas que el cuerpo puede usar. Cuando se está expuesto a niveles por encima de lo permitido al selenio se pueden presentar mareo, fatiga e irritación de las mucosas hasta edema pulmonar y bronquitis grave. La absorción atómica electrométrica permite la determinación de la mayoría de los elementos metálicos con sensibilidades y límites de detección de 20 a 1000 veces mejor que la técnica de llama convencional sin extracción ni concentración de la muestra. Una ventaja de la absorción atómica electrotérmica es que solo se requiere un volumen muy pequeño de muestra. Este método es adecuado para la determinación de micro cantidades algunos metales, aunque aún no se dispone de datos de precisión y exactitud.

RESUMEN: La espectroscopia de absorción atómica electrotérmica se basa en el mismo principio que la atomización de llama directa, pero un atomizador calentado eléctricamente o un horno de grafito reemplaza el cabezal del quemador estándar. Se dispensa un volumen de muestra discreto en el tubo o taza de muestra de grafito.

La determinación se realiza calentando la muestra en tres o más etapas, primero una corriente baja calienta el tubo para secar la muestra, segundo se destruye la materia orgánica y volatiliza otros compuestos de materia orgánica, y finalmente se calienta el tubo a incandescencia y en una atmósfera inerte, se atomiza el elemento que se está determinando.

INTERFERENCIAS: Las determinaciones de atomización electrotérmica pueden estar sujetas a interferencias significativas por absorción molecular, así como por efectos químicos y de matriz. La absorción molecular puede ocurrir cuando los componentes de la matriz de la muestra se volatilizan durante la atomización, dando como resultado una absorción de banda ancha.

Los modificadores químicos se agregan en alta concentración (nivel porcentual) y pueden provocar la contaminación de la muestra por impurezas en la solución del modificador. El uso intensivo de modificadores químicos puede reducir la vida útil (normalmente de 50 a 100 disparos) del tubo de grafito.

La interacción química del tubo de grafito con varios elementos para formar carburos refractarios ocurre a altas temperaturas de carbonización y atomización. Los elementos que forman carburos son bario, molibdeno, níquel, titanio, vanadio y silicio. La formación de carburo se caracteriza por picos de atomización anchos y en cola y sensibilidad reducida. El uso de tubos con recubrimiento pirolítico para estos metales minimiza el problema.

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, PRESERVACIÓN Y MANEJO

- Use envases de plástico o vidrio borosilicato.
- Recolecte un volumen de 1000ml de muestra.
- Tiempo máximo de preservación 6 meses.

Ítem 2.28

TRIALOMETANOS TOTALES

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: El conjunto de compuestos que se forman en el proceso de desinfección del agua se denominan colectivamente subproductos de la desinfección (SPD). Los trihalometanos (THM) son unos subproductos de la desinfección que se forman cuando se emplea el cloro como desinfectante. Los THM que se encuentran en el agua de consumo humano son el cloroformo, el bromodiclorometano (BDCM), el dibromoclorometano (DBCM) y el bromoformo. Los THM se generan durante la desinfección del agua debido a la reacción del cloro con la materia orgánica presente en el agua. La cantidad y proporción de THM en el agua dependerá de la cantidad de cloro añadido, cantidad de materia orgánica, y concentración de bromuros del agua, pH y temperatura. El cloroformo es el THM más abundante y acostumbra a ser el principal subproducto de la desinfección encontrado en el agua clorada.

RESUMEN: El método 5021 es un método de uso general para la preparación de compuestos orgánicos volátiles (COV) en suelos / sedimentos y desechos sólidos para su determinación por cromatografía de gases (GC) o cromatografía de

gases / espectrometría de masas (GC / MS). El método es aplicable a una amplia gama de compuestos orgánicos que tienen una volatilidad suficientemente alta para ser eliminados eficazmente de las muestras de suelo u agua mediante un procedimiento de espacio de cabeza de equilibrio. Este método puede utilizarse para determinar las concentraciones de diversos compuestos orgánicos volátiles no halogenados y compuestos orgánicos semivolátiles mediante cromatografía de gases.

INTERFERENCIAS:

Las interferencias se pueden originar en la fase pre-analítica y en la fase analítica de las pruebas:

- **INTERFERENCIAS:** Las interferencias se pueden originar en la fase pre-analítica y en la fase analítica de las pruebas [18]. Las interferencias pre-analíticas se pueden producir en cualquiera de estas fases: al momento de la toma de la muestra; cuando la conservación de la muestra no se hace a temperaturas adecuadas; lapsos largos de tiempo entre extracción del aceite de la muestra, derivatización de la muestra y el momento del análisis cromatográfico, y al momento mismo de la extracción del aceite (si la muestra lo amerita) y la derivatización debida a la calidad de los reactivos utilizados.
- Las inferencias analíticas se pueden clasificar en: interferías que cambian la concentración del analito e interferencias que afectan el equipo o sus componentes. Las interferencias que cambian la concentración del analito, se pueden controlar gracias a la herramienta del cromatografía de gases acoplado a espectrometría de masas, que es el modo SIM en español, monitoreo de ión seleccionado. Esta herramienta proporciona la opción de solo cuantificar los picos cromatográficos que cumplan con m/z en abundancias específicas, seleccionados por el analista.

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, PRESERVACIÓN Y MANEJO: Para el análisis de elementos volátiles presentes en el agua, y en especial de los denominados trihalometanos, es recomendable utilizar un envase diferente. Se aconseja tomar la muestra en un envase de vidrio. Se ha de intentar no producir burbujas de gas durante el llenado y que no quede cámara de gas entre la superficie del líquido y el tapón de cierre. Si el análisis de estos compuestos no se puede realizar de inmediato, entonces la muestra se ha de almacenar a temperaturas inferiores a -20°C hasta el momento del análisis.

Ítem 2.29

HIDROCARBUROS AROMÁTICOS POLICÍCLICOS

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: Para el análisis de los PAHs es necesario inicialmente llevar acabo la extracción de la grasa y aceite total (AYG). El tratamiento consiste en la disolución del extracto de GYA en solvente (n-hexano) y la adsorción de los ácidos grasos en la sílica gel mediante agitación. Los HC son separados por filtración y/o extracción líquido – líquido y concentrados mediante extracción Soxhlet o destilación del solvente de análisis.

RESUMEN: Para determinar los hidrocarburos se emplea el gel de sílice que tiene la capacidad de absorber los materiales polares como los ácidos grasos. Si se mezcla una solución de hidrocarburos y materiales grasos en n-hexano con gel de sílice, los ácidos grasos son extraídos de forma selectiva de la solución. Los materiales no eliminados por absorción al gel de sílice son considerados hidrocarburos en esta prueba.

INTERFERENCIAS

- Los hidrocarburos más polares, tales como los compuestos aromáticos complejos y los derivados de cloro, azufre y nitrógeno pueden ser adsorbidos por el gel de sílice.
- Cualquier compuesto distinto de los hidrocarburos y la materia grasa recuperada por los procedimientos para determinación de grasas y aceites también interfiere.
- La eliminación del disolvente tiene como resultado la pérdida de los hidrocarburos de cadena corta y aromáticos sencillos por volatilización.
- En el proceso de extracción de la grasa y el aceite se pierden cantidades significativas de destilado de petróleo desde la gasolina hasta el aceite combustible.
- Los residuos más pesados del petróleo pueden contener una porción significativa de materiales que no son extraíbles con el solvente.

- Las sustancias que interfieren en la determinación de HC, hacen parte en la cuantificación ya que no pueden remover de la muestra.

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, PRESERVACIÓN Y MANEJO

- Para aguas de tipo industrial la toma de muestra se debe realizar puntual.
- Tome la muestra de forma directa del vertimiento y evitando llenar totalmente el frasco.
- La tapa debe estar provista de una lámina de papel aluminio que impida el contacto de la muestra con el interior de la tapa.
- La muestra se debe tomar en frasco de vidrio ámbar de boca ancha con capacidad máxima de un litro, previamente calibrado y evitando subdividir la muestra en el laboratorio. Si la botella no está calibrada, demarque el nivel en el frasco para posterior determinación del volumen de muestra.
- El frasco debe estar previamente enjuagado con el solvente para remover cualquier película de detergente.
- Adicione a las muestras 80 mg/L de tiosulfato de sodio si hay presencia de cloro residual.
- La muestra preservada se puede almacenar durante un periodo máximo de 7 días a una temperatura de 4°C.

Ítem 2.30

MERCURIO

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: El mercurio existe en varias formas: elemental e inorgánico u orgánico, las cuales difieren en su toxicidad y efectos en el sistema nervioso e inmunitario, aparato digestivo, la piel y los pulmones, riñones y ojos. El metilmercurio (forma orgánica) se bioacumula por ejemplo en peces y mariscos, que luego son consumidos por el ser humano. El método espectrométrico de absorción atómica de vapor frío es aplicable para la determinación de mercurio.

RESUMEN: En la espectrometría de absorción atómica, un rayo de luz se dirige hacia un monocromador y hacia un detector que mide la cantidad de luz absorbida por el elemento atomizado en el matraz. Debido a que cada metal tiene su propia longitud de onda de absorción característica, se utiliza una lámpara fuente compuesta por ese elemento; esto hace que el método esté relativamente libre de interferencias espectrales o de radiación. La cantidad de energía en la longitud de onda característica absorbida en la llama es proporcional a la concentración del elemento en la muestra en un rango de concentración limitado.

INTERFERENCIAS:

- Interferencia química: muchos metales se pueden determinar mediante la aspiración directa de la muestra a una llama de aire y acetileno, la interferencia química es la falta de absorción por los átomos unidos en combinación molecular en la llama.
- Corrección de antecedentes: La absorción molecular y la dispersión de la luz causadas por partículas sólidas en la llama pueden causar valores de absorción erróneamente altos que dan como resultado errores positivos. Cuando se produzcan tales fenómenos, utilice la corrección de fondo para obtener valores precisos.
- No emplee cristalería expuesta a altos niveles de mercurio, como la empleada en análisis de DQO o Nitrógeno Total Kjendalh.

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, PRESERVACIÓN Y MANEJO

- La muestra debe ser recolectada en envases de plástico o vidrio lavado con solución 1 a 1 de HNO₃.
- Recolectar una muestra de 1000ml
- Acidificar a pH<2 con HNO₃ y refrigerar la muestra a 2-5°C.
- Tiempo máximo de preservación de 28 días.

Ítem 2.31

GIARDIA Y CRYPTOSPORIDIUM

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

El procedimiento para toma de muestras y análisis de laboratorio debe cumplir con lo establecido en la [guía para la vigilancia por laboratorio de Giardias y Cryptosporidium en muestras de agua, establecida por el Instituto Nacional de Salud.](#)

Cryptosporidium: Es un parásito protozoario de la subclase Coccidia que se localiza a nivel intracelular en el intestino delgado de humanos y animales. La especie patógena exclusivamente de humanos es *Cryptosporidium hominis* (anteriormente *C. parvum* genotipo 1), la especie reportada tanto en humanos como en varios animales es *C. parvum* (genotipo 2) (Xiao, Fayer, Ryan, & Upton, 2004); sin embargo, hay otras especies propias de animales (mamíferos, reptiles, aves y peces) que pueden afectar a humanos (Xiao et al., 2004).

Giardia: Es un parásito protozoario patógeno de humanos y animales causante de enfermedad gastrointestinal, se localiza en el intestino delgado, la vía de transmisión es fecal-oral por consumo de agua y alimentos contaminados con quistes. Se han descrito varios genotipos (Botero & Restrepo, 2012), de los cuales, los que se asocian a infección en humanos principalmente son el A1, A2 y el B; en el caso de los animales se han asociado los genotipos C, D y E (Kohli et al., 2008; Ravid, Duque, Arévalo, Nicholls, & Wasserman, 2007).

TOMA DE MUESTRAS: Para la toma y recolección de las muestras se debe garantizar la limpieza del área, no tener desechos o residuos a su alrededor. Para el análisis se requiere un volumen mínimo de 10 L, por lo tanto, se debe garantizar un transporte seguro en un recipiente con tapa rosca y con contratapa para evitar fugas y derrames. Previendo que durante el transporte se pierda contenido, se sugiere recolectar dos litros de más (es decir enviar un total de 12L).

Ítem 2.32

CARBONO ORGÁNICO TOTAL (COT)

Unidad de pago y medida: Unidad – UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: La importancia de análisis de este parámetro en agua potable radica en que el carbono orgánico reacciona con los compuestos químicos que se utilizan para la desinfección que pueden ser cancerígenos. Los contaminantes orgánicos en el agua pueden degradar la capacidad de intercambio iónico, servir como fuente de carbono o energía para el crecimiento biológico no deseado, reaccionar con desinfectantes para formar subproductos que podrían dañar la salud humana o los organismos acuáticos, o ser perjudiciales para el propósito del agua. La reducción del carbono orgánico antes de realizar la desinfección puede disminuir de forma significativa la exposición perjudicial al usuario final.

RESUMEN: El método de combustión a alta temperatura (5310B) es adecuado para muestras con niveles más altos de COT, que de otro modo tendrían que diluirse para algunos de los métodos de persulfato (5310C). Generalmente, 5310B determina los niveles de carbono orgánico en compuestos que son químicamente refractarios. Estos compuestos no pueden ser determinados por 5310C. La combustión a alta temperatura puede ser deseable para muestras que contienen altos niveles de carbono orgánico en suspensión o más de 500 mg / L de cloruro u otros haluros, donde el carbono puede no oxidarse eficientemente por métodos de irradiación con persulfato y / o ultravioleta (UV).

INTERFERENCIAS:

- Las muestras con alto contenido de carbono orgánico particulado son problemáticas para cualquier técnica de TOC. Incluso si las partículas se pueden suspender de manera homogénea, pueden adherirse selectivamente a las porciones de introducción de la muestra del analizador. El mejor enfoque es filtrar las muestras utilizando filtros libres de carbono y analizar el filtrado para detectar DOC, luego analizar los filtros en busca de carbono orgánico particulado utilizando un analizador de carbono adecuado.
- Valores de blanco altos: consulte el manual del instrumento de medición. Compruebe la contaminación de los reactivos, los recipientes de muestras y el equipo. Tanto las muestras de matriz inorgánica alta como las muestras de TOC alto pueden causar un blanco elevado continuo. Diluir las muestras puede ayudar. Es posible que se requieran LMR más altos.
- Muestras de verificación de calibración incorrectas: consulte el manual del instrumento de medición. Es posible que sea necesario volver a calibrar el instrumento.
- Recuperación de picos deficiente o precisión de duplicados deficiente: esto sugiere un problema de matriz o puede ser causado por partículas suspendidas no homogéneas en la muestra. Consulte el manual de instrucciones del instrumento de medición. Diluir las muestras puede ayudar.

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, PRESERVACIÓN Y MANEJO:

Tiempo de retención: para COT, una muestra sin conservantes debe filtrarse y luego conservarse dentro de las 48 horas posteriores a la recolección. Para el análisis NPOC, ajuste la muestra o filtrado original a pH ≤ 2 . Las muestras deben almacenarse a $\leq 6^\circ \text{C}$. Conserve las muestras con HCl, H₂SO₄ o H₃PO₄, según las recomendaciones del instrumento. Un alto contenido de cloruro en una muestra puede provocar un sesgo en los resultados informados en algunos instrumentos. Analice todas las muestras dentro de los 28 días posteriores a la recolección.

