



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

La Universidad Católica De Loja

ÁREA TÉCNICA

TITULACIÓN INGENIERO CIVIL

“Generación de información base y estudios de relaciones lluvia-escorrentía en la micro-cuenca El Limón- Zamora Chinchipe”

TRABAJO DE FIN DE TITULACIÓN

AUTOR: Silva Castro, Karen Katherine

DIRECTOR: Oñate Valdivieso, Fernando Rodrigo, PhD.

LOJA – ECUADOR

2014

APROBACIÓN DEL DIRECTOR DEL TRABAJO DE FIN DE TITULACIÓN

Doctor

Fernando Rodrigo Oñate Valdivieso

Docente de la Escuela de Ingeniería Civil de la Universidad Técnica Particular de Loja.

De mis consideraciones:

El presente trabajo de fin de titulación: **“Generación de información base y estudios de relaciones lluvia- escorrentía en la micro-cuenca El Limón - Zamora Chinchipe”**, realizado por Karen Katherine Silva Castro, ha sido orientado y revisado durante su ejecución, por cuanto se aprueba la presentación del mismo.

Loja, septiembre de 2014

PhD. Fernando Oñate Valdivieso

DIRECTOR DE TESIS

DECLARACIÓN DE AUTORIA Y CESIÓN DE DERECHOS

Yo, Karen Katherine Silva Castro declaro ser autora del presente trabajo de fin de titulación: **“Generación de información base y estudios de relaciones lluvia-escorrentía en la micro-cuenca El Limón - Zamora Chinchipe”**, de la Titulación de Ingeniero Civil, siendo Fernando Rodrigo Oñate Valdivieso director del presente trabajo; y eximo expresamente a la Universidad Técnica Particular de Loja y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales. Además certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

Adicionalmente declaro conocer y aceptar la disposición del Art. 67 del Estatuto Orgánico de la Universidad Técnica Particular de Loja que en su parte pertinente textual dice: “Forman parte del patrimonio de la Universidad la propiedad intelectual de investigaciones, trabajos científicos o técnicos y tesis de grado que se realicen a través, o con el apoyo financiero, académico o institucional (operativo) de la Universidad”.

F:

Autor: Karen Katherine Silva Castro

Cédula: 1104104466

DEDICATORIA

Dedico el presente trabajo a Dios, porque me ha llenado de bendiciones y sabiduría para poder alcanzar esta meta tan anhelada; a mis padres quienes han sido los cimientos en mi formación.

A mis hermanas, cuñados y sobrinos que me han brindado su compañía, apoyándome e incentivándome para seguir adelante.

A mi enamorado y a todos mis amigos que gracias a sus palabras de apoyo y a su amistad incuestionable, nunca me ha faltado alguien con quien cruzar los largos caminos de la vida.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a la Escuela de Ingeniería Civil, por haberme dado la oportunidad y el apoyo de haber podido realizar mis estudios en tan prestigiosa Escuela. Igualmente a la Universidad Técnica Particular de Loja que dentro de sus instalaciones siempre me sentí como en casa.

Agradezco a los catedráticos de la Universidad Técnica Particular de Loja, por toda la motivación que me han brindado durante estos años para seguir en el camino de la Ingeniería Civil. Más que docentes han sido amigos y un apoyo importante tanto en lo profesional como en lo personal. Le agradezco profundamente cada uno de sus sabios consejos, pues todos ellos me han llevado a obtener importantes logros en muchos aspectos de mi vida.

Mi más profundo agradecimiento al PhD. Fernando Oñate catedrático de la institución, a quien agradezco sus importantes conocimientos, experiencia y apoyo entregado, así como el tiempo dedicado para materializar este trabajo.

Por último agradezco a Dios y a mis Padres por haberme dado todo su amor, el valor, la paciencia y su apoyo incondicional que me incentivaron día a día a trabajar en esta tesis.

ÍNDICE

Caratula	I
Aprobación del Director del Trabajo de Titulación	II
Cesión de Derechos en Tesis de Grado	III
Dedicatoria	IV
Agradecimientos	V
Resumen	1
Abstract	2
Descripción General del Proyecto	3
1.1 Introducción	4
1.2 Alcance	6
1.3 Objetivos	6
1.4 Objetivo General	6
1.5 Objetivos Específicos	6
Materiales y Métodos	7
2.1 Micro-cuenca El Limón	8
2.1.1 Ubicación Geográfica	8
2.1.2 Caracterización Morfométrica	9
2.1.3 Cobertura Vegetal	10
2.1.4 Caracterización de Suelo	10
2.2 Estudios Realizados	11
2.2.1 Curva de Descarga	11
2.2.1.1 Estación Automática de Aforo	12
2.2.1.2 Aforo Mediante El Método del Molinete	13
2.2.1.3 Determinación de la Curva de Descarga	15

2.2.1.4 Validación de la Curva de Descarga	17
2.2.2 Estaciones Pluviométricas	18
2.2.3 Curvas Isoyetas	19
2.2.4 Poligonos de Thiessen	19
2.2.5 Capacidad de Infiltración Media	21
2.2.6 Coeficiente de Escurrimiento	23
2.2.7 Estimación del Número de la Curva de Escurrimiento	23
2.2.8 Hidrogramas Unitarios	28
2.2.9 Tránsito de Avenidas	32
Análisis y Resultados	34
3.1 Curva de Descarga	35
3.2 Validación de la Curva de Descarga	36
3.3 Índices de Infiltración ϕ	38
3.4 Coeficiente de Escorrentía	39
3.5 Estimación del Número de la Curva de Escorrentía	40
3.6 Hidrogramas Unitarios	42
3.7 Método de Muskingum Cunge	44
Conclusiones	45
Recomendaciones	47
Bibliografía	48
Anexos	52
Anexo 1	52
Anexo 2	53
Anexo 3	54
Anexo 4	56

Anexo 5	57
Anexo 6	82
Anexo 7	96

RESUMEN

El presente proyecto de investigación, se centra en la generación de información base y estudios de relación lluvia- escorrentía en la micro-cuenca “El Limón” con el fin de que sirva como plataforma para la aplicación de proyectos posteriores.

De dicha micro-cuenca, se obtuvo datos importantes como área, pendiente hidráulica, radio hidráulico, caudal, velocidad; realizando aforos con molinete para determinar el caudal, además se utilizó topografía del sitio para identificar tipos de suelo, coberturas vegetal determinando así el número de la curva, se tomó en cuenta la ubicación de las estaciones pluviométricas en la cuenca para determinación de los polígonos de Thiessen.

A partir de los caudales obtenidos de los pluviómetros se llevó a cabo los cálculos de lluvia escorrentía, se realizó los hidrogramas unitarios para nueve tormentas ocurridas en la Cuenca el Limón; tomando en cuenta los datos tomados por los caudalímetros ubicados en dicha cuenca y se determinaron parámetros para el tránsito hidrológico de avenidas mediante el método de Muskingum Cunge para evaluación de la misma.

PALABRAS CLAVES: Aforos con molinete, polígonos de Thiessen, hidrogramas unitarios

ABSTRACT

The research project focuses on the generation of information and studies based rainfall-runoff relationship at the micro-watershed El Limón in order to serve as a platform for the implementation of subsequent projects.

In this micro-watershed was obtained important data such as area, hydraulic slope, hydraulic radius, flow rate; was performing appraisals with pinwheel to determine the flow, and topography of the site was used to identify soil types, vegetation coverage and determining the number of the curve, we took into account the location of meteorological stations in the watershed to determine the Thiessen polygons.

From the flow obtained from the gauges was carried out calculations of rain runoff, unit hydrographs for nine storms in the Limón Basin was performed; taking into account the data taken by the flow meters located in the basin and hydrological parameters for Routing is determined by the Muskingum Cunge method for evaluation of it.

KEYWORDS: Gauging with pinwheel, Thiessen polygons, unit hydrographs

DESCRIPCIÓN GENERAL DEL PROYECTO

1.1 Introducción

La implementación de proyectos de ingeniería civil que permitan conocer los datos hidrológicos del sector es elemental para controlar de manera seria y responsable las afecciones que puede llegar a tener los mismos, debido al comportamiento del agua en la Tierra. La misma que obedece a leyes físicas que permiten evidenciar un balance entre la precipitación, evaporación y escorrentía superficial.

La erosión de los suelos provocados por las lluvias, los volúmenes de agua que se acumulan para el uso humano, la cuantificación de los caudales mínimos en épocas de estiaje y la cuantificación de las crecidas de los ríos, son algunos datos que se pueden obtener a partir del estudio de cuencas. Datos necesarios para un correcto cálculo y análisis de proyectos.

Por lo anterior, se realiza este tema investigativo con el fin de conocer el comportamiento hidrológico de la micro-cuenca El Limón. Se debe recalcar que la Universidad Técnica Particular de Loja tiene actualmente un convenio con el I. Municipio de Zamora Chinchipe el cual permite utilizar la micro-cuenca El Limón con fines de investigación. Es importante denotar que a partir de esta micro-cuenca se obtiene el agua para la ciudad de Zamora y por lo que el conocimiento de la misma es especialmente relevante.

En el presente proyecto se analizó diferentes aspectos para esta micro-cuenca entre estos tenemos:

- **Curva de descarga.**- La curva de calibración es obtenida generalmente en base a la información de campo adquirida con el correntómetro para finalmente determinar el caudal o descarga que discurre en una estación de aforo en un tiempo, y para una altura de escala determinada.
- **Información pluviométrica.**- Una estación pluviométrica es la estación principal encargada de medir la lluvia. La finalidad principal de una estación pluviométrica es la elaboración de la climatología de la zona en que se encuentra. En la cuenca existen 3 estaciones que registran información pluviométrica empleando esta información se caracterizó la precipitación total anual sobre la cuenca, mediante curvas isoyetas

- **Polígonos de Thiessen.-** Los polígonos de Thiessen permiten calcular la precipitación media sobre un área determinada mediante una ponderación basada en el área de influencia de la estación que la registra.
- **Capacidad de infiltración media.-** Es la velocidad máxima con la que el agua penetra en el suelo. La capacidad de infiltración depende de muchos factores; un suelo desagregado y permeable tendrá una capacidad de infiltración mayor que un suelo arcilloso y compacto.
- **Coeficiente de Escurrimiento.-** Es la relación entre la lámina de agua precipitada sobre una superficie y la lámina de agua que escurre superficialmente.
- **Número de la Curva.-** Se desarrolló para calcular las abstracciones de una tormenta, las cuales incluyen la intercepción, la detención superficial y la infiltración propiamente dicha.
- **Hidrogramas Unitarios.-** Curva básica de respuesta a una unidad de precipitación que describe la forma en que una cuenca devuelve un ingreso de lluvia distribuido en el tiempo. Se basa en el principio de que dicha relación entrada-salida es lineal, es decir, que pueden sumarse linealmente.(Villón Béjar,2004)
- **Tránsito de Avenidas.-** Se base en algunos conceptos básicos que nos permiten calcular la cantidad de agua transportada por un río. Si adoptamos un enfoque hidrológico solo necesitamos saber el cambio en el volumen de agua que entra y sale en un tramo de un río.(Villón Béjar, 2004)

1.2 Alcance

El presente trabajo investigativo, busca generar información base y estudiar las relaciones lluvia- escorrentía en la micro-cuenca El Limón – Zamora Chinchipe, por lo cual se recopilará información base del sitio, en donde se investigará la información del tipo de suelo y se analizará los datos de precipitación, caudal, realizando relaciones lluvia- escorrentía.

A partir de los datos investigados se obtendrá el número de la curva, hidrogramas unitarios, tiempos de concentración, etc. Esto nos va a permitir tener un conocimiento hidrológico de la cuenca.

1.3 Objetivos

1.4 Objetivo general

- Generar información base y estudiar las relaciones lluvia- escorrentía en la micro-cuenca “ El Limón” – Zamora Chinchipe

1.5 Objetivos específicos

- Recopilar información de línea base
- Calibrar la sección de aforo en la cuenca El Limón- Zamora Chinchipe.
- Establecer características de la cuenca y encontrar parámetros como área hidráulica, pendiente, caudal máximo, topografía, velocidad, profundidad de la corriente.
- Realizar estudios lluvia- escorrentía en la micro-cuenca y obtener parámetros representativos.

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Microcuenca El Limón

2.1.1 Ubicación Geográfica

La micro-cuenca se encuentra ubicada al sureste de la ciudad en la parroquia El Limón, cantón Zamora, provincia de Zamora Chinchipe. Se limita al norte con la micro-cuenca Chorrillos, al sur, este y oeste con el Parque Nacional Podocarpus. Esta micro-cuenca es la que provee de agua a la ciudad de Zamora.

La micro-cuenca el Limón consta de un área total de 1019 hectáreas, la diversidad de vegetación incluye bosques de chaparro, bosques naturales, bosques secundarios, matorrales, pastizales. Cuenta con un clima subtropical, templado-húmedo, con una precipitación que oscila entre 1 800 – 2 200 mm/año y una temperatura media anual de 20 °C (Cisneros R. 2005)

La topografía del área es muy irregular; en su mayoría existen pendientes con promedio del 70 %, especialmente el lado que comprende el límite con El Parque Nacional Podocarpus. (Cisneros R. 2005)

El sitio más alto de la micro-cuenca hidrográfica está en la cota aproximada de 2 680 m s.n.m., mientras que la cota más baja está a 900 m s.n.m. y se encuentra en la Zona 17 S proyección Transversa de Mercator, ubicada en las siguientes coordenadas planas:

Latitud: 9´591 200 a 9´547 007 W

Longitud: 721 300 a 721 800 S

Debido a la orientación y diferencias altitudinales de la micro-cuenca, en el área se generan pequeñas variaciones micro-climáticas respecto a la ciudad de Zamora.

2.1.2 Caracterización Morfométrica

El área de estudio según el Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras citado por Escobar (2001) por la superficie que posee se clasifica como una microcuenca. (Coronel y Jaramillo, 2005)

Tabla 1: Caracterización morfométrica de la micro- cuenca el Limón

PÁRAMETRO	UNIDAD	RESULTADO	INTERPRETACIÓN
MORFOLOGÍA DE LA MICROCUENCA			
Área	km ²	10.19	Cuenca pequeña
Perímetro	km	15.3	
Longitud axial	km	6.27	
Ancho promedio	km	1.26	
Factor de forma		0.25	Microcuenca alargada, poco peligro de crecidas
Coefficiente de compacidad		1.34	Oval redonda a oval oblonga (ovalada)
Índice simétrico		7.3	Microcuenca asimétrica
FISIOGRAFÍA			
Mediana de altitud	m s.n.m.	1 592	
Altura media	m s.n.m.	880	
Altitud media	m s.n.m.	1676.3	
Pendiente media	%	62.4	
Orientación		Este-Oeste	
Coefficiente de masividad	Km/km ²	0.086	
Coefficiente orográfico	m	75.68	Relieve accidentado
MORFOLOGÍA DE DRENAJE			
Clasificación de corrientes		Corriente perenne	Transporta agua todo el año y siempre están alimentadas totalmente
Orden de corrientes		Orden 3	
Densidad de drenaje	Km/Km ²	1.78	Se trata de una microcuenca mal drenada

Fuente: Coronel y Jaramillo 2005

2.1.3 Cobertura Vegetal

En base a la clasificación ecológica de Holdridge (1967) la microcuenca El Limón corresponde a la zona de vida bosque húmedo Premontano (bh-PM). (Coronel y Jaramillo, 2005)

La microcuenca “El Limón” consta de un área 1019 ha, la superficie total de la cuenca se encuentra cubierta por diferentes tipos de vegetación en un 98.77%. Los tipos de vegetación son: bosque alto maduro con 36.79 % (374.944 ha). El bosque alto secundario corresponde al 31.71 % (323.195 ha). El bosque achaparrado ocupa el 5.42 % del total del área (55.259 ha) El complejo pastizal-bosque representa el 7.60 % (77.502 ha). La comúnmente denominada luzara ocupa 19.122 ha (1.87 %) Finalmente los pastizales ocupan el 15.38 % de la cobertura, es decir 156.731 ha. En la parte más baja de la microcuenca se encuentra la zona urbana con 12.524ha que corresponde 1.22 % donde se encuentra el barrio El Limón. (Coronel y Jaramillo, 2005)

En el Anexo 1 se presenta el plano de cobertura vegetal de la micro-cuenca

2.1.4 Caracterización de Suelo

El suelo presente en la cuenca es una sola capa, identificada como horizonte Ap (horizonte arado) que es un suelo más superficial y en él enraíza la vegetación herbácea con un color generalmente oscuro por la abundancia de materia orgánica descompuesta o humus elaborado de fragmentos de tamaño fino y de compuestos solubles, en el fondo se encuentra una capa de arena y grava. Además se identifica con un suelo de Tipo C que está constituido por un 50% de contenido en limos y arcillas. Valarezo et al (1998).

En el Anexo 2 se observa el plano de aptitud de suelo de la micro-cuenca en la que se indican las siguientes zonas: 1) zona de conservación donde la vegetación se encuentra intacta, 2) zona de recuperación y conservación la cual ha sido ligeramente talada y reforestada con fines de conservación, 3) zona de recuperación en donde actualmente se está reforestando ya que ha sido gravemente talada y 4) zona de concienciación la cual

hace referencia a la zona poblada del Limón, en donde se realizan actividades de concienciación sobre la conservación de la micro-cuenca.

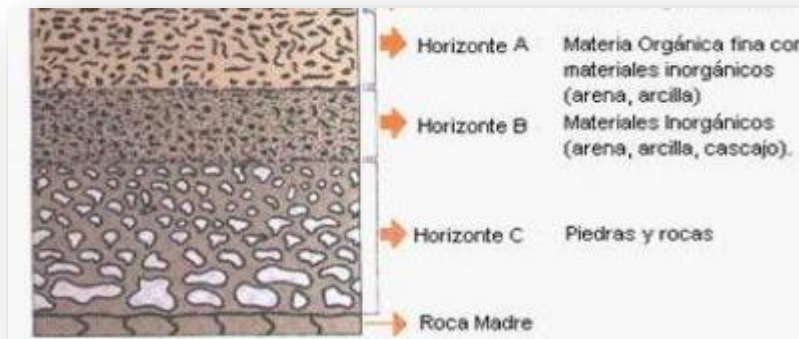


Figura 1. Descripción de los tipos de horizonte del suelo, señalando que para esta cuenca el tipo de horizonte es el A

Fuente: Rocas y minerales, 2010

2.2 Estudios Realizados

2.2.1 Curva de Descarga

Para llegar a conocer los recursos hidráulicos de una cuenca es necesario averiguar el caudal, diariamente, a la misma hora, y durante el mayor número posible de años. Así es como se llega a conocer el régimen de los ríos. Estableciendo estaciones de aforo. (Chereque Morán, 2013)

“Aforar significa medir caudales. Los términos caudal, gasto y descarga son sinónimos” (Chereque Morán, 2013)

La curva de descarga es la relación que existe entre los calados de agua obtenidos de los aforos y sus respectivos caudales. En la microcuenca El Limón se cuenta con una estación automática de aforo la que se describe a continuación:

2.2.1.1 Estación Automática de Aforo

En la micro-cuenca El Limón existe una estación automática de aforo para la medición diaria y horaria de los niveles que alcanza el espejo del agua, ubicada a unos 5 metros aguas arriba de la captación del sistema de agua potable de la ciudad de Zamora en las coordenadas UTMX 725162, UTMY 9549904, UTMZ 1141.

El recolector de datos Thalimedes por flotador permite medir el nivel de las aguas subterráneas y superficiales.



Figura 2: Recolector de datos Thalimedes

Fuente: Elaboración propia

El codificador angular OTT Thalimedes sirve para la medición continua y el almacenamiento de datos de niveles de aguas subterráneas y aguas superficiales.

La combinación con limnógrafos mecánicos convencionales es fácil de realizar y no depende de las peculiaridades de instalaciones existentes.

Con la digitalización de los resultados en el lugar propio se puede reducir el tiempo invertido, además se minimizan errores eventuales debidos a la lectura o transferencia manual de datos. El codificador angular a partir de las alteraciones del nivel de agua mueven la rueda de flotador de funcionamiento suave por medio del flotador propio y su cable. La posición de la rueda de flotador se transforma en una señal electrónica que se transmite al recolector de datos integrado por medio de una línea de transmisión de datos y ahí se almacena en intervalos de ajuste previo. A través del interfaz RS-232 o IrDA los valores almacenados están dispuestos para el procesamiento posterior.

Para la presente tesis se utilizó información de niveles recopilados en la estación de aforo registrados entre el 27/08/2012 al 06/06/2013. Para poder determinar los caudales se realizaron aforos con molinete para calcular la correspondiente curva de descarga que relacione niveles con caudales.

2.2.1.2 Aforo Mediante el Método del Molinete

Este método se lo aplicó con el fin de obtener los caudales del río en estudio, empleando el correntómetro o molinete de eje vertical.

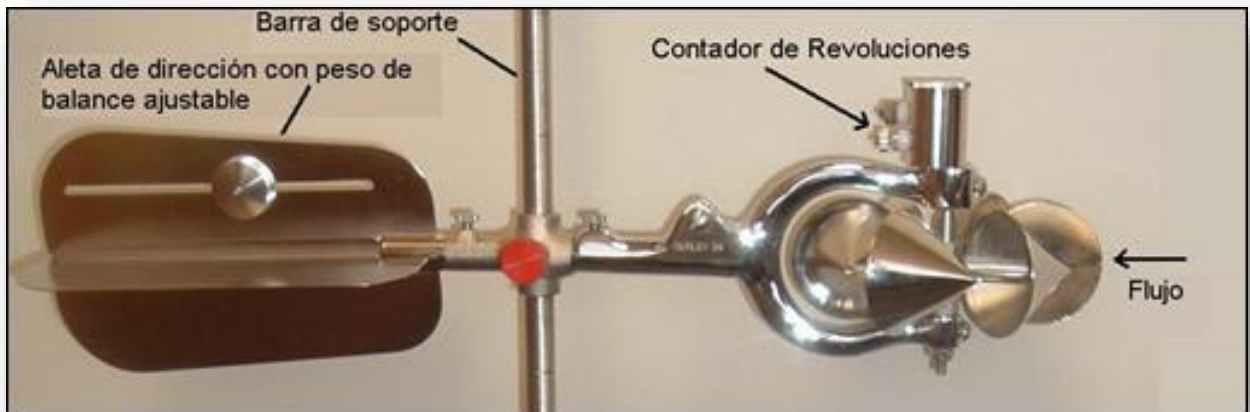


Figura 3. Molinete de eje vertical

Fuente: Elaboración propia

Los molinetes miden la velocidad por medio de un órgano móvil que detecta la velocidad de la corriente y transmite las indicaciones de un interruptor encargado de cerrar un circuito eléctrico, cuando ha dado un cierto número de vueltas sobre un contador o contómetro. (Villón Bejar, 2004)

La sección escogida para realizar los aforos se ubicó a 1.5m aguas arriba de la estación automática de aforo Thalimides, se dividió en secciones de 1m de ancho y se realizó las lecturas en cada franja a 3 diferentes profundidades dependiendo de la cantidad de agua del río.

A partir de estas lecturas se pudo obtener las velocidades en base a las ecuaciones del molinete y se calculó el caudal del río



Figura 4: Aplicación del método de aforo con molinete

Fuente: Elaboración propia

Las ecuaciones de velocidad del molinete son las siguientes:

$$\frac{Rev}{tiempo} \times 2.180 + 0.020 \times 0.3048 < 40 Rev. \quad [1]$$

$$\frac{Rev}{Tiempo} \times 2.170 + 0.030 \times 0.3048 > 40 Rev \quad [2]$$

La velocidad media en cada vertical se obtiene realizando un promedio de las observaciones, la velocidad media entre dos verticales se calcula como:

$$V = \frac{V1+V2}{2} \quad [3]$$

La profundidad media se obtiene a partir de un promedio de las mismas, siendo así su fórmula:

$$P = \frac{P1+P2}{2} \quad [4]$$

El caudal parcial se obtiene a partir de:

$$Qp = V * P * A \quad [5]$$

Siendo:

V - velocidad media

P – profundidad media

A – ancho de cada sección

Entre el 27/06/2012 al 20/09/2013 se realizaron 41 aforos con molinete, los 3 primeros meses se efectuó dos aforos por semana, luego se realizó 1 aforo por semana, los mismos que me permitirán definir de una manera más correcta la curva de descarga.

Cabe denotar que para la aplicación de este método se compararon los valores medidos a partir de los aforos con los valores calculados a partir de la ecuación de caudal obtenida.

2.2.1.3 Determinación de la Curva de Descarga

La curva de descarga se asemeja a una curva parabólica de orden superior con ecuación (Oñate, 2007):

$$Q = a * (h - h_0)^n \quad [6]$$

Donde h_0 es el valor de h para el $Q=0$ y a es el valor de Q para $h-h_0=1$

Aplicando logaritmos a la ecuación anterior:

$$\text{Log } Q = \text{Log } a + n * \text{Log } (h - h_0) \quad [7]$$

La ecuación corresponde a una recta en la que el valor de n representa el coeficiente angular.

Se aplica el criterio de mínimos cuadrados para ajustar la curva de descarga, la misma que minimiza las distancias cuadráticas de los puntos con la línea, que tiene la forma de la ecuación de la recta:

$$Y = \alpha + \beta * X \quad [8]$$

Dónde:

Y= Log Q

α = Log a

β = n

X= Log (h-h₀)

Los coeficientes α y β se pueden obtener a partir de las ecuaciones siguientes:

$$\alpha = \frac{[(\sum Y) * (\sum X^2)] - [(\sum X) * (\sum X * Y)]}{[N * (\sum X^2)] - [\sum X]^2} \quad [9]$$

$$\beta = \frac{[N * (\sum X * Y)] - [(\sum X) * \sum(Y)]}{[N * (\sum X^2)] - [\sum X]^2} \quad [10]$$

donde n es el número de datos existentes

$$r = \frac{[N * (\sum X * Y)] - [(\sum X) * (\sum Y)]}{\{[N * (\sum X^2) - (\sum X)^2] * [N * (\sum Y^2) - (\sum Y)^2]\}^{0.50}} \quad [11]$$

El valor más alto de r será el que defina la ecuación de la curva de descarga.

La curva de descarga utilizada en la presente investigación se determinó en dos fases, la primera empleando 31 de los datos y utilizando los 10 restantes para validación de la ecuación obtenida. En una segunda fase, luego de validado el proceso de cálculo de la curva de descarga, se emplearon los 41 registros disponibles. Esta ecuación es la que se utilizó en el presente proyecto para los cálculos posteriores

2.2.1.4 Validación de la Curva de Descarga

Utilizando los 10 registros de aforos finales y sus correspondientes alturas medidas con el Thalimides se realizó la validación de la curva de descarga calculando los parámetros descritos a continuación, para comprobar el ajuste de variables observadas y calculadas (Oñate, 2007)

- **Coefficiente de correlación (R^2).**- es una medida relativa que indica el grado de ajuste a una línea recta entre los datos observados y simulados.

Un valor de $R^2=1$ nos indica una tendencia lineal perfecta entre los datos pero no significa necesariamente que ésta sea de 1:1. Es adimensional y se calcula mediante la expresión:

$$R^2 = \left[\frac{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (Q_o(i) - \bar{Q}_o)(Q_c(i) - \bar{Q}_c)}{\sigma_o \sigma_c} \right]^2 \quad [12]$$

Dónde:

$Q_o(i)$ - Caudal observado

$Q_c(i)$ - Caudal calculado

- **Coefficiente de eficiencia de Nash & Sutcliffe (EF):** Permite verificar el grado de relación 1:1 de los datos en análisis (Nash y Sutcliffe, 1970). Se puede obtener valores menores o iguales a 1, valores de 1 indican un ajuste perfecto. Un valor de **EF=0** indica que la predicción es tan precisa como la medida del modelo. Un valor de **EF<0** es señal de que la medida es un mejor predictor que el modelo. En términos generales, un valor entre 0.1 y 0.7 se puede considerar como estadísticamente adecuado. (Oñate, 2007)

$$EF = 1 - \frac{\sum_{i=1}^N (Q_o(i) - Q_c(i))^2}{\sum_{i=1}^N (Q_o(i) - \overline{Q_c(i)})^2} \quad [13]$$

- **Error cuadrático medio (RMSE):** Permite comparar el ajuste entre los datos observados en campo y los calculados. Las unidades son las mismas de los datos observados. Valores de RMSE iguales a 0 son óptimos ya que los errores no existirían y la relación sería perfecta. Pueden darse cualquier valor positivo. (Oñate, 2007)

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (Q_o(i) - Q_c(i))^2}{N}} \quad [14]$$

2.2.2 Estaciones Pluviométricas

La cuenca en estudio cuenta con dos estaciones pluviométricas en la parte superior de la cuenca y una estación meteorológica junto a la captación, las cuales toman lecturas cada hora.

El pluviómetro consiste en un recipiente cilíndrico de lámina, de aproximadamente 20cm de diámetro y 60cm de alto. La tapa del cilindro es un embudo receptor, el cual se comunica con una probeta de sección diez veces menor que el de la tapa. Esto permite medir la altura de la lluvia en la probeta con una aproximación hasta décimos de milímetros, ya que cada centímetro medido en la probeta corresponde a un milímetro de altura de lluvia; para medirla se saca la probeta y se introduce una regla graduada, con la cual se toma la lectura. (Villón Bejar, 2004).

Las estaciones automáticas poseen capacidad de consulta y parametrización remota, encontrándose conectadas a un ordenador central equipado con un sistema automático de adquisición y proceso de datos, exportándose posteriormente a la aplicación que gestiona estos datos para su validación y archivo. (Hispagua, 2014)

2.2.3 Curvas Isoyetas

Son curvas que unen puntos, en un plano cartográfico, que presentan la misma precipitación en la unidad de tiempo considerada. El lugar geométrico de los puntos de igual pluviosidad en un período determinado de tiempo. Se mide en milímetros de altura (Alca Campos, 2014)

Es el método más preciso. Se utiliza curvas de igual precipitación. El trazado de esas curvas es semejante al de las curvas de nivel, en donde la altura del agua precipitada sustituye la cota del terreno. Se debe considerar los efectos orográficos de la hoya, de modo que el mapa final represente un modelo de precipitación más real que si hubiera sido obtenido sin tener en cuenta dichos efectos. (Monsalve Sáenz, 1999)

En el Anexo 3 se presenta el plano de curvas isoyetas.

2.2.4 Poligonos de Thiessen

Este método se lo utilizó para obtener la precipitación media ponderada de las estaciones pluviométricas los mismos que fueron ordenaron por fechas y horas.

Para la aplicación de este proceso se ubicó en el plano topográfico de la cuenca las coordenadas exactas de las estaciones pluviométricas, las mismas se presentan a continuación:

Tabla 2: Coordenadas de pluviómetros y estación meteorológica

COORDENADAS		DESCRIPCIÓN
NORTE	ESTE	
9548906.3996	723840.0036	PLUVIÓMETRO 1
9549241.4051	724842.0131	PLUVIÓMETRO 2
9550067.2012	725148.6054	ESTACION METEOROLÓGICA

Fuente: Elaboración propia

Se unió las tres estaciones formando triángulos, luego se trazó las mediatrices de los lados del triángulo formando polígonos. Se define el área de influencia para estación, conformada por los límites de la cuenca y los polígonos. Continuando con el proceso se calcula el área para cada estación y finalmente se realiza el cálculo de la precipitación media ponderada para toda la cuenca usando la siguiente ecuación:

$$P = \frac{P1*A1+P2*A2+P3*A3}{Acuenca} \quad [15]$$

Siendo:

P- precipitación ponderada

P1- precipitación de la estación 1

A1- área de la estación 1

P2- precipitación de la estación 2

A2- área de la estación 2

P3- precipitación de la estación 3

A3- área de la estación 3

Acuenca- área total de la cuenca

El plano de los polígonos de Thiessen se presenta en el Anexo 4

2.2.5 Capacidad de Infiltración Media

La secuencia triple: entrada de agua, circulación y almacenamiento de agua en el suelo, hacen que se presenten dificultades en la medida de la infiltración de agua en una cuenca determinada. (Oñate, 2003)

En este proyecto se realizó el método de Índices para estimar la Infiltración. Para este método se organizó los datos tomados por el Thalimides y con la ecuación calibrada se calculó caudales y se realizó 9 hidrogramas; con los datos de precipitación ponderada obtenidos del método de los polígonos de Thiessen se dibujó los histogramas de las tormentas correspondientes.

