

Taller de Hidrología – HEC-HMS No. 1

Taller 1 – Creación de una cuenca simple con HEC-HMS

(Traducido y adaptado por la docente Sandra Rocío Villamizar Amaya del trabajo realizado por el Dr. Venkatesh Merwade de la Universidad de Purdue – “HEC HMS Lab 1: Creating a Single Basin HEC-HMS Model”).

Propósitos de aprendizaje: Familiarizarse con el funcionamiento del software HEC-HMS a través de un ejercicio de simulación sencillo en el que se modela un evento de lluvia en una cuenca. El tutorial original desarrollado por el doctor Merwade se puede encontrar en el siguiente vínculo:

<http://web.ics.purdue.edu/~vmerwade/education/hms1.pdf>

Al final del ejercicio el estudiante deberá haber:

1. Creado un proyecto en HEC-HMS para una cuenca
2. Conocido los datos de entrada y salida asociados a la modelación con HEC-HMS
3. Corrido una simulación sencilla en HEC-HMS, e interpretado los resultados del modelo
4. Conocido el significado y propósito de cada uno de los archivos creados por HEC-HMS, específicamente los archivos “.hms”, “.basin”, “.met” y el archivo de control.

Requerimientos: El software HEC – HMS se encuentra disponible para descarga del sitio web del Cuerpo de Ingenieros de los Estados Unidos: <http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-hms/> y en su versión 4.2 está instalado en los computadores de la UPB.

Duración aproximada de la práctica: 50 minutos

Archivos/datos de entrada:

Datos numéricos:

- Lluvia (rainfall): Hietograma horario en mm
- Área de la cuenca (watershed área): 100 km²
- Número de curva (curve number): 75
- Tiempo de retraso (lag time): 60 minutos
- Intervalo para la simulación (simulation time step): 10 minutos
- Tiempo de inicio de la simulación (simulation start time): 09/01/2013 09:00 AM
- Período de la simulación (simulation time period): 4-5 días

Datos de entrada en texto:

- Método de pérdida (loss method): SCS (Soil Conservation Service)
- Método de transformación (transform method): SCS (Soil Conservation Service)
- Método para el cálculo de flujo base (baseflow method): Ninguno

Procedimiento:

1. Abra el software HEC-HMS (a través del menú de inicio o haciendo doble click en el ícono del escritorio). La interfaz del programa tiene una serie de menús y una barra de herramientas, en la parte superior, un panel superior izquierdo (explorador de la cuenca), un panel inferior izquierdo (editor de componentes), una zona de escritorio y un panel de mensajes en la parte derecha. El tamaño de estas cuatro áreas puede ser modificado por el usuario (ver Figura 1)

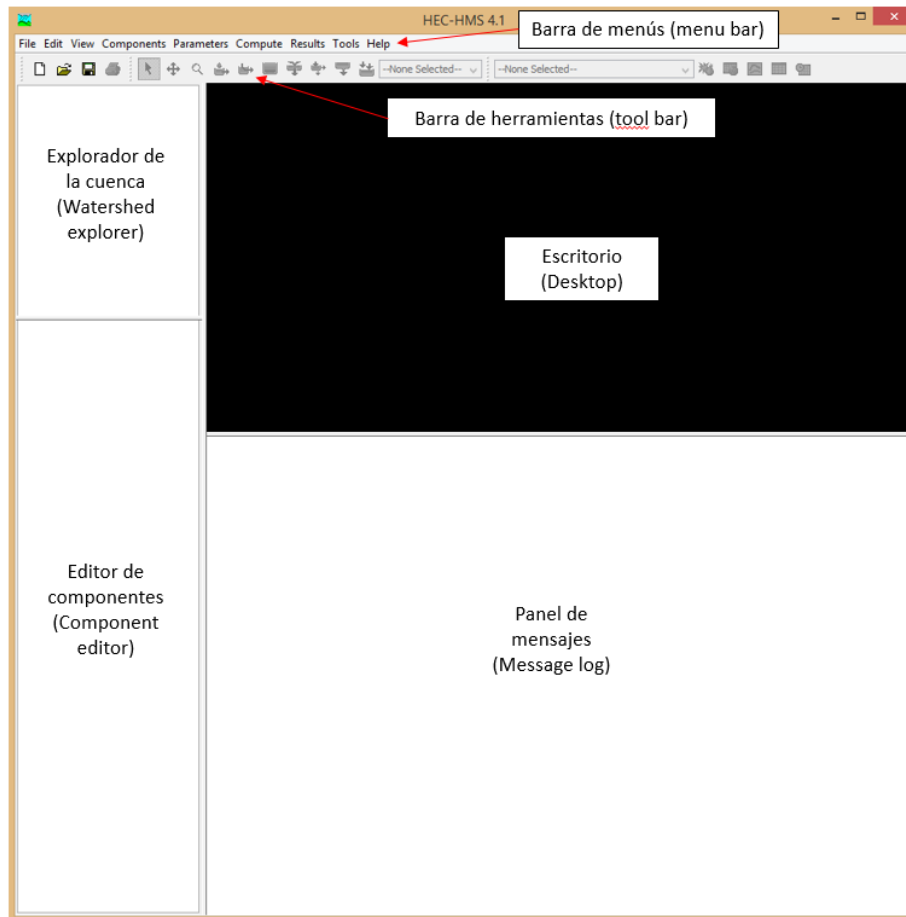


Figura 1. Estructura de la interface del software HEC-HMS.

2. **Creación y guardado de un nuevo proyecto.** En el menú principal, seleccione File / New. En la ventana que se despliega, asigne nombre al proyecto, descripción, ubicación y sistema de unidades (ver Figura 2). Una vez creado el proyecto, se activan diferentes pestañas dentro de la ventana de explorador (Components, compute, results).

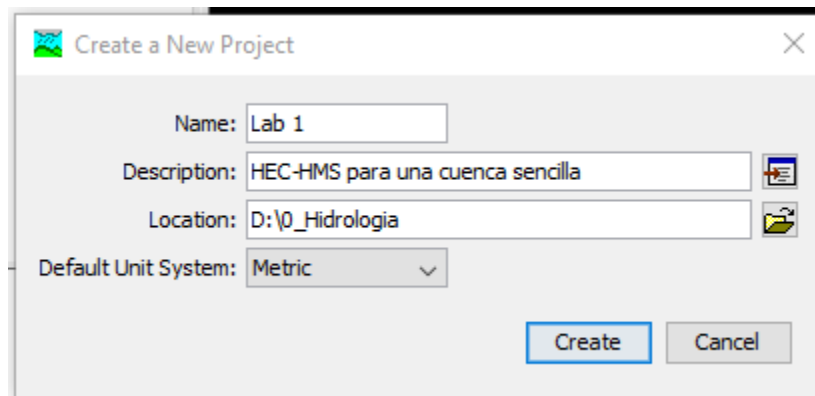


Figura 2. Creación de un nuevo proyecto en HEC-HMS.

