

ANÁLISIS FÍSICO Y QUÍMICO DE LA CALIDAD DEL AGUA

Myriam Yaneth Chacón Chaquea



Análisis físico y químico de la calidad del agua



Análisis físico y químico de la calidad del agua

Myriam Yaneth Chacón Chaquea



Chacón Chaquea, Myriam Yaneth

Análisis físico y químico de la calidad del agua / Myriam Yaneth Chacón Chaquea–
Bogotá: Universidad Santo Tomás, 2016.

116 páginas; ilustraciones, gráficas.

Incluye referencias bibliográficas (páginas 115-116)

ISBN 978-958-631-966-9

1. Calidad del Agua 2. Agua – Contaminación 3. Tratamiento del agua 4. Análisis del
agua I. Universidad Santo Tomás (Colombia).

CDD 628.16

CO-BoUST



© Myriam Yaneth Chacón Chaquea
© Universidad Santo Tomás

Ediciones USTA
Carrera 9 n.º 51-11
Edificio Luis J. Torres, sótano 1
Bogotá, D. C., Colombia

Teléfonos: (+571) 5878797, ext. 2991
editorial@usantotomas.edu.co
<http://ediciones.usta.edu.co>

Directora editorial: Matilde Salazar Ospina
Coordinación de libros: Karen Grisales Velosa
Asistente editorial: Andrés Felipe Andrade
Diagramación: Cristina Castañeda Pedraza
Diseño de cubierta: Kilka Diseño Gráfico
Corrección de estilo: Pablo García

Hecho el depósito que establece la ley
ISBN: 978-958-631-966-9
e-ISBN: 978-958-631-967-6

Impreso en Colombia • Printed in Colombia
Impreso por: Xpress Estudio Gráfico y Digital
Primera edición: 2017

Todos los derechos reservados
Se prohíbe la reproducción total o parcial de esta obra, por cualquier medio, sin
la autorización previa por escrito de los titulares.

Impreso en Colombia • Printed in Colombia

Tabla de contenido

INTRODUCCIÓN	IX
ANÁLISIS FÍSICO DEL AGUA	17
MEDICIÓN DE COLOR	18
MEDICIÓN DE TURBIEDAD	20
MEDICIÓN DE CONDUCTIVIDAD	22
DETERMINACIÓN DE LA SALINIDAD	24
DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS DISUELTOS TOTALES	26
ANÁLISIS GRAVIMÉTRICO EN AGUAS	31
SÓLIDOS	33
SÓLIDOS SEDIMENTABLES	35
SÓLIDOS TOTALES (ST) SECADOS A 103-105°C	36
SÓLIDOS TOTALES EN SUSPENSIÓN (SST) SECADOS A 103-105°C	38
SÓLIDOS TOTALES DISUELTOS (SDT) SECADOS A 180 °C	41
ANÁLISIS QUÍMICO DEL AGUA	47
MEDICIÓN DE pH	52
DETERMINACIÓN DE LA ACIDEZ	54
DETERMINACIÓN DE LA ALCALINIDAD	59
DETERMINACIÓN DE DUREZA	67
DETERMINACIÓN DE CLORUROS	74
DETERMINACIÓN DE CLORO RESIDUAL	81
DETERMINACIÓN DE OXÍGENO DISUELTO	88
DETERMINACIÓN DE HIERRO	94
DETERMINACIÓN DE MANGANESO	100
ANEXOS	107
REFERENCIACIÓN GENERAL	115



Introducción

En la actualidad existen diversos equipos instrumentales sensibles que facilitan la capacidad del ingeniero para cuantificar y reconocer los materiales contaminantes (cuya complejidad va en aumento), con el fin de obtener información que le permita tomar decisiones frente a su campo de acción.

Los métodos instrumentales de análisis¹ tienen aplicación en el monitoreo de rutina de la calidad del aire, de la calidad del agua superficial y subterránea, de la contaminación del suelo, como también durante el proceso de tratamiento de agua y agua residual. Gracias a estos métodos, las mediciones analíticas se pueden realizar inmediatamente en la fuente, y el registro a una distancia del sitio donde se realiza la medición. Además, dichos métodos han permitido ampliar considerablemente la variedad de las sustancias químicas orgánicas e inorgánicas que se pueden controlar, junto con las concentraciones que se pueden detectar y cuantificar. Hoy en día se usan rutinariamente varios métodos instrumentales para investigar la magnitud de la contaminación y para controlar la efectividad del tratamiento (Willard, 1991).

1 Proceso que proporciona información física o química acerca de los componentes de una muestra o de la propia muestra (Harvey, 2002).

