

## 1. Datos Generales de la asignatura

<b>Nombre de la asignatura:</b>	Análisis de Aguas y Efluentes
<b>Clave de la asignatura:</b>	IHM-1002
<b>SATCA<sup>1</sup>:</b>	2-4-6
<b>Carrera:</b>	Ingeniería Hidrológica

## 2. Presentación

### Caracterización de la asignatura

Esta asignatura aporta al perfil del ingeniero hidrólogo las competencias para la aplicación de los métodos de análisis para determinar la calidad del agua e interpretar resultados para la toma de decisiones en los proyectos hidrológicos.

Es indispensable que el estudiante aprenda y aplique los métodos y técnicas de análisis de agua y determine los parámetros fisicoquímicos, elementos contaminantes, constituyentes orgánicos y microbiológicos en aguas y efluentes que le permitan diferenciar su buen uso, tratamiento y disposición.

Asimismo, el estudiante conoce y aplica los parámetros establecidos en las Normas Oficiales vigentes que le permitan determinar la calidad del agua. Esta asignatura es una herramienta útil para la toma de decisiones respecto al uso y conservación del recurso hídrico. Requiere de competencias previas de Química y Química Analítica y se relaciona de manera directa con las asignaturas de Sistemas de Riego, Manejo integrado de Cuencas y de manera indirecta a la asignatura de Abastecimiento de Agua Potable.

### Intención didáctica

La asignatura consta de siete temas, el primer tema aborda la clasificación de los sistemas hídricos y sus características, e introducen al estudiante en las técnicas de muestreo, transporte y conservación de muestras para su análisis posterior.

En el segundo tema se fundamentan y aplican los principios de los análisis físico-químicos del agua. En el tercer y cuarto tema el estudiante maneja equipos como espectrofotómetro de absorción atómica, espectrofotómetro de luz ultravioleta y flamómetro para las determinaciones químicas de compuestos inorgánicos, metales y contaminantes en las muestras de agua.

Al abordar el quinto tema el estudiante aplica los métodos para determinar los constituyentes orgánicos y maneja las propiedades químicas y bioquímicas de los compuestos presentes en aguas.

En el sexto tema el estudiante realiza el análisis microbiológico en diferentes tipos de aguas, determina si existe contaminación microbiológica del agua. Finalmente en el tema siete interpreta los análisis realizados como un todo y valora la calidad de las aguas según las Normas oficiales mexicanas e internacionales, y determina su uso, disposición y/o tratamiento.

El docente que imparte ésta asignatura es un guía importante en el desarrollo de cada una de las actividades en el uso y manejo de equipos. El docente debe apoyar al estudiante en la interpretación de resultados y orientar la toma de decisiones.

<sup>1</sup> Sistema de Asignación y Transferencia de Créditos Académicos

### 3. Participantes en el diseño y seguimiento curricular del programa

Lugar y fecha de elaboración o revisión	Participantes	Evento
Instituto Tecnológico de Roque, del 6 al 8 de octubre de 2010.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Apizaco, Boca del Río, Chilpancingo, Ciudad Madero, Orizaba, Pachuca, Roque, Superior de Irapuato, Superior de Poza Rica, Altiplano de Tlaxcala, Toluca, Veracruz y Villahermosa.	Reunión Nacional de Diseño e Innovación Curricular para el Desarrollo y Formación de Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería Hidrológica.
Instituto Tecnológico de Roque, del 6 al 9 de diciembre de 2010.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Apizaco, Boca del Río, Orizaba, Pachuca, Roque, Superior de Irapuato, Superior de Poza Rica, Veracruz y Villahermosa.	Reunión Nacional de Consolidación de los Programas en Competencias Profesionales de la Carrera de Ingeniería Hidrológica.
Instituto Tecnológico de Roque, el 3 y 4 de noviembre de 2011.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Apizaco, Boca del Río, Orizaba y Roque.	Reunión de Trabajo para la Consolidación del Programa en Competencia de la Carrera de Ingeniería Hidrológica.
Instituto Tecnológico de Toluca, del 10 al 13 de febrero de 2014.	Representantes de los Institutos Tecnológicos de: Chilpancingo y Roque.	Reunión de Seguimiento Curricular del Programa en Competencia de la Carrera de Ingeniería Hidrológica.

