



## **SÍLABO**

### **ASIGNATURA: MODELIZACIÓN AMBIENTAL CÓDIGO: 9E0046**

#### **I. DATOS GENERALES**

|                                       |   |                                                                                                         |
|---------------------------------------|---|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.1. Departamento académico           | : | Geografía y Medioambiente.                                                                              |
| 1.2. Programa de estudios de pregrado | : | Ingeniería Ambiental                                                                                    |
| 1.3. Carrera profesional              | : | Ingeniería Ambiental.                                                                                   |
| 1.4. Ciclo de Estudios                | : | Octavo                                                                                                  |
| 1.5. Créditos                         | : | 03                                                                                                      |
| 1.6. Duración                         | : | 17 Semanas                                                                                              |
| 1.7. Horas semanales                  | : | 5 horas                                                                                                 |
| 1.7.1. Horas de teoría                | : | 1 horas                                                                                                 |
| 1.7.2. Horas de práctica              | : | 4 horas                                                                                                 |
| 1.8. Plan de estudios                 | : | 2002                                                                                                    |
| 1.9. Inicio de clases                 | : | 26 de agosto de 2019                                                                                    |
| 1.10. Finalización de clases          | : | 27 de diciembre del 2019                                                                                |
| 1.11. Pre-requisito                   | : | 9E0041                                                                                                  |
| 1.12. Docente                         | : | Mg. Llactayo León, William Augusto (Responsable de la asignatura).<br>Mg. Loroña Calderón, Frank Edgar. |
| 1.13. Semestre académico              | : | 2019 - II                                                                                               |



#### **II. SUMILLA**

El curso de Modelización Ambiental comprende el desarrollo de ítems prácticos para el desarrollo de modelos de aplicación usando herramientas de análisis y diseño basado en sistemas de información geográfica y de teledetección espacial aplicando a temas de interés geográfico y ambiental, tales como el ordenamiento y zonificación, manejo de recursos naturales, áreas naturales protegidas, contaminación, riesgos ambientales, disposición de residuos, población, catastro, análisis de mercado, sistemas de redes, entre muchas otras aplicaciones. El alumno encontrará que el SIG y la teledetección son una tecnología necesaria en el ejercicio de su profesión, ampliando su capacidad de análisis integral y modelamiento de la realidad.

El desarrollo del curso se lleva a cabo con clases teórico-prácticas en el Laboratorio de SIG y Teledetección de la Facultad. Gran cantidad de documentos y bibliografía estarán a disposición del alumno a través de internet, que será la base para la evaluación teórica y entendimiento mismo de la tecnología. La evaluación práctica estará basada en la destreza, en el manejo de programas y en el desarrollo de aplicaciones.

### **III. COMPETENCIAS DE LA ASIGNATURA**

Generar competencias en el estudiante brindando las herramientas para que analicen, evalúe y supervise proyectos ambientales de Ingeniería relacionados con los modelos matemáticos, transporte de contaminantes y calidad de agua. Identificar, representar y evaluar la estructura de los modelos, el balance de materia, modelización de procesos en las bacterias heterótrofas, autótrofas y otros procesos como de las bacterias PAOs, GAOs y el modelo ASM2D.

De la misma manera los procesos de contaminación de los ambientes acuáticos, conocer y aplicar las técnicas de prevención y control de la contaminación o polución de los recursos hídricos.

Capacitar al futuro profesional, en la búsqueda, uso y manejo de herramientas computacionales basados en el buen manejo de información y la interacción permanente con centros y fuentes de información de carácter ambiental.

Finalmente discernir críticamente ideas sobre la calidad y contaminación del agua, conceptualizar los procesos naturales y artificiales de contaminación de las aguas. Proporcionar un entendimiento claro sobre el tratamiento de aguas. Selección, análisis y diseño de las operaciones y procesos necesarios para conseguir los objetivos del tratamiento relativos a la eliminación de contaminantes.

### **IV. CAPACIDADES**

#### **C1: Modelos matemáticos, la ecuación de Monod y modelación de las bacterias heterótrofas.**

Desarrollar temas introductorios a los modelos matemáticos tales como, los tipos, la importancia, estructura y componente de los modelos. Definiciones fundamentales como la ecuación de Monod y modelación de las bacterias heterótrofas.

