



Universidad
Continental

Contaminación de Aguas

Guías de Laboratorio



Visión

Ser una de las 10 mejores universidades privadas del Perú al año 2020, reconocidos por nuestra excelencia académica y vocación de servicio, líderes en formación integral, con perspectiva global; promoviendo la competitividad del país.

Misión

Somos una universidad privada, innovadora y comprometida con el desarrollo del Perú, que se dedica a formar personas competentes, íntegras y emprendedoras, con visión internacional; para que se conviertan en ciudadanos responsables e impulsen el desarrollo de sus comunidades, impartiendo experiencias de aprendizaje vivificantes e inspiradoras; y generando una alta valoración mutua entre todos los grupos de interés.

Universidad Continental

Material publicado con fines de estudio

AAUC00085



Índice

VISIÓN	2
MISIÓN	2
ÍNDICE	3
Guía de práctica N° 1 Propiedades físico-químicas del agua	4
Guía de práctica N° 2 Muestreo: toma y preservación de muestras de agua	6
Guía de práctica N° 3 Determinación de cloruros en agua	10
Guía de práctica N° 4 Determinación de sulfatos en agua por gravimetría	13



Guía de práctica N° 1

Propiedades físico-químicas del agua

Sección :

Docente : Olga Kostenko

Apellidos :

Nombres :

Fecha : Duración: 4 horas

Tipo de práctica: Individual () Grupal (x)

Instrucciones: El trabajo de laboratorio se realiza en forma grupal, siguiendo la guía de práctica. El informe de práctica se presenta en forma individual en el cuaderno de laboratorio según el formato indicado.

1. **Tema:**

Propiedades físico-químicas del agua

2. **Objetivos:**

Relacionar las propiedades físico-químicas del agua con su estructura molecular. Aplicar el método científico de observación.

3. **Equipos/materiales y reactivos a utilizar en la práctica:**

Recipiente de 1L

2 termómetros

Hielo

4. **Procedimiento experimental:**

1. Llenar un recipiente transparente con hielo picado y añadir agua fría hasta que esté completamente lleno.
2. Agitar fuertemente la mezcla durante un minuto aproximadamente para conseguir la temperatura uniforme de 0°C.
3. Colocar dos termómetros: uno cerca de la parte superior y otro cerca del fondo de la mezcla.
4. Registrar las temperaturas cada 5 minutos durante 40 minutos, dejando el sistema en reposo.



5. Elaborar un gráfico y presentar los datos obtenidos en forma grupal para su discusión en el laboratorio.

5. Resultados o productos: Elaborar un informe de la práctica realizada en forma individual, manuscrito. Incluir:

Dibujo de la estructura molecular de agua.

Relacionar las propiedades físico-químicas del agua con su estructura molecular.

Explicar: ¿Por qué es líquida el agua a temperatura ambiente? (25 °C)?

¿Cómo aplicamos el método Científico de observación?

Formato para informe de laboratorio:

1. Práctica N° Fecha.....
2. Objetivos
3. Procedimiento
4. Resultados obtenidos
5. Cálculos
6. Interpretación y discusión de los resultados (incluir comparación con las normas nacionales e internacionales)
7. Conclusiones de la práctica



Guía de práctica N° 2

Muestreo: toma y preservación de muestras de agua

Sección :

Docente : Olga Kostenko

Apellidos :

Nombres :

Fecha : Duración: 4 horas

Tipo de práctica: Individual () Grupal (x)

Instrucciones: El trabajo de laboratorio se realiza en forma grupal, siguiendo la guía de práctica. El informe de práctica se presenta en forma individual en el cuaderno de laboratorio según el formato indicado.

1. Tema:

Muestreo: Toma y preservación de muestras de agua

2. Objetivos:

Aplicar el protocolo de muestreo para análisis de aguas.

3. Equipos/materiales y reactivos a utilizar en la práctica:

Recipientes para las muestras de agua.

Etiquetas.

Envases para la toma de muestras.

4. Fundamento teórico:

El objetivo del muestreo es obtener una parte representativa del material (cuerpo de agua, efluente industrial, agua residual, etc.) para el análisis de interés. Para lograr esto, se requiere que la muestra conserve las concentraciones relativas de todos los componentes presentes en el material original y que no hayan ocurrido cambios significativos en su composición antes del análisis.