Al determinar el IC y luego el COT a través de la diferencia y la combustión a alta temperatura, refrigere la muestra, no ajuste su pH y analice lo antes posible porque el COT puede biodegradarse significativamente antes de que expire el tiempo de mantenimiento reglamentario de 28 días. Alternativamente, determine el IC en una muestra no acidificada y luego determine el COT por diferencia usando una segunda muestra acidificada. Tenga en cuenta que el resultado de CI de la muestra acidificada que se utiliza para determinar el COT no representa la concentración de CI de la muestra no acidificada.

Recoja las muestras en botellas de vidrio: se prefiere el vidrio ámbar, pero se puede usar vidrio transparente si la muestra está protegida de la luz. Se pueden utilizar recipientes alternativos si se demuestra que el recipiente no elimina ni agrega TOC a un nivel superior a 1/2 LMR.

Ítem 2.33

FLUORUROS

Unidad de pago y medida: Unidad – UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: Los fluoruros son compuestos químicos que se encuentran en la naturaleza en los suelos y aguas. El flúor se combina con las sales minerales de las rocas y suelos. Una vez estas sales entran en contacto con un medio húmedo se disuelven y disocian. Esto significa que el flúor se divide de la sal y se convierte en iones cargados de flúor. La determinación precisa de los fluoruros es de gran importancia ya que el mantenimiento de su concentración óptima es esencial para conservar la eficacia del procedimiento de fluoración; concentraciones mayores a los límites permisibles puede generar fluorosis, anomalía del área dental originada por la ingestión prolongada de flúor.

RESUMEN: la norma ASTM D1179 abarca la determinación del ion fluoruro en agua utilizando un electrodo selectivo de iones (ISE). El procedimiento A aísla primero el ion fluoruro por destilación y cubre un rango de 0.1 a 2.6 mg /L de fluoruro. El procedimiento B cubre la medida directa del ion fluoruro con el ISE y comprende concentraciones de fluoruro de 0.1 a 1000 mg/ L.

INTERFERENCIAS:

- Valores fuera de la escala de medida.
- Lecturas inestables.
- Pendientes incorrectas.

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, PRESERVACIÓN Y MANEJO: Tomar mínimo 300 ml de muestra en un envase de polietileno o teflón. No se requiere ningún tratamiento en campo, mantener refrigerado a 4°C.

Ítem 2.34

RESIDUAL COAGULANTE (SULFATO DE ALUMINIO)

Unidad de pago y medida: Unidad – UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: Dentro del proceso de tratamiento de aguas existen diferentes operaciones unitarias que al combinarse entre ellas permiten dar como resultado un agua tratada con un nivel de calidad óptimo para el consumo humano. Una de las operaciones de mayor relevancia dentro de dicho proceso es la Coagulación-Floculación debido a que una coagulación incorrecta es imposible de corregir en las etapas posteriores, lo cual conlleva a que se vea perjudicada la eficiencia de todos los procesos. La aplicación excesiva de coagulante origina coloración del agua e incremento de la turbidez, no sin antes mencionar las implicaciones adversas para la salud humana. Por otra parte, la adición insuficiente afecta significativamente la calidad del agua tratada ya que no remueve la cantidad indicada de sólidos suspendidos.

RESUMEN: Con el colorante de eriocromo cianina R, las soluciones de aluminio diluidas tamponadas a un pH de 6,0 producen un complejo de rojo a rosa que presenta una absorción máxima a 535 nm. La intensidad del color desarrollado está influenciada por la concentración de aluminio, el tiempo de reacción, la temperatura, el pH, la alcalinidad y la concentración de otros iones en la muestra. Para compensar el color y la turbidez, el aluminio en una porción de muestra se compleja con EDTA para proporcionar un blanco.

INTERFERENCIAS:

- Los errores negativos son causados tanto por el fluoruro como por los polifosfatos. El ortofosfato en concentraciones inferiores a 10 mg / L no interfiere. Los procedimientos se dan en el método para la eliminación de interferencia de fluoruro y polifosfatos. La interferencia causada por incluso pequeñas cantidades de alcalinidad se elimina acidificando la muestra un poco más allá del punto de neutralización del naranja de metilo. El sulfato no interfiere hasta una concentración de 2000 mg / L.

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, PRESERVACIÓN Y MANEJO: Recoja las muestras en botellas limpias y enjuagadas con ácido, preferiblemente de plástico, y examínelas lo antes posible después de la recolección. Si sólo se va a determinar el aluminio soluble, filtre una porción de la muestra a través de un filtro de membrana de 0,45 µm; desechar los primeros 50 ml de filtrado y utilizar el filtrado siguiente para la determinación. No use papel de filtro, algodón absorbente o lana de vidrio para filtrar cualquier solución que se va a probar para el aluminio, ya que eliminarán la mayor parte del aluminio soluble.

3 ANALISIS DE CALIDAD PARA AGUA EL CENTRO DE ENTRENAMIENTO ACUÁTICO

Ítem 3.1

COLOR

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: El color es el resultado de la presencia de iones metálicos naturales (hierro y manganeso), humus, plancton, malezas y otros desechos, el color aparente se refiere no solo al color por sustancias en solución sino el debido a materia en suspensión. Se determina en la muestra original sin filtración ni centrifugación.

El método platino-cobalto es útil para medir el color del agua potable y de aquella en la que el color se debe a materiales naturales, no es aplicable para aguas residuales industriales muy coloreadas.

RESUMEN: Se determina mediante la comparación visual de la muestra con concentraciones de soluciones coloreadas, la comparación también se puede hacer con discos de color de vidrio especial y calibrado.

El método estándar es la medición del color platino-cobalto, siendo la unidad de color 1mg de platino/L en forma de ion cloroplatinato. La proporción platino-cobalto se puede variar para igualar el tono en casos especiales.

INTERFERENCIAS

- La turbidez hace que el color aparente sea más alto que el color verdadero, por lo tanto, si la medición es de color real, se debe eliminar la turbidez mediante centrifugación durante 1 hora o filtración, antes de realizar la lectura.
- El color del agua depende en gran medida del pH del agua y aumenta a medida que el pH aumenta. Indicar el pH al que se determina el color.

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, PRESERVACIÓN Y MANEJO: Recoja una muestra representativa y colóquela en celdas de cristal limpia, la determinación de color se debe realizar de inmediato, si se requiere almacenamiento, almacene la muestra a 4°C evitando que se generen cambios biológicos o físicos que alteren el color por degradación microbiológica de sólidos.

Ítem 3.2

OLOR

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: el olor de un agua puede ser indicador de contaminación de la misma, bien sea por algún producto químico, o bien, por sufrir ésta un proceso de eutrofización. El olor desagradable puede deberse a la presencia simultánea de varios elementos productores de olor, ya que tienen una acción sinérgica aditiva. El olor se reconoce como factor de calidad que afecta la aceptabilidad del agua potable que pueda corromperse con la presencia, de peces y otros organismos acuáticos y anular la estética de las aguas de instalaciones de recreo. Compuestos químicos presentes en el agua como los fenoles, diversos hidrocarburos, cloro, materias orgánicas en descomposición o esencias liberadas por diferentes algas u hongos pueden dar olores y sabores muy fuertes al agua, aunque estén en muy pequeñas concentraciones.

RESUMEN: Un análisis organoléptico es una valoración cualitativa que se realiza sobre una muestra de agua, basada exclusivamente en la valoración de los sentidos. En el caso del agua consiste en la valoración del agua en base a su olor, sabor, olor o turbidez. El análisis organoléptico es la valoración cualitativa que se realiza a una muestra o cuerpo de agua, ésta se basa exclusivamente en la percepción de los sentidos.

INTERFERENCIAS: Riesgos para la salud como:

- Malestar, dolor de cabeza, mareos.
- Alergias dependiendo del causante del olor.

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, PRESERVACIÓN Y MANEJO: : Recoja una muestra representativa y colóquela en celdas de cristal limpia, la determinación de color se debe realizar de inmediato, si se requiere almacenamiento, almacene la muestra a 4°C evitando que se generen cambios biológicos o físicos que alteren el color por degradación microbiológica de sólidos.

Ítem 3.3

TURBIDEZ

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: los nefelómetros electrónicos son los instrumentos preferidos para la medición de la turbidez del agua, la cual es causada por materia en suspensión y coloidal como arcilla, limo, materia orgánica e inorgánica finamente dividida y plancton y otros organismos microscópicos. Consiste en la medida de la dispersión y absorción de la luz que ejercen las partículas presentes en el agua, dificultando la transmisión de la misma sin cambio en la dirección y nivel de flujo a través de la muestra.

RESUMEN: El método consiste en la comparación de la intensidad de la luz dispersada por la muestra respecto a la intensidad de la luz dispersada por una suspensión estándar de referencia en iguales condiciones. Cuando mayor sea la intensidad de la luz dispersada, mayor la turbiedad.

INTERFERENCIAS:

- La turbidez se puede determinar para cualquier muestra de agua la cual esté libre de desechos y sedimentos gruesos de sedimentación rápida
- Cristalería sucia
- Presencia de burbujas de aire que dan falsos resultados.
- El color verdadero, causado por sustancias disueltas que absorben la luz generan que la turbidez medida sea baja, sin embargo, en el agua tratada, este efecto no es significativo.

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, PRESERVACIÓN Y MANEJO: Se debe determinar la turbidez lo antes posible después de tomar la muestra, para obtener los mejores resultados, sin alterar las condiciones originales de la muestra, como la temperatura o el pH. Agite suavemente todas las muestras antes del examen para garantizar una medición representativa. La conservación de la muestra no es práctica; sin embargo, si es necesaria, refrigere o enfríe a 4°C, para minimizar la descomposición microbiológica de sólidos.

Ítem 3.4

MATERIAS FLOTANTES

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: Expresado como presentes o ausentes

RESUMEN: Su medición es visual.

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, PRESERVACIÓN Y MANEJO: La frecuencia de control es diaria.

Ítem 3.5

TRANSPARENCIA

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: La transparencia es un parámetro consistente en expresar fondo visible o no visible. La turbidez del agua nos da información de si el sistema de limpieza, cloración o filtración están actuando correctamente. Para que un agua de centro de entrenamiento acuático sea de calidad ha de ser visible el desagüe del fondo perfectamente.

RESUMEN: La falta de transparencia indica suciedad en el agua.

INTERFERENCIAS: Que el disco este gastado y sea borroso el color negro.

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, PRESERVACIÓN Y MANEJO: Para medir la transparencia del agua de estanques de centro de entrenamiento acuático, puede utilizarse el disco Secchi que mide la penetración luminosa, su medición abarca entre 20 a 30 centímetros de diámetro, con el fin de mejorar el contraste, se divide en cuartos que se pintan en blanco y negro, se introduce el disco en una parte donde haya sombra y se anota la profundidad en la que no se diferencian los colores negros y blancos, se realiza 3 veces y se promedia el resultado, la frecuencia de control es diaria.

Ítems 3.6

COLOR RESIDUAL LIBRE

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: La cloración tanto en agua de abastecimiento como aguas contaminadas sirve principalmente para destruir o desactivar aquellos microorganismos que producen enfermedades, adicionalmente como beneficio en el agua potable, coadyuba a la mejora en la calidad del agua resultante de la reacción del cloro con amoníaco, hierro, manganeso, sulfuro y otras sustancias orgánicas.

La concentración mínima detectable es aproximadamente 40 µg Cl como Cl₂/L si se usa tiosulfato de sodio (Na₂S₂O₃) 0.01N en este método.

RESUMEN: El principio de este método se basa en la reacción instantánea entre el cloro libre con el N,Ndietil-p-fenilendiamina (DFD) en ausencia de iones yoduro, reacciona en su forma reducida para producir el DFD oxidado de color rojo, el cual se vuelve a reducir valorando con sulfato ferroso amoniacal hasta que el color rojo desaparece. La adición posterior de yoduro de potasio actúa catalíticamente produciendo la liberación de cloro de las cloraminas el cual vuelve a ser valorado en el sistema DFD/Fe(II). La adición se realiza de manera gradual para poder determinar las fracciones correspondientes a mono, dicloraminas y tricloruro de nitrógeno. Cuando no se desee ninguna diferenciación entre las especies de Cloro es posible realizar una simplificación del método determinando cloro total.

INTERFERENCIAS:

- El dióxido de cloro (ClO₂) aparece con el cloro libre, en la proporción de hasta una quinta parte de su contenido total de cloro. Puede obtenerse una respuesta completa de ClO₂, correspondiente a su contenido total de cloro, si la muestra se acidifica primero en presencia del ion yoduro y subsecuentemente se lleva a un pH aproximadamente neutro por adición de Bicarbonato.
- El bromo, bromamina y yodo reaccionan con la disolución indicadora de DFD y aparece con el cloro libre. Si se adiciona la disolución de glicina antes de la determinación del cloro libre, éste se convierte en formas no reactivas, quedando nuevamente el bromo y yodo para la reacción con la disolución de DFD. La resta de estos residuos de la medición residual sin glicina permite la diferenciación de cloro libre de bromo y yodo.
- La interferencia más significativa encontrada en el agua es el manganeso oxidado. Para corregir esta interferencia se debe poner 5 mL de disolución amortiguadora y 0,5 mL de disolución de arsenito de sodio en el matraz de titulación, añadir 100 mL de muestra y mezclar. Añadir 5 mL de la solución indicadora DFD mezclar y titular con titulante SAF hasta que desaparezca el color rojo, restar este valor a la lectura de cloro libre. Como alternativa se puede usar tioacetamida 0,25 % añadiendo 0,5 mL a cada 100 mL de muestra.

- Hay interferencias por cobre en concentraciones mayores a 10 mg Cu/L, esto se evita adicionando EDTA a los reactivos. El cromato en concentraciones mayores a 2 mg/L también causa interferencia, añadir cloruro de bario para enmascarar esta interferencia por precipitación.
- Dado que se utilizan altas concentraciones de yoduro para medir el cloro combinado y las trazas de yoduro incrementan notablemente la interferencia de cloramina durante las mediciones de cloro libre, evitar la contaminación de yoduro lavando el material de vidrio entre cada muestra o usando material separado.
- Control del pH. Para obtener resultados precisos, es esencial tener cuidado en el control del pH. Un pH apropiado es aquel que está entre 6,2 a 6,5 dado que el cambio brusco de la coloración permite una mejor apreciación del punto final de la titulación. Un pH demasiado bajo en el primer paso tiende a hacer que la monocloramina aparezca en el paso de cloro libre y la dicloramina en el paso de monocloramina. Un pH demasiado alto causa que el Oxígeno disuelto aporte color.
- Control de la temperatura. En todos los métodos de diferenciación de cloro libre y las cloraminas, las temperaturas altas incrementan la tendencia de las cloraminas a reaccionar y dirigir un incremento aparente de los resultados de cloro libre. Las temperaturas altas incrementan también la desaparición del color.

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, PRESERVACIÓN Y MANEJO:

- Deben colectarse al menos 500 mL de muestra en un frasco de vidrio o polietileno.
- El análisis de cloro residual debe de hacerse inmediatamente después de que la muestra es colectada evitando exceso de luz y agitación.
- Las muestras no deben ser almacenadas para su posterior análisis.