#### **C2: Modelación de bacterias autótrofas y su aplicación en un reactor biológico secuencial (SBR) y metabolismo de las bacterias PAOs y GAOs.**

Investigar sobre modelación, metabolismo de las bacterias autótrofas y su aplicación en un reactor SBR. Modelización y metabolismo de las bacterias PAOs y GAOs; el proceso de eliminación de fósforo y nitrógeno respectivamente en un reactor SBR así como temas de hidrólisis y fraccionamiento.

#### **C3: Modelos de dispersión de contaminantes en el medio atmosférico y modelo de dispersión de contaminantes en aguas superficiales.**

Desarrollar temas sobre el modelo de dispersión de contaminantes en el medio atmosférico, ecuaciones generales del movimiento en la capa límite atmosférica; modelo de campo de viento, reconstrucción de la serie temporal del campo de velocidad. El modelo de dispersión de contaminantes en aguas superficiales, fundamento de los modelos de calidad de agua.

#### **C4: Modelos de calidad de agua y dispersión de contaminantes en aguas subterráneas y la ecuación de transporte.**

Tratar temas sobre modelos de calidad de agua para el oxígeno disuelto, concentración de saturación del oxígeno disuelto, degradación de la materia orgánica carbonosa en suspensión, nitrificación, demanda de oxígeno en sedimentos, fotosíntesis y respiración. Dispersión de contaminantes en aguas subterráneas y la ecuación de trasporte.

## V. PROGRAMACIÓN DE CONTENIDOS

| UNIDAD I                                                                              |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                         |                                                                                                       |       |
|---------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Modelos matemáticos, la ecuación de Monod y modelación de las bacterias heterótrofas. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                         |                                                                                                       |       |
| C1:                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                                         |                                                                                                       |       |
| SEM                                                                                   | CONTENIDOS CONCEPTUALES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | CONTENIDOS PROCEDIMENTALES                                                                                                                                                                                                                                                                         | CONTENIDOS ACTITUDINALES                                                                                                                | CRITERIOS DE EVALUACIÓN                                                                               | HORAS |
| N° 1<br>27 y<br>29/0<br>8/20<br>19                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Introducción a los tipos de modelos.</li> <li>- Revisión histórica de los modelos existentes, importancia de la modelación.</li> <li>- Condicionantes en el desarrollo de los modelos.</li> </ul>                                                                                                                                              | 1. Explicar temas introductorios a los tipos de modelos.<br><b>Actividad N°1</b><br>Evaluación de entrada sobre los modelos existentes, importancia de los modelos y las condiciones para su desarrollo.                                                                                           | 1. Valora la importancia de los modelos y el desarrollo de los mismos.                                                                  | 1. Participa aportando ideas respecto al tema tratado en clase.                                       | 05    |
| N° 2<br>03 y<br>05/0<br>9/20<br>19                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Estructura de los modelos.</li> <li>- Balance de materia.</li> <li>- Componentes, procesos, estequiometría y cinética.</li> <li>- Expresiones cinéticas, notación matricial, ecuaciones de continuidad.</li> <li>- Aplicación a un reactor: Estacionario, transitorio y reactor SBR.</li> </ul>                                                | 1. Revisar estructura de los modelos.<br>2. Explicar sobre balance de materia.<br>3. Revisar sobre los componentes, proceso, estequiometría, notación matricial.<br><b>Actividad N°2</b><br>Entrega de libros formato digital. Evaluación escrita del manejo de información de los temas tratados. | 2. Valora la adquisición de nuevos conocimientos con respecto al balance de materia, componentes, procesos y las expresiones cinéticas. | 2. Analiza y explica artículos científicos relacionados a los modelos matemáticos y sus aplicaciones. | 05    |
| N° 3<br>10 y<br>12/0<br>9/20<br>19                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cinética de crecimiento celular: Ecuación de Monod.</li> <li>- Crecimiento microbiano.</li> <li>- Modelamiento matemático.</li> <li>- Fases de crecimiento celular.</li> <li>- Duplicación celular: Modelo matemático.</li> <li>- Tiempo de duplicación celular: Modelo matemático.</li> <li>- Cinética de Monod para fermentación.</li> </ul> | 1. Desarrollar temas sobre la cinética de Monod.<br>2. Reconocer el crecimiento microbiano, fases de crecimiento.<br><b>Actividad N°3</b><br>Entrega de libros formato digital. Evaluación escrita del manejo de información de los temas tratados.                                                | 3. Relaciona la ecuación de Monod con el crecimiento microbiano, modelo matemático y su aplicación en su SBR.                           | 3. Asistencia a las clases y trabajo en equipo.                                                       | 05    |
| N° 4<br>17 y<br>19/0<br>9/20<br>19                                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Modelación de procesos de las bacterias heterótrofas.</li> <li>- Metabolismo de las bacterias.</li> <li>- Definición de los parámetros estequiométricos.</li> <li>- Generación del modelo.</li> </ul>                                                                                                                                          | 1. Conocer y entender la modelación de bacterias heterótrofas.<br>2. Identificar los componentes de un reactor SBR y su aplicación.                                                                                                                                                                | 4. Relaciona la modelización de bacterias heterótrofas, su metabolismo y reacción en un SBR.                                            | 5. Presentación de proyecto final del curso y uso de organizadores visuales para                      | 05    |