De la misma manera, en el directorio donde se guardó el nuevo proyecto es posible ver una serie de carpetas y archivos que inicialmente, la mayoría de ellos están vacíos (ver Figura 3).

This PC > Data (D:) > 0_Hidrologia > Lab_1		Search Lab_1	
Name	Date modified	Type	Size
basinStates	9/10/2018 7:39 PM	File folder	
datavar	9/10/2018 7:39 PM	File folder	
forecast	9/10/2018 7:39 PM	File folder	
maps	9/10/2018 7:39 PM	File folder	
montecarlo	9/10/2018 7:39 PM	File folder	
optimizer	9/10/2018 7:39 PM	File folder	
results	9/10/2018 7:39 PM	File folder	
Lab_1.access	9/10/2018 7:39 PM	ACCESS File	0 KB
Lab_1.dss	9/10/2018 7:39 PM	DSS File	26 KB
Lab_1	9/10/2018 7:39 PM	Text Document	0 KB
Lab_1.out	9/10/2018 7:39 PM	OUT File	1 KB
Lab_1.pdata	9/10/2018 7:39 PM	PDATA File	1 KB

Figura 3. Creación de un nuevo proyecto en HEC-HMS.

- Creación de un modelo de cuenca.** Un modelo de cuenca es la representación física de una cuenca en un proyecto de HEC-HMS. Adicional a la descripción física de la cuenca, el modelo de cuenca incluye información sobre los métodos matemáticos que se usarán para simular la hidrología de la cuenca, y los valores de las variables en dichas ecuaciones. A las variables se les denomina parámetros pues su cambio de valor implica cambios en las salidas del modelo.

Para crear un modelo de cuenca, haga click en el menú “Components” y seleccione el submenú “Basin Model Manager”. Seleccione en “New” y asigne nombre y descripción a este nuevo modelo de cuenca (ver Figura 4). Una nueva carpeta aparece en la pestaña de componentes del panel explorador de la cuenca. Al expandir esta carpeta (haciendo click en el “+”), se ve “Cuenca 1”. Al hacer doble click en esta cuenca, se activa el panel editor de componentes (parte inferior izquierda) y se crea el nuevo espacio de cuenca en el escritorio (ventana en blanco). Adicionalmente, todos los íconos o herramientas necesarias para trabajar se activan (ver Figura 5). Guarde el proyecto.

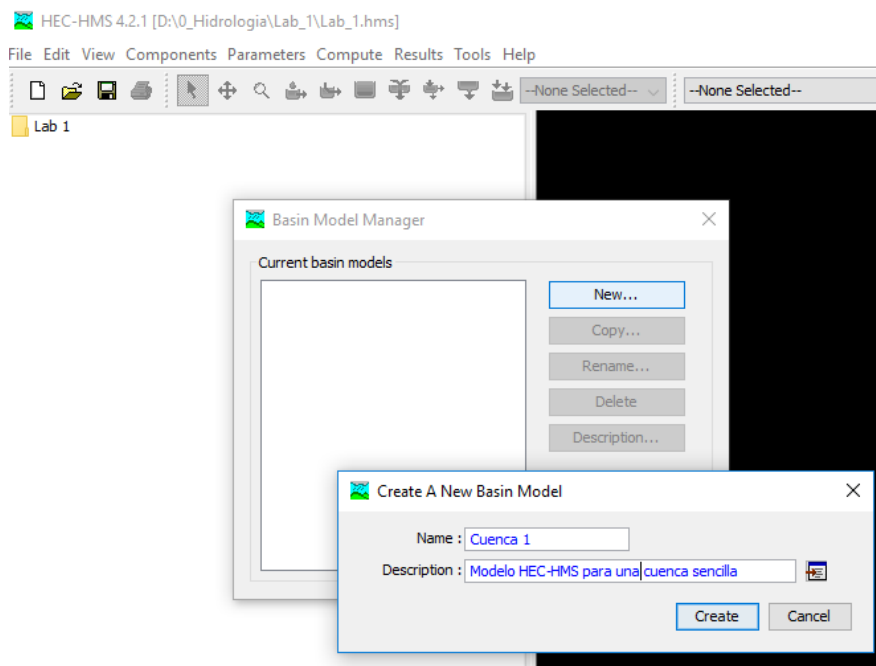


Figura 4. Creación de un nuevo modelo de cuenca en HEC-HMS.