ÍTEM 3.7

E. COLI

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: La presencia de Escherichia Coli es un indicador de contaminación fecal y posible presencia de patógenos entéricos. Este organismo habita normalmente en el tracto digestivo de los animales de sangre caliente, y en agua o suelo se encuentra a causa de una contaminación fecal. Los coliformes fecales por su parte pueden provenir de suelo y superficies de agua dulce, por lo tanto, no siempre son intestinales. La presencia de estos microorganismos indica fallas en el tratamiento, sea de agua potable o residual.

RESUMEN: La filtración por membrana es el mecanismo mediante el cual se atrapan en la superficie de la membrana microorganismos cuyo tamaño es mayor que el tamaño del poro 0.45 μ m, esto gracias a que una bomba eléctrica ejerce una presión diferencial sobre la muestra de agua haciendo que se filtre. Los contaminantes de tamaño menor que el específico del poro atraviesan la membrana o se quedan retenidos en su interior, las bacterias quedan en la superficie de la membrana y luego está es llevada a un medio de enriquecimiento selectivo.

INTERFERENCIAS

- Lavado de material ineficiente.
- Fallas en el proceso de esterilización de material.
- Ambientes contaminados que afecten las muestras.
- Procedimientos inadecuados de la siembra.
- Fallas en la toma y transporte de la muestra.

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, PRESERVACIÓN Y MANEJO: El recipiente requerido es botellas de vidrio, esterilizables con capacidad no menor a 100 mL con preservante (tiosulfato de sodio y/o EDTA) si lo requiere. El volumen mínimo para análisis microbiológico es de 100 mL.

Para análisis bacteriológico se toma la muestra directamente sin realizar purga del recipiente, teniendo en cuenta no llenar el recipiente completamente, con la precaución de dejar una cámara de aire dentro de él; el recipiente bacteriológico y su tapa, no deben tocar ninguna superficie contaminada, ya que esto podría alterar el resultado. Se llena el recipiente hasta la cantidad deseada, se tapa y se coloca el material protector de la tapa (papel o tela) ajustado con una cuerda.

Cuando se hagan tomas de ríos, corrientes, lagos, pantanos, fuentes o pozos se obtendrán muestras representativas, no es conveniente tomar muestras demasiado cerca de la orilla o demasiado lejos del punto de extracción ni a una profundidad superior o inferior a la de dicho punto, en estos puntos se puede hacer uso de una cuerda o un nylon que se amarre a la botella y se descargue con la boca hacia abajo.

Después de recolectadas las muestras deben ser llevadas al laboratorio lo más rápido posible. Si no es posible el análisis en el lapso de 24 horas después del muestreo, se debe refrigerar a una temperatura entre 2°C. Se reduce al mínimo la posibilidad de cambio durante el almacenamiento y transporte de las muestras. Se evita la exposición a la luz solar directa. Es conveniente asegurar que los recipientes se mantengan en posición vertical y que el líquido de muestra no se derrame, igualmente el instrumento que se emplea como refrigerante no debe entrar en contacto con la muestra para evitar su posible contaminación. La nevera de transporte debe contener hielos que mantengan la temperatura de refrigeración, estas deben estar limpias y en lo posible desinfectadas para evitar una fuente de contaminación.

Ítem 3.8

CONDUCTIVIDAD

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: La conductividad es una medida de la propiedad que poseen las soluciones acuosas para conducir la corriente eléctrica. Esta propiedad depende de la presencia de iones, su concentración, movilidad, valencia y de la temperatura de la medición. El método electrométrico es aplicable a aguas potables, superficiales, salinas, aguas residuales domésticas e industriales y lluvia ácida.

RESUMEN: Para la determinación de la conductividad la medida física hecha en el laboratorio es la resistencia, en ohmios o megaohmios. La conductividad es el inverso de la resistencia específica, y se expresa en micromho por centímetro ($\mu\text{mho/cm}$), equivalentes a microsiemens por centímetro ($\mu\text{S/cm}$) o milisiemens por centímetro (mS/cm) en el Sistema Internacional de Unidades. El intervalo de aplicación del método es de 10 a 10.000 (o hasta 50.000) $\mu\text{mho/cm}$, las conductividades fuera de estos valores son difíciles de medir con los componentes electrónicos y las celdas convencionales.

INTERFERENCIAS:

- El valor de la conductividad de una solución depende de la temperatura de la muestra, en el momento de ejecutar la medición, siempre confirme en el conductímetro que la temperatura de referencia sea de 25.0°C, la constante de la celda de 0,469 cm^{-1} y la compensación de temperatura de 1,91%K.
- Las desviaciones de las mediciones con equipos de conductividad se presentan cuando los electrodos almacenan residuos y la muestra no circula adecuadamente. Para evitarlo lave perfectamente el electrodo con abundante agua desionizada cuando lo requiera. Agite homogéneamente la muestra.
- Evite realizar mediciones a temperaturas excesivas o mediciones en soluciones especiales, ya que puede dañar la celda o acortar su tiempo de vida considerablemente.
- Evite variaciones de la constante no debidas a alteraciones de la celda, asegurándose de que las condiciones de preservación y almacenamiento de las soluciones estándar de KCl sean óptimas. Si se presentan cambios es conveniente preparar una nueva solución estándar de 0.0100M y verificar.
- Antes que alterar la constante de la celda, mejore las condiciones de preparación de las soluciones patrón de KCl, pues esta produce un cambio proporcional en todo el rango estudiado.

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, PRESERVACIÓN Y MANEJO: El volumen mínimo para esta determinación es de 500mL, en envase de plástico (polietileno o equivalente) o vidrio. No le adicione ningún preservante, refrigere a 4°C para enviar la muestra al Laboratorio. El período máximo de almacenamiento de espera para el análisis es de 28 días.

Ítem 3.9

POTENCIAL DE OXIDACIÓN – REDUCCIÓN

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: El redox son las reacciones que se dan en algunas sustancias cuando intercambian electrones. Los resultados se emplean para medir y controlar los procesos químicos, se hace usando dos electrodos;

indicará si el agua centro de entrenamiento acuático es reductora u oxidante ó si acepta o pierde electrones, se ha comprobado que organismos como E. Coli, la Salmonela, la Listeria o el virus de la polio, viven tan solo 30 segundos cuando el redox es el adecuado.

RESUMEN: expresado en mV (milivoltios), valor aceptable mínimo 700.

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, PRESERVACIÓN Y MANEJO: la frecuencia de control es diaria, se mide con una sonda en una pequeña muestra de agua con corriente, el sensor consta de un electrodo de óxido reducción y un electrodo de referencia y se envía una señal entre ellos que determina su potencial de oxidación y reducción, los electrodos pueden ser de platino, plata y oro.

Ítem 3.10

HIERRO TOTAL

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: el hierro junto con el manganeso son elemento que generalmente se encuentran en el agua y especialmente en el agua subterránea, dándole al agua sabor, olor y color indeseable. El hierro puede causar manchas en ropa, accesorios de plomería y concreto. Los depósitos de hierro se acumulan en cañerías, tanques de presión, calentadores de agua y equipo ablandador de agua.

La espectrometría de absorción atómica de llama es un método aplicable a la determinación de antimonio, bismuto, cadmio, calcio, cesio, cromo, cobalto, cobre, oro, iridio, hierro, plomo, litio, magnesio, manganeso, níquel, paladio, platino, potasio, rodio, rutenio, plata, sodio, estroncio, talio, estaño y zinc.

RESUMEN: En la espectrometría de absorción atómica de llama, un rayo de luz se dirige a través de la llama, hacia un monocromador y hacia un detector que mide la cantidad de luz absorbida por el elemento atomizado en la llama. Para algunos metales, la absorción atómica presenta una sensibilidad superior a la emisión de llamas. Debido a que cada metal tiene su propia longitud de onda de absorción característica, se utiliza una lámpara fuente compuesta por ese elemento; esto hace que el método esté relativamente libre de interferencias espectrales o de radiación. La cantidad de energía en la longitud de onda característica absorbida en la llama es proporcional a la concentración del elemento en la muestra en un rango de concentración limitado.

INTERFERENCIAS:

- Interferencia química: muchos metales se pueden determinar mediante la aspiración directa de la muestra a una llama de aire y acetileno, la interferencia química es la falta de absorción por los átomos unidos en combinación molecular en la llama.
- Corrección de antecedentes: La absorción molecular y la dispersión de la luz causadas por partículas sólidas en la llama pueden causar valores de absorción erróneamente altos que dan como resultado errores positivos. Cuando se produzcan tales fenómenos, utilice la corrección de fondo para obtener valores precisos.

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, PRESERVACIÓN Y MANEJO

- La muestra debe ser recolectada en envases de plástico o vidrio lavado con solución 1 a 1 de HNO₂.
- Recolectar una muestra de al menos 1000ml.
- Acidificar la muestra a pH<2 con HNO₂.
- El tiempo máximo de preservación es de 6 meses.

Ítem 3.11

pH

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: El método 9040 se usa para medir el pH de residuos acuosos y aquellos residuos donde la fase acuosa constituye al menos el 20% del volumen total del residuo. La corrosividad de ácidos y bases concentradas, o de estos mezclados con sustancias inertes, no puede medirse. La medición del pH requiere algún contenido de agua.

RESUMEN: El pH de una muestra es determinado electrométicamente usando un electrodo de vidrio en combinación con un potencial de referencia o un electrodo de combinación. El dispositivo de medición es calibrado usando una serie de soluciones estándares de pH conocido.

INTERFERENCIAS:

- Los efectos de la temperatura en la determinación electrométrica del pH provienen de dos fuentes. La primera es causada por el cambio en la señal de salida del electrodo a varias temperaturas, esta interferencia debe controlarse con instrumentos utilizando un compensador de temperatura o calibrando el sistema (electrodo- medidor) a la temperatura de las muestras. La segunda fuente de los efectos de la temperatura en la variación del pH se debe a los cambios de temperatura en la muestra, este error depende de la muestra y no puede controlarse. Por lo tanto, debe reportarse la temperatura y el pH de la muestra en el momento del análisis.

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, PRESERVACIÓN Y MANEJO

- Todas las muestras deben recolectarse usando un plan de muestreo avalado por las autoridades competentes o de acuerdo con estándares internacionales.
- Todas las muestras deben analizarse tan pronto como sea posible, en un tiempo menor de 0.25h.
- Los recipientes a usar para la recolección de las muestras deben ser de plástico o de vidrio únicamente, y se recomienda un volumen mínimo de 50 mL.

Ítem 3.12

CLORO TOTAL RESIDUAL

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: La cloración tanto en agua de abastecimiento como aguas contaminadas sirve principalmente para destruir o desactivar aquellos microorganismos que producen enfermedades, adicionalmente como beneficio en el agua potable, coadyuba a la mejora en la calidad del agua resultante de la reacción del cloro con amoníaco, hierro, manganeso, sulfuro y otras sustancias orgánicas.

RESUMEN: el cloro se usa como desinfectante, tanto para aguas de abastecimiento como para aguas contaminadas para garantizar la desactivación de los microorganismos evitando así la generación de enfermedades en el caso del agua potable y la mejora de la calidad vertida a las fuentes receptoras en el caso de las aguas residuales o servidas. La concentración de cloro disminuye con el tiempo a causa de su consumo por la destrucción de los microorganismos.

INTERFERENCIAS:

- Formas oxidadas de manganeso y otros agentes oxidantes.
- Los agentes reductores como los sulfuros orgánicos.
- Aunque la valoración neutra minimiza el efecto de interferencia de los iones férrico y nitrito, se prefiere la valoración ácida porque algunas formas de cloro combinado no reaccionan a pH 7.
- Utilizar sólo ácido acético para la valoración ácida; el ácido sulfúrico (H₂SO₄) aumentará las interferencias; nunca use ácido clorhídrico (HCl).

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, PRESERVACIÓN Y MANEJO: El cloro en solución acuosa no es estable y el contenido de cloro de las muestras o soluciones, particularmente las soluciones débiles, disminuirá rápidamente. La exposición a la luz solar u otra luz intensa o agitación acelerará la reducción del cloro. Por lo tanto, inicie las determinaciones de cloro inmediatamente después del muestreo, evitando la luz y la agitación excesivas. No almacene muestras para analizarlas en busca de cloro.

Ítem 3.13

CLORO COMBINADO

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: La cloración tanto en agua de abastecimiento como aguas contaminadas sirve principalmente para destruir o desactivar aquellos microorganismos que producen enfermedades, adicionalmente como beneficio en el agua potable, coadyuba a la mejora en la calidad del agua resultante de la reacción del cloro con amoníaco, hierro, manganeso, sulfuro y otras sustancias orgánicas.

RESUMEN: el cloro se usa como desinfectante, tanto para aguas de abastecimiento como para aguas contaminadas para garantizar la desactivación de los microorganismos evitando así la generación de enfermedades en el caso del agua potable y la mejora de la calidad vertida a las fuentes receptoras en el caso de las aguas residuales o servidas. La concentración de cloro disminuye con el tiempo a causa de su consumo por la destrucción de los microorganismos.

INTERFERENCIAS:

- Formas oxidadas de manganeso y otros agentes oxidantes.
- Los agentes reductores como los sulfuros orgánicos.
- Aunque la valoración neutra minimiza el efecto de interferencia de los iones férrico y nitrito, se prefiere la valoración ácida porque algunas formas de cloro combinado no reaccionan a pH 7.
- Utilizar sólo ácido acético para la valoración ácida; el ácido sulfúrico (H₂SO₄) aumentará las interferencias; nunca use ácido clorhídrico (HCl).

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, PRESERVACIÓN Y MANEJO: El cloro en solución acuosa no es estable y el contenido de cloro de las muestras o soluciones, particularmente las soluciones débiles, disminuirá rápidamente. La exposición a la luz solar u otra luz intensa o agitación acelerará la reducción del cloro. Por lo tanto, inicie las determinaciones de cloro inmediatamente después del muestreo, evitando la luz y la agitación excesivas. No almacene muestras para analizarlas en busca de cloro.

Ítem 3.14

DUREZA TOTAL

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: la dureza total se define como la suma de las concentraciones de Ca y Mg, ambos expresados como carbonato cálcico, en mg/l. En general se originan en áreas donde la capa superficial del suelo es gruesa y contiene formaciones de piedra caliza. Son aguas satisfactorias para el consumo humano (por simple desinfección) pero para fines de limpieza, a mayor dureza, mayor es la utilización de jabón (mayor costo) El agua dura se crea cuando el magnesio y el calcio los dos minerales disuelven en el agua. También se debe a la presencia de hierro El grado de dureza de un agua aumenta, cuanto más calcio y magnesio hay disuelto. Magnesio y calcio son iones positivamente cargados. Debido a su presencia, otros iones cargados positivamente se disolverán menos fácil en el agua dura que en el agua que no contiene calcio y magnesio.

RESUMEN: El uso exitoso del EDTA para determinar la dureza de que se tenga un indicador que muestre el momento en el que el EDTA se encuentre en exceso, o en que todos los iones que causan dureza hayan formado complejos. El medio conocido como negro de ericromo T funciona como un excelente indicador para mostrar el punto en que los iones que causan la dureza han formado complejos.

INTERFERENCIAS:

- Cuando el punto final no es claro, tome una alícuota menor o realice una titulación preliminar y establezca el volumen aproximado, sobre otra alícuota adicione a la muestra un 90 % del volumen determinado antes de adicionar el tampón y el indicador, continuar con la adición del titulante hasta el punto final.
- Algunos iones metálicos interfieren produciendo puntos finales débiles o indiferenciados, o provocando un consumo estequiométrico de EDTA. Reduzca esta interferencia añadiendo algunos inhibidores antes de la titulación.

