



**FACULTAD:INGENIERIA  
PROGRAMA DE INGENIERIA CIVIL  
BOGOTÁ D.C.**

**LICENCIA CREATIVE COMMONS:** Atribución no comercial.

**AÑO DE ELABORACIÓN:** 2017

**TÍTULO:** Análisis comparativo entre software inteligente de modelación de flujo a superficie libre hec ras y ensayos de laboratorio de canales y compuertas.

**AUTOR (ES):** Benitez Castro, Sergio Daniel y Cueto Gonzalez, Alejandra

**DIRECTOR(ES)/ASESOR(ES):** Pulgarin Montoya, Diego Alejandro

**MODALIDAD:** Trabajo de investigación

**PÁGINAS:** 81 **TABLAS:** 2 **CUADROS:** 8 **FIGURAS:** 34 **ANEXOS:** 5

**CONTENIDO:**

INTRODUCCIÓN

1. MODELACION HIDRAULICA
2. CANALES ABIERTOS
3. MODELACION DE LABORATORIO
4. RESULTADOS DEL MODELO FISICO
5. SIMULACION EN HEC-RAS
6. RESULTADOS DE LA SIMULACION
7. ANALISIS DE RESULTADOS
8. CONCLUSIONES
9. RECOMENDACIONES

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

**DESCRIPCIÓN:** El objetivo del presente trabajo es realizar una comparación entre los resultados obtenidos en laboratorio, del flujo a superficie libre a través de una



compuerta plana y un vertedero tipo cimacio, con resultados de la modelación correspondiente con el programa HEC-RAS 5.0.3.

Inicialmente, se realiza una síntesis general del flujo a superficie libre, ecuaciones básicas utilizadas, descripción de la modelación física y numérica y la simulación que utiliza HEC-RAS para las láminas de agua de los correspondientes ensayos. Para lo anterior se realizó una validación del programa por medio de los manuales, con el fin de obtener la información necesaria y realizar un correcto uso del mismo.

## **METODOLOGÍA:**

### **1. Recopilación de información.**

Para comenzar es necesaria una investigación previa de antecedentes con el fin de documentar toda la información al respecto y hacer una propuesta acertada para la construcción del proyecto de grado. Se llevó a cabo la recolección de información, en Bibliotecas, Páginas Web, Tesis, Libros y artículos de revistas de investigación, entre otros.

### **2. Análisis de información.**

El análisis de datos e información permitió dimensionar el proyecto, de tal manera que esta investigación sea útil y confiable para futuras aplicaciones a proyectos y nuevas indagaciones.

### **3. Ensayos de laboratorio.**

Son necesarios los ensayos de laboratorio con el fin de obtener los datos reales requeridos para su posterior modelación en donde se analizará el grado de validez y confiabilidad de la investigación. Para este caso los datos recopilados son del canal con superficie a flujo libre, una compuerta plana y un vertedero de tipo cimacio.



#### **4. Simulación en HEC-RA 5.0.3.**

Con énfasis en el estudio del programa HEC-RAS 5.0.3., se parte inicialmente analizando su propósito, principios, procesos, parámetros, condiciones iniciales y de frontera, variables de entrada y salida etc. Por consiguiente, con los datos requeridos por el modelo para cada uno de los ensayos tanto del canal con flujo a superficie libre, compuerta y el vertedero de tipo cimacio, los cuales corresponden a las mediciones realizadas con anterioridad en el laboratorio, se lleva a cabo la simulación en el programa, donde se obtienen como resultados los perfiles de lámina de agua considerados para el estudio de este proyecto.

**PALABRAS CLAVE:** HEC-RAS, MODELACION, SIMULACION, CANALES

#### **CONCLUSIONES:**

A lo largo del desarrollo metodológico, se generaron 3 pruebas de laboratorio, que tenían como objeto fundamental respaldar los resultados generados en la implementación del programa HEC-RAS. En el análisis de datos por medio de métodos de laboratorios, se identificó el comportamiento del flujo en los canales, estableciendo un claro resultado que define la efectiva utilización en la elaboración de prototipos de ensayo en condiciones controladas, sin embargo, en casos que conciban una cantidad representativa de información, es pertinente la aplicación del software.

