



PROYECTO FINAL

**“Evaluación hidrológica e hidráulica de los
desagües urbanos que afectan a la Institución Colonia
Mi Hogar (KM176 de RN68) y sus adyacencias”**

Integrantes:

- Michelli Matías Emanuel
- Monroy Caimi Maximiliano Daniel

Año: 2022



“Evaluación hidrológica e hidráulica de los desagües urbanos que afectan a la Institución Colonia Mi Hogar (KM176 de RN68) y sus adyacencias”

Integrantes: Michelli Matias Emanuel
Monroy Caimi Maximiliano Daniel

Agradecimientos

A mi familia por su apoyo incondicional en cada momento y sobre todo en los más difíciles a lo largo de estos años y que sin ellos hubiese sido imposible llegar hasta acá.

A Sofia, por estar a mi lado en este último trayecto.

A las grandes personas que me llevo de esta etapa: Mateo, Norberto, Lucas y Matias; y a mis amigos de siempre.

A los profesores que fueron ejemplo e inspiración para este trabajo: Ing. Marcelo Antonio Chalabe e Ing. Cecilia Botelli

Monroy Caimi Maximiliano Daniel

En primer lugar, a Dios que sin su guía nada de esto hubiese sido posible.

A mis padres Ana y Francisco, a quienes estoy infinitamente agradecido por su apoyo incondicional y no dejarme bajar los brazos en los momentos de duda.

También a Víctor, mi tío, por estar siempre y ser sostén a lo largo de la carrera.

A mis amigos, por su aliento constante.

A los Ings. Marcelo Chalabe y Cecilia Botelli por su buena predisposición a guiarnos en la realización de este proyecto de grado y facilitarnos el material necesario.

A la UCASAL por ser formadora y nuestro segundo hogar en estos años.

Michelli Matias Emanuel



Índice

CAPITULO I: Introducción y marco contextual	4
Introducción	5
Marco contextual.....	6
CAPITULO II:.....	10
Marco teórico y enfoque practico.....	10
A) Estudio hidrológico.....	12
Determinación de la cuenca y subcuencas.....	12
Planteo del sistema	16
Parámetros físicos.....	17
Clasificación del suelo según el INTA	19
Determinación del tipo y uso de suelo para obtener CN	21
Cálculo del tiempo de concentración.....	23
Generación de tormenta de diseño.....	25
Cálculo de HPefva - Método del Número de Curva.....	30
Cálculo de caudal - Método del Hidrograma Unitario del SCS	33
B) Estudio hidráulico	55
Procesamiento de datos con Civil3D.....	55
Simulación hidráulica con HEC-RAS	60
Redimensionado	68
CAPITULO III: Solución adoptada y conclusión.....	78
Planos	80
CAPITULO IV: Anexos	83
Registro fotográfico	84
Tablas	90
Indice de figuras.....	94
CAPITULO V: Bibliografía.....	98



“Evaluación hidrológica e hidráulica de los desagües urbanos que afectan a la Institución Colonia Mi Hogar (KM176 de RN68) y sus adyacencias”

Integrantes: Michelli Matias Emanuel
Monroy Caimi Maximiliano Daniel

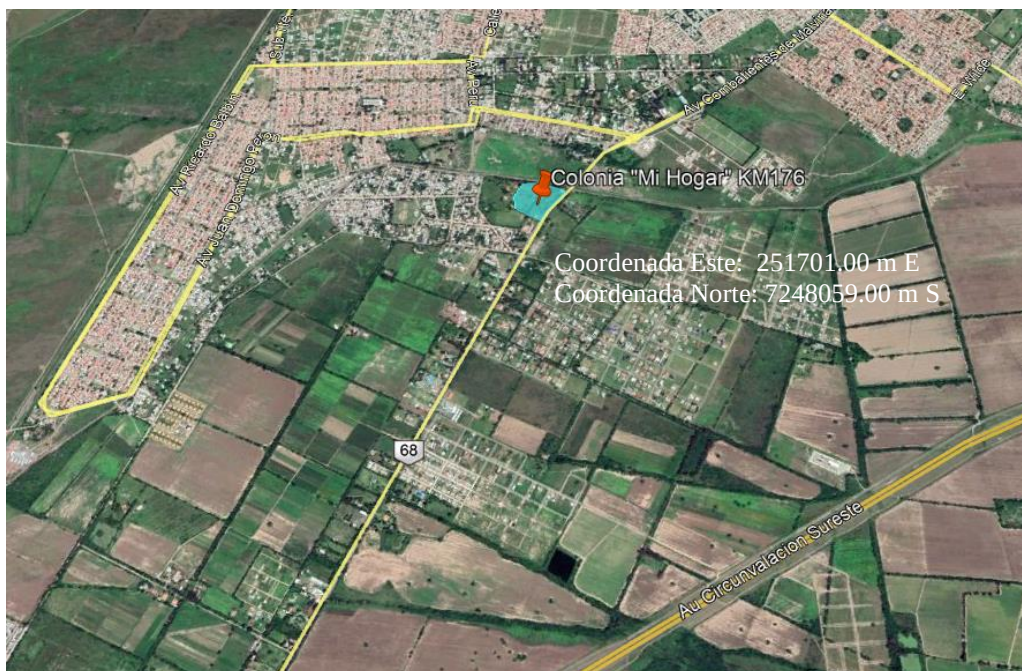
CAPITULO I:

Introducción y marco contextual

Introducción

Debido a las lluvias que se generan entre los meses de noviembre y febrero en la provincia se producen inundaciones y anegamientos en diferentes sectores, entre ellos el predio de la institución Colonia Mi Hogar, ubicada en el límite entre los departamentos Cerrillos y Capital a la altura del KM176 de RN68.

Consideramos que el problema generado carece de interés en cuanto al bienestar de los habitantes de la zona por parte de los municipios en cuestión, al encontrarse en el límite (Capital y Cerrillos). Esto es una situación que fue planteada por parte de los habitantes reiteradas veces sin obtener ninguna respuesta, por lo que el desarrollo de este proyecto de grado se enfocara en generar una posible solución.





“Evaluación hidrológica e hidráulica de los desagües urbanos que afectan a la Institución Colonia Mi Hogar (KM176 de RN68) y sus adyacencias”

Integrantes: Michelli Matias Emanuel
Monroy Caimi Maximiliano Daniel

redimensionamiento del canal de descarga que se encuentra en la cuneta oeste de la RN68 o la canalización del curso principal de las cuencas.

Los objetivos específicos son:

- Delimitar la cuenca de aporte al punto de análisis
- Determinar los parámetros geomorfológicos de la cuenca
- Analizar los tipos y usos de suelo en la cuenca
- Determinar la tormenta de diseño
- Determinar el caudal máximo que aporta la cuenca al punto de estudio
- Estudiar el impacto ambiental de la problemática
- Analizar las alternativas técnicas de solución de la problemática
- Diseñar la solución adoptada

Marco contextual

Teniendo en cuenta el bajo crecimiento urbanístico en la zona, despreciable en comparación al tamaño de los sectores destinados a cultivo, y a entrevistas realizadas a los residentes, consideramos que el problema no es algo reciente en el corto plazo, sino que es causa de la falta de estudio.

Según la información testimonial recolectada con los vecinos afectados, las inundaciones en Institución Colonia Mi Hogar no eran de la misma magnitud que la actual hasta que la Escuela Los Álamos (cuyo terreno limita al sur de Institución Colonia Mi Hogar) realizó un canal de evacuación revestido de hormigón y de mayor sección, dirigido hacia el canal de terreno natural destinado a la descarga hacia el Río Ancho que se encuentra ubicado en la cuneta oeste de RN68 y aumentando así el caudal del mismo.

“Evaluación hidrológica e hidráulica de los desagües urbanos que afectan a la Institución Colonia Mi Hogar (KM176 de RN68) y sus adyacencias”

Integrantes: Michelli Matias Emanuel
Monroy Caimi Maximiliano Daniel



Figura 2-Imagen satelital de las adyacencias en el año 2003



Figura 3-Imagen satelital de las adyacencias en el año 2009.



Figura 4-Imagen satelital de las adyacencias en el año 2011.



Figura 5-Imagen satelital de las adyacencias en el año 2020.