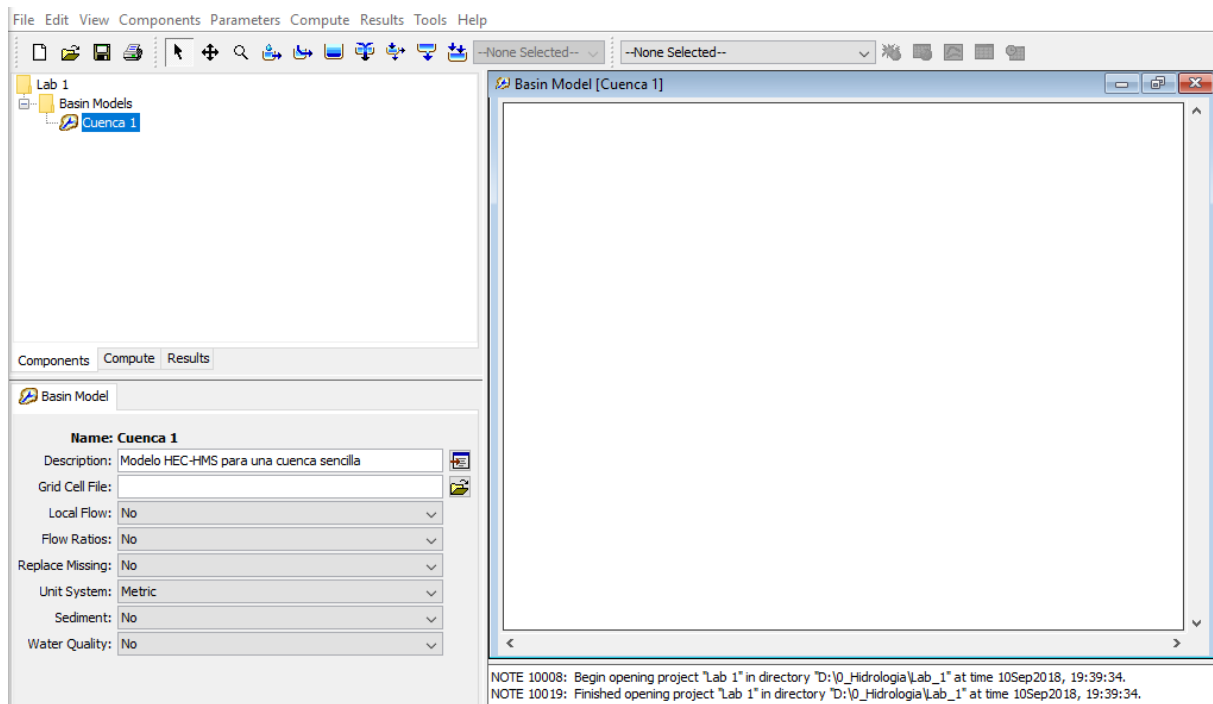


Figura 5. Creación de un nuevo modelo de cuenca en HEC-HMS.

4. **Herramientas de navegación:** Para navegar en el escritorio de HEC-HMS existen las siguientes herramientas:

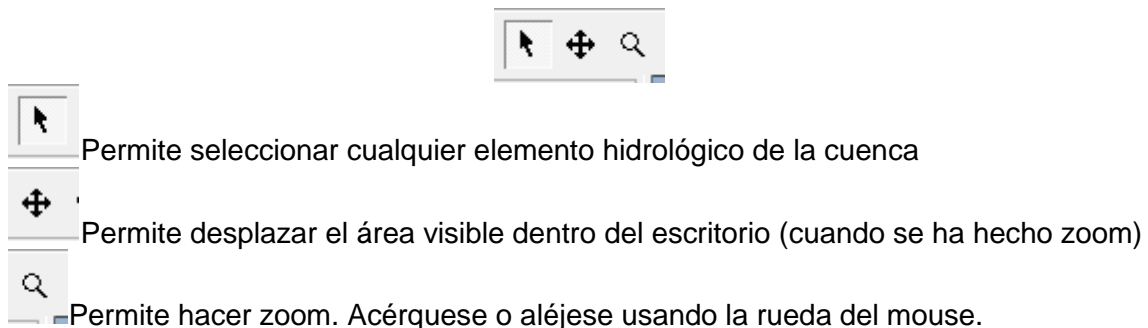


Figura 6. Herramientas de navegación en el escritorio de HEC-HMS.

5. **Elementos hidrológicos.** HEC-HMS cuenta con los siguientes elementos hidrológicos para representar la cuenca (ver Figura 7):
- Subbasin: Usado para la modelación de lluvia-escorrentía en una cuenca
 - Reach: Usado para transportar caudal aguas abajo en un modelo
 - Reservoir: Usado para modelar detención y atenuación de un hidrograma por la presencia de un reservorio o estanque de detención
 - Junction: Usado para combinar caudales de tramos superiores y de subcuencas
 - Diversion: Usado para modelar la extracción de caudal del canal principal
 - Source: Usado para introducir caudal en el modelo (que se origina en un área externa al área modelada)
 - Sink: Usado para modelar el punto físico de salida de la cuenca que se modela.

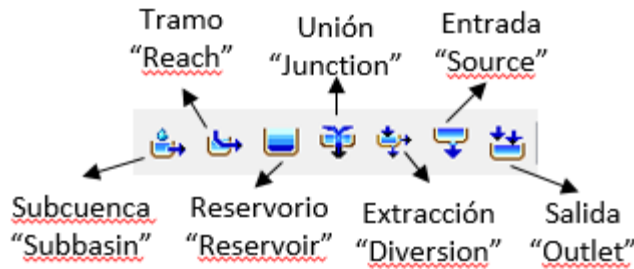


Figura 7. Elementos hidrológicos localizados en la barra de herramientas de HEC-HMS.

- Creación de una subcuenca.** Seleccione la herramienta “Subcuenca”. Al ubicarse sobre el modelo de cuenca (área blanca del escritorio) y hacer click, se activa un nuevo panel donde se ingresa el nombre y descripción de la subcuenca (ver Figura 8).

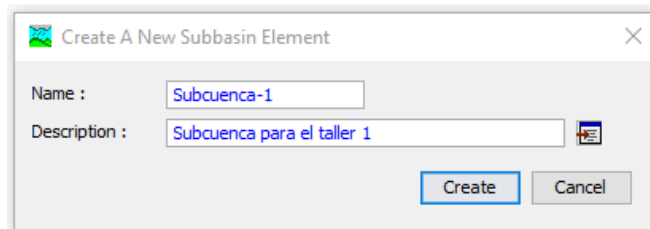


Figura 8. Menú para la creación de una subcuenca – parte 1.

Toda la información relacionada con la subcuenca se puede configurar y modificar a través del editor de componentes, al expandir el árbol del panel explorador de cuenca hasta hacer visible las diferentes opciones para la Subcuenca-1 (ver Figura 9).

