



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
ESCUELA DE POSGRADO
PROGRAMA DE DOCTORADO EN RECURSOS HÍDRICOS



SÍLABO

DIRECTIVA N° 003-2017-OCA-UNALM
Resolución N° 0512-2017-R-UNALM

I. INFORMACIÓN GENERAL

CURSO	:	Métodos Numéricos en Recursos Hídricos
CÓDIGO	:	IA8008
CRÉDITOS	:	3
SEMESTRE	:	2019-II
TEORÍA/PRÁCTICA	:	3 horas/semana
DURACIÓN	:	16 semanas
REQUISITOS	:	Aprobación del Comité Académico
PROFESOR	:	Dr. Abel Mejía Marcacuzco (abel@lamolina.edu.pe)

II. SUMILLA

La asignatura de Métodos Numéricos en Recursos Hídricos se inicia con la parte introductoria referida a su importancia, los fundamentos matemáticos y una visión de los diferentes lenguajes de programación y software para métodos numéricos en ingeniería; fundamentos y la programación en MATLAB como herramienta para la solución de problemas aplicando métodos numéricos y su visualización gráfica. Seguidamente se continúa el álgebra lineal numérica que ilustra la solución de sistemas de ecuaciones algebraicas lineales a través de diferentes métodos; luego se desarrollan el ajuste de curvas, la interpolación y la solución de ecuaciones no lineales por diferentes métodos. En la parte de cálculo numérico se tratan la diferenciación, integración y la resolución de ecuaciones diferenciales ordinarias y parciales, mediante el método de las características, diferencias finitas y volúmenes finitos. La segunda parte del curso contempla las aplicaciones de los métodos numéricos a la solución de problemas de ingeniería de recursos hídricos, como: redes de tuberías, el golpe de ariete, flujo uniforme, flujo gradualmente variado, tránsito hidráulico de ondas de avenidas, entre otros.

III. COMPETENCIAS, HABILIDADES O CAPACIDADES A LOGRAR

Al finalizar el curso los estudiantes habrán adquirido las siguientes competencias:

- Desarrolla habilidades para resolver problemas de ingeniería de recursos hídricos, mejora su eficiencia en el uso de las computadoras y refuerza su comprensión de las matemáticas.
- Aplica conocimientos de las ciencias básicas y las ciencias de la ingeniería, modela y simula procesos y sistemas de ingeniería de recursos hídricos.
- Identifica, utiliza y reformula las nociones y conceptos que permiten generar y caracterizar los métodos numéricos.
- Utiliza los métodos numéricos para la manejar y resolver sistemas de ecuaciones grandes, no linealidades y geometrías complicadas, comunes en la práctica de la ingeniería de recursos hídricos e imposibles de resolver analíticamente.



IV. PROGRAMACIÓN DE CONTENIDOS

SEMANA 1	UNIDAD 1: INTRODUCCIÓN
Logro de la unidad	<ul style="list-style-type: none">Comprende la importancia del análisis numérico en la práctica de la ingeniería
Competencia Conceptual	<ul style="list-style-type: none">Reconoce la importancia del análisis numérico en la práctica de la ingenieríaConoce los fundamentos matemáticos y lenguajes de Programación y Software para cálculo numérico
Competencia Procedimental	<ul style="list-style-type: none">Describe la importancia de las matemáticas y de los métodos numéricos en la solución de problemas de ingenieríaAplica conocimientos en la solución de problemas matemáticos
Competencia Actitudinal	<ul style="list-style-type: none">Valora el análisis numérico como una herramienta eficiente en la solución de problemas de ingeniería.
Bibliografía	<ul style="list-style-type: none">Métodos Numéricos en Recursos Hídricos, Aplicaciones con MATLAB; J. Abel Mejía M. Fondo Editorial UNALM, Lima, 2014.Métodos Numéricos para Ingenieros; Chapra – Canale; McGrawHill, 2015