| UNIDAD I                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                     |                                                                                                                                   |                          |                         |       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------|-------|
| Modelos matemáticos, la ecuación de Monod y modelación de las bacterias heterótrofas.                                                                                                                                                                                                      |                                                                     |                                                                                                                                   |                          |                         |       |
| C1:                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                     |                                                                                                                                   |                          |                         |       |
| SEM                                                                                                                                                                                                                                                                                        | CONTENIDOS CONCEPTUALES                                             | CONTENIDOS PROCEDIMENTALES                                                                                                        | CONTENIDOS ACTITUDINALES | CRITERIOS DE EVALUACIÓN | HORAS |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                            | - Aplicación a un reactor: Estacionario, transitorio y reactor SBR. | <b>Actividad N°4</b><br>Entrega de libros formato digital.<br>Evaluación escrita del manejo de información de los temas tratados. |                          | exponer su trabajo.     |       |
| <b>TRABAJO ACADÉMICO CORRESPONDIENTE A LA UNIDAD N° I</b>                                                                                                                                                                                                                                  |                                                                     |                                                                                                                                   |                          |                         |       |
| - Fogler H. (2008). Elemento de Ingeniería de las reacciones químicas. Cuarta edición, Edit. Pearson Prentice Hall, Naucalpan de Juárez. México, 2008.<br>- Madigan, Martinko Parker. (1997). Biología de las microorganismos. Madrid. Prentice Hall.<br>(CÓDIGO: 576.13 M14/1997 0004488) |                                                                     |                                                                                                                                   |                          |                         |       |

| UNIDAD II                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                             |                                                                                                       |       |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Modelación de bacterias autótrofas y su aplicación en un reactor biológico secuencial (SBR) y metabolismo de las bacterias PAOs y GAOs. |                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                             |                                                                                                       |       |
| C2:                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                             |                                                                                                       |       |
| SEM                                                                                                                                     | CONTENIDOS CONCEPTUALES                                                                                                                                                                                                                                                                   | CONTENIDOS PROCEDIMENTALES                                                                                                                                                                                                                                                                           | CONTENIDOS ACTITUDINALES                                                                                                                    | CRITERIOS DE EVALUACIÓN                                                                               | HORAS |
| <b>N° 5</b><br><b>24 y 26/09/2019</b>                                                                                                   | - Modelación de procesos de las bacterias autótrofas.<br>- Metabolismo de las bacterias.<br>- Definición de parámetros estequiométricos.<br>- Generación del modelo.<br>- Aplicación a un reactor: Estacionario, transitorio y reactor SBR.<br>- Metabolismo de las bacterias autótrofas. | 1. Conocer los procesos y el metabolismo de las bacterias autótrofas.<br>2. Conocer los parámetros estequiométricos y la aplicación en un reactor SBR.<br><b>Actividad N°5</b><br>Entrega de libros en formato digital.<br>Evaluación escrita del manejo de información de los temas tratados.       | 1. Valora la importancia del metabolismo de las bacterias autótrofas, los parámetros estequiométricos y su aplicación en reactor SBR.       | 1. Participa aportando ideas respecto al tema tratado en clase.                                       | 05    |
| <b>N° 6</b><br><b>01 y 03/10/2019</b>                                                                                                   | - Modelización de proceso de las bacterias PAOs.<br>- Metabolismo de las bacterias.<br>- Definición de parámetros estequiométricos.<br>- Generación del modelo.<br>- Aplicación a un reactor: Estacionario, transitorio y reactor SBR.<br>- Eliminación de fósforo.                       | 1. Conocer la modelización de las bacterias PAOs.<br>2. Conocer los parámetros estequiométricos, la generación del modelo y la aplicación en un reactor SBR.<br><b>Actividad N°6</b><br>Entrega de libros en formato digital.<br>Evaluación escrita del manejo de información de los temas tratados. | 2. Conocer y aplicar la modelización de bacterias PAOs, su metabolismo, la función de degradación del fósforo y la reacción en reactor SBR. | 2. Analiza y explica artículos científicos relacionados a los modelos matemáticos y sus aplicaciones. | 05    |