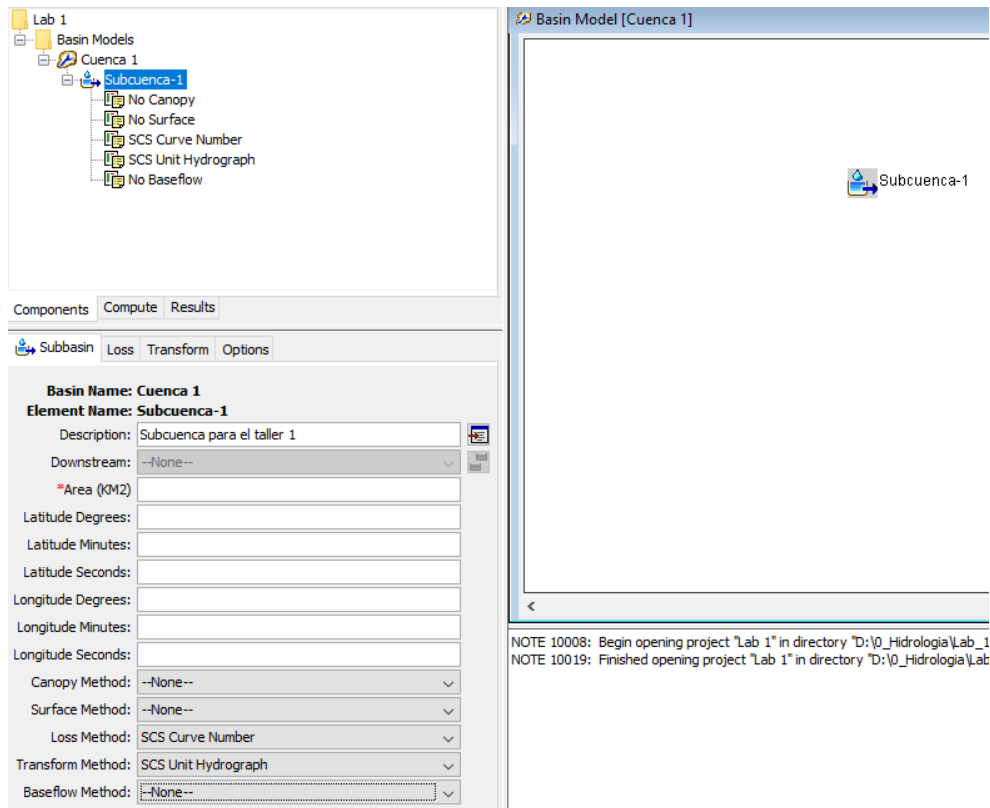


Figura 9. Menú para la creación de una subcuenca – parte 2.

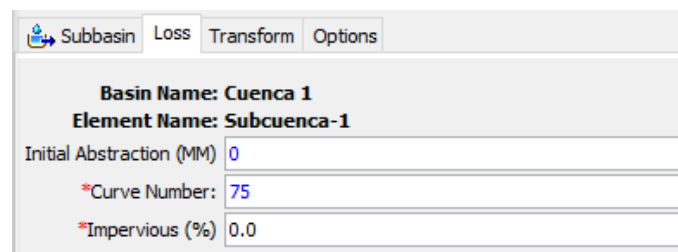
En la Figura 9, haciendo click en la subcuenca (Subcuenca-1), se despliegan cinco opciones que corresponden a diferentes procesos hidrológicos (Canopy, Surface, Loss, Transform y Baseflow). Para cada uno de ellos, es necesario seleccionar el modelo matemático con el que se desea simular. El “Canopy method” (vegetación) permite definir cómo modelar la interceptación y la evapotranspiración en la cuenca. El “Surface method” (superficie) permite al usuario representar almacenamiento en depresiones. Para este taller se ignoran estos dos métodos (none). Sin embargo, si se quisiera modificar las opciones para estos parámetros, esto se puede hacer desde el menú “Parameters” de la Barra de Menús o en la parte inferior de la pestaña “Subbasin” del Editor de Componentes.

El método para el cálculo de pérdidas (Loss Method) permite escoger el método a usar para el cálculo de pérdidas de precipitación por infiltración (en este caso, el método a usar es el del número de curva del SCS, pero hay muchos otros). El método de transformación del hidrograma (Transform Method) permite definir cómo convertir la lluvia efectiva (corregida por pérdidas por infiltración) en escorrentía directa. En este caso, el método seleccionado es el del hidrograma unitario del SCS (hay muchas otras opciones).

Aunque en este caso no se considera un método para el cálculo de flujo base (Baseflow Method; hay diferentes opciones disponibles), la selección de uno de los métodos definiría el flujo base que se agregaría al hidrograma de escorrentía directa para producir el hidrograma total del evento o de la serie de tiempo a modelar. Dentro de las pestañas “Loss”, “Transform” y “Options” se pueden especificar parámetros para los métodos seleccionados.

Digite el área de la cuenca (100 km²) en su correspondiente espacio “Area (KM2)”. Para este taller, no se ingresan datos de latitud o longitud para la cuenca. Una vez definidos los modelos matemáticos que representarán los procesos hidrológicos, es necesario ingresar los parámetros que aplican para cada uno de ellos. Los parámetros se ingresan en las pestañas correspondientes dentro del editor de componentes. Dado que solo se van a representar dos procesos (Loss y Transform), el software requiere parámetros únicamente para ellos.

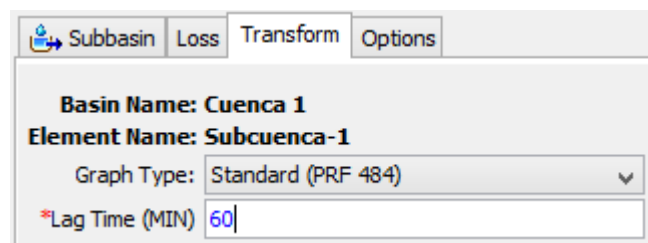
Para las pérdidas (Loss), ingrese un valor de 0 para la abstracción inicial, 75 para el número de curva, y 0% para zonas impermeables (impervious) – ver Figura 10.



Subbasin	
Basin Name:	Cuenca 1
Element Name:	Subcuenca-1
Initial Abstraction (MM)	0
*Curve Number:	75
*Impervious (%)	0.0

Figura 10. Menú para la creación de una subcuenca – parte 3.

Para el método de transformación (Transform), ingrese un valor de 60 minutos para el tiempo de retraso del hidrograma – ver Figura 11.



Subbasin	
Basin Name:	Cuenca 1
Element Name:	Subcuenca-1
Graph Type:	Standard (PRF 484)
*Lag Time (MIN)	60

Figura 11. Menú para la creación de una subcuenca – parte 4.

Para este taller no se debe modificar nada en la pestaña de opciones (“Options”). En este punto se ha finalizado el ingreso básico de información para la subcuenca. Guardar el proyecto.

El usuario puede ahora ir al explorador de Windows donde se está almacenando el proyecto. Abrir el archivo “Cuenca-1.basin” con el Notepad y verificar que el archivo se ha poblado con la información que se ha ingresado hasta este punto. Ahora, es necesario crear un evento de precipitación que es el principal mecanismo de acción de movimiento del agua dentro de la cuenca hidrográfica.

- Creación de una estación de precipitación.** Para crear una estación de precipitación seleccione Components / Time-Series Data Manager. En Data Type, seleccione “Precipitation Gages” / New. Una vez creada la estación, aparece este nuevo elemento en el panel explorador de la cuenca (ver Figuras 12 y 13).

