| UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA | DES: | INGENIERÍA |
|---|---|---|
| | **Programa académico** | Maestría en Ingenieria en Hidrología |
| | **Tipo de materia (Obli/Opta):** | Obligatoria de especialidad |
| | **Clave de la materia:** | MIHOB9 |
| | **Semestre:** | 2 |
| | **Área en plan de estudios (B, P y E)** | B y E |
| | **Total de horas por semana:** | 6 |
| | *Teoría: Presencial o Virtual* | 3 |
| | *Laboratorio o Taller:* | |
| | *Prácticas:* | 1 |
| FACULTAD DE INGENIERÍA | *Trabajo extra-clase:* | 2 |
| | ***Créditos Totales:*** | 6 |
| PROGRAMA ANALÍTICO DE LA UNIDAD DE APRENDIZAJE: | **Total de horas semestre (x 16 sem):** | 96 |
| | Fecha de actualización: | Febrero de 2024 |
| HIDROGEOQUÍMICA E ISÓTOPOS | *Prerrequisito (s):* | NINGUNO |

**DESCRIPCIÓN DEL CURSO:**

Este curso promueve la comprensión de los fundamentos de la interacción fisicoquímica entre el agua y las rocas que constituyen un sistema acuífero y contribuye a la formación integral de los estudiantes de la Maestría en Hidrología en la opción de Hidrología Subterránea ampliando su panorama de acción profesional al campo de la Geohidrología.

**COMPETENCIAS A DESARROLLAR:**

**Genéricas**:

1. **Gestión del Conocimiento**: Demuestra conocimientos y habilidades para la búsqueda, análisis crítico, síntesis y procesamiento de información para su transformación en conocimiento con actitud ética.
2. **Investigación**: Desarrolla investigación original, tecnología y/o innovaciones en procesos, servicios o productos que contribuyan a la solución de problemas, mejoren la convivencia, generen oportunidades para el desarrollo sostenible y propicien una mejor calidad de vida.

**Específicas**

1. **Evaluación de sistemas hidrológicos**. Evalúa el comportamiento de los sistemas hidrológicos bajo condiciones cambiantes, mediante la integración de conocimientos de frontera, estrategias y métodos innovadores bajo un enfoque socialmente responsable y ambientalmente sostenible.

| DOMINIOS | OBJETOS DE ESTUDIO | RESULTADOS DE APRENDIZAJE | METODOLOGÍA | EVIDENCIAS |
|---|---|---|---|---|
| Organiza de manera jerárquica la información concerniente a los componentes hidrológicos, que conduzca a soluciones óptimas.<br><br>Analiza y recupera información pertinente mediante diversas estrategias de búsqueda de datos científicos.<br><br>Selecciona métodos de análisis de variables hidrológicas de vanguardia aplicables al contexto con profundo sentido ético.<br><br>Gestiona, almacena, organiza, categoriza la información de manera que se traduzca en conocimiento.<br><br>Aplica los elementos fundamentales de la redacción científica. | 1. **Propiedades del agua**<br>1.1 Estructura de la molécula de agua<br>1.2 Propiedad es físicas del agua<br>1.3 Características químicas<br>1.4 Nutrientes<br><br>2. **Efectos del agua sobre los minerales**<br>2.1 El agua como solvente<br>2.2Ley de acción de masas y principio de Le Chatelier<br>2.3 Producto de solubilidad<br>2.4 Efecto del ion común<br>2.5 Aspectos termodiná micos de las soluciones<br><br>3. **Evolución geoquímica del agua**<br>3.1 El ciclo hidrológico y la composición química del agua<br>3.2 Fenómenos modificadores de la composición química del agua<br>3.3 Variaciones laterales y verticales en la composición química del agua<br><br>**4. Tipos de reacciones en las aguas naturales**<br>4.1 Reacciones ácidobase<br>4.2 Reacciones de óxido-reducción<br>4.3 Reacciones de disolución y precipitación<br>4.4 Reacciones de intercambio iónico | Asocia la importancia del conocimiento de las propiedades físicas y químicas del agua con el comportamiento de la misma en los sistemas hidrológicos<br><br>Aplica los conceptos del equilibrio químico a los procesos de disolución y precipitación en medio acuoso<br><br>Analiza los fenómenos relacionados con el ciclo hidrológico y explica los procesos de evolución geoquímica del agua en función de su movimiento en el acuífero<br><br>Compara las distintas reacciones que tienen lugar en las aguas naturales<br><br>Explica las reacciones ácido-base, de óxido-reducción, de disolución y precipitación, intercambio iónico, cambio de bases y solubilidad<br><br>Examina los diferentes constituyentes inorgánicos del agua<br><br>Analiza la interacciones aguaroca que dan origen a la calidad del agua subterránea | Clases expositivas con participación de los alumnos mediante actividades en aula.<br><br>Análisis de casos<br><br>Trabajo práctico individual (ejercicios de laboratorio y tareas de aplicación).<br><br>Discusión y análisis de artículos científicos guiados y moderadas por el catedrático.<br><br>Aprendizaje basado en problemas (ABP). | Solución de problemas en el grupo.<br><br>Tareas de problemas resueltos<br><br>Presentación y discusión de casos y lecturas asignadas.<br><br>Presentación de casos investigados.<br><br>Examen escrito. |

