

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
POSGRADO EN INGENIERÍA

PROGRAMA DE ESTUDIO

CONTAMINACIÓN AMBIENTAL 1

68022

Asignatura

Clave

non
Semestre

6
Créditos

Plan de Estudios: Maestría: ☒

Doctorado: ☐

Ingeniería Ambiental
Campo

Asignatura:

Horas:

Total (horas):

Optativa
Obligatoria
Obligatoria de elección
Optativa de elección

☐
☒
☐
☐

Teóricas 48
Prácticas

Tipo:

Teórica ☒
Práctica
Teórica
Práctica

Semana 3
Semestre 48

Modalidad:

Atención Directa
Curso
Curso Avanzado
Curso Básico
Curso Introductorio

☐
☐
☐
☒
☐

Curso Complementario
Práctica Clínica o Comunitaria
Seminario
Taller
Trab. Laboratorio

☐
☐
☐
☐
☐

Seriación:

Obligatoria ☐

Indicativa ☐

Sin Seriación ☐

Actividad académica con seriación subsecuente: NA

Actividad académica con seriación antecedente: NA

Objetivo General del Curso:

Que el alumno planteé alternativas de solución de problemas relacionados con agua, suelo, aire y residuos, considerando los conceptos fundamentales de Química y Microbiología para la posterior aplicación en investigaciones de control de la contaminación ambiental.

Objetivos específicos del Curso:

Que el alumno retome los conocimientos de Química y Microbiología aprendidos previamente, para su aplicación en escenarios teóricos a través de ejercicios que se realicen en el aula.

Que el alumno conozca los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos que se utilizan para la determinación del grado de contaminación de muestras ambientales mediante las técnicas de campo y laboratorio usadas por organismos y grupos de investigación internacionales, así como con las normas mexicanas vigentes.

Que el alumno entienda la importancia de los microorganismos de interés en Ingeniería Ambiental (bacterias, hongos, algas, protozoarios), sus características y medios de detección, así como las aplicaciones más relevantes en salud pública, bioprocesos o remediación ambiental.

Temario

UNIDAD NÚM.	NOMBRE	HORAS	
		TEÓRICAS	PRÁCTICAS
1.	Introducción	15.0	
	Conceptos básicos de química general		
	➤ Unidades		
	➤ Concentraciones		
	➤ Ley general de los gases		
	➤ Equilibrio químico		
	➤ Actividad iónica		
	➤ Ácidos y bases		
	➤ pH, ecuación de Henderson-Hasselbalch		
	➤ Equilibrio ácido-base		
2	➤ Diagramas de especiación		
	➤ Complejación		
	Química ambiental		

	➤ Molécula del agua, composición suelo y atmósfera ➤ Dilución de gases en agua y suelo ➤ Interacción entre fases ➤ Ley de Henry ➤ Solubilidad ➤ Reacciones de óxido-reducción ➤ Cinéticas de reacción ➤ Procesos de sorción e intercambio iónico	7.5	
3	Análisis químico ambiental ➤ Parámetros de calidad en agua, suelo y aire. ➤ Técnicas de muestreo ➤ Preparación de muestras. (Acuosas, sólidas y gaseosas) ➤ Métodos analíticos clásicos para muestras acuosas, sólidas y gaseosas. Por ejemplo: sólidos, alcalinidad, nitrógeno total Kjeldahl, grasas y aceites, demanda bioquímica de oxígeno, demanda química de oxígeno, identificación y cuantificación de contaminantes y partículas en gases. ➤ Métodos instrumentales: potenciométrico, espectrofotométrico (visible, ultravioleta, infrarroja), espectrofotometría de absorción atómica (EAA flama, horno de grafito, generador de hidruros), espectroscopia de emisión óptica por plasma acoplado inductivamente (ICP-OES), espectrometría de masas por plasma acoplado inductivamente (ICP-MS), cromatografía de gases (TCD, FID), cromatografía de líquidos (HPLC), cromatografía de iones, espectrometría de masas, luminómetro para las pruebas de toxicidad	9.0	
4	Microbiología de agua, aire y suelo ➤ Clasificación (Woese, 1977) Bacteria, Archaea y Eukarya y características de algunos microorganismos de interés en Ingeniería Ambiental (bacterias, hongos, algas, protozoarios). ➤ Microscopía y cultivos microbianos ➤ Principios de biología celular. ➤ Bacterias en el ambiente (patógenas, indicadoras, de descomposición, nitrificantes, desnitrificantes, fijadoras de nitrógeno, fotosintéticas). ➤ Hongos (filamentosos, no filamentosos). ➤ Microalgas (cianofíceas, clorofíceas, diatomeas). ➤ Protozoarios comunes en sistemas acuáticos y suelo.	16.5	