En un principio, la sección del canal de descarga era insuficiente con respecto al caudal a evacuar, y sumado a esto, al realizarse la obra por parte de la Escuela Los Álamos (aumento del caudal y de la sección del canal) únicamente en el frente de la misma sin

tener en cuenta cuales iban a ser los efectos en la obra ya existente, generando una intensificación del problema.



Figura 6-Imagen de Escuela Los Álamos. Se marca con línea color rojo el largo de la obra de ensanchamiento del canal de descarga y con flechas celestes el sentido de escurrimiento.

Por esta razón, este proyecto consiste en estudiar la cuenca que aporta y desembocan en Institución Colonia Mi Hogar para plantear la solución más conveniente entre la redimensión del canal cuneta ya existente o la realización de un canal que evacue el agua desde el interior del predio hacia el Rio Ancho.



“Evaluación hidrológica e hidráulica de los desagües urbanos que afectan a la Institución Colonia Mi Hogar (KM176 de RN68) y sus adyacencias”

Integrantes: Michelli Matias Emanuel
Monroy Caimi Maximiliano Daniel

CAPITULO II:

Marco teórico y enfoque practico



“Evaluación hidrológica e hidráulica de los desagües urbanos que afectan a la Institución Colonia Mi Hogar (KM176 de RN68) y sus adyacencias”

Integrantes: Michelli Matias Emanuel
Monroy Caimi Maximiliano Daniel

Se realizó primero un estudio hidrológico de la zona en cuestión para luego realizar una simulación hidráulica con los datos obtenidos y las tareas fueron:

A) Estudio hidrológico

1º- Determinación de la cuenca con Google Earth, base datos del IGN (Instituto Geográfico Nacional) y Global Mapper (determinación de la cuenca, subcuencas).

2º- Obtención de datos: pendiente, longitud del cauce, área de la cuenca y subcuencas.

3º- Clasificación del suelo según datos del INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria)

4º- Determinación de tipo y uso de suelo para obtener el valor de CN.

4º- Cálculo de tiempo de concentración con fórmula del Método de California.

5º- Generación de tormenta de diseño.

6º- Cálculo de precipitación efectiva por medio del Método del Número de Curva (SCS).

7º- Cálculo de caudal con el método del Hidrograma Unitario del SCS, a través de HEC-HMS.

B) Estudio hidráulico

1º - Relevamiento topográfico y procesamiento de nube de puntos en Civil 3D.

2º - Simulación de respuesta hidráulica en HEC-RAS.

A) Estudio hidrológico

Determinación de la cuenca y subcuencas

Una cuenca está definida como el área de aguas superficiales o subterráneas, que vierten a una red hidrográfica natural con uno o varios cauces naturales, de caudal continuo o intermitente, que confluyen en un curso mayor, que, a su vez, puede desembocar en un río principal, en un depósito natural de agua, en un pantano o directamente en el mar.

Para comenzar con el proyecto, lo primero fue analizar la cuenca que desemboca en Institución Colonia Mi Hogar y para ello consideramos que obtendríamos mayor precisión utilizando una capa SIG descargada de la base de datos del IGN.

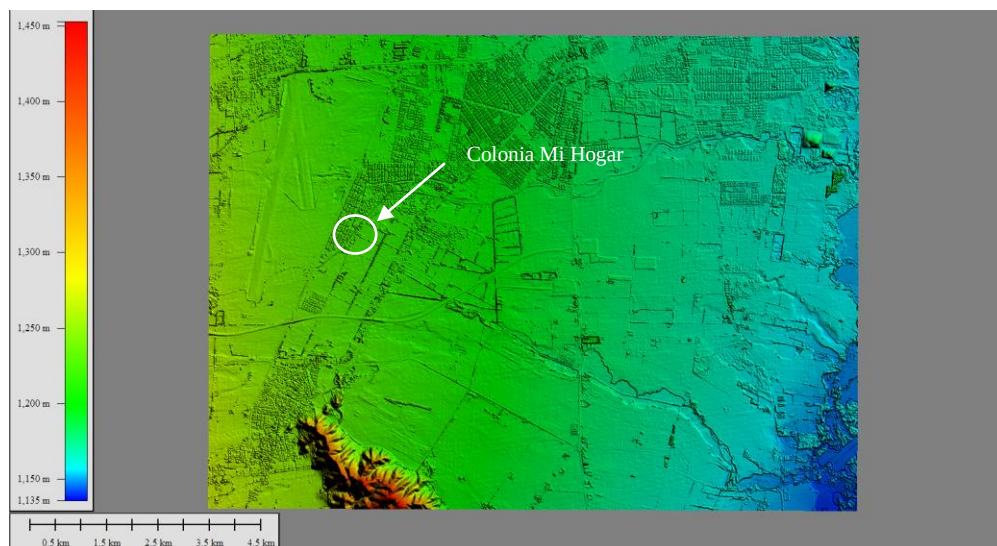


Figura 7-DEM correspondiente al cuadrante que incluye la ubicación de institución Colonia Mi Hogar.

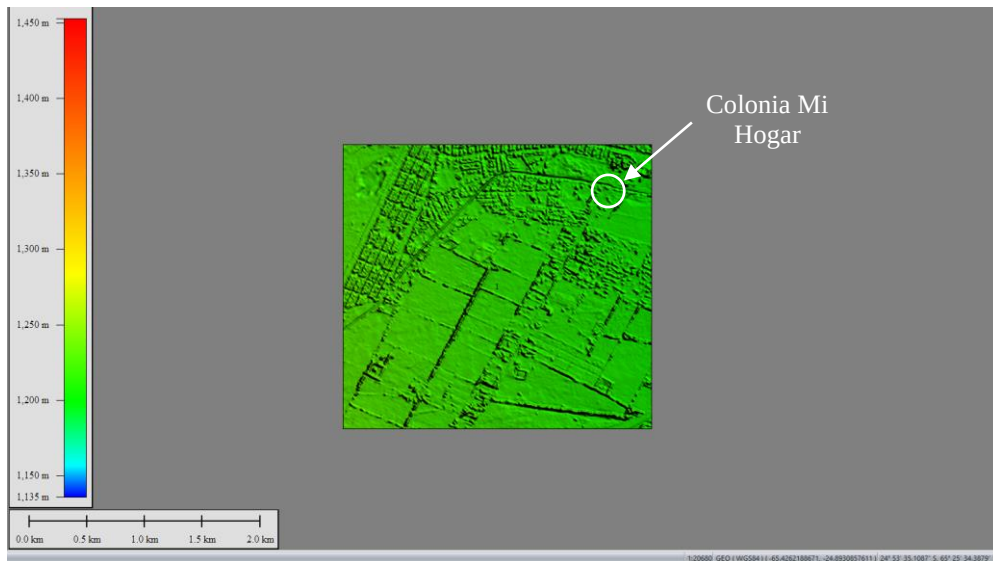


Figura 8-Selección definitiva de área de trabajo.

Primeramente, fueron generadas subcuencas con un tamaño mínimo de 1 hectárea, y luego con tamaños mínimos de 6 hectáreas para finalmente combinar las líneas de drenaje de las subcuencas más chicas y el área de las más grandes.

Una vez generados los datos anteriormente mencionados, procedimos a eliminar drenajes y subcuencas que no son de interés, es decir que no aportan a Colonia Mi Hogar y sus adyacencias.

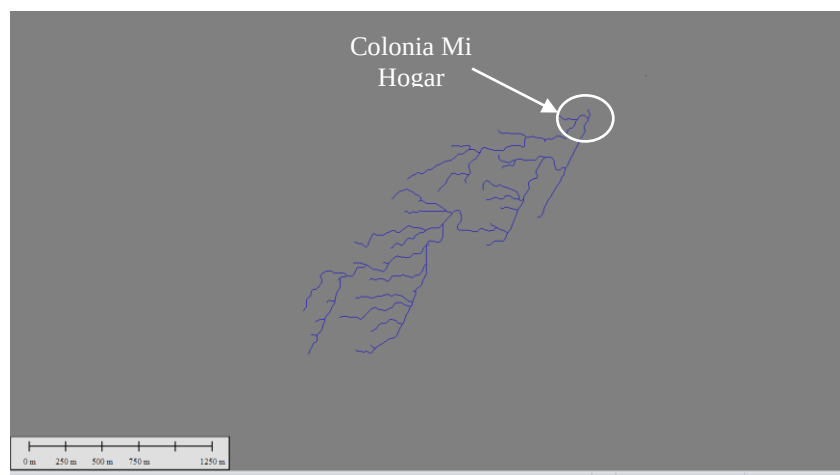


Figura 9-Drenajes de interés, correspondientes a cuencas con tamaño mínimo de 1 hectárea.