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Identifica nuevas formas de intervención en los sistemas hidrológicos desde una perspectiva responsable y profesional<br><br>Transfiere y adapta conocimiento, experiencia y tecnología nacional e internacional de calidad, al ámbito local con amplio sentido ético. | 4.5 Índice de cambio de bases<br>**5 Calidad del agua**<br>5.1 Concepto de calidad<br>5.2 Constituyentes inorgánicos del agua<br>5.3 Colección de muestras de agua<br>5.4 Análisis de muestras de agua<br><br>**6 Representación gráfica e interpretación de resultados hidrogeoquímicos**<br>6.1 Balance iónico y error en el analisis<br>6.2 Interpretaciones graficas<br>6.3 Uso y aplicación de programas de computo<br><br>**7 Trazadores e isotopos ambientals**<br>7.1 Principales isotopos<br>7.2 Decaimiento radiactivo y ley de radioactividad | Analiza la información disponible de calidad del agua<br><br>Clasifica las aguas en los diferentes familias con ayuda de técnicas gráfica<br><br>Interpreta las características hidrogeoquímicas del agua y su relación con el medio geológico circundante<br><br>Integra la información de calidad del agua para establecer un modelo conceptual de comportamiento hidrogeoquímico de un sistema hidrológico<br><br>Distingue los diferentes isótopos ambientales y valora su importancia para el conocimiento de los procesos geoquímicos e hidrogeoquímicos<br><br>Interpreta los procesos de decaimiento radiactivo<br><br>Explica los diferentes métodos de fechamiento de agua subterránea | | |

| **FUENTES DE INFORMACIÓN**<br>(Bibliografía, direcciones electrónicas) | **EVALUACIÓN DE LOS APRENDIZAJES**<br>(Criterios, ponderación e instrumentos) |
|---|---|
| Hem, J. D. 2022. Study and Interpretations of the Chemical Characteristics of Natural Waters. U. S. Geological Survey.<br>IAEA. International Atomic Energy Agency. 2023. Isotope methods for dating old groundwater. Vienna, Austria.<br>Jasechko, S. 2019. Global Isotope Hydrogeology - review. Reviews of Geophysics, 57, 835-965. https://doi.org/10.1029/2018RG000627.<br>Madhav, S., Singh, V., Kumar, M., Singh, S. 2022. Hydrogeochemistry of Aquatic Ecosystems. John Wiley & Sons Ltd.<br>Manahan, S. E. 2017. Environmental Chemistry. 10ª Ed. CRC Pres. Taylor and Francis Group. Boca Raton, London, New York.<br>Nelson Eby, Principles of environmental geochemistry, 2016, Waveland Press Inc<br>Stumm, Morgan, Aquatic Chemistry, 2013, Wiley<br>Jensen, A problem-solving approach to Aquatic Chemistry, 2023, Wiley<br>Ian Clark, Groundwater Geochemistry and Isotopes, 2011, CRC<br>Freeze, Cherry, The groundwater project, 2020, https://fc79.gw-project.org/espanol/ | Instrumentos:<br>• 3 exámenes parciales<br>• Exposición de temas por alumnos<br>• Redacción y exposición de proyecto final de estudio de caso<br><br>La **calificación del curso** se integra de la siguiente manera:<br>Exámenes parciales: 30%<br>Tareas: 20%.<br>Elaboración y presentación de proyecto final: 50% |

## Cronograma del avance programático

| Objetos de aprendizaje | Semanas | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 |
| **1. Propiedades del agua** | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **2. Efectos del agua sobre los minerales** | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **3. Evolución geoquímica del agua** | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **4. Tipos de reacciones en las aguas naturales** | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **5. Calidad del agua** | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **6. Representación gráfica e Intepretación de resultados hidrogeoquímicos** | | | | | | | | | | | | | | | | |
| **7. Trazadores e isótopos ambientales** | | | | | | | | | | | | | | | | |