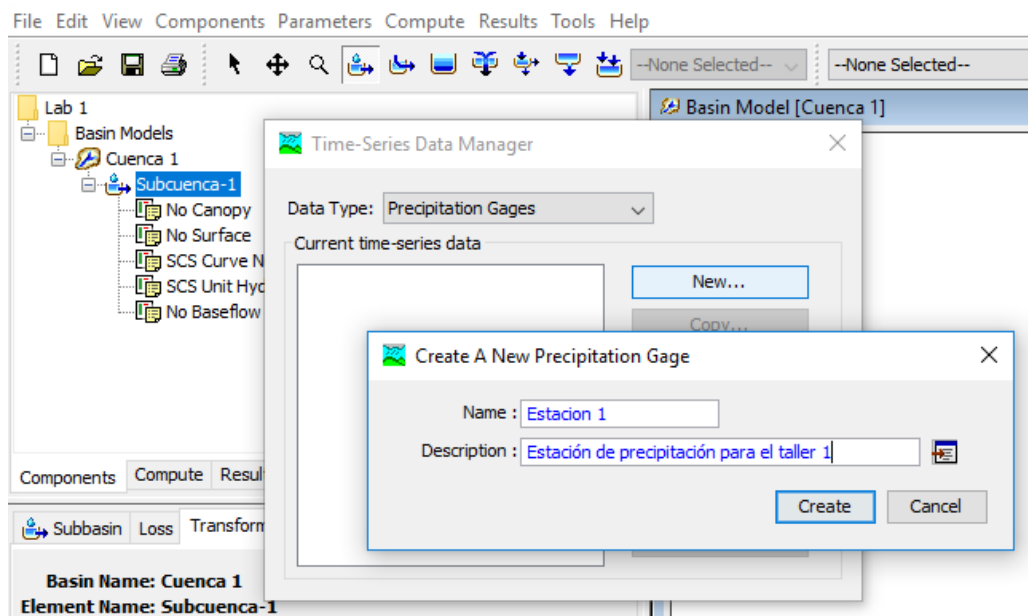


Figura 12. Creación de una estación de precipitación en HEC-HMS.

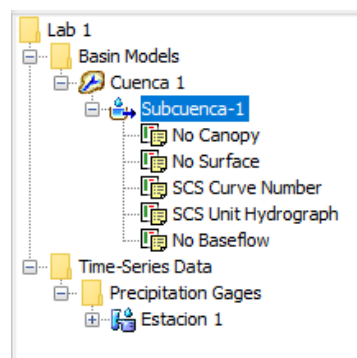


Figura 13. Creación de una estación de precipitación en HEC-HMS.

A continuación, ingrese información de precipitación a la estación. Para esto, use la información provista en la siguiente tabla:

Fecha	Hora	Precipitación (mm)
9/1/2013	09:00	0.00
9/1/2013	10:00	5.08
9/1/2013	11:00	10.16
9/1/2013	12:00	2.54
9/1/2013	13:00	2.00
9/1/2013	14:00	1.00
9/1/2013	15:00	0.00

Al hacer click en Estacion 1, dentro del explorador de la cuenca, se puede configurar la información para esta estación (ver Figura 14)

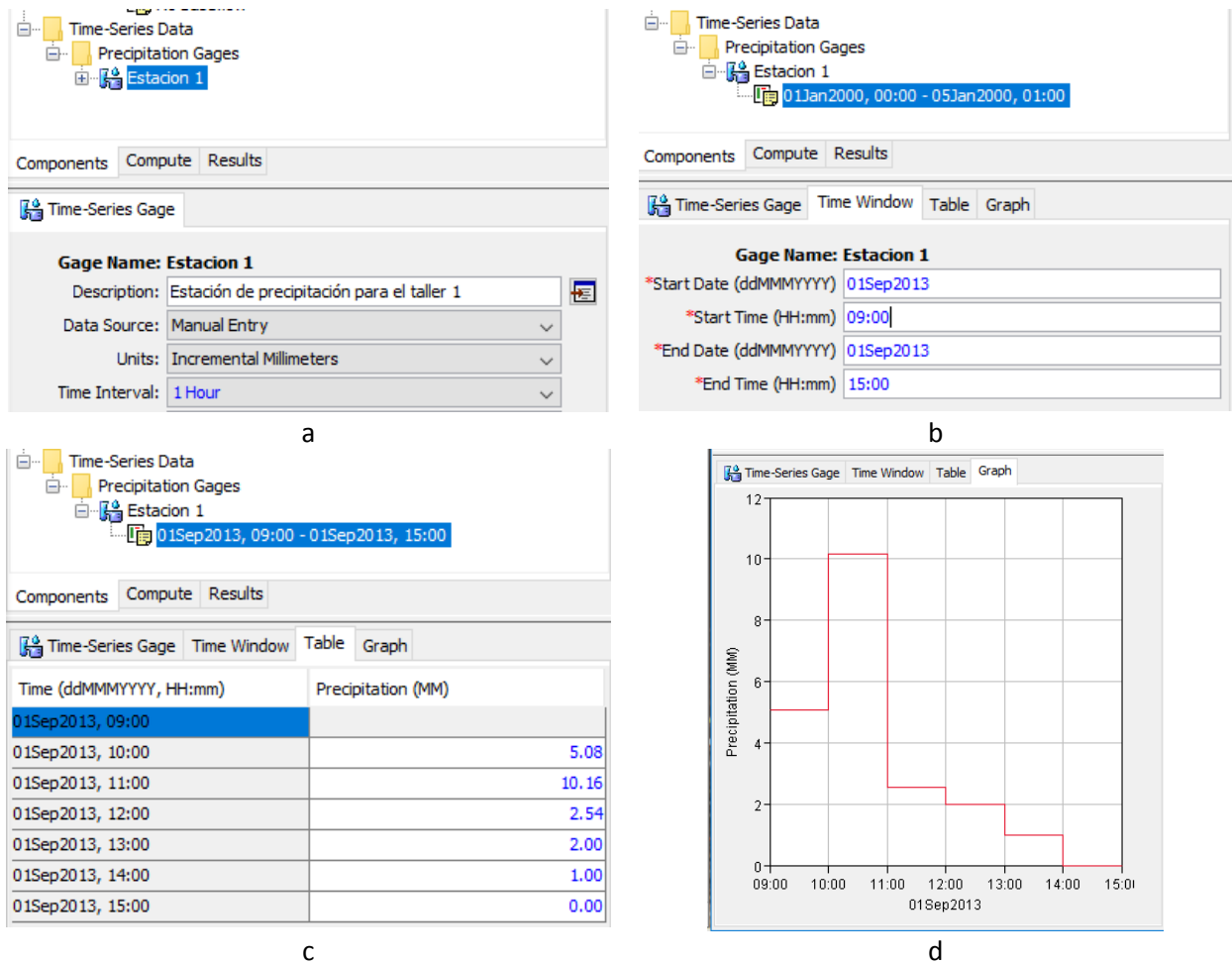


Figura 14. Configuración de la información para la estación de precipitación "Estación 1".