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, PRESERVACIÓN Y MANEJO: Para la determinación de dureza las muestras deben guardarse en recipientes de plástico (polietileno o equivalentes) ó de vidrio, debidamente lavados y enjuagados con HNO₃ 1 + 1 y secado en estufa. El volumen mínimo de recolección para este tipo de muestras debe ser de 500 mL. Las muestras deben ser analizadas lo más pronto posible después de su recolección. Mantenga la muestra refrigerada a 4°C. En el momento del análisis se debe dejar llevar la muestra hasta temperatura ambiente.

Ítem 3.15

COBRE

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: El cobre es un metal ampliamente usado en la industria, incluso en los procesos de tratamiento de agua potable, pesticidas, fungicidas y alguicidas, lo que genera su presencia no solo en agua y suelo, sino en vegetales y animales acuáticos, lo que puede ocasionar incluso sobrecarga de la cadena nutricional.

La espectrometría de absorción atómica de llama es un método aplicable a la determinación de antimonio, bismuto, cadmio, calcio, cesio, cromo, cobalto, cobre, oro, iridio, hierro, plomo, litio, magnesio, manganeso, níquel, paladio, platino, potasio, rodio, rutenio, plata, sodio, estroncio, talio, estaño y zinc.

RESUMEN: En la espectrometría de absorción atómica de llama, un rayo de luz se dirige a través de la llama, hacia un monocromador y hacia un detector que mide la cantidad de luz absorbida por el elemento atomizado en la llama. Para algunos metales, la absorción atómica presenta una sensibilidad superior a la emisión de llamas. Debido a que cada metal tiene su propia longitud de onda de absorción característica, se utiliza una lámpara fuente compuesta por ese elemento; esto hace que el método esté relativamente libre de interferencias espectrales o de radiación. La cantidad de energía en la longitud de onda característica absorbida en la llama es proporcional a la concentración del elemento en la muestra en un rango de concentración limitado.

INTERFERENCIAS:

- Interferencia química: muchos metales se pueden determinar mediante la aspiración directa de la muestra a una llama de aire y acetileno, la interferencia química es la falta de absorción por los átomos unidos en combinación molecular en la llama.
- Corrección de antecedentes: La absorción molecular y la dispersión de la luz causadas por partículas sólidas en la llama pueden causar valores de absorción erróneamente altos que dan como resultado errores positivos. Cuando se produzcan tales fenómenos, utilice la corrección de fondo para obtener valores precisos.

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, PRESERVACIÓN Y MANEJO

- La muestra debe ser recolectada en envases de plástico o vidrio lavados con solución 1 a 1 de HNO₃.
- Tomar mínimo 1000ml de muestra
- Acidificar a pH<2 con HNO₃
- Refrigerar la muestra a <6 °C
- El tiempo de preservación de la muestra es de 24 horas a 6 meses.

Ítem 3.16

PSEUDOMONA AERUGINOSA

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: La pseudomona aeruginosa es una bacteria gran-negativa aeróbica, es un patógeno oportunista tanto en humanos como en plantas, es un microorganismo capaz de nutrirse de hidrocarburos, causando corrosión microbiana. Infecta los pulmones y las vías respiratorias, las vías urinarias, tejidos y causa sepsis, puede ocasionar neumonías. La bacteria es capaz de multiplicarse y sobrevivir en aguas tratadas debido a la densa capa polisacárida que hace las veces de barrera química y protege a la bacteria del cloro residual libre.

RESUMEN: La filtración por membrana es el mecanismo mediante el cual se atrapan en la superficie de la membrana microorganismos cuyo tamaño es mayor que el tamaño del poro 0.45 um, esto gracias a que una bomba eléctrica ejerce una presión diferencial sobre la muestra de agua haciendo que se filtre. Los contaminantes de tamaño menor que el específico del poro atraviesan la membrana o se quedan retenidos en su interior, las bacterias quedan en la superficie de la membrana y luego está es llevada a un medio de enriquecimiento selectivo.

INTERFERENCIAS

- Lavado de material ineficiente.
- Fallas en el proceso de esterilización de material.
- Ambientes contaminados que afecten las muestras.
- Procedimientos inadecuados de la siembra.
- Fallas en la toma y transporte de la muestra.

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, PRESERVACIÓN Y MANEJO: El recipiente requerido es botellas de vidrio, esterilizables con capacidad no menor a 100 mL con preservante (tiosulfato de sodio y/o EDTA) si lo requiere. El volumen mínimo para análisis microbiológico es de 100 mL.

Para análisis bacteriológico se toma la muestra directamente sin realizar purga del recipiente, teniendo en cuenta no llenar el recipiente completamente, con la precaución de dejar una cámara de aire dentro de él; el recipiente bacteriológico y su tapa, no deben tocar ninguna superficie contaminada, ya que esto podría alterar el resultado. Se llena el recipiente hasta la cantidad deseada, se tapa y se coloca el material protector de la tapa (papel o tela) ajustado con una cuerda. Cuando se hagan tomas de ríos, corrientes, lagos, pantanos, fuentes o pozos se obtendrán muestras representativas, no es conveniente tomar muestras demasiado cerca de la orilla o demasiado lejos del punto de extracción ni a una profundidad superior o inferior a la de dicho punto, en estos puntos se puede hacer uso de una cuerda o un nylon que se amarre a la botella y se descargue con la boca hacia abajo.

Después de recolectadas las muestras deben ser llevadas al laboratorio lo más rápido posible. Si no es posible el análisis en el lapso de 24 horas después del muestreo, se debe refrigerar a una temperatura entre 2°C. Se reduce al mínimo la posibilidad de cambio durante el almacenamiento y transporte de las muestras. Se evita la exposición a la luz solar directa. Es conveniente asegurar que los recipientes se mantengan en posición vertical y que el líquido de muestra no se derrame, igualmente el instrumento que se emplea como refrigerante no debe entrar en contacto con la muestra para evitar su posible contaminación. La nevera de transporte debe contener hielos que mantengan la temperatura de refrigeración, estas deben estar limpias y en lo posible desinfectadas para evitar una fuente de contaminación.

Ítem 3.17

ALUMINIO

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: El aluminio es un componente natural de aguas superficiales y subterráneas, adicionalmente el sulfato de aluminio es empleado ampliamente como agente floculante en el tratamiento de agua potable, su contenido en el agua potable en altas concentraciones genera negativo aspecto visual y sabor al agua. Es considerado no tóxico y no se ha reportado efectos adversos en la salud por causa de consumo o exposición al aluminio. El método directo de llama de óxido nitroso-acetileno es aplicable a la determinación de aluminio, bario, berilio, calcio, molibdeno, osmio, renio, silicio, torio, titanio y vanadio.

RESUMEN: En la espectrometría de absorción atómica de llama, un rayo de luz se dirige a través de la llama, hacia un monocromador y hacia un detector que mide la cantidad de luz absorbida por el elemento atomizado en la llama. Para algunos metales, la absorción atómica presenta una sensibilidad superior a la emisión de llamas. Debido a que cada metal tiene su propia longitud de onda de absorción característica, se utiliza una lámpara fuente compuesta por ese elemento; esto hace que el método esté relativamente libre de interferencias espectrales o de radiación. La cantidad de energía en la longitud de onda característica absorbida en la llama es proporcional a la concentración del elemento en la muestra en un rango de concentración limitado.

INTERFERENCIAS

- Interferencia química: muchos metales se pueden determinar mediante la aspiración directa de la muestra a una llama de aire y acetileno, la interferencia química es la falta de absorción por los átomos unidos en combinación molecular en la llama.
- Corrección de antecedentes: La absorción molecular y la dispersión de la luz causadas por partículas sólidas en la llama pueden causar valores de absorción erróneamente altos que dan como resultado errores positivos. Cuando se produzcan tales fenómenos, utilice la corrección de fondo para obtener valores precisos.

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, PRESERVACIÓN Y MANEJO

- La muestra debe ser recolectada en envases de plástico o vidrio.
- Refrigerar la muestra a <6 °C.

Ítem 3.18

HETERÓTROFOS

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: son un grupo de microorganismos, entre los que se incluyen las levaduras, los hongos y las bacterias, que utilizan el carbono orgánico como fuente única de energía y carbono. No existe ningún test universal para la medición de HPC. Por lo general, debido a la gran variedad de métodos de tests y a la diversidad de organismos existentes, se debe seleccionar un método que sea apto para la ubicación que se analiza y se debe hacer más hincapié en las tendencias que en los recuentos reales, no significa que un método sea correcto y el otro incorrecto, sino que cada método selecciona subpoblaciones diferentes que pueden o no estar presentes en la muestra.

RESUMEN: expresada como UFC / 1 cm³ y valor máximo aceptable Menor que 200.

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, PRESERVACIÓN Y MANEJO: Se hace conteo de Heterótrofos en placa - HPC, se debe evaluar mínimo una vez al mes, se utiliza para indicar la eficacia de los procesos de tratamiento de aguas como indicador indirecto de la eliminación de patógenos, como comprobación de la presencia y el número de organismos de un rebrote que puede o no tener trascendencia sanitaria, para medir el rendimiento de los procesos de filtración y desinfección.

Ítem 3.19

PLATA

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: Es un elemento metálico que como mineral es altamente deseado para joyería, componentes electrónicos, entre otras aplicaciones, además de emplearse como desinfectante en el tratamiento de agua. El efecto conocido en la salud humana es la generación de argiria por exposición a bajas concentraciones de plata. La espectrometría de absorción atómica de llama es un método aplicable a la determinación de antimonio, bismuto, cadmio, calcio, cesio, cromo, cobalto, cobre, oro, iridio, hierro, plomo, litio, magnesio, manganeso, níquel, paladio, platino, potasio, rodio, rutenio, plata, sodio, estroncio, talio, estaño y zinc.

RESUMEN: En la espectrometría de absorción atómica de llama, un rayo de luz se dirige a través de la llama, hacia un monocromador y hacia un detector que mide la cantidad de luz absorbida por el elemento atomizado en la llama. Para algunos metales, la absorción atómica presenta una sensibilidad superior a la emisión de llamas. Debido a que cada metal tiene su propia longitud de onda de absorción característica, se utiliza una lámpara fuente compuesta por ese elemento; esto hace que el método esté relativamente libre de interferencias espectrales o de radiación. La cantidad de energía en la longitud de onda característica absorbida en la llama es proporcional a la concentración del elemento en la muestra en un rango de concentración limitado.

INTERFERENCIAS:

- Interferencia química: muchos metales se pueden determinar mediante la aspiración directa de la muestra a una llama de aire y acetileno, la interferencia química es la falta de absorción por los átomos unidos en combinación molecular en la llama.
- Corrección de antecedentes: La absorción molecular y la dispersión de la luz causadas por partículas sólidas en la llama pueden causar valores de absorción erróneamente altos que dan como resultado errores positivos. Cuando se produzcan tales fenómenos, utilice la corrección de fondo para obtener valores precisos.

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, PRESERVACIÓN Y MANEJO

- La muestra debe ser recolectada en envases de plástico o vidrio borosilicato.
- Recolectar un volumen de muestra de 1000ml.
- Acidificar a pH<2 con ácido nítrico.
- Tiempo máximo de preservación 1 mes.

Ítem 3.20

COLIFORMES FECALES

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: La presencia de Escherichia Coli es un indicador de contaminación fecal y posible presencia de patógenos entéricos. Este organismo habita normalmente en el tracto digestivo de los animales de sangre caliente, y en agua o suelo se encuentra a causa de una contaminación fecal. Los coliformes fecales por su parte pueden provenir

de suelo y superficies de agua dulce, por lo tanto, no siempre son intestinales. La presencia de estos microorganismos indica fallas en el tratamiento, sea de agua potable o residual.

RESUMEN: La filtración por membrana es el mecanismo mediante el cual se atrapan en la superficie de la membrana microorganismos cuyo tamaño es mayor que el tamaño del poro 0.45 μm , esto gracias a que una bomba eléctrica ejerce una presión diferencial sobre la muestra de agua haciendo que se filtre. Los contaminantes de tamaño menor que el específico del poro atraviesan la membrana o se quedan retenidos en su interior, las bacterias quedan en la superficie de la membrana y luego está es llevada a un medio de enriquecimiento selectivo.

INTERFERENCIAS

- Lavado de material ineficiente.
- Fallas en el proceso de esterilización de material.
- Ambientes contaminados que afecten las muestras.
- Procedimientos inadecuados de la siembra.
- Fallas en la toma y transporte de la muestra.

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, PRESERVACIÓN Y MANEJO: El recipiente requerido es botellas de vidrio, esterilizables con capacidad no menor a 100 mL con preservante (tiosulfato de sodio y/o EDTA) si lo requiere. El volumen mínimo para análisis microbiológico es de 100 mL.

Para análisis bacteriológico se toma la muestra directamente sin realizar purga del recipiente, teniendo en cuenta no llenar el recipiente completamente, con la precaución de dejar una cámara de aire dentro de él; el recipiente bacteriológico y su tapa, no deben tocar ninguna superficie contaminada, ya que esto podría alterar el resultado. Se llena el recipiente hasta la cantidad deseada, se tapa y se coloca el material protector de la tapa (papel o tela) ajustado con una cuerda.

Cuando se hagan tomas de ríos, corrientes, lagos, pantanos, fuentes o pozos se obtendrán muestras representativas, no es conveniente tomar muestras demasiado cerca de la orilla o demasiado lejos del punto de extracción ni a una profundidad superior o inferior a la de dicho punto, en estos puntos se puede hacer uso de una cuerda o un nylon que se amarre a la botella y se descargue con la boca hacia abajo.

Después de recolectadas las muestras deben ser llevadas al laboratorio lo más rápido posible. Si no es posible el análisis en el lapso de 24 horas después del muestreo, se debe refrigerar a una temperatura entre 2°C. Se reduce al mínimo la posibilidad de cambio durante el almacenamiento y transporte de las muestras. Se evita la exposición a la luz solar directa. Es conveniente asegurar que los recipientes se mantengan en posición vertical y que el líquido de muestra no se derrame, igualmente el instrumento que se emplea como refrigerante no debe entrar en contacto con la muestra para evitar su posible contaminación. La nevera de transporte debe contener hielos que mantengan la temperatura de refrigeración, estas deben estar limpias y en lo posible desinfectadas para evitar una fuente de contaminación.

Ítem 3.21

GIARDIA Y CRYPTOSPORIDIUM

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

El procedimiento para toma de muestras y análisis de laboratorio debe cumplir con lo establecido en la **guía para la vigilancia por laboratorio de Giardia y Cryptosporidium en muestras de agua, establecida por el Instituto Nacional de Salud.**

Cryptosporidium: Es un parásito protozoario de la subclase Coccidia que se localiza a nivel intracelular en el intestino delgado de humanos y animales. La especie patógena exclusivamente de humanos es *Cryptosporidium hominis* (anteriormente *C. parvum* genotipo 1), la especie reportada tanto en humanos como en varios animales es *C. parvum* (genotipo 2) (Xiao, Fayer, Ryan, & Upton, 2004); sin embargo, hay otras especies propias de animales (mamíferos, reptiles, aves y peces) que pueden afectar a humanos (Xiao et al., 2004).

