

Modelación hidráulica de flujo a superficie libre con HEC-RAS

Presentación del Curso

<https://github.com/juanrodace/J.HRAS>

Presentación del curso	2
Dirigido a	2
Objetivos	2
Resultados de aprendizaje	2
Metodología	3
Requisitos académicos	3
Requisitos técnicos	3
Contenido resumido y duración	4
Contenido ampliado	5
1. Introducción y fundamentos generales	5
1.1. Conceptos básicos de flujo a superficie libre	5
1.2. Estudios hidráulicos y modelación	5
1.5. ¿Qué es HEC-RAS y para qué sirve?	5
2. Modelación hidráulica básica	6
2.1. Cargue y validación geométrica básica	6
2.2. Definición de condiciones hidráulicas	6
2.3. Simulación en régimen permanente 1D	6
2.4. Simulación en régimen no permanente 1D	6
2.5. Cargue de información topográfica	6
2.6. Visualización de resultados	6
2.7. Errores y avisos comunes	6
3. Modelación con opciones avanzadas	6
3.1. Definición de coeficiente Manning a partir de coberturas	6
3.2. Tramos con confluencias	6
3.3. Incorporación de estructuras hidráulicas	6
3.4. Uso de diques en la modelación	6
3.5. Cálculo de la socavación general y local	6
4. Modelación de flujo bidimensional	6
4.1. Herramienta RAS Mapper	6
4.2. Procesamiento del MDT	6
4.3. Cargue de la geometría y definición de la malla	6
4.4. Condiciones hidráulicas iniciales y de frontera	6
4.5. Simulaciones de flujo bidimensional	6
4.6. Visualización y generación de mapas de inundación	6
4.7. Obras hidráulicas en modelaciones bidimensionales	6
Convenciones en este documento	¡Error! Marcador no definido.
Referencias	7

Presentación del curso

La modelación hidráulica pretende reproducir determinados fenómenos o procesos relacionados con el flujo o transporte del agua. Sus resultados se emplean en el ámbito de la ingeniería para tratar diferentes aspectos, como los relacionados con la transporte y distribución del agua, la intervención de cauces, el desarrollo de estructuras o vías, la hidráulica fluvial, entre otros. Los sistemas computacionales son hoy en día una poderosa herramienta en la modelación numérica, permitiendo reducir el tiempo y mejorar la calidad de los estudios hidráulicos en la ingeniería. [[pausa]] HEC-RAS es quizás una de las herramientas más aprobadas y utilizadas desde el punto de vista práctico, ya que además de contar con modelos 1D y 2D, tiene la ventaja de ser un software de libre acceso, volviéndolo muy accesible por los diferentes usuarios a través de todo el mundo.

En este curso, la Universidad Escuela Colombiana de Ingeniería ofrece la formación necesaria para realizar estos modelos de canales artificiales y/o cauces naturales empleando el programa de HEC-RAS desarrollado por el Centro de Ingeniería Hidrológica (HEC) del US Army Corps of Engineers (USACE). Este software permite realizar modelos de flujo a superficie libre en condición permanente y no permanente, unidimensional y bidimensional, inclusión de obras hidráulicas, gestión del riesgo, determinación de áreas de inundación, modelos con transporte de sedimentos y socavación y modelado de calidad.

Dirigido a

Entidades públicas, empresas prestadoras de servicios, autoridades ambientales, privados, profesionales y/o estudiantes en Ingeniería Civil, Ingeniería Sanitaria y Ambiental, personal que labore áreas de consultoría en la Gestión del Riesgo, en el sector de agua y obras hidráulicas y el modelamiento de inundaciones como herramienta de planificación para el ordenamiento del territorio.

Objetivos

En este curso aprenderá conocimientos mínimos acerca de la modelación hidráulica y aquellos necesarios para el manejo del software de simulación hidráulica HEC-RAS tanto unidimensional como bidimensional en condición de flujo permanente y no permanente, de forma que sea capaz de aplicarlo en la resolución de casos prácticos relacionados con la ingeniería fluvial y de canales abiertos a nivel local, regional y global.

- Entender los conceptos básicos de una modelación hidráulica.
- Comprender las características generales de funcionamiento del software HEC-RAS.
- Aprender las principales funciones de integración de las características geométricas, topográficas, físicas e hidráulicas de un modelo.
- Utilizar la herramienta HEC-RAS para el desarrollo de modelos hidráulicos unidimensionales y bidimensional en condición de flujo permanente y no permanente.
- Aplicar la herramienta de modelación HEC-RAS en solución de casos prácticos de ingeniería.

Resultados de aprendizaje


- Conocer y comprende los conceptos fundamentales del transporte de fluidos en sistemas a superficie libre.
- Conoce y comprende las características de un estudio hidráulico, la modelación de sistemas hidráulicos y sus condiciones de frontera.
- Valida y carga la información geométrica y/o topográfica para la modelación de un sistema hidráulico a superficie libre en el software HEC-RAS.