Bibliografía básica:

Bibliografía básica de la Unidad 1

- ✓ Sawyer, C. N., McCarty, P. L., & Parkin, G. F. (2001). *Química para ingeniería ambiental*.
- ✓ Maron, S. H., & Prutton, C. F. (2002). *Fundamentos de fisicoquímica*. Editorial Limusa S.A. De C.V.
- ✓ Ibanez, J. G., Hernandez-Esparza, M., Doria-Serrano, C., Fregoso-Infante, A., & Singh, M. M. (2010). *Environmental chemistry: Fundamentals*. Springer Science & Business Media.
- ✓ Masters, G. M., & Ela, W. P. (2008). *Introducción a la ingeniería medioambiental*. PRENTICE HALL.
- ✓ Snoeyink, V. L., & Jenkins, D. (1991). *Water chemistry*. John Wiley & Sons.
- ✓ Stumm, W., & Morgan, J. J. (1995). *Aquatic Chemistry: Chemical Equilibria and Rates in Natural Waters*. John Wiley & Sons.

Bibliografía básica de la Unidades 2 y 3

- ✓ American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. Lipps WC, Braun-Howland EB, Baxter TE, eds. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 24th ed. Washington DC: APHA Press; 2023
- ✓ Chang, Raymond, Goldsby Kenneth (2020) “Química”, Editor McGraw-Hill Interamericana, ISBN: 6071514592-9786071514592
- ✓ Sawyer, C. N., McCarty, P. L., & Parkin, G. F. (2003). *Chemistry for environmental engineering* (5th Edition). McGraw-Hill.
- ✓ Lobo Oehmichen, Ricardo Alberto (2022) *Principios de Transferencia de Masa*, UAM-I
- ✓ Fuentes Gea, Vicente (2016) *Elementos de Ingeniería Ambiental*, Facultad de Ingeniería UNAM
- ✓ Vázquez González, Alba Beatriz; César Valdez, Enrique; Fuentes Gea, Vicente; González Reyes, Cristian Emmanuel; Jacintos Nieves, Antonio; Sepúlveda Hirose, Rodrigo Takashi (2022) *Ingeniería Ambiental – Aplicaciones*, Facultad de Ingeniería UNAM
- ✓ Silva Martínez Ana Elisa, Martínez Palacios José Luis, Vega González Eduardo y Ferat Toscano Catalina (2019) “Manual de detección de contaminación por metales en muestras de cuerpos de agua superficial, utilizando absorción atómica para alumnos en Ingeniería” patrocinado por UNAM-DGAPA-PAPIME Clave PE102817 “Inducción a la Detección de Metales Pesados por Espectrofotometría de Absorción

Bibliografía básica de la Unidad 4:

- ✓ Brock. Biology of Microorganisms. Sixteenth edition. Madigan et al., 2022. Pearson.

- ✓ Environmental Microbiology. Third Edition. Reineke and Schlömann. 2023. Springer Spektrum.

Bibliografía complementaria:

Bibliografía complementaria de la Unidad 1

- ✓ NORMA Oficial Mexicana NOM-008-SCFI-2002, Sistema General de Unidades de Medida.
https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=718870&fecha=27/11/2002#gsc.tab=0

Bibliografía complementaria de las Unidades 2 y 3

Diario Oficial de la Federación, Normas Oficiales Mexicanas y Normas Mexicanas:

- ✓ DOF: 11/03/2022. NORMA Oficial Mexicana NOM-001-SEMARNAT-2021, Que establece los límites permisibles de contaminantes en las descargas de aguas residuales en cuerpos receptores propiedad de la nación
- ✓ Norma Mexicana NMX-AA-003-1980, Aguas residuales-Muestreo (cancela a la NMX-AA-003-1975). Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 25 de marzo de 1980
- ✓ Norma Mexicana NMX-AA-005-SCFI-2013, Análisis de agua-Medición de grasas y aceites recuperables en aguas naturales, residuales y residuales tratadas-Método de prueba (cancela a la NMX-AA-005-SCFI-2000). Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 11 de abril de 2014
- ✓ Norma Mexicana NMX-AA-017-1980, Aguas-Determinación de color (cancela a la NMX-AA-017-1975). Declaratoria de vigencia publicada en Diario Oficial de la Federación el 11 de julio de 1980.
- ✓ Norma Mexicana NMX-AA-026-SCFI-2010, Análisis de agua-Medición de Nitrógeno Total Kjeldahl en aguas naturales, residuales y residuales tratadas-Método de prueba (cancela a la NMX-AA-026-SCFI-2001). Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 3 de marzo de 2011.
- ✓ Norma Mexicana NMX-AA-029-SCFI-2001, Análisis de aguas-Determinación de fósforo total en aguas naturales, residuales y residuales tratadas-Método de prueba (cancela a la NMX-AA-029-1981). Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 17 de abril de 2001.
- ✓ Norma Mexicana NMX-AA-034-SCFI-2015, Análisis de agua, Medición de sólidos y sales disueltas en agua naturales, residuales y residuales tratadas-Método de prueba (cancela a la NMX-AA-034-SCFI-2001). Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 18 de abril de 2016.
- ✓ Norma Mexicana NMX-AA-058-SCFI-2001, Análisis de aguas-Determinación de cianuros totales en aguas naturales, potables, residuales y residuales tratadas-Método de prueba (cancela a la NMX-AA-058-1982). Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 13 de agosto de 2001
- ✓ Norma Mexicana NMX-AA-112-SCFI-2017 Análisis de agua y Sedimentos-Evaluación de Toxicidad Aguda con *Vibrio Fischeri*-Método de prueba (Cancela a la NMX-AA-112-1995-SCFI). Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 19 de octubre de 2017.
- ✓ Norma Mexicana NMX-AA-167-SCFI-2017. Análisis de Agua-Enumeración de Organismos Patógenos: Enterococos Fecales en Aguas Naturales, Residuales, Residuales Tratadas, Salinas y Costeras-Método de Prueba. Declaratoria de vigencia publicada en el Diario Oficial de la Federación el 8 de junio de 2017.
- ✓ DOF: 02/05/2022. NORMA Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-2021, Agua para uso y consumo humano. Límites permisibles de la calidad del agua

- ✓ Norma Oficial Mexicana NOM-008-SCFI-2002, Sistema General de Unidades de Medida
- ✓ Norma Oficial Mexicana NOM-210-SSA1-2014, Productos y servicios. Métodos de prueba microbiológicos. Determinación de microorganismos indicadores. Determinación de microorganismos patógenos.