- Creación de un modelo meteorológico.** El modelo meteorológico permite vincular la estación de precipitación con la subcuenca. Ningún modelo en HEC-HMS corre sin que se haya creado un modelo meteorológico. Para crearlo, seleccione Components / Meteorologic Model Manager / New (ver Figura 15).

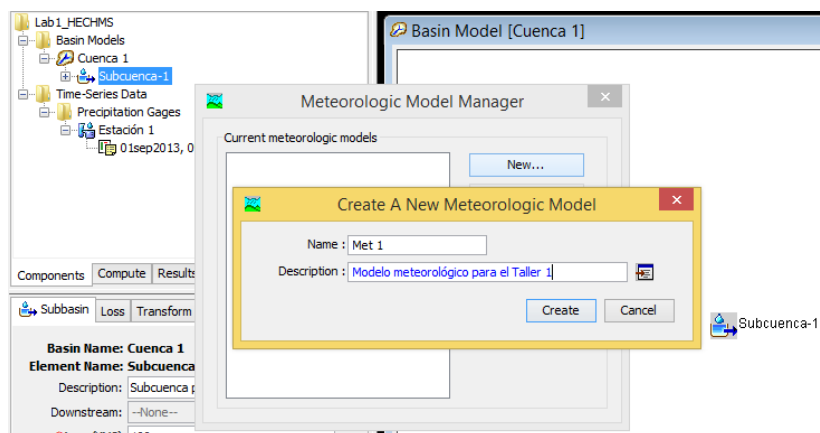


Figura 15. Creación de un modelo meteorológico

Al seleccionar el modelo meteorológico en el explorador de la cuenca, aparecen las propiedades por defecto de dicho modelo en el editor de componentes. En la pestaña “Basins” del editor de componentes, escoja “Yes” para incluir subcuencas en el modelo (ver Figura 16). A continuación, haga click en “Specified Hyetograph” dentro del explorador de la cuenca para así asignar la información de la Estación 1 al modelo meteorológico (ver Figura 17). Finalmente, vuelva nuevamente al modelo “Met 1” dentro del explorador de la cuenca y, en el editor de componentes, en la opción “Replace Missing”, escoja la opción “Set to Default” (ver Figura 18).

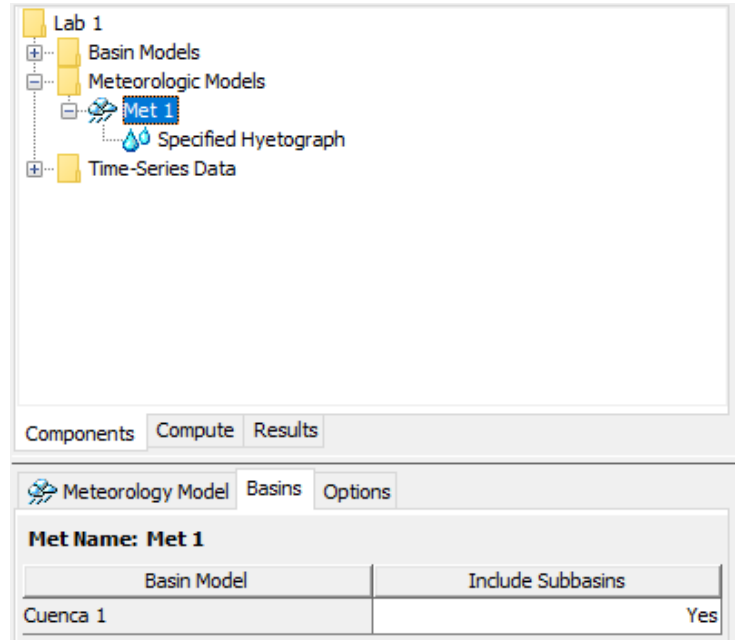
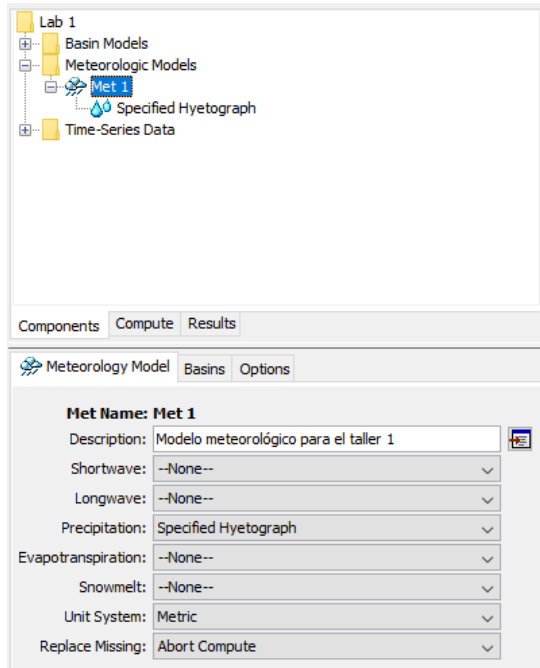


Figura 16. Configuración del modelo meteorológico.

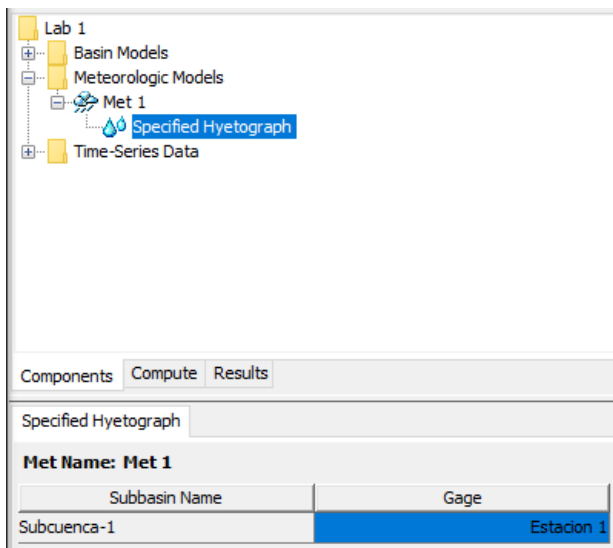


Figura 17. Asignación de la estación 1 a la subcuenca 1 del para el modelo meteorológico.