Introducción y fundamentos generales^{v.20220701}

- Comprende y define las condiciones hidráulicas de un modelo unidimensional y bidimensional en flujo permanente y no permanente en la herramienta HEC-RAS.
- Usa e incorpora características avanzadas en la modelación hidráulica HEC-RAS como estructuras de paso, diques, cobertura de suelo, confluencias, y estimación de la socavación.
- Analiza y resuelve problemas prácticos en HEC-RAS de sistemas de transporte a superficie libre, con sus diferentes controles y características de flujo, así como posibles estructuras y alteraciones geométricas.

Metodología

El curso virtual tendrá un enfoque teórico-práctico. La parte teórica comprende videos y presentaciones de forma tal que se abarcan con rigor y reflexión los conceptos básicos y fundamentales sobre HEC-RAS; y como parte del componente práctico, se desarrollarán ejemplos de modelación y ejecuciones del modelo.

- Se revisan los procesos de métodos básicos de creación de modelos hidráulicos, incluyendo en cada tema ejercicios resueltos paso a paso. Tanto los fundamentos como las prácticas con HEC-RAS están explicados en documentos de texto, presentaciones, y videotutoriales, planificados con una complejidad progresiva.
- El material multimedia está disponible en un repositorio GitHub con videos asociados a la plataforma YouTube, al que cada alumno puede acceder libremente.
- El aprendizaje es remoto, y por lo tanto resulta compatible con su actividad diaria: el alumno hace el curso a su ritmo, siguiendo su mejor horario.
- Es posible contar con acompañamiento y certificación del curso, para esto consulta la página de la Escuela www.escuelaing.edu.co. Para esto se incluyen actividades con HEC-RAS para evaluar el aprovechamiento y aprendizaje del curso.
- Las consultas pueden formularse por medio del espacio de  [Ayuda](#) del repositorio en GitHub o mensaje en plataforma de Microsoft Teams en el caso de acompañamiento y certificación.

Requisitos académicos

- Ser estudiante o profesional en ingeniería civil, ambiental, sanitario o carreras afines.
- Nociones básicas en propiedades de los fluidos y su transporte.
- Nociones básicas en sistemas de información geográfica (SIG).

Requisitos técnicos

- Computador con Microsoft® Windows 98/NT/2000/XP/Vista/7/8/8.1/10, audio y video.
- Contar con conexión a internet.
- Software de modelación hidráulica HEC-RAS v.6.2.
- Software QGIS v.3.10.1 o similar.

Introducción y fundamentos generales^{v.20220701}

Contenido resumido y duración

Actividad	Duración en video	Fecha Script	Fecha Videos
Bienvenida, introducción general y objetivos	4 min	15.07.2022	20.08.2022 (R)
1. Introducción y fundamentos generales			
1.1. Conceptos básicos de flujo a superficie libre	20 min	29.07.2022	27.08.2022
1.2. Estudio hidráulico	7 min	16.08.2022	03.09.2022
1.3. Modelación hidráulica	10 min	23.08.2022	
1.4. Estructuras hidráulicas	20 min	30.08.2022	
1.5. ¿Qué es HEC-RAS y para qué sirve?	10 min	30.08.2022	
2. Modelación hidráulica básica			
2.1. Cargue y validación geométrica básica	20 min	6.08.2022	
2.2. Definición de condiciones hidráulicas	15 min	13.09.2022	
2.3. Simulación en régimen permanente 1D	10 min	20.09.2022	
2.4. Simulación en régimen no permanente 1D	10 min	27.09.2022	
2.5. Cargue de información topográfica	15 min	4.10.2022	
2.6. Visualización de resultados	10 min	11.10.2022	
2.7. Errores y avisos comunes	10 min	11.10.2022	
3. Modelación con opciones avanzadas	3 horas		
3.1. Definición de coeficiente Manning a partir de coberturas	30 min		
3.2. Tramos con confluencias	30 min		
3.3. Incorporación de estructuras hidráulicas	60 min		
3.4. Uso de diques en la modelación	30 min		
3.5. Cálculo de la socavación general y local	30 min		
4. Modelación de flujo bidimensional	3 horas		
4.1. Herramienta RAS Mapper	20 min		
4.2. Procesamiento del MDT	20 min		
4.3. Cargue de la geometría y definición de la malla	40 min		
4.4. Condiciones hidráulicas iniciales y de frontera	20 min		
4.5. Simulaciones de flujo bidimensional	30 min		
4.6. Visualización y generación de mapas de inundación	20 min		
4.7. Obras hidráulicas en modelaciones bidimensionales	30 min		

Contenido ampliado

1. Introducción y fundamentos generales

1.1. Conceptos básicos de flujo a superficie libre

En esta clase se presentan los conceptos generales requeridos para entender el flujo a superficie libre, en diferentes condiciones, considerando sus características geométricas, cinéticas y dinámicas.