|                                                                                                                                                                                                                                       |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p style="text-align: center;"><b>UNIDAD II</b></p> <p style="text-align: center;"><b>Modelación de bacterias autótrofas y su aplicación en un reactor biológico secuencial (SBR) y metabolismo de las bacterias PAOs y GAOs.</b></p> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

|  | CONTENIDOS | CONTENIDOS | CONTENIDOS | CRITERIOS DE |  |
|--|------------|------------|------------|--------------|--|
|--|------------|------------|------------|--------------|--|

EXAMEN PARCIAL : Evaluación correspondiente a la unidad I y II

- Seoanez, Mariano. (1999). Contaminación de suelos: estudios, tratamiento y gestión. /Madrid. Mundi Presnsa. (COD: 363. 739 SEO39 0001418)

- Silber, R. (1972). Hidráulica del régimen permanente en canales y ríos. Madrid. Agilar De Edición. (COD: 627.13 Sil. 55)

|                                                                                                                                |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| UNIDAD III                                                                                                                     |
| Modelos de dispersión de contaminantes en el medio atmosférico y modelo de dispersión de contaminantes en aguas superficiales. |

|  |            |            |            |              |  |
|--|------------|------------|------------|--------------|--|
|  | CONTENIDOS | CONTENIDOS | CONTENIDOS | CRITERIOS DE |  |
|--|------------|------------|------------|--------------|--|

| SEM                            | CONTENIDOS CONCEPTUALES                                                                                                                                                                             | CONTENIDOS PROCEDIMENTALES                                                                                                                                                                     | CONTENIDOS ACTITUDINALES                                                                               | CRITERIOS DE EVALUACIÓN                                         | HORAS |
|--------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|-------|
| Nº 9<br>22 y<br>24/10/<br>2019 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- El modelo de dispersión de contaminantes en el medio atmosférico.</li> <li>- Ecuaciones generales del movimiento en la capa límite atmosférica.</li> </ul> | 1. Investigar sobre el modelo de dispersión de contaminantes.<br><br>2. Impartir definiciones sobre ecuaciones generales del movimiento de la capa límite atmosférica.<br><b>Actividad N°9</b> | 1. Valora la importancia del modelo de dispersión de contaminantes en el medio atmosférico, ecuaciones | 1. Participa aportando ideas respecto al tema tratado en clase. | 05    |

