

**a**  
acadèmica

# Manual de prácticas de laboratorio

## Evaluación de la calidad ambiental

**María AV Pachés Giner**  
**Remedios Martínez Guijarro**  
**Daniel Aguado García**



EDITORIAL  
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

María Aguas Vivas Pachés Giner  
M<sup>a</sup> Remedios Martínez Guijarro  
Daniel Aguado García

# **MANUAL DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO**

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL**

**EDITORIAL  
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA**

Colección *Académica*

Los contenidos de esta publicación han sido revisados por el Departamento de Ingeniería Rural y Agroalimentaria de la Universitat Politècnica de València

Para referenciar esta publicación utilice la siguiente cita:

Pachés Giner, María Aguas Vivas; Martínez Guijarro, M<sup>a</sup> Remedios; Aguado García Daniel (2017). *Manual de prácticas de laboratorio. Evaluación de la calidad ambiental*. Valencia: Editorial Universitat Politècnica de València

© María Aguas Vivas Pachés Giner  
M<sup>a</sup> Remedios Martínez Guijarro  
Daniel Aguado García

© 2017, Editorial Universitat Politècnica de València  
*distribución:* [www.lalibreria.upv.es](http://www.lalibreria.upv.es) / Ref.: 0520\_03\_01\_01

Imprime: Byprint Percom, sl

ISBN: 978-84-9048-685-6  
Impreso bajo demanda

La Editorial UPV autoriza la reproducción, traducción y difusión parcial de la presente publicación con fines científicos, educativos y de investigación que no sean comerciales ni de lucro, siempre que se identifique y se reconozca debidamente a la Editorial UPV, la publicación y los autores. La autorización para reproducir, difundir o traducir el presente estudio, o compilar o crear obras derivadas del mismo en cualquier forma, con fines comerciales/lucrativos o sin ánimo de lucro, deberá solicitarse por escrito al correo [edicion@editorial.upv.es](mailto:edicion@editorial.upv.es).

Impreso en España

# ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>Capítulo 1 Normas de seguridad en un laboratorio de Calidad de Agua</b>	
1.1 Introducción.....	3
1.2 Normas básicas y generales de trabajo en laboratorios químicos.....	4
1.2.1. Normas higiénicas.....	4
1.2.2. Medidas de seguridad básicas.....	5
1.2.3. Actuaciones responsables.....	9
1.3 Buenas prácticas en el laboratorio.....	9
1.3.1. Manipulación y eliminación de los residuos generados.....	9
1.3.2. Fichas de Datos de Seguridad.....	11
<b>Capítulo 2 Parámetros Físicos del Agua</b>	
2.1 Introducción.....	13
2.1.1. Temperatura.....	13
2.1.2. Turbidez.....	14
2.1.3. Sólidos.....	14
2.2 Determinación de los parámetros físicos.....	15
2.2.1. Temperatura.....	15
2.2.2. Turbidez.....	16
2.2.3. Sólidos.....	17
2.2.3.1 Sólidos totales.....	17
2.2.3.2 Sólidos suspendidos.....	18
2.2.3.3 Fracción volátil y no volátil.....	20
2.2.3.4. Sólidos sedimentables.....	22
2.3. Resultados.....	24
<b>Capítulo 3 Parámetros Químicos (I) del Agua</b>	
3.1 Introducción.....	25
3.1.1. Conductividad eléctrica.....	26
3.1.2. pH.....	27
3.1.3. Oxígeno disuelto.....	27
3.2. Determinación de los parámetros químicos.....	28

3.2.1. Conductividad eléctrica.....	28
3.2.2. pH.....	29
3.2.3. Oxígeno Disuelto (OD).....	30
3.3 Resultados.....	32

#### **Capítulo 4 Parámetros Químicos (II) del Agua**

4.1. Introducción.....	33
4.1.1. Nutrientes.....	33
4.1.2. Materia orgánica.....	35
4.2. Determinación de los parámetros químicos.....	35
4.2.1. Nutrientes.....	35
4.2.1.1. Nitrógeno.....	37
4.2.1.2. Fósforo.....	41
4.2.2. Materia orgánica.....	44
4.2.2.1. Demanda Química de Oxígeno (DQO).....	44
4.2.2.2. Demanda Biológica de Oxígeno (DBO).....	49
4.3. Resultados.....	57