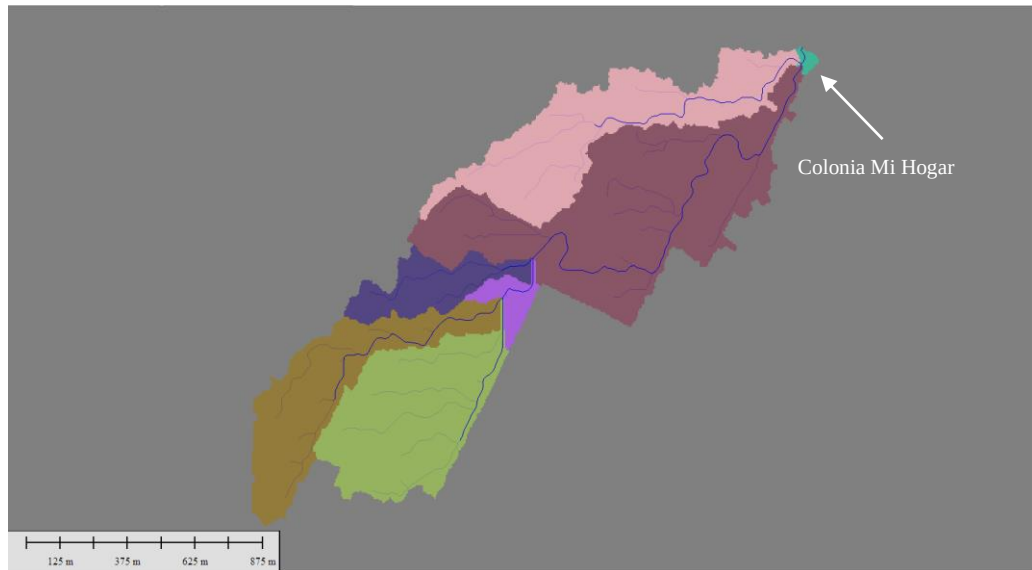


Figura 10-Subcuencas y drenajes de interés, correspondientes a tamaño mínimo de 6 hectáreas.

Podemos observar que se definieron 7 subcuencas, siendo la última con respecto a la numeración, la que incluye el predio Colonia Mi Hogar.

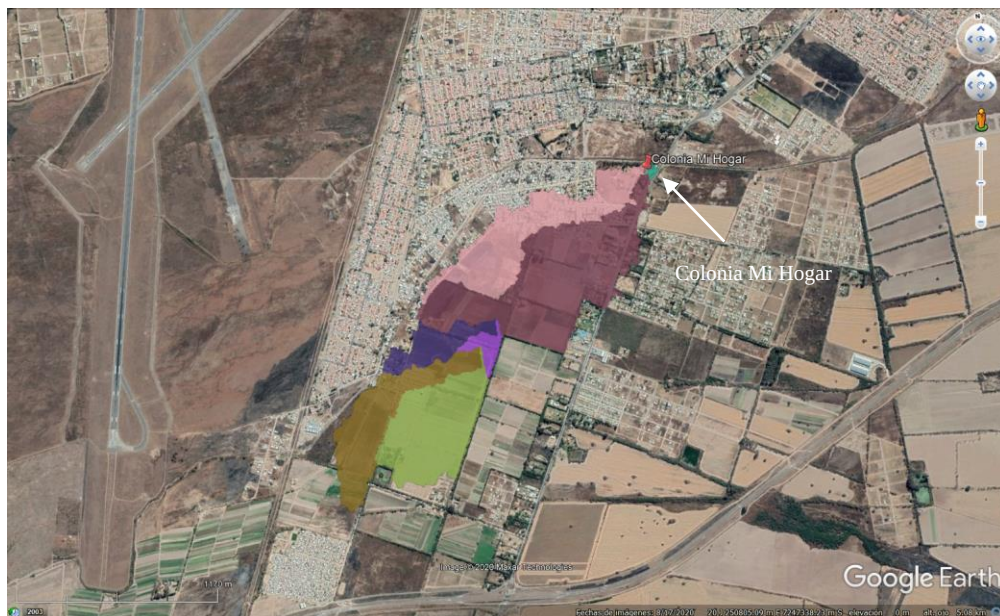


Figura 11-Superposición de cuencas generadas por Global Mapper en imagen satelital de Google Earth.

Finalmente, generando una cuenca de un tamaño mayor obtuvimos el drenaje principal de todo el sistema.

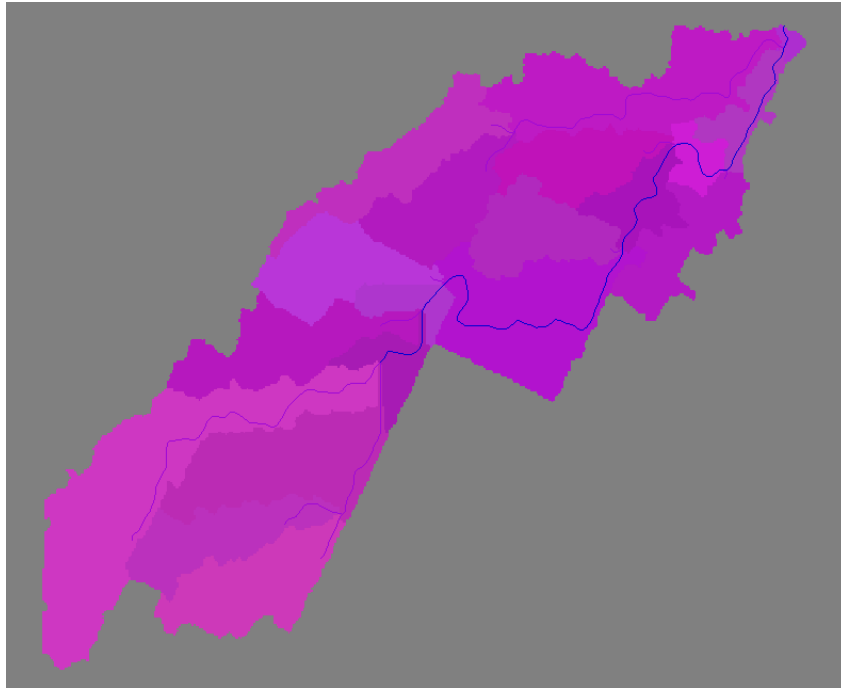
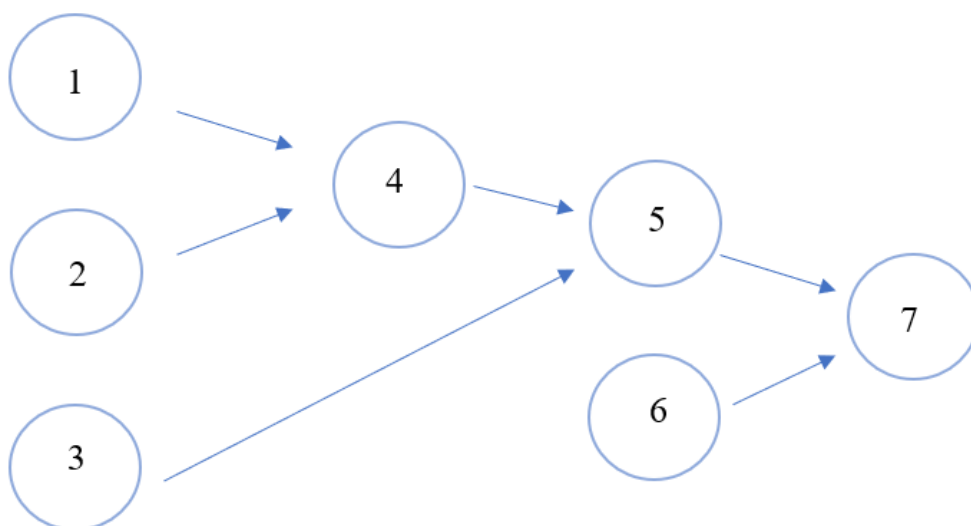


Figura 12-Cuenca y cauce principal

Del análisis realizado en el software mencionado, pudimos obtener también como es el mecanismo de las subcuencas que escurren hasta la cuenca en estudio que es la N° 7 donde se encuentra ubicada Colonia Mi Hogar, en el siguiente cuadro podemos ver como cada una aporta a una siguiente, lo cual ilustramos en un sencillo diagrama.