| UNIDAD III                                                                                                                                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                       |       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Modelos de dispersión de contaminantes en el medio atmosférico y modelo de dispersión de contaminantes en aguas superficiales.            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                       |       |
| C3:                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                       |       |
| SEM                                                                                                                                       | CONTENIDOS CONCEPTUALES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | CONTENIDOS PROCEDIMENTALES                                                                                                                                                                                                                                                                                    | CONTENIDOS ACTITUDINALES                                                                                                                                                                                                                                     | CRITERIOS DE EVALUACIÓN                                                                               | HORAS |
|                                                                                                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Turbulencia atmosférica, ecuaciones de las velocidades medias turbulentas.</li> <li>- El problema del cierre.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                         | Entrega de libros en formato digital.<br>Evaluación escrita del manejo de información de los temas tratados.                                                                                                                                                                                                  | generales de movimiento en la capa límite atmosférica.                                                                                                                                                                                                       | 2. Analiza y explica artículos científicos relacionados a los modelos matemáticos y sus aplicaciones. |       |
| N° 10<br>29 y<br>31/10/<br>2019                                                                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Modelización de la dispersión atmosférica a escala regional.</li> <li>- Modelo de campo de vientos.</li> <li>- Modelo de interpolación basada en la ecuación de continuidad.</li> <li>- Reconstrucción de la serie temporal del campo de velocidad.</li> <li>- Programas de cálculo. Datos y resultados obtenidos.</li> </ul>                                    | 1. Conocer sobre la modelización de la dispersión atmosférica a escala regional.<br><br>2. Conocer sobre reconstrucción de la serie temporal del campo de velocidad.<br><b>Actividad N°10</b><br>Entrega de libros en formato digital.<br>Evaluación escrita del manejo de información de los temas tratados. | 2. Valora la modelización atmosférica a escala regional.<br><br>3. Conocer el modelo matemático de dispersión de contaminantes en aguas superficiales.<br>Procedencia de las aguas superficiales.<br>Principio de funcionamiento en régimen de lámina libre. | 3. Asistencia a las clases y trabajo en equipo.<br><br>4. Capacidad de síntesis e interpretación.     | 05    |
| N°11<br>05 y<br>07/11/<br>2019                                                                                                            | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Las aguas superficiales.</li> <li>- El modelo matemático de dispersión de contaminantes en aguas superficiales.</li> <li>- Procedencia de las aguas superficiales.</li> <li>- Principio de funcionamiento en régimen de lámina libre.</li> </ul>                                                                                                                 | 1. Conocer el modelo matemático de dispersión de contaminantes en aguas superficiales.<br><b>Actividad N°11</b><br>Entrega de libros en formato digital.<br>Evaluación escrita del manejo de información de los temas tratados.                                                                               | 4. Modelo de dispersión de contaminantes vertidos en cauces receptores.<br>Fundamento de los modelos de calidad de agua.                                                                                                                                     | 5. Presentación de proyecto final del curso y uso de organizadores visuales para exponer su trabajo.  | 05    |
| N° 12<br>12 y<br>14/11/<br>2019                                                                                                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Modelo de dispersión de contaminantes vertidos en cauces receptores.</li> <li>- Fundamento de los modelos de calidad de agua.</li> <li>- Consideraciones en torno a la solución de la ecuación general de la dispersión turbulenta.</li> <li>- Soluciones analíticas de la ecuación.</li> <li>- Valores de los coeficientes de dispersión turbulenta.</li> </ul> | 1. Conocer el modelo de dispersión de contaminantes vertidos en cauces receptores.<br>2. Conocer el fundamento de los modelos de calidad de aguas.<br><b>Actividad N°12</b><br>Entrega de libros en formato digital.<br>Evaluación escrita del manejo de información de los temas tratados.                   | Consideraciones en torno a la solución de la ecuación general de la dispersión turbulenta.                                                                                                                                                                   |                                                                                                       | 05    |
| <b>EXAMEN PARCIAL: Evaluación correspondiente a la unidad I y II</b>                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                       |       |
| - Metcalf y Eddy. (1998). Ingeniería de aguas residuales: redes de alcantarillado y bombeo. Madrid. McGraw Hill. (COD: 628.162 MET. 45-A) |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                       |       |

| UNIDAD III                                                                                                                       |                         |                            |                          |                         |       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|----------------------------|--------------------------|-------------------------|-------|
| Modelos de dispersión de contaminantes en el medio atmosférico y modelo de dispersión de contaminantes en aguas superficiales.   |                         |                            |                          |                         |       |
| C3:                                                                                                                              |                         |                            |                          |                         |       |
| SEM                                                                                                                              | CONTENIDOS CONCEPTUALES | CONTENIDOS PROCEDIMENTALES | CONTENIDOS ACTITUDINALES | CRITERIOS DE EVALUACIÓN | HORAS |
| - Orozco Barrenetxea, Carmen. (2003) Contaminación Ambiental: una visión desde la química. Madrid. Paraninfo. (COD: 333.714/076) |                         |                            |                          |                         |       |