SEMANA 2	UNIDAD 2: FUNDAMENTOS DEL MATLAB
Logro de la unidad	<ul style="list-style-type: none">Conoce y adquiere habilidades de trabajo en entorno del MATLAB
Competencia Conceptual	<ul style="list-style-type: none">Adquiere conocimientos de manejo de variables, números, operadores, funciones, límites y continuidad, derivadas e integrales, ecuaciones diferenciales; en MATLAB.Reconoce el software MATLAB como herramienta para realizar gráficos 2D: barras, sectores, histogramas, racimo y flechas, funciones explícitas, paramétricas y polares; títulos, etiquetas y texto en gráficos; gráficos 3D: líneas, formas geométricas especiales, superficies explícitas, paramétricas y líneas de contorno, etc.
Competencia Procedimental	<ul style="list-style-type: none">Aplica conocimientos para resolver problemas matemáticos en MATLABAplica conocimientos para desarrollar gráficos 2D y 3D en MATLAB
Competencia Actitudinal	<ul style="list-style-type: none">Valora el MATLAB como un software especializado en la aplicación de métodos numéricos
Bibliografía	<ul style="list-style-type: none">Métodos Numéricos en Recursos Hídricos, Aplicaciones con MATLAB; J. Abel Mejía M. Fondo Editorial UNALM, Lima, 2014.Análisis Numérico; Burden – Douglas; CENGAGE Learning, 201

SEMANA 3	UNIDAD 3: PROGRAMACIÓN EN MATLAB
Logro de la unidad	<ul style="list-style-type: none">Conoce y adquiere habilidades para elaborar programas de cómputo en MATLAB
Competencia Conceptual	<ul style="list-style-type: none">Adquiere conocimiento sobre el lenguaje de programación en MATLAB, uso de instrucciones: for, while, if-end, if-else-end, elseif y otros; manejo de archivos, intercambio de datos entre MATLAB y Excel y desarrollo de funciones.Conoce una interfaz gráfica en MATLAB (GUI), identificando sus propiedades de los controles.
Competencia Procedimental	<ul style="list-style-type: none">Elabora programas de cómputo usando las instrucciones: for, while, if-end, if-else-end, elseifCrea aplicaciones a través de una interfaz gráfica en MATLAB
Competencia Actitudinal	<ul style="list-style-type: none">Valora la programación en la elaboración de software para la solución de problemas de ingeniería y su presentación en una interfaz gráfica (GUI)
Bibliografía	<ul style="list-style-type: none">Métodos Numéricos en Recursos Hídricos, Aplicaciones con MATLAB; J. Abel Mejía M. Fondo Editorial UNALM, Lima, 2014.Métodos Numéricos y Computación; Cheney – Kincaid; CENGAGE Learning, 2011



SEMANA 4	UNIDAD 4: APROXIMACIONES Y ERRORES EN MÉTODOS NUMÉRICOS
Logro de la unidad	▪ Reconoce la existencia de errores en la aplicación de métodos numéricos en ingeniería
Competencia Conceptual	▪ Adquiere conocimientos sobre: cifras significativas, exactitud y precisión, definiciones de error, errores de redondeo, errores de truncamiento y la serie de Taylor
Competencia Procedimental	▪ Identifica y calcula los errores en la aplicación de métodos numéricos en la solución de problemas
Competencia Actitudinal	▪ Valora la teoría de errores como parte inherente a la aplicación de métodos numéricos
Bibliografía	▪ Métodos Numéricos en Recursos Hídricos, Aplicaciones con MATLAB; J. Abel Mejía M. Fondo Editorial UNALM, Lima, 2014. ▪ Métodos Numéricos Aplicados a la Ingeniería; Nieves – Dominguez, Grupo Edit. Patria, 2011

SEMANA 5	UNIDAD 5: ÁLGEBRA LINEAL NUMÉRICA
Logro de la unidad	▪ Adquiere habilidades en la formulación y solución de sistemas de ecuaciones
Competencia Conceptual	▪ Adquiere conocimiento sobre: vectores y matrices, operaciones con vectores y matrices, determinante de una matriz, sistema lineal de ecuaciones, eliminación de Gauss, eliminación de Gauss-Jordan e inversión de matrices.
Competencia Procedimental	▪ Plantea y resuelve operaciones de vectores y matrices y sistemas de ecuaciones algebraicas
Competencia Actitudinal	▪ Valora el análisis numérico en la solución de sistemas de ecuaciones algebraicas
Bibliografía	▪ Métodos Numéricos en Recursos Hídricos, Aplicaciones con MATLAB; J. Abel Mejía M. Fondo Editorial UNALM, Lima, 2014. ▪ Métodos Numéricos para Ingenieros; Chapra – Canale; McGrawHill, 2015