### 4. Competencias a desarrollar

Competencias específicas de la asignatura
Determina, interpreta y evalúa los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, constituyentes orgánicos y contaminantes del agua de origen y efluentes, mediante las técnicas instrumentales y analíticas para caracterizar la calidad del agua, su uso, disposición y/o tratamiento de acuerdo a las normas de oficiales nacionales o internacionales.

### 5. Competencias previas

Para que el estudiante adquiera las competencias específicas de ésta asignatura, se requiere que posea competencias previas de Análisis Instrumental.
---

### 6. Temario

No.	Temas	Subtemas
1	Introducción al análisis de aguas	1.1 Características y clasificación de las aguas superficiales y subterráneas 1.2. Características y clasificación de aguas residuales.

		<p>1.2.1. Norma oficial Mexicana 1.2.2. Norma internacional EPA 1.3. Técnicas de muestreo 1.4. Transporte y conservación de muestras.</p>
2	Análisis físico químico del agua	<p>2.1. Fundamentos y principios de los parámetros físicos y químicos del agua 2.2. Características físicas y organolépticas (color, olor, sabor, turbiedad) 2.3. Determinación de conductividad eléctrica y pH. 2.4. Determinación de sólidos: disueltos totales, suspendidos totales, volátiles y sedimentables. 2.5. Material flotante 2.6. Determinación de carbonatos, bicarbonatos, cloruros, cloro residual libre, cianuros 2.7. Determinación de dureza total (como carbonato de calcio) 2.8. Yodo residual libre 2.9. Detección de radioactividad (radiactividad alfa global, radiactividad beta global).</p>
3	Determinación de metales por absorción atómica y flamometría	<p>3.1. Conceptos básicos de Flamometría y espectrofotometría de absorción atómica. 3.2. Efectos en el ecosistema del contenido de metales en los sistemas hidrológicos. 3.3. Determinación de sodio y Potasio por flamometria. 3.4. Interpretación de los análisis de acuerdo a la norma. 3.5. Determinación de metales por absorción atómica: Calcio, Magnesio, Manganeso, Zinc, Cobre, Boro, Bario, Aluminio, Fierro 3.6. Determinación de metales pesados Arsénico, Cadmio, Cromo total, Cromo hexavalente, Mercurio, Níquel, Plomo.</p>
4	Determinación de constituyentes inorgánicos no metálicos	<p>4.1. Determinaciones en Espectrofotometría de luz ultravioleta 4.2. Determinación de Alcalinidad, Nitratos, Fluoruros como Flúor; Nitritos, Nitrógeno amoniacal, Amonio, Cianuros, Silicatos, Sulfatos, Fosfatos</p>
5	Determinación de constituyentes orgánicos	<p>5.1. Aceites y grasas 5.2. Demanda Bioquímica de Oxígeno 5.3. Demanda Química de Oxígeno, Oxígeno Disuelto. 5.4. Hidrocarburos aromáticos</p>
6	Análisis microbiológicos en agua	<p>6.1. Determinación de Coliformes totales y fecales (termotolerantes). 6.2. Determinación de huevos de Helmintos</p>
7	Calidad del agua	<p>7.1. Determinación de la calidad del agua ya sean naturales, residuales, residuales tratadas, potable, riego</p>

	y descargas industriales, según las normas oficiales. 7.2. Interpretación de resultados obtenidos en un análisis completo de agua y recomendación sobre su uso.
--	--