En algunos casos, el objetivo del muestreo es demostrar que se cumplen las normas (los ECA). Las muestras ingresan al laboratorio para determinaciones específicas; sin embargo, la responsabilidad de las condiciones y validez de las mismas debe ser asumida por las personas responsables del muestreo, de la conservación y el transporte de las muestras. Las técnicas de recolección y preservación de las muestras tienen una gran importancia, debido a la necesidad de verificar la precisión, exactitud y representatividad de los datos que resulten de los análisis.

La ubicación de los puntos de muestreo se escoge tomando en cuenta:

Accesibilidad:

- Debe permitir un rápido y seguro acceso a lugar establecido para tomar la muestra. El uso de imágenes satelitales es de gran ayuda; sin embargo la ubicación definitiva se debe realizar en campo.



- Considerar rutas seguras, evitar caminos muy empinados, rocosos, vegetación densa y terreno fangoso.
- Puentes: El muestreo desde puentes es generalmente preferido por los monitores debido a su fácil acceso, la identificación exacta de los puntos de muestreo, la posibilidad de controlar las posiciones vertical y horizontal del muestreo y la capacidad de tomar muestras con seguridad bajo todas las condiciones de flujo y meteorológicas; las desventajas, sin embargo, son el peligro por el tráfico vial.

Representatividad:

En aguas continentales, evitar zonas de embalse o turbulencias. Ubicar el punto de muestreo en donde el río presente un cauce regular y uniforme. Los puntos de monitoreo deben ubicarse aguas arriba y aguas abajo de una descarga de agua residual.

Frecuencia de Monitoreo:

Se establece para medir los cambios que ocurren en determinados periodos de tiempo, para hacer el seguimiento periódico a las variaciones de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua. Depende de los siguientes factores:

Vigilancia de la calidad de agua, dependiendo de los usos de la cuenca:

Ocurrencia de eventos extraordinarios (huaycos, accidentes, derrame de sustancias peligrosas, etc.) Fiscalización de la calidad del agua por autorización de vertimientos de aguas residuales tratadas en concordancia con los sectores ambientales. Estacionalidad de la cuenca (época de avenida y de estiaje).

MUESTREO

Se debe recoger una muestra representativa de agua, con un volumen apropiado, para analizar los parámetros establecidos en el monitoreo.

DESARROLLO DEL MUESTREO

El trabajo de campo se inicia con la preparación de materiales, indumentaria de protección, equipos y personal capacitado, así como la logística apropiada. Ver cuadro N°1.

PRECAUCIONES DURANTE EL MUESTREO:

- Describir las características del entorno al cuerpo de agua (observar presencia de residuos, vegetación acuática, actividades humanas, presencia de animales y otros factores que modifican las características naturales del medio ambiente).
- Tomar vistas fotográficas del punto de monitoreo.
- Tener cuidado con el uso de equipos de campo (multiparámetro), en cuerpos de agua caudalosos y geográficamente inseguros.
- Si el acceso al cuerpo de agua es muy profundo o torrentoso, evitar el ingreso. Recoger las muestras con ayuda de un brazo telescópico o con un recipiente sujetado con soguilla, guardando las medidas de seguridad (uso de arnés, chalecos flotadores, etc.).
- En caso de presentarse lluvias permanentes, se recomienda paralizar el monitoreo por seguridad del personal y protección de los equipos.
- Colectar las muestras de agua y preservarlas de acuerdo al tipo de parámetro, siguiendo las instrucciones generales de preservación, etiquetado, embalaje y transporte de muestras.
- Rotular los frascos, usando plumón de tinta indeleble y cubrir la etiqueta con cinta adhesiva transparente.
- Colocar las muestras de agua preservadas y rotuladas, en un cooler con refrigerante (icepack), para asegurar su llegada al laboratorio en condiciones de conservación.
- En el caso de frascos de vidrio, utilizar bolsas de poliburbujas, para evitar roturas en el transporte.