SEMANA 6	UNIDAD 6: SOLUCIÓN DE ECUACIONES NO LINEALES
Logro de la unidad	▪ Conoce y adquiere habilidades en la solución numérica de ecuaciones no lineales, comunes en la práctica de la ingeniería
Competencia Conceptual	▪ Adquiere conocimiento sobre los diferentes métodos de solución de ecuaciones no lineales, como: método de la bisección, método de la falsa posición, método de Newton, método de la secante, algoritmos de solución de ecuaciones no lineales, resolución de sistemas de ecuaciones no lineales
Competencia Procedimental	▪ Resuelve ecuaciones no lineales aplicadas a la solución de problemas de ingeniería de recursos hídricos: pérdida de carga en tuberías, flujo crítico y flujo uniforme en canales
Competencia Actitudinal	▪ Valora el análisis numérico en la solución de ecuaciones no lineales de una variable
Bibliografía	▪ Métodos Numéricos en Recursos Hídricos, Aplicaciones con MATLAB; J. Abel Mejía M. Fondo Editorial UNALM, Lima, 2014. ▪ Métodos Numéricos Aplicados a la Ingeniería; Nieves – Dominguez, Grupo Edit. Patria, 2011

SEMANA 7	UNIDAD 7: INTERPOLACIÓN NUMÉRICA
Logro de la unidad	▪ El estudiante adquiere habilidades en el ajuste de datos a un polinomio de grado n
Competencia Conceptual	▪ Adquiere conocimientos sobre: interpolación lineal, interpolación polinómica como serie de potencia, fórmula de interpolación de Lagrange, interpolaciones de Newton, interpolación polinómica con Software.
Competencia Procedimental	▪ Aplica conceptos de interpolación numérica a problemas de ingeniería de recursos hídricos
Competencia Actitudinal	▪ Valora las técnicas de interpolación en la solución de problemas de ingeniería
Bibliografía	▪ Métodos Numéricos en Recursos Hídricos, Aplicaciones con MATLAB; J. Abel Mejía M. Fondo Editorial UNALM, Lima, 2014. ▪ Métodos Numéricos y Computación; Cheney – Kincaid; CENGAGE Learning, 2011

SEMANA 8	EXAMEN PARCIAL
-----------------	-----------------------



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
ESCUELA DE POSGRADO
PROGRAMA DE DOCTORADO EN RECURSOS HÍDRICOS



SEMANA 9	UNIDAD 9: INTEGRACIÓN Y DIFERENCIACIÓN NUMÉRICA
Logro de la unidad	<ul style="list-style-type: none">El estudiante adquiere habilidades de integración y diferenciación numérica de funciones matemáticas usadas en la práctica de la ingeniería
Competencia Conceptual	<ul style="list-style-type: none">Adquiere conocimientos sobre: integración mediante la regla del trapecio, regla de Simpson, fórmulas de Newton-Cotes, comandos de MATLAB para integraciónAdquiere conocimientos sobre: aproximación de primeras derivadas, aproximación de segundas derivadas, aproximación de derivadas parciales
Competencia Procedimental	<ul style="list-style-type: none">Resuelve problemas de integración y diferenciación numérica aplicados a la ingeniería de recursos hídricos
Competencia Actitudinal	<ul style="list-style-type: none">Valora la integración y la diferenciación numérica de funciones matemáticas usadas en la práctica de la ingeniería
Bibliografía	<ul style="list-style-type: none">Métodos Numéricos en Recursos Hídricos, Aplicaciones con MATLAB; J. Abel Mejía M. Fondo Editorial UNALM, Lima, 2014.Métodos Numéricos Aplicados a la Ingeniería; Nieves – Dominguez, Grupo Edit. Patria, 2011