Casi cualquier propiedad física de un elemento o compuesto puede servir como base para una medición instrumental. Así, por ejemplo, la capacidad de una solución coloreada para absorber luz, de una solución para transmitir corriente o de un gas para conducir calor puede ser la base de un método analítico para medir la cantidad de un material y para detectar su presencia (Skoog, 1994).

Estos métodos de análisis son una herramienta fundamental para definir la calidad física y química del agua, que son determinantes en el diseño de un sistema de potabilización apropiado, que cumpla con las especificaciones establecidas en la normatividad vigente. En síntesis, el conocimiento de estas técnicas es importante, al igual que los métodos gravimétricos y volumétricos que se emplean en la actualidad para el análisis de las características físico químicas del agua.

En el contenido de este módulo se describen los procedimientos para realizar una medición o determinación de las propiedades físicas y químicas de una muestra de agua. Para el trabajo de laboratorio aquí expuesto se toma una muestra de agua cruda², de cualquier fuente de captación, que haya sido recolectada, almacenada y transportada adecuadamente por parte del grupo de trabajo.

Objetivos del módulo

Objetivo general

Orientar al estudiante con respecto a los procedimientos de análisis de la calidad del agua, determinando las características físicas y químicas que la componen, a partir del uso de técnicas apropiadas y del desarrollando de competencias que les permitan discernir e interpretar resultados para definir la calidad de la fuente, en términos del grado de polución. Esto les facilitará la toma de decisiones para definir el tratamiento de potabilización apropiado, siguiendo la normatividad vigente.

2 Agua cruda es el agua natural que no ha sido sometida a proceso de tratamiento para su potabilización. Tomado del artículo 2 del decreto 1575 de 2007, Ministerio de la Protección Social.

Objetivos específicos

1. Adquirir habilidades y destrezas en la realización de los principales métodos de análisis físicos y químicos para caracterizar una muestra de agua cruda.
2. Promover el análisis crítico y objetivo en la interpretación de resultados experimentales.
3. Fomentar el trabajo en equipo y la participación activa en la toma de decisiones para la selección del tratamiento de potabilización apropiado.
4. Conocer e interpretar los parámetros de calidad para el agua potable establecidos en la normatividad vigente.

Justificación

Las plantas de potabilización de aguas y de tratamiento de aguas residuales se diseñan de acuerdo con los parámetros de calidad del agua de una fuente determinada. Para esto es necesario conocer las características organolépticas, físico-químicas y microbiológicas del agua, pues estas permiten definir las operaciones y procesos unitarios que componen el sistema de tratamiento. Estos componentes deben garantizar el grado de tratamiento, de tal manera que cumplan con los límites máximos permisibles que establezca la normatividad vigente tanto para agua potable como para descargas de aguas residuales.

La habilidad para interpretar y evaluar los resultados de los análisis realizados, es la base fundamental para definir el sistema de tratamiento que dicha fuente necesita. En este sentido, el diseño de una planta de tratamiento eficiente y económico requiere de un estudio de ingeniería cuidadoso, basado en la calidad de la fuente y en la selección apropiada de los procesos y operaciones de tratamiento para producir agua con la calidad requerida (Rojas, 1995).

Este módulo busca orientar al estudiante de ingeniería en torno al manejo de los principales métodos de análisis físico-químicos, de acuerdo con los métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales, validados por la American Public Health Association (APHA), la American Water Works Association (AWWA) y la

Water Pollution Control Federation (WPCF). De esta forma el estudiante podrá adquirir destrezas en la interpretación de resultados, y adoptar criterios que faciliten la toma de decisiones en el desarrollo de su ámbito profesional.

No obstante, los procedimientos que aquí se presentan están diseñados para una clase de dos horas de laboratorio, en cuyo caso se omiten pasos previos para el manejo adecuado de la muestra, que permiten la eliminación de posibles interferencias que impiden la precisión de los resultados y el manejo adecuado de los datos. Dichos procedimientos se encuentran en los métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales, mencionados anteriormente.

El desarrollo de competencias para la resolución de problemas y la relación teórico-práctica, que resultan en el ejercicio de su profesión, son elementos importantes para la formación de su perfil profesional.

Metodología

El contenido del módulo está diseñado para ser desarrollado en el laboratorio de tratamiento de aguas, en donde se trabaja de forma colaborativa y en grupos de máximo cuatro estudiantes. Este presenta guías de aprendizaje en las que se definen las competencias, el eje temático, el objetivo de la práctica, los procedimientos experimentales, el registro de datos y observaciones, un espacio para redacción de conclusiones y la bibliografía correspondiente a los temas abordados. De esta forma, el estudiante tendrá la suficiente claridad sobre el contenido temático, para lograr un entendimiento y asimilación de la información obtenida de los procesos experimentales, junto con la interpretación de los resultados dentro de un contexto apropiado.