- Flujo a superficie libre.
- Distribución de velocidades.
- Elementos geométricos de la sección de un canal.
- Clasificación del flujo.
- Conservación de la energía en flujo permanente.
- Conservación del momentum en flujo permanente.
- Profundidad crítica y flujo uniforme.
- Flujo gradualmente variado.
- Flujo no permanente en canales (ecuaciones de conservación de masa y momentum, tránsito hidráulico).
- Actividades aplicadas.

1.2. Estudios hidráulicos y modelación

En esta clase se presentan los conceptos básicos requeridos para realizar los estudios requeridos asociados a la intervención de un cuerpo de agua superficial para atender un problema o necesidad de manejo, intervención, evaluación, aprovechamiento o similares. Este tipo de intervenciones requieren una serie de procedimientos y estudios que por lo general deben ser aprobados por las autoridades ambientales competentes. Se tratarán temas relacionados con análisis de frecuencias de caudales, obtención de caudales, análisis de batimetrías, modelamiento hidráulico para flujos estacionarios y no estacionarios, transporte de sedimentos, definición de planicies de inundación y análisis de obras hidráulicas típicas.

1.3. Modelación hidráulica

En esta actividad se presentan los conceptos relacionados a la definición de condiciones de frontera para la modelación hidráulica, así como los conceptos de calibración de un modelo que competen la determinación de características físicas y operacionales de un sistema existente, que ingresados como datos al modelo computacional permitan obtener resultados realistas.

1.4. Estructuras hidráulicas

1.5. ¿Qué es HEC-RAS y para qué sirve?

En esta clase se presentan las generalidades del software de modelización hidráulica desarrollado por el Hydrologic Engineering Center del US Army Corps of Engineers, el cual es uno de los programas de referencia dentro de su campo. Así mismo, su obtención, descarga, instalación, características básicas, uso generalizado y su constante proceso de actualización.

2. Modelación hidráulica básica

- 2.1. Cargue y validación geométrica básica
- 2.2. Definición de condiciones hidráulicas
- 2.3. Simulación en régimen permanente 1D
- 2.4. Simulación en régimen no permanente 1D
- 2.5. Cargue de información topográfica
- 2.6. Visualización de resultados
- 2.7. Errores y avisos comunes

3. Modelación con opciones avanzadas

- 3.1. Definición de coeficiente Manning a partir de coberturas
- 3.2. Tramos con confluencias
- 3.3. Incorporación de estructuras hidráulicas
- 3.4. Uso de diques en la modelación
- 3.5. Cálculo de la socavación general y local

4. Modelación de flujo bidimensional

- 4.1. Herramienta RAS Mapper
- 4.2. Procesamiento del MDT
- 4.3. Cargue de la geometría y definición de la malla
- 4.4. Condiciones hidráulicas iniciales y de frontera
- 4.5. Simulaciones de flujo bidimensional
- 4.6. Visualización y generación de mapas de inundación
- 4.7. Obras hidráulicas en modelaciones bidimensionales

Referencias

- ✓ HEC-RAS User's Manual. US Army Corps of Engineers.
<https://www.hec.usace.army.mil/confluence/rasdocs/rasum/latest>
- ✓ HEC-RAS 2D User's Manual. US Army Corps of Engineers.
<https://www.hec.usace.army.mil/confluence/rasdocs/r2dum/latest>
- ✓ HEC-RAS Documentation. US Army Corps of Engineers. <https://www.hec.usace.army.mil/confluence/rasdocs>
- ✓ Fluid mechanics. Fundamentals and Applications. Cengel Y., Cimbala J. McGraw-Hill.2006.
- ✓ Introduction to Fluid Mechanics. Fox and McDonald's. 8th Ed., Jhon Willy & Sons, Inc. 2011.
- ✓ The Hydraulics of Channel Flow: An Introduction. Chanson H. 2nd Ed.,Elsevier Butterworth-Heinemann. 2004.
- ✓ Hidráulica de tuberías y canales. Rocha Arturo.
- ✓ Open Channel Hydraulics. Chow, Ven Te. 2nd Ed., Blackburn Press. 2009.
- ✓ Hydraulic modeling. Lyatkher, Victor; Proudovsky Alexander. Scrivener Publishing. 2016
- ✓ Hydraulic modeling. Concepts and practice. American Society of Civil Engineers, ASCE. 2000.
- ✓ Flood Risk Assessment and Management. Chapter 9, Hydraulic Modelling. Schuman Andreas H. Springer. 2011.

Gestor	Nombre	Fecha (aaaa.mm.dd)
Elaboró	Juan David Rodríguez Acevedo juan.rodriguez@escuelaing.edu.co Centro de Estudios Hidráulicos Profesor instructor	2022.07.01
Revisó		
Aprobó	Héctor Alfonso Rodríguez Díaz alfonso.rodriguez@escuelaing.edu.co Centro de Estudios Hidráulicos Director	