Según el análisis de sensibilidad en la simulación en HEC-RAS se pudo determinar que la variable más importante en el caso particular del proyecto es el coeficiente de rugosidad de Manning según la calibración del flujo a superficie libre, que toma como resultado el valor de 0.0105.

En el desarrollo de la validación direccionada a la representación de los perfiles de flujo a superficie libre obtenidos en el laboratorio para canal rectangular, una compuerta y un vertedero tipo cimacio, es posible encontrar resultados que promueven la veracidad de la simulación generada por el programa.

A pesar de la gran capacidad y precisión del programa para poder simular diferentes condiciones y ambientes, de acuerdo a la valoración y posterior análisis, es posible identificar que una de las grandes limitaciones es la simulación de



estructuras que ostentan mayores dimensiones, las cuales representan un comportamiento muy diferente a las de pared delgada, aunque no es posible simular la estructura de manera tacita o literal, los resultados son muy aproximados si se realiza un artificio que emule las estructuras volumétricas a través de secciones transversales, nuevamente obteniendo errores por debajo del uno por ciento.

Por su facilidad el empleo de modelos numéricos en el análisis hidráulico ha tomado fuerza en los últimos años, en este caso damos a conocer el programa HEC –RAS, que como se pudo apreciar en el proyecto de grado es sencillo de emplear, tanto, que en poco tiempo se suelen estudiar sistemas hidráulicos complejos y obtener resultados favorables.

#### **FUENTES:**

TDX. Modelos hidráulicos [en línea]. Bogotá: [citado 4 Julio, 2017]. Disponible en Internet :

URL:<http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6394/03Ebc03de12.pdf?sequence=3>

Ortiz, Yuli. Modelación matemática e hidráulica del flujo en pilares en un canal con sedimentación. Universidad distrital francisco José de caldas. Ingeniería civil.pag 22

EPA. Storm Water Management Model [en lineal]. Bogotá: [citado 4 Julio, 2017]. Disponible en Internet : < URL: <https://www.epa.gov/water-research/storm-water-management-model-swmm> >

Scott A, Sanitary sewer design using EPA storm water management model (SWMM) [en lineal]. Bogotá: [citado 21 noviembre, 2017]. Disponible en Internet : < URL: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/cae.20124/full>

U. ALVERTA. river2 [en línea]. Bogotá: [citado 4 Julio, 2017]. Disponible en Internet: < URL: <http://www.river2d.ualberta.ca/description.htm>>

Waddle, Terry ,Mesh Generation Program For River2D Two Dimensional Depth Averaged Finite Element [en lineal]. Bogotá: [citado 21 noviembre, 2017].

**RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN  
- RAE -**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA**  
de Colombia  
Vigilada Mineducación

RIUCaC

Disponible en Internet : < URL: [http://www.river2d.ca/Downloads/documentation/R2d\\_Mesh.pdf](http://www.river2d.ca/Downloads/documentation/R2d_Mesh.pdf)>

Gida hatari. Programa openfoam [en línea]. Bogotá: [citado 2 agosto, 2017]. Disponible en Internet : < URL : <http://gidahatari.com:>>

DELTARES. Model Delft3D [en línea]. Bogotá: [citado 20 noviembre, 2017] Disponible en Internet: < URL: <https://es.wikipedia.org/wiki/vertedero>>. TDX. Modelos hidráulicos [en línea]. Bogotá. Disponible en Internet : < URL: <https://www.deltares.nl/en/software/delft3d-4-suite/>

C.Fan,C.HanKo,,W.ShenWang,.An innovative modeling approach using Qual2K and HEC-RAS integration to assess the impact of tidal effect on River Water quality simulation, [en línea]. Bogotá: [citado 4 Julio, 2017]. Disponible en Internet : < URL: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030147970800340X>