Giardia: Es un parásito protozoario patógeno de humanos y animales causante de enfermedad gastrointestinal, se localiza en el intestino delgado, la vía de transmisión es fecal-oral por consumo de agua y alimentos contaminados con quistes. Se han descrito varios genotipos (Botero & Restrepo, 2012), de los cuales, los que se asocian a infección en

humanos principalmente son el A1, A2 y el B; en el caso de los animales se han asociado los genotipos C, D y E (Kohli et al., 2008; Ravid, Duque, Arévalo, Nicholls, & Wasserman, 2007).

TOMA DE MUESTRAS: Para la toma y recolección de las muestras se debe garantizar la limpieza del área, no tener desechos o residuos a su alrededor. Para el análisis se requiere un volumen mínimo de 10 L, por lo tanto, se debe garantizar un transporte seguro en un recipiente con tapa rosca y con contratapa para evitar fugas y derrames. Previendo que durante el transporte se pierda contenido, se sugiere recolectar dos litros de más (es decir enviar un total de 12L).

Ítem 3.22

ALCALINIDAD TOTAL

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: La alcalinidad o basicidad del agua, es la medida de la capacidad para neutralizar ácidos. A diferencia del pH, que indica si una solución es un ácido o una base, la alcalinidad expresa cuánto ácido puede absorber una solución sin cambiar el pH. Es esencialmente, la capacidad amortiguadora de una solución. Por lo tanto, las soluciones con baja alcalinidad tienen una menor capacidad de amortiguación y cambian el pH con bastante rapidez cuando se agrega algo ácido. La importancia de la alcalinidad es significativa en los fenómenos de coagulación y ablandamiento, así como en la prevención de la corrosión. Por lo general, se mide en el agua de la fuente y en el agua de distribución, aunque también se puede medir en la etapa de coagulación y floculación.

RESUMEN: Los iones hidroxilo presentes en una muestra como resultado de la disociación o hidrólisis de solutos reaccionan con adiciones de ácido estándar. Por tanto, la alcalinidad depende del pH final utilizado.

INTERFERENCIAS:

- Durante el muestreo, el almacenamiento o la titulación de la muestra se pueden ganar o perder gases disueltos, tales como CO₂, H₂S o NH₃, que contribuyen a la acidez o alcalinidad. Tales efectos se pueden minimizar por titulación inmediata después de abrir el recipiente de la muestra, evitando agitación o mezcla vigorosa, protegiendo la muestra de la atmósfera durante la titulación y no dejando que la muestra se caliente más allá de la temperatura en el momento de recolección. Los jabones, materia grasa, sólidos suspendidos o los precipitados pueden cubrir el electrodo de vidrio y causar una respuesta lenta. Dejar pasar un tiempo adicional entre adiciones de titulante para permitir que el electrodo llegue al equilibrio o limpiar los electrodos ocasionalmente. No filtrar, diluir, concentrar o alterar la muestra.

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, PRESERVACIÓN Y MANEJO: Recolectar las muestras en botellas polietileno o de vidrio boro silicato y guardar a baja temperatura; llenar las botellas completamente y tapar herméticamente. Analizar las muestras sin demora, antes de un día, si los pH de las muestras son superiores a 8,3, estas muestras son especialmente sensibles a los cambios, debido a que las aguas residuales pueden estar sujetas a acción microbiana y a pérdida o ganancia de CO₂ u otros gases cuando se exponen al aire. Evitar la agitación de la muestra y una prolongada exposición al aire. Para muestras con pH entre 6 – 8 analizar antes de 48 horas.

Ítem 3.23

ÁCIDO CIANÚRICO

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: El cianuro se usa para varios trabajos como el procesamiento de metales, metalurgia, limpieza de metales, aplicación de algunos plaguicidas, curtido de cuero, fotografía y grabado, combate de incendios y operaciones para el manejo de gas natural. Es altamente tóxico y ampliamente usado en minas a cielo abierto.

Este método permite la determinación de cianuros libres en un destilado alcalino. El tratamiento y la destilación que preceden a la medición determinan qué complejos de cianuro se incluyen en la medición (los cianuros complejos liberan cianuros libres que se miden con este método).

RESUMEN: El cianuro en el destilado alcalino del tratamiento preliminar se convierte en CNCl por reacción con cloramina-T a pH <8 sin hidrolizarse a CNO⁻. Después de la reacción, el CNCl forma un color rojo-azul al agregar un reactivo de piridina-ácido barbitúrico. La absorbancia máxima de color en solución acuosa está entre 575 y 582 nm.

INTERFERENCIAS: Todas las interferencias conocidas se eliminan o reducen mediante los pasos de destilación y eliminación de interfases utilizados durante la destilación en el proceso de laboratorio.

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, PRESERVACIÓN Y MANEJO

- Use un recipiente de plástico o vidrio oscuro.
- Tome un volumen de muestra de 1000ml
- Si las muestras no se pueden analizar inmediatamente, agregue gránulos de NaOH o una solución de NaOH fuerte para elevar el pH de la muestra de 12 a 12,5.
- Almacene en un frasco oscuro cerrado en un lugar fresco.
- Analice antes de 24 horas de tomada la muestra si hay sulfuros presentes.

CONTROL DE CALIDAD

- Ensayar periódicamente los aparatos, reactivos y otras variables potenciales en el rango de concentración de interés.

Ítem 3.24

BROMO LIBRE

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: método utilizado para la determinación de Bromo libre.

RESUMÉN DEL MÉTODO: Adaptación del método estándar para la examinación de agua y agua residual, método DPD.

INTERFERENCIAS: la interferencia puede ser causada por: cloro, yodos, ozono, óxidos formados por cloro y manganeso.

Ítem 3.25

BROMO TOTAL

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: método utilizado para la determinación de Bromo libre.

RESUMÉN DEL MÉTODO: Adaptación del método estándar para la examinación de agua y agua residual, método DPD.

INTERFERENCIAS: la interferencia puede ser causada por: cloro, yodos, ozono, óxidos formados por cloro y manganeso.

Ítem 3.26

AMONIO

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: método utilizado para la determinación de amonio.

RESÚMEN DEL MÉTODO: Adaptación del ASTM Manual de agua y Tecnología Ambiental, método D1426 Nessler, para la determinación del amonio utilizado en un equipo fotómetro.

INTERFERENCIAS: Las interferencias pueden ser causadas por acetonas, alcoholes, adenoides, glicerina, hierro, varias aminas aromáticas y alifáticas.

MANIPULACIÓN Y PRESERVACIÓN DE LA MUESTRA: Con los viales previamente dosificados, el tiempo de preparación de la prueba se reduce drásticamente y no hay un procedimiento de preparación del reactivo que requiera mucho tiempo o la limpieza del material utilizado. Con la metodología del método, la cantidad de químicos y el tiempo de la medición se minimizan.

Ítem 3.27

Temperatura

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: Este método es aplicado para determinar la temperatura como parámetro de calidad del agua y su importancia en el control de los procesos de tratamiento de agua residual.

RESÚMEN DEL MÉTODO:

- Tome una muestra de agua residual del afluente de la PTAR y otra del efluente.
 - Determine la temperatura en cada una de ellas y reporte los resultados en grados Kelvin y Fahrenheit.
- INTERFERENCIAS:** Se recomienda una total inmersión del termómetro para indicar correctamente la temperatura, de tal manera que el bulbo y toda la columna de líquido estén expuestas a la temperatura que se mide.

MANIPULACIÓN Y PRESERVACIÓN DE LA MUESTRA: La muestra debe ser de tipo simple, puede tomarse en contenedores de plástico, vidrio o fluoropolímero y es aconsejable analizarse inmediatamente. El tiempo máximo de almacenamiento recomendado es de 0.25 horas (15 minutos).

4 ANÁLISIS DE CALIDAD PARA AGUA RESIDUAL

Ítem 4.1

pH

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: El método 9040 se usa para medir el pH de residuos acuosos y aquellos residuos donde la fase acuosa constituye al menos el 20% del volumen total del residuo. La corrosividad de ácidos y bases concentradas, o de estos mezclados con sustancias inertes, no puede medirse. La medición del pH requiere algún contenido de agua.

RESUMEN: El pH de una muestra es determinado electrométicamente usando un electrodo de vidrio en combinación con un potencial de referencia o un electrodo de combinación. El dispositivo de medición es calibrado usando una serie de soluciones estándares de pH conocido.

INTERFERENCIAS:

- Los efectos de la temperatura en la determinación electrométrica del pH provienen de dos fuentes. La primera es causada por el cambio en la señal de salida del electrodo a varias temperaturas, esta interferencia debe controlarse con instrumentos utilizando un compensador de temperatura o calibrando el sistema (electrodo- medidor) a la temperatura de las muestras. La segunda fuente de los efectos de la temperatura en la variación del pH se debe a los cambios de temperatura en la muestra, este error depende de la muestra y no puede controlarse. Por lo tanto, debe reportarse la temperatura y el pH de la muestra en el momento del análisis.

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, PRESERVACIÓN Y MANEJO

- Todas las muestras deben recolectarse usando un plan de muestreo avalado por las autoridades competentes o de acuerdo con estándares internacionales.
- Todas las muestras deben analizarse tan pronto como sea posible, en un tiempo menor de 0.25h.
- Los recipientes a usar para la recolección de las muestras deben ser de plástico o de vidrio únicamente, y se recomienda un volumen mínimo de 50 mL.

Ítems 4.2

DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO (DQO)

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: La Demanda Química de Oxígeno o DQO es un parámetro que mide la cantidad de sustancias susceptibles de oxidación por medios químicos disueltos o en suspensión en una muestra líquida, es decir indica el grado de contaminación en mgO_2/L . Es un método ampliamente usado como una medida de los contaminantes en aguas residuales y naturales, en el cual la cantidad de oxígeno consumido por la oxidación de un oxidante específico ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) es expresado en término de oxígeno equivalente o requerido para su transformación y oxidación a gas carbónico y agua.

Este parámetro mide la cantidad de materia orgánica y materia susceptible de oxidación química (materia biodegradable y no biodegradable).

RESÚMEN DEL MÉTODO

- Estandarizar la solución FAS diariamente con la solución de dicromato de potasio.
- Realizar el tratamiento o digestión de la muestra siguiendo el procedimiento respectivo.

INTERFERENCIAS

- La más común es el ion cloruro, el cual reacciona con el ion plata y precipita cloruro de plata y así inhibe la acción catalítica de la plata.
- Bromo, yodo y otros iones que inactiven el ión plata pueden interferir de forma similar.
- A pesar de un procedimiento riguroso para el análisis de la DQO el cloruro, yodo y bromo pueden reaccionar con el dicromato de potasio formas elementales de halogenuros y el ion cromo. Interferencias de halogenuros pueden ser removidos por precipitación con el ión plata y filtrar antes de realizar la digestión.
- El amoníaco y sus derivados en el agua o generado por contenido de nitrógeno orgánico no son oxidados, el cloro elemental reacciona con estos componentes, por lo que las interferencias por cloruros son difíciles.
- Los nitratos (NO_2^-) ejercen DQO de 1.1 mg $\text{O}_2/\text{mg NO}_2\text{—N}$ ya que las concentraciones de este compuesto en aguas rara vez exceden 1 a 2 mg $\text{NO}_2\text{—N/L}$, de esta manera las interferencias por nitratos son consideradas insignificantes y generalmente ignoradas.
- La plata, cromo hexavalente y sales de mercurio usadas en la determinación de la DQO crean desechos peligrosos, el mayor problema es por el uso de mercurio.

MANIPULACIÓN Y PRESERVACIÓN DE LA MUESTRA

- Las muestras deben ser recolectadas en envases de plástico, vidrio o fluoropolímeros. Se debe tener un volumen de muestra mínimo de 100 mL la cual debe ser analizada lo más pronto posible.
- En caso de demora en el análisis de la muestra se deberá adicionar a la misma H_2SO_4 a pH menor a 2 y refrigerar a menos de 6°C. Es recomendable que la muestra se almacene máximo 7 días.

Ítems 4.3

DBO (5 DÍAS)

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: La demanda bioquímica de oxígeno (DBO) tiene un periodo de prueba de 5, 7 o 10 días, dicho análisis mide la cantidad de oxígeno consumido por las bacterias al oxidar la materia orgánica en una muestra de agua. De esta manera la presente prueba se utiliza para medir las cargas de los residuos en las plantas de tratamiento de aguas y determinar la eficiencia del mismo.

RESÚMEN DEL MÉTODO

- Prepare el blanco siguiendo el procedimiento correspondiente.
- Realice la preparación de cada una de las muestras a analizar.
- Colocar las muestras en el equipo, definir la duración de la prueba e iniciar la prueba siguiendo los pasos adecuados para cada uno de los canales (muestras).

INTERFERENCIAS

- Se debe mantener la temperatura de incubación de la muestra.
- Materiales tóxicos en las muestras analizadas pueden causar valores bajos de la DBO.
- Cualquier rastro de cloro debe ser eliminado de la muestra antes de ser analizada, manteniéndola a temperatura de laboratorio entre 1 o 2 horas antes de la prueba para disipar las concentraciones bajas de cloro.
- Bajos resultados de DBO pueden darse cuando el pH de la muestra no se encuentra entre 6 y 8 unidades (utilice ácido sulfúrico 1N para neutralizar muestras caústicas o hidróxido de sodio 1N para neutralizar muestras ácidas).

MANIPULACIÓN Y PRESERVACIÓN DE LA MUESTRA

- La muestra debe ser recolectada en envases de plástico o vidrio.
- Refrigerar la muestra a $<6^\circ\text{C}$.
- Procurar que la muestra sea almacenada máximo por 48 horas.

Ítems 4.4

SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: Este método es aplicado para determinar sólidos totales y fijos y la fracción volátil en muestras sólidas y semisólidas tales como suelos, sedimentos, biosólidos (lodos obtenidos en el proceso de tratamiento de aguas residuales), lodos de otros procesos de tratamiento de aguas.

RESUMEN DEL MÉTODO

- Muestras de 20-50 g son secadas a 103-105°C para eliminar el agua de la muestra.
- El residuo de la sección 2.1 es enfriado, pesado y se lleva a 550°C para eliminar los sólidos volátiles.
- Los sólidos totales, fijos y volátiles son determinados por comparación de las masas de las muestras antes y después de cada proceso de secado.

INTERFERENCIAS

- Muestrear, submuestrear y el pipetear de muestras multi-fase puede introducir serios errores. Asegúrese de obtener una muestra homogénea tanto en el proceso de almacenamiento como durante la transferencia. Asegúrese manejar las muestras de una manera segura cuando realiza un submuestreo. Mezcle muestras pequeñas con un agitador magnético. Si hay sólidos suspendidos, pipete con una pipeta de orificio amplio. Evite que la muestra se adhiera al recipiente, una homogenización intensa es aconsejable para asegurar resultados exactos. Cuando este secando la muestra, algunas muestras forman una costra que impide la evaporación; tenga especial cuidado con los tiempos de secado. Evite usar un agitador magnético con partículas magnéticas.
- La temperatura y el tiempo de secado del residuo tienen un importante soporte en el resultado. Problemas tales como pérdida de peso debido a la vaporización de la materia orgánica, el agua ocluida, y los gases a partir de la descomposición inducida por el calor, así como las ganancias producidas por la oxidación, dependen de la temperatura y el tiempo de calentamiento. Es por lo tanto esencial que las muestras sean secadas a una temperatura uniforme. Minimícese el tiempo que el desecador este abierto porque la humedad del aire puede entrar y ser absorbida por la muestra.
- Los residuos secados a 103-105°C pueden retener no solamente agua de cristalización, sino también algo de agua ocluida. Como resultado de la conversión del bicarbonato en carbonato, habrá una pérdida de CO₂. La pérdida de materia orgánica por volatilización será por lo general muy ligera. Dado que la eliminación de agua ocluida es marginal a esta temperatura, la obtención de peso constante puede ser muy baja.
- Los residuos secados a 180± 2°C pueden perder casi toda el agua ocluida mecánicamente. Algo de agua de cristalización puede permanecer, especialmente si los sulfatos están presentes. La materia orgánica se puede perder por volatilización, pero no destruida completamente. El CO₂ perdido por la conversión de bicarbonatos a carbonatos y carbonatos pueden ser descompuestos parcialmente a óxidos o sales básicas. Algunas sales de cloruros y nitratos pueden perderse.