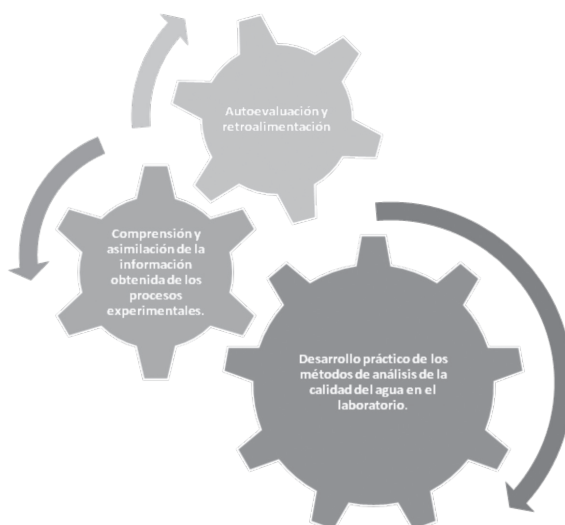
Por último, a la guía de aprendizaje se adjunta una autoevaluación que permite retroalimentar la dinámica de las actividades formativas seleccionadas, acordes con el propósito de la guía, en la cual se evidencie el desarrollo de las capacidades y competencias establecidas.

Las guías de aprendizaje promueven la realización de actividades intelectuales e interpersonales que fomentan el trabajo en equipo y la participación activa en la construcción y confrontación de los procesos de aprendizaje.

El estudiante debe poseer conocimientos previos para lograr una práctica reflexiva del saber hacer. También debe comprender y adoptar las buenas prácticas de laboratorio, siguiendo las normas de seguridad básicas que serán dadas dentro de las instrucciones preliminares al desarrollo práctico de la guía de aprendizaje.

Cada guía de trabajo está diseñada para desarrollar en un tiempo de 2 horas. Siendo este el tiempo que generalmente se asigna a una clase de laboratorio para realizar el procedimiento, el análisis de resultados y las conclusiones.

Figura 1. Esquema metodológico



Fuente: elaboración propia

Instrucciones generales del laboratorio³

Hábitos de trabajo

1. No se debe pipetear con la boca. Utilizar siempre una pera de succión.

³ Ver *Normas generales de laboratorio*. Dirección de Laboratorios de la Universidad Santo Tomás, Bogotá, Colombia.

2. Una vez terminada la práctica, dejar el material perfectamente limpio para evitar derrames y quemaduras a usuarios y personal de laboratorios.
3. Antes de abandonar el laboratorio compruebe que las llaves de gas y el agua estén completamente cerrados.
4. No dejar los contenedores de residuos destapados.
No botar reactivos o elementos contaminados en desagüe o en la caneca.

Reactivos

Los residuos químicos deben ser dispuestos en los frascos contenedores correspondientes a la naturaleza del residuo (*sales inorgánicas, ácidos con metales pesados, soluciones acuosas de bases, residuos de cromo, mezcla de solventes, mezcla de compuestos orgánicos*).

Se exige rotular adecuadamente soluciones, o residuos que no se puedan incluir en los frascos contenedores por la naturaleza de los mismos.

Lea previamente el procedimiento de laboratorio, para tener claro los pasos a seguir, y no modifique el orden en el que está dispuesto.

El trabajo se realiza por grupos.

Registre los resultados y observaciones en la guía de trabajo.

Mantener una actitud responsable durante el desarrollo de los análisis, entregar el material limpio y dejar el espacio de trabajo en perfecto orden.

Entregar la guía de trabajo una vez finalice la clase.

No olvide lavarse las manos con jabón antes de abandonar el laboratorio.

Puede ampliar la información en el libro *Métodos normalizados para el análisis de aguas potables y residuales de la APHA*.

Vestuario

1. No usar faldas o vestuario que pueda afectar la seguridad en el laboratorio.

2. Llevar el pelo recogido.
3. No se deben llevar pulseras, colgantes, *piercings* o prendas sueltas.
4. No llevar sandalias o calzado que deje el pie al descubierto.
5. Las heridas se deben llevar cubiertas, aunque se utilicen guantes para trabajar.

Elementos personales y de seguridad (estudiantes y docentes)

1. Cada usuario deberá traer los siguientes elementos de protección personal y de uso obligatorio
2. Bata blanca a la rodilla, limpia, manga larga y abotonada.
3. Guantes de nitrilo.
4. Gafas de seguridad para laboratorio.
5. Máscara con filtros (se puede usar tapabocas aunque no se recomienda).
6. Toallas de papel para secarse las manos.
7. Toalla para limpiar la mesa de trabajo.
8. Encendedor o Fósforos.
9. Marcador no borrable para escribir en cualquier tipo de superficie.