Medición de parámetros de campo:

Para obtener confiabilidad de los resultados, se requiere:



- Equipos calibrados (multiparámetro, termómetro, pH-metro etc.), que deben verificarse antes de iniciar el trabajo de campo.
 - Antes de realizar la medición, enjuagar los electrodos con la muestra de agua.
 - Terminada la medición, lavar los electrodos con agua destilada, secar y guardar adecuadamente.
 - Las mediciones se realizarán directamente en el cuerpo de agua siempre y cuando las condiciones lo permitan, de lo contrario tomar una muestra en un recipiente apropiado (balde transparente limpio), priorizar la medición de O.D.
Aspectos a tener en cuenta durante el muestreo
- Extremar las precauciones para la colecta de muestras bacteriológicas, no lavar el envase en este caso con el agua a muestrear, deben mantenerse esterilizados hasta el instante de llenado y deben ser preservadas adecuadamente (frío) y analizadas lo más rápido posible.
- Cuando se muestrea, es necesario llenar completamente los envases si el agua colectada va a ser sometida a alguno de los siguientes análisis: compuestos orgánicos volátiles, OD, CO₂, Cl libre, Nitrógeno amoniacal, pH, dureza, SO₂, NH₄, Fe, aceites y grasas, acidez, alcalinidad.
- Cuando se muestree para recuento de bacterias o sólidos suspendidos, se debe dejar algo de espacio en el frasco, para facilitar el mezclado que se hace luego, antes del fraccionamiento de la muestra.
- Colectar un volumen de agua suficiente para efectuar todas las determinaciones analíticas previstas.
- En un puente, tomar las muestras del lado de donde viene la corriente, para ver los objetos flotantes o la contaminación que alterarían la representatividad de la misma.

CUADRO N° 1: LAVADO DE BOTELLAS Y APLICACIÓN DE SOLUCIÓN PRESERVANTE

Parámetro	Recipiente Volumen / Material	Procedimiento de lavado	Preservación Química/Temperatura	Tiempo de almacenamiento Máximo
Físicos y mayoría de los iones principales	100 ml / polietileno	Lavado ácido*	Ninguna / 4 °C	24 h
Especies de nitrógeno, carbono orgánico, amoníaco	250 ml / polietileno	Lavado ácido	Ninguna / 4 °C	24 h
Fosforo Total	250 ml / polietileno	Lavado ácido	H ₂ SO ₄ Hasta pH <2 / 4°C	28 días
Plata	250 ml / vidrio ámbar	Lavado ácido	Solución de 0.4 g de sodio EDTA en 100 ml / 4 °C	10 días
Mercurio Total	500 ml / vidrio	Lavado ácido	H ₂ SO ₄ , K ₂ Cr ₂ O ₇ / 4 °C	28 días
Metales totales	500 ml / polietileno	Lavado ácido	HNO ₃ a pH 2 / 4°C	6 meses
Metales disueltos	500 ml / polietileno	Lavado ácido	HNO ₃ a pH 2 / 4°C	6 meses
Plaguicidas	500 ml / Vidrio	Lavado con acetona	3 – 5 °C	Periodo corto

LAVADO ÁCIDO: Enjuague tres veces con agua destilada y una vez con ácido crómico, luego enjuague tres veces nuevamente con agua destilada, seguido de una vez con ácido nítrico y finalmente una vez con agua destilada.

5. Procedimiento experimental:

Realizar toma de muestras de agua según indicaciones anteriores.



Guía de práctica N° 3

Determinación de cloruros en agua

Sección :

Docente : Olga Kostenko

Apellidos :

Nombres :

Fecha : Duración: 4 horas

Tipo de práctica: Individual () Grupal (x)

Instrucciones: El trabajo de laboratorio se realiza en forma grupal, siguiendo la guía de práctica. El informe de práctica se presenta en forma individual en el cuaderno de laboratorio según el formato indicado.

1. **Tema:**

Determinación de cloruros por argentometría

2. **Objetivos:**

Determinar el contenido de cloruros en una muestra de agua por el método de argentometría.