En general, la evaporación y secado de muestras de agua a 180°C produce valores de sólidos disueltos más cerca a los obtenidos a través de la suma especies de minerales determinados individualmente a los valores de sólidos disueltos garantizados a través de secado a temperaturas bajas.

- Los resultados de residuos con altos contenidos de aceites o grasas pueden ser cuestionable por la dificultad de obtener pesos constantes en un tiempo razonable.
- La determinación tanto de sólidos totales como de fijos está sujeta a error negativo debido a la pérdida de carbonato de amonio y materia orgánica durante el paso del secado de 103°C a 105°C . Observe cuidadosamente el tiempo de secado y la temperatura para controlar la pérdida de sales inorgánicas si son un problema.
- Los sólidos fijos es una expresión aplicada al residuo de sólidos totales, suspendidos o disueltos después de someterse a ignición durante un tiempo determinado y a una temperatura especificada. La pérdida por ignición se debe a los sólidos volátiles. Las determinaciones de sólidos fijos y volátiles no distingue exactamente entre materia orgánica e inorgánica por que la pérdida de peso no se limita al material orgánico sino también a pérdidas por descomposición y volatilización de algunas sales minerales.

MANIPULACIÓN Y PRESERVACIÓN DE LA MUESTRA:

- Utilícenso botellas de plástico o vidrio refractario, teniendo en cuenta siempre que el material en suspensión no debe adherirse a las paredes del recipiente.

- Recolecte una muestra de 200ml.
- Iníciase el análisis lo antes posible, pues resulta poco útil preservar la muestra.
- Refrigérese a 4°C hasta realizar el análisis, para reducir al mínimo la descomposición microbiológica de los sólidos durante máximo 7 días.

Ítem 4.5

CONDUCTIVIDAD

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: La conductividad es una medida de la propiedad que poseen las soluciones acuosas para conducir la corriente eléctrica. Esta propiedad depende de la presencia de iones, su concentración, movilidad, valencia y de la temperatura de la medición. El método electrométrico es aplicable a aguas potables, superficiales, salinas, aguas residuales domésticas e industriales y lluvia ácida.

RESUMEN: Para la determinación de la conductividad la medida física hecha en el laboratorio es la resistencia, en ohmios o megaohmios. La conductividad es el inverso de la resistencia específica, y se expresa en micromho por centímetro ($\mu\text{mho/cm}$), equivalentes a microsiemens por centímetro ($\mu\text{S/cm}$) o milisiemens por centímetro (mS/cm) en el Sistema Internacional de Unidades. El intervalo de aplicación del método es de 10 a 10.000 (o hasta 50.000) $\mu\text{mho/cm}$, las conductividades fuera de estos valores son difíciles de medir con los componentes electrónicos y las celdas convencionales.

INTERFERENCIAS:

- El valor de la conductividad de una solución depende de la temperatura de la muestra, en el momento de ejecutar la medición, siempre confirme en el conductímetro que la temperatura de referencia sea de 25.0°C, la constante de la celda de 0,469 cm^{-1} y la compensación de temperatura de 1,91%K.
- Las desviaciones de las mediciones con equipos de conductividad se presentan cuando los electrodos almacenan residuos y la muestra no circula adecuadamente. Para evitarlo lave perfectamente el electrodo con abundante agua desionizada cuando lo requiera. Agite homogéneamente la muestra.
- Evite realizar mediciones a temperaturas excesivas o mediciones en soluciones especiales, ya que puede dañar la celda o acortar su tiempo de vida considerablemente.
- Evite variaciones de la constante no debidas a alteraciones de la celda, asegurándose de que las condiciones de preservación y almacenamiento de las soluciones estándar de KCl sean óptimas. Si se presentan cambios es conveniente preparar una nueva solución estándar de 0.0100M y verificar.
- Antes que alterar la constante de la celda, mejore las condiciones de preparación de las soluciones patrón de KCl, pues esta produce un cambio proporcional en todo el rango estudiado.

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, PRESERVACIÓN Y MANEJO: El volumen mínimo para esta determinación es de 500mL, en envase de plástico (polietileno o equivalente) o vidrio. No le adicione ningún preservante, refrigere a 4°C para enviar la muestra al Laboratorio. El período máximo de almacenamiento de espera para el análisis es de 28 días.

Ítem 4.6

CLORUROS

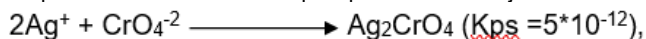
Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: El ión cloruro es uno de los iones inorgánicos más frecuentemente encontrado tanto en agua potable como an-aguas servidas, sin embargo, un alto contenido de cloruros puede dañar estructuras metálicas y evitar el crecimiento de plantas, cuando es empleada para riego un agua residual con altas concentraciones de cloruro puede degradar la calidad del suelo y por ende comprometer su fertilidad. Es recomendable para agua con concentraciones entre 1,5 y 100 mg/l de cloruros. El método para la determinación de cloruros en aguas potables o superficiales es empleado siempre que no tengan excesivo color o turbidez. Se basa en el método de Mohr. Sobre una muestra ligeramente alcalina, con pH entre 7 y 10, se añade disolución de AgNO_3 valorante, y disolución indicadora K_2CrO_4 .

RESUMEN: El método de Mohr o argentométrico (volumétrico): la presencia de cloruros se valora empleando una solución de nitrato de plata 0.0141 N(titulante); en la titulación el ión cloruro se precipita como cloruro de plata



El indicador que puede demostrar un exceso de Ag^+ es el cromato de potasio. Cuando la concentración del cloruro se reduce, la concentración del ión plata aumenta a un nivel en el cual se excede el producto de solubilidad del cromato de plata que se manifiesta como un precipitado marrón rojizo.



Esto se toma como evidencia de que todo el cloruro se ha precipitado.

INTERFERENCIAS: No interfieren las sustancias en las cantidades encontradas normalmente en el agua potable. No obstante:

- El bromuro, yoduro y cianuro se registran como las concentraciones equivalentes de cloruro.
- Los iones sulfuro, tiosulfato, y sulfito interfieren, pero se pueden eliminar con un tratamiento de peróxido de hidrógeno.
- El ortofosfato en concentración mayor de 25 mg/L, interfiere por precipitar como fosfato de plata.
- El hierro por encima de 10 mg/L interfiere por enmascarar el punto final.
- Interfieren también, el color y la turbidez. El color puede eliminarse, tratando la muestra con un alumbre de Aluminio.

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, PRESERVACIÓN Y MANEJO: La toma de muestra se debe realizar en un recipiente limpio de vidrio o plástico químicamente resistente, recolectar mínimo 50ml de muestra. Para las muestras de agua potable, en condiciones normales, no es necesario realizar ningún tratamiento previo.

Ítem 4.7

DUREZA TOTAL

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: la dureza total se define como la suma de las concentraciones de Ca y Mg, ambos expresados como carbonato cálcico, en mg/l. En general se originan en áreas donde la capa superficial del suelo es gruesa y contiene formaciones de piedra caliza. Son aguas satisfactorias para el consumo humano (por simple desinfección) pero para fines de limpieza, a mayor dureza, mayor es la utilización de jabón (mayor costo) El agua dura se crea cuando el magnesio y el calcio los dos minerales disuelven en el agua. También se debe a la presencia de hierro El grado de dureza de un agua aumenta, cuanto más calcio y magnesio hay disuelto. Magnesio y calcio son iones positivamente cargados. Debido a su presencia, otros iones cargados positivamente se disolverán menos fácil en el agua dura que en el agua que no contiene calcio y magnesio.

RESUMEN: El uso exitoso del EDTA para determinar la dureza de que se tenga un indicador que muestre el momento en el que el EDTA se encuentre en exceso, o en que todos los iones que causan dureza hayan formado complejos. El medio conocido como negro de ericromo T funciona como un excelente indicador para mostrar el punto en que los iones que causan la dureza han formado complejos.

INTERFERENCIAS:

- Cuando el punto final no es claro, tome una alícuota menor o realice una titulación preliminar y establezca el volumen aproximado, sobre otra alícuota adicione a la muestra un 90 % del volumen determinado antes de adicionar el tampón y el indicador, continuar con la adición del titulante hasta el punto final.
 - Algunos iones metálicos interfieren produciendo puntos finales débiles o indiferenciados, o provocando un consumo estequiométrico de EDTA. Reduzca esta interferencia añadiendo algunos inhibidores antes de la titulación.

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, PRESERVACIÓN Y MANEJO: Para la determinación de dureza las muestras deben guardarse en recipientes de plástico (polietileno o equivalentes) ó de vidrio, debidamente lavados y enjuagados con HNO_3 1 + 1 y secado en estufa. El volumen mínimo de recolección para este tipo de muestras debe ser de 500 mL. Las muestras deben ser analizadas lo más pronto posible después de su recolección. Mantenga la muestra refrigerada a 4°C. En el momento del análisis se debe dejar llevar la muestra hasta temperatura ambiente.

Ítem 4.8

SÓLIDOS SEDIMENTABLES

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: La determinación de sólidos sedimentables por el método volumétrico, se realiza en muestras de agua superficiales de acuerdo a lo establecido por el laboratorio. El límite inferior de lectura es de 0.1 mL/L.

RESUMEN: Los sólidos asentables en aguas superficiales y salinas, así como en desechos domésticos e industriales pueden determinarse e informarse sobre un volumen (mL/L) o un peso (mg / L). Los sólidos sedimentables son aquellos que tiene un tamaño de 10 μ y que se desprenden de la suspensión en un tiempo determinado y están constituidos por partículas más densas que el agua

INTERFERENCIAS: Cuando hay presencia de floc biológico o químico, se recomienda emplear el método gravimétrico.

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, PRESERVACIÓN Y MANEJO:

- La muestra puede ser tomada en recipiente plástico o de vidrio.
- Las muestras deben ser analizadas sin ningún tipo de pretratamiento o preservación.
- Se requiere como mínimo 2000mL de muestra para el análisis con su duplicado.

Ítems 4.9

TENSOACTIVOS SAAM (SURFACTANTES)

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: Los tensoactivos o surfactantes se encuentran presentes en diferentes dosificaciones incorporados en detergentes, champús, lubricantes, dulces, cremas, pinturas. Los tensoactivos aniónicos se encuentran entre las muchas sustancias naturales y sintéticas activas al azul de metileno. El método es relativamente simple y preciso, comprende tres extracciones sucesivas desde un medio acuoso ácido con exceso de azul de metileno a una fase orgánica de cloroformo, seguida de la lectura del color azul de dicha fase orgánica mediante espectrofotometría a 652 nm

RESUMEN: El método es aplicable para la determinación de tensoactivos aniónicos en aguas superficiales y en aguas residuales, pero debe tenerse en cuenta la posible presencia de otro tipo de sustancias activas al azul de metileno. Mediante este método es posible la determinación de concentraciones de SAAM a partir de 0.50 mg/L en las condiciones de trabajo del laboratorio.

INTERFERENCIAS: Las interferencias positivas resultan por la presencia de otras especies activas al azul de metileno. Los sulfonatos orgánicos, sulfatos, carboxilatos, fenoles, los tiocianatos inorgánicos, cianatos, nitratos y cloruros pueden en mayor o menor grado transferir el azul de metileno a la fase clorofórmica.

Las interferencias negativas son causadas por la presencia de tensoactivos catiónicos y otros cationes como las aminas puesto que estas compiten con el azul de metileno en la formación de pares iónicos. El material particulado puede dar interferencia negativa por la absorción de sustancias activas al azul de metileno.

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, PRESERVACIÓN Y MANEJO:

- Tome muestras representativas en recipientes de 1000 ml de vidrio
- La muestra no debe contener espuma, en caso contrario se debe mezclar muy bien la muestra agitando suavemente después del muestreo.
- Preservar la muestra enfriando entre 2-5°C.
- Tiempo máximo de preservación 48 horas.

Ítem 4.10

GRASAS Y ACEITES

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN:

Se aplica para aguas residuales superficiales, domésticas e industriales. Algunas grasas y ácidos grasos especialmente no saturados extraíbles se oxidan con rapidez; en consecuencia, se incluyen precauciones especiales con respecto a la temperatura y desplazamiento de vapor del disolvente para reducir este efecto.

RESUMEN: En este método la grasa y el aceite son extraídos del agua por íntimo contacto con el solvente (n-hexano) y su determinación se realiza gravimétricamente mediante recuperación del solvente en un equipo de destilación.

En la determinación de grasas y aceites no se mide una cantidad absoluta de una sustancia específica; se determinan grupos de sustancias con características físicas similares con base en su solubilidad en el solvente (n-hexano). Esto incluye

otros materiales extraídos por el solvente de la muestra acidificada, tales como compuestos azufrados, algunos colorantes orgánicos y clorofila, no volatilizados durante el ensayo.

INTERFERENCIAS:

- Los solventes orgánicos tienen la habilidad de disolver no solo las grasas y los aceites sino también otras sustancias orgánicas. Cualquier material soluble en el solvente se reporta como grasa y aceite.
- Utilizar la extracción líquido - líquido para aguas superficiales no contaminadas o con bajo contenido de sólidos suspendidos, factores que aumentan la formación de emulsiones y pérdida del analito.
- Algunas matrices de las muestras pueden formar emulsiones, incrementando la cantidad de agua a separar dentro del extracto. Cuando el extracto del solvente es tratado con sulfato de sodio, este se disuelve en el agua y pasa al frasco tarado. Esto se manifiesta cuando después de secado el solvente se hace visible sal dentro del vaso de extracción. Si se observan cristales en el frasco tarado después del secado, redissolver la grasa y aceite con 30 mL de solvente de extracción y un poco de agua en un embudo de separación, retirar la capa acuosa y drenar el solvente a través de un embudo con papel filtro empapado con solvente a un vaso de extracción limpio y tarado. Tratar este como un extracto de muestra.
- La eliminación del solvente tiene como resultado la pérdida de los hidrocarburos de cadena corta y aromática sencillos por volatilización.
- En este proceso se pierden cantidades significativas de destilado de petróleo desde la gasolina hasta el aceite combustible.
- El método es completamente empírico y solo se pueden obtener resultados duplicados si se siguen de manera estricta todos los detalles.
- El tiempo requerido para secar y enfriar el material extraído no puede ser alterada.
- Puede que haya un incremento gradual en el peso, debido presumiblemente a la absorción de oxígeno, y/o una pérdida gradual de peso debida a la volatilización.
- Los residuos más pesados del petróleo pueden contener una porción significativa de materiales que no son extraíbles con el solvente

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, PRESERVACIÓN Y MANEJO:

- Para aguas de tipo industrial la toma de muestra se debe realizar puntual.
- Tome la muestra de forma directa del vertimiento y evitando llenar totalmente el frasco.
- La tapa debe estar provista de una lámina de papel aluminio que impida el contacto de la muestra con el interior de la tapa.
- La muestra se debe tomar en frasco de vidrio claro de boca ancha con capacidad máxima de un litro, previamente calibrado y evitando subdividir la muestra en el laboratorio. Si la botella no está calibrada, demarque el nivel en el frasco para posterior determinación del volumen de muestra.
- El frasco debe estar previamente enjuagado con el solvente para remover cualquier película de detergente.
- Adicione a las muestras HCl o H₂SO₄ concentrado hasta pH < 2, con el fin de romper las emulsiones e hidrolizar los jabones y detergentes, los cuales pierden su componente polar y revierten a una estructura hidrocarbonada que es incluida en la determinación. Verifique el pH con papel indicador y acidifique la muestra en la botella.
- Cuando se requiere información acerca del promedio de concentración de grasas y aceites sobre un periodo de tiempo extenso, analizar porciones individuales tomadas a intervalos de tiempo predeterminados, esta muestra no se puede componer.
- La muestra preservada se puede almacenar durante un periodo máximo de 28 días a una temperatura de 4°C.