Planteo del sistema

Subcuencas	Aporta a
1	4
2	4
3	5
4	5
5	7
6	7
7	



Parámetros físicos

Para obtener los parámetros físicos de la cuenca y de la red drenaje que se utilizaron para los cálculos necesarios se usó la herramienta “ver información” del Global Mapper para cada elemento, tanto para subcuencas como para cauces.

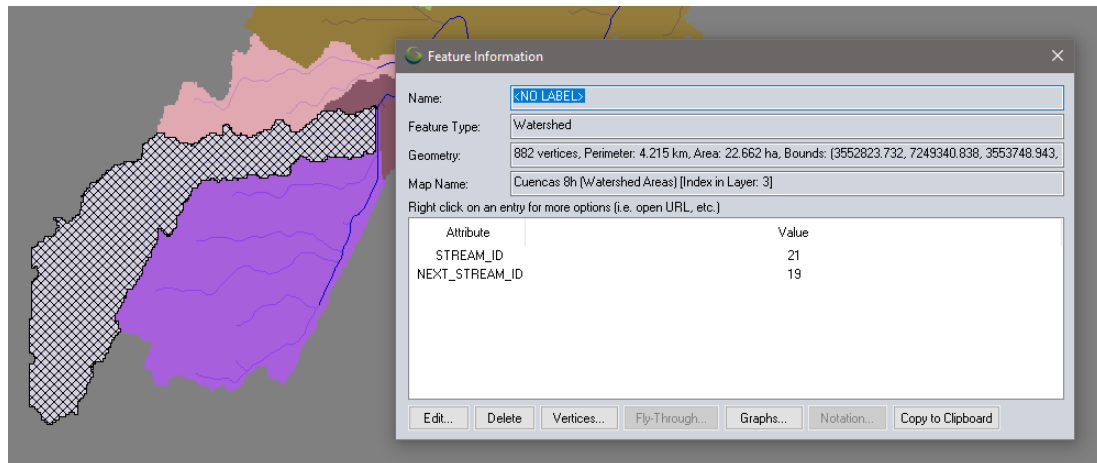


Figura 13-Información de la subcuenca N°1.

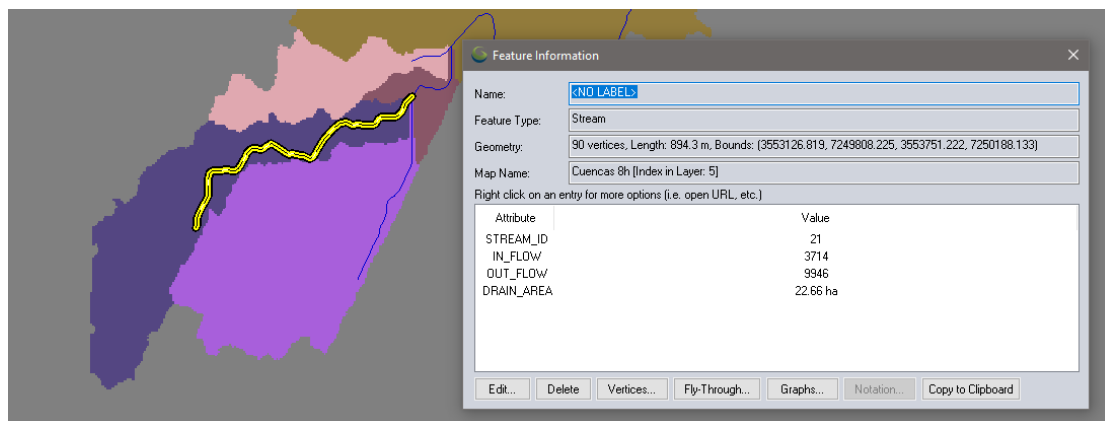


Figura 14-Información de cauce principal de subcuenca N°1

N° Sub-Cuenca	Área (Ha)	Perímetro (km)	Long. Canal (m)	Desnivel (m)	Pendiente (%)
1	22,662	4,215	894,3	11	0,012
2	26,613	3,452	571,92	7,5	0,013
3	9,193	2,63	238,63	10,5	0,044
4	3,057	1,415	129,49	7,5	0,058
5	52,720	6,556	1855	19,75	0,011
6	29,326	5,689	969,94	18,75	0,19
7	0,469	0,401	67,781	1,25	0,018
	144,040				

La bibliografía (Ing. Francisco Javier Ramos Verniere) propone que, el tamaño de $144,04\text{Ha} = 1,4\text{km}^2$ corresponde al de una cuenca pequeña.

Cuenca	Superficie [km ²]
Pequeña	< 100
Mediana	100 – 2000
Grande	> 2000

Clasificación del suelo según el INTA

El suelo de la cuenca en estudio se clasifica en uno de los siguientes cuatro grupos hidrológicos:

-Grupo A: potencial de escurrimiento mínimo, suelos con alta fc aun cuando están completamente humedecidos consistentes principalmente de arenas o gravas profundas bien o excesivamente drenados a bien drenados.

-Grupo B: potencial de escurrimiento medio. Suelos con moderada fc, de textura moderadamente fina a moderadamente gruesa, moderadamente profundos a profundos, moderadamente drenados a bien drenados.

-Grupo C: potencial de escurrimiento alto. Suelos con baja fc, con un horizonte que impide el movimiento de agua hacia abajo o de textura moderadamente fina a fina.

-Grupo D: potencial de escurrimiento máximo. Suelo con una muy baja fc: suelos arcillosos con un alto potencial de hinchamiento, suelos con nivel freático permanentemente alto, suelos con lentes o estratos impermeables sobre o próximos a la superficie y suelos poco profundos sobre un material impermeable.

Para una cuenca compuesta por varios grupos hidrológicos y con diferentes usos y coberturas del suelo, intercalados sobre la superficie total, se puede calcular un CN compuesto ponderando cada valor por su área relativa.

Para clasificar el suelo se consultó el libro “Los suelos del NOA (Salta y Jujuy)” de Nadir A. y Chafatinos T.

Como primer paso se utilizó el mapa “Adecuación da un SIG del estudio” para ubicar en el la zona critica, y de allí obtuvimos que corresponde a la asociación Cerrillos (Cs).

VER MAPA EN ANEXO

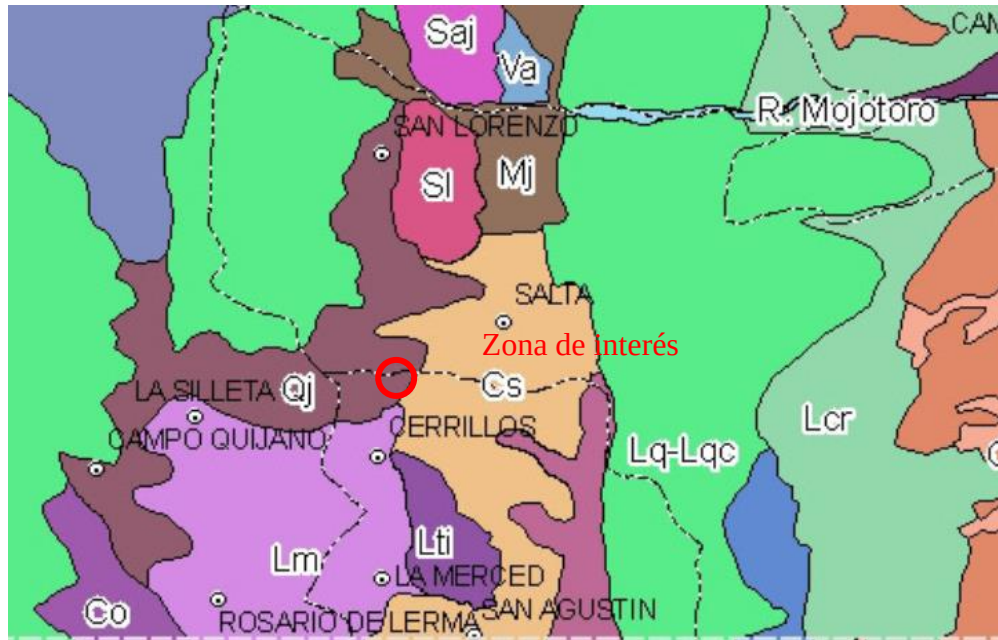


Figura 15-Ampliación de mapa hasta zona de interés

Las características del suelo son las siguientes:

-Suelos asociados: Cerrillos / La Merced-Talapampa.