El índice ϕ se constituye como la intensidad media por encima de la cual todo lo precipitado se transforma en escorrentía superficial directa (ESD). El principio en que se basa el método es la separación en el hidrograma de la parte que corresponde a la escorrentía superficial directa (del llamado flujo base). (Oñate 2003)

Para separar el flujo base de la escorrentía superficial directa se traza una línea horizontal desde el punto en el que comienza a ascender el hidrograma hasta el punto que termina.

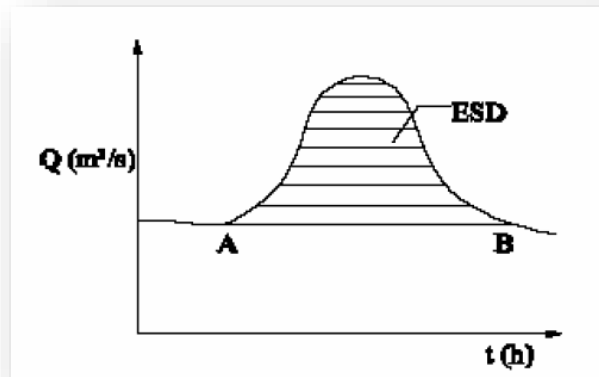


Figura 5: Separación del Flujo Base

Fuente: Oñate 2003

Una vez separado el flujo base, se calcula la lluvia en exceso efectiva (hpe) como el volumen de escurrimiento directo dividido entre el área de la cuenca

$$hpe = \frac{V_{ed}}{A_c} \quad [16]$$

A partir de este dato se obtiene el índice de infiltración ϕ . Trazando una línea horizontal en el histograma de la tormenta, sumando las alturas de precipitación que quedan por encima de la línea siendo estas igual a hpe. El índice de infiltración media será igual a la altura de precipitación correspondiente a la línea horizontal dividida entre el intervalo de tiempo que dure cada barra del histograma. (Oñate 2003)

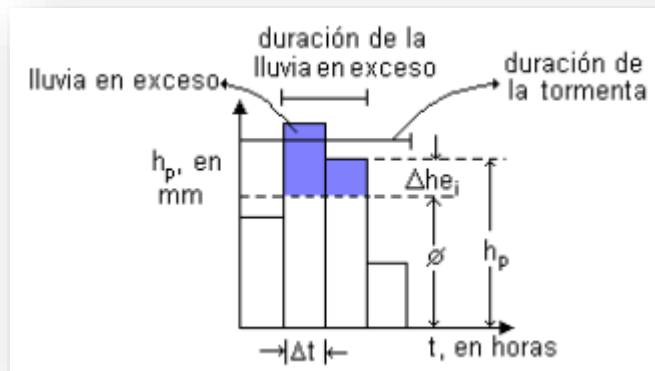


Figura 6: Índice de infiltración media

Fuente: Elaboración propia

Para obtener los índices de infiltración de la micro-cuenca el Limón se realizó los hidrogramas unitarios e histogramas correspondientes de varias tormentas, a partir de esto se obtuvo las precipitaciones efectivas y el índice de infiltración ϕ .

2.2.6 Coeficiente de Esgurrimiento o Esgorrentía

Es una relación entre la lámina de agua precipitada sobre una superficie y la lámina de agua que esgurre superficialmente, influyen también la impermeabilidad de los suelos, la densidad de la cubierta vegetal y la variación espacial de la lluvia

Es la relación que existe entre la precipitación efectiva y la precipitación total que se representa con la siguiente ecuación:

$$C = \frac{Pe}{Pt} \quad [17]$$

2.2.7 Estimación del Número de la Curva de Esgorrentia

El Soil Conservation Service, desarrolló un procedimiento para obtener la llamada precipitación eficaz o efectiva que produce esgorrentía superficial directa. (Oñate. 2003)

El método del número de la Curva se determinó mediante dos procedimientos:

- ✓ En función de los valores de precipitación efectiva y la precipitación total, calculados como se describe en el apartado 2.2.5, mediante aproximaciones sucesivas se determinó el valor del número de la curva que representa de manera óptima la relación entre ellas mediante la ecuación:

$$Pe = \frac{\left[P \frac{508}{NC} + 5.08 \right]^2}{P + \frac{2032}{NC} - 20.32} \quad [18]$$

Siendo:

Pe- precipitación efectiva

P- precipitación total

NC- Número de la curva

✓ Se determinó el número de la curva en base a tablas, este método depende de varios factores como:

- a) Uso del suelo
- b) Tratamiento superficial al que ha sido sometido
- c) Condición hidrológica del suelo: pobre, si los suelos están erosionado; buena, si los suelos estan protegidos con cobertura vegetal.
- d) Grupo hidrológico del suelo:
 - A: muy permeable
 - B: permeable
 - C: impermeable
 - D: muy impermeable
- e) Condición de Humedad Antecedente: relacionada con la cantidad de lluvia caida en la cuenca durante los 5 días precedentes (II_5). Se definen 3 grupos:

AMCI para suelos seco, (II_5) < 2.5cm

AMCII para suelos intermedios, 2.5cm < (II_5) < 5cm

AMCIII para suelos húmedos, (II_5) > 5cm (Oñate, 2003)

Las tablas para obtener el número de la curva de acuerdo a las condiciones de la cuenca son:

Tabla 3: Grupo Hidrológico del Suelo

Tipo de Suelo	Textura del Suelo
A	Arenas con poco limo y arcilla: Suelos muy permeables
B	Arenas finas y limos
C	Arenas muy finas, limos, suelos con alto contenido de arcillas
D	Arcillas en grandes cantidades: suelos poco profundos con subhorizontes de roca sana: suelos muy impermeables

Fuente: Oñate 2003

Cuando se tiene diferentes condiciones del de humedad para el suelo se puede ajustar a partir de esta tabla.

Tabla 4: Valores de CN para diferentes condiciones de humedad del suelo

CN AMC II	CN AMC I	CN AMC III
100	100	100
95	87	98
90	78	96
85	70	94
80	63	91
75	57	88
70	51	85
65	45	82
60	40	78
55	35	74
50	31	70
45	26	65
40	22	60
35	18	55
30	15	50

Fuente: Oñate 2003

Para determinar el CN de tierras agrícolas y cultivadas, además de otro tipo de tierras agrícolas.

Tabla 5: Valores de CN para uso de tierra, descripción y tipo de cobertura

Uso de la Tierra	COBERTURA		GRUPOS DE SUELOS			
	Tratamiento o Práctica	Condición Hidrológica	A	B	C	D
			Número de curva			
Rastrojo	Hileras rectas		77	86	91	94
Cultivos en hileras	Hileras rectas	Mala	71	81	88	91
		Buena	67	78	85	89
	Curvas de nivel	Mala	70	79	84	88
		Buena	65	75	82	86
	Curvas de nivel y terrazas	Mala	66	74	80	82
		Buena	62	71	78	81
Cultivos en hileras estrechas	Hileras rectas	Mala	65	76	84	88
		Buena	63	75	83	87
	Curvas de nivel	Mala	63	74	82	85
		Buena	61	73	81	84
	Curvas de nivel y terrazas	Mala	61	72	79	82
		Buena	59	70	78	81
Leguminosas en hileras estrechas o forraje en rotación	Hileras rectas	Mala	66	77	85	89
		Buena	58	72	81	85
	Curvas de nivel	Mala	64	75	83	85
		Buena	55	69	78	83
	Curvas de nivel y terrazas	Mala	63	73	80	83
		Buena	51	67	76	80
Pastos de pastoreo	Curvas de nivel	Mala	68	79	86	89
		Regular	49	69	79	84
		Buena	39	61	74	80
		Mala	47	67	81	88
		Regular	25	59	75	83
		Buena	6	35	70	79
Pastos de corte		Buena	30	58	71	78
Bosques		Mala	45	66	77	83
		Regular	36	60	73	79
		Buena	25	55	70	77
Patios			59	74	82	86
Camino de tierra			72	82	87	89
Pavimentos			74	84	90	92

Fuente: Monsalve 1999

Tabla 6: Valores de CN para uso de tierra, descripción y tipo de cobertura

Descripción y tipo de cobertura	Condición hidrológica	Número de curva para grupos de suelos hidrológicos			
		A	B	C	D
Pasto, forraje para pastoreo	Mala	68	79	86	89
	Regular	49	69	79	84
	Buena	39	61	74	80
Prados continuos, protegidos de pastoreo y generalmente segado para heno		30	59	71	78
Maleza mezclada con pasto de semilla, con la maleza como principal elemento	Mala	48	67	77	83
	Regular	35	56	70	77
	Buena	30	48	65	73
Combinación de bosques y pastos (huertas o granjas con árboles)	Mala	57	73	82	86
	Regular	43	65	76	82
	Buena	32	58	72	79
Bosques	Mala	45	66	77	83
	Regular	36	60	73	79
	Buena	30	55	70	77
Predios de granjas, construcciones, veredas, caminos y lotes circundantes		59	74	82	86

Fuente: Monsalve 1999

2.2.8 Hidrogramas Unitarios

Es un método utilizado para la determinación del caudal producido por una precipitación en una determinada cuenca hidrográfica. Si fuera posible que se produjeran dos lluvias idénticas sobre una cuenca hidrográfica cuyas condiciones antes de la precipitación también fueran idénticas, sería de esperarse que los hidrogramas correspondientes a las dos lluvias también fueran iguales. Esta es la base del concepto de hidrograma unitario. En la realidad es muy difícil que ocurran lluvias idénticas; estas pueden variar su duración; el volumen precipitado; su distribución espacial; su intensidad.

Para utilizar el método del hidrograma unitario, se contó con hidrogramas medidos a la salida de la cuenca, además de las precipitaciones tomadas por los pluviómetros.

Para obtener los hidrogramas unitarios se obtuvo los histogramas de precipitación de cada tormenta, además de los hidrogramas calculados a partir de los caudales obtenidos de la fórmula de la curva de descarga. Se calculó la altura de precipitación efectiva a partir de sacar el área bajo el hidrograma y mediante aproximaciones sucesivas se determinó el índice de infiltración ϕ , adoptándose para el efecto un valor de altura de precipitación que permita igualar la altura de precipitación sobre el índice ϕ con la altura obtenida de la razón área bajo el hidrograma y área de la cuenca.

Se obtuvo la precipitación total a partir de las sumas de las precipitaciones del histograma de cada tormenta, teniendo estos datos se obtuvo el coeficiente de escurrimiento dividiendo la precipitación efectiva para la precipitación total; por otra parte se obtuvo el número de la curva en base a tanteos empleando la fórmula de precipitación efectiva (18) tanteando el número de la curva de escurrimiento hasta obtener el valor de la precipitación efectiva igual al obtenido en el análisis del índice ϕ ; se debe recalcar que se determinó también el número de la curva a partir de tablas de acuerdo a las características de la micro-cuenca El Limón; a partir de esto se calculó los nueve hidrogramas unitarios de cada tormenta y se determinaron hidrogramas unitarios promedios de acuerdo a la duración efectiva de cada tormenta.

Para el cálculo del hidrograma unitario se realizó en base a las fórmulas que desarrolló Mokus (Oñate, 2003)

$$Qp = \frac{0.555 * A}{tp} \quad [19]$$

en dónde A es el área de la cuenca en km², tp es el tiempo pico en horas y qp es el caudal pico en m³/s/mm

Del análisis de varios hidrogramas Mokus concluye que el tiempo base y el tiempo pico tp se relacionan mediante la expresión:

$$tb = 2.67 * tp \quad [20]$$

A su vez el tiempo pico se expresa como:

$$tp = \frac{de}{2} + tr \quad [21]$$

Donde de es la duración en exceso y tr es el tiempo de retraso, el cual se estima mediante el tiempo de concentración tc como

$$tr = 0.6 * tc \quad [22]$$

Además la duración en exceso con la que se tiene mayor gasto pico, a falta de mejores datos, se puede calcular aproximadamente como

$$de = 2\sqrt{tc} \quad [23]$$

Para cuencas grandes o bien como de = tc para pequeñas. Todos los tiempos y la duración en exceso en las fórmulas anteriores están en horas.

➤ **Tiempo de Concentración**

El tiempo de concentración se define como el tiempo de viaje de una partícula de agua que recorre el trayecto hidráulicamente más largo hasta la salida de una cuenca, es decir, el tiempo en que comienza a llegar la precipitación de todos los puntos de la cuenca. A continuación se presentan varios métodos para estimar dicho parámetro

○ **Fórmula de Kirpich**

Desarrollada empíricamente para estimar el tiempo de concentración con información de siete cuencas rurales en Tennessee con canales bien definidos y pendientes empinadas (de 3% al 10%).

$$tc = \frac{0.000325 * L^{0.77}}{S^{0.385}} \quad [24]$$

Siendo:

tc: tiempo de concentración (m)

L: longitud máxima a la salida (m)

S: pendiente media del lecho (m/m)

○ **Fórmula de Giandotti**

$$tc = \frac{4\sqrt{A} + 1.5L}{25.3\sqrt{SL}} \quad [25]$$

Dónde:

tc- tiempo de concentración (h)

A- área de la cuenca (Km²)

L- longitud del cauce principal (Km)

S- pendiente media de la cuenca (m/m)

- **Fórmula de Passini**

$$tc = \frac{\beta(AL)^{\frac{1}{3}}}{J^{0.5}} \quad [26]$$

Dónde:

tc- tiempo de concentración (h)

J- pendiente media del cauce principal

A- área de la cuenca (km²)

L- longitud del cauce principal (km)

- **Fórmula Californiana Culvert Practice**

$$tc = 60 \left(\frac{11.9L^3}{H} \right) \quad [27]$$

Siendo:

tc- tiempo de concentración (h)

L- longitud del cauce principal (millas)

H- elevación media de la cuenca (pies)

- **Fórmula Californiana**

$$tc = 0.066 \left(\frac{L}{J^{\frac{1}{2}}} \right)^{0.77} \quad [28]$$

Siendo:

tc- tiempo de concentración (h)

L- longitud del cauce principal (km)

J- pendiente media del cauce (m/m)

- **Fórmula de Venturas- Heras**

$$tc = \alpha \frac{A^{0.5}}{J} \quad [29]$$

Siendo:

tc- tiempo de concentración (h)

A- área de la cuenca (km²)

J- pendiente media del cauce (m/m)

- **Fórmula de Temez**

$$tc = 0.3 \left(\frac{L}{J^{\frac{1}{4}}} \right)^{0.76} \quad [30]$$

tc- tiempo de concentración (h)

L- longitud principal del cauce (km)

J- pendiente media del cauce (m/m)

2.2.9 Tránsito de Avenidas

El tránsito de avenidas se basa en algunos conceptos básicos que nos permiten calcular la cantidad de agua transportada por un río.

Adoptando un enfoque hidrológico, solo se necesita saber el cambio en el volumen de agua que entra y sale de un tramo de río. Los métodos utilizados para tránsito de avenidas se describen a continuación.(Villón Bejár, 2004)

➤ Método de Muskingum Cunge

Este método es posiblemente el más utilizado en cálculos manuales por su sencillez al momento de usarlo.

Cunge combinó métodos hidráulicas con la simplicidad del método de Muskingum. Calculó las dos constantes utilizadas en el método de Muskingum, K y X, mediante parámetros hidráulicos del cauce. (Chow et al, 1994)

$$K = \frac{\Delta x}{c} \quad [31]$$

$$X = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{Q}{BS_o \Delta x} \right) \quad [32]$$

$$c = V * m \quad [33]$$

Δx - longitud del tramo del cauce considerado

c- celeridad

m- aproximadamente 5/3 para cauces naturales

So- pendiente media del cauce adimensional

Q- caudal

B- anchura del cauce

La correcta aplicación de este método requiere elegir correctamente el Δt y el Δx . Para ello se dividirá el tramo estudiado en subtramos, de modo que el caudal de salida de uno de ellos será el caudal de entrada del siguiente (US Army Corps of Engineers, 1994)

Para la aplicación de este método se obtuvo los datos hidráulicos del cauce en un tramo de una longitud de 103.47m se tomó las pendientes y a partir de esto se obtuvo el área hidráulica, radio hidráulico, velocidad media, caudal.

ANÁLISIS Y RESULTADOS

3.1 Curva de Descarga

A partir de los aforos semanales con molinete se obtuvo una ecuación que relaciona el caudal y la altura misma que toma el nombre de curva de descarga, como se puede observar en la Figura 7.

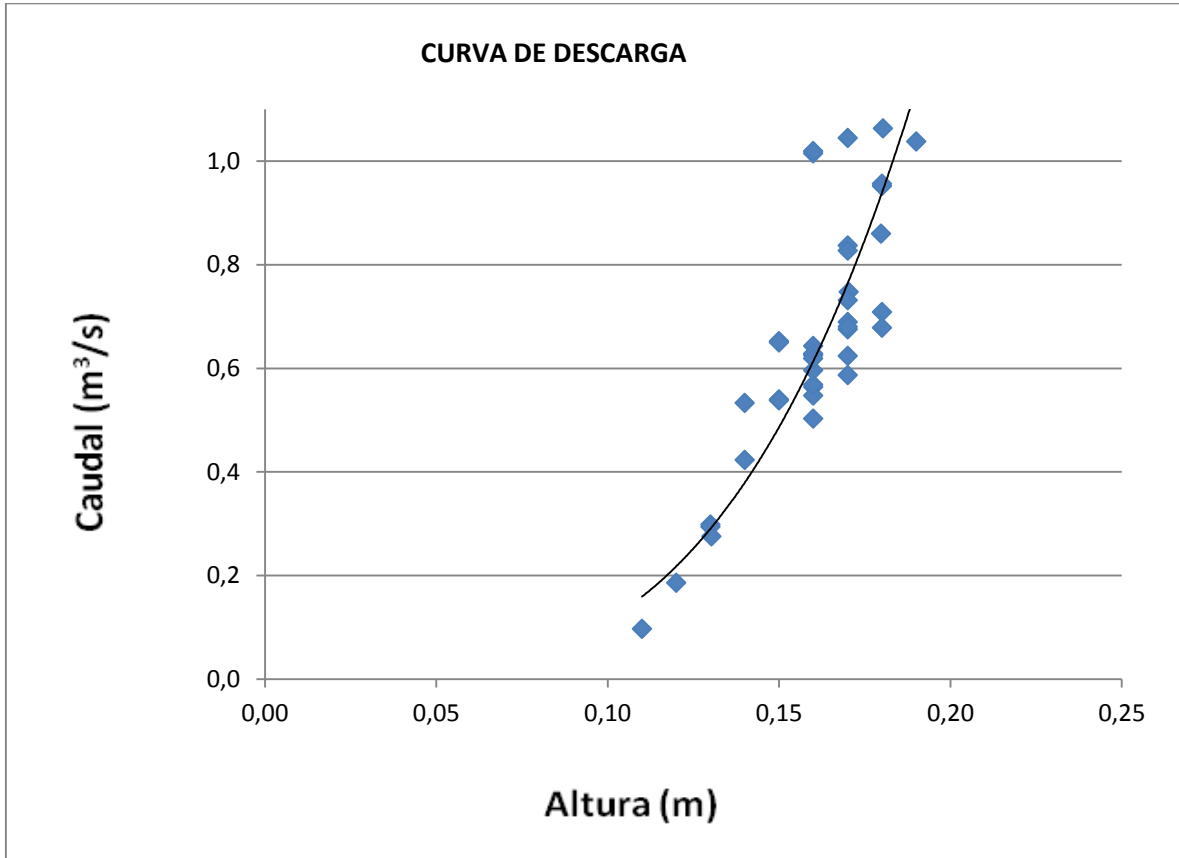


Figura 7: Curva de descarga

Fuente: Elaboración propia

En el Anexo 5 se encuentran las tablas de los cálculos realizados, a partir de los datos obtenidos en los aforos con molinete y la relación con su altura. Obteniendo la ecuación que relaciona el caudal con la altura medida en el thalimides.

$$Q = 452.2228 * h^{3.6024}$$

Donde:

Q- caudal en m³/s

H- altura Thalimides en m

3.2 Validación de la Curva de Descarga

Para la validación de la curva de descarga se utilizó los últimos 10 valores medidos con molinete y los calculados con la ecuación de la curva de descarga que fue obtenida a partir de los 31 valores medidos con el molinete.

La curva de descarga presentó los valores de los coeficientes de validación que se incluyen en la tabla 4.

Tabla 7: Valores obtenidos de las ecuaciones de curva de descarga y cálculo de los coeficientes de validación

COEFICIENTES DE VALIDACIÓN	
Coefficiente de Correlación	0.871
Coefficiente de Eficiencia de Nash& Sutcliffe	0.803
Error Cuadrático Medio	0.087

Fuente: Elaboración propia

A partir de la curva encontrada y de los indicadores de validación se puede notar que el coeficiente de correlación R^2 es de 0.871 que indica que aunque no tiene una tendencia lineal perfecta por no ser igual a 1, al estar cerca de 1 sugiere un coeficiente aceptable para el estudio.

El coeficiente de eficiencia de Nash & Sutcliffe (EF) que permite verificar el grado de relación 1:1 de los datos analizados es igual a 0.803, que al igual que el coeficiente anterior el valor de 1 muestra un ajuste perfecto, sin embargo si el valor es mayor que 0.7 se lo considera estadísticamente adecuado.

En la figura 8 se puede apreciar que los caudales calculados con la ecuación de la curva de descarga y los caudales medidos con el molinete

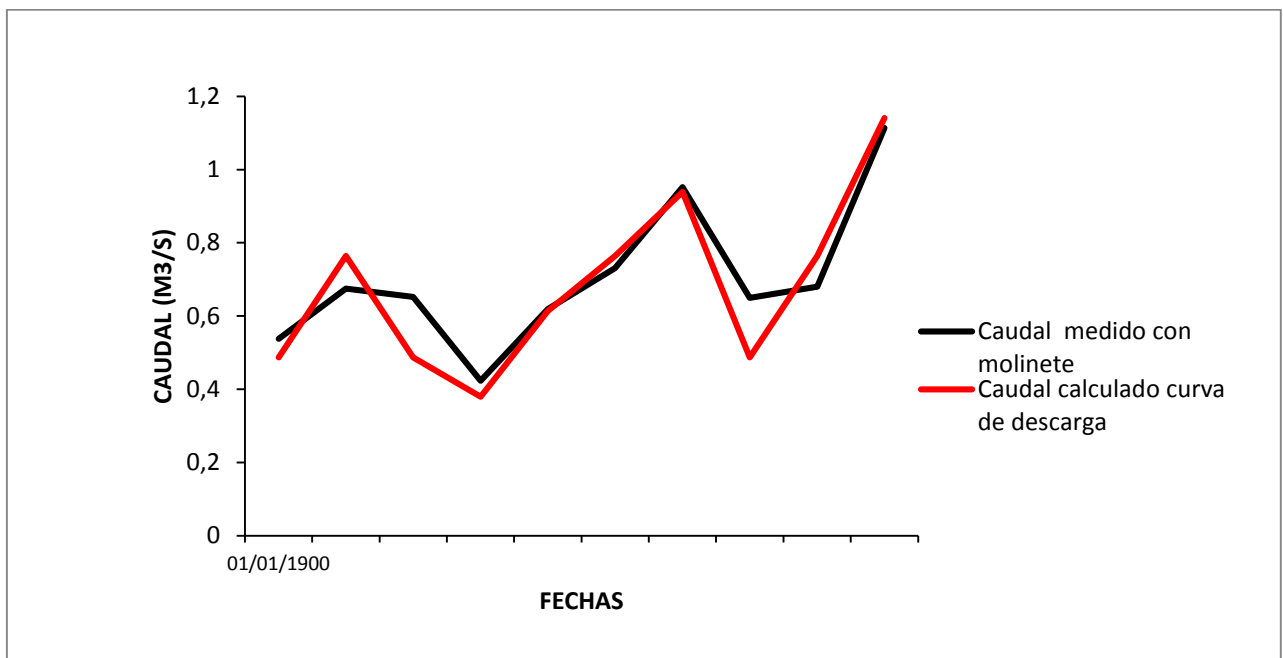


Figura 8: Comparación de caudales

Fuente: Elaborado propia

3.3 Índices de Infiltración ϕ

Los resultados del cálculo del índice de infiltración se muestran a continuación en la tabla 5.

Tabla 8: Índice de infiltración

INDICE DE INFILTRACIÓN ϕ				
N°	Fecha	PE (mm)	P acum. 5 días antes (cm)	ϕ
1	10/09/2012	5.485	0.22	6.560
2	23-24/10/2012	4.397	0.53	8.690
3	04-05/11/2012	6.768	2.39	7.750
4	05-06/11/2012	15.999	0.20	2.940
5	25-26/11/2012	5.295	2.66	6.430
6	08-09/12/2012	4.372	0.40	5.120
7	09-10/12/2012	8.879	3.72	2.205
8	12/12/2012	11.553	5.99	3.634
9	12-13/12/2012	12.150	5.99	0.251

Fuente: Elaboración propia

Los valores del índice de infiltración fluctúan entre 0.251 a 8.690 con un promedio de 6.91, cabe recalcar que en la tormenta numero 4 el valor del índice de infiltración disminuye de 7.750 a 2.940 debido a que estas tormentas son consecutivas por lo que el suelo anteriormente ya ha infiltrado una cierta cantidad de agua presentando un cierto grado de saturación; caso similar ocurre entre las tormentas 6 y 7 en las que el índice disminuye de 5.120 a 2.205 por similares circunstancias; hay que tomar en cuenta que para la tormenta 8 es una tormenta sucesiva a la anterior que se presenta a los dos días y por ende su índice de infiltración es de 3.634, al encontrarse prácticamente el suelo saturado la siguiente tormenta que se presenta del 9 que es continua a la anterior tiene un valor de infiltración de 0.251.

Hay que tomar en cuenta que en la micro-cuenca el Limón existe un tipo de suelo C constituido por limos y arcillas, cuenta con abundante vegetación. Cabe denotar que al existir precipitaciones en los 5 días precedentes a la tormenta, el suelo tiende infiltrar en una menor cantidad ya que el suelo se encuentra saturado, caso contrario el suelo tiene mayor capacidad de infiltración.

En el Anexo 6 se presentan los procesos de cálculos para obtener el índice de infiltración.

3.4 Coeficiente de Escorrentía

El coeficiente de escorrentía muestra la cantidad de agua que escurre debido a las propiedades del suelo y su cobertura vegetal, en la tabla 6 se muestra los valores de escorrentía obtenidos de las tormentas en estudio.

Tabla 9: Coeficiente de escorrentía

COEFICIENTE DE ESCORRENTIA					
N°	Fecha	PE (mm)	PT(mm)	P acum. 5 días antes (cm)	C
1	10/09/2012	5.485	23.502	0.22	0.233
2	23-24/10/2012	4.397	37.068	0.53	0.119
3	04-05/11/2012	6.768	31.2504	2.39	0.216
4	05-06/11/2012	15.999	37.0701	0.20	0.431
5	25-26/11/2012	5.295	18.66	2.66	0.284
6	08-09/12/2012	4.372	25.7932	0.40	0.170
7	09-10/12/2012	8.879	16.9395	3.72	0.524
8	12/12/2012	11.553	35.8613	5.99	0.322
9	12-13/12/2012	12.150	14.3958	5.99	0.844

Fuente: Elaboración propia

Los resultados obtenidos indican que en promedio la cantidad de agua que escurre, cuando no existen tormentas consecutivas es de 0.2044; mientras que en los casos de tormentas consecutivas como en la tormenta 4 con un valor 0.431, la tormenta 7 con un valor 0.524, la tormenta 8 con 0.322 y la tormenta 9 con 0.844 nos indican que tiende a escurrir más debido a que los suelos se encuentran saturados por las tormentas anteriores.

Al obtener las precipitaciones acumuladas 5 días antes de que se presenten las tormentas se puede observar que al no tener mayores niveles de precipitación el coeficiente C es menor debido a que se produce mayor infiltración, cuando los niveles de precipitación antecedente son mayores el coeficiente C es mayor debido a que se produce menor infiltración.

3.5 Estimación del Número de la Curva de Escorrentía (CN)

El número de la curva nos proporciona la cantidad de escorrentía producida por la micro-cuenca, a continuación se presenta los CN calculados a partir de datos medidos y de tablas.

En la tabla 7 se presenta el número de la curva de escorrentía a partir de datos medidos y en la tabla 8 se presenta el número de la curva de escorrentía aplicando las tablas existentes en literatura.

Tabla 10: Número de la curva de escorrentía a partir de datos medidos

NÚMERO DE LA CURVA DE ESCORRENTÍA (CN)									
N°	Fecha	PE (mm)	PT(mm)	CN	P acum. 5 días antes (cm)	Cond. Hum. Antecedente	AMC I	AMCII	AMCIII
1	10/09/2012	5.485	23.502	42.70	0.22	I	39.2475		
2	23-24/10/2012	4.397	37.068	24.11	0.53	I			
3	04-05/11/2012	6.768	31.2504	34.69	2.39	I			
4	05-06/11/2012	15.999	37.0701	46.16	0.20	I			
5	25-26/11/2012	5.295	18.66	52.33	2.66	I			
6	08-09/12/2012	4.372	25.7932	35.50	0.40	I			
7	09-10/12/2012	8.879	16.9395	71.46	3.72	II		71.46	
8	12/12/2012	11.553	35.8613	39.06	5.99	III			
9	12-13/12/2012	12.150	14.3958	92.38	5.99	III			65.72

Fuente: Elaboración propia

Al verificar la condición antecedente del suelo en función de la precipitación se pudieron identificar la presencia de las 3 condiciones de humedad antecedente verificándose que para la condición I el valor del número de la curva es de 39.24 para la condición antecedente II es de 71.46 y para la condición antecedente III es de 65.72.

Tabla 11: Número de la curva de escorrentía a partir de tablas

NÚMERO DE LA CURVA DE ESCORRENTÍA (CN)			
DESCRIPCIÓN	NC	Área	A*NC
Bosque chapararro	73.00	517811.38	37800231.02
Bosque de estribación de cordillera	70.00	3730581.04	261140672.78
Bosque denso alto	70.00	3399784.43	237984909.82
Sistemas agroforestales	72.00	395925.87	28506662.29
Luzara	79.00	572553.34	45231713.51
Pastizales	74.00	1581267.08	117013763.92
Llashipal	77.00	243313.05	18735104.74
Total=		10441236.18	746413058.09

CN= 71.49

Fuente: Elaboración propia

Al considerar las condiciones de la cuenca se determinó un número de la curva de 71.49 mediante la utilización de tablas para la condición de humedad antecedente II. Como podemos observar el valor de CN en el resultado a partir de datos medidos es de 71.46 y en el resultado a través de tablas es de 71.49 validándose de esta manera la determinación del número de la curva mediante las tablas existentes en literatura.

3.6 Hidrogramas Unitarios

Los hidrogramas unitarios se los utilizó con el fin de determinar el caudal producido por una lluvia en una determinada cuenca hidrográfica.

En el Anexo 7 se presenta la elaboración de los hidrogramas unitarios para cada tormenta y el hidrograma unitario total de acuerdo a las duraciones efectivas de cada tormenta, también se encuentra el cálculo del tiempo de concentración por varias fórmulas. A continuación se presenta el resumen de datos obtenidos en los hidrogramas y los tiempos de concentración calculados.

Tabla 12: Resultados de hidrogramas unitarios

N°	QP (m ³ /s/mm)	de (h)	TB (h)	Tp (H)	tr (h)	tc (h)
1	0.6881	1.00	7.00	2.62	2.12	3.54
2	0.5553	2.00	7.00	2.62	1.62	2.7
3	0.50162	1.00	8.00	3	2.5	4.16
4	0.47781	4.00	9.00	3.37	1.37	2.28
5	0.47781	1.00	5.00	1.87	1.37	2.29
6	0.75042	2.00	7.00	2.62	1.62	2.7
7	0.59667	2.00	7.00	2.62	1.62	2.7
8	0.52273	5.00	10.00	3.75	1.25	2.08
9	0.54779	6.00	12.00	4.49	1.49	2.49

Fuente: Elaboración propia

Como podemos observar los hidrogramas unitarios tienen caudales entre 0.47781 a 0.75042 m³/s/mm, con duraciones efectivas de 1 a 6 h y con un tiempo de concentración de 2.28 a 4.16h.