## 7. Actividades de aprendizaje de los temas

Tema 1.- Introducción al análisis de aguas	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específicas:</b> Clasifica las aguas superficiales y subterráneas de acuerdo a sus características para su uso y distribución.</p> <p>Aplica las técnicas de muestreo y conservación para clasificar el agua de acuerdo a sus características y a las normas vigentes.</p> <p><b>Genéricas:</b> Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.</p> <p>Capacidad de investigación</p> <p>Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</p>	<p>Realizar una investigación documental sobre las características y clasificación de aguas superficiales y subterráneas.</p> <p>Elaborar un reporte escrito de los resultados de la investigación documental</p> <p>Realizar una investigación sobre las normas oficiales de aguas.</p> <p>Estructurar un organizador gráfico de las diferentes técnicas de muestreo de aguas.</p> <p>Tomar muestras de agua in-situ y llevar al laboratorio bajo condiciones óptimas de transporte y almacenamiento para su análisis.</p>
Tema 2.- Análisis físico químico del agua	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específicas:</b> Determina y evalúa los parámetros físico-químicos en muestras de agua, de acuerdo al origen para determinar su uso y disposición.</p> <p><b>Genéricas:</b> Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.</p> <p>Capacidad de investigación</p> <p>Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</p>	<p>Hacer una investigación documental sobre los parámetros físico-químicos del agua.</p> <p>Elaborar el reporte escrito de la investigación documental</p> <p>Realizar prácticas de laboratorio para determinar sólidos totales, sólidos suspendidos, conductividad eléctrica, pH, Carbonatos, Bicarbonatos, y cloruros en muestras de agua de diferente origen.</p> <p>Realizar el reporte de prácticas de laboratorio con los resultados obtenidos</p> <p>Realizar visitas industriales</p>

Tema 3.-Determinación de metales por absorción atómica y flamometría	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específicas:</b>                      Conoce y maneja los equipos de Absorción Atómica y Espectrofotómetro de flama para determinar metales en agua.</p> <p>Conoce y aplica los métodos de absorción atómica y flamometría para la determinación de metales presentes en muestras de agua</p> <p><b>Genéricas:</b>                      Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</p> <p>Habilidad en el uso de las tecnologías de la información y comunicación.</p> <p>Capacidad de comunicación en un segundo idioma.</p>	<p>Revisar los manuales de uso y manejo de los equipo y elaborar diagramas de flujo sobre los métodos de operación.</p> <p>Realizar prácticas de laboratorio para el conocimiento, manejo y ajuste de los equipos.</p> <p>Preparar los estándares para las curvas de calibración de cada elemento a determinar.</p> <p>Realizar prácticas de laboratorio para la determinación de metales ( Ca, Mg, Fe, Cu, Zn, Mn, Pb) por Absorción Atómica, Na y K por Flamometría.</p> <p>Elaborar el reporte de resultados</p>
Tema 4.- Determinación de constituyentes inorgánicos no metálicos	
Competencias	Actividades de aprendizaje
<p><b>Específicas:</b>                      Conoce y Maneja el Espectrofotómetro de luz ultravioleta para determinar constituyentes inorgánicos no metálicos.                      Conoce y Aplica los métodos de espectrofotometría de UV para determinar los constituyentes inorgánicos no metálicos presentes en muestras de agua.</p> <p><b>Genéricas:</b>                      Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</p> <p>Habilidad en el uso de las tecnologías de la información y comunicación.</p> <p>Capacidad de comunicación en un segundo idioma.</p>	<p>Realizar prácticas de laboratorio para el conocimiento y ajuste del espectrofotómetro de UV de acuerdo al manual de operación.</p> <p>Preparar los estándares para las curvas de calibración de los elementos a determinar</p> <p>Realizar prácticas de Laboratorio para determinar los constituyentes inorgánicos presentes en muestras de agua con técnicas de UV.</p> <p>Elaborar el reporte de resultados</p>