-Ubicación: Se encuentra en la provincia de Salta, al sur de la ciudad capital, se distribuye en forma meridiana desde el río Arenales en el norte hasta el río Rosario en el sur.

-Subcuenta: Toro – Arenales

-Fisiografía: Cono aluviales

-Relieve: Suavemente ondulado

-Clima: Cálido tropical serrano

Temperatura media de 21°C (enero) y 11°C (julio)

Precipitación media anual entre 500 y 700 mm

-Vegetación: Tala, garabato, chañar, churqui, algarrobo, cardón.

-Material original: derivado de rocas del terciario, areniscas, limolitas, arcillitas y rocas del ordovícico.

-Características generales: suelo de incipiente desarrollo con perfil A-C de textura media; bien drenado; moderada a extremadamente alcalino; salino; contenido de materia orgánica bajo; capacidad de intercambio catiónico moderadamente alta; porcentaje de saturación de bases alto; pendientes del 2-6% y erosión moderada.

-Grupos de la tierra: Grupo C

-Clasificación taxonómica: Regosol calcáreo/Fluvisol eutricto – Fluvisol calcáreo

Determinación del tipo y uso de suelo para obtener CN

Con el uso de Google Earth se generaron polígonos alrededor de cada urbanización existente, obteniendo por diferencia el porcentaje de áreas destinadas a cada uso.

N° de Sub-cuenca	Área (Ha)	Área Urbanización (Ha)	% Urbanización	% Cultivos	Área Suelo Virgen (Ha)	% Suelo Virgen
1	22,662	3,84	16,94	83,06	-	
2	26,613	1,52	5,71	94,29	-	
3	9,193	1,74	18,93	81,07	-	
4	3,057	-	100		-	
5	52,720	14,49	27,48	72,52	-	
6	29,326	-	54,31		13,40	45,69
7	0,469	0,469	100	0		

Como las subcuencas están compuestas por suelos con diferentes usos, el valor del CN es compuesto y se obtiene a través de la ponderación por cada valor de su área relativa.

N° Sub-Cuenca	Uso del suelo	%	CN (Tabla)	CN (Ponderado)
1	Urbanización	16.94	91	86.0
	Cultivos	83.06	85	
	Suelo Virgen	0		
2	Urbanización	5.71	91	85.3
	Cultivos	94.29	85	
	Suelo Virgen	0		
3	Urbanización	18.83	91	86.0
	Cultivos	81.07	85	
	Suelo Virgen	0		
4	Urbanización	0	91	85.0
	Cultivos	100	85	
	Suelo Virgen	0		
5	Urbanización	27.48	91	86.6
	Cultivos	72.52	85	
	Suelo Virgen	0		
6	Urbanización	54.31	91	85.4
	Cultivos	0		
	Suelo Virgen	45.59	79	
7	Urbanización	100	91	91.0
	Cultivos	0		
	Suelo Virgen	0		

Una vez obtenidos los valores de CN ponderados correspondientes a cada subcuenca, procedimos a calcular el valor final de CN de toda la cuenca:

$$CN = \frac{\sum Area_i * CN_i}{Area_{Total}}$$

$$= \frac{86 * 22.62 + 85.3 * 26.613 + 86 * 9.193 + 85 * 3.057 + 86.6 * 52.72 + 85.4 * 29.326 + 91 * 0.469}{144.04}$$

$$CN = 85.93$$

Los números de curva CN alcanzan valores comprendidos entre 0 y 100. A mayor numero se obtiene un umbral de escorrentía menor, lo que se traduce en un menor escurrimiento. Para CN=100 correspondería a una cuenca completamente impermeable en la que toda la precipitación sobre la misma se transforma en escorrentía, por lo que podemos concluir que según el valor de CN obtenido anteriormente en la cuenca se generara un gran umbral de escorrentía.

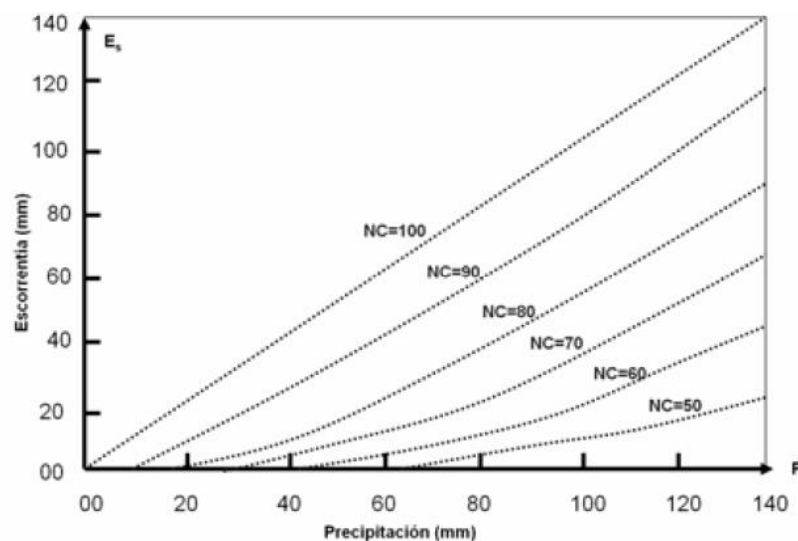


Figura 16-Representación gráfica del parámetro CN.

VER TABLA DE VALORES DE CN EN ANEXO

Cálculo del tiempo de concentración

El tiempo de concentración es una variable utilizada extensivamente en el diseño hidrológico para determinar la capacidad hidráulica máxima de diferentes estructuras; se trata de variables que son propias para cada sitio y que dependen de las características

geomorfológicas de la cuenca y de la lluvia. El tiempo necesario para que todo el sistema (toda la cuenca) contribuya eficazmente a la generación de flujo en el sitio de desagüe. Se atribuye muy comúnmente el tiempo de concentración al tiempo que tarda una gota de agua caída en el punto más alejado de la cuenca hasta el sitio de desagüe. Lo cual no siempre se corresponde con el fenómeno real, pues pueden existir lugares en la cuenca en los que el agua caída tarde más en llegar al desagüe que el más alejado. Además, debe tenerse claro que el tiempo de concentración de una cuenca no es constante ya que depende ligeramente de las características de la lluvia.

Los datos para el cálculo de los tiempos de concentración fueron obtenidos de las curvas de nivel y líneas de escurrimiento generados a partir de la base de datos del IGN en Global Mapper y se utiliza el Método de California, método utilizado para cuencas pequeñas y zonas rurales, cuya formula se expresa a continuación:

$$tc = (0,87 \frac{L^3}{\Delta H})^{0,385}$$

siendo:

L: longitud del cauce más largo en Km.

H: desnivel máximo de la cuenca en m.

tc: tiempo de concentración expresado en horas.

Nº Subcuenca	L (km)	Cota Pto más alejado (m)	Cota de Salida (m)	ΔH (m)	tc (hs)
1	0,8934	1232	1221	11	0,33
2	0,572	1229	1221,5	7,5	0,23
3	0,1295	1231	1220,5	10,5	0,04
4	0,2386	1228	1220,5	7,5	0,08
5	1,855	1227	1207,25	19,75	0,61

6	0,9689	1226	1207,25	18,75	0,30
7	0,0678	1208	1206,75	1,25	0,04
Cuenca	2,159	1231,75	1206,75	25	0,67

Generación de tormenta de diseño

La Lluvia de Diseño es el evento hipotético pluvial más intenso, estadísticamente previsible, para una duración dada y una recurrencia asignada que, al alimentar un modelo lluvia- escorrentía permite evaluar la Creciente de Proyecto, elemento con el que se diseñan tanto las medidas estructurales (obras) como las no estructurales.