Tabla 13: Resultados de utilización de fórmulas para el tiempo de concentración

FÓRMULA	tc (h)
Kirpich	0.36
Giandotti	0.56
Passini	0.48
California Culvert Practice	4.16
Californiana	0.35
Ventura - Heras	0.69
Temez	1.26

Fuente: Elaboración propia

Como podemos observar el tiempo de concentración de todos los hidrogramas varían entre 0.35 h y 4.16h, con una media de 0.62h, valor calculado sin considerar los valores mayores a la media más una desviación típica.

Tabla 14: Resultados de media y desviación típica

FÓRMULA	tc (h)	(tc-tcm)^2
Kirpich	0.36	0.016384
Giandotti	0.56	0.005184
Passini	0.48	6.4E-05
California Culvert Practice		0.238144
Californiana	0.35	0.019044
Ventura - Heras	0.69	0.040804
Temez		0.238144
Media	0.488	0.557768
Desviación		0.37341934
Promedio=	0.62	

Fuente: Elaboración propia

3.7 Método de Muskingum Cunge

A partir de los datos tomados del cauce y su pendiente medida en campo se pudo obtener el valor de la constante de almacenamiento K para el tramo de cauce de 103.47m de longitud, el valor de K varía de 0.5 a 10 y el factor de almacenamiento que varía de 0.1-0.3 demostrando con esto que es un cauce natural ya que el rango de este factor para cauces naturales es de 0 a 0.3. En el anexo 8 se presenta el cálculo de este método.

A continuación se presenta los resultados de la constante de almacenamiento K y el factor de almacenamiento x.

Tabla 15: Resultados de constante de almacenamiento k y el factor de almacenamiento x

TRAMO	K	X
1	0.71	0.03
2	0.87	0.01
3	2.77	0.02
4	3.13	0.01
5	2.77	0.01
6	6.79	0.01
7	6.63	0.01
8	9.88	0.01

Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

- La microcuenca El Limón consta de un área total de 1019 hectáreas con una diversidad de vegetación que incluye bosques de chaparro, bosques naturales, bosques secundarios, matorrales y pastizales. Es una microcuenca pequeña alargada con poco peligro de crecidas; tiene forma oval redonda a oval oblonga, es asimétrica y tiene un relieve accidentado. El suelo de esta microcuenca es identificada como horizonte AP que es un suelo más superficial y en el enraiza la vegetación, también se lo clasifica como un suelo tipo C que se encuentra constituido por un 50% de limos y arcillas.
- La ecuación calibrada que se obtuvo a partir de la curva de descarga que es la que relaciona el caudal ($Q=m^3/s$) con la altura del Thalimides (m) es:

$$Q = 452.2228 * h^{3.6024}$$

- El índice de infiltración está por un promedio de 6.91 en la mayoría de tormentas cuando no existe una lluvia antecedente; al existir lluvias anteriores el índice de infiltración disminuye porque el suelo se encuentra saturado.
- En promedio la cantidad de agua que escurre, cuando no existen tormentas consecutivas es de 0.2044; se debe denotar que al existir lluvia precedente en la cuenca se tiende a escurrir una mayor cantidad de agua.
- El número de la Curva es de 71.46 obtenido en base a datos experimentales, que caracteriza las condiciones infiltración de la cuenca. Es necesario indicar que empleando tablas existentes en literatura se obtiene un valor del número de la curva de 71.49 muy similar, lo que valida la aplicabilidad de este método en la microcuenca El Limón.
- Se realizó los hidrogramas unitarios de los nueve casos en estudio de los cuales dio como resultado caudales de entre 0.47781 a 0.75042 $m^3/s/mm$, con duraciones efectivas de 1 a 6 h y con un tiempo de concentración de 2.28 a 4.16h. También se calculó el tiempo de concentración con fórmulas teniendo una media de 0.62h, valor calculado sin considerar los valores mayores a la media más una desviación típica.

- Con el método de Muskingum Cunge se encontró un constante de almacenamiento $k= 0.5- 10$ y un coeficiente de almacenamiento $x=0-0.3$ que nos indica que es un cauce natural.

RECOMENDACIONES

- El molinete debe estar bien calibrado para una correcta toma de datos
- El sitio donde se realiza los aforos debe ser un lecho estable.
- La posición del molinete debe ser a 90° para una exacta medición de las velocidades.
- Para obtener una curva de descarga correcta se debe tener una gran cantidad de aforos realizados en campo.
- Para la aplicación de todos los métodos se debe tener todas las estaciones bien calibradas para que nos proporcionen datos correctos de la cuenca.

BIBLIOGRAFÍA

- GERMÁN MONSALVE SÁENZ, Hidrología en la ingeniería, 2ed. Colombia, Editorial Escuela Colombia de Ingeniería, 2002.
- RENÉ CORONEL CASTRO ANGEL JARAMILLO ORDOÑEZ, Valoración Económica del Servicio Ambiental Hídrico de la Microcuenca Hidrográfica el Limón – Zamora Chinchipe, Ecuador. Área Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, UNL. Marzo 2005
- MÁXIMO VILLÓN BEJAR, Hidrología, Editorial Tecnológica de Costa Rica, 2004
- VEN TE CHOW, Hidráulica de canales abiertos, Editorial McGraw Hill Interamericana S.A. 1994
- VEN TE CHOW, Hidrología aplicada, Editorial McGraw Hill Interamericana S.A. 1994
- FERNANDO OÑATE VALDIVIESO, Apuntes de Hidrología, 2003.
- FERNANDO OÑATE VALDIVIESO, Extracción de Modelos digital a partir de Imágenes Áster para determinación de Características Morfométricas de cuencas hidrofiguras, Trabajo de investigación titulado, Universidad de Alcalá, 2007.
- WENDOR CHEREQUE MORÁN, Hidrología para estudiantes de Ingeniería Civil, 2014
- RODRIGO CISNEROS VIDAL, Plan de Manejo de la Cuenca Hidrográfica El Limón: Diagnostico Preliminar de la Fauna, 2005
- RENE CORONEL CASTRO y ANGEL JARAMILLO ORDOÑEZ, Valoración Económica del Servicio Ambiental Hídrico de la Microcuenca Hidrográfica “El Limón”- Zamora Chinchipe, Ecuador, 2005
- NASH J.E. Y SUTCLIFFE , River flow forecasting through conceptual models part I – A discussion of principles, Journal of Hydrology, 1970
- VALAREZO C, IÑIGUEZ M, VALAREZO L y GUAYA P, Condiciones físicas de los suelos de la región Sur del Ecuador. Una guía para proyectos de Riego, Drenaje, Manejo y Conservación de Suelos, 1998
- GERMÁN MONSALVE SÁENZ, Hidrología en la ingeniería, 2ed. Colombia, Editorial Escuela Colombia de Ingeniería, 1999.
- IVÁN ESCOBAR, Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras, 2001

PÁGINAS DE INTERNET:

- Gobierno Provincial, Plan de Desarrollo y Ordenamiento territorial Zamora Chinchipe [en línea]. Disponible en: <http://www.zamora-chinchipe.gob.ec/otzch/documentos/Ordenamiento%20Territorial.pdf> [2014, 20 de febrero]
- Luis Bañón Blásquez, Clasificación de Suelos [en línea]. Disponible en: http://sirio.ua.es/proyectos/manual_%20carreteras/02010103.pdf [2014, 20 de febrero]
- Blogia, El Perfil del Suelo [en línea]. Disponible en: <http://rocasminerales.blogia.com/2010/021806-el-perfil-del-suelo.php> [2014, 21 de febrero]
- Solange Dussaubat, Vargas Ximena, Aforo en un Cauce Natural [en línea]. Disponible en: http://mct.dgf.uchile.cl/AREAS/hidro_mod1.htm [2014, 22 de febrero]
- Hidrología (2009), Curva de Calibración de Caudales [en línea]. Disponible en: <http://walterbardalesrecursoshidricos.blogspot.com/2009/12/curva-de-calibracion-de-caudales.html> [2014, 23 de febrero]
- Cordoba (2008), Pluviómetro [en línea]. Disponible en <http://www.oni.escuelas.edu.ar/2008/CORDOBA/1324/trabajo/pluviometro.html> [2014, 23 de febrero]
- Geología (2012), Infiltración [en línea]. Disponible en: <http://www.geologia.uson.mx/academicos/lvega/ARCHIVOS/ARCHIVOS/INFIL.htm> [2014, 23 de febrero]
- Aragón Hernández José Luis (2004), Aspectos Hidrológicos en los Sistemas de Alerta [en línea]. Disponible en: <http://www.csva.gob.mx/sah/Material/5AspectosHidrologicosSAH1de2.pdf>
- Vélez Jorge (2010), Estimación del Tiempo de Concentración y Tiempo de Rezago en la Cuenca Experimental Urbana de la Quebrada San Luis, Manizales [en línea]. Disponible en:

http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&cad=rja&uact=8&ved=0CDUQFjAC&url=http%3A%2F%2Fwww.researchgate.net%2Fprofile%2FJorge_Velez5%2Fpublication%2F236787017_Estimacin_del_tiempo_de_concentracin_y_tiempo_de_rezago_en_la_cuenca_experimental_urbana_de_la_quebrada_San_Luis_Manizales%2Ffile%2F60b7d5193b8ac95c6e.pdf&ei=LpuOU7jICde2sAS59IHBYBw&usq=AFQjCNFdOt6PuUcTBEVz_UygzrPiWJxhsw&sig2=dJAUjTV78tZ1G0U5fqm4mA&bvm=bv.68235269,d.cWc [2014, 23 de febrero]

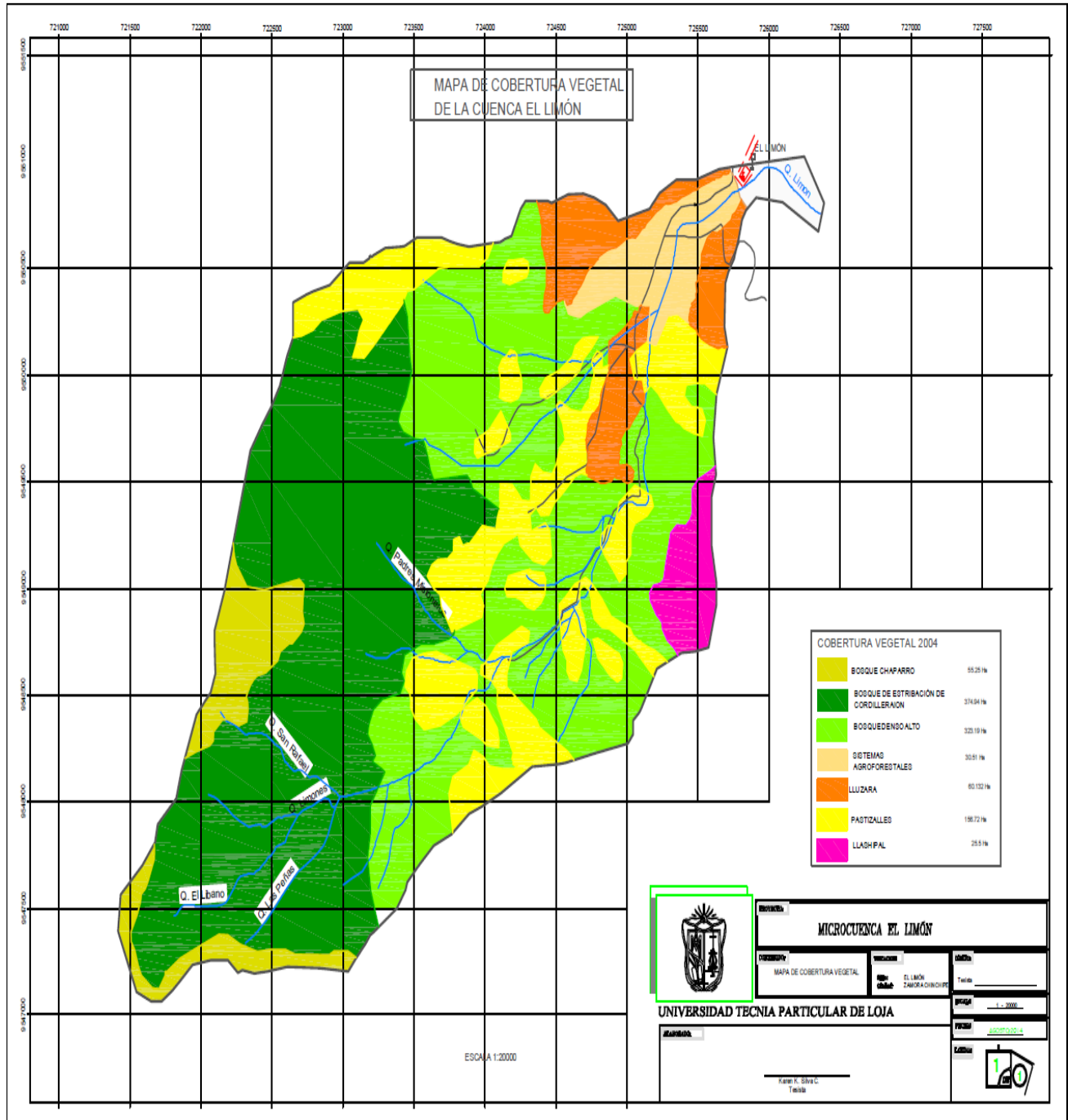
- Ibáñez Sara, Moreno Héctor, Gisbert Juan, Métodos para la Determinación del Tiempo de Concentración (tc) de una Cuenca Hidrográfica [en línea]. España, Universidad Politécnica de Valencia. Disponible en:
<http://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/10779/Tiempo%20de%20concentraci%C3%B3n.pdf?sequence=1> [2014, 23 de febrero]
- Wikipedia (2014), Tiempo de Concentración [en línea]. Disponible en:
http://es.wikipedia.org/wiki/Tiempo_de_concentraci%C3%B3n [2014, 23 de Febrero]
- Aratiri, Estudio de Impacto Ambiental y social [en línea]. Disponible en:
<https://www.aratiri.com.uy/docs/estudio-de-impacto-ambiental-y-social/Tomo%20III%20Anexos/Anexo%20F-ELB%20Aqua/F.4%20Precipitaciones%20maximas%20y%20tiempos%20de%20concentracion.pdf> [2014, 25 de febrero]
- Loseskakeados (2014), Apuntes de Hidrología [en línea]. Disponible en:
http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CCYQFjAA&url=http%3A%2F%2Fwww.loseskakeados.com%2Fjoomla%2Findex.php%2Fdoc_download%2F26974-apunte-hidrologia-hidrologia-urbana&ei=GzuPU4zaNpPNsQSby4L4Dw&usq=AFQjCNH4ZBkaWldtn_U8PXw3VKfsMFyEgg&sig2=qFM5AaAsFlaA5_Rqk-u-pQ&bvm=bv.68235269,d.cWc [2014, 25 de febrero]
- Leslie Holdridge (1967), Sistema de Clasificación de zonas de vida [en línea]. Disponible en:

[http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ved=0C
CMQFjAC&url=http%3A%2F%2Fbiologia.ucr.ac.cr%2Fprofesores%2FZumbado%2
520Hector%2FDiversidad%2520biologica%2520de%2520Costa%2520Rica%2FDo
cumentos%2Fzonas%2520de%2520vida.pdf&ei=LGskVN6GFo3isATGI4II&usg=A
FQjCNFzq-
Y2tCqO_zqyLyD8LtVHmYFukg&sig2=ewNBQuu8NVAQSPZEQCQJQw&bvm=bv.7
6247554,d.cWc](http://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&ved=0C
CMQFjAC&url=http%3A%2F%2Fbiologia.ucr.ac.cr%2Fprofesores%2FZumbado%2
520Hector%2FDiversidad%2520biologica%2520de%2520Costa%2520Rica%2FDo
cumentos%2Fzonas%2520de%2520vida.pdf&ei=LGskVN6GFo3isATGI4II&usg=A
FQjCNFzq-
Y2tCqO_zqyLyD8LtVHmYFukg&sig2=ewNBQuu8NVAQSPZEQCQJQw&bvm=bv.7
6247554,d.cWc) [2014,1 de marzo]

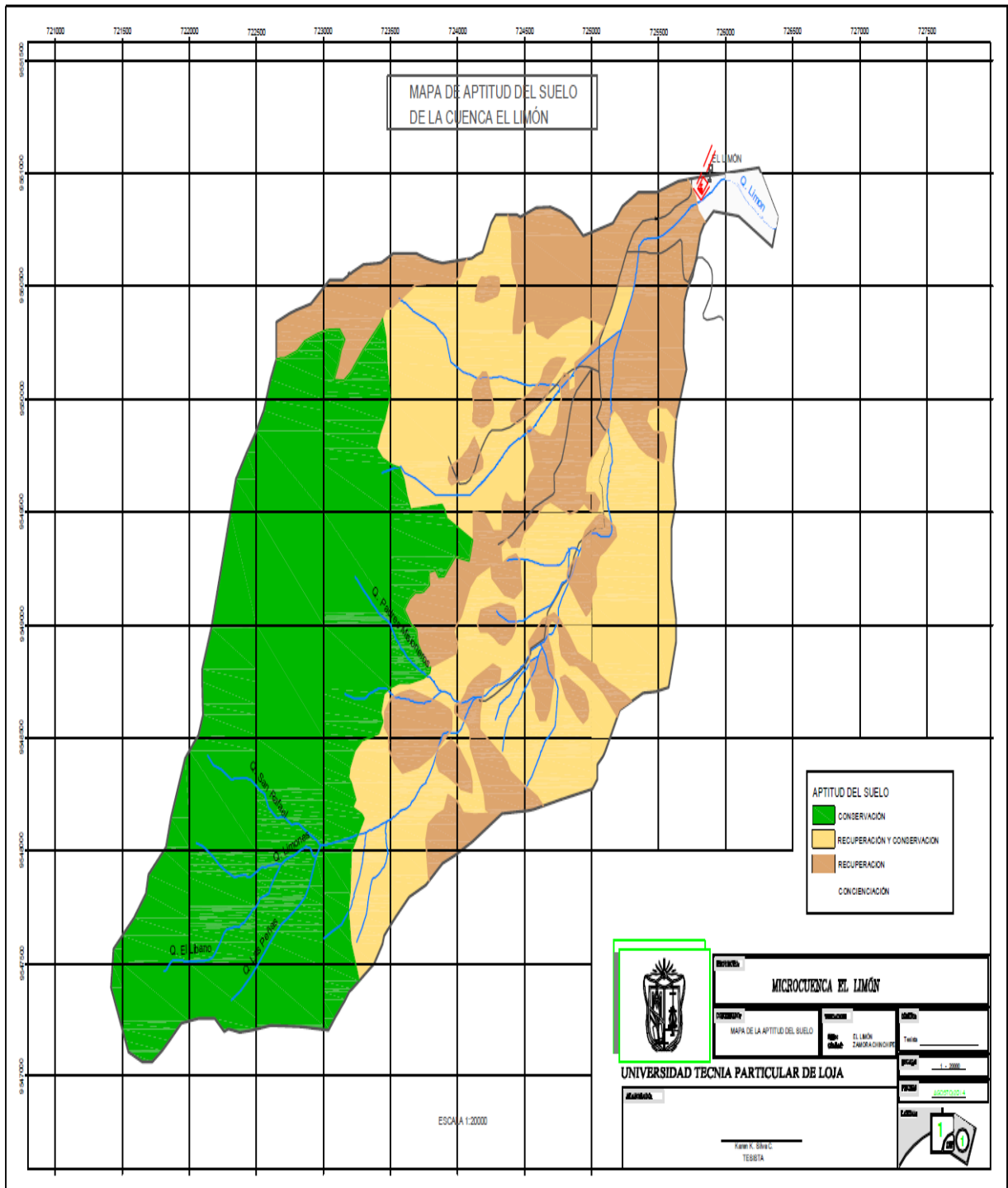
- Hispagua, Condicionantes hidrológicos [en línea]. Disponible en:
http://hispagua.cedex.es/sites/default/files/hispagua_articulo/op/28/op28_7.htm
[2014,1 de marzo]
- Renso Alca Campos, Informe de Isoyetas [en línea]. Disponible en:
<http://es.scribd.com/doc/76781342/informe-de-Isoyetas> [2014, 1 de marzo]

ANEXOS

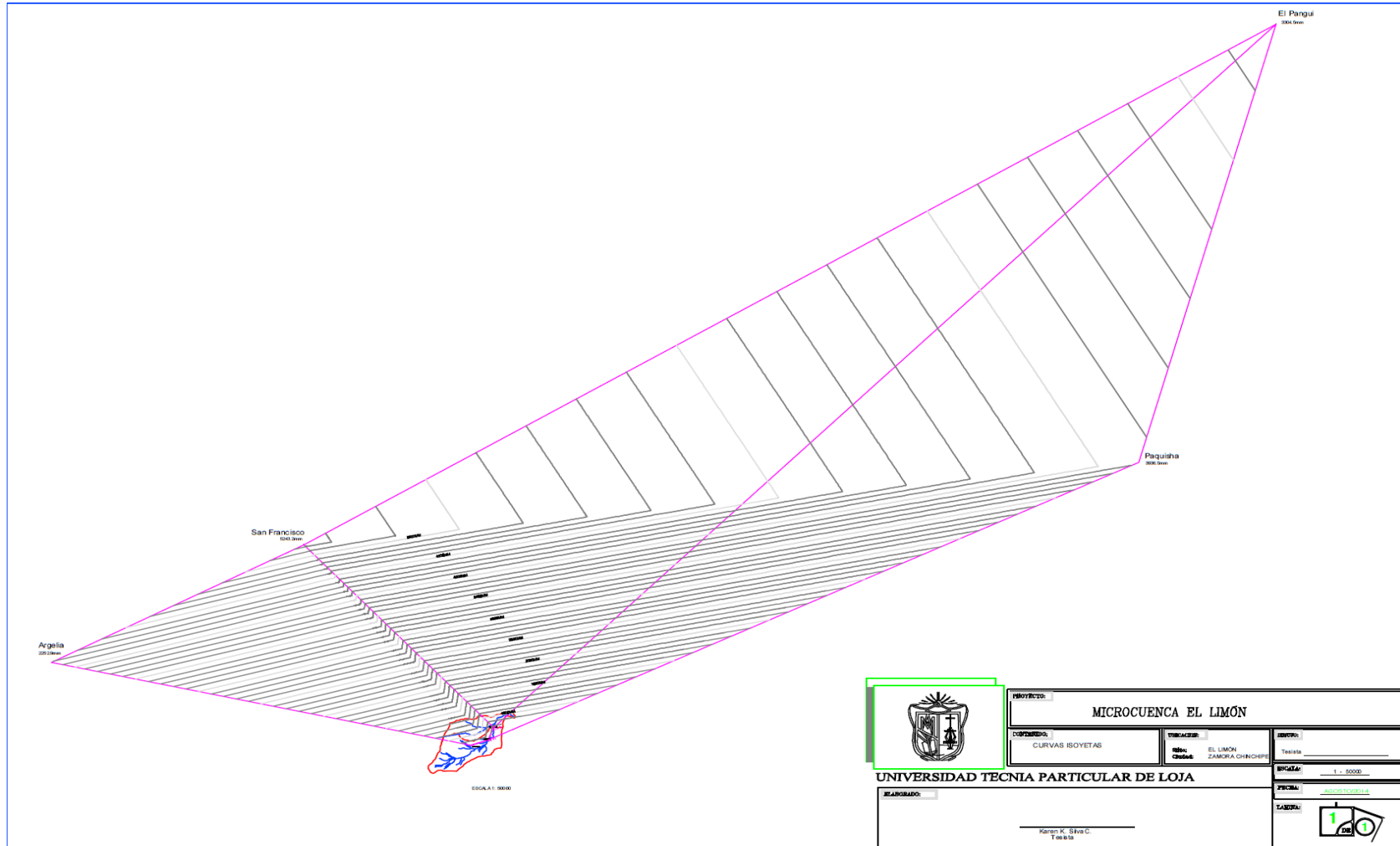
Anexo 1

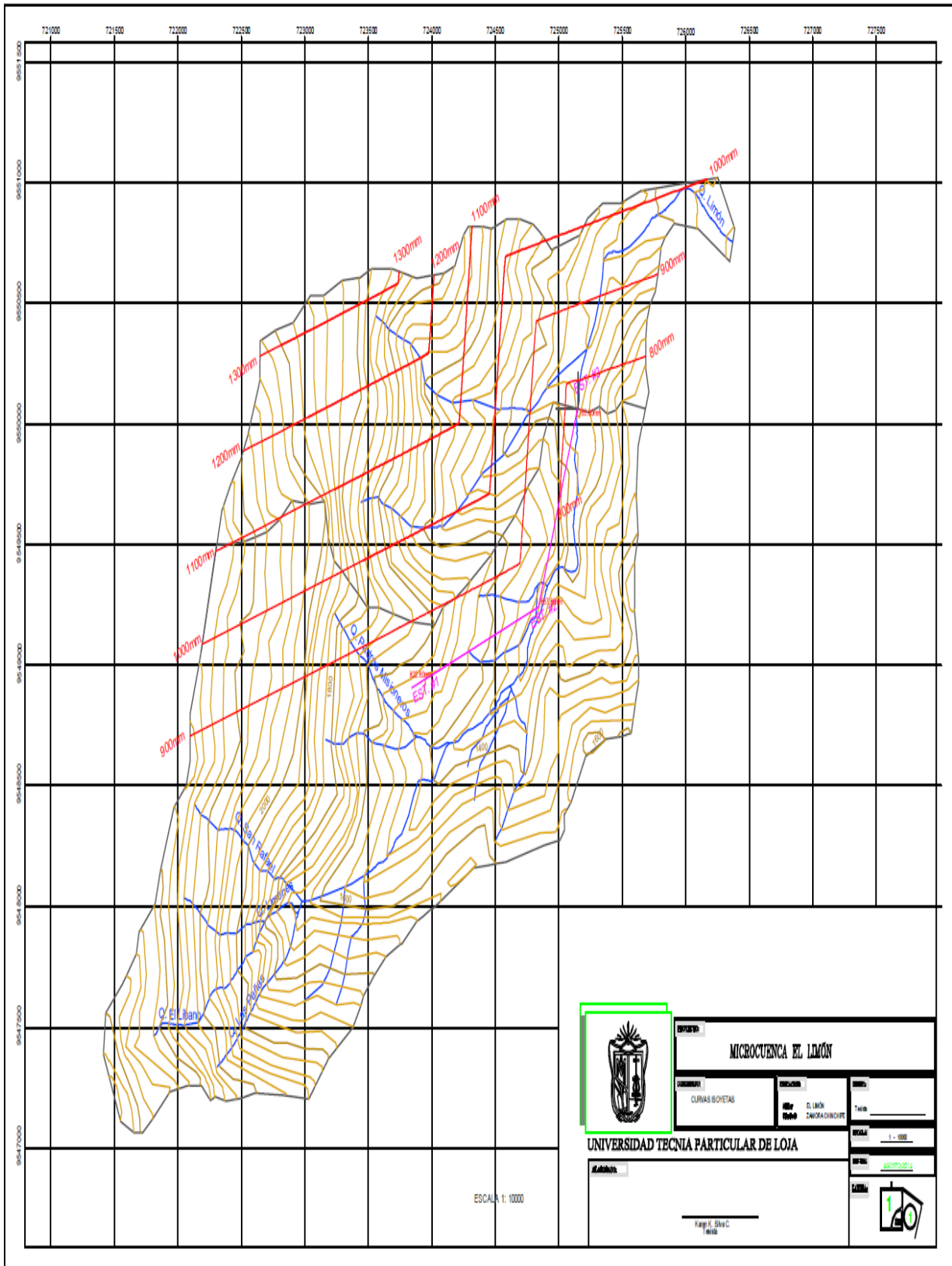


ANEXO 2





ANEXO 3

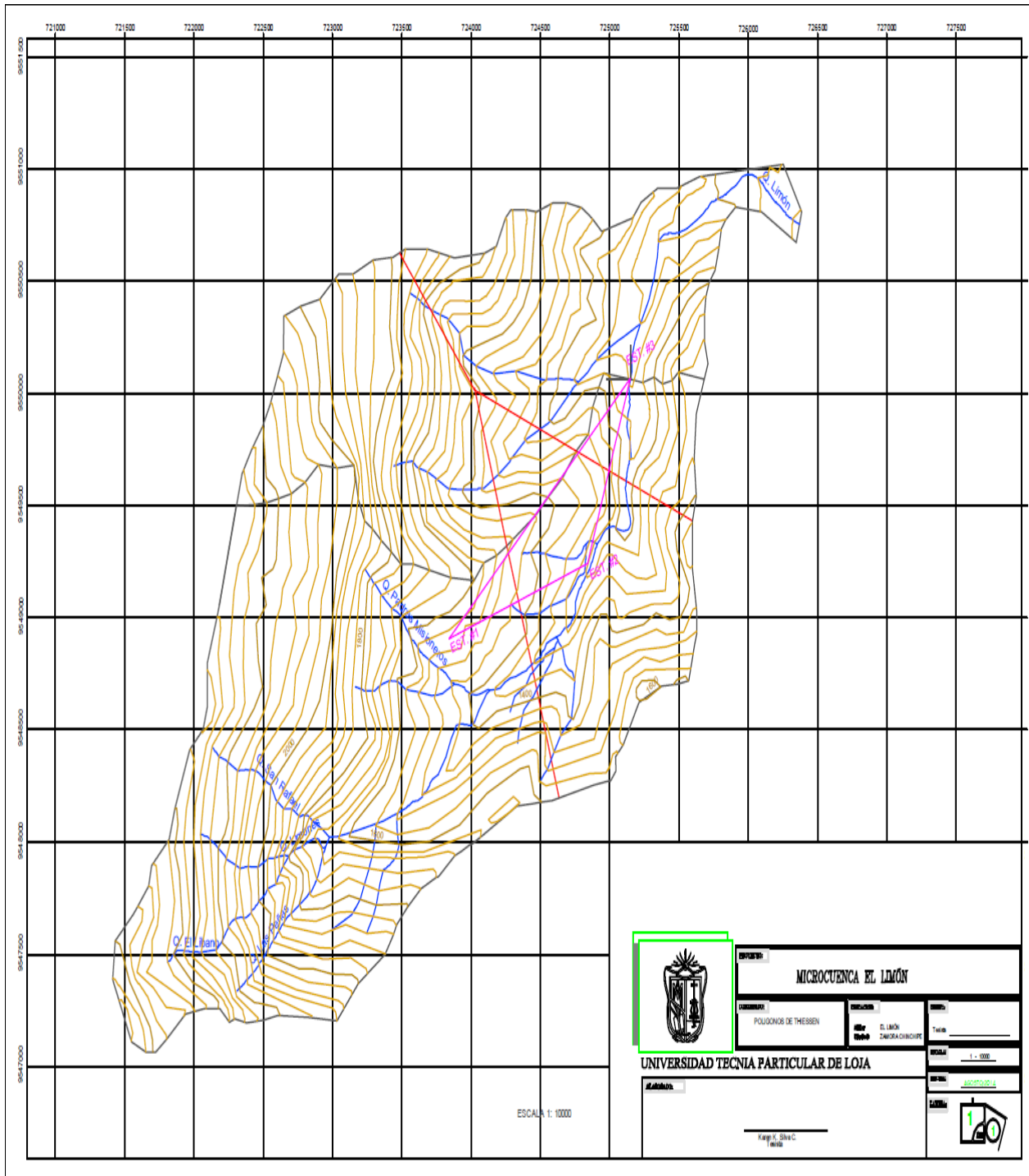




ESCALA 1: 1000

		MICROCUENCA EL LIMÓN	
		CURSOS BOYERAS Mir Robo	D. LIMÓN ZAMORA CHOCOTE
UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA		ESCALA: 1:1000	
Autores: _____		Fecha: _____	
			

ANEXO 4



ANEXO 5

Aforo con molinete y calibración de la ecuación de caudal

UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA										
TITULACIÓN DE INGENIERÍA CIVIL										
AFORO CON MOLINETE										
ECUACIONES DE VELOCIDAD DEL MOLIN										
PARA MENOR DE 40					PARA MAYOR DE 40					
$\frac{Rev}{Time} \times 2.180 + 0.020 \times 0.3048$					$\frac{Rev}{Time} \times 2.170 + 0.030 \times 0.3048$					
N° 1										
FECHA: 27/06/2012										
HORA DE INICIO: 10:45										
HORA DE SALIDA: 11:00										
ABSCISA	PRO. TOTAL (M)	PROF. OBSERVADA (M)	N	T	VELOCIDAD		SECCIÓN PARCIAL			Q PARCIAL
					PUNTO	MEDIA VERT	V. MEDIA	PROF. M.	ANCHO	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.5	0.064	0.008	10	30	0.79	0.82	0.41	0.03	1.50	0.02
		0.02	11	30	0.86					
2.8	0.076	0.02	12	30	0.93	1.80	1.31	0.07	1.30	0.12
		0.04	36	30	2.68					
3.05	0.196	0.012	29	30	2.17	3.79	2.80	0.14	0.25	0.10
		0.048	49	30	3.55					
		0.1	60	30	4.35					
		0.128	70	30	5.07					
4.5	0	0	0	0	0.00	0.00	1.89	0.10	1.45	0.27
TOTAL =										0.587 m3/s