Bibliografía complementaria de la Unidad 4

- ✓ Betts, H.C. *et al.* (2018) 'Integrated genomic and fossil evidence illuminates life's early evolution and eukaryote origin', *Nature Ecology and Evolution*, 2(10), pp. 1556–1562. Available at: <https://doi.org/10.1038/s41559-018-0644-x>.
- ✓ Brune, A. (2014) 'Symbiotic digestion of lignocellulose in termite guts', *Nature Reviews Microbiology*, 12(3), pp. 168–180. Available at: <https://doi.org/10.1038/nrmicro3182>.
- ✓ Cavicchioli, R. *et al.* (2019) 'Scientists' warning to humanity: microorganisms and climate change', *Nature Reviews Microbiology*. Nature Publishing Group, pp. 569–586. Available at: <https://doi.org/10.1038/s41579-019-0222-5>.
- ✓ Cockell, C.S. (2021) 'Are microorganisms everywhere they can be?', *Environmental Microbiology*, 23(11), pp. 6355–6363. Available at: <https://doi.org/10.1111/1462-2920.15825>.
- ✓ Cocquyt, T. *et al.* (2021) 'Neutron tomography of Van Leeuwenhoek's microscopes', *Science Advances*, 7, pp. 2402–2416. Available at: <https://www.science.org>.
- ✓ Conde-Pueyo, N. *et al.* (2020) 'Synthetic biology for terraformation lessons from mars, earth, and the microbiome', *Life*, 10(2). Available at: <https://doi.org/10.3390/life10020014>.
- ✓ Eme, L. *et al.* (2017) 'Archaea and the origin of eukaryotes', *Nature Reviews Microbiology*. Nature Publishing Group, pp. 711–723. Available at: <https://doi.org/10.1038/nrmicro.2017.133>.
- ✓ Figueiredo, A.R.T. and Kramer, J. (2020) 'Cooperation and Conflict Within the Microbiota and Their Effects On Animal Hosts', *Frontiers in Ecology and Evolution*. Frontiers Media S.A. Available at: <https://doi.org/10.3389/fevo.2020.00132>.
- ✓ Gilbert, J.A. and Stephens, B. (2018) 'Microbiology of the built environment', *Nature Reviews Microbiology*. Nature Publishing Group, pp. 661–670. Available at: <https://doi.org/10.1038/s41579-018-0065-5>.
- ✓ Grote, M. (2018) 'Petri dish versus Winogradsky column: a longue durée perspective on purity and diversity in microbiology, 1880s–1980s', *History and Philosophy of the Life Sciences*, 40(1). Available at: <https://doi.org/10.1007/s40656-017-0175-9>.
- ✓ Hall, E.K. *et al.* (2018) 'Understanding how microbiomes influence the systems they inhabit', *Nature Microbiology*. Nature Publishing Group, pp. 977–982. Available at: <https://doi.org/10.1038/s41564-018-0201-z>.
- ✓ Hallsworth, J.E. (2022) 'Water is a preservative of microbes', *Microbial Biotechnology*, 15(1), pp. 191–214. Available at: <https://doi.org/10.1111/1751-7915.13980>.
- ✓ Helenius, A. and Yamauchi, Y. (2022) 'Cell Biology of Virus Infection', in *Encyclopedia of Cell Biology: Volume 1-6, Second Edition*. Elsevier, pp. 411–422. Available at: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821618-7.00249-2>.
- ✓ Hofer, U. (2018) 'The majority is uncultured', *Nature Reviews Microbiology*. Nature Publishing Group, pp. 716–717. Available at: <https://doi.org/10.1038/s41579-018-0097-x>.
- ✓ Kapinusova, G., Lopez Marin, M.A. and Uhlik, O. (2023) 'Reaching unreachables: Obstacles and successes of microbial cultivation and their reasons', *Frontiers in Microbiology*. Frontiers Media S.A. Available at: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1089630>.
- ✓ Knight, R. *et al.* (2018) 'Best practices for analysing microbiomes', *Nature Reviews Microbiology*, 16(7), pp. 410–422. Available at: <https://doi.org/10.1038/s41579-018-0029-9>.