A partir del análisis y la síntesis de lluvias máximas medidas en el territorio de la provincia de Salta, fue posible desarrollar y adaptar modelos para cada etapa del proceso.

Para los datos de los hietogramas de tormenta, se usaron los resultados proporcionados por la UCASAL (Ing. Botelli) y el método de los bloques alternos.

Elegimos el método de bloques alternos ya que es una forma sencilla de desarrollar un hietograma de diseño utilizando una curva de intensidad-duración-recurrencia. El hietograma se construye asumiendo que la intensidad media de un conjunto de bloques ha de ser igual a la intensidad obtenida mediante la curva IDF para cualquier intervalo de tiempo. Tras seleccionar el periodo de retorno de diseño, se lee la intensidad en la curva correspondiente a la región en la cual se esta trabajando para cada una de las duraciones. Los incrementos o bloques obtenidos se deben reordenar de manera que el bloque de intensidad máxima quede en el centro de la duración definida y el resto de los bloques se sitúen en orden decreciente alternativamente a derecha e izquierda del bloque central.

Seleccionamos la duración de la tormenta que está en función del tiempo de concentración de la cuenca.

$$D = 1,5t_c$$

$$D_1 = 1,5 * 0,67hs = 1,005hs$$

Definimos los intervalos Δt :

$$\frac{D}{\Delta t} = n$$

$$\frac{D}{\Delta t} = 5$$

$$\Delta t = \frac{1hs}{5}$$

$$\Delta t = 0,20hs = 12min$$

Elegimos una recurrencia de 5, 10 y 25 años teniendo en cuenta lo recomendado para la obra de una alcantarilla y sobre ella determinamos las intensidades a partir de las siguientes curvas:

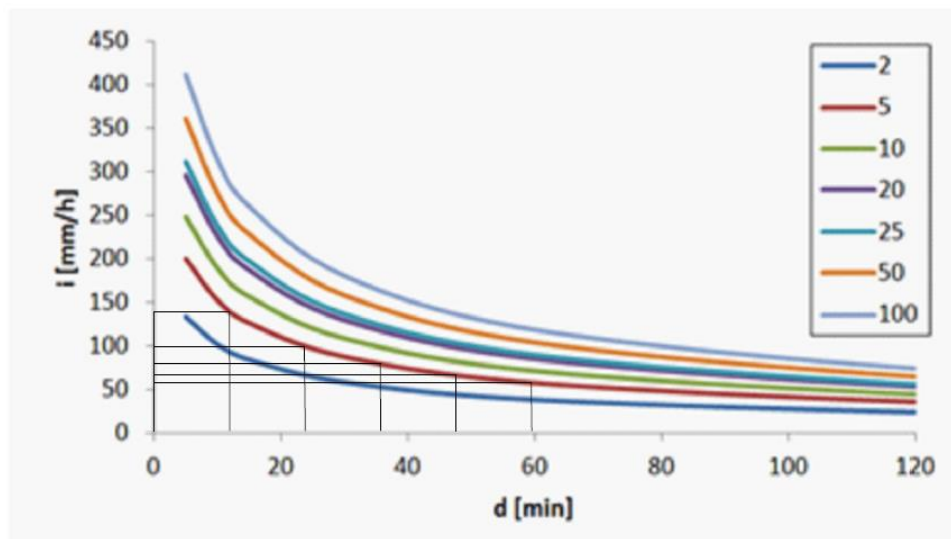


Figura 17-Curva IDT en la localidad de Salta Capital para duraciones de entre 5 y 120 minutos

Partiendo de dicha curva IDF, se estimaron las lluvias de diseño asociadas a las recurrencias. Las láminas de lluvia correspondientes a una duración de 60 minutos y a los diferentes Δt son:

a) Para 5 años:

Δt (min)	1	2	3	4	5
i (mm/h)	134,96	95,67	76,69	59,86	54,79

b) Para 10 años:

Δt (min)	1	2	3	4	5
i (mm/h)	144,53	101,96	80,06	65,87	56,75

c) Para 25 años:

Δt (min)	1	2	3	4	5
i (mm/h)	164,79	118,28	91,97	77,14	67,02

Aplicamos el método de los bloques alternos y ordenamos la lluvia a pico centrado:

a) Para 5 años:

Δt	I	Pi (Acumulada)	Pi (Desagregada)	Pd
1	134,96	27,0	27	6,9
2	95,67	38,3	11,3	11,3
3	76,69	46,0	7,7	27
4	59,86	47,9	1,9	7,7

5	54,79	54,8	6,9	1,9
---	-------	------	-----	-----

b) Para 10 años:

Δt	I	Pi (Acumulada)	Pi (Desagregada)	Pd
1	144,53	28,9	27	4,7
2	101,96	40,8	11,9	11,9
3	80,06	48,0	7,3	27
4	65,87	52,7	4,7	7,3
5	56,75	56,8	4,1	4,1

c) Para 25 años:

Δt	I	Pi (Acumulada)	Pi (Desagregada)	Pd
1	164,79	33,0	27	6,5
2	118,28	47,3	14,4	14,4
3	91,97	55,2	7,9	27
4	77,14	61,7	6,5	7,9
5	67,02	67,0	5,3	5,3

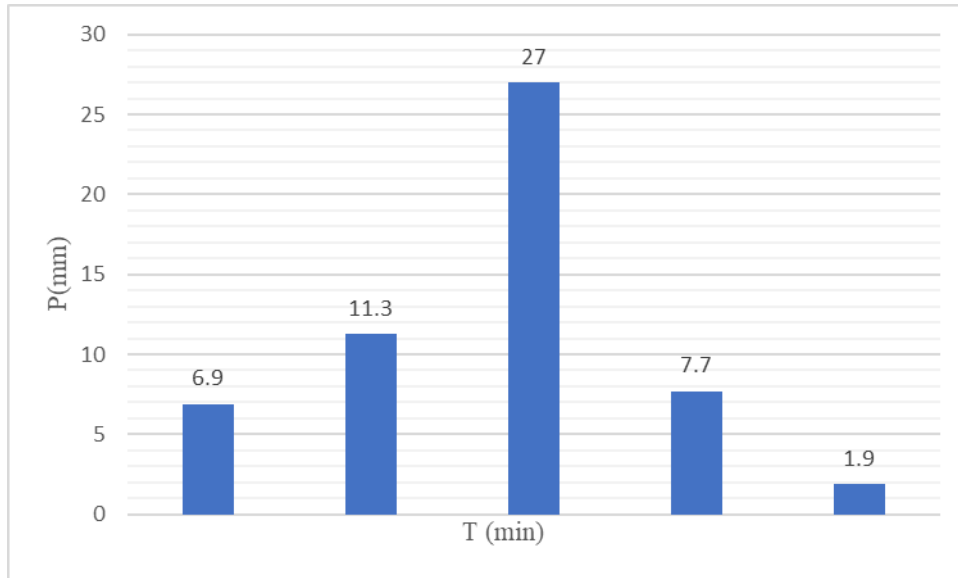


Figura 18-Hietograma de precipitación de diseño para una duración de tormenta de 60 minutos y una recurrencia de 5 años