N° 2										
FECHA: 29/06/2012										
HORA DE INICIO: 10:00										
HORA DE SALIDA: 10:36										
ABSCISA	PRO. TOTAL (M)	PROF. OBSERVADA (M)	N	T	VELOCIDAD		SECCIÓN PARCIAL			Q PARCIAL
					PUNTO	MEDIA VERT	V. MEDIA	PROF. M.	ANCHO	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.3	0.152	0.02	13	30	1.01	1.32	0.66	0.08	1.30	0.07
		0.052	19	30	1.44					
		0.1	20	30	1.51					
2	0.164	0.036	7	30	0.57	0.74	1.03	0.16	0.70	0.11
		0.06	10	30	0.79					
		0.092	11	30	0.86					
3	0.236	0.02	9	30	0.71	0.97	0.85	0.20	1.00	0.17
		0.06	8	30	0.64					
		0.092	11	30	0.86					
		0.144	22	30	1.66					
3.8	0.212	0.016	41	30	2.97	3.51	2.24	0.22	0.80	0.40
		0.052	48	30	3.48					
		0.08	49	30	3.55					
		0.124	52	30	3.77					
		0.168	52	30	3.77					
4.5	0	0	0	0	0.00	0.00	1.76	0.11	0.70	0.13
TOTAL =										0.564 m3/s

N° 3										
FECHA: 04/07/2012										
HORA DE INICIO: 10:30										
HORA DE SALIDA: 11:00										
ABSCISA	PRO. TOTAL (M)	PROF. OBSERVADA (M)	N	T	VELOCIDAD		SECCIÓN PARCIAL			Q PARCIAL
					PUNTO	MEDIA VERT	V. MEDIA	PROF. M.	ANCHO	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.8	0.076	0.02	19	30	1.44	1.48	0.74	0.04	0.80	0.02
		0.04	20	30	1.51					
2.1	0.148	0.02	7	30	0.57	0.61	1.04	0.11	1.30	0.15
		0.06	7	30	0.57					
		0.088	7	30	0.57					
		0.12	9	30	0.71					
3.1	0.208	0.02	17	30	1.30	1.51	1.06	0.18	1.00	0.19
		0.044	19	30	1.44					
		0.08	20	30	1.51					
		0.12	21	30	1.59					
4	0.22	0.032	36	30	2.68	3.08	2.30	0.21	0.90	0.44
		0.06	39	30	2.89					
		0.084	42	30	3.05					
		0.128	44	30	3.19					
		0.16	46	30	3.34					
4.5	0	0	0	0	0.00	0.00	1.54	0.11	0.50	0.08
TOTAL =										0.540 m3/s

N° 4										
FECHA: 05/07/2012										
HORA DE INICIO: 8:45										
HORA DE SALIDA: 9:12										
ABSCISA	PRO. TOTAL (M)	PROF. OBSERVADA (M)	N	T	VELOCIDAD		SECCIÓN PARCIAL			Q PARCIAL
					PUNTO	MEDIA VERT	V. MEDIA	PROF. M.	ANCHO	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0.072	0.012	20	30	1.51	1.55	0.78	0.04	1.00	0.03
		0.04	21	30	1.59					
2.5	0.18	0.02	7	30	0.57	0.70	1.12	0.13	1.50	0.21
		0.06	7	30	0.57					
		0.096	10	30	0.79					
		0.128	11	30	0.86					
3.5	0.26	0.02	11	30	0.86	1.70	1.20	0.22	1.00	0.26
		0.048	14	30	1.08					
		0.08	18	30	1.37					
		0.12	26	30	1.95					
		0.16	31	30	2.31					
4	0.224	0.02	23	30	1.73	2.74	2.22	0.24	0.50	0.27
		0.048	35	30	2.60					
		0.08	37	30	2.75					
		0.124	43	30	3.12					
4.5	0	0	0	0	0.00	0.00	1.37	0.11	0.50	0.08
TOTAL =										0.547 m3/s

N° 5										
FECHA: 12/07/2012										
HORA DE INICIO: 8:20										
HORA DE SALIDA: 8:40										
ABSCISA	PRO. TOTAL (M)	PROF. OBSERVADA (M)	N	T	VELOCIDAD		SECCIÓN PARCIAL			Q PARCIAL
					PUNTO	MEDIA VERT	V. MEDIA	PROF. M.	ANCHO	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.5	0.076	0.008	13	30	1.01	1.15	0.58	0.04	0.50	0.01
		0.004	17	30	1.30					
1.8	0.132	0.02	8	30	0.64	0.84	0.99	0.10	1.30	0.13
		0.04	11	30	0.86					
		0.08	13	30	1.01					
2.9	0.2	0.02	14	30	1.08	1.14	0.99	0.17	1.10	0.18
		0.06	14	30	1.08					
		0.088	15	30	1.15					
		0.124	15	30	1.15					
4	0.184	0.02	36	30	2.68	2.90	2.02	0.19	1.10	0.43
		0.048	39	30	2.89					
		0.084	41	30	2.97					
		0.132	42	30	3.05					
4.5	0	0	0	0	0.00	0.00	1.45	0.09	0.50	0.07
TOTAL =										0.097 m3/s

N° 6										
FECHA: 13/07/2012										
HORA DE INICIO: 8:20										
HORA DE SALIDA: 8:42										
ABSCISA	PRO. TOTAL (M)	PROF. OBSERVADA (M)	N	T	VELOCIDAD		SECCIÓN PARCIAL			Q PARCIAL
					PUNTO	MEDIA VERT	V. MEDIA	PROF. M.	ANCHO	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.6	0.064	0.012	15	30	1.15	1.19	0.59	0.03	0.60	0.01
		0.04	16	30	1.22					
1.8	0.144	0.02	9	30	0.71	0.82	1.01	0.10	1.20	0.13
		0.052	9	30	0.71					
		0.08	10	30	0.79					
		0.12	14	30	1.08					
2.7	0.196	0.02	11	30	0.86	0.98	0.90	0.17	0.90	0.14
		0.052	11	30	0.86					
		0.084	12	30	0.93					
		0.124	14	30	1.08					
4	0.224	0.02	28	30	2.10	2.53	1.75	0.21	1.30	0.48
		0.052	33	30	2.46					
		0.096	35	30	2.60					
		0.148	38	30	2.82					
		0.18	36	30	2.68					
4.5	0	0	0	0	0.00	0.00	1.27	0.11	0.50	0.07
TOTAL =										0.186 m3/s

N° 7										
FECHA: 19/07/2012										
HORA DE INICIO: 8:30										
HORA DE SALIDA: 9:00										
ABSCISA	PRO. TOTAL (M)	PROF. OBSERVADA (M)	N	T	VELOCIDAD		SECCIÓN PARCIAL			Q PARCIAL
					PUNTO	MEDIA VERT	V. MEDIA	PROF. M.	ANCHO	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.9	0.12	0.02	20	30	1.51	1.90	0.95	0.06	0.90	0.05
		0.06	27	30	2.02					
		0.084	29	30	2.17					
2.1	0.128	0.012	6	30	0.50	0.88	1.39	0.12	1.20	0.21
		0.06	14	30	1.08					
		0.084	14	30	1.08					
3	0.168	0.02	37	30	2.75	2.90	1.89	0.15	0.90	0.25
		0.052	39	30	2.89					
		0.1	40	30	2.90					
		0.128	42	30	3.05					
4	0.196	0.02	28	30	2.10	2.67	2.78	0.18	1.00	0.51
		0.06	35	30	2.60					
		0.1	36	30	2.68					
		0.132	40	30	2.90					
		0.16	42	30	3.05					
4.5	0	0	0	0	0.00	0.00	1.33	0.10	0.50	0.07
TOTAL =										1.258 m3/s

N° 8										
FECHA: 21/07/2012										
HORA DE INICIO: 10:20										
HORA DE SALIDA: 10:37										
ABSCISA	PRO. TOTAL (M)	PROF. OBSERVADA (M)	N	T	VELOCIDAD		SECCIÓN PARCIAL			Q PARCIAL
					PUNTO	MEDIA VERT	V. MEDIA	PROF. M.	ANCHO	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.7	0.08	0.02	19	30	1.44	1.59	0.79	0.04	0.70	0.02
		0.052	23	30	1.73					
1.7	0.116	0.02	12	30	0.93	0.93	1.26	0.10	1.00	0.12
		0.044	12	30	0.93					
		0.084	12	30	0.93					
3	0.14	0.024	33	30	2.46	2.51	1.72	0.13	1.30	0.29
		0.048	34	30	2.53					
		0.088	35	30	2.54					
4	0.14	0.02	30	30	2.24	2.39	2.45	0.14	1.00	0.34
		0.064	33	30	2.46					
		0.088	33	30	2.46					
4.5	0	0	0	0	0.00	0.00	1.19	0.07	0.50	0.04
TOTAL =										0.837 m3/s

N° 9										
FECHA: 24/07/2012										
HORA DE INICIO: 13:40										
HORA DE SALIDA: 13:55										
ABSCISA	PRO. TOTAL (M)	PROF. OBSERVADA (m)	N	T	VELOCIDAD		SECCIÓN PARCIAL			Q PARCIAL
					PUNTO	MEDIA VERT	V. MEDIA	PROF. M.	ANCHO	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.7	0.076	0.012	23	30	1.73	1.88	0.94	0.04	0.70	0.02
		0.04	27	30	2.02					
1.9	0.12	0.02	14	30	1.08	1.10	1.49	0.10	1.20	0.18
		0.04	14	30	1.08					
		0.08	15	30	1.15					
3	0.152	0.024	30	30	2.24	2.29	1.70	0.14	1.10	0.25
		0.048	31	30	2.31					
		0.092	31	30	2.31					
4	0.16	0.02	23	30	1.73	2.15	2.22	0.16	1.00	0.35
		0.06	28	30	2.10					
		0.088	31	30	2.31					
		0.12	33	30	2.46					
4.5	0	0	0	0	0.00	0.00	1.08	0.08	0.50	0.04
TOTAL =										0.860 m3/s

N° 10										
FECHA: 26/07/2012										
HORA DE INICIO: 8:10										
HORA DE SALIDA: 8:22										
ABSCISA	PRO. TOTAL (M)	PROF. OBSERVADA (m)	N	T	VELOCIDAD		SECCIÓN PARCIAL			Q PARCIAL
					PUNTO	MEDIA VERT	V. MEDIA	PROF. M.	ANCHO	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.5	0.06	0.02	10	30	0.79	0.79	0.39	0.03	0.50	0.01
		0.04	10	30	0.79					
1.6	0.088	0.02	22	30	1.66	1.66	1.22	0.07	1.10	0.10
		0.052	22	30	1.66					
3	0.132	0.02	29	30	2.17	2.56	2.11	0.11	1.40	0.32
		0.06	35	30	2.60					
		0.084	39	30	2.89					
3.7	0.124	0.008	24	30	1.80	2.17	2.36	0.13	0.70	0.21
		0.064	31	30	2.31					
		0.08	32	30	2.39					
4.5	0	0	0	0	0.00	0.00	1.08	0.06	0.80	0.05
TOTAL =										0.709 m3/s

N° 11										
FECHA: 01/08/2012										
HORA DE INICIO: 8:30										
HORA DE SALIDA: 8:45										
ABSCISA	PRO. TOTAL (M)	PROF. OBSERVADA (m)	N	T	VELOCIDAD		SECCIÓN PARCIAL			Q PARCIAL
					PUNTO	MEDIA VERT	V. MEDIA	PROF. M.	ANCHO	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.6	0.072	0.02	17	30	1.30	1.37	0.68	0.04	0.60	0.01
		0.048	19	30	1.44					
1.7	0.092	0.02	29	30	2.17	2.28	1.82	0.08	1.10	0.16
		0.052	32	30	2.39					
3	0.148	0.024	29	30	2.17	2.46	2.37	0.12	1.30	0.37
		0.06	35	30	2.60					
		0.1	35	30	2.60					
4.2	0.16	0.02	31	30	2.31	2.31	2.39	0.15	1.20	0.44
		0.06	31	30	2.31					
		0.096	31	30	2.31					
		0.12	31	30	2.31					
4.5	0	0	0	0	0.00	0.00	1.16	0.08	0.30	0.03
TOTAL =										1.038 m3/s

N° 12										
FECHA: 03/08/2012										
HORA DE INICIO: 9:07										
HORA DE SALIDA: 9:20										
ABSCISA	PRO. TOTAL (M)	PROF. OBSERVADA (m)	N	T	VELOCIDAD		SECCIÓN PARCIAL			Q PARCIAL
					PUNTO	MEDIA VERT	V. MEDIA	PROF. M.	ANCHO	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.5	0.04	0.008	10	30	0.79	0.79	0.39	0.02	0.50	0.00
1.6	0.088	0.02	19	30	1.44	1.55	1.17	0.06	1.10	0.08
		0.052	22	30	1.66					
2.8	0.12	0.02	32	30	2.39	2.53	2.04	0.10	1.20	0.25
		0.06	35	30	2.60					
		0.088	35	30	2.60					
3.7	0.12	0.02	29	30	2.17	2.31	2.42	0.12	0.90	0.26
		0.06	32	30	2.39					
		0.08	32	30	2.39					
4.5	0	0	0	0	0.00	0.00	1.16	0.06	0.80	0.06
TOTAL =										0.624 m3/s

N° 13											
FECHA: 07/08/2012											
HORA DE INICIO: 9:30											
HORA DE SALIDA: 9:43											
ABSCISA	PRO. TOTAL (M)	PROF. OBSERVADA (m)	N	T	VELOCIDAD		SECCIÓN PARCIAL			Q PARCIAL	
					PUNTO	MEDIA VERT	V. MEDIA	PROF. M.	ANCHO		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0.5	0.04	0.004	5	30	0.42	0.42	0.21	0.02	0.50	0.00	
1.5	0.084	0.02	13	30	1.01	1.08	0.75	0.06	1.00	0.05	
		0.044	15	30	1.15						
3	0.12	0.02	20	30	1.51	1.93	1.50	0.10	1.50	0.23	
		0.052	27	30	2.02						
		0.084	30	30	2.24						
3.9	0.14	0.02	31	30	2.31	2.31	2.12	0.13	0.90	0.25	
		0.044	31	30	2.31						
		0.088	31	30	2.31						
4.5	0	0	0	0	0.00	0.00	1.16	0.07	0.60	0.05	
TOTAL =										0.827	m3/s

N° 14											
FECHA: 09/08/2012											
HORA DE INICIO: 9:46											
HORA DE SALIDA: 9:59											
ABSCISA	PRO. TOTAL (M)	PROF. OBSERVADA (m)	N	T	VELOCIDAD		SECCIÓN PARCIAL			Q PARCIAL	
					PUNTO	MEDIA VERT	V. MEDIA	PROF. M.	ANCHO		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0.5	0.06	0.012	4	30	0.35	0.35	0.18	0.03	0.50	0.00	
1.5	0.08	0.02	20	30	1.51	1.51	0.93	0.07	1.00	0.07	
		0.048	20	30	1.51						
2.7	0.12	0.02	24	30	1.80	1.95	1.73	0.10	1.20	0.21	
		0.048	27	30	2.02						
		0.08	27	30	2.02						
3.8	0.14	0.02	28	30	2.10	2.19	2.07	0.13	1.10	0.30	
		0.06	30	30	2.24						
		0.096	30	30	2.24						
4.5	0	0	0	0	0.00	0.00	1.10	0.07	0.70	0.05	
TOTAL =										0.643	m3/s

N° 15											
FECHA: 13/08/2012											
HORA DE INICIO: 14:04											
HORA DE SALIDA: 14:18											
ABSCISA	PRO. TOTAL (M)	PROF. OBSERVADA (m)	N	T	VELOCIDAD		SECCIÓN PARCIAL			Q PARCIAL	
					PUNTO	MEDIA VERT	V. MEDIA	PROF. M.	ANCHO		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0.5	0.06	0.02	4	30	0.35	0.35	0.18	0.03	0.50	0.00	
1.5	0.084	0.02	20	30	1.51	1.51	0.93	0.07	1.00	0.07	
		0.048	20	30	1.51						
3	0.12	0.02	24	30	1.80	1.95	1.73	0.10	1.50	0.27	
		0.06	27	30	2.02						
		0.08	27	30	2.02						
4	0.14	0.02	28	30	2.10	2.19	2.07	0.13	1.00	0.27	
		0.06	30	30	2.24						
		0.1	30	30	2.24						
4.5	0	0	0	0	0.00	0.00	1.10	0.07	0.50	0.04	
TOTAL =										0.747	m3/s

N° 16											
FECHA: 16/08/2012											
HORA DE INICIO: 9:48											
HORA DE SALIDA: 10:05											
ABSCISA	PRO. TOTAL (M)	PROF. OBSERVADA (m)	N	T	VELOCIDAD		SECCIÓN PARCIAL			Q PARCIAL	
					PUNTO	MEDIA VERT	V. MEDIA	PROF. M.	ANCHO		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0.5	0.04	0.008	4	30	0.35	0.35	0.18	0.02	0.50	0.00	
1.5	0.064	0.008	18	30	1.37	1.41	0.88	0.05	1.00	0.05	
		0.04	19	30	1.44						
3	0.116	0.02	18	30	1.37	1.73	1.57	0.09	1.50	0.21	
		0.052	23	30	1.73						
		0.08	28	30	2.10						
4	0.12	0.02	30	30	2.24	2.34	2.04	0.12	1.00	0.24	
		0.052	32	30	2.39						
		0.08	32	30	2.39						
4.5	0	0	0	0	0.00	0.00	1.17	0.06	0.50	0.04	
TOTAL =										0.625	m3/s

N° 17										
FECHA: 23/08/2012										
HORA DE INICIO: 20:04										
HORA DE SALIDA: 20:17										
ABSCISA	PRO. TOTAL (M)	PROF. OBSERVADA (M)	N	T	VELOCIDAD		SECCIÓN PARCIAL			Q PARCIAL
					PUNTO	MEDIA VERT	V. MEDIA	PROF. M.	ANCHO	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.6	0.068	0.012	3	30	0.28	0.28	0.14	0.03	0.60	0.00
1.7	0.084	0.012	19	30	1.44	1.44	0.86	0.08	1.10	0.07
		0.056	19	30	1.44					
3	0.116	0.024	15	30	1.15	1.44	1.44	0.10	1.30	0.19
		0.056	20	30	1.51					
		0.08	22	30	1.66					
4	0.12	0.02	26	30	1.95	1.97	1.71	0.12	1.00	0.20
		0.06	26	30	1.95					
		0.08	27	30	2.02					
4.5	0	0	0	0	0.00	0.00	0.99	0.06	0.50	0.03
TOTAL =										0.503 m3/s

N° 18										
FECHA: 26/08/2012										
HORA DE INICIO: 13:55										
HORA DE SALIDA: 14:12										
ABSCISA	PRO. TOTAL (M)	PROF. OBSERVADA (M)	N	T	VELOCIDAD		SECCIÓN PARCIAL			Q PARCIAL
					PUNTO	MEDIA VERT	V. MEDIA	PROF. M.	ANCHO	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.5	0.116	0.02	23	30	1.73	1.85	0.93	0.06	0.50	0.03
		0.052	25	30	1.88					
		0.08	26	30	1.95					
1.6	0.12	0.024	18	30	1.37	1.37	1.61	0.12	1.10	0.21
		0.06	18	30	1.37					
		0.088	18	30	1.37					
3	0.156	0.02	21	30	1.59	2.08	1.72	0.14	1.40	0.33
		0.06	26	30	1.95					
		0.092	32	30	2.39					
		0.12	32	30	2.39					
4	0.18	0.028	34	30	2.53	2.71	2.40	0.17	1.00	0.40
		0.064	36	30	2.68					
		0.104	38	30	2.82					
		0.132	38	30	2.82					
4.5	0	0	0	0	0.00	0.00	1.36	0.09	0.50	0.06
TOTAL =										1.063 m3/s

N° 19											
FECHA: 31/08/2012											
HORA DE INICIO: 17:20											
HORA DE SALIDA: 17:33											
ABSCISA	PRO. TOTAL (M)	PROF. OBSERVADA (M)	N	T	VELOCIDAD		SECCIÓN PARCIAL			Q PARCIAL	
					PUNTO	MEDIA VERT	V. MEDIA	PROF. M.	ANCHO		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0.5	0.056	0.02	3	30	0.28	0.28	0.14	0.03	0.50	0.00	
1.5	0.08	0.02	23	30	1.73	1.73	1.01	0.07	1.00	0.07	
		0.052	23	30	1.73						
3	0.1	0.02	16	30	1.22	1.41	1.57	0.09	1.50	0.21	
		0.056	21	30	1.59						
4	0.128	0.02	28	30	2.10	2.24	1.82	0.11	1.00	0.21	
		0.06	31	30	2.31						
		0.08	31	30	2.31						
4.5	0	0	0	0	0.00	0.00	1.12	0.06	0.50	0.04	
TOTAL =										0.568	m3/s

N° 20											
FECHA: 02/09/2012											
HORA DE INICIO: 14:57											
HORA DE SALIDA: 15:13											
ABSCISA	PRO. TOTAL (M)	PROF. OBSERVADA (M)	N	T	VELOCIDAD		SECCIÓN PARCIAL			Q PARCIAL	
					PUNTO	MEDIA VERT	V. MEDIA	PROF. M.	ANCHO		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0.5	0.076	0.008	2	30	0.21	0.28	0.14	0.04	0.50	0.00	
		0.04	4	30	0.35						
0.6	0.08	0.016	17	30	1.30	1.30	0.79	0.08	0.10	0.01	
		0.06	17	30	1.30						
3	0.12	0.028	16	30	1.22	1.78	1.54	0.10	2.40	0.37	
		0.06	24	30	1.80						
		0.08	31	30	2.31						
3.8	0.12	0.02	19	30	1.44	1.83	1.80	0.12	0.80	0.17	
		0.06	27	30	2.02						
		0.096	27	30	2.02						
4.5	0	0	0	0	0.00	0.00	0.91	0.06	0.70	0.04	
TOTAL =										0.596	m3/s

N° 21
FECHA: 13/09/2012
HORA DE INICIO: 18:45
HORA DE SALIDA: 19:00

ABSCISA	PRO. TOTAL (M)	PROF. OBSERVADA (M)	N	T	VELOCIDAD		SECCIÓN PARCIAL			Q PARCIAL
					PUNTO	MEDIA VERT	V. MEDIA	PROF. M.	ANCHO	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.5	0.04	0.02	10	30	0.79	0.79	0.39	0.02	0.50	0.004
1.5	0.056	0.012	23	30	1.73	1.73	1.26	0.05	1.00	0.06
		0.04	23	30	1.73					
2.7	0.088	0.024	26	30	1.95	1.95	1.84	0.07	1.20	0.16
		0.044	26	30	1.95					
3.7	0.14	0.02	28	30	2.10	2.10	2.02	0.11	1.00	0.23
		0.056	28	30	2.10					
		0.088	28	30	2.10					
		0.12	28	30	2.10					
4.5	0	0	0	0	0.00	0.00	1.05	0.07	0.80	0.06
TOTAL =										0.533 m3/s

N° 22
FECHA: 21/09/2012
HORA DE INICIO: 18:06
HORA DE SALIDA: 18:18

ABSCISA	PRO. TOTAL (M)	PROF. OBSERVADA (M)	N	T	VELOCIDAD		SECCIÓN PARCIAL			Q PARCIAL
					PUNTO	MEDIA VERT	V. MEDIA	PROF. M.	ANCHO	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.4	0.04	0.012	14	30	1.08	1.08	0.54	0.02	1.40	0.02
2.8	0.04	0.02	22	30	1.66	1.66	1.37	0.04	1.40	0.08
3.7	0.052	0.012	53	30	3.91	4.31	2.99	0.05	0.90	0.12
		0.04	64	30	4.71					
4.5	0	0	0	0	0.00	0.00	2.16	0.03	0.80	0.04
TOTAL =										0.298 m3/s

N° 23
FECHA: 28/09/2012
HORA DE INICIO: 17:35
HORA DE SALIDA: 17:55

ABSCISA	PRO. TOTAL (M)	PROF. OBSERVADA (M)	N	T	VELOCIDAD		SECCIÓN PARCIAL			Q PARCIAL
					PUNTO	MEDIA VERT	V. MEDIA	PROF. M.	ANCHO	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.5	0.032	0	10	30	0.79	0.79	0.39	0.02	0.50	0.003
1.5	0.08	0.032	20	30	1.51	1.55	1.17	0.06	1.00	0.07
		0.056	21	30	1.59					
2.9	0.12	0.02	19	30	1.44	2.07	1.81	0.10	1.40	0.25
		0.06	25	30	1.88					
		0.096	39	30	2.89					
3.8	0.176	0.02	18	30	1.37	1.59	1.83	0.15	0.90	0.24
		0.06	22	30	1.66					
		0.1	22	30	1.66					
		0.128	22	30	1.66					
4.5	0	0	0	0	0.00	0.00	0.79	0.09	0.70	0.05
TOTAL =										0.628 m3/s

N° 24											
FECHA: 05/10/2012											
HORA DE INICIO: 18:25											
HORA DE SALIDA: 18:38											
ABSCISA	PRO. TOTAL (M)	PROF. OBSERVADA (M)	N	T	VELOCIDAD		SECCIÓN PARCIAL			Q PARCIAL	
					PUNTO	MEDIA VERT	V. MEDIA	PROF. M.	ANCHO		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1.5	0.032	0.008	16	30	1.22	1.22	0.61	0.02	1.50	0.01	
2.6	0.04	0.012	30	30	2.24	2.24	1.73	0.04	1.10	0.07	
3.6	0.076	0.02	37	30	2.75	2.75	2.50	0.06	1.00	0.14	
		0.044	37	30	2.75						
4.5	0	0	0	0	0.00	0.00	1.37	0.04	0.90	0.05	
TOTAL =										0.294	m3/s

N° 25											
FECHA: 11/10/2012											
HORA DE INICIO: 12:55											
HORA DE SALIDA: 13:08											
ABSCISA	PRO. TOTAL (M)	PROF. OBSERVADA (M)	N	T	VELOCIDAD		SECCIÓN PARCIAL			Q PARCIAL	
					PUNTO	MEDIA VERT	V. MEDIA	PROF. M.	ANCHO		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1.4	0.048	0.016	9	30	0.71	0.71	0.36	0.02	1.40	0.01	
2.5	0.064	0.02	19	30	1.44	1.44	1.08	0.06	1.10	0.07	
		0.04	19	30	1.44						
3.7	0.08	0.008	28	30	2.10	2.10	1.77	0.07	1.20	0.15	
		0.048	28	30	2.10						
4.5	0	0	0	0	0.00	0.00	1.05	0.04	0.80	0.03	
TOTAL =										0.275	m3/s

N° 26											
FECHA: 24/10/2012											
HORA DE INICIO: 12:28											
HORA DE SALIDA: 12:47											
ABSCISA	PRO. TOTAL (M)	PROF. OBSERVADA (M)	N	T	VELOCIDAD		SECCIÓN PARCIAL			Q PARCIAL	
					PUNTO	MEDIA VERT	V. MEDIA	PROF. M.	ANCHO		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0.5	0.108	0.008	25	30	1.88	1.93	0.96	0.05	0.50	0.03	
		0.052	26	30	1.95						
		0.084	26	30	1.95						
1.5	0.116	0.02	18	30	1.37	1.61	1.77	0.11	1.00	0.20	
		0.064	18	30	1.37						
		0.088	28	30	2.10						
3	0.16	0.016	19	30	1.44	2.44	2.03	0.14	1.50	0.42	
		0.064	34	30	2.53						
		0.096	39	30	2.89						
3.8	0.168	0.132	40	30	2.90	2.30	2.37	0.16	0.80	0.31	
		0.028	28	30	2.10						
		0.068	31	30	2.31						
		0.108	32	30	2.39						
4.5	0	0	0	0	0.00	0.00	1.15	0.08	0.70	0.07	
TOTAL =										1.045	m3/s

N° 27										
FECHA: 06/11/2012										
HORA DE INICIO: 12:40										
HORA DE SALIDA: 12:57										
ABSCISA	PRO. TOTAL (M)	PROF. OBSERVADA (m)	N	T	VELOCIDAD		SECCIÓN PARCIAL			Q PARCIAL
					PUNTO	MEDIA VERT	V. MEDIA	PROF. M.	ANCHO	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.5	0.112	0.02	28	30	2.10	3.07	1.53	0.06	0.50	0.04
		0.064	49	30	3.55					
		0.08	49	30	3.55					
2.3	0.06	0.008	31	30	2.31	2.31	2.69	0.09	1.80	0.42
		0.04	31	30	2.31					
3.8	0.04	0.008	25	30	1.88	1.88	2.10	0.05	1.50	0.16
4.4	0.16	0.016	32	30	2.39	2.59	2.23	0.10	0.60	0.13
		0.06	34	30	2.53					
		0.096	36	30	2.68					
		0.12	37	30	2.75					
4.7	0	0	0	0	0.00	0.00	1.29	0.08	0.30	0.03
TOTAL =										0.956 m3/s

N° 28										
FECHA: 04/01/2013										
HORA DE INICIO: 13:25										
HORA DE SALIDA: 13:48										
ABSCISA	PRO. TOTAL (M)	PROF. OBSERVADA (m)	N	T	VELOCIDAD		SECCIÓN PARCIAL			Q PARCIAL
					PUNTO	MEDIA VERT	V. MEDIA	PROF. M.	ANCHO	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.6	0.08	0.02	51	30	3.70	3.70	1.85	0.04	0.60	0.04
		0.048	51	30	3.70					
1.8	0.156	0.02	24	30	1.80	1.80	2.75	0.12	1.20	0.39
		0.068	24	30	1.80					
		0.104	24	30	1.80					
		0.128	24	30	1.80					
2.5	0.196	0.02	24	30	1.80	2.589802	2.197381	0.176	0.7	0.27
		0.06	36	30	2.68					
		0.1	40	30	2.90					
		0.144	41	30	2.97					
3.6	0.136	0.02	39	30	2.89	3.24	2.91	0.17	1.10	0.53
		0.06	44	30	3.19					
		0.1	50	30	3.63					
4.4	0.14	0.02	34	30	2.53	2.77	1.39	0.07	4.40	0.43
		0.06	39	30	2.89					
		0.104	39	30	2.89					
4.7	0	0	0	0	0.00	0.00	1.62	0.07	1.10	0.12
TOTAL =										1.015 m3/s

N° 29										
FECHA: 08/02/2013										
HORA DE INICIO: 13:10										
HORA DE SALIDA: 13:27										
ABSCISA	PRO. TOTAL (M)	PROF. OBSERVADA (m)	N	T	VELOCIDAD		SECCIÓN PARCIAL			Q PARCIAL
					PUNTO	MEDIA VERT	V. MEDIA	PROF. M.	ANCHO	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.8	0.088	0.028	64	30	4.64	5.07	2.54	0.04	0.80	0.09
		0.052	76	30	5.51					
1.6	0.04	0.008	33	30	2.46	2.46	3.77	0.06	0.80	0.19
2.8	0.116	0.024	42	30	3.05	3.10	2.78	0.078	1.2	0.26
		0.06	43	30	3.12					
		0.088	43	30	3.12					
3.7	0.08	0.02	45	30	3.26	3.44	3.27	0.10	0.90	0.29
		0.048	50	30	3.63					
4.3	0.084	0.012	43	30	3.12	3.16	3.30	0.08	0.60	0.16
		0.048	44	30	3.19					
4.7	0	0	0	0	0.00	0.00	1.58	0.04	0.40	0.03
TOTAL =										1.019 m3/s