3. **Materiales y reactivos:**

2 matraces volumétricos de 100 ml.
1 Soporte universal con pinzas para bureta
1 Bureta de 25 ml.
1 Pipeta de 5 ml.
2 Matraces Erlenmeyer de 125 ml.
1 Gotero

Solución de Na_2CO_3 0.1 N
Solución de H_2SO_4 0.1 N
Solución de Fenolftaleína al 0.25 %
Solución AgNO_3 0.01 N
Solución NaCl 0.01 N
Indicador de K_2CrO_4 al 5 %

4. **Fundamento teórico:**

Los cloruros son una de las sales que están presentes en mayor cantidad en todas las fuentes de abastecimiento de agua y de drenaje. El sabor salado del agua, producido por los cloruros, es variable y dependiente de la composición química del agua, cuando el cloruro está en forma de cloruro de sodio, el sabor salado es detectable a una concentración de 250mg/l de NaCl . Un alto contenido de cloruros en el agua para uso industrial, puede causar corrosión en las tuberías metálicas y en las estructuras.

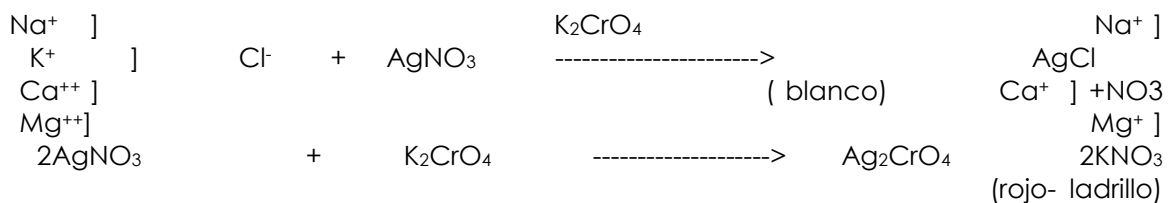


4.1. Almacenaje de la muestra: Las muestras se pueden guardar en botellas de vidrio o de plástico, no se requieren cuidados especiales en su almacenaje.

4.2. Campo de aplicación: Esta determinación, es aplicable para aguas de uso doméstico, industrial y residual.

4.3. Principios: Para analizar los cloruros, la muestra, a un pH neutro o ligeramente alcalino, se titula con nitrato de plata (AgNO_3), usando como indicador cromato de potasio (K_2CrO_4).

El cloruro de plata AgCl , precipita cuantitativamente primero, al terminarse los cloruros, el AgNO_3 reacciona con el K_2CrO_4 formando un precipitado rojo ladrillo de Ag_2CrO_4 .



El pH óptimo para llevar a cabo el análisis de cloruros es de 7.0 a 8.3, ya que cuando tenemos valores de pH mayores a 8.3, el ión Ag^+ precipita en forma de $\text{Ag}(\text{OH})$; cuando la muestra tiene un pH menor que 7.0, el cromato de potasio se oxida a dicromato, afectando el viraje del indicador.

4.4. Interferencias

Las interferencias más comunes son: el color y el pH. El color debe ser eliminado por medio de un tratamiento de la muestra con carbón activado. El pH se ajusta en el intervalo de 7.0 a 8.3

Si existen bromuros y yoduros, éstos son titulados junto con los cloruros ocasionando resultados falsos.

5. Procedimiento experimental:

A. Estandarización

Colocar 15.0 ml de la solución de NaCl 0.01N en un matraz Erlenmeyer de 125 ml y agregar 3 gotas de cromato de potasio. La muestra adquiere un color amarillo, titular con solución de AgNO_3 hasta que aparezca el vire color rojo ladrillo.

Calcular la normalidad:

$$\begin{array}{ccc}
 \text{NaCl} & & \text{AgNO}_3 \\
 V1 \times N1 & = & V1 \times N2 \\
 N2 = & \frac{V1 \times N1}{V2} &
 \end{array}$$

Donde:

V1 = Volumen de la solución de NaCl

N1 = Normalidad de la solución de NaCl



V2 = Volumen de la solución de AgNO_3 gastado en la titulación
N2 = Normalidad de la solución de AgNO_3

B. Determinación de cloruros:

- 1.- Colocar 5 ml de la muestra de agua en un matraz Erlenmeyer de 125 ml.
- 2.- Ajustar el pH entre 7.0 a 8.3 agregando 2 gotas de Na_2CO_3 0.1 N y 2 gotas de Fenolftaleína (0.25 %), tiene que producirse un color rosa. Se añaden las gotas de H_2SO_4 0.1 N necesarias hasta que vire a incoloro.
- 3.- Agregar 3 gotas K_2CrO_4 al 5 %
- 4.- Titular con AgNO_3 0.01 N hasta el vire de amarillo a rojo ladrillo.