Ítem 4.11

HIDROCARBUROS EN AGUA (TPH)

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: Para el análisis de HC es necesario inicialmente llevar acabo la extracción de la grasa y aceite total (AYG). El tratamiento consiste en la disolución del extracto de GYA en solvente (n-hexano) y la adsorción de los ácidos grasos en la silica gel mediante agitación. Los HC son separados por filtración y/o extracción líquido – líquido y concentrados mediante extracción Soxhlet o destilación del solvente de análisis.

RESUMEN: Para determinar los hidrocarburos se emplea el gel de sílice que tiene la capacidad de absorber los materiales polares como los ácidos grasos. Si se mezcla una solución de hidrocarburos y materiales grasos en n-hexano con gel de

silíce, los ácidos grasos son extraídos de forma selectiva de la solución. Los materiales no eliminados por absorción al gel de sílice son considerados hidrocarburos en esta prueba.

INTERFERENCIAS

- Los hidrocarburos más polares, tales como los compuestos aromáticos complejos y los derivados de cloro, azufre y nitrógeno pueden ser adsorbidos por el gel de sílice.
- Cualquier compuesto distinto de los hidrocarburos y la materia grasa recuperada por los procedimientos para determinación de grasas y aceites también interfiere.
- La eliminación del disolvente tiene como resultado la pérdida de los hidrocarburos de cadena corta y aromáticos sencillos por volatilización.
- En el proceso de extracción de la grasa y el aceite se pierden cantidades significativas de destilado de petróleo desde la gasolina hasta el aceite combustible.
- Los residuos más pesados del petróleo pueden contener una porción significativa de materiales que no son extraíbles con el solvente.
- Las sustancias que interfieren en la determinación de HC, hacen parte en la cuantificación ya que no pueden remover de la muestra.

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, PRESERVACIÓN Y MANEJO

- Para aguas de tipo industrial la toma de muestra se debe realizar puntual.
- Tome la muestra de forma directa del vertimiento y evitando llenar totalmente el frasco.
- La tapa debe estar provista de una lámina de papel aluminio que impida el contacto de la muestra con el interior de la tapa.
- La muestra se debe tomar en frasco de vidrio ámbar de boca ancha con capacidad máxima de un litro, previamente calibrado y evitando subdividir la muestra en el laboratorio. Si la botella no está calibrada, demarque el nivel en el frasco para posterior determinación del volumen de muestra.
- El frasco debe estar previamente enjuagado con el solvente para remover cualquier película de detergente.
- Adicione a las muestras 80 mg/L de tiosulfato de sodio si hay presencia de cloro residual.
- La muestra preservada se puede almacenar durante un periodo máximo de 7 días a una temperatura de 4°C.

Ítem 4.12

ORTOFOSFATO (FÓSFORO REACTIVO TOTAL)

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: El fósforo se encuentra en aguas naturales y residuales casi exclusivamente como fosfatos, los cuales se clasifican en ortofosfatos, fosfatos condensados (piro-, meta-, y otros polifosfatos) y fosfatos orgánicos. La presencia de fósforo soluble (ortofosfatos) en los cursos de agua proviene del uso de fertilizantes, jabones, detergentes, o del suelo. A mediano plazo pueden producir en las aguas continentales proliferación de algas y otros vegetales acuáticos (eutrofización).

RESUMEN: El análisis de fósforo envuelve dos pasos generales: (a) conversión de la forma de fósforo de interés a ortofosfato disuelto, y (b) determinación colorimétrica del ortofosfato disuelto. El fósforo disuelto se determina en el filtrado de una muestra pasada a través de un filtro de 0,45 µm de diámetro de poro.

El molibdato de amonio y el tartrato de antimonio y potasio reaccionan en medio ácido con el ortofosfato para formar un heteropoliácido -ácido fosfomolibdico- que es reducido por ácido ascórbico a un complejo azul de molibdeno intensamente coloreado; sólo las formas de ortofosfato forman dicho color azul en esta prueba.

INTERFERENCIAS:

- La presencia de turbidez y color en la muestra debe corregirse elaborando un blanco.
- Las muestras con bajas concentraciones de fósforo no se deben almacenar en botellas plásticas a menos que se congelen, debido a que los fosfatos se pueden adsorber en las paredes plásticas.

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, PRESERVACIÓN Y MANEJO:

- Colecte la muestra en envase de vidrio ámbar de por lo menos 100ml y no le adicione ningún preservante, refrigérelas inmediatamente a 4°C.
- Las muestras refrigeradas tienen un tiempo máximo de espera para el análisis de 48 horas.
- La muestra debe ser filtrada antes de realizar el análisis, filtrar toda la botella ya que se comparte el filtrado con los análisis de nitritos y sulfatos, siempre y cuando el volumen de muestra sea suficiente para los tres analitos.

Ítem 4.13

FÓSFORO TOTAL

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: El método de digestión utilizado es el del ácido sulfúrico - ácido nítrico en un rango de lectura de concentraciones entre 0.05 y 1.0 mg P-PO₄/L, pero el rango de concentración de las muestras esta entre 0.05 y la máxima concentración que pueda ser diluida con precisión

RESUMEN: El fósforo total (P): se determina en una muestra sin filtrar y en ella están presentes todas las formas de fósforo. Debido a que el fósforo puede estar presente en combinación con la materia orgánica, es necesario para determinar el fósforo total, preparar la muestra mediante un método de digestión capaz de oxidar la materia orgánica efectivamente, para liberar el fósforo como ortofosfato, para su posterior determinación por el Método del Ácido Ascórbico. La concentración de fósforo total se registra como mg P total /L.

INTERFERENCIAS

- La presencia de turbidez y color en la muestra debe corregirse elaborando un blanco. Si la turbidez es muy alta y es necesario filtrar la muestra, ésta debe hacerse sólo después de la digestión.
- Las muestras con bajas concentraciones de fósforo no se deben almacenar en botellas plásticas a menos que se congelen, debido a que los fosfatos se pueden adsorber en las paredes plásticas.

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, PRESERVACIÓN Y MANEJO:

- Colecte las muestras en envases de plástico o vidrio de 100 ml
- Preserve la muestra con HNO₂ hasta un pH<2 o refrigerar a 4°C.
- Las muestras así preservadas tienen un tiempo máximo de espera para el análisis de 1 mes.

Ítem 4.14

NITRATO

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: La técnica de monitoreo espectrofotométrico ultravioleta (UV) se emplea para medir la absorbancia del nitrato (NO₃⁻) a 220 nm y es adecuada para la determinación rápida de NO₃⁻ y el monitoreo de aguas con bajo contenido de materia orgánica, como aguas naturales sin contaminar y fuentes de agua potable.

RESUMEN: La materia orgánica disuelta también puede absorber a 220 nm y el NO₃⁻ no absorbe a 275 nm, por lo tanto, se usa una segunda medición a 275 nm para corregir el valor de NO₃⁻. La aplicación de esta corrección empírica está relacionada con la naturaleza y concentración de materia orgánica y puede variar de una muestra a otra.

La filtración de muestra tiene la intención de remover la posible interferencia de partículas suspendidas. La acidificación con HCl 1N está designada para prevenir la interferencia de concentraciones de hidróxido o carbonato hasta de 1000 mg CaCO₃/L. El cloruro no tiene efecto en la determinación.

INTERFERENCIAS

- 5 La materia orgánica disuelta, los agentes tensoactivos, el NO₂⁻, y el Cr⁶⁺ interfieren.
- 6 Varios iones inorgánicos que normalmente no se encuentran en aguas naturales, tales como clorito y clorato, pueden interferir. Se pueden preparar curvas de corrección individuales para compensar la interferencia de las sustancias inorgánicas, por medio de análisis independientes de sus concentraciones.
- 7 El método espectrofotométrico requiere una muestra ópticamente limpia, por lo cual las muestras turbias se deben filtrar a través de un filtro de membrana de 0,45 µm de diámetro de poro.

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, PRESERVACIÓN Y MANEJO

- Se debe realizar la recolección de la muestra en envase plástico de 500 ml, previamente lavado con ácido sulfúrico (H₂SO₄).
- Si es necesario el almacenamiento, guardar hasta por 24 h a 4°C; para almacenamientos más prolongados, preservar con 2 ml de H₂SO₄ concentrado por litro y almacenar a 4°C.

NOTA: al preservar la muestra con ácido, no es posible determinar NO₃⁻ y NO₂⁻ como especies individuales.

Ítem 4.15

NITRITO

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: Los nitritos se forman en la biodegradación de nitratos, nitrógeno amoniacal y otros compuestos orgánicos nitrogenados y se utiliza como indicador de contaminación fecal en aguas naturales. No se consideran tóxicos en pequeñas concentraciones, pero en grandes cantidades su consumo tiene efecto diurético. El

método colorimétrico (espectrofotometría) de determinación de nitratos es aplicable a aguas residuales, efluentes y aguas contaminadas en un rango de concentraciones entre 0.006 y 0.20 mg N-NO₃/L.

RESUMEN: El nitrito (NO₂⁻) se determina a través de la formación de un colorante azo rojizo producido a un pH de 2,0 a 2,5 por acoplamiento de sulfanilamida diazotada con dihidrocloruro de N(1-naftil)-etilendiamina (diclorhidrato de NED). El aplicable del método para las mediciones espectrofotométricas es de 10 a 1.000 µg de NO₂⁻-N / L (0,010 a 1mg/L). Las mediciones fotométricas se pueden realizar en el rango de 5 a 50 µg N/L (0.005 a 0,050 mg/L), si se utiliza un trayecto de luz de 5 cm y un filtro de color verde. El sistema de color obedece la ley de Beer hasta 180 µg N / L (0,180 mg/L) con un trayecto de luz de 1 cm a 543 nm. Concentraciones más altas de NO₂⁻ se puede determinar diluyendo una muestra.

El nitrógeno de nitritos raras veces aparece en concentraciones mayores de 1 mg/L, aun en fuentes de plantas de tratamiento de aguas residuales. En aguas superficiales y subterráneas su concentración por lo general es menor de 0.1 mg/L. Su presencia indica, por lo regular, procesos activos biológicos en el agua, ya que es fácil y rápidamente convertido en nitrato.

INTERFERENCIAS: La incompatibilidad química hace improbable que el NO₂⁻, el cloro libre y el tricloruro de nitrógeno (NCl₃) coexistirán. NCl₃ imparte un color rojo falso cuando se añade reactivo de color. Los iones siguientes interfieren debido a la precipitación en condiciones de prueba y deben estar ausentes: Sb⁺³, Au⁺³, Bi⁺³, Fe⁺³, Pb⁺², Hg⁺², Ag⁺, cloro platino (PtCl₆⁻²) y meta vanadato (VO₃⁻²). El ion cúprico puede causar bajos resultados catalizando la descomposición de la sal de diazonio. Los iones de color que alteran el sistema de color también deben estar ausentes. Eliminar los sólidos en suspensión por filtración.

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, PRESERVACIÓN Y MANEJO:

- No utilice preservación ácida para las muestras que se analizarán para NO₂⁻.
- Colecte la muestra en envase de vidrio ámbar o plástico y no le adicione ningún preservante.
- Tamaño mínimo de muestra para determinar NO₂⁻ es de 100 mL. Se puede tomar de la muestra recibida para Fósforo Soluble siempre y cuando el volumen sea suficiente para los dos analitos.
- La determinación debe hacerse lo más pronto posible una vez recogida la muestra para prevenir la posible conversión bacteriana de NO₂⁻ a NO₃⁻ o NH₃. Para conservación a corto plazo durante 1 a 2 días, guardar congelar a -20 °C o almacenar a 4 °C.
- Filtrar únicamente en el momento de realizar el análisis

Ítems 4.16

NITRÓGENO AMONIAICAL

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: Este método describe el procedimiento para determinar el nitrógeno amoniacal y nitrógeno Kjendahl total (NKT) en agua residuales domésticas, en este último convierten compuestos nitrogenados de origen biológico tales como aminoácidos, proteínas y péptidos a amonio.

RESÚMEN DEL MÉTODO: El amoniaco de la muestra es separado por destilación. El amoniaco liberado es capturado en una solución de ácido bórico. Se emplea este procedimiento para concentraciones de NH₃-N superiores a 5 mg/L.

INTERFERENCIAS

- La glicina urea, ácido glutámico, cianatos y acetamida se hidrolizan muy lentamente en solución o reposo, pero solo la urea y los cianatos producirán la hidrólisis en la destilación a pH 9.5. Los compuestos alcalinos volátiles, como la hidracina y las aminas, influirán en los resultados titulométricos.
- Cloro residual, debe ser removido por pre-tratamiento de la muestra con tiosulfato de sodio antes de la destilación.

MANIPULACIÓN Y PRESERVACIÓN DE LA MUESTRA

- Se obtienen resultados más fiables con muestra recientes. Destruyase el cloro residual después de obtener las muestras para impedir su reacción con el amoniaco.
- Si no es posible un análisis rápido, consérvese la muestra con 0.8 ml de H₂SO₄ conc./L de muestra a 4°C. El pH de las muestras conservadas con ácido debe estar comprendido entre 1.5 y 2. Si se utiliza la conservación con ácido, neutralícese las muestras con NaOH o KOH inmediatamente antes de hacer la determinación.

Ítem 4.17

NITRÓGENO TOTAL

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: Este método describe el procedimiento para determinar el nitrógeno amoniacal y nitrógeno Kjendahl total (NKT) en agua residuales domésticas, en este último convierten compuestos nitrogenados de origen biológico tales como aminoácidos, proteínas y péptidos a amonio.

RESÚMEN DEL MÉTODO

NITRÓGENO KJENDAHL TOTAL (NKT)

- El nitrógeno Kjendahl total es definido como la suma de amonio libre y los compuestos orgánicos de nitrógeno que son convertidos a sulfato de amonio $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ bajo las condiciones de la digestión. El amonio es entonces separado de la muestra por destilación. Un procedimiento es dado para remover el amonio presente en la muestra antes de la digestión.
- La concentración de amonio obtenida después de la destilación es determinada por titulación con H_2SO_4 0.02 N estándar.