SEMANA 10 y 11	UNIDAD 10: ECUACIONES DIFERENCIALES ORDINARIAS
Logro de la unidad	<ul style="list-style-type: none">El estudiante adquiere habilidades en la formulación y solución de ecuaciones diferenciales ordinarias
Competencia Conceptual	<ul style="list-style-type: none">Conoce las ecuaciones diferenciales ordinarias con problemas de valor inicial: método de Euler, método de Runge-KuttaConoce las ecuaciones diferenciales ordinarias con problemas de valor en la frontera: método de diferencias finitas, método de las características
Competencia Procedimental	<ul style="list-style-type: none">Resuelve problemas aplicados a la ingeniería de recursos hídricos: flujo gradualmente variado en canales
Competencia Actitudinal	<ul style="list-style-type: none">Valora la solución numérica de ecuaciones diferenciales ordinarias usadas en la práctica de la ingeniería
Bibliografía	<ul style="list-style-type: none">Métodos Numéricos en Recursos Hídricos, Aplicaciones con MATLAB; J. Abel Mejía M. Fondo Editorial UNALM, Lima, 2014.Métodos Numéricos para Ingenieros; Chapra – Canale; McGrawHill, 2015

SEMANA 12, 13 y 14	UNIDAD 11: ECUACIONES DIFERENCIALES PARCIALES
Logro de la unidad	<ul style="list-style-type: none">El estudiante adquiere habilidades en la formulación y solución de ecuaciones diferenciales en derivadas parciales
Competencia Conceptual	<ul style="list-style-type: none">Conoce las ecuaciones diferenciales parciales: elípticas, parabólicas e hiperbólicas.Conoce los métodos de solución numérica: diferencias finitas, método de las características y volúmenes finitos.
Competencia Procedimental	<ul style="list-style-type: none">Resuelve problemas aplicados a la ingeniería de recursos hídricos: flujo transitorio en tuberías (golpe de ariete), chimenea de equilibrio, ecuación de Laplace, ecuación de Poisson, conducción de calor, flujo entre dos placas paralelas, onda cinemática en canales, onda dinámica en canales.
Competencia Actitudinal	<ul style="list-style-type: none">Valora la solución numérica de ecuaciones diferenciales ordinarias usadas en la práctica de la ingeniería
Bibliografía	<ul style="list-style-type: none">Métodos Numéricos en Recursos Hídricos, Aplicaciones con MATLAB; J. Abel Mejía M. Fondo Editorial UNALM, Lima, 2014.Métodos Numéricos para Ingenieros; Chapra – Canale; McGrawHill, 2015Métodos Numéricos Aplicados a la Ingeniería; Nieves – Dominguez, Grupo Edit. Patria, 2011

SEMANA 15	EXPOSICIÓN DE TRABAJO FINAL
SEMANA 16	EXAMEN FINAL



V. IDENTIFICACIÓN DE COMPETENCIAS RELACIONADA A LA INVESTIGACIÓN

Actividad	Competencias
Revisión de artículos científicos relacionados al desarrollo de métodos y algoritmos de solución numérica, aplicados a la ingeniería de recursos hídricos.	<ul style="list-style-type: none">Identifica y adquiere metodologías y técnicas numéricas de solución de problemas de ingeniería de recursos hídricos.
Desarrollo de software para la solución de problemas de ingeniería de recursos hídricos.	<ul style="list-style-type: none">Elabora algoritmos de solución numérica de problemas de solución de problemas de ingeniería de recursos hídricos.Aplica y difunde el software, en la solución de problemas en ingeniería de recursos hídricos.

Fuente: Oficina de Calidad y Acreditación - OCA

VI. ASPECTOS DE RESPONSABILIDAD SOCIAL EN EL DESARROLLO DEL CURSO

Ámbito	Descripción
Académico	Enfoque de cálculo numérico orientado al diseño de obras de infraestructura hidráulica, con fines de protección contra eventos extremos.
Investigación	Fomento de desarrollo de software, para contribuir a la prevención de desastres naturales.
Extensión	Difusión de los trabajos desarrollados en eventos académicos u otros.

Fuente: Oficina de Calidad y Acreditación - OCA

VII. METODOLOGÍA DE APRENDIZAJE

ACTIVIDADES TEÓRICAS

Las clases teóricas se desarrollarán mediante clases magistrales, y dinámica grupal propiciando debates, exposición de conocimientos en el aula, y discusión autorregulada. Los estudiantes se considerarán como principales protagonistas, los cuales estarán en obligación de leer y revisar el tema correspondiente a cada clase con anterioridad, de acuerdo a la programación silábica. En la selección de otras técnicas a emplear se tendrá en cuenta las competencias que se pretenden alcanzar.

