



UNIVERSIDAD  
DE LIMA

# EXPO DE INVESTIGACIÓN DE INGENIERÍA CIVIL

## TEMA: RESILIENCIA, SOSTENIBILIDAD E INNOVACIÓN

### Determinación del caudal pico mediante el software HEC-HMS

**Alumnos:** Cassandra Franchessa Seclén Vásquez, Eimi Canahualpa Nakamatsu.

**Profesor:** Carlos Arturo Palacios Tovar

**Asignatura:** Hidrología || **Sección:** 901 || **Semestre:** 2021-1

## RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo determinar el caudal pico, factor fundamental para proyectos hidráulicos, a partir del modelamiento hidrológico en HEC-HMS de la subcuenca hidrográfica ubicada en la provincia de Condorcanqui, departamento de Amazonas. Para ello, se realizó el modelamiento de 101 escenarios con dos métodos de transformación: Snyder Unit Hydrograph y SCS Unit Hydrograph en el cual se variaron diversos parámetros tales como tiempo de retardo, incremento de tiempo, número de curva y variación de tiempo de cálculo. Se comparó los diversos comportamientos que toma el caudal pico con cada parámetro en estudio. Asimismo, se evidencia que el caudal pico aumenta a medida que el tiempo de retardo (parámetro fundamental de los métodos de transformación) disminuye.

## 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Determinar el caudal de una cuenca es fundamental en la planificación de proyectos hidráulicos de abastecimiento y captación de agua, en el cual la hidrología es necesaria conocer para determinar la disponibilidad de agua y realizar el diseño de las estructuras hidráulicas (Subramanya, 2008). Dichos caudales se obtienen a partir de las modelaciones. Son varios los modelos hidrológicos que existen, siendo HEC-HMS el más utilizado en el estudio de avenidas, el cual provee una variedad de opciones para simular procesos de precipitación - escurrimiento y tránsito de caudales (Halwatura et al., 2013; Ibrahim-Bathis et al., 2016). En ese contexto nos preguntamos, ¿cómo influyen los parámetros tiempo de retardo, incremento de tiempo, número de curva y variación de tiempo de cálculo, en la determinación del caudal pico de la subcuenca hidrográfica de la provincia de Condorcanqui, Amazonas?

## 2. OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL:

- Determinar el caudal pico para la subcuenca hidrográfica en estudio ubicada en la provincia de Condorcanqui, departamento de Amazonas.

### OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Realizar el modelamiento con el software HEC-HMS de diversos escenarios variando parámetros tales como tiempo de retardo, incremento de tiempo, número de curva y variación de tiempo de cálculo.
- Realizar la comparación del caudal pico de diversos escenarios simulados obtenidos con el software HEC-HMS.

## 3. METODOLOGÍA

El presente trabajo emplea una metodología de investigación correlacional y práctica mediante el uso del software HEC-HMS. En primer lugar, se delimitó la cuenca en estudio con los softwares ArcGIS y AutoCAD y, se determinó los parámetros físicos y morfológicos de la cuenca. Finalmente, empleando el software HEC-HMS se realizó el modelamiento del caudal pico con dos métodos de transformación: Snyder Unit Hydrograph y SCS Unit Hydrograph para 101 escenarios variando parámetros.

## 4. DESARROLLO DEL TEMA

Los parámetros calculados para el modelamiento hidrológico se muestran en la Tabla 1. Con ello se procedió a calcular el tiempo de concentración y el tiempo de retardo como se muestra en la Tabla 2, el cual es un parámetro fundamental para los métodos de transformación del HEC-HMS (Gharib et al., 2018).

Parámetros de la cuenca	
Longitud del cauce (m)	7958
Pendiente de la cuenca (m/m)	0.82
Cota del punto más alto (m)	1800
Cota del punto objeto (m)	300
Intensidad máxima (mm/h)	16.5
Coefficiente de retardo	0.06
Pendiente del cauce (m/m)	0.05
Coefficiente de escorrentía	0.25
Número de curva	77
Coefficiente de Manning	0.1

Tabla 1. Parámetros de la subcuenca hidrográfica de la provincia de Condorcanqui, Amazonas. Elaboración propia.

	Tiempo de concentración (min)
Kirpich (1940)	21.19
California Culverts Practice (1942)	37.38
Izzard (1946)	257.16
Federal Aviation Administration (1970)	56.99
Ecuaciones de onda cinética Morgall y Linsley (1965) Aron y Erborge (1973)	133.18
Ecuación de Retardo SCS (1973)	52.21
Tiempo de concentración promedio (min)	93.02
Tiempo de retardo=60%tc (min)	55.81

Tabla 2. Tiempo de concentración de la subcuenca hidrográfica de la provincia de Condorcanqui, Amazonas. Elaboración propia.

## 5. RESULTADOS

El comportamiento que presenta el caudal pico variando los parámetros de tiempo de retardo, incremento de tiempo, número de curva y variación de tiempo de cálculo es:



Figura 1. Tiempo de retardo vs Caudal pico para el método de transformación SCS Unit Hydrograph. Elaboración propia

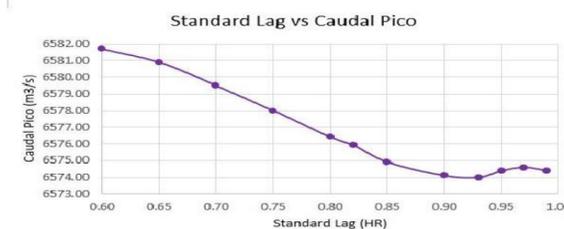


Figura 2. Tiempo de retardo vs Caudal pico para el método de transformación Snyder Unit Hydrograph. Elaboración propia