| UNIDAD IV                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                              |       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Modelos de calidad de agua y dispersión de contaminantes en aguas subterráneas y la ecuación de transporte. |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                              |       |
| C4:                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                              |       |
| SEM                                                                                                         | CONTENIDOS CONCEPTUALES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | CONTENIDOS PROCEDIMENTALES                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | CONTENIDOS ACTITUDINALES                                                                                                                                                                                                                            | CRITERIOS DE EVALUACIÓN                                                                                                                                                      | HORAS |
| Nº 13<br>19 y<br>21/11/<br>2019                                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Modelos de calidad de aguas para el oxígeno disuelto.</li> <li>- Concentración de saturación del oxígeno disuelto.</li> <li>- Degradación de la materia orgánica carbonosa en suspensión.</li> <li>- Nitrificación, demanda de oxígeno en sedimentos, fotosíntesis y respiración.</li> <li>- Integración numérica de las ecuaciones que constituyen la formulación completa del modelo.</li> </ul> | 1. Conocer modelos de calidad de aguas para el oxígeno disuelto.<br>2. Conocer sobre nitrificación, demanda de oxígeno en sedimentos, fotosíntesis y respiración.<br><b>Actividad Nº13</b><br>Entrega de libros en formato digital.<br>Evaluación escrita del manejo de información de los temas tratados.                                                        | 1. Valorar la importancia de los modelos de calidad de aguas para el oxígeno disuelto.<br>Degradación de la materia orgánica carbonosa en suspensión.<br>Integración numérica de las ecuaciones que constituyen la formulación completa del modelo. | 1. Participa aportando ideas respecto al tema tratado en clase.<br><br>2. Analiza y explica artículos científicos relacionados a los modelos matemáticos y sus aplicaciones. | 05    |
| Nº 14<br>26 y<br>28/11/<br>2019                                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Evaluación del impacto originado por descargas procedentes de emisarios submarinos.</li> <li>- Dilución primaria, secundaria y terciaria. Consideraciones para el cálculo propuestas en la normativa vigente.</li> <li>- Elección del punto de vertido, diseño del difusor, comprobación de los objetivos de calidad.</li> </ul>                                                                   | 1. Conocer sobre la evaluación del impacto originado por descargas procedentes de emisarios submarinos.<br>2. Conocer sobre elección del punto de vertido, diseño del difusor, comprobación de los objetivos de calidad.<br><b>Actividad Nº14</b><br>Entrega de libros en formato digital.<br>Evaluación escrita del manejo de información de los temas tratados. | 2. Evaluación del impacto originado por descargas procedentes de emisarios submarinos.<br>Dilución primaria, secundaria y terciaria.<br>Consideraciones para el cálculo propuestas en la normativa vigente.                                         | 3. Asistencia a las clases y trabajo en equipo.<br><br>4. Capacidad de síntesis e interpretación.                                                                            | 05    |
| Nº 15<br>03 y<br>05/12/<br>2019                                                                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dispersión de contaminantes en aguas subterráneas.</li> <li>- Introducción, definición, modelos matemáticos.</li> </ul>                                                                                                                                                                                                                                                                            | 1. Conocer sobre la dispersión de contaminantes en aguas subterráneas.<br>2. Conocer el agua subterráneo en movimiento.<br>La ecuación de Darcy.                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                     | 5. Presentación de proyecto final del curso y uso de organizadores visuales para                                                                                             | 05    |