US ARMY CORPS. Manual Hec ras [en línea]. Bogotá: [citado 4 Julio, 2017]. Disponible en Internet : < URL: <http://www.hec.usace.army.mil/software/hecras/documentation/HEC-RAS%205.0%20Users%20Manual.pdf>

IBERAULA. Modelo Iber [en línea]. Bogotá: [citado 9 julio, 2017] Disponible en Internet : < URL: <http://iberaula.es/modelo-iber>>

Biblioteca udep. Modelación hidráulica [en línea]. Bogotá: [citado 15 agosto, 2017] Disponible en Internet: < URL: [http://www.biblioteca.udep.edu.pe/bibvirudep/tesis/pdf/1\\_123\\_183\\_81\\_1150.pdf](http://www.biblioteca.udep.edu.pe/bibvirudep/tesis/pdf/1_123_183_81_1150.pdf) >

BUSTOS, Juan Carlos Tesis Cálculo de flujo gradualmente variado con Hec –ras: [citado 15 agosto, 2017] Disponible en Internet: < URL: <http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/4542/tesis.pdf?sequence=1>

UNIGUAJIRA. Mecánica de fluidos [en línea]. Bogotá: [citado 28 agosto, 2017] Disponible en Internet: < URL: <http://mecanicadefluidosuniguajira2014.blogspot.com.co/2014/10/flujos-unidimensionales-bidimensional.html>

SHAMES. Mecánica de fluidos, McGRAW-HILL.1995

VEN TE CHOW. Hidráulica de canales abiertos, McGRAW-HILL

FISICA E INGENIERIA. Flujo en canales abiertos [en línea]. Bogotá: [citado 5 septiembre, 2017] Disponible en Internet: < URL: <https://es.slideshare.net/danielcabsalazar/hidraulica-de-canales-abiertos>>

ESTRADA, Guadalupe. Laboratorio de hidráulica de canales [en línea]. Bogotá: [citado 22 septiembre, 2017] Disponible en Internet: < URL:



[http://fing.uach.mx/licenciaturas/IC/2013/02/05/Manual\\_de\\_Hidraulica\\_de\\_Canales.pdf](http://fing.uach.mx/licenciaturas/IC/2013/02/05/Manual_de_Hidraulica_de_Canales.pdf) >

SOTELO ÁVILA. Hidráulica general. pág. 213

SOTELO ÁVILA. Apuntes Hidráulica 2.pág. 210

Guías de laboratorio. UCC

WIKIPEDIA. Calibrador pie de rey [en línea]. Bogotá: [citado 19 septiembre, 2017]  
Disponibile en Internet: < URL: [https://es.wikipedia.org/wiki/Calibre\\_\(instrumento\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Calibre_(instrumento))>

SCRIBD. Linmimetros [en línea]. Bogotá: [citado 19 septiembre, 2017] Disponible  
en Internet: < URL: <https://es.scribd.com/doc/167578169/Limnimetro-y-Limnigrafos>>

WIKIPEDIA. Vertedero tipo cimacio [en línea]. Bogotá: [citado 5 septiembre, 2017]  
Disponibile en Internet: < URL: <https://es.wikipedia.org/wiki/vertedero>>. TDX.  
Modelos hidráulicos [en línea]. Bogotá. Disponible en Internet: < URL:  
<http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6394/03Ebc03de12.pdf?sequence=31>>

HYDROLOGIC ENGINEERING CENTER.Hec-ras [en línea]. Bogotá: [citado 28  
agosto, 2017] Disponible en Internet: < URL:  
[www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/](http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-ras/)

VEN TE CHOW. Hidráulica de canales abiertos, McGRAW-HILL

### **LISTA DE ANEXOS:**

Anexo A.Caudalimetro

Anexo B.Canal de laboratorio

Anexo C.Limnimetros

Anexo D.Canal con compuerta

Anexo E.Cimacio