N° 30										
FECHA: 19/02/2013										
HORA DE INICIO: 12:48										
HORA DE SALIDA: 13:02										
ABSCISA	PRO. TOTAL (M)	PROF. OBSERVADA (m)	N	T	VELOCIDAD		SECCIÓN PARCIAL			Q PARCIAL
					PUNTO	MEDIA VERT	V. MEDIA	PROF. M.	ANCHO	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.4	0.04	0.02	30	30	2.24	2.24	1.12	0.02	0.40	0.01
2.3	0.04	0.016	31	30	2.31	2.31	2.28	0.04	1.90	0.17
		0.02	34	30	2.53					
2.5	0.076	0.06	34	30	2.53	2.53	2.42	0.058	0.2	0.03
		0.02	34	30	2.53					
3.8	0.04	0.02	29	30	2.17	2.17	2.35	0.06	1.30	0.18
4.5	0	0	0	0	0.00	0.00	1.08	0.02	0.70	0.02
TOTAL =										0.689 m3/s

N° 31										
FECHA: 04/03/2013										
HORA DE INICIO: 13:25										
HORA DE SALIDA: 13:45										
ABSCISA	PRO. TOTAL (M)	PROF. OBSERVADA (m)	N	T	VELOCIDAD		SECCIÓN PARCIAL			Q PARCIAL
					PUNTO	MEDIA VERT	V. MEDIA	PROF. M.	ANCHO	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.7	0.08	0.016	2	30	0.21	0.75	0.38	0.04	0.70	0.01
		0.06	17	30	1.30					
2	0.08	0.02	17	30	1.30	2.53	1.64	0.08	1.30	0.17
		0.06	52	30	3.77					
3	0.12	0.024	6	30	0.50	2.00	2.27	0.10	1.00	0.23
		0.06	37	30	2.75					
		0.1	37	30	2.75					
4.5	0	0	0	0	0.00	0.00	1.00	0.06	1.50	0.09
TOTAL =										0.678 m3/s

N° 32										
FECHA: 05/06/2013										
HORA DE INICIO: 10:00										
HORA DE SALIDA: 10:20										
ABSCISA	PRO. TOTAL (M)	PROF. OBSERVADA (M)	N	T	VELOCIDAD		SECCIÓN PARCIAL			Q PARCIAL
					PUNTO	MEDIA VERT	V. MEDIA	PROF. M.	ANCHO	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.4	0.064	0.008	24	30	1.80	1.80	0.90	0.03	0.40	0.01
		0.04	24	30	1.80					
1.7	0.08	0.024	28	30	2.10	2.13	1.97	0.07	1.30	0.18
		0.056	29	30	2.17					
2.5	0.06	0.012	27	30	2.02	2.13	2.13	0.07	0.8	0.12
		0.04	30	30	2.24					
4	0.08	0.02	23	30	1.73	1.77	1.95	0.07	1.50	0.20
		0.04	24	30	1.80					
4.5	0	0	0	0	0.00	0.00	0.88	0.04	0.50	0.02
TOTAL =										0.538 m3/s

N° 33										
FECHA: 19/07/2013										
HORA DE INICIO: 20:00										
HORA DE SALIDA: 20:20										
ABSCISA	PRO. TOTAL (M)	PROF. OBSERVADA (M)	N	T	VELOCIDAD		SECCIÓN PARCIAL			Q PARCIAL
					PUNTO	MEDIA VERT	V. MEDIA	PROF. M.	ANCHO	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.4	0.044	0.016	22	30	1.66	1.66	0.83	0.02	0.40	0.01
1.3	0.048	0.02	26	30	1.95	2.06	1.86	0.05	0.90	0.08
		0.04	29	30	2.17					
2.3	0.064	0.016	45	30	3.26	3.30	2.68	0.056	1	0.15
		0.044	46	30	3.34					
3	0.04	0.008	22	30	1.66	1.66	2.48	0.05	0.70	0.09
4.2	0.08	0.012	28	30	2.10	2.42	2.04	0.06	1.20	0.15
		0.056	37	30	2.75					
4.5	0	0	0	0	0.00	0.00	1.21	0.04	0.30	0.01
TOTAL =										0.675 m3/s

N° 34										
FECHA: 26/07/2013										
HORA DE INICIO: 18:50										
HORA DE SALIDA: 19:13										
ABSCISA	PRO. TOTAL (M)	PROF. OBSERVADA (M)	N	T	VELOCIDAD		SECCIÓN PARCIAL			Q PARCIAL
					PUNTO	MEDIA VERT	V. MEDIA	PROF. M.	ANCHO	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.3	0.048	0.004	18	30	1.37	1.37	0.68	0.02	1.30	0.02
2.5	0.12	0.016	38	30	2.82	2.92	2.15	0.08	1.20	0.22
		0.06	41	30	2.97					
3.5	0.04	0.096	41	30	2.97	1.80	1.80	2.36	0.08	1
		0.008	24	30	1.80					
4.1	0.14	0.02	32	30	2.39	2.80	2.30	0.09	0.60	0.12
		0.06	39	30	2.89					
4.5	0	0.12	43	30	3.12	0.00	0.00	1.40	0.07	0.40
		0	0	0	0.00					
TOTAL =										0.652 m3/s

N° 35										
FECHA: 02/08/2013										
HORA DE INICIO: 18:25										
HORA DE SALIDA: 18:45										
ABSCISA	PRO. TOTAL (M)	PROF. OBSERVADA (M)	N	T	VELOCIDAD		SECCIÓN PARCIAL			Q PARCIAL
					PUNTO	MEDIA VERT	V. MEDIA	PROF. M.	ANCHO	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.9	0.08	0.012	28	30	2.10	2.20	1.10	0.04	0.90	0.04
		0.04	31	30	2.31					
1.4	0.04	0.016	20	30	1.51	1.51	1.86	0.06	0.50	0.06
2.2	0.1	0.02	36	30	2.68	2.92	2.22	0.07	0.8	0.12
		0.052	35	30	2.60					
		0.08	48	30	3.48					
3.9	0.044	0.02	22	30	1.66	1.66	2.29	0.07	1.70	0.28
4.2	0.088	0.02	31	30	2.31	2.31	1.99	0.07	0.30	0.04
		0.052	31	30	2.31					
4.5	0	0	0	0	0.00	0.00	1.16	0.04	0.30	0.02
TOTAL =										0.423 m3/s

N° 36										
FECHA: 05/08/2013										
HORA DE INICIO: 18:20										
HORA DE SALIDA: 18:38										
ABSCISA	PRO. TOTAL (M)	PROF. OBSERVADA (M)	N	T	VELOCIDAD		SECCIÓN PARCIAL			Q PARCIAL
					PUNTO	MEDIA VERT	V. MEDIA	PROF. M.	ANCHO	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.5	0.04	0.02	11	30	0.86	0.86	0.43	0.02	0.50	0.004
1.7	0.08	0.02	29	30	2.17	2.28	1.57	0.06	1.20	0.11
		0.048	32	30	2.39					
2.5	0.08	0.008	45	30	3.26	3.81	3.04	0.08	0.8	0.19
		0.056	60	30	4.35					
3.9	0.04	0.02	21	30	1.59	1.59	2.70	0.06	1.40	0.23
4.2	0.08	0.02	34	30	2.53	2.53	2.06	0.06	0.30	0.04
		0.06	34	30	2.53					
4.5	0	0	0	0	0.00	0.00	1.27	0.04	0.30	0.02
TOTAL =										0.619 m3/s

N° 37										
FECHA: 16/08/2013										
HORA DE INICIO: 18:35										
HORA DE SALIDA: 19:00										
ABSCISA	PRO. TOTAL (M)	PROF. OBSERVADA (M)	N	T	VELOCIDAD		SECCIÓN PARCIAL			Q PARCIAL
					PUNTO	MEDIA VERT	V. MEDIA	PROF. M.	ANCHO	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.4	0.04	0.012	22	30	1.66	1.66	0.83	0.02	0.40	0.007
1.4	0.04	0.02	22	30	1.66	1.66	1.66	0.04	1.00	0.07
		0.02	32	30	2.39					
2.4	0.1	0.052	33	30	2.46	2.46	2.06	0.07	1.00	0.14
		0.08	34	30	2.53					
3.5	0.04	0.008	30	30	2.24	2.24	2.35	0.07	1.10	0.18
4.1	0.08	0.02	35	30	2.60	2.64	2.44	0.06	0.60	0.09
		0.06	36	30	2.68					
4.5	0	0	0	0	0.00	0.00	1.32	0.04	0.40	0.02
TOTAL =										0.731 m3/s

N° 38										
FECHA: 22/08/2013										
HORA DE INICIO: 11:20										
HORA DE SALIDA: 11:40										
ABSCISA	PRO. TOTAL (M)	PROF. OBSERVADA (M)	N	T	VELOCIDAD		SECCIÓN PARCIAL			Q PARCIAL
					PUNTO	MEDIA VERT	V. MEDIA	PROF. M.	ANCHO	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.5	0.04	0.004	14	30	1.08	1.08	0.54	0.02	0.50	0.005
1.4	0.04	0.02	22	30	1.66	1.66	1.37	0.04	0.90	0.05
2.4	0.08	0.02	26	30	1.95	2.72	2.19	0.06	1.00	0.13
		0.048	48	30	3.48					
3.5	0.04	0.004	22	30	1.66	1.66	2.19	0.06	1.10	0.14
4.1	0.08	0.02	26	30	1.95	1.99	1.82	0.06	0.60	0.07
		0.04	27	30	2.02					
4.5	0	0	0	0	0.00	0.00	0.99	0.04	0.40	0.02
TOTAL =										0.952 m3/s

N° 39										
FECHA: 30/08/2013										
HORA DE INICIO: 19:10										
HORA DE SALIDA: 19:28										
ABSCISA	PRO. TOTAL (M)	PROF. OBSERVADA (M)	N	T	VELOCIDAD		SECCIÓN PARCIAL			Q PARCIAL
					PUNTO	MEDIA VERT	V. MEDIA	PROF. M.	ANCHO	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.9	0.04	0.008	29	30	2.17	2.17	1.08	0.02	1.90	0.041
2.3	0.12	0.02	28	30	2.10	2.46	2.31	0.08	0.40	0.07
		0.04	35	30	2.60					
		0.092	36	30	2.68					
4.2	0.04	0.02	25	30	1.88	1.88	2.17	0.08	1.90	0.33
4.5	0	0	0	0	0.00	0.00	0.94	0.02	0.30	0.01
TOTAL =										0.650 m3/s

N° 40										
FECHA: 04/09/2013										
HORA DE INICIO: 18:43										
HORA DE SALIDA: 18:57										
ABSCISA	PRO. TOTAL (M)	PROF. OBSERVADA (M)	N	T	VELOCIDAD		SECCIÓN PARCIAL			Q PARCIAL
					PUNTO	MEDIA VERT	V. MEDIA	PROF. M.	ANCHO	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.7	0.04	0.008	16	30	1.22	1.22	0.61	0.02	1.70	0.021
2.5	0.14	0.02	39	30	2.89	2.92	2.07	0.09	0.80	0.15
		0.056	40	30	2.90					
		0.1	41	30	2.97					
4.2	0.08	0.012	25	30	1.88	1.88	2.40	0.11	1.70	0.45
		0.044	25	30	1.88					
4.5	0	0	0	0	0.00	0.00	0.94	0.04	0.30	0.01
TOTAL =										0.680 m3/s

N° 41											
FECHA: 20/09/2013											
HORA DE INICIO: 18:55											
HORA DE SALIDA: 19:10											
ABSCISA	PRO. TOTAL (M)	PROF. OBSERVADA (m)	N	T	VELOCIDAD		SECCIÓN PARCIAL			Q PARCIAL	
					PUNTO	MEDIA VERT	V. MEDIA	PROF. M.	ANCHO		
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
0.8	0.044	0.004	12	30	0.93	0.93	0.47	0.02	0.80	0.008	
1.5	0.08	0.02	41	30	2.97	3.12	2.03	0.06	0.70	0.09	
		0.06	45	30	3.26						
2.6	0.084	0.016	42	30	3.05	3.08	3.10	0.08	1.10	0.28	
		0.06	43	30	3.12						
3.5	0.04	0.004	18	30	1.37	1.37	2.23	0.06	0.90	0.12	
4.2	0.08	0.02	16	30	1.22	1.55	1.46	0.06	0.70	0.06	
		0.048	25	30	1.88						
4.5	0	0	0	0	0.00	0.00	0.78	0.04	0.30	0.01	
TOTAL =										1.114	m3/s

CURVA DE DESCARGA ALTURA VS CAUDAL

α	2.825	a =	668.913
β	3.819	n =	3.819
h_o	0.000	h_o =	0.000
r	0.925	r =	0.925

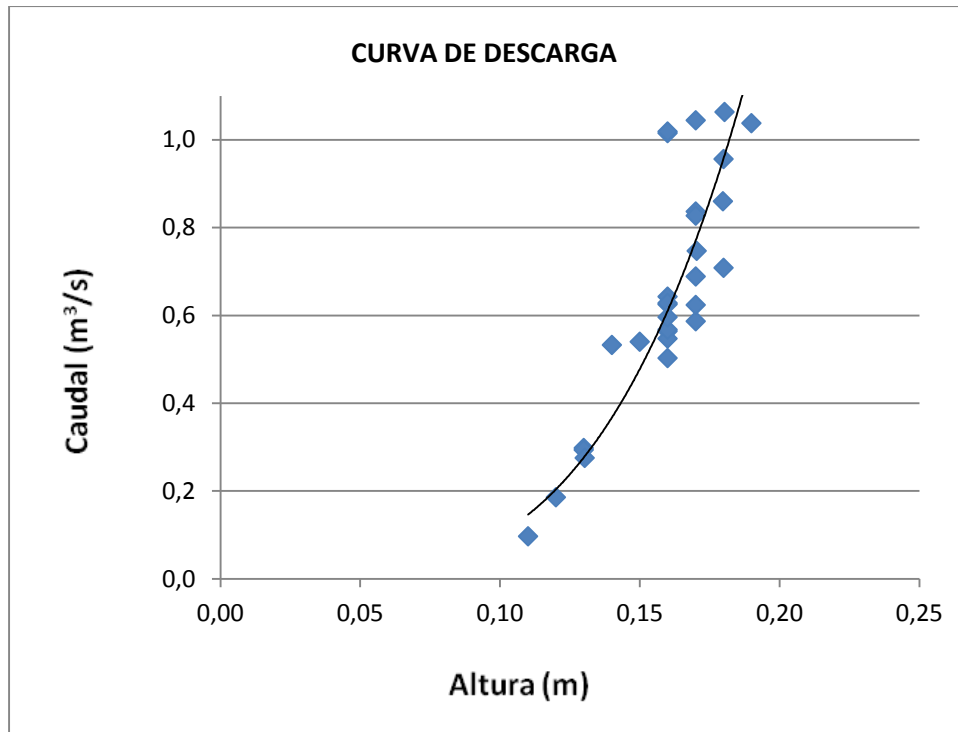
$$Q = 668.9125 \times h^{3.8186}$$

N	h(m)	Q(m3/s)	h-ho	Log (h-ho)	Log Q	X2	Y2	X.Y	q calculado
1	0.170	0.587	0.170	-0.770	-0.231	0.592	0.054	0.178	0.771
2	0.160	0.564	0.160	-0.796	-0.249	0.633	0.062	0.198	0.611
3	0.150	0.540	0.150	-0.824	-0.268	0.679	0.072	0.220	0.478
4	0.160	0.547	0.160	-0.796	-0.262	0.633	0.069	0.209	0.611
5	0.110	0.097	0.110	-0.959	-1.015	0.919	1.029	0.973	0.146
6	0.120	0.186	0.120	-0.921	-0.730	0.848	0.533	0.672	0.204
7	0.200	1.258	0.200	-0.699	0.100	0.489	0.010	-0.070	1.433
8	0.170	0.837	0.170	-0.770	-0.077	0.592	0.006	0.060	0.771
9	0.180	0.860	0.180	-0.745	-0.065	0.555	0.004	0.049	0.954
10	0.180	0.709	0.180	-0.745	-0.150	0.555	0.022	0.111	0.958
11	0.190	1.038	0.190	-0.721	0.016	0.520	0.000	-0.012	1.178
12	0.170	0.624	0.170	-0.770	-0.205	0.592	0.042	0.158	0.771
13	0.170	0.827	0.170	-0.770	-0.082	0.592	0.007	0.063	0.771
14	0.160	0.643	0.160	-0.796	-0.192	0.633	0.037	0.153	0.611
15	0.170	0.747	0.170	-0.769	-0.127	0.591	0.016	0.097	0.777
16	0.160	0.625	0.160	-0.796	-0.204	0.633	0.042	0.162	0.611
17	0.160	0.503	0.160	-0.796	-0.299	0.633	0.089	0.238	0.611
18	0.180	1.063	0.180	-0.744	0.027	0.553	0.001	-0.020	0.966
19	0.160	0.568	0.160	-0.796	-0.246	0.633	0.060	0.196	0.611
20	0.160	0.596	0.160	-0.796	-0.225	0.633	0.051	0.179	0.611
21	0.140	0.533	0.140	-0.854	-0.273	0.729	0.075	0.233	0.367
22	0.130	0.298	0.130	-0.886	-0.526	0.785	0.276	0.466	0.277
23	0.160	0.628	0.160	-0.796	-0.202	0.633	0.041	0.161	0.611
24	0.130	0.294	0.130	-0.886	-0.532	0.785	0.283	0.471	0.277
25	0.130	0.275	0.130	-0.885	-0.560	0.783	0.314	0.496	0.279
26	0.170	1.045	0.170	-0.770	0.019	0.592	0.000	-0.015	0.771
27	0.180	0.956	0.180	-0.745	-0.020	0.555	0.000	0.015	0.958
28	0.160	1.015	0.160	-0.796	0.006	0.633	0.000	-0.005	0.611
29	0.160	1.019	0.160	-0.796	0.008	0.633	0.000	-0.007	0.611
30	0.170	0.689	0.170	-0.770	-0.162	0.592	0.026	0.124	0.771
Sumatoria				X	Y	X2	Y2	X.Y	
				-23.958	-6.724	19.233	3.221	5.754	

30

$$\alpha = \frac{[(\sum Y) * (\sum X^2)] - [(\sum X) * (\sum (X * Y))]}{[N * (\sum X^2)] - [(\sum X)]^2}$$

$$\beta = \frac{[N * (\sum (X * Y))] - [(\sum X) * (\sum Y)]}{[N * (\sum X^2)] - [(\sum X)]^2}$$



COEFICIENTES DE VALIDACIÓN

s o	0.036	0.189
s c	0.052	0.228
s oc	0.040	
R	0.933	
R2	0.871	Coefficiente de Correlación
EF	0.803	Coefficiente de Eficiencia de Nash
RMSE	0.087	Error Cuadrático Medio

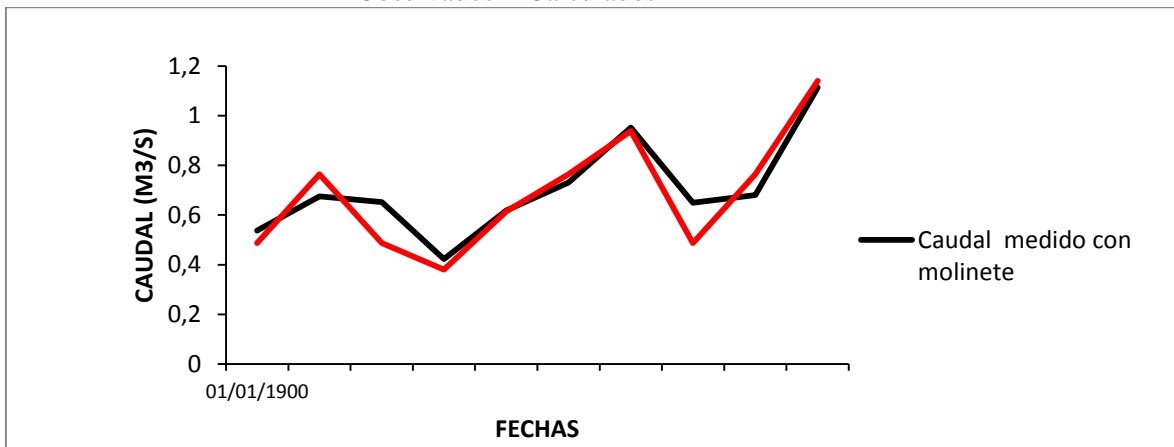
Mayor que 0.7
Permite valores mayores que cero

a = 668.913

n = 3.819

FECHA	Altura thalimedes	Caudal medido con molinete	Caudal calculado curva de descarga	O-om	C-cm	(o-om) (c-cm)	(0-c)^2	(o-cm)^2
1	0.150	0.538	0.487	0.020	0.026	0.023	0.003	0.012
2	0.170	0.675	0.764	0.000	0.014	-0.001	0.008	0.001
3	0.150	0.652	0.487	0.001	0.026	0.005	0.027	0.000
4	0.140	0.423	0.380	0.066	0.071	0.069	0.002	0.050
5	0.160	0.619	0.614	0.004	0.001	0.002	0.000	0.001
6	0.170	0.731	0.764	0.003	0.014	0.006	0.001	0.007
7	0.180	0.952	0.939	0.074	0.085	0.079	0.000	0.093
8	0.150	0.650	0.487	0.001	0.026	0.005	0.027	0.000
9	0.170	0.680	0.764	0.000	0.014	0.000	0.007	0.001
10	0.190	1.114	1.141	0.188	0.244	0.214	0.001	0.218
10	Sumatorias	7.034	6.825	0.356	0.519	0.402	0.075	0.383
	Medias	0.680	0.647					

Observados Calculados



Como se observa en la gráfica, está representado el caudal líquido con fórmula vs caudal con molinete, El caudal con fórmula vs caudal con molinete, donde se puede ver que los coeficiente de validación son:

0.871	Coefficiente de Correlacion
0.803	Coefficiente de Eficiencia de Nash
0.087	Error Cuadrático Medio

CURVA DE DESCARGA ALTURA VS CAUDAL

α	2.655	a =	452.223
β	3.602	n =	3.602
h_0	0.000	$h_0 =$	0.000
r	0.912	r =	0.912

$$Q = 452.2228 \times h^{3.6024}$$

N	h(m)	Q(m ³ /s)	h-ho	Log (h-ho)	Log Q	X2	Y2	X.Y	q calculado
1	0.170	0.587	0.170	-0.770	-0.231	0.592	0.054	0.178	0.764
2	0.160	0.564	0.160	-0.796	-0.249	0.633	0.062	0.198	0.614
3	0.150	0.540	0.150	-0.824	-0.268	0.679	0.072	0.220	0.487
4	0.160	0.547	0.160	-0.796	-0.262	0.633	0.069	0.209	0.614
5	0.110	0.097	0.110	-0.959	-1.015	0.919	1.029	0.973	0.159
6	0.120	0.186	0.120	-0.921	-0.730	0.848	0.533	0.672	0.218
7	0.200	1.258	0.200	-0.699	0.100	0.489	0.010	-0.070	1.372
8	0.170	0.837	0.170	-0.770	-0.077	0.592	0.006	0.060	0.764
9	0.180	0.860	0.180	-0.745	-0.065	0.555	0.004	0.049	0.935
10	0.180	0.709	0.180	-0.745	-0.150	0.555	0.022	0.111	0.939
11	0.190	1.038	0.190	-0.721	0.016	0.520	0.000	-0.012	1.141
12	0.170	0.624	0.170	-0.770	-0.205	0.592	0.042	0.158	0.764
13	0.170	0.827	0.170	-0.770	-0.082	0.592	0.007	0.063	0.764
14	0.160	0.643	0.160	-0.796	-0.192	0.633	0.037	0.153	0.614
15	0.170	0.747	0.170	-0.769	-0.127	0.591	0.016	0.097	0.770
16	0.160	0.625	0.160	-0.796	-0.204	0.633	0.042	0.162	0.614
17	0.160	0.503	0.160	-0.796	-0.299	0.633	0.089	0.238	0.614
18	0.180	1.063	0.180	-0.744	0.027	0.553	0.001	-0.020	0.945
19	0.160	0.568	0.160	-0.796	-0.246	0.633	0.060	0.196	0.614
20	0.160	0.596	0.160	-0.796	-0.225	0.633	0.051	0.179	0.614
21	0.140	0.533	0.140	-0.854	-0.273	0.729	0.075	0.233	0.380
22	0.130	0.298	0.130	-0.886	-0.526	0.785	0.276	0.466	0.291
23	0.160	0.628	0.160	-0.796	-0.202	0.633	0.041	0.161	0.614
24	0.130	0.294	0.130	-0.886	-0.532	0.785	0.283	0.471	0.291
25	0.130	0.275	0.130	-0.885	-0.560	0.783	0.314	0.496	0.293
26	0.170	1.045	0.170	-0.770	0.019	0.592	0.000	-0.015	0.764
27	0.180	0.956	0.180	-0.745	-0.020	0.555	0.000	0.015	0.939
28	0.160	1.015	0.160	-0.796	0.006	0.633	0.000	-0.005	0.614
29	0.160	1.019	0.160	-0.796	0.008	0.633	0.000	-0.007	0.614
30	0.170	0.689	0.170	-0.770	-0.162	0.592	0.026	0.124	0.764

CÁLCULO DE CAUDALES

$$Q = 452.2228 \times h^{3.6024}$$

	FECHA	ALTURA PROMEDIO (cm)	ALTURA PROMEDIO (m)	CAUDAL (m ³ /s)
1	27/06/2012	17.000	0.17	0.764
2	29/06/2012	16.000	0.16	0.614
3	04/07/2012	15.000	0.15	0.487
4	05/07/2012	16.000	0.16	0.614
5	12/07/2012	11.000	0.11	0.159
6	13/07/2012	12.000	0.12	0.218
7	19/07/2012	20.000	0.20	1.372
8	21/07/2012	17.000	0.17	0.764
9	24/07/2012	18.000	0.18	0.939
10	26/07/2012	18.000	0.18	0.939
11	01/08/2012	19.000	0.19	1.141
12	03/08/2012	17.000	0.17	0.764
13	07/08/2012	17.000	0.17	0.764
14	09/08/2012	16.000	0.16	0.614
15	13/08/2012	17.000	0.17	0.764
16	16/08/2012	16.000	0.16	0.614
17	23/08/2012	16.000	0.16	0.614
18	26/08/2012	18.000	0.18	0.939
19	31/08/2012	16.000	0.16	0.614
20	02/09/2012	16.000	0.16	0.614
21	13/09/2012	14.000	0.14	0.380
22	21/09/2012	13.000	0.13	0.291
23	28/09/2012	16.000	0.16	0.614
24	05/10/2012	13.000	0.13	0.291
25	11/10/2012	13.000	0.13	0.291
26	24/10/2012	17.000	0.17	0.764

27	06/11/2012	18.000	0.18	0.939
28	04/01/2013	16.000	0.16	0.614
29	08/02/2013	16.000	0.16	0.614
30	19/02/2013	17.000	0.17	0.764
31	04/03/2013	18.000	0.18	0.939
32	05/06/2013	15.000	0.15	0.487
33	19/07/2013	17.000	0.17	0.764
34	26/07/2013	15.000	0.15	0.487
35	02/08/2013	14.000	0.14	0.380
36	05/08/2013	16.000	0.16	0.614
37	16/08/2013	17.000	0.17	0.764
38	22/08/2013	18.000	0.18	0.939
39	30/08/2013	15.000	0.15	0.487
40	04/09/2013	17.000	0.17	0.764
41	20/09/2013	19.000	0.19	1.141

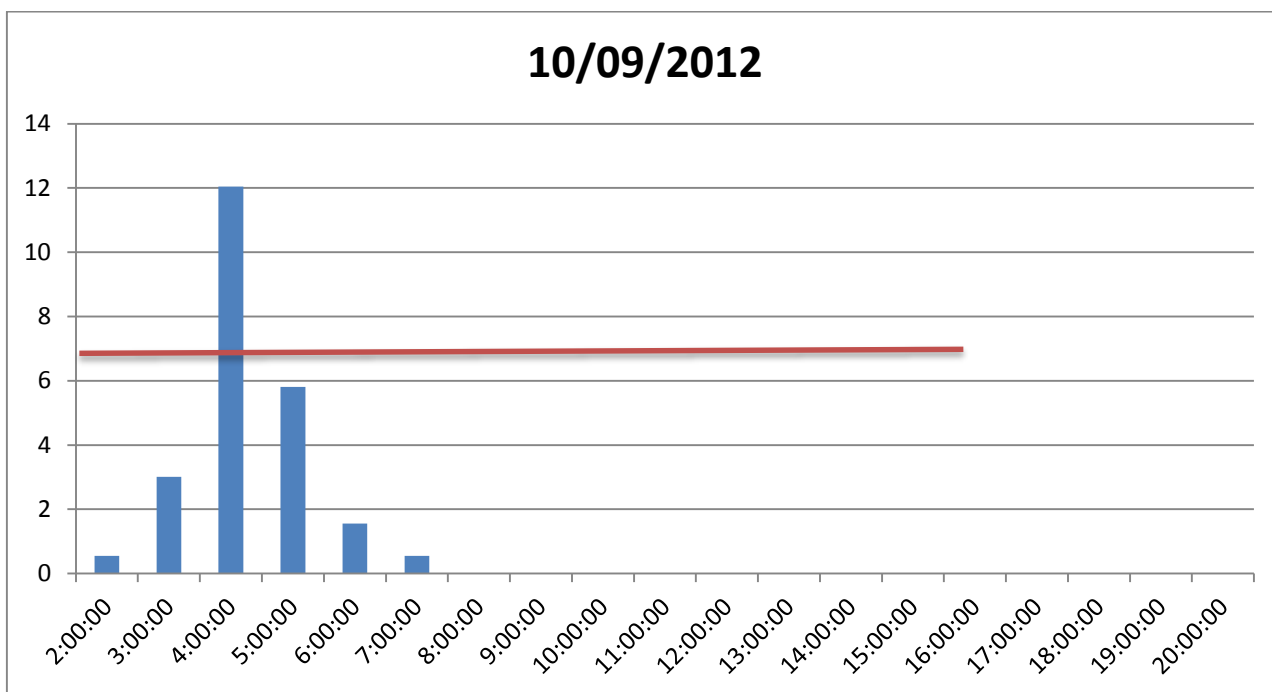
ANEXO 6

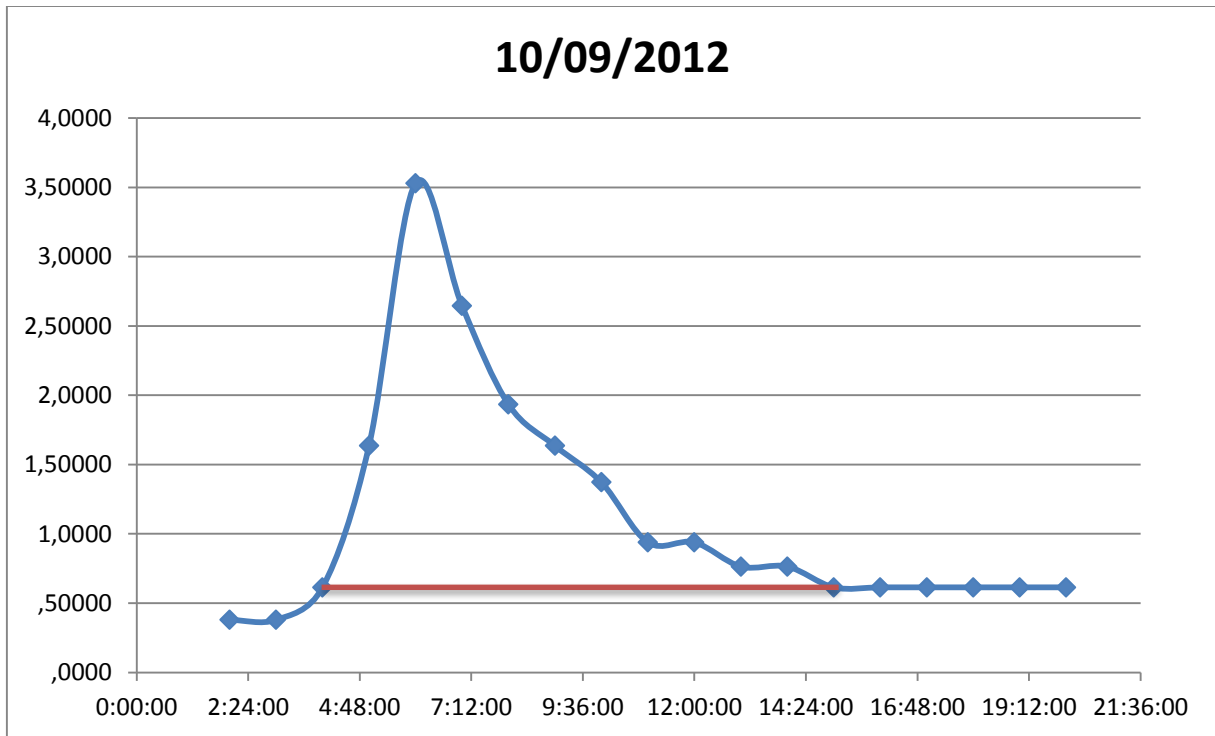
Método del Polígono de Thiesen, Hidrogramas e histogramas en estudio, Índice de infiltración, Coeficiente de escorrentía, Número de la curva