#### **Capítulo 5 Parámetros Biológicos del Agua**

5.1. Introducción.....	59
5.1.1. Clorofila.....	60
5.1.2. Biota.....	61
5.2. Determinación de los parámetros biológicos.....	62
5.2.1. Clorofila.....	62
5.2.2. Biota.....	64
5.3 Resultados.....	68

#### **Capítulo 6 Calidad de Suelos**

6.1. Introducción.....	69
6.1.1. pH del suelo.....	69
6.1.2. Conductividad.....	71
6.1.3. Humedad del suelo.....	72
6.1.4. Densidad de un suelo.....	72

---

6.1.5. Textura de un suelo.....	73
6.2. Determinación de los parámetros físicos.....	75
6.2.1. pH del suelo.....	75
6.2.2. Conductividad eléctrica.....	76
6.2.3. Humedad del suelo.....	77
6.2.4. Densidad real.....	78
6.2.5. Textura de un suelo.....	80
6.3. Resultados.....	83
<b>Capítulo 7 Evaluación de la Calidad Ambiental del Aire</b>	
7.1. Introducción.....	85
7.2. Análisis de datos de calidad de aire.....	86
7.3. Otros parámetros estadísticos y validez de los cálculos.....	91
<b>Capítulo 8 Material e Instrumentación de Laboratorio</b>	
8.1. Introducción.....	93
8.2. Material e instrumentación de laboratorio.....	94
<b>Referencias Bibliográficas.....</b>	<b>107</b>



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1. Señalización de las salidas de emergencia.....	5
Figura 1.2. Elementos de seguridad ubicados en laboratorio.....	6
Figura 1.3. Pictogramas de seguridad.....	6
Figura 1.4. Forma correcta e incorrecta de llevar el cabello cuando se trabaja en el laboratorio.....	7
Figura 1.5. Elementos de protección: (a) guantes de protección térmica, (b) gafas de seguridad (c) mascarilla de gases.....	8
Figura 1.6. Forma correcta e incorrecta de coger las botellas de productos químicos.....	9
Figura 1.7. Contenedores para desechar los residuos NO peligrosos.....	10
Figura 1.8. Contenedores para desechar los residuos peligrosos.....	11
Figura 1.9. Secciones de las fichas de seguridad de las Fichas de Seguridad (FDS).....	11
Figura 2.1. Relaciones entre distintos tipos de sólidos.....	15
Figura 2.2. Funcionamiento de un turbidímetro.....	16
Figura 2.3. Evolución de la temperatura en el programa de calentamiento del horno-mufla .....	20
Figura 2.4. Cóno Imhoff.....	22
Figura 3.1. Conductímetro.....	28
Figura 3.2. pH-metro.....	29
Figura 3.3. Sonda de oxígeno.....	31
Figura 4.1. Ciclo del nitrógeno.....	34
Figura 4.2. Curva de calibración.....	37
Figura 4.3. Funcionamiento esquemático del espectrofotómetro de absorción UV-Vis.....	37
Figura 4.4. Clasificación de las distintas formas de nitrógeno.....	38
Figura 4.5. Clasificación de las distintas formas de fósforo.....	41
Figura 4.6. Material utilizado en la determinación de la DQO.....	46
Figura 4.7. Imágenes del procedimiento experimental para la determinación de la DQO: (a) adición de la disolución de $H_2SO_4/Ag_2SO_4$ (b) digestión ácida a $140^\circ C$ en condiciones de reflujo total y (c) adición del indicador ferroína.....	48
Figura 4.8. Evolución de la DBO con el tiempo.....	52