El profesor se constituirá como facilitador del aprendizaje, y como orientador y moderador de los debates presentados. Los aspectos no tratados durante el tiempo que dure el diálogo, serán revisados por los estudiantes, independiente de las consultas que en forma particular puedan formular al profesor fuera de las horas de clase.

ACTIVIDADES PRÁCTICAS

Las prácticas se desarrollarán en aula y en laboratorio de cómputo. Previo a las prácticas calificadas el profesor desarrollará seminarios sobre cada tema desarrollado en la teoría.



VIII. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Se aplicará el sistema de normas establecidas en el Reglamento de Evaluación Académica de la Universidad. Para aprobar se requiere el 70% de asistencia a clases. La nota mínima aprobatoria es de 14, considerando el medio punto a favor del alumno.

Competencias	Metodología	Ponderación	Criterios de evaluación
Conceptuales	Examen parcial y examen final	40%	Evaluación teórica - práctica
Procedimentales	Prácticas calificadas y trabajos encargados	40%	Exposición oral y escrita
Actitudinales	Valoración de actitud y participación	20%	Puntualidad, responsabilidad, actitud y participación
Total		100%	

IX. INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

- El estudiante de la Asignatura de Métodos Numéricos en Ingeniería de Recursos Hídricos deberá respetar el Claustro Universitario, observando un comportamiento digno acorde con la institución universitaria, bajo lineamientos de respeto, solidaridad, libertad y dignidad.
- El estudiante deberá respetar el horario de clases tanto para clases teóricas como prácticas, para lo cual se han establecido los siguientes parámetros de asistencia: Tolerancia de 15 minutos como máximo para su ingreso al aula. Pasados los 15 minutos el ingreso a clases será con permiso del docente.
- La acumulación de 30% de inasistencias totales en cada clase imposibilita al estudiante de ser evaluado en el Examen Final, correspondiéndole un calificativo de CERO.
- El profesor del curso firmará una bitácora de asistencia a clases y consignará el tema desarrollado.

X. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS COMPLEMENTARIAS

1. BURDEN RICHARD L.; FAIRES J. DOUGLAS. **Análisis Numérico**. Cengage Learning S.A., México, Novena Edición 2011; 871 p.
2. CARRASCO VENEGAS LUIS. **Métodos Numéricos Aplicados a la Ingeniería**. Empresa Editora MACRO, Lima – Perú, Cuarta Edición, 2011; 587 p.
3. CHAPRA, S. C.; CANALE, R. P. **Numerical Methods for Engineers**. USA, Mc Graw-Hill Publishing Company, Sixth Edition, 2009; 976 p..



UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
ESCUELA DE POSGRADO
PROGRAMA DE DOCTORADO EN RECURSOS HÍDRICOS



4. CHENEY, W.; KINCAID, D. **Métodos Numéricos y Computación**. Cengage Learning S.A., México, Sexta Edición, 2011; 763 p.
5. LOPEZ, B. L. **MATLAB con aplicaciones a la Ingeniería, Física y Finanzas**. Alfaomega Grupo Editor, México, 2006; 445 p.
6. MATHEWS, J. H.; FINK, K.D. **Métodos Numéricos con MATLAB**, Prentice Hall, España, 2000; 721 p.
7. MEJÍA, M. J. A. **Métodos Numéricos en Recursos Hídricos**. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, 2014; 495p.
8. NIEVES H. A. y DOMINGUEZ S. F. **Métodos Numéricos Aplicados a la Ingeniería**. Grupo Editorial Patria, México, Cuarta Edición, 2012; 708 p.
9. SAUER TIMOTHY. **Análisis Numérico**, Pearson, Segunda Edición, Mexico, 2013; 646 p.
10. SHOICHIRO NAKAMURA, **Análisis Numérico y Visualización Gráfica con MATLAB**. A Simon & Schuster Company, Prentice Hall, Mexico 1997; 476 p.

La Molina, Setiembre 2019