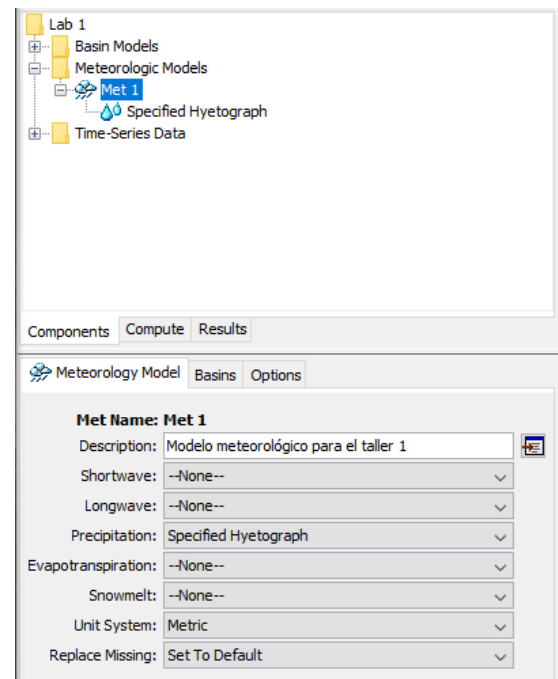


Figura 18. Configuración final del modelo meteorológico.

Guarde el proyecto. Hasta este punto se ha configurado la cuenca y su información de entrada (evento de precipitación). Queda pendiente configurar aspectos relacionados a la corrida del modelo. A esto se denomina Modelo de Especificaciones de Control (Control Specification Model).

9. **Creación del modelo de las especificaciones de control.** Las especificaciones de control le dicen a HEC-HMS la duración de la corrida del modelo y el intervalo de tiempo a usar para dicha corrida. HEC-HMS no puede correr sin la definición de estas especificaciones. Para crear un modelo de especificaciones de control, seleccione Components / Control Specifications Manager / New (ver Figura 19, izquierda). Una vez creado el modelo, haga click en “Control 1” dentro del explorador de la cuenca para así especificar detalles de la corrida del modelo. Básicamente usted correrá el modelo por cuatro días para asegurarse de que toda el agua que entra a la cuenca por medio del evento de precipitación, es considerada en la simulación (ver Figura 19, derecha). Una vez estas especificaciones de control están finalizadas, el modelo está listo para ser simulado.

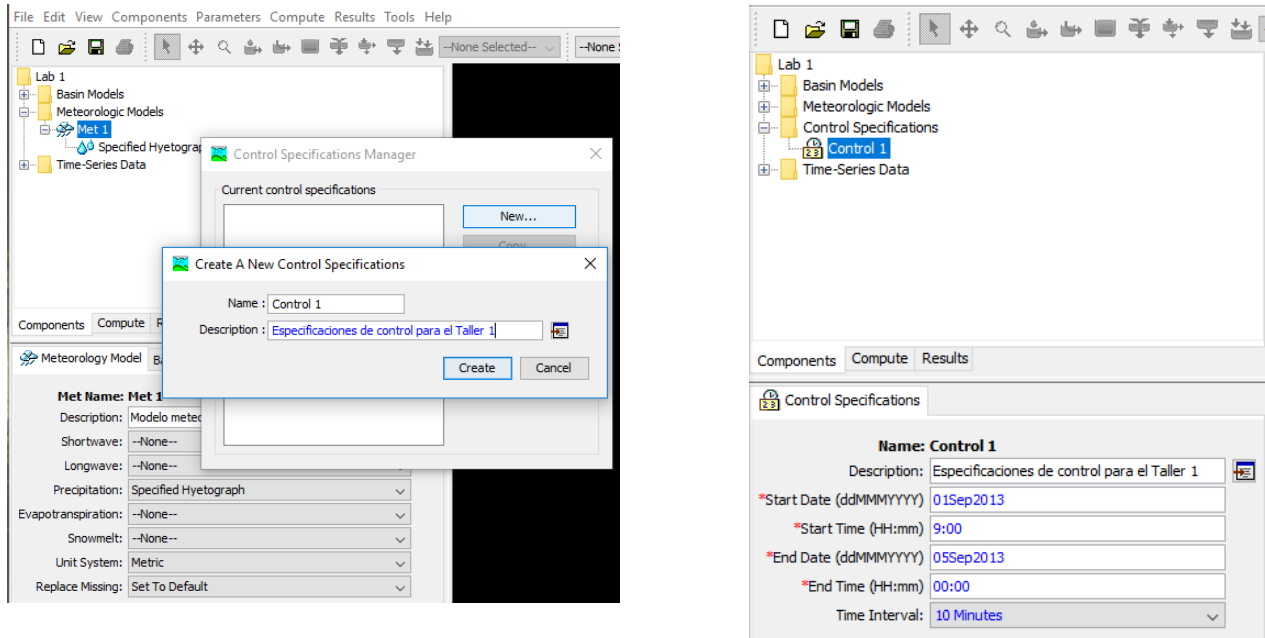


Figura 19. Configuración del modelo de especificaciones de control

10. **Creación de la simulación.** Para crear la simulación seleccione Compute / Create Compute / Simulation Run. Asigne un nombre a la corrida (Corrida 1) y en cada paso presione “Next”, aceptando las opciones que se dan por defecto, que se refieren a cada uno de los modelos creados en el desarrollo del taller. Presione “Finish” para crear la simulación. Si este no fuera el primer taller, en cada paso, usted debería escoger el modelo pertinente a la simulación que se quiere realizar. Guarde el proyecto y, en la ventana de explorador de la cuenca, haga click sobre la pestaña “Compute”.

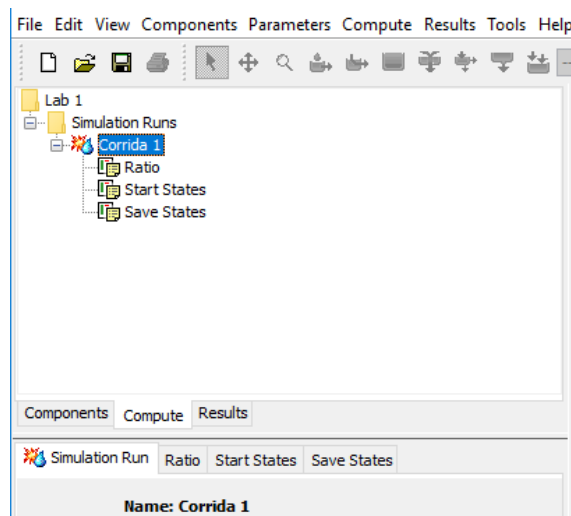


Figura 20. Vista de la corrida 1 del modelo para el Taller desarrollado, en el explorador de la cuenca.

11. Corrida del modelo. Para correr el modelo seleccione Compute / Compute Run [Corrida 1]. La simulación no debe tomar más de un minuto en correr. Si toma más tiempo, cancele la corrida y verifique los siguientes aspectos:

- Hay una estación de precipitación asociada a la subcuenca
- El tiempo definido en el control de especificaciones cubre la duración del evento de lluvia
- Las unidades son correctas (incluyendo el área de la cuenca)

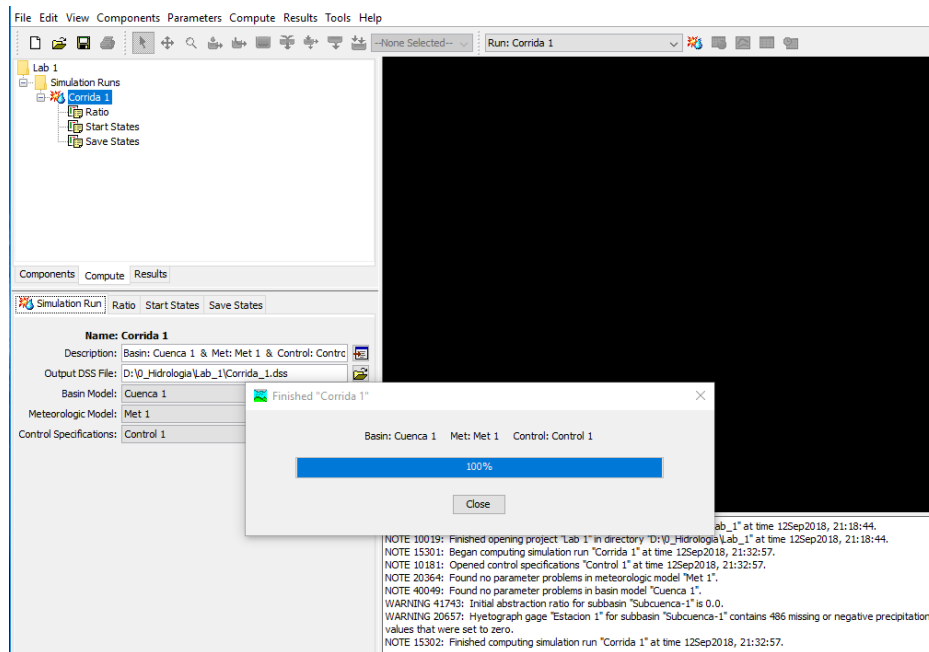


Figura 21. Vista de la corrida del modelo finalizada

12. Revisión de los resultados de la corrida del modelo. Para revisar los resultados de la corrida del modelo, seleccione la pestaña "Results" dentro del explorador de la cuenca, y expanda la información relacionada a la corrida realizada (Corrida 1). Se pueden examinar resultados globales y resultados para la subcuenca (ver Figura 22).

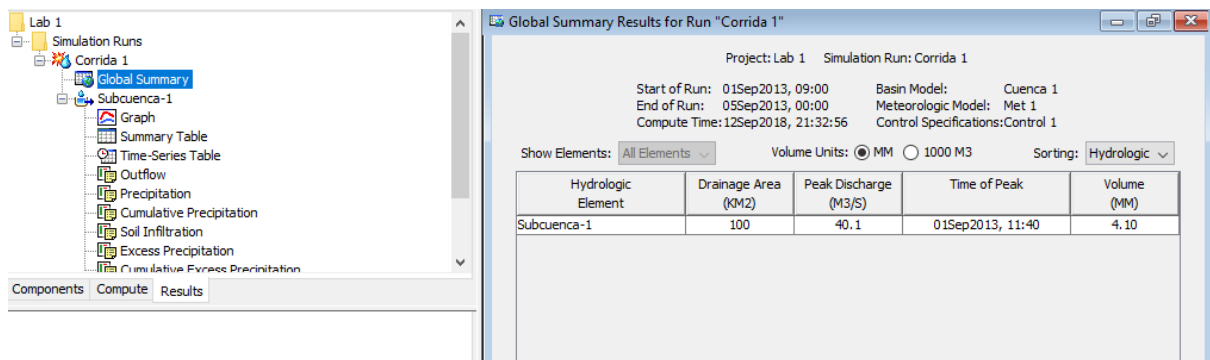


Figura 22. Procedimiento para editar los elementos hidrológicos del modelo

Explore los resultados globales (Global Summary) y los resultados para la subcuenca (Subcuenca-1). Tenga en cuenta que si el modelo tuviera más de una subcuenca, usted podría revisar resultados particulares para cada subcuenca.

13. **Entregables de esta práctica:** A partir del ejercicio de modelación en HEC-RAS, envíe al correo electrónico de la docente un documento en Word (Apellido_Nombre_HEC-HMS_72XXX) que contenga lo siguiente:
- Datos de identificación del estudiante
 - Describa la información que entrega cada uno de los 13 elementos que se presentan en los resultados para la subcuenca-1
 - Hidrograma de la subcuenca
 - Caudal máximo (m³/s)
 - Duración total del hidrograma (horas)
 - Balance de agua para la Subcuenca-1 (mm). Aquí debe especificar cuánta agua ingresó a la cuenca por el evento de precipitación, cuánta agua se perdió por infiltración, y cuánta agua resultó en caudal medido en el punto de salida de la subcuenca.

El plazo máximo de entrega es a la media noche de la sesión de laboratorio. El asunto del correo debe ser Hidrología_72xxx_TallerHEC-Evidencia (72xxx se refiere al NRC de su curso).

=====

Fuentes de información para avanzar en el conocimiento del software HEC-HMS:

- HEC-HMS Resources from US Army Corps of Engineers

Downloads:

<http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-hms/downloads.aspx>

Documentation:

<http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-hms/documentation.aspx>

User Manual:

http://www.hec.usace.army.mil/software/hec-hms/documentation/HEC-HMS_Users_Manual_4.0.pdf

- Tutoriales de Youtube:

Gabriel Perez, Universidad de Los Andes, 2014: <https://www.youtube.com/watch?v=8RX7fXy2rls>

AVTutoriales, 2013: <https://www.youtube.com/watch?v=58UPwCL7K6c>

Otros:

<https://www.youtube.com/watch?v=zfj-V8pfoxs>

<https://www.youtube.com/playlist?list=PLFqiLs3Jj2MqJRCCIhHJUdKlbHgJwecN6>

- Tutoriales:

Venkatesh Merwade

Hydrologic Modeling Using HEC-HMS, 2012 [La base de este documento]

<http://web.ics.purdue.edu/~vmerwade/education/hechms.pdf>

Maidment and Ahrens, 1999

Introduction to HEC-HMS

<http://www.ce.utexas.edu/prof/maidment/gradhydro99/hmwk1/hmsintro.htm>