6. **Cálculos.**

7. **Bibliografía:**

American Society for testing and Materials. Annual book of Standards 1994
Determinación de Cloruros en agua.

Metodo ASTM D 1125-91. Standard methods for the examination of water and waste water
publicadopor la APHA.

Medición de Cloruros por Argentometría, Método 4500 Cl- B - 1995



Guía de práctica N° 4

Determinación de sulfatos en agua por gravimetría

Sección :

Docente : Olga Kostenko

Apellidos :

Nombres :

Fecha : Duración: 4 horas

Tipo de práctica: Individual () Grupal (x)

Instrucciones: El trabajo de laboratorio se realiza en forma grupal, siguiendo la guía de práctica. El informe de práctica se presenta en forma individual en el cuaderno de laboratorio según el formato indicado.

1. Tema:

Determinación de sulfatos en agua por gravimetría.

2. Objetivos:

Determinar el contenido de sulfatos en una muestra de agua e interpretar los resultados.

3. Fundamento teórico

Al igual que los cloruros, el contenido en sulfatos de las aguas naturales es muy variable y puede ir desde muy pocos miligramos por litro hasta cientos de miligramos por litros.

Los sulfatos pueden tener su origen en que las aguas atraviesen terrenos ricos en yesos o en la contaminación con aguas residuales industriales.

El contenido de sulfatos no suele presentar problema de potabilidad a las aguas de consumo pero, en ocasiones, contenidos superiores a 300 mg/l pueden ocasionar trastornos gastrointestinales en los niños. Se sabe que los sulfatos de sodio y magnesio pueden tener acción laxante, por lo que no es deseable un exceso de los mismos en las aguas de bebida.

El método gravimétrico, mediante precipitación con cloruro de bario, es un método muy preciso y aplicable a concentraciones superiores a 10 mg/l. Los sulfatos, previamente precipitados con cloruro bórico en medio ácido, son secados a 110°C y calcinados a 650°C.

Gravimetría es un método analítico cuantitativo para determinar la cantidad de una sustancia midiendo su peso. Los cálculos se realizan con base en los pesos atómicos y moleculares, y se fundamentan en una constancia en la composición de sustancias puras y en las relaciones ponderales (estequiometría) de las reacciones químicas.



4. Materiales y reactivos

MATERIAL	REACTIVOS
1 crisol	BaCl ₂ 10% Muestra de agua
1 equipo de filtración	
2 vasos de precipitado de 100 ml	
Varilla de vidrio	
1 pipeta de 10 ml con propipeta	
Balanza analítica	
1 desecador	
1 pinza para crisol	
Papel filtro No. 41 libre de cenizas	
1 embudo	
1 piceta	
Matraz de 250 ml	

5. Procedimiento

1. Marcar el crisol con lápiz de punta de grafito e introducirlo en la estufa durante 15 minutos a 100°C.
2. Dejar enfriar en un desecador durante 15 minutos y pesarlo.
3. Repetir la operación hasta llevar el crisol a peso constante.
4. En un vaso de precipitados agregar 50 ml de muestra de agua más 10 ml de BaCl₂ al 10%, calentar y dejar digerir una hora en caliente sin hervir de 60 – 70°C.
5. Dejar enfriar 10 minutos y filtrar la solución.
6. Introducir el filtro con el precipitado en el crisol.
7. Colocar el crisol en la mufla durante 1 hora a 650°C.
8. Sacar de la mufla y dejar enfriar durante 15 minutos en el desecador.
9. Llevar a peso constante.

Tarea:

1. Escribir las reacciones químicas correspondientes a la determinación realizada.
2. Calcular el contenido de sulfatos en la muestra en mg/l.
3. Elaborar un informe de laboratorio según el formato indicado.
4. Comparar los resultados obtenidos con las normas nacionales e internacionales para agua potable.