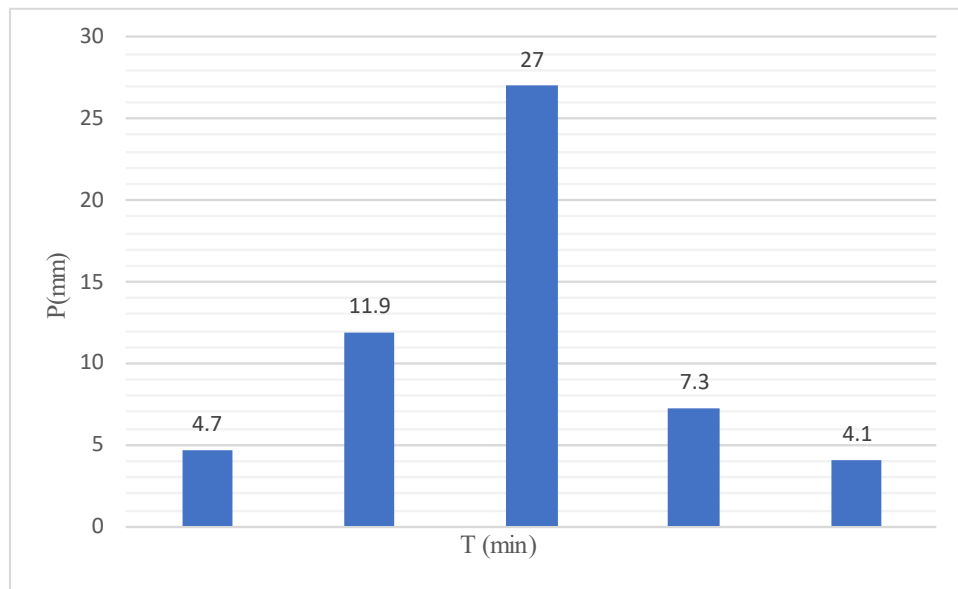


Figura 19-Hietograma de precipitación de diseño para una duración de tormenta de 60 minutos y una recurrencia de 10 años.

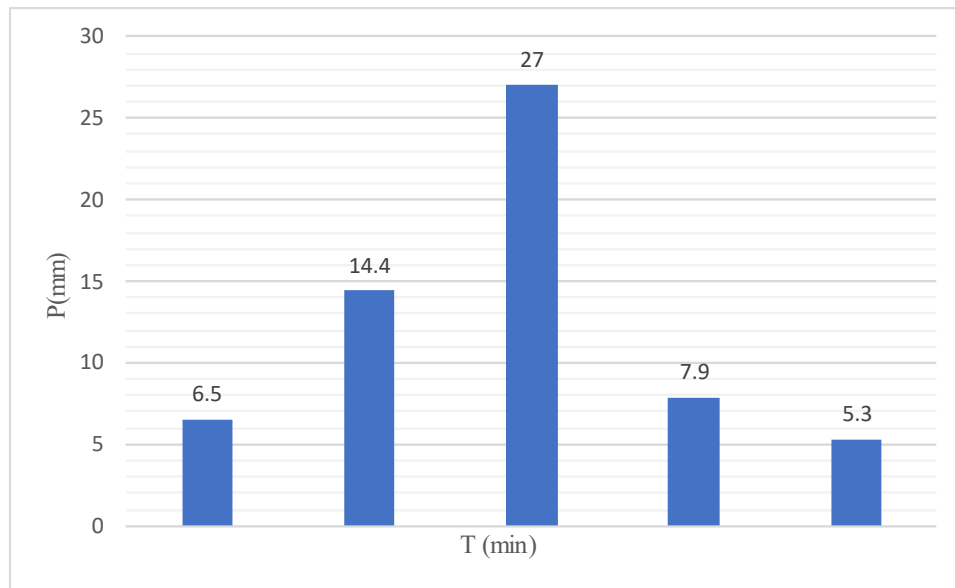


Figura 20-Hietograma de precipitación de diseño para una duración de tormenta de 60 minutos y una recurrencia de 25 años.

Cálculo de HPefva - Método del Número de Curva

Este método permite determinar la precipitación efectiva generada por una tormenta, por medio de funciones precipitación - escurrimiento directo. Está basado en una gran cantidad de datos de escurrimiento en parcelas experimentales y cuencas pequeñas de EUA, para tormentas de alta intensidad y corta duración (de 24 h de duración y menores). Los orígenes del método se remontan a miles de ensayos con infiltrómetros realizados por el SCS a fines de la década de 1930 y principios de la década de 1940 (Ponce et. al, 1995).

El método se basa que para tormentas simples la relación entre los escurrimientos real y potencial es igual a la relación entre las pérdidas real y potencial:

$$\frac{Q}{P} = \frac{P - Q}{S}$$

Q: escurrimiento directo real, P: precipitación o escurrimiento potencial, P-Q: déficit o pérdida de escurrimiento real, S: déficit potencial.

Despejando Q e introduciendo una pérdida inicial, Ia:

$$Q = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S}$$

Válida para: $P \geq I_a$ y $S \geq I_a + F$

Q: escurrimiento directo (precipitación efectiva) originada por una tormenta [mm], P: precipitación total de la tormenta [mm], I_a : pérdida inicial, a partir de la cual se genera escurrimiento directo [mm], S: pérdida potencial [mm], $I_a + F$: pérdidas reales de escurrimiento, F: infiltración acumulada.

SCS determinó empíricamente la siguiente ecuación, en cuencas experimentales pequeñas:

$$I_a = 0,2S \quad ; \quad Q = \frac{(P - 0,2S)^2}{P + 0,8S}$$

El parámetro S se expresa en función del parámetro Número de Curva, CN, cuyo valor numérico es más fácilmente manejable ($0 \leq CN \leq 100$).

$$S = \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right) * 25,4$$

CN: número de curva y 25.4: convierte unidades.

Si se tienen los datos de P y Q, se calcula S y el valor de CN.

Si no se dispone de datos de Q, para estimar el valor de CN pueden utilizarse tablas propuestas por SCS, las cuales están en función del tipo de suelo (potencial de escurrimiento), del uso y tratamiento del suelo y de la condición de humedad antecedente.

En estas tablas se combinan grupos hidrológicos de suelos, uso y tratamiento y condición para la infiltración, conformando complejos hidrológicos suelo-vegetación, para los cuales se da el valor del CN correspondiente a una condición de humedad antecedente promedio.

Finalmente, aplicando el método con todo lo calculado anteriormente. Primero calculamos la pérdida potencial a partir de la siguiente formula:

$$S = \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right) * 24,4$$

$$S = \left(\frac{1000}{85,93} - 10 \right) * 25,4$$

$$S = 41,58mm$$

Una vez obtenida la perdida potencial, calculamos la perdida inicial o umbral de escorrentía que se encuentra en función de la misma:

$$Ia = 0,2S$$

$$Ia = 0,2 * 41,58mm$$

$$Ia = 8,31mm$$

El escurrimiento directo se calcula con la fórmula:

$$Q = \frac{(P - Ia)^2}{P + 0,8S}$$

Y una vez obtenido el escurrimiento directo acumulado, se desagrega para obtener el hietograma de precipitación efectiva (HPefva):

a) Para una recurrencia de 5 años:

T (min)	P(mm)	Pacumulada (mm)	Qacumulado (mm)	Hpefva (mm)
12	6,9	6,9	-	-
24	11,3	18,2	1,9	1,9
36	27	45,2	17,3	15,4
48	7,7	52,9	23,1	7,6
60	1,9	54,8	24,5	16,9
				41,9

b) Para una recurrencia de 10 años:

T (min)	P(mm)	Pacumulada (mm)	Qacumulado (mm)	Hpefva (mm)
12	4,7	6,9	-	-
24	11,9	18,8	2,1	1,9
36	27	45,8	17,8	15,9
48	7,3	53,1	23,2	7,4
60	4,1	57,2	26,4	19,1
				44,2

c) Para una recurrencia de 25 años:

T(min)	P(mm)	Pacumulada (mm)	Qacumulado (mm)	Hpefva (mm)
12	6,5	6,9	-	-
24	14,4	21,3	3,1	1,9
36	27	48,3	19,6	17,7
48	7,9	56,2	25,6	7,9
60	5,3	61,5	29,9	21,9
				49,5

Cálculo de caudal - Método del Hidrograma Unitario del SCS

El Hidrograma Unitario (HU) de una cuenca es el hidrograma de escurrimiento directo a la salida de la misma, originado por una lluvia efectiva de altura unitaria (1 mm, 1cm o 1plg) distribuida uniformemente en el espacio (área de la cuenca) y en el tiempo (intensidad constante), durante una duración especificada.