Figura 4.9. Imágenes del procedimiento experimental para la determinación de la DBO (a) botella con cabezal Oxitop® y Controlador para lectura de los valores de DBO (b) sistema respirométrico Oxitop en plataforma de agitación y (c) armario termostático para realizar DBO.....	54
Figura 5.1. Espectro de absorción de la clorofila <i>a</i> y la clorofila <i>b</i> .....	60
Figura 5.2. Estructura de la molécula de clorofila.....	61
Figura 5.3. Sistema de filtración al vacío: (a) Bomba y rampa de vacío; (b) Matraz Kitasato y embudo magnético.....	63
Figura 5.4. Partes de un microscopio óptico convencional.....	65
Figura 5.5. Preparación de una muestra.....	67
Figura 6.1. Esquema de la disponibilidad de nutrientes para distintos valores de pH del suelo.....	70
Figura 6.2. Esquema conceptual de una muestra de suelo con las distintas fases	72
Figura 6.3. Diagrama textural.....	74
Figura 7.1. Página web de la Red Valenciana de Vigilancia y Control de la Contaminación Atmosférica ( <a href="http://www.agroambient.gva.es/web/calidad-ambiental/red-valenciana-de-vigilancia-y-control-de-la-contaminacion-atmosferica">http://www.agroambient.gva.es/web/calidad-ambiental/red-valenciana-de-vigilancia-y-control-de-la-contaminacion-atmosferica</a> ).....	87
Figura 7.2. Comandos para ordenar los valores de una columna en Excel.....	89
Figura 7.3. Resultados del análisis de componentes principales aplicado sobre los valores medios anuales de 7 contaminantes atmosféricos en 10 estaciones de control el año 2014: (a) gráfico de los scores (b) gráfico de los pesos.....	91

## ÍNDICE TABLAS

Tabla 3.1. Valores típicos de conductividad.....	27
Tabla 4.1. Relación entre el volumen de muestra y la DBOL esperada.....	54
Tabla 6.1. Clasificación de los suelos según su pH.....	71
Tabla 6.2. Calificación de los suelos según su conductividad eléctrica.....	71
Tabla 6.3. Tamaños de las partículas y características en la clasificación hecha por el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA).....	73
Tabla 6.4. Densidad del agua líquida en función de la temperatura y a 1 atmósfera de presión.....	79
Tabla 7.1 Valores límite para las concentraciones de dióxido de azufre (SO <sub>2</sub> ) y de partículas sólidas de tamaño $\leq 10 \mu\text{m}$ (PM10) recogidos en el RD102/2011.....	88
Tabla 7.2 Exigencia de validez de los datos para considerar representativo el parámetro estadístico que se calcule.....	92



## INTRODUCCIÓN

La creciente preocupación por el medio ambiente y la necesidad de eliminar o minimizar los impactos de la contaminación hacen necesario que el profesional en la disciplina conozca cómo analizar, evaluar e interpretar la calidad del entorno que nos rodea en aras de una mejor gestión ambiental.

Para evaluar la calidad ambiental desde un punto de vista holístico han de ser estudiados, en primer lugar y de forma combinada, aspectos del medio acuático, edáfico y aéreo. Para ello, el aprendizaje de las técnicas analíticas que permiten la determinación y cuantificación de las concentraciones de contaminantes en cada uno de los compartimentos ambientales es esencial. Además, el conocer el fundamento de las técnicas analíticas permite una mayor seguridad en la discriminación de datos resultantes. Solo cuando estos datos son validados se puede proceder a la interpretación ambiental de los mismos.

El presente manual pretende servir de guía para la obtención experimental e interpretación de resultados de los principales parámetros de calidad ambiental que se analizan en un laboratorio de química ambiental. Se describe detalladamente tanto los procedimientos a seguir en un laboratorio como las principales técnicas analíticas utilizadas, y el material básico empleado.



# Capítulo 1

# Normas de Seguridad

# en el Laboratorio

## 1.1. Introducción

Las personas que acceden a un laboratorio químico deben saber que van a estar en contacto con procesos y productos químicos la mayoría de los cuales presentan un riesgo. Por tanto es sumamente importante conocer los procedimientos de trabajo y las normas básicas de comportamiento en un laboratorio, con el fin de evitar accidentes o situaciones de riesgo.

Para conocer los riesgos y las normas de trabajo en un laboratorio, se debe recibir en primer lugar, una formación general que introduzca los aspectos y las normas básicas de funcionamiento de un laboratorio. En esta formación se abordaran los siguientes contenidos:

- Riesgos que pueden presentarse durante la realización de las actividades profesionales o de formación
- Normas, precauciones y prohibiciones para evitar riesgos
- Equipos de protección individual y colectiva que es necesario utilizar
- Significado de los símbolos de marcado, frases de riesgo y normas de utilización que aparecen en los productos químicos; utilización de fichas de seguridad de productos
- Señalización, normas y dispositivos de emergencia y contra incendios
- Normas de actuación en casos de incidentes o emergencias
- Hábitos personales y de trabajo en el laboratorio

**Para seguir leyendo haga click aquí**