Método de Polígono de Thiesen

ÁREA DE LA CUENCA:	6.58	Km2	657.13	Ha
ÁREA EST. #1	4.83	Km2		
ÁREA EST. #2	1.36	Km2		
ÁREA EST. #3	0.39	Km2		

Caso 1:



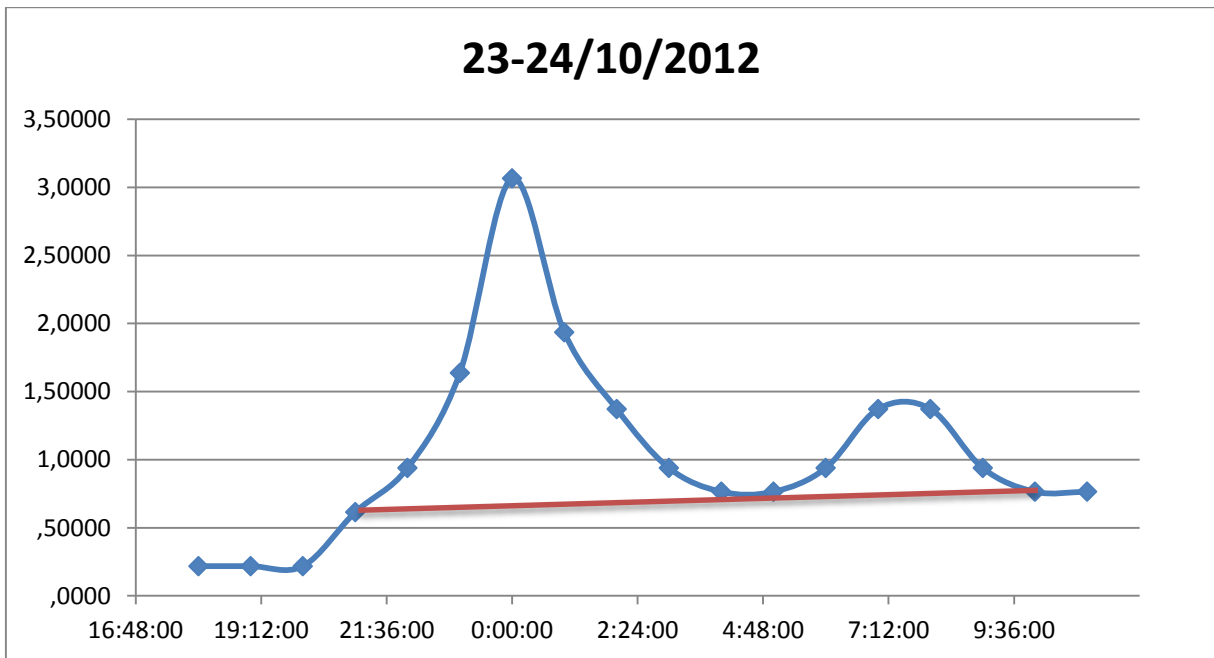
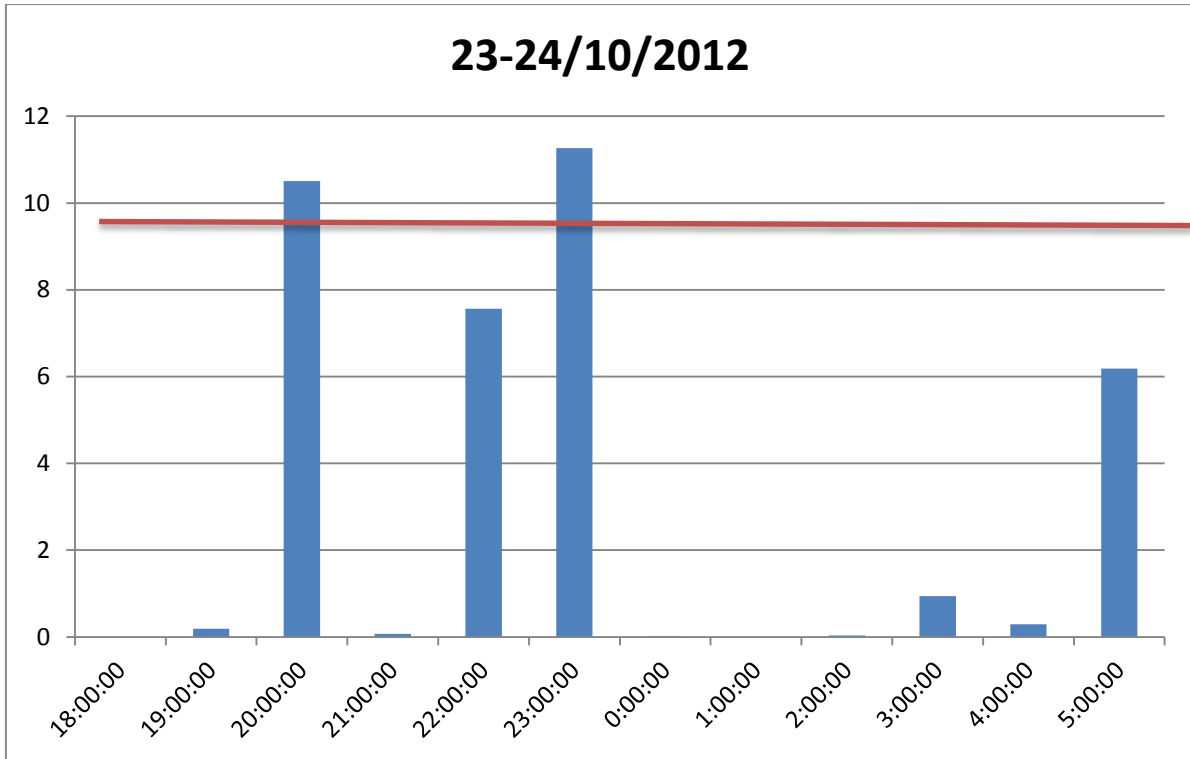


Área bajo la curva	36072 m3	0.036072 km2
Área de la cuenca	6577699.41 m2	
hpe=	0.00548398 m	➔ 5.4840 mm
	Pe=	5.4848 mm
∅=	6.56	Pt=
C=	0.23337588	23.502 mm


$$Pe = \frac{\left[P - \frac{508}{CN} + 5,08 \right]^2}{P + \frac{2032}{CN} - 20,32}$$

Pe=	5.4834
CN=	42.7

Caso 2:



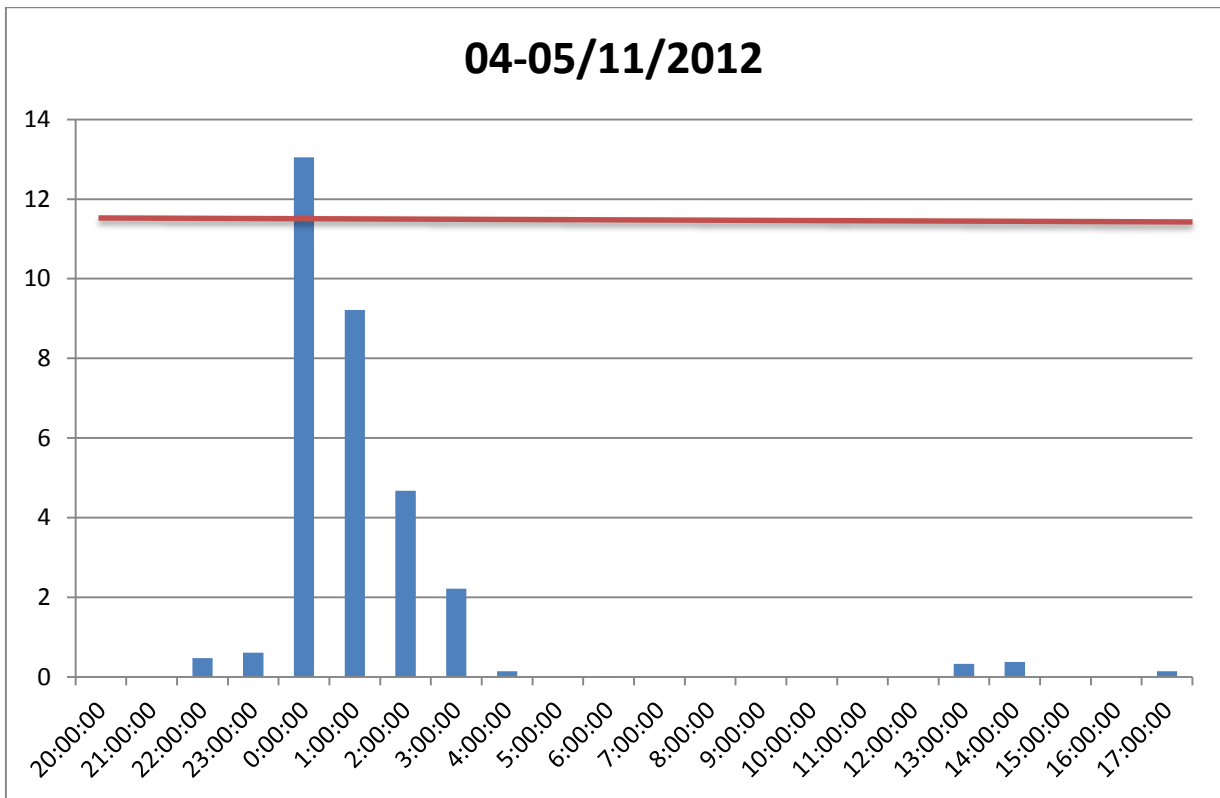
Área bajo la curva 28850.4 m³
Área de la cuenca 6577699.41 m²

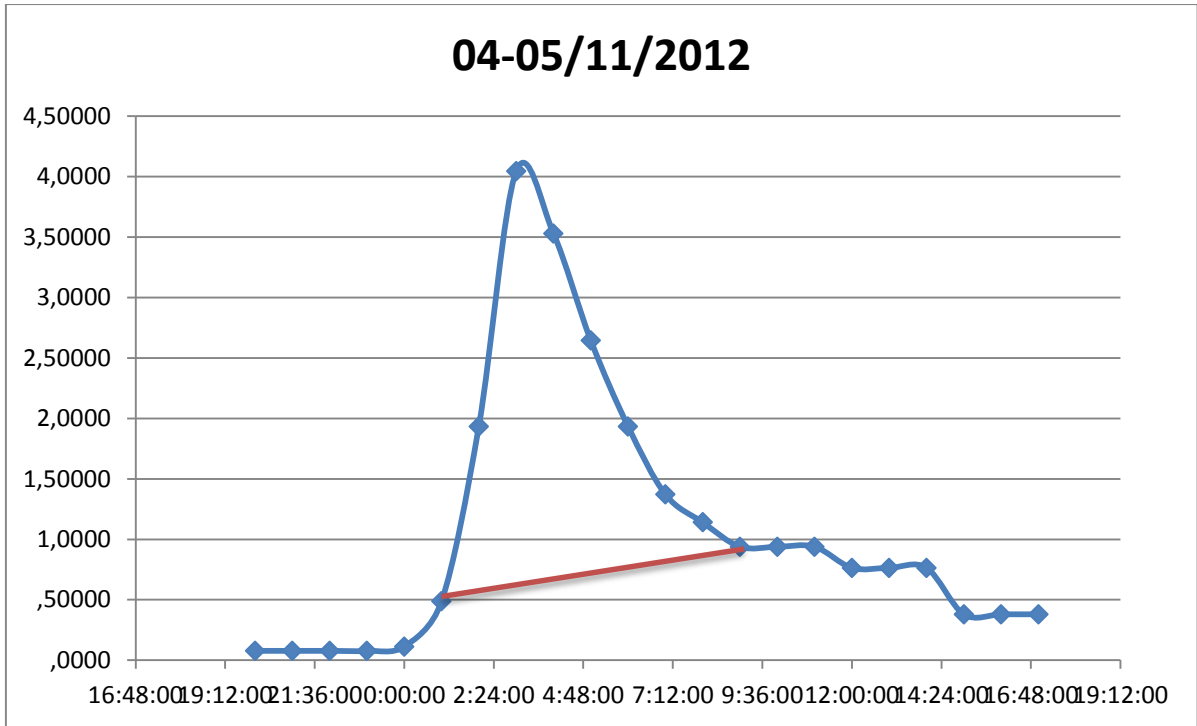
hpe= 0.00438609 m  4.3860928 mm
Pe= 4.3973 mm
∅= 8.69 Pt= 37.068 mm
C= 0.11862793

$$Pe = \frac{\left[P - \frac{508}{CN} + 5,08 \right]^2}{P + \frac{2032}{CN} - 20,32}$$

Pe= 4.3976
CN= 24.11

Caso 3:





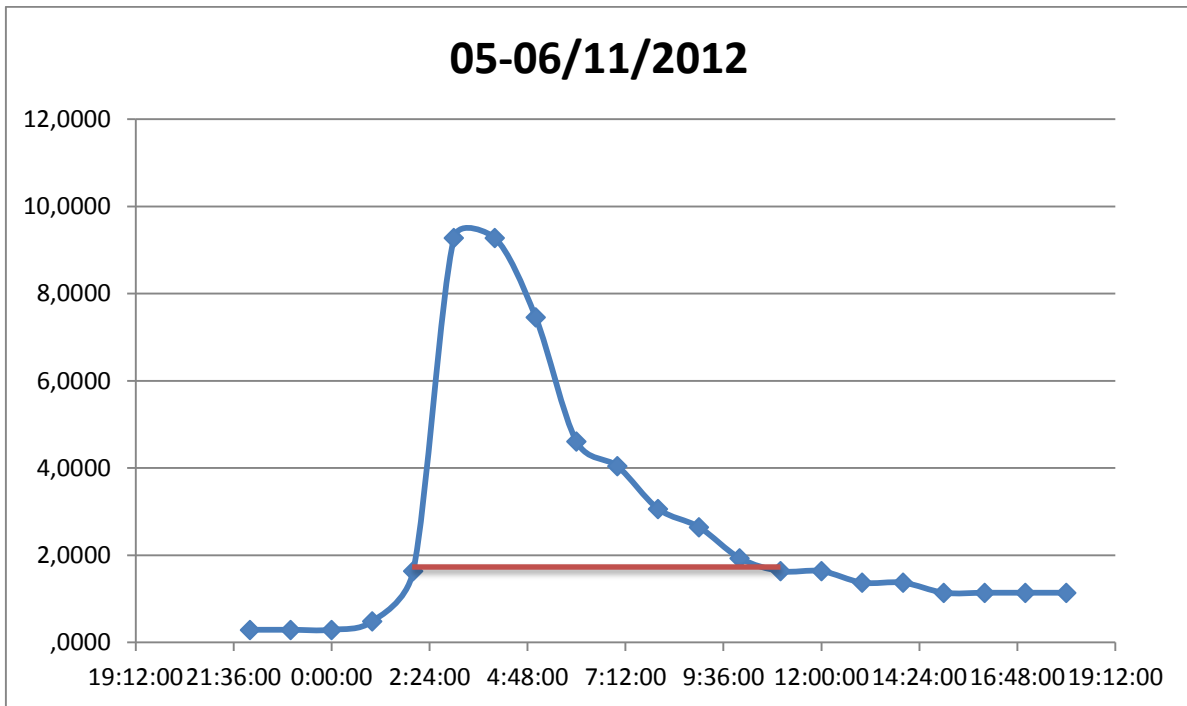
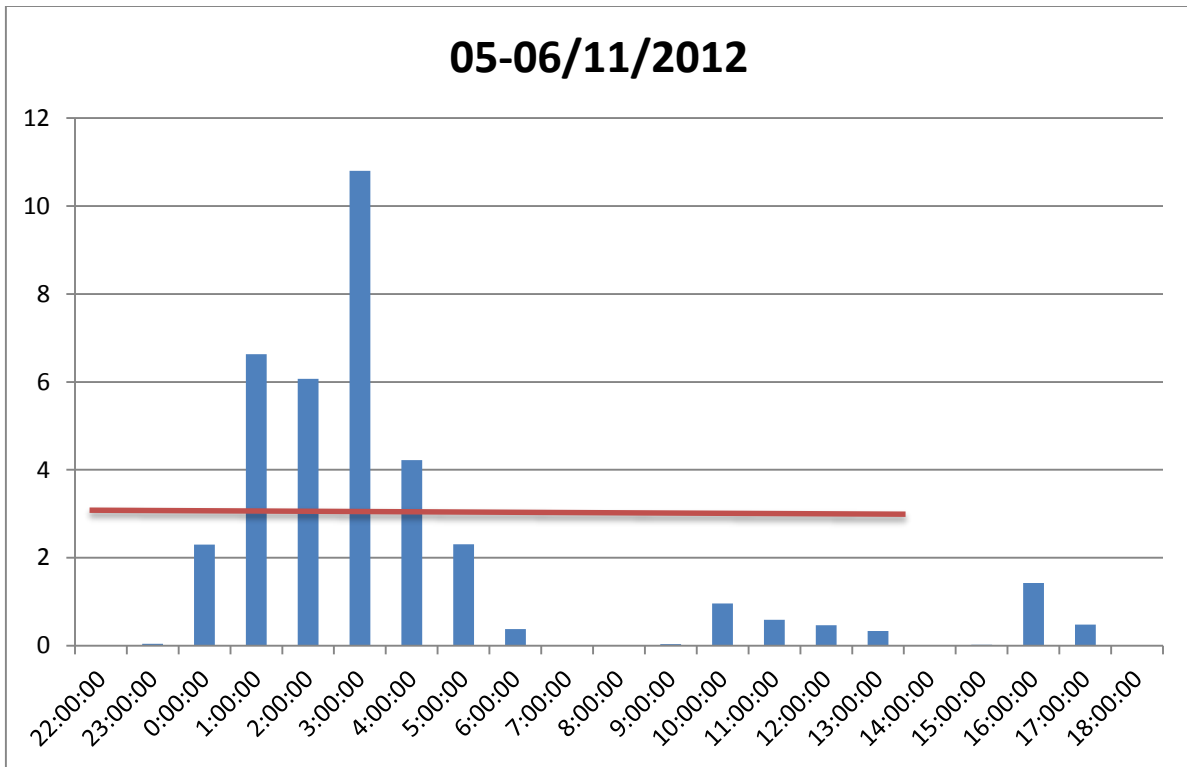
Área bajo la curva 44515.8 m³
 Área de la cuenca 6577699.41 m²


h_{pe}= 0.00676769 m 6.76768536 mm
 Pe= 6.7628 mm
 Ø= 7.75 Pt= 31.2504 mm
 C= 0.21640683

$$Pe = \frac{\left[P - \frac{508}{CN} + 5,08 \right]^2}{P + \frac{2032}{CN} - 20,32}$$

Pe= 6.7663
 CN= 34.69

Caso 4:

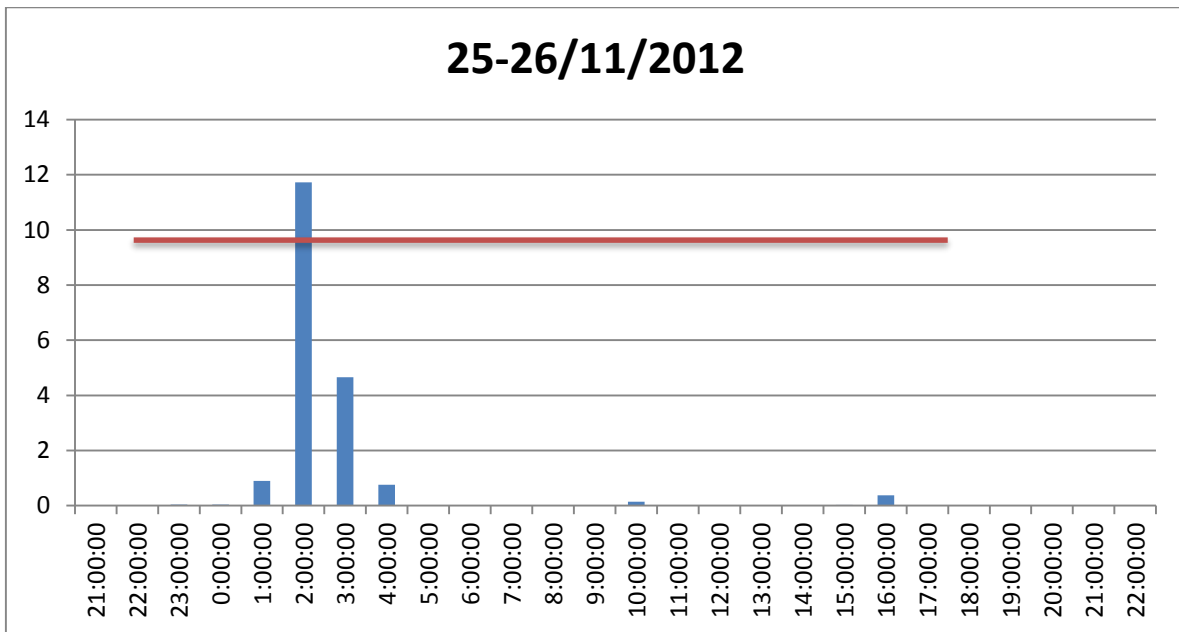


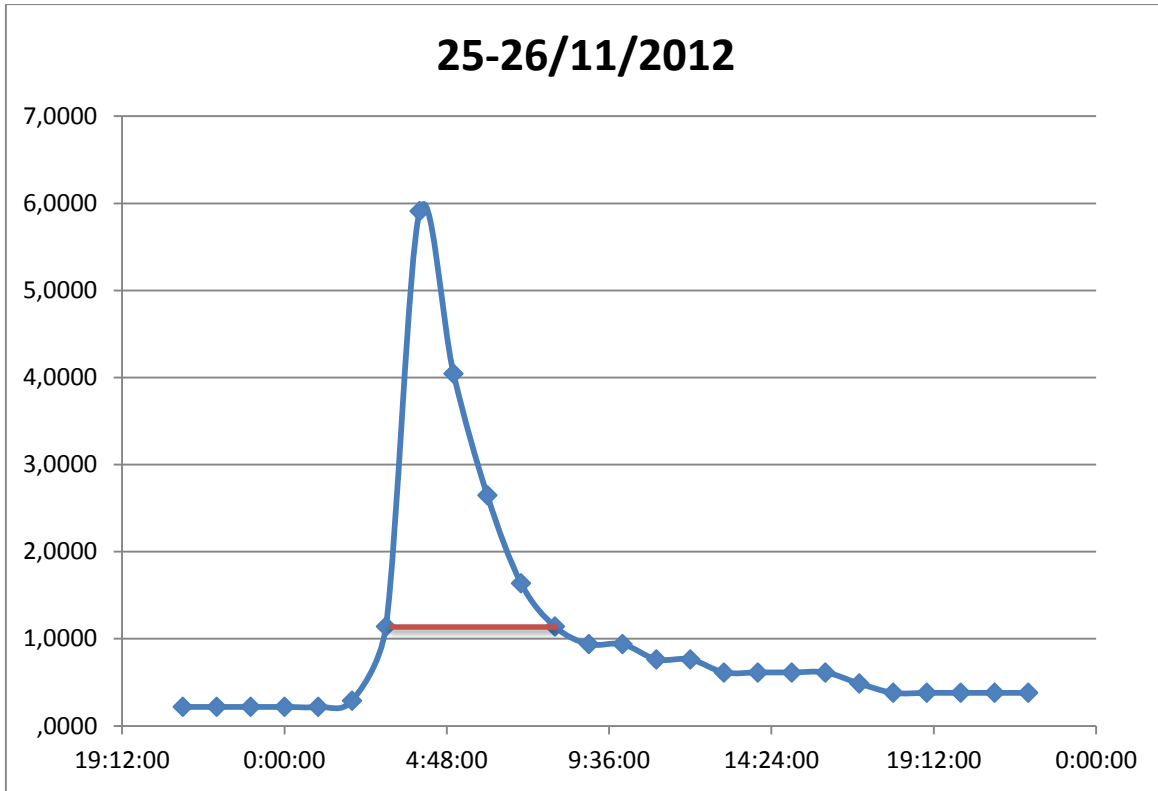
Área bajo la curva	105235.2	m ³	
Área de la cuenca	6577699.41	m ²	
			
hpe=	0.01599879	m	15.9987852 mm
		Pe=	15.9661 mm
∅=	2.94	Pt=	37.0701 mm
C=	0.43070021		

$$Pe = \frac{\left[P - \frac{508}{CN} + 5,08 \right]^2}{P + \frac{2032}{CN} - 20,32}$$

Pe=	15.9617
CN=	46.16

Caso 5:





Área bajo la curva 34830 m3
 Área de la cuenca 6577699.41 m2

hpe= 0.00529516 m 5.29516444 mm

Pe= 5.2964 mm

Ø= 6.43 Pt= 18.66 mm

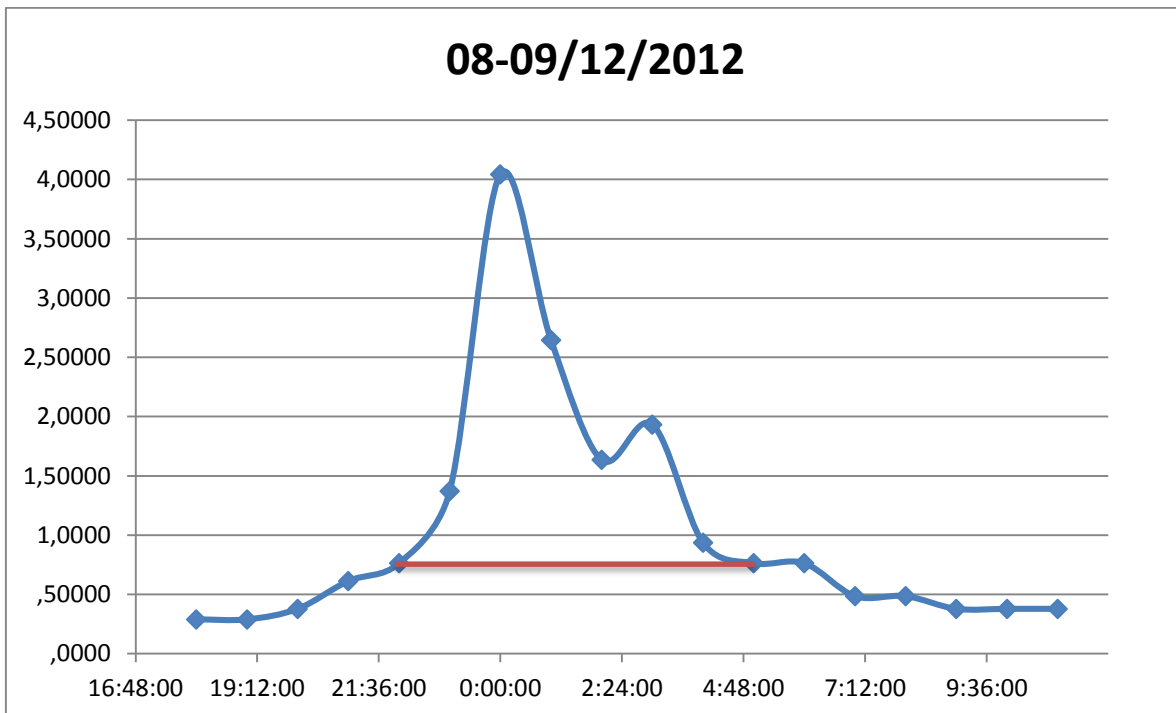
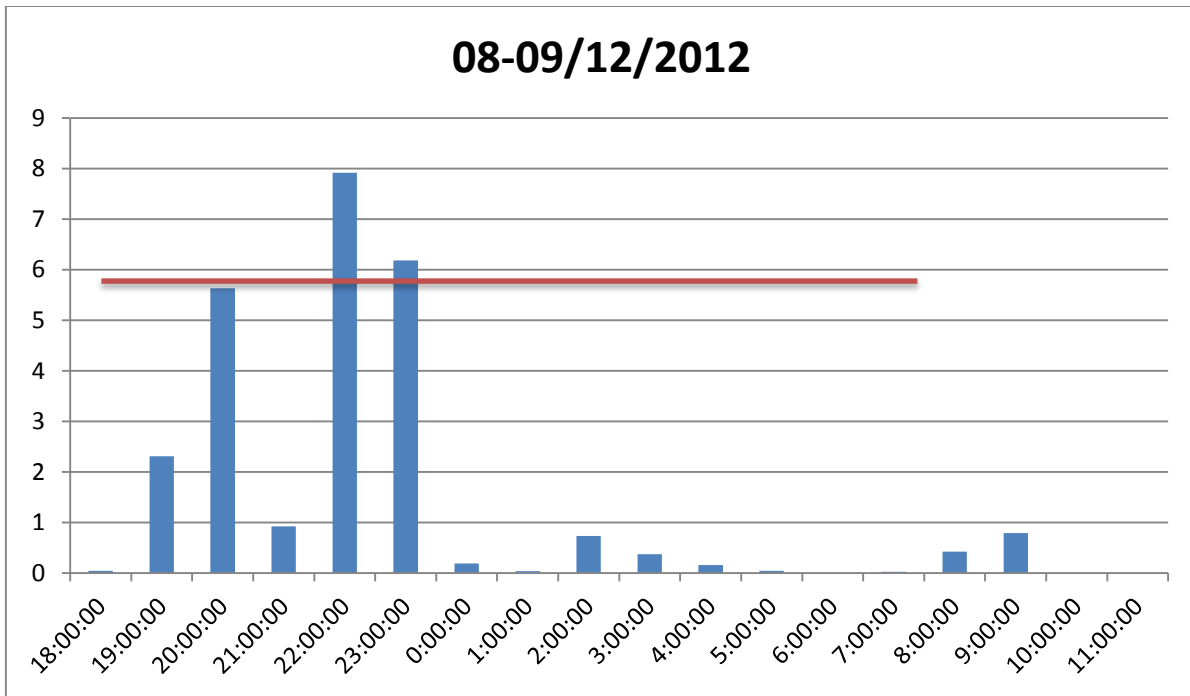
C= 0.28383708

$$Pe = \frac{\left[P - \frac{508}{CN} + 5,08 \right]^2}{P + \frac{2032}{CN} - 20,32}$$


Pe= 5.2962

CN= 52.325

Caso 6:



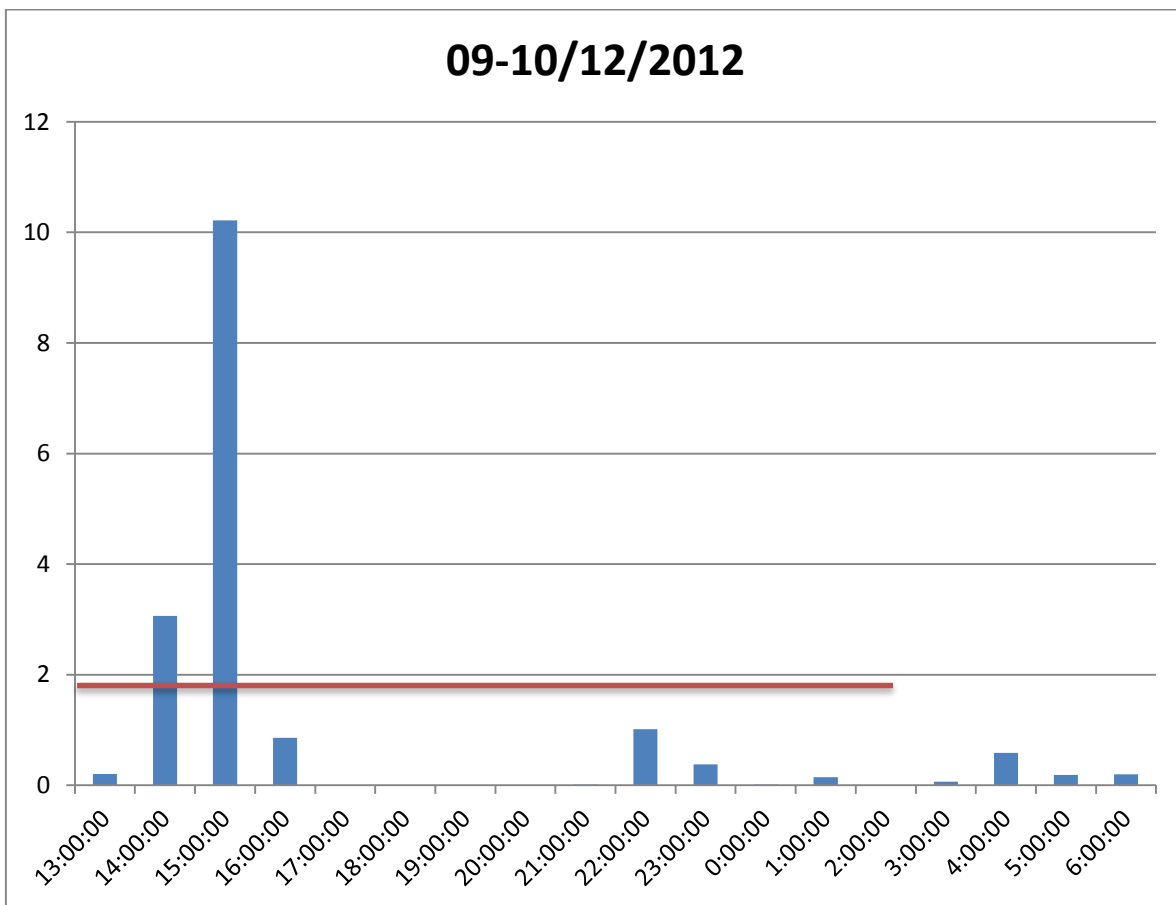
Área bajo la curva 28756.8 m³
 Área de la cuenca 6577699.41 m²

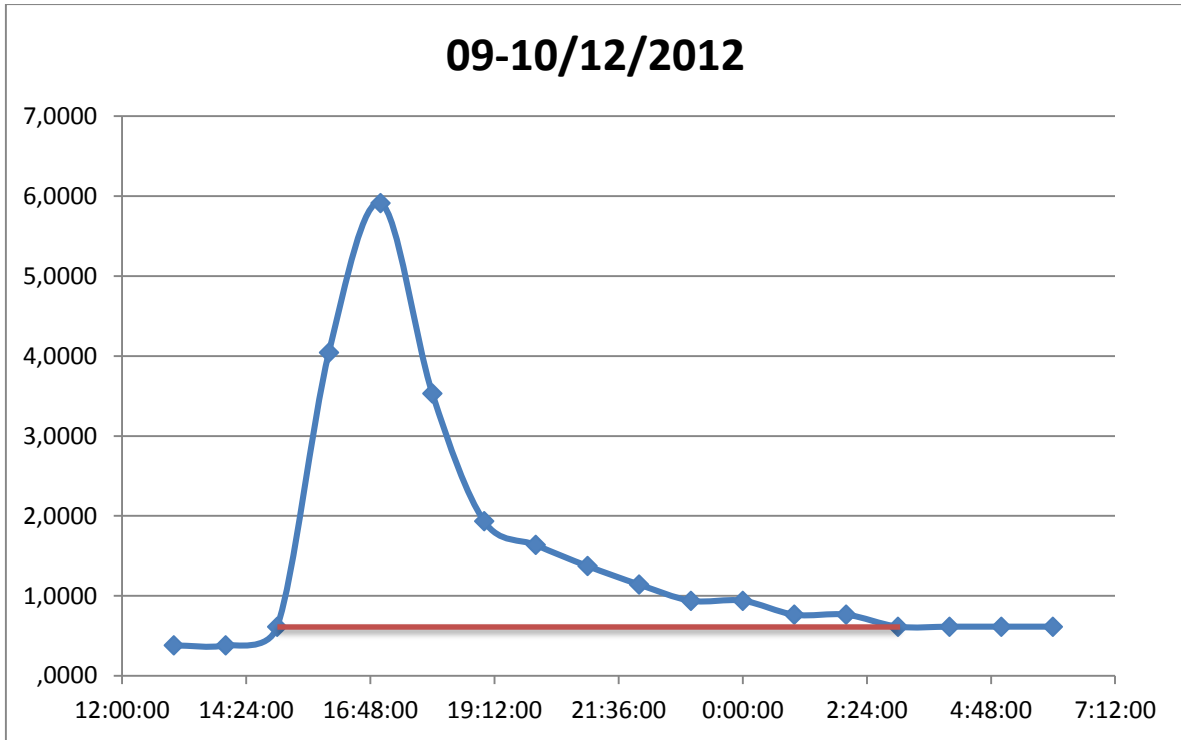
hpe= 0.00437186 m  4.3718629 mm
 Pe= 4.3739 mm
 Pt= 25.7932 mm
 Ø= 5.12
 C= 0.1695757

$$Pe = \frac{\left[P - \frac{508}{CN} + 5,08 \right]^2}{P + \frac{2032}{CN} - 20,32}$$

Pe= 4.3746
 CN= 35.5

Caso 7:



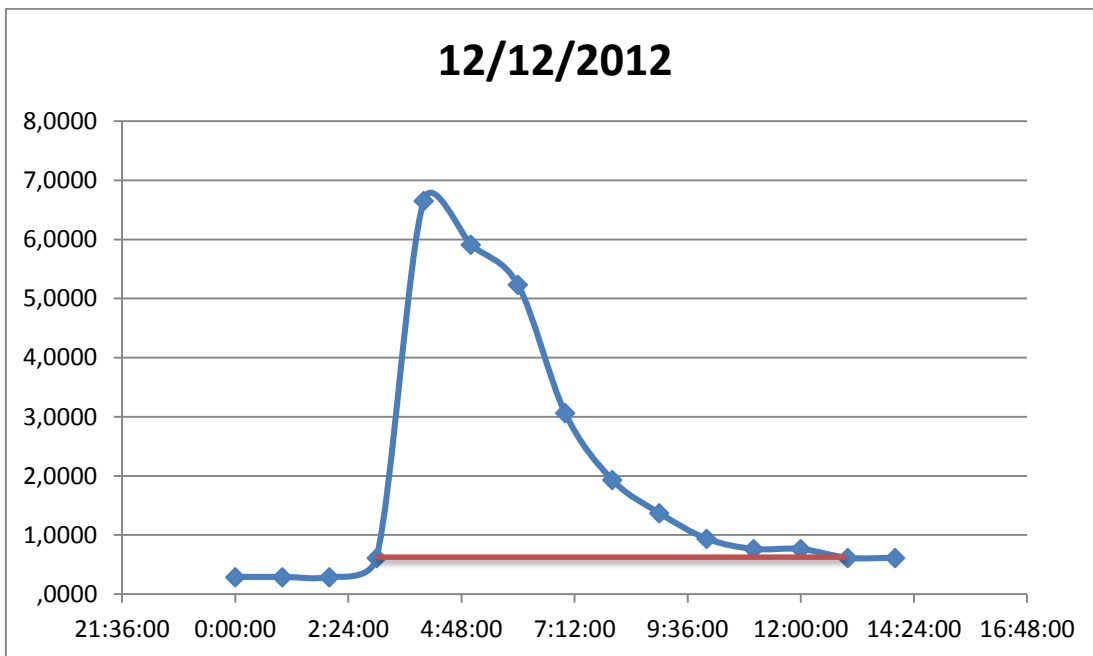
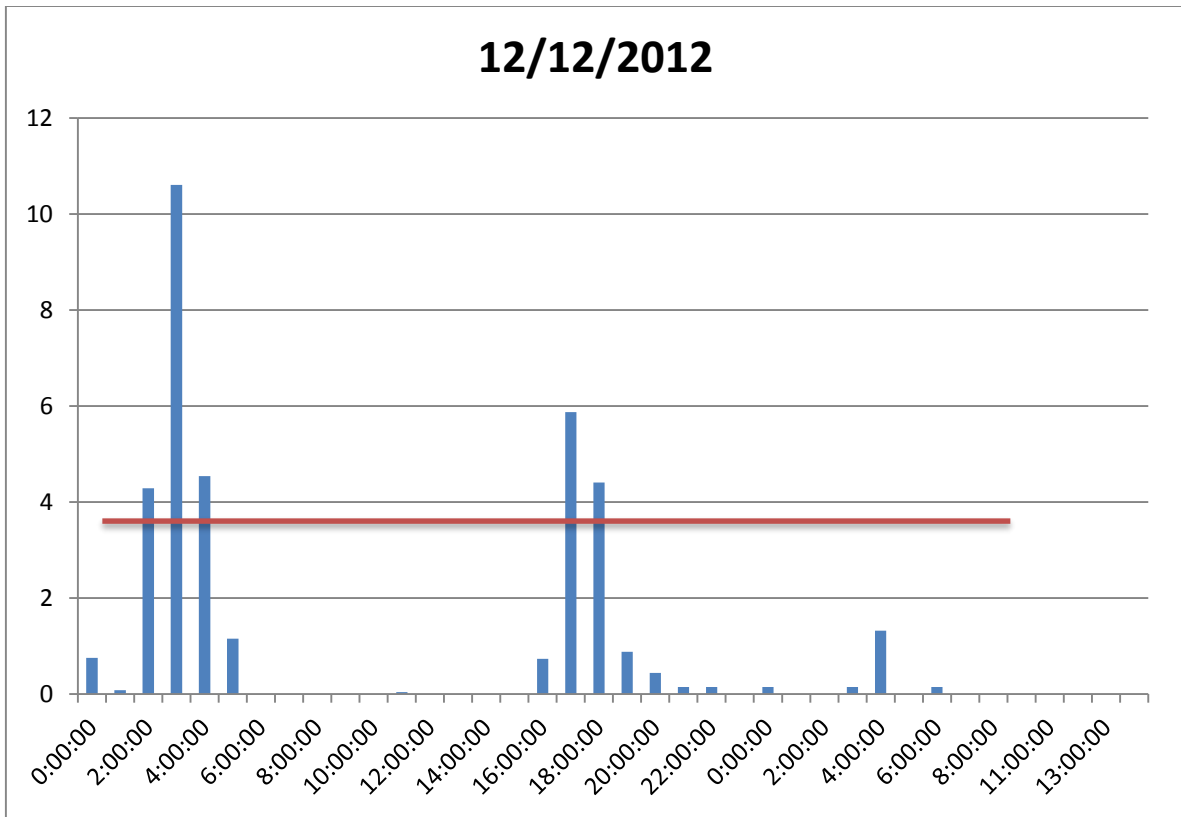


Área bajo la curva	58402.8	m ³	
Área de la cuenca	6577699.41	m ²	
hpe=	0.00887891	m	➔
			8.87890984 mm
		Pe=	8.8714 mm
∅=	2.205	Pt=	16.9395 mm
C=	0.52371085		

$$Pe = \frac{\left[P - \frac{508}{CN} + 5,08 \right]^2}{P + \frac{2032}{CN} - 20,32}$$

Pe=	8.8736
CN=	71.46

Caso 8:

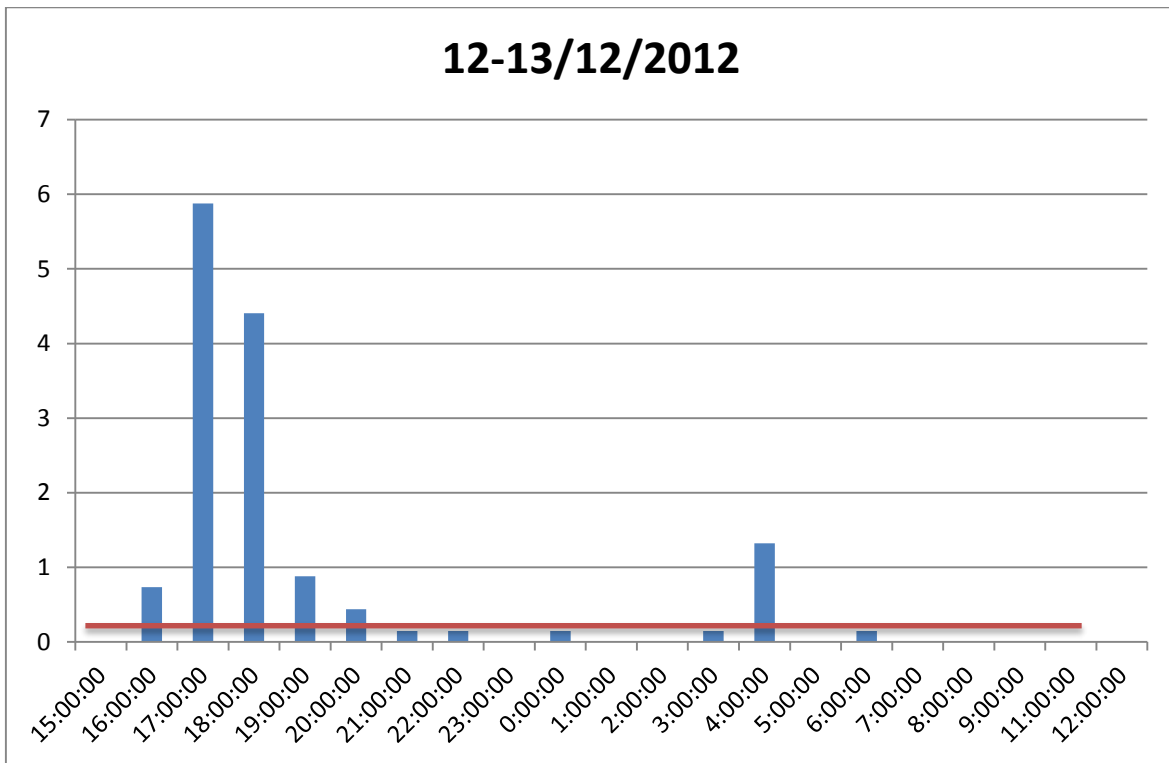


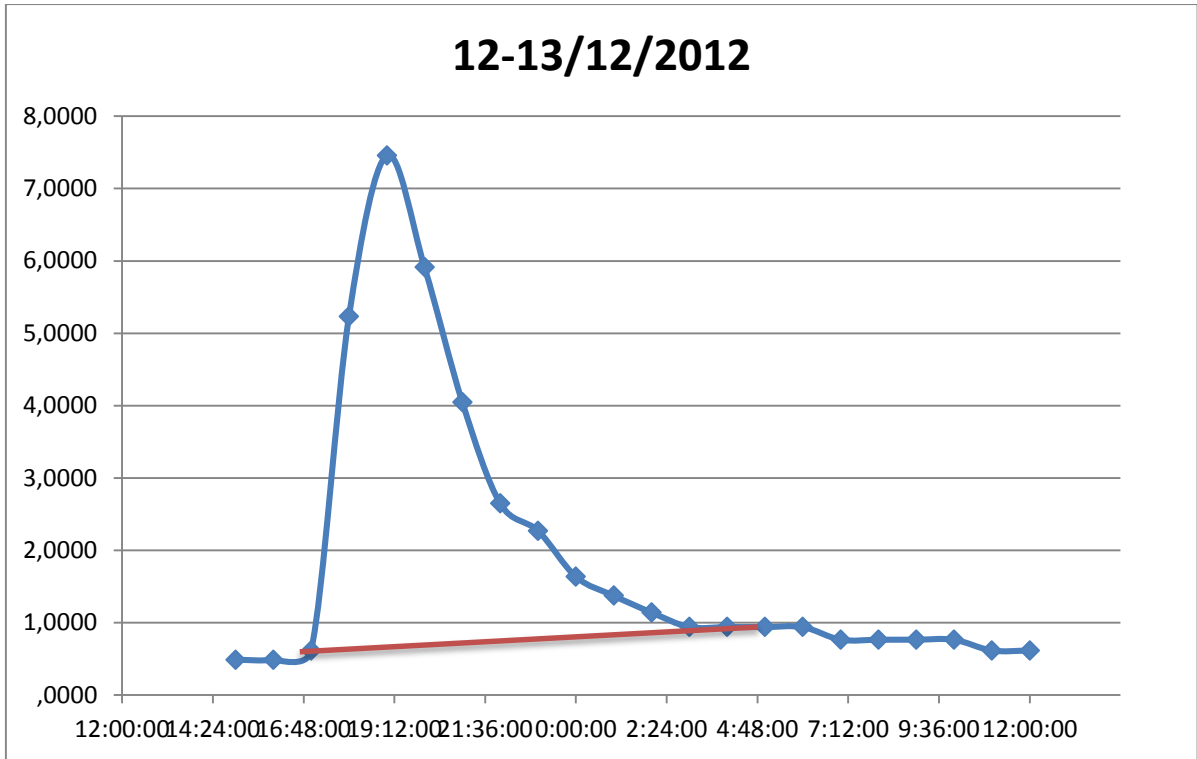
Área bajo la curva	75992.4	m ³	
Área de la cuenca	6577699.41	m ²	
			➔
hpe=	0.01155304	m	11.5530363 mm
		Pe=	11.5503 mm
∅=	3.634	Pt=	35.8613 mm
C=	0.32208258		

$$Pe = \frac{\left[P - \frac{508}{CN} + 5,08 \right]^2}{P + \frac{2032}{CN} - 20,32}$$

Pe=	11.5506
CN=	39.06

Caso 9:





Área bajo la curva	79920 m ³	
Área de la cuenca	6577699.41 m ²	
hpe=	0.01215014 m	12.1501448 mm
		Pe= 12.1553 mm
∅=	0.251	Pt= 14.3958 mm
C=	0.84436433	

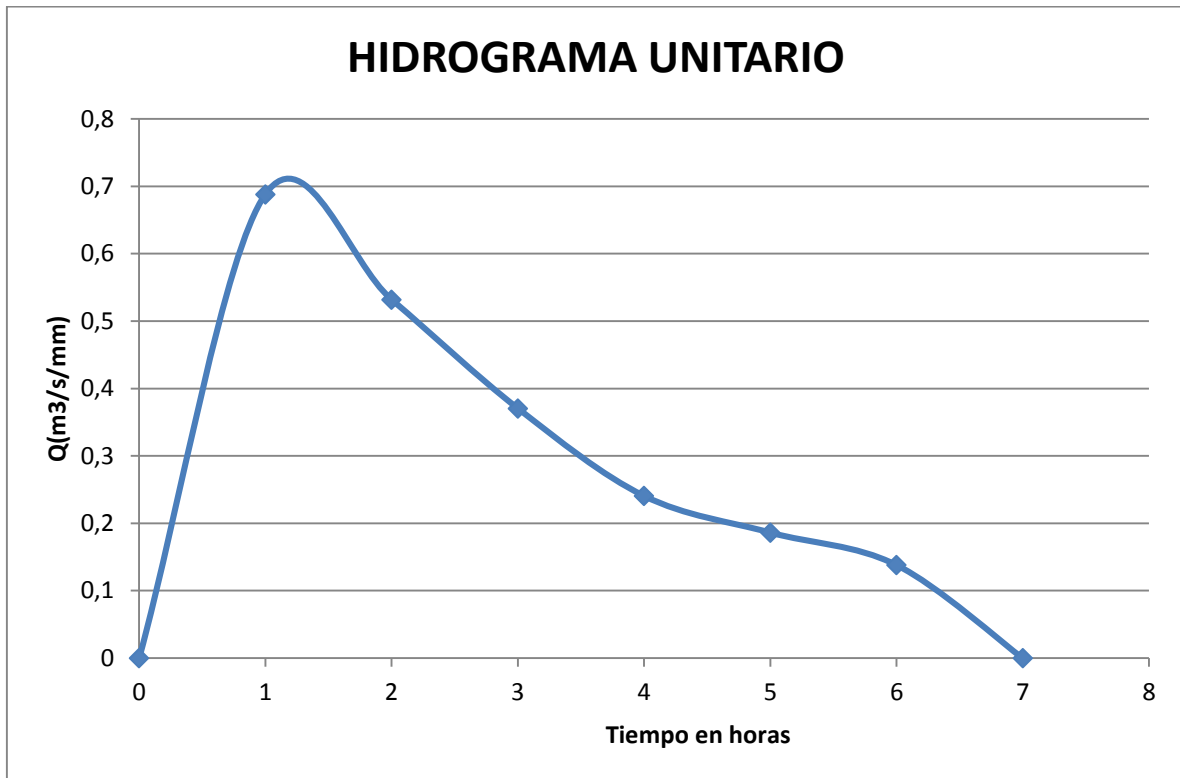
$$Pe = \frac{\left[P - \frac{508}{CN} + 5,08 \right]^2}{P + \frac{2032}{CN} - 20,32}$$

Pe=	12.1548
CN=	92.38

ANEXO 7

Hidrogramas Unitarios y Tiempos de Concentración

Caso 1:



$d_e = 1 \text{ h}$
 $T_b = 7 \text{ h}$
 $Q_p = 0.6881 \text{ m}^3/\text{s}/\text{mm}$

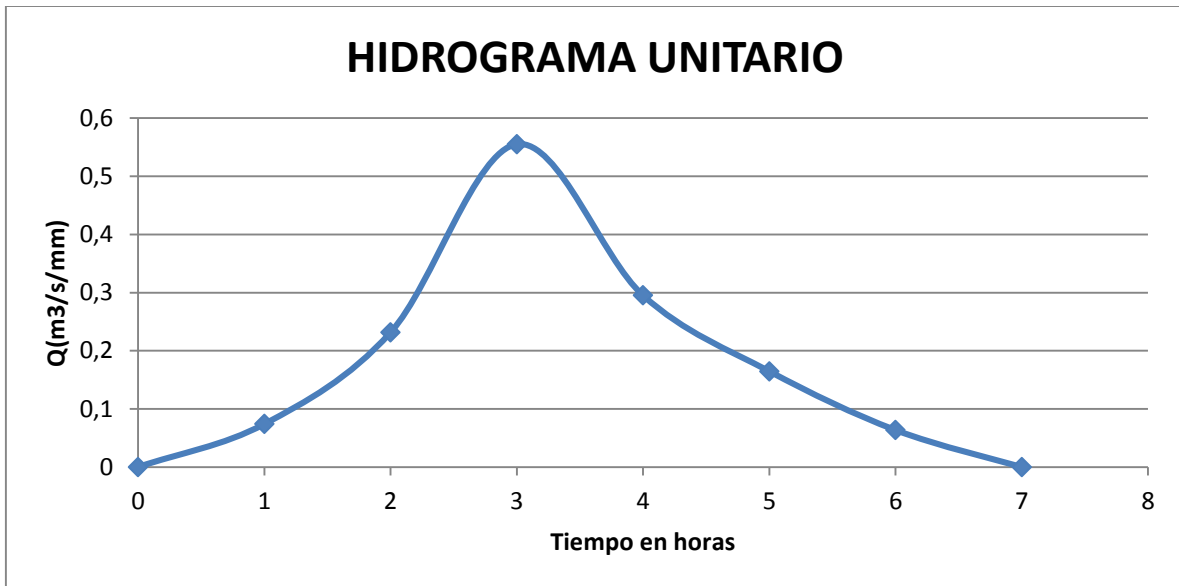
$$t_p = \frac{t_b}{2.67} \qquad t_p = \frac{d_e}{2} + t_r \qquad t_r = t_p - \frac{d_e}{2}$$

$t_p = 2.62 \text{ h}$ $t_r = 2.12 \text{ h}$

$$t_r = 0.6 * t_c \qquad t_c = \frac{t_r}{0.6}$$

$t_c = 3.54 \text{ h}$

Caso 2:



de= 2 h
 Tb= 7 h
 Qp= 0.5553 m³/s/mm

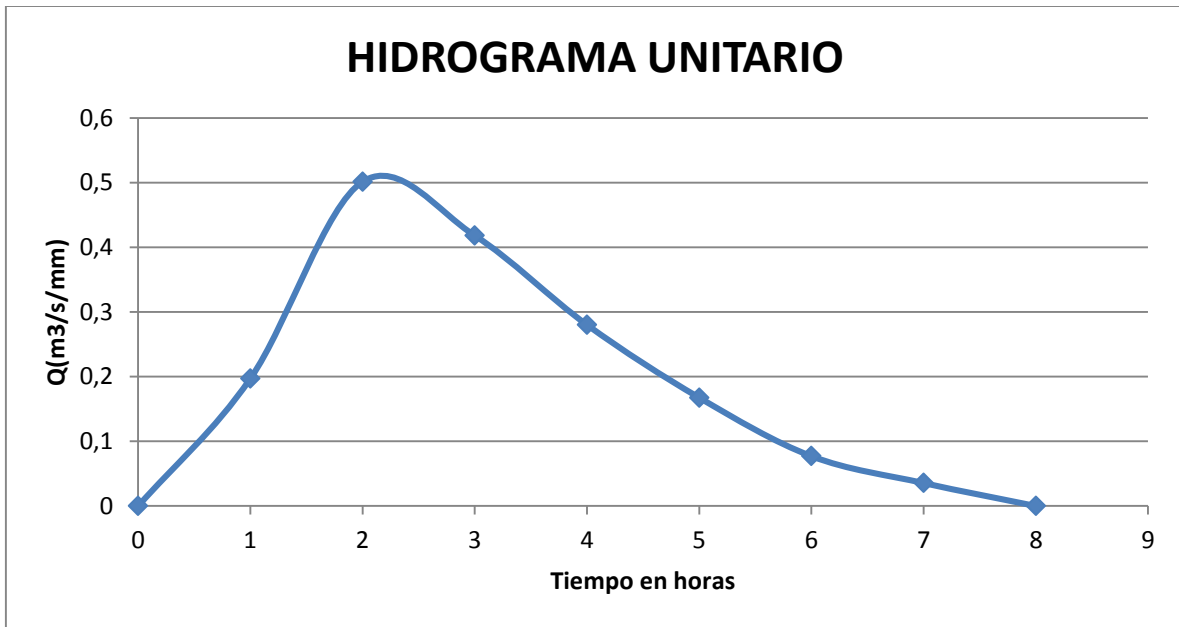
$$tp = \frac{tb}{2.67} \quad tp = \frac{de}{2} + tr \quad tr = tp - \frac{de}{2}$$

tp= 2.62 h tr= 1.62 h

$$tr = 0.6 * tc \quad tc = \frac{tr}{0.6}$$

tc= 2.70 h

Caso 3:



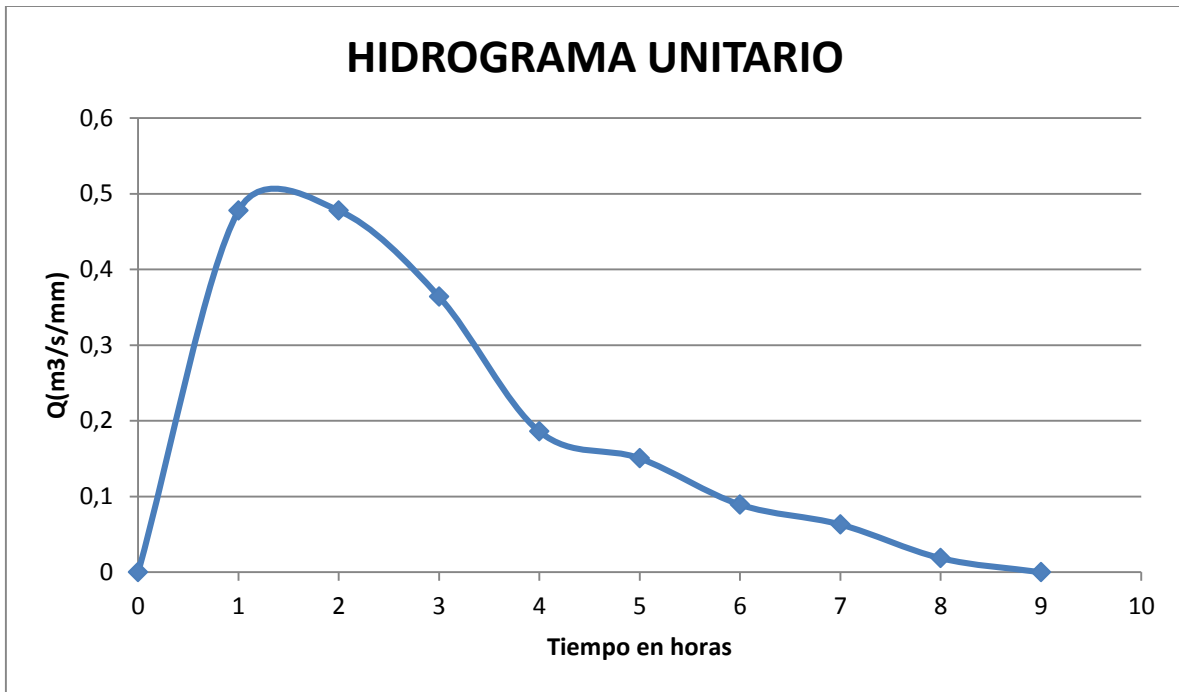
de= 1 h
 Tb= 8 h
 Qp= 0.50162 m³/s/mm

$$tp = \frac{tb}{2.67} \quad tp = \frac{de}{2} + tr \quad tr = tp - \frac{de}{2}$$

tp= 3.00 h tr= 2.50 h
 $tr = 0,6 * tc$ $tc = \frac{tr}{0,6}$

tc= 4.16 h

Caso 4:



de= 4 h
 Tb= 9 h
 Qp= 0.47781 m3/s/mm

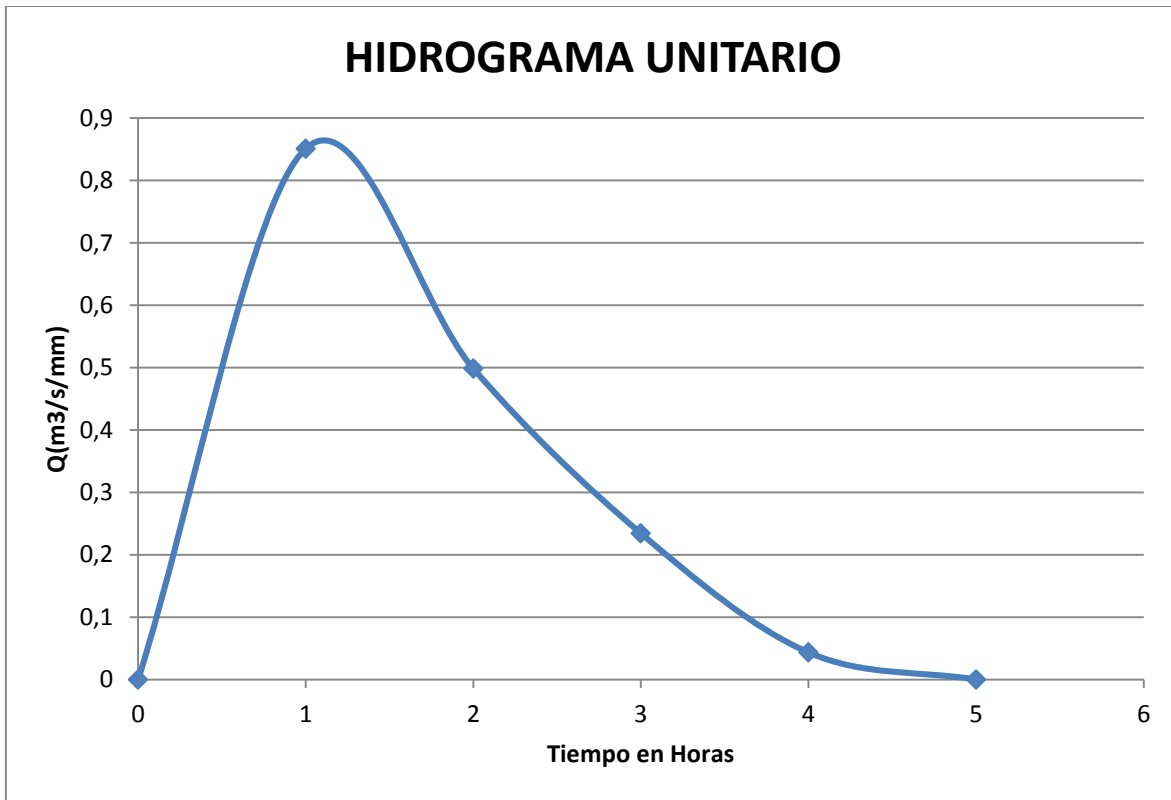
$$tp = \frac{tb}{2.67} \qquad tp = \frac{de}{2} + tr \qquad tr = tp - \frac{de}{2}$$