Tema 5.- Determinación de constituyentes orgánicos	
Competencias	Actividades de Aprendizaje
<p><b>Específicas:</b> Determina el contenido de aceites y grasas, así como la demanda química de oxígeno (DQO) y Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBQ) en muestras de aguas.</p> <p><b>Genéricas:</b></p> <p>Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</p> <p>Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.</p> <p>Capacidad de investigación</p>	<p>Realizar una Investigación documental sobre los parámetros químicos, bioquímicos y sólidos presentes en aguas de diferente origen.</p> <p>Elaborar un mapa conceptual de la investigación realizada.</p> <p>Realizar visitas industriales para tomar muestras in situ de aguas de reúso y llevar al laboratorio para análisis.</p> <p>Realizar prácticas de laboratorio para determinar Grasas y Aceites presentes en las muestras colectadas.</p> <p>Realizar prácticas de Laboratorio para determinar la Demanda Química y Bioquímica de Oxígeno en aguas residuales.</p> <p>Elaborar reporte de resultados</p>
Tema 6.- Análisis microbiológicos en agua	
Competencias	Actividades de Aprendizaje
<p><b>Específicas</b> Determina y cuantifica Coliformes totales y fecales y huevos de Helmintos presentes en aguas contaminadas.</p> <p><b>Genéricas:</b></p> <p>Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</p> <p>Habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas.</p> <p>Capacidad de investigación</p>	<p>Realizar una investigación documental sobre los microorganismos presentes en aguas contaminadas.</p> <p>Elaborar cuadros sinópticos con las principales características de los microorganismos presentes en aguas contaminadas.</p> <p>Realizar prácticas de laboratorio para esterilización de material y preparación de medios de cultivo.</p> <p>Realizar muestreos de agua en zonas de descarga.</p> <p>Determinar el contenido de Coliformes totales y fecales y huevos de Helmintos presentes en las muestras tomadas</p> <p>Elaborar reporte de resultados de los análisis realizados</p>

Tema 7.- Calidad del agua	
Competencias	Actividades de Aprendizaje
<p><b>Específicas:</b> Analiza e interpreta los resultados obtenidos en los análisis de agua y determina su uso y disposición de acuerdo a la norma vigente.</p> <p><b>Genérica:</b></p> <p>Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica.</p> <p>Capacidad de abstracción, análisis y síntesis.</p> <p>Capacidad para tomar decisiones</p>	<p>Elaborar cuadros comparativos de los diferentes tipos de agua de acuerdo a su calidad y sus efectos en el medio ambiente.</p> <p>Realizar la interpretación de resultados de un análisis completo de agua y evaluar la calidad de ésta.</p> <p>Elaborar un reporte de resultados del análisis completo y clasificar el tipo de agua según la norma vigente.</p> <p>Elaborar un ensayo sobre la importancia que tiene determinar la calidad del agua y el impacto en las actividades cotidianas.</p>

## 8. Prácticas

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Para la determinación de conductividad eléctrica, pH, sólidos sedimentados, suspendidos y totales en aguas de diferente origen.</li> <li>• Para la determinación de Metales (Fe, Cu Zn, Mn, Ca, Mg, Na y K) por espectrofotometría de absorción atómica y flamometría.</li> <li>• Para la determinación de compuestos inorgánicos (sulfatos, nitratos, Fosfatos) por luz ultravioleta</li> <li>• Para la determinación de aceites y grasas en aguas residuales.</li> <li>• Para determinar la Demanda Química de Oxígeno y Demanda Bioquímica de Oxígeno en aguas residuales.</li> <li>• Para determinar microorganismos (coliformes totales, fecales y huevos de Helmintos) presentes en aguas residuales</li> <li>• Visita a empresa para conocer y tomar muestras en sitios de descarga de aguas.</li> <li>• Para interpretación de resultados del análisis completo de agua de diverso origen.</li> </ul>
--