- ✓ Lloyd, K.G. *et al.* (2018) 'Phylogenetically Novel Uncultured Microbial Cells Dominate Earth Microbiomes', *mSystems*, 3(5), pp. e00055-18. Available at: <https://doi.org/10.1128/mSystems.00055-18>.
- ✓ Meyer, V. *et al.* (2020) 'Growing a circular economy with fungal biotechnology: A white paper', *Fungal Biology and Biotechnology*. BioMed Central Ltd. Available at: <https://doi.org/10.1186/s40694-020-00095-z>.
- ✓ Noda-Garcia, L., Liebermeister, W. and Tawfik, D.S. (2018) 'Metabolite–Enzyme Coevolution: From Single Enzymes to Metabolic Pathways and Networks', *Annual Review of Biochemistry*, 87(1), pp. 187–216. Available at: <https://doi.org/10.1146/annurev-biochem-062917-012023>.
- ✓ Qin, Q.-L. *et al.* (2021) 'Oxidation of trimethylamine to trimethylamine N-oxide facilitates high hydrostatic pressure tolerance in a generalist bacterial lineage', *Science Advances*, 7, pp. 9941–9967. Available at: <https://www.science.org>.
- ✓ Reinhard, C.T. *et al.* (2017) 'False Negatives for Remote Life Detection on Ocean-Bearing Planets: Lessons from the Early Earth', *Astrobiology*, 17(4), pp. 287–297. Available at: <https://doi.org/10.1089/ast.2016.1598>.
- ✓ Ricci, F. and Greening, C. (2024) 'Chemosynthesis: a neglected foundation of marine ecology and biogeochemistry', *Trends in Microbiology*, 0(0). Available at: <https://doi.org/10.1016/j.tim.2023.11.013>.
- ✓ Rillig, M.C. and Antonovics, J. (2019) 'Microbial biospherics: The experimental study of ecosystem function and evolution', *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*. National Academy of Sciences, pp. 11093–11098. Available at: <https://doi.org/10.1073/pnas.1904326116>.
- ✓ Sadiq, F.A. *et al.* (2022) 'Trans-kingdom interactions in mixed biofilm communities', *FEMS Microbiology Reviews*. Oxford University Press. Available at: <https://doi.org/10.1093/femsre/fuac024>.
- ✓ Somee, M.R. *et al.* (2022) 'Genome-resolved analyses show an extensive diversification in key aerobic hydrocarbon-degrading enzymes across bacteria and archaea', *BMC Genomics*, 23(1). Available at: <https://doi.org/10.1186/s12864-022-08906-w>.
- ✓ Steen, A.D. *et al.* (2019) 'High proportions of bacteria and archaea across most biomes remain uncultured', *ISME Journal*, 13(12), pp. 3126–3130. Available at: <https://doi.org/10.1038/s41396-019-0484-y>.
- ✓ Velasco, J. (2018) 'Universal common ancestry, LUCA, and the Tree of Life: three distinct hypotheses about the evolution of life', *Biology and Philosophy*, 33(5–6). Available at: <https://doi.org/10.1007/s10539-018-9641-3>.
- ✓ Washburne, A.D. *et al.* (2018) 'Methods for phylogenetic analysis of microbiome', *Nature Microbiology*, 3(6), pp. 652–661. Available at: <https://doi.org/10.1038/s41564-018-0156-0>.
- ✓ Weiss, M.C. *et al.* (2018) 'The last universal common ancestor between ancient Earth chemistry and the onset of genetics', *PLoS Genetics*, 14(8), pp. 1–19. Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pgen.1007518>.
- ✓ Whiteley, M., Diggle, S.P. and Greenberg, E.P. (2017) 'Progress in and promise of bacterial quorum sensing research', *Nature*, 551(7680), pp. 313–320. Available at: <https://doi.org/10.1038/nature24624>.
- ✓ Wu, C. *et al.* (2021) 'The maintenance of microbial community in human fecal samples by a cost effective preservation buffer', *Scientific Reports*, 11(1). Available at: <https://doi.org/10.1038/s41598-021-92869-7>.
- ✓ Yim, S.S. *et al.* (2021) 'Robust direct digital-to-biological data storage in living cells', *Nature Chemical Biology*, 17(3), pp. 246–253. Available at: <https://doi.org/10.1038/s41589-020-00711-4>.
- ✓ York, A. (2017) 'Biofilms: The architect of the biofilm', *Nature Reviews Microbiology*, 15(11), pp. 642–643. Available at: <https://doi.org/10.1038/nrmicro.2017.127>.
- ✓ Zhou, Z. *et al.* (2018) 'Two or three domains: a new view of tree of life in the genomics era', *Applied Microbiology and Biotechnology*, 102(7), pp. 3049–3058. Available at: <https://doi.org/10.1007/s00253-018-8831-x>.

Sugerencias didácticas:

Exposición oral	☒
Exposición audiovisual	☒
Ejercicios dentro de clase	☒
Ejercicios fuera del aula	☒
Seminarios	☐

Lecturas obligatorias	☒
Trabajos de investigación	☒
Prácticas de taller o laboratorio	☐
Prácticas de campo	☐
Otras: (especificar)	☐

Métodos de evaluación:

Exámenes parciales	☒
Examen final escrito	☒
Tareas y trabajos fuera del aula	☒
Exposición de seminarios por los alumnos	☒

Participación en clase	☐
Asistencia	☐
Seminarios	☐
Otros: (especificar) Proyecto de investigación	☒

Línea de Investigación:

Ingeniería Ambiental

Perfil profesiográfico de quienes puedan impartir la actividad académica:

Licenciatura en Ingeniería y carreras afines, posgrados en áreas afines a la Ing. Ambiental