Si la duración de la lluvia efectiva es finita, se denomina Hidrograma Unitario de Tiempo Discreto (HUT) y se simboliza HU (1, tu), donde 1 es la altura de lluvia efectiva

total y tu es la duración de lluvia especificada. Si la duración es infinitesimal, se denomina Hidrograma Unitario Instantáneo (HUI) y se simboliza $u(t)$.

Hipótesis simplificadoras:

-La lluvia efectiva es uniformemente distribuida en el tiempo (intensidad constante) para la duración especificada.

-La lluvia efectiva es uniformemente distribuida en el espacio. Para que se cumpla razonablemente la hipótesis de uniformidad espacial de la lluvia, el tamaño de la cuenca debe ser pequeño.

-El tiempo de base de los hidrogramas de escurrimiento directo (HED) originados por lluvias efectivas de igual duración es constante. En un hidrograma de flujo de agua superficial se cumple:

$$t_b = t_r + t_c$$

-Se asume que la cuenca es un sistema lineal, es decir se cumplen las propiedades de superposición y proporcionalidad.

-Se asume que la cuenca es un sistema invariante en el tiempo, es decir, sus parámetros no cambian con el tiempo. El modelo no es aplicable a la escorrentía originada por fusión de nieve.

El software HEC-HMS permite formar varias sub-cuencas y realiza los cálculos para cada subcuenca de: qué parte de la precipitación caída va a generar escorrentía directa, la escorrentía directa producida por esta precipitación neta y calcula la evolución de la escorrentía básica a lo largo del tiempo. También calcula, para cada tránsito a lo largo de un cauce, la evolución del hidrograma que, generado en la salida de una subcuenca, circula por otra distinta. En los puntos de unión, suma los caudales generados por varios elementos. Finalmente nos proporciona los hidrogramas generados para cada subcuenca y para el total de la cuenca.

Para evaluar la respuesta hidrológica de la cuenca y calcular el caudal ingresamos los datos de los parámetros y precipitaciones obtenidos anteriormente.

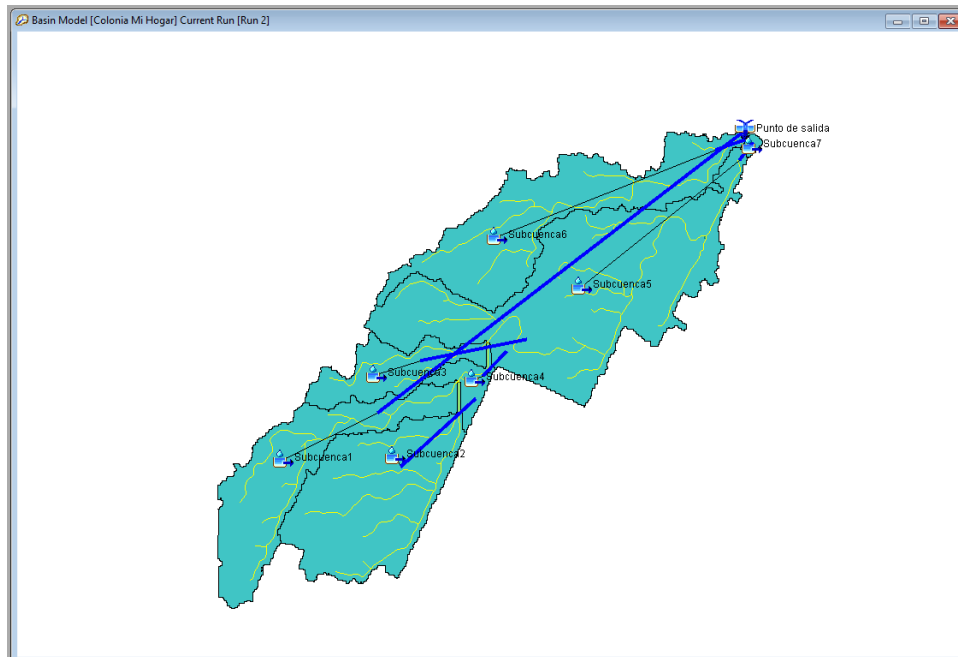


Figura 21-Modelado de la cuenca.

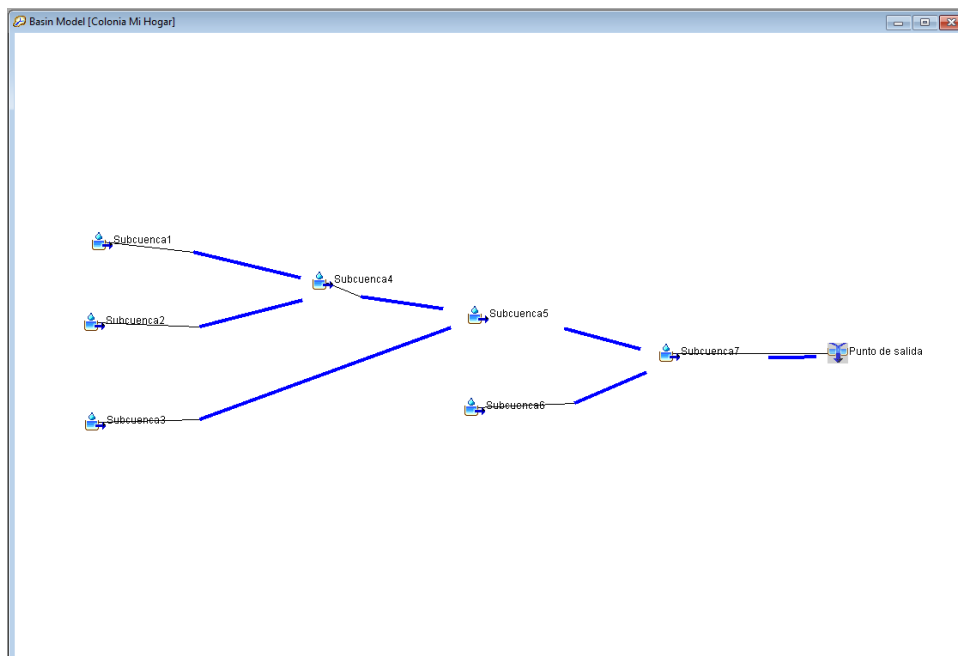


Figura 22-Esquema de subcuencas.

Al cargar el modelo consideramos que no existe flujo base cuando se produce la precipitación y que no existe pérdida inicial debido a que ya fue considerada en la

obtención del HPefva y el método utilizado fue el de hidrograma unitario del SCS para la transformación lluvia- caudal.

El tiempo de retardo fue calculado a partir de los tiempos de concentración de cada cuenca a través de la expresión: $t_{lag} = 0,6tc$.

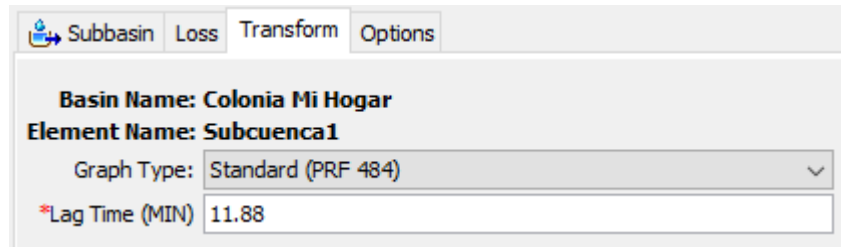
N° de subcuenca	tc (hs)	tlag (hs)	tlag (min)
1	0,33	0,20	11,88
2	0,23	0,14	8,24
3	0,04	0,02	1,30
4	0,08	0,05	3,00
5	0,61	0,37	22,09
6	0,30	0,18	10,64
7	0,04	0,02	1,40

Subbasin		Loss	Transform	Options
Basin Name: Colonia Mi Hogar				
Element Name: Subcuenca1				
Description:				
Downstream:	T1			
*Area (KM2)	0.226			
Latitude Degrees:				
Latitude Minutes:				
Latitude Seconds:				
Longitude Degrees:				
Longitude Minutes:				
Longitude Seconds:				
Discretization Method:	--None---			
Canopy Method:	--None--			
Surface Method:	--None--			
Loss Method:	SCS Curve Number			
Transform Method:	SCS Unit Hydrograph			
Baseflow Method:	--None--			

Figura 23-Área, método de pérdida y método de transformación

Subbasin		Loss	Transform	Options