| UNIDAD IV                                                                                                                                                                                                                                                                              |                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                          |                         |       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|-------------------------|-------|
| Modelos de calidad de agua y dispersión de contaminantes en aguas subterráneas y la ecuación de transporte.                                                                                                                                                                            |                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                          |                         |       |
| C4:                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                          |                         |       |
| SEM                                                                                                                                                                                                                                                                                    | CONTENIDOS CONCEPTUALES                                                                           | CONTENIDOS PROCEDIMENTALES                                                                                                                                                                                                                                                      | CONTENIDOS ACTITUDINALES | CRITERIOS DE EVALUACIÓN | HORAS |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                        | - El agua subterráneo en movimiento. La ecuación de Darcy.<br>- Ecuación de conservación de masa. | <b>Actividad N°15</b><br>Entrega de libros en formato digital.<br>Evaluación escrita del manejo de información de los temas tratados.                                                                                                                                           |                          | exponer su trabajo.     |       |
| N° 16<br>10 y<br>12/12/<br>2019                                                                                                                                                                                                                                                        | -- Flujo en la zona no saturada.<br>- Contaminación de aguas subterráneas.                        | 1. Conocer sobre la ecuación de transporte.<br>2. Conocer y evaluar los procesos de transporte de contaminantes en aguas subterráneas.<br><b>Actividad N°16</b><br>Entrega de libros en formato digital.<br>Evaluación escrita del manejo de información de los temas tratados. |                          |                         | 05    |
| N° 17<br>17 y<br>19/12/<br>2019                                                                                                                                                                                                                                                        | - La ecuación de transporte.<br>- El problema de la intrusión salina.                             | 1. Conocer sobre la ecuación de transporte e intrusión marina.<br><b>Actividad N°17</b><br>Práctica final de modelos de dispersión.                                                                                                                                             |                          |                         | 05    |
| N° 18<br>24 y<br>26/12/<br>2019                                                                                                                                                                                                                                                        | - Modelamiento de aguas subterráneas MODFLOW.                                                     | 1. Conocer los principios del modelamiento de aguas subterráneas básicos.<br><b>Actividad N°18</b><br>Entrega de informe final del curso.                                                                                                                                       |                          |                         |       |
| <b>EXAMEN FINAL: Evaluación correspondiente a la unidad III y IV.</b>                                                                                                                                                                                                                  |                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                          |                         |       |
| - Rozano, Eduardo. (1995). Tratamiento biológico de las aguas residuales. España. Díaz De Santos. (COD: 570. 2 RON 82 0003411)<br>- Martínez Delgadillo, Sergio Delgadillo. (2005). Tratamiento de aguas residuales con MATLAB. Barcelona. Universidad Autónoma Metropolitana. 239 pp. |                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                          |                         |       |

## VI. METODOLOGÍA

- 6.1. Estrategias centradas en el aprendizaje
  - Exposiciones, debates, estudio de casos.

- Clases dirigidas de temas específicos, que los alumnos deberán desarrollar con asesoramiento del profesor y exponerlos en el aula.
- Trabajos encargados, dirigidos a la búsqueda de información bibliográfica de cada uno de los capítulos desarrollados en clase.
- Prácticas y uso MATLAB MATLAB como herramienta de software matemático que ofrece un entorno de desarrollo integrado con un lenguaje de programación propio para la modelización del crecimiento microbiano
- Trabajos de investigación que serán expuestas en clase como trabajo final.

- **6.2. Estrategias centradas en la enseñanza**

- Se realizará proyectos de investigación relacionados a la modelización, para presentación como artículo de investigación y anexar a una revista.

## VII. RECURSOS PARA EL APRENDIZAJE

### Equipos:

- ✓ Proyectos multimedia
- ✓ Laptop

### Materiales:

- ✓ Ayuda audiovisual, transparencias, videos y separatas.

## VIII. EVALUACIÓN

- De acuerdo con el COMPENDIO DE NORMAS ACADÉMICAS de esta Superior Casa de Estudios, en su artículo 13° señala lo siguiente: "Los exámenes y otras formas de evaluación se califican en escala vigesimal (de 1 a 20) en números enteros. La nota mínima aprobatoria es once (11). El medio punto (0.5) es a favor de estudiante".
- Del mismo modo, en el referido documento en su artículo 16°, señala: "Los exámenes escritos son calificados por los profesores responsables de la asignatura y entregados a los alumnos y las actas a la Dirección de Escuela Profesional, dentro de los plazos fijados".
- Asimismo, el artículo 36° menciona: "La asistencia de los alumnos a las clases es obligatoria, el control corresponde a los profesores de la asignatura. Si un alumno acumula el 30% de inasistencias injustificadas totales durante el dictado de una asignatura, queda inhabilitado para rendir el examen final y es desaprobado en la asignatura, sin derecho a rendir examen de aplazado, debiendo el profesor, informar oportunamente al Director de Escuela".
- La evaluación de los estudiantes se realizará de acuerdo con los siguientes criterios:

| N° | CÓDIGO | NOMBRE DE LA EVALUACIÓN | PORCENTAJE |
|----|--------|-------------------------|------------|
| 1  | EP     | EVALUACIÓN PARCIAL      | 30%        |
| 2  | EF     | EVALUACIÓN FINAL        | 30%        |
| 3  | TA     | TRABAJOS ACADEMICOS     | 40%        |

|       |      |
|-------|------|
| TOTAL | 100% |
|-------|------|

la nota final (NF) de la asignatura se determinará en base a la siguiente manera:

$$NF = \frac{EP * (30 \%) + EF * (30 \%) + TA(40 \%) }{100 \%}$$

**Criterios:**

- EP = De acuerdo a la naturaleza de la asignatura.
- EF = De acuerdo a la naturaleza de la asignatura.
- TA = Los trabajos académicos serán consignadas conforme al COMPENDIO DE NORMAS ACADÉMICAS de esta Superior Casa de Estudios, según el detalle siguiente:

- a) Prácticas calificadas.
- b) Informes de laboratorio.
- c) Informes de prácticas de campo.
- d) Seminarios calificados.
- e) Exposiciones.
- f) Trabajos monográficos.
- g) Investigaciones bibliográficas.
- h) Participación en trabajos de investigación dirigidos por profesores de la asignatura.
- i) Otros que se crea conveniente de acuerdo a la naturaleza de la asignatura.

**IX. FUENTES DE INFORMACIÓN**

1. Metcalf & Eddy. (1998). Ingeniería de aguas residuales: redes de alcantarillado y bombeo / Madrid, España: Mc Graw Hill. (CÓDIGO FIGAE: 628.162 MET.45-A)
2. Fogler H. (2008). Elemento de Ingeniería de las reacciones químicas. Cuarta edición, Edit. Pearson Prentice Hall, Naucalpan de Juarez. México, 2008.
3. Madigan, Martinko Parker. (1997). Biología de las microorganismos. Madrid. Prentice Hall. (CÓDIGO: 576.13 M14/1997 0004488)
4. Seoanez, Mariano. (1999). Contaminación de suelos: estudios, tratamiento y gestión. /Madrid. Mundi Presnsa. (363. 739 SEO39 0001418)
5. Silber, R. (1972). Hidráulica del régimen permanente en canales y ríos. Madrid. Agilar De Edición. (COD: 627.13 Sil. 55)
6. Orozco Barrenetxea, Carmen. (2003) Contaminación Ambiental: una visión desde la química. Madrid. Paraninfo. (COD: 333.714/076)
7. Rozano, Eduardo. (1995). Tratamiento biológico de las aguas residuales. España. Diaz De Santos. (COD: 570. 2 RON 82 0003411)
8. Martínez Delgadillo, Sergio Delgadillo. (2005). Tratamiento de aguas residuales con MATLAB. Barcelona. Universidad Autónoma Metropolitana. 239 pp.

Lima, <sup>16</sup> de abril de 2019



**Dr. Pedro Manuel Amaya Pingo**  
Director Departamento Académico  
Geografía y Medioambiente  
Código Docente 80327  
Correo: [pamaya@unfv.edu.pe](mailto:pamaya@unfv.edu.pe)

**Mg. William Augusto Llactayo León**  
Responsable de la asignatura  
Código Docente: 99174  
Correo: [wllactayo@unfv.edu.pe](mailto:wllactayo@unfv.edu.pe)

**Mg. Frank Edgar Loroña Calderón**  
Profesor del Curso  
Código Docente: 25897  
Correo: [florona@unfv.edu.pe](mailto:florona@unfv.edu.pe)



**Fecha de Recepción del sílabo**