tp= 3.37 h tr= 1.37 h

$$tr = 0.6 * tc \qquad tc = \frac{tr}{0.6}$$

tc= 2.28 h

Caso 5:



de= 1 h
 Tb= 5 h
 Qp= 0.47781 m³/s/mm

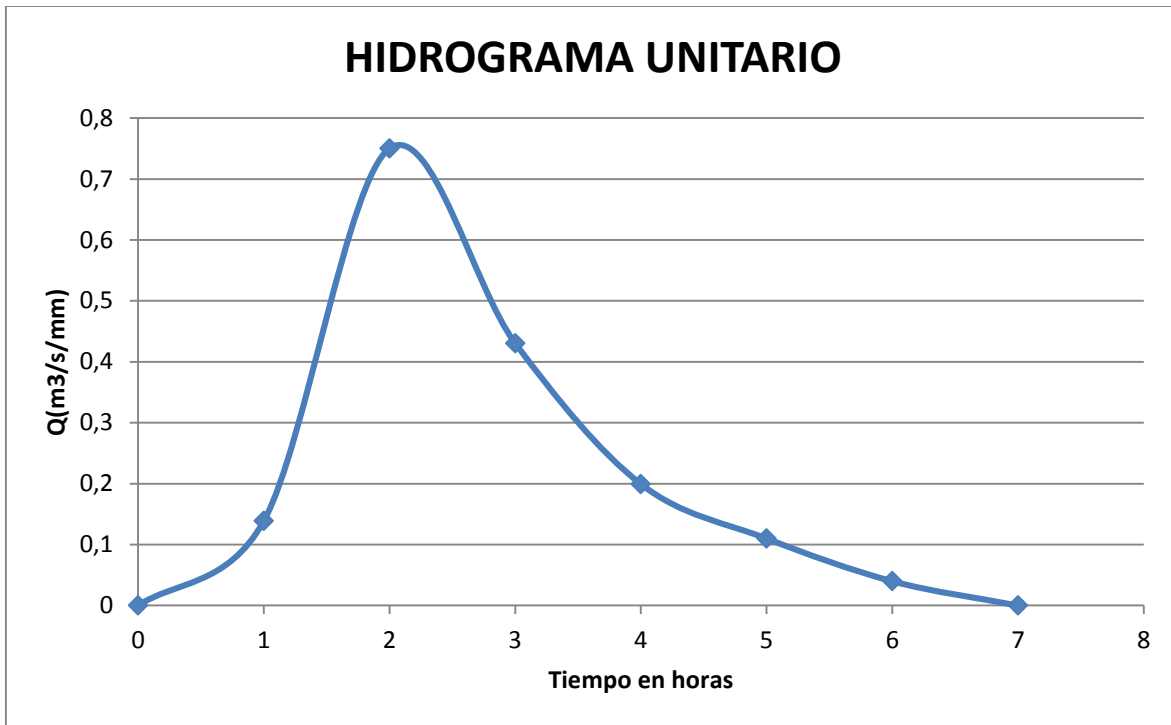
$$tp = \frac{tb}{2.67} \quad tp = \frac{de}{2} + tr \quad tr = tp - \frac{de}{2}$$

tp= 1.87 h tr= 1.37 h

$$tr = 0.6 * tc \quad tc = \frac{tr}{0.6}$$

tc= 2.29 h

Caso 6:



de= 2 h
 Tb= 7 h
 Qp= 0.75042 m³/s/mm

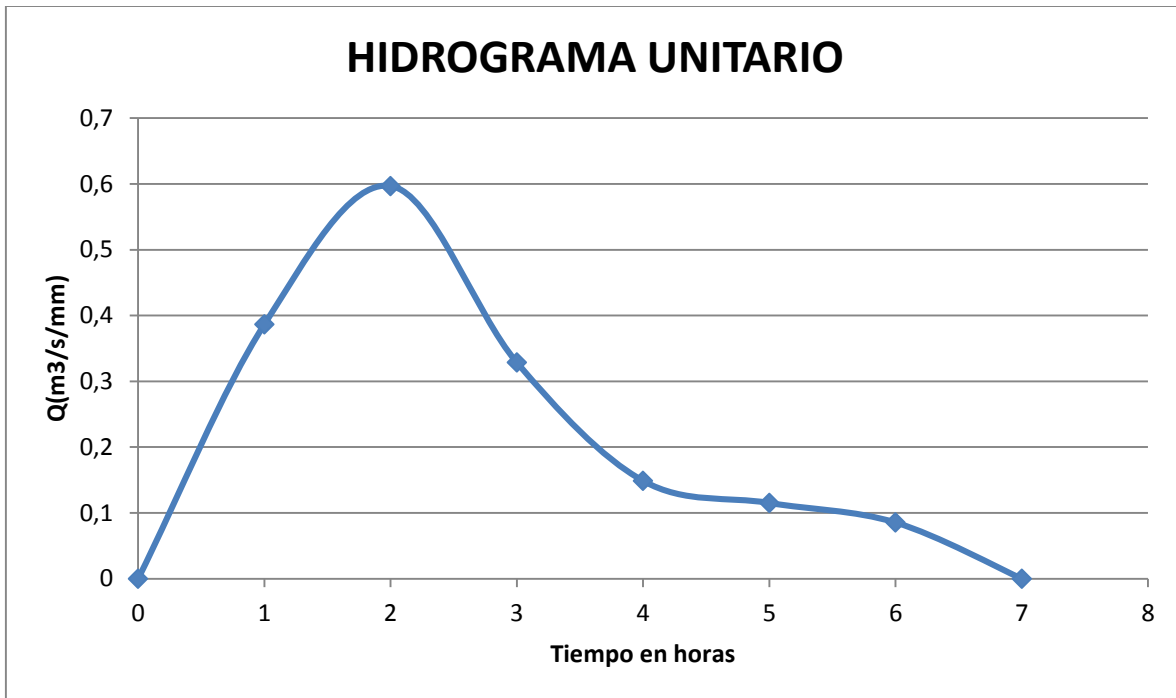
$$tp = \frac{tb}{2.67} \quad tp = \frac{de}{2} + tr \quad tr = tp - \frac{de}{2}$$

tp= 2.62 h tr= 1.62 h

$$tr = 0.6 * tc \quad tc = \frac{tr}{0.6}$$

tc= 2.70 h

Caso 7:



de= 2 h
 Tb= 7 h
 Qp= 0.59667 m3/s/mm

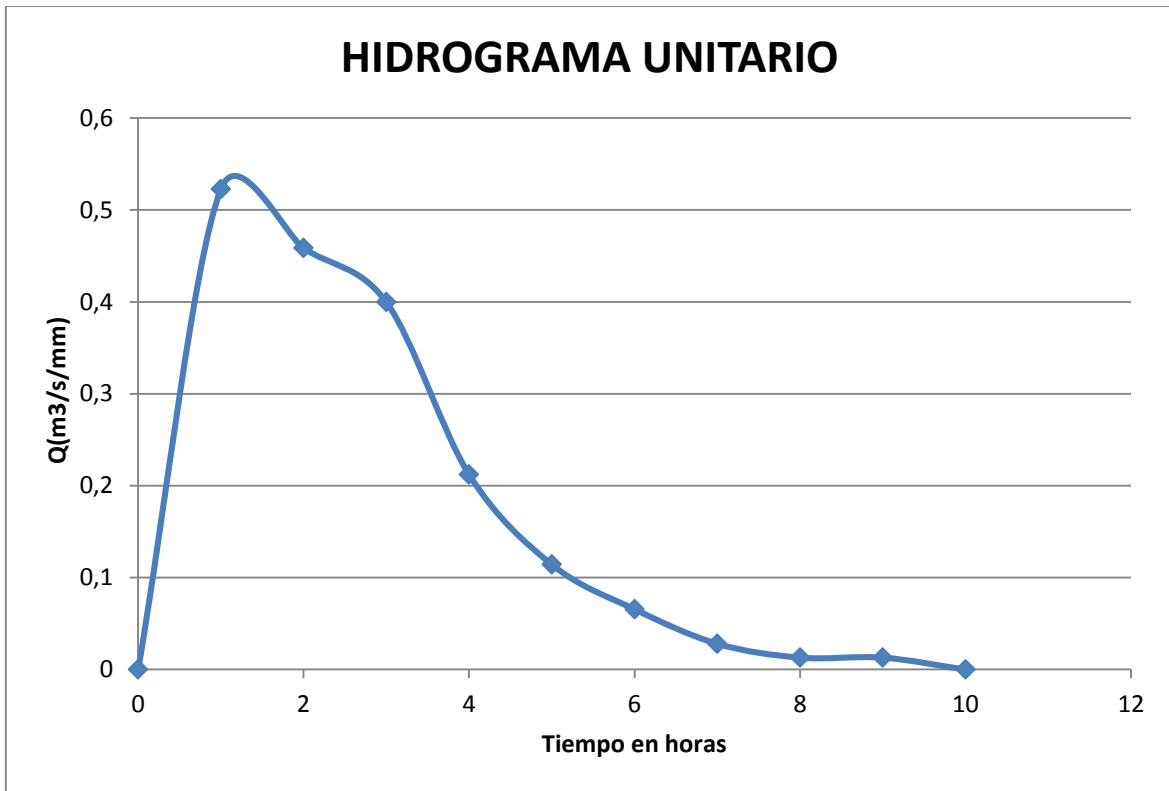
$$tp = \frac{tb}{2.67} \qquad tp = \frac{de}{2} + tr \qquad tr = tp - \frac{de}{2}$$

tp= 2.62 h tr= 1.62 h

$$tr = 0.6 * tc \qquad tc = \frac{tr}{0.6}$$

tc= 2.70 h

Caso 8:



de= 5 h
 Tb= 10 h
 Qp= 0.52273 m3/s/mm

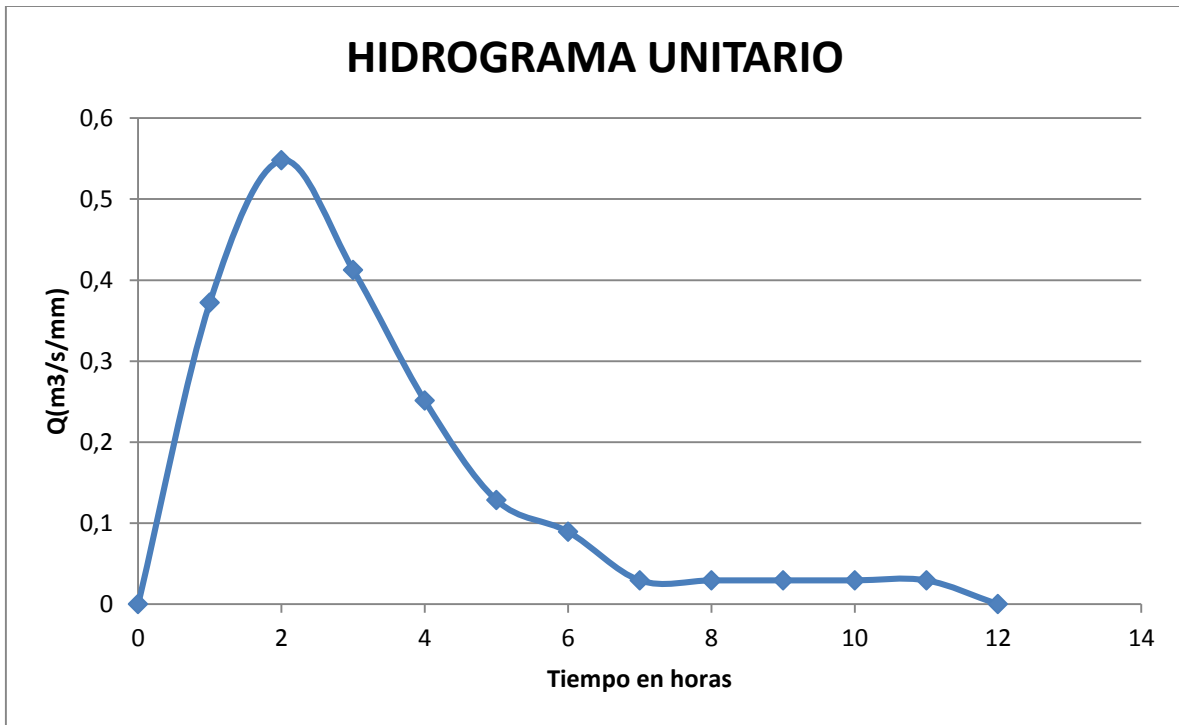
$$tp = \frac{tb}{2.67} \quad tp = \frac{de}{2} + tr \quad tr = tp - \frac{de}{2}$$

tp= 3.75 h tr= 1.25 h

$$tr = 0.6 * tc \quad tc = \frac{tr}{0.6}$$

tc= 2.08 h

Caso 9:



de= 6 h
 Tb= 12 h
 Qp= 0.54779 m3/s/mm

$$tp = \frac{tb}{2.67}$$

$$tp = \frac{de}{2} + tr$$

$$tr = tp - \frac{de}{2}$$

tp= 4.49 h

tr= 1.4944 h

$$tr = 0.6 * tc$$

$$tc = \frac{tr}{0.6}$$

tc= 2.49 h

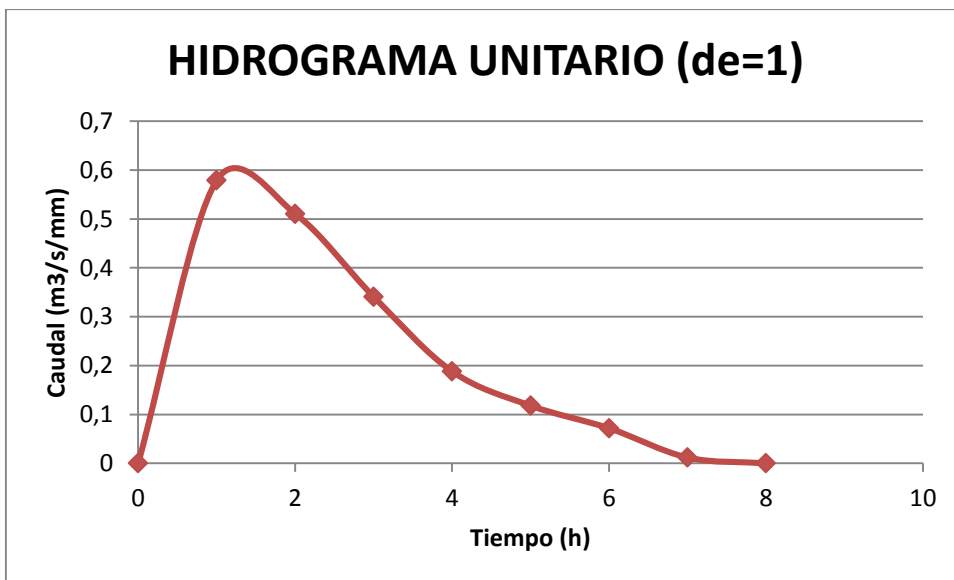
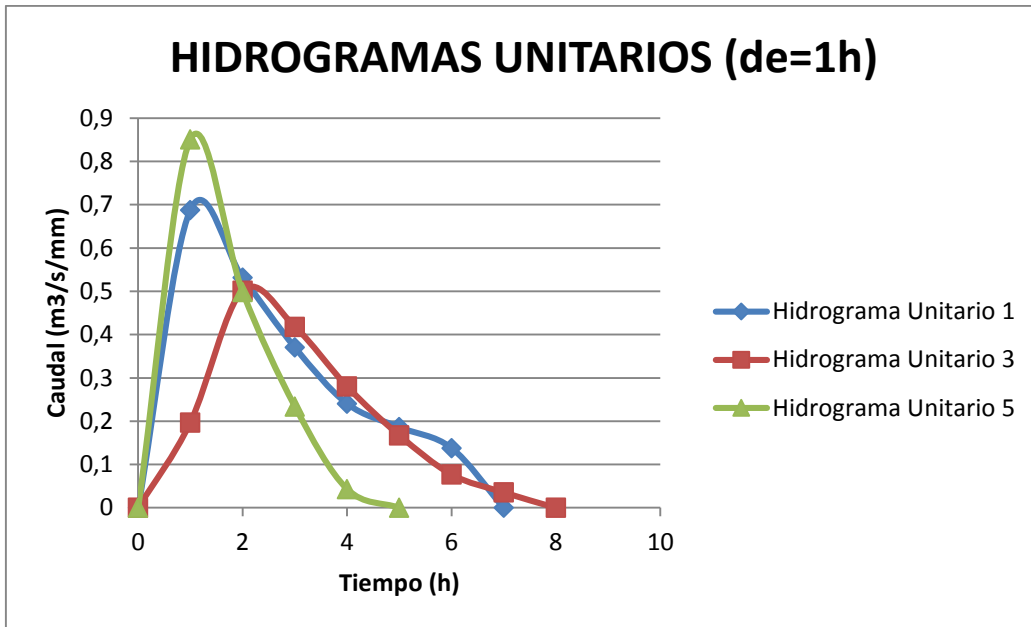
TIEMPO DE CONCENTRACIÓN

TIEMPO DE CONCENTRACIÓN		FORMULA KIRPICH	FORMULA CALIFORNIANA
A=	6577699.407 m ²		L= 4960.921 m → 4.96 km → 3.10 millas
L=	4960.921 m	$tc = \frac{0,000325 \cdot L^{0,77}}{S^{0,385}}$	
HMX=	2680 m		$tc = 0,066 \left(\frac{L}{j^2} \right)^{0,77}$
HMIN=	1120 m	tc= 0.36 h	
S=	0.31		
j=	1560 m →	5118.11 pie	tc= 0.35 h

FORMULA DE GIANDOTTI		FORMULA DE VENTURA- HERAS
A=	6577699.407 M ² → 6.58 KM ²	α= 0.04 0.13
	$tc = \frac{4\sqrt{A} + 1,5L}{25,3\sqrt{JL}}$	$tc = \alpha \frac{A^{0,5}}{J}$
tc=	0.56 h	tc= 0.33 h 1.06 h
FORMULA DE PASSINI		FORMULA DE TEMEZ
β=	0.04 0.13	
	$tc = \frac{\beta(AL)^{\frac{1}{3}}}{J^{0,5}}$	$tc = 0,3 \left(\frac{L}{j^4} \right)^{0,76}$
tc=	0.23 h 0.74 h	tc= 1.26 h
FORMULA CALIFORNIA CULVERT PRACTICE		
	$tc = 60 \left(\frac{11,9L^3}{H} \right)$	
tc=	4.16 h	

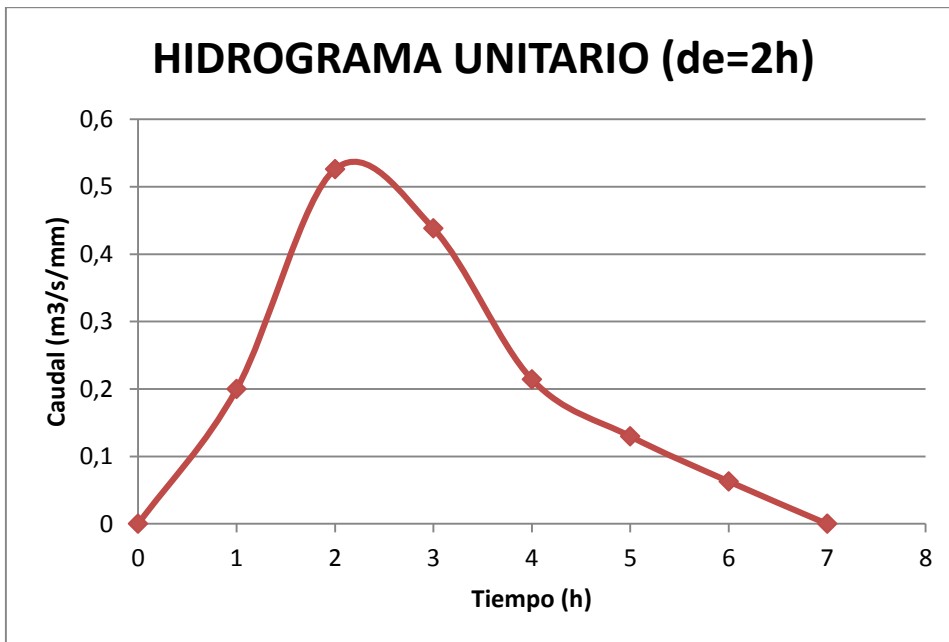
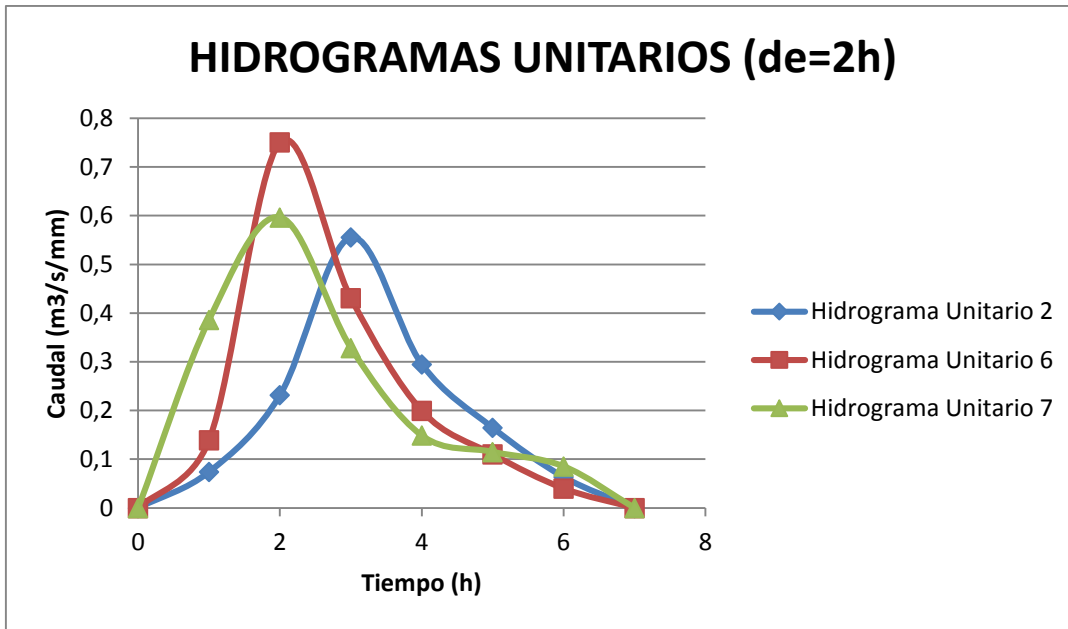
HIDROGRAMAS UNITARIOS

- Hidrograma Unitario (de=1)



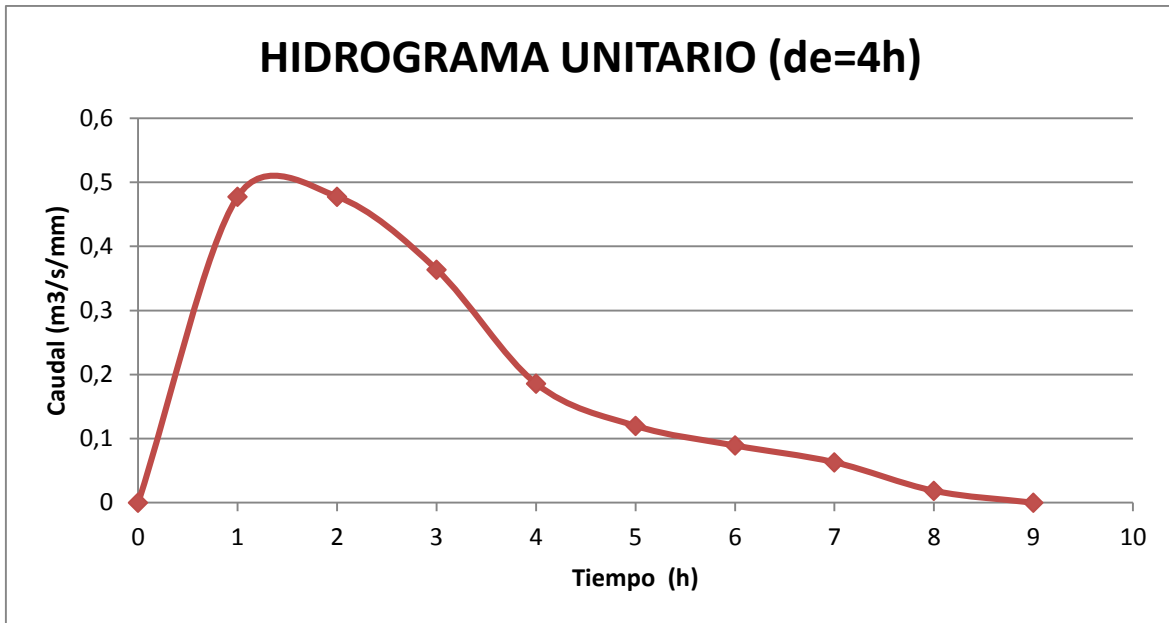
t(h)	Q(m³/s/mm)
0	0
1	0,57873333
2	0,51058667
3	0,34099
4	0,18809
5	0,11796333
6	0,07178
7	0,01185
8	0

- Hidrograma Unitario (de=2h)

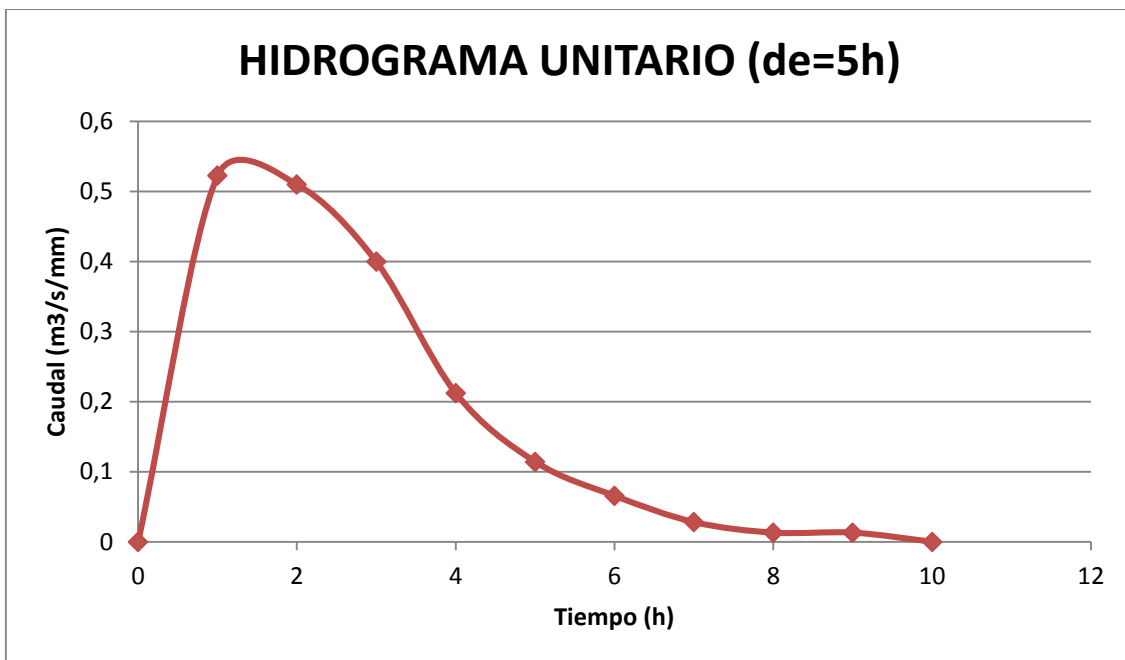


t(h)	Q(m ³ /s/mm)
0	0
1	0,19982
2	0,52623
3	0,43809667
4	0,21438667
5	0,12989667
6	0,06295667
7	0

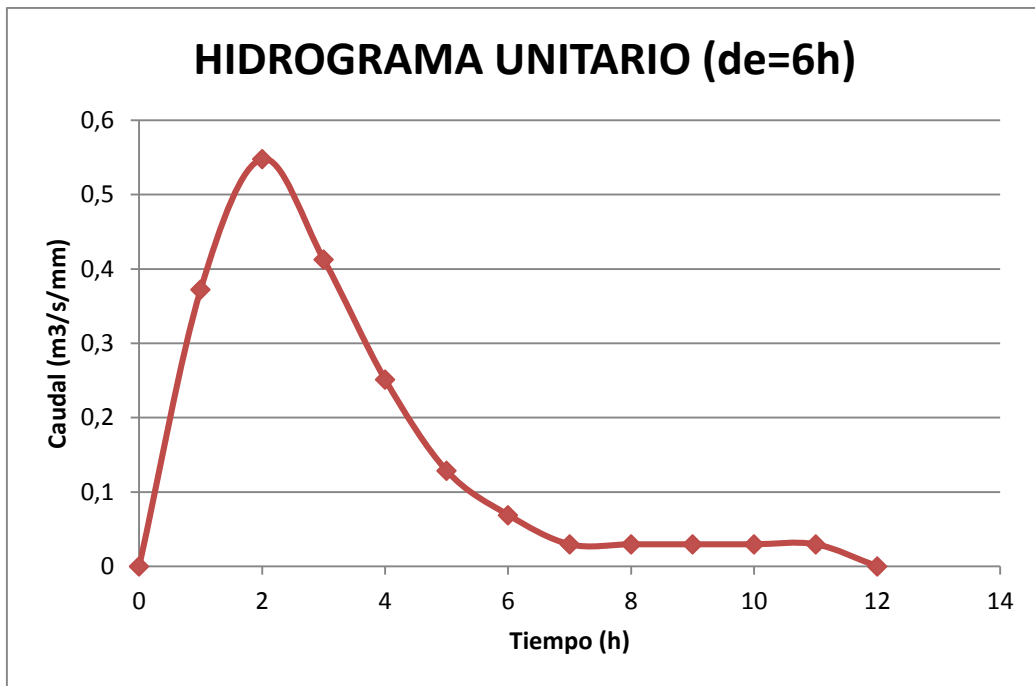
- Hidrograma Unitario de=4h



- Hidrogrma Unitario de=5h



- Hidrograma Unitario de=6h



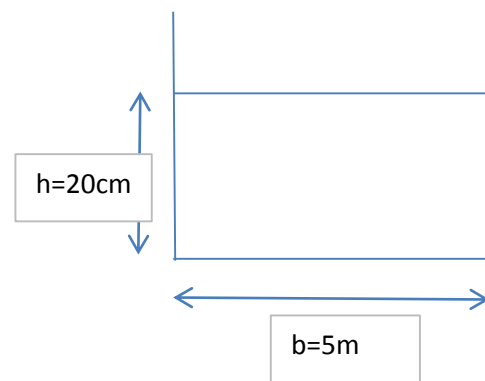
ANEXO 8: Método de Muskingum Cunge

$$A = b * h \quad R = \frac{by}{b + 2y}$$

$$V = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} S^{\frac{1}{2}} \quad Q = V * A$$

$$c = V * m$$

$$K = \frac{\Delta x}{c} \quad x = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{Q}{B * S_o * c * \Delta x} \right)$$




Datos:

n= 0.013
m= 5/3
h= 0.2 m

TRAMO	L (m)	S %	S(m/m)	A (m ²)	R(m)	V(m/s)	C	Q (m ³ /s)	K	X
1	12.37	9.85	0.17	1.00	0.19	10.41	17.35	10.41	0.71	0.03
2	22.65	21.6	0.40	0.90	0.18	15.64	26.07	14.08	0.87	0.01
3	32.68	4.58	0.08	1.05	0.19	7.09	11.82	7.47	2.77	0.02
4	50.23	8.38	0.15	1.09	0.19	9.63	16.05	10.46	3.13	0.01
5	64.93	17.48	0.31	1.07	1.87	65.40	109.01	69.72	0.60	0.01
6	77.72	4.26	0.07	1.20	0.19	6.87	11.45	8.22	6.79	0.01
7	96.21	6.71	0.12	1.49	0.19	8.71	14.52	12.98	6.63	0.01
8	103.47	3.53	0.06	1.31	0.19	6.28	10.47	8.25	9.88	0.01



	MICROCUECA EL LIMÓN		
	LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO PARA EL MÉTODO DE MISIONGANGUZE	ELIMÓN ZARAGOZA CHINCIPETE	TÍTULO _____ FECHA _____
UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA			ESCALA: 1 : 1000 DATOS: ACCIONABLE LECTURA: 
_____ Karol S. Shinc TÍTULO			