INTERFERENCIAS

- Durante la digestión, el nitrato por encima de 10 mg/L puede oxidar parte del amoniaco liberado a partir del nitrógeno orgánico digerido, produciendo N_2O y dando lugar a una interferencia negativa. Cuando se encuentre presente materia en bajo estado de oxidación, el nitrato se puede reducir a amoniaco, resultado en una interferencia positiva.
- Si la muestra contiene una gran cantidad de sal o sólidos inorgánicos que se disuelvan durante la digestión, la temperatura puede subir por encima de 400°C comenzando una pérdida pirolítica del nitrógeno. Para evitar una digestión excesiva, no supere 370°C , añádase 1 ml de H_2SO_4 por gramo de sal en la muestra, para mantener el equilibrio ácido-sal.
- Gran cantidad de materia orgánica en la muestra consumirá mucho ácido, aumentará la proporción de ácido a sal y aumentará la temperatura de digestión por encima de 400°C . Para evitarlo, añádanse al matraz de digestión 10 ml de H_2SO_4 conc. por 3 g de DQO. Puede ser necesario reactivo hidróxido sódico-tiosulfato sódico adicional para mantener el pH de destilación alto.
- El cloro residual, si está presente, debe ser removido por pre-tratamiento de la muestra con tio-sulfato de sodio antes de la digestión/destilación. Especialmente esto será necesario si la muestra contiene agua o es acuosa.
- El método kjeldahl determina el nitrógeno en estado trinegativo. No tiene en cuenta el nitrógeno en forma de azida, azina, azo, hidrazona, nitrato, nitrito, nitrilo, nitroso, oxima y semicarbazona.

MANIPULACIÓN Y PRESERVACIÓN DE LA MUESTRA

- El amonio es un contaminante persistente. Minimice la exposición de la muestra al aire tanto como sea posible.
- El amonio puede formarse o perderse durante el almacenamiento debido a la actividad biológica, o perderse por volatilización u oxidación. Las siguientes recomendaciones de preservación pueden ayudar reducir cambios significativos en la concentración del analito.
- La muestra debe recolectarse en una jarra de vidrio o de plástico de boca ancha con el mínimo de espacio de aire arriba de ella.
- Chequear a las muestras la presencia de cloro residual y tratarlas con tiosulfato de sodio, si es necesario durante la recolección.
- Las muestras deben ser de mínimo 500 mL, deben ser preservadas con 2 ml de H_2SO_4 conc. y enfriada a 4°C después de la recolección. La muestra no debe guardarse por más de 28 días.

Ítem 4.18

COLIFORMES FECALES

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: La presencia de *Escherichia Coli* es un indicador de contaminación fecal y posible presencia de patógenos entéricos. Este organismo habita normalmente en el tracto digestivo de los animales de sangre caliente, y en agua o suelo se encuentra a causa de una contaminación fecal. Los coliformes fecales por su parte pueden provenir

de suelo y superficies de agua dulce, por lo tanto, no siempre son intestinales. La presencia de estos microorganismos indica fallas en el tratamiento, sea de agua potable o residual.

RESUMEN: La filtración por membrana es el mecanismo mediante el cual se atrapan en la superficie de la membrana microorganismos cuyo tamaño es mayor que el tamaño del poro 0.45 μm , esto gracias a que una bomba eléctrica ejerce una presión diferencial sobre la muestra de agua haciendo que se filtre. Los contaminantes de tamaño menor que el específico del poro atraviesan la membrana o se quedan retenidos en su interior, las bacterias quedan en la superficie de la membrana y luego está es llevada a un medio de enriquecimiento selectivo.

INTERFERENCIAS

- Lavado de material ineficiente.
- Fallas en el proceso de esterilización de material.
- Ambientes contaminados que afecten las muestras.
- Procedimientos inadecuados de la siembra.
- Fallas en la toma y transporte de la muestra.

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, PRESERVACIÓN Y MANEJO: El recipiente requerido es botellas de vidrio, esterilizables con capacidad no menor a 100 mL con preservante (tiosulfato de sodio y/o EDTA) si lo requiere. El volumen mínimo para análisis microbiológico es de 100 mL.

Para análisis bacteriológico se toma la muestra directamente sin realizar purga del recipiente, teniendo en cuenta no llenar el recipiente completamente, con la precaución de dejar una cámara de aire dentro de él; el recipiente bacteriológico y su tapa, no deben tocar ninguna superficie contaminada, ya que esto podría alterar el resultado. Se llena el recipiente hasta la cantidad deseada, se tapa y se coloca el material protector de la tapa (papel o tela) ajustado con una cuerda.

Cuando se hagan tomas de ríos, corrientes, lagos, pantanos, fuentes o pozos se obtendrán muestras representativas, no es conveniente tomar muestras demasiado cerca de la orilla o demasiado lejos del punto de extracción ni a una profundidad superior o inferior a la de dicho punto, en estos puntos se puede hacer uso de una cuerda o un nylon que se amarre a la botella y se descargue con la boca hacia abajo.

Después de recolectadas las muestras deben ser llevadas al laboratorio lo más rápido posible. Si no es posible el análisis en el lapso de 24 horas después del muestreo, se debe refrigerar a una temperatura entre 2°C. Se reduce al mínimo la posibilidad de cambio durante el almacenamiento y transporte de las muestras. Se evita la exposición a la luz solar directa. Es conveniente asegurar que los recipientes se mantengan en posición vertical y que el líquido de muestra no se derrame, igualmente el instrumento que se emplea como refrigerante no debe entrar en contacto con la muestra para evitar su posible contaminación. La nevera de transporte debe contener hielos que mantengan la temperatura de refrigeración, estas deben estar limpias y en lo posible desinfectadas para evitar una fuente de contaminación.

Ítems 4.19

COLIFORMES TOTALES

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: Son un grupo de bacterias que se pueden encontrar en el ambiente. Los coliformes fecales por su parte pueden provenir de suelo y superficies de agua dulce, por lo tanto, no siempre son intestinales. La presencia de estos microorganismos indica fallas en el tratamiento, sea de agua potable o residual.

RESUMEN: La filtración por membrana es el mecanismo mediante el cual se atrapan en la superficie de la membrana microorganismos cuyo tamaño es mayor que el tamaño del poro 0.45 μm , esto gracias a que una bomba eléctrica ejerce una presión diferencial sobre la muestra de agua haciendo que se filtre. Los contaminantes de tamaño menor que el específico del poro atraviesan la membrana o se quedan retenidos en su interior, las bacterias quedan en la superficie de la membrana y luego está es llevada a un medio de enriquecimiento selectivo.

INTERFERENCIAS

- Lavado de material ineficiente.
- Fallas en el proceso de esterilización de material.
- Ambientes contaminados que afecten las muestras.
- Procedimientos inadecuados de la siembra.
- Fallas en la toma y transporte de la muestra.

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, PRESERVACIÓN Y MANEJO: El recipiente requerido es botellas de vidrio, esterilizables con capacidad no menor a 100 mL con preservante (tiosulfato de sodio y/o EDTA) si lo requiere. El volumen mínimo para análisis microbiológico es de 100 mL.

Para análisis bacteriológico se toma la muestra directamente sin realizar purga del recipiente, teniendo en cuenta no llenar el recipiente completamente, con la precaución de dejar una cámara de aire dentro de él; el recipiente bacteriológico y su tapa, no deben tocar ninguna superficie contaminada, ya que esto podría alterar el resultado. Se llena el recipiente hasta la cantidad deseada, se tapa y se coloca el material protector de la tapa (papel o tela) ajustado con una cuerda.

Cuando se hagan tomas de ríos, corrientes, lagos, pantanos, fuentes o pozos se obtendrán muestras representativas, no es conveniente tomar muestras demasiado cerca de la orilla o demasiado lejos del punto de extracción ni a una profundidad superior o inferior a la de dicho punto, en estos puntos se puede hacer uso de una cuerda o un nylon que se amarre a la botella y se descargue con la boca hacia abajo.

Después de recolectadas las muestras deben ser llevadas al laboratorio lo más rápido posible. Si no es posible el análisis en el lapso de 24 horas después del muestreo, se debe refrigerar a una temperatura entre 2°C. Se reduce al mínimo la posibilidad de cambio durante el almacenamiento y transporte de las muestras. Se evita la exposición a la luz solar directa. Es conveniente asegurar que los recipientes se mantengan en posición vertical y que el líquido de muestra no se derrame, igualmente el instrumento que se emplea como refrigerante no debe entrar en contacto con la muestra para evitar su posible contaminación. La nevera de transporte debe contener hielos que mantengan la temperatura de refrigeración, estas deben estar limpias y en lo posible desinfectadas para evitar una fuente de contaminación.

Ítems 4.20

TEMPERATURA

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: Este método es aplicado para determinar la temperatura como parámetro de calidad del agua y su importancia en el control de los procesos de tratamiento de agua residual.

RESÚMEN DEL MÉTODO:

- Tome una muestra de agua residual del afluente de la PTAR y otra del efluente.
- Determine la temperatura en cada una de ellas y reporte los resultados en grados Kelvin y Fahrenheit.

INTERFERENCIAS: Se recomienda una total inmersión del termómetro para indicar correctamente la temperatura, de tal manera que el bulbo y toda la columna de líquido estén expuestas a la temperatura que se mide.

MANIPULACIÓN Y PRESERVACIÓN DE LA MUESTRA: La muestra debe ser de tipo simple, puede tomarse en contenedores de plástico, vidrio o fluoropolímero y es aconsejable analizarse inmediatamente. El tiempo máximo de almacenamiento recomendado es de 0.25 horas (15 minutos).

Ítem 4.21

CAUDAL

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: técnicamente el concepto es conocido como el volumen de agua residual por unidad de tiempo que entra o sale a un sistema de tratamiento, permite conocer la velocidad del agua.

RESUMEN: depende de la medición de la velocidad media de la corriente y del área de la sección transversal del canal, calculándose a partir de la fórmula:

$$V = L \times H \times A$$

$$A = (A1 + A2)/2$$

$$H = (H1 + H2 + H3 + H4 + H5 + H6)/6$$

$$T = (t1 + t2 + t3 + t4 + t5)$$

El cálculo consiste en:

$$Q = V / T$$

Donde:

L: Largo del tramo

H: Profundidad promedio de la sección.

A: Promedio de anchos.

V: volumen final

t: Tiempo en segundos del recorrido por el flotador

T: Tiempo Promedio del recorrido por el flotador a lo largo del tramo seleccionado.

Q: Caudal

La unidad métrica es m^3/s . Como m^3/s es una unidad grande, las corrientes menores se miden en litros por segundo (l/s). Una forma sencilla de calcular la velocidad consiste en medir el tiempo que tarda un objeto flotante en recorrer, corriente abajo, una distancia conocida. Otro método consiste en vertir en la corriente una cantidad de colorante muy intenso y medir el tiempo en que recorre aguas abajo una distancia conocida. El colorante debe añadirse rápidamente con un corte neto, para que se desplace aguas abajo como una nube colorante. Se mide el tiempo que tarda el primer colorante y el último en llegar al punto de medición aguas abajo, y se utiliza la media de los dos tiempos para calcular la velocidad media, se debe medir la profundidad promedio del río, en donde se divide la fuente en diferentes partes y se mide la profundidad en cada sección.

INTERFERENCIAS: Si el tramo de la fuente superficial no es uniforme se puede presentar interferencia en los resultados por piedras o algún otro material.

MANIPULACIÓN Y PRESERVACIÓN DE LA MUESTRA: No tiene preservante, es un análisis in situ.

Ítem 4.22

OXÍGENO DISUELTO

Unidad de pago y medida: Unidad –UN

ALCANCE Y APLICACIÓN: El método de determinación por electrodo de membrana es recomendado para muestras que contengan sustancias tales como sulfito, tiosulfato, politionato, mercaptanos, cloro libre o hipoclorito, sustancias orgánicas fácilmente oxidables en medio alcalino, yodo libre, color o turbidez intensos y agregados biológicos, que interfieren con la determinación del OD por el método Winkler y sus modificaciones. Igualmente es recomendado en las pruebas de la DBO para realizar mediciones del OD no destructivas de la muestra.

RESUMEN: El método electrométrico se basa en la tasa de difusión del oxígeno molecular a través de una membrana plástica permeable al oxígeno, que recubre el elemento sensible de un electrodo y actúa a la vez como una barrera de difusión contra muchas impurezas que interfieren en los otros métodos para la determinación del OD. Bajo condiciones regulares, la “corriente de difusión” es lineal y directamente proporcional a la concentración del OD.

INTERFERENCIAS:

- El uso prolongado de electrodos de membrana en aguas que contienen gases como el sulfuro de hidrógeno (H_2S), tiende a disminuir la sensibilidad de la celda, interfiere si el potencial aplicado es mayor que el potencial de onda media del ión sulfuro; si el potencial aplicado es menor, no ocurre la reacción interferente, pero puede tener lugar un recubrimiento del ánodo con el sulfuro del metal anódico. Esta interferencia se elimina mediante el cambio y la calibración frecuente del electrodo.
- Las sales inorgánicas disueltas afectan el funcionamiento de las sondas para OD. Las membranas responden a la presión parcial del oxígeno, la cual es a la vez función de la salinidad de la muestra. A partir de los datos de saturación de OD contra salinidad, se pueden calcular factores de conversión para aguas marinas y salinas; los factores para sales específicas deben desarrollarse experimentalmente. Las variaciones amplias en el tipo y concentración de sales en las muestras pueden dificultar el uso de sondas con electrodo de membrana. Sulfuro de hidrógeno, dióxido de azufre, halógenos, monóxido de carbono, cloruros, óxido nítrico y óxido nitroso pueden causar en el electrodo que den lecturas erróneas.
- Los gases reactivos como el cloro interfieren con el desempeño del electrodo, por ejemplo, el cloro despolariza el cátodo y origina una salida de la señal mayor al valor esperado. Las exposiciones prolongadas al cloro pueden cubrir el ánodo con el cloruro del metal anódico y desensibilizar la sonda; las muestras alcalinas libres de cloro no causan interferencias. 3.4 Para conocer los efectos de la temperatura y salinidad en la respuesta del electrodo.

RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA, PRESERVACIÓN Y MANEJO:

- Las muestras deben ser analizadas inmediatamente se toman.
- Si el muestreo es integral, tan pronto se ha integrado la muestra sumerja la botella winkler de 300 ml de capacidad y llene la botella hasta rebosar aproximadamente 10 segundos sin permitir la entrada de aire atmosférico, no agite, tape inmediatamente para evitar la formación de burbujas, analice inmediatamente.
- Si el muestreo es puntual o sencillo, emplee un muestreador tipo Kemmerer. Deje salir la muestra del fondo del muestreador a través de un tubo que llega hasta el fondo de la botella para winkler de 300 ml de capacidad. Llene

la botella y déjela rebosar aproximadamente 10 segundos; prevenir la turbulencia y la entrada de aire atmosférico durante el llenado, no agite, tape inmediatamente para evitar la formación de burbujas, analice inmediatamente.

- Si la muestra va a ser destinada para el análisis de DBO, tome la muestra de acuerdo a lo establecido en el procedimiento.

FIRMAS:

 TC. PABLO JOSÉ DÍAZ MORA Ordenador del Gasto y Delgado Contractual	
 TC. LUIS FERNANDO GÓMEZ GARCÍA Gerente de Proyecto LOTE 1 GAORI	 T4. TORRES GUAITEROS JENNY SOFÍA Comité Estructurador Técnico LOTE 1 GAORI