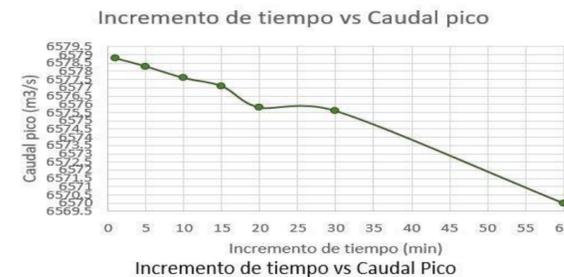


Figura 3. Incremento de tiempo de control de salida vs Caudal pico para el método de transformación SCS Unit Hydrograph. Elaboración propia

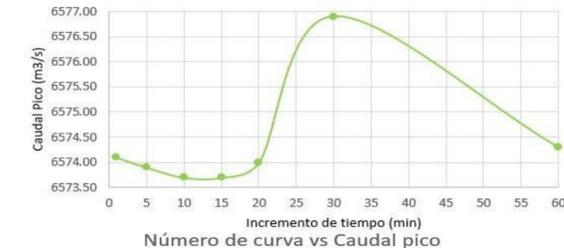


Figura 4. Incremento de tiempo de control de salida vs Caudal pico para el método de transformación Snyder Unit Hydrograph. Elaboración propia

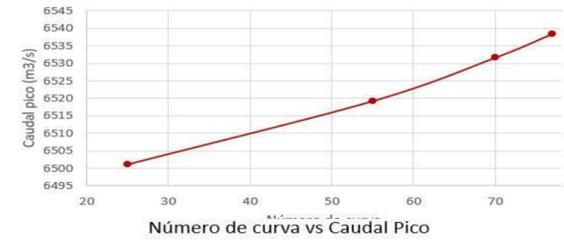


Figura 5. Número de curva vs Caudal pico para el método de transformación SCS Unit Hydrograph. Elaboración propia

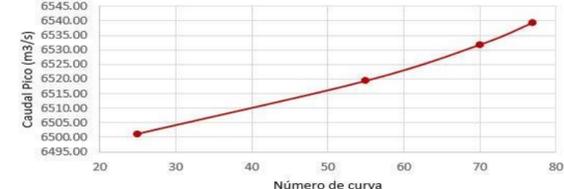


Figura 6. Número de curva vs Caudal pico para el método de transformación Snyder Unit Hydrograph. Elaboración propia



Figura 7. Variación del tiempo de cálculo vs Caudal pico para el método de transformación SCS Unit Hydrograph. Elaboración propia

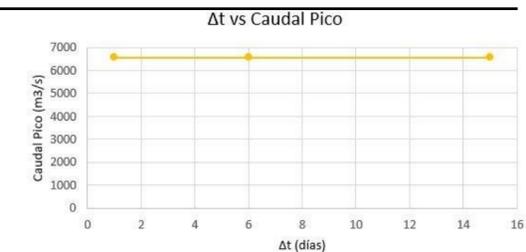


Figura 8. Variación del tiempo de cálculo vs Caudal pico para el método de transformación Snyder Unit Hydrograph. Elaboración propia

- A medida que el tiempo de retardo aumenta, el caudal pico disminuye tanto para el método de transformación SCS como para Snyder (Figura 1 y 2).
- A medida que el incremento del tiempo de control de salida aumenta, el caudal pico disminuye para el método de SCS (Figura 3 y 4).
- La curva incremento de tiempo vs caudal pico para el método Snyder presenta un comportamiento exponencial en un tiempo 1 a 20 minutos, a partir de ese momento presenta un comportamiento parabólico (Figura 4).
- A medida que aumenta el número de curva, el caudal pico aumenta a razón exponencial (Figura 5 y 6).
- Los tiempos cortos de cálculo que realiza el software HEC-HMS no permite que se pueda visualizar el movimiento de los caudales picos (Figura 9 y 10).
- Sea cual fuese el tiempo de cálculo, el caudal pico se mantiene constante (Figura 7 y 8).

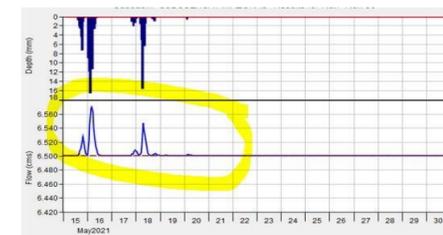


Figura 9. Flujo vs Caudal pico para una variación del tiempo de control de 15 días con el método de transformación SCS Unit Hydrograph. Elaboración propia

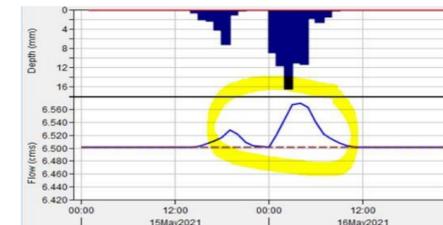


Figura 10. Flujo vs Caudal pico para una variación del tiempo de control de 1 día con el método de transformación SCS Unit Hydrograph. Elaboración propia

## 6. CONCLUSIONES

- El número de curva es directamente proporcional al caudal pico para los dos métodos de transformación empleada en el HEC-HMS.
- El incremento del tiempo de control es inversamente proporcional al caudal pico para el método SCS Unit Hydrograph, mientras que para el método Snyder Unit Hydrograph tiene un comportamiento inversamente proporcional al caudal pico hasta que tome el valor de 20 minutos, a partir de ese momento tiene un comportamiento parabólico.
- El tiempo de retardo para ambos métodos de transformación es inversamente proporcional al caudal pico.
- A menores variaciones de tiempo de control, el caudal pico no se mueve a comparación de cuando el intervalo de tiempo de control es mayor.

## 7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