## 9. Proyecto de asignatura

<p>El objetivo del proyecto que plantee el docente que imparta esta asignatura, es demostrar el desarrollo y alcance de la(s) competencia(s) de la asignatura, considerando las siguientes fases:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Fundamentación:</b> marco referencial (teórico, conceptual, contextual, legal) en el cual se fundamenta el proyecto de acuerdo con un diagnóstico realizado, mismo que permite a los estudiantes lograr la comprensión de la realidad o situación objeto de estudio para definir un proceso de intervención o hacer el diseño de un modelo.</li> <li>• <b>Planeación:</b> con base en el diagnóstico en esta fase se realiza el diseño del proyecto por parte de los estudiantes con asesoría del docente; implica planificar un proceso: de intervención empresarial, social o comunitario, el diseño de un modelo, entre otros, según el tipo de proyecto, las actividades a realizar los recursos requeridos y el cronograma de trabajo.</li> <li>• <b>Ejecución:</b> consiste en el desarrollo de la planeación del proyecto realizada por parte de los estudiantes con asesoría del docente, es decir en la intervención (social, empresarial), o construcción del modelo propuesto según el tipo de proyecto, es la fase de mayor duración que</li> </ul>
---

implica el desempeño de las competencias genéricas y específicas a desarrollar.

- **Evaluación:** es la fase final que aplica un juicio de valor en el contexto laboral-profesión, social e investigativo, ésta se debe realizar a través del reconocimiento de logros y aspectos a mejorar se estará promoviendo el concepto de “evaluación para la mejora continua”, la metacognición, el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo en los estudiantes.

## 10. Evaluación por competencias

- Listas de cotejo
- Cuadro sinóptico
- Mapa conceptual
- Reporte de prácticas realizadas
- Reporte de visitas
- Listas de verificación
- Evaluación escrita
- Autoevaluación
- Ensayos

## 11. Fuentes de información

1. Aguinaga Silvia. (1996). *Manual de Procedimientos Analíticos para Aguas y efluentes*. Ministerio de Vivienda ordenamiento territorial y medio ambiente. Dirección Nacional de Medio Ambiente. Barcelona
2. Ojeda Suarez, J. T., s/f. *Manual de Análisis de Agua*. Instituto Tecnológico Superior de Irapuato.
3. Arce Velázquez, Calderón T. s/f. *Fundamentos Técnicos para el muestreo de análisis de aguas residuales*. México: Comisión Nacional del Agua
4. Vásquez Alarcón, A., (1997) *Guía para interpretar el análisis químico de agua y suelo*. (2a. Edición). Estado de México: Universidad Autónoma de Chapingo.
5. Beaty, R. D. *Conceptos, Instrumentación y Técnicas en Espectrofotometría de Absorción Atómica*. Perkin Elmer. 4. Willard, H. H., Merritt, L. L., Dean, J.A., Settle.
6. American Public Health Association. (1992). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. (18th Edition). Washington, APHA, 1992.
7. *Norma Oficial Mexicana* (modificación, Junio 2000) NOM-127-SSA1-1994.
8. *Norma Oficial Mexicana para análisis de aguas naturales, potables, residuales y residuales tratadas*. (2001). (MXN-AA-008-SCFI-2000, MXN-AA-006-SCFI-2000 MXN-AA-0034-SCFI-2001, MXN-AA-051-SCFI-2001)
9. Environmental Protection Agency. (1983). *Methods for Chemical Analysis of Water and Wastes*. (2ª Edición). Cincinnati, EPA.
10. Marín, G.R. (2013). *Análisis de aguas y ensayos de tratamiento. Principios y aplicaciones*. España: Ed. Gestio I Promoci.
11. Britton, G. (2011). *Wastewater Microbiology*. (4ª Edición). N.J.: Ed. Hoboken
12. [www.aguasresiduales.info](http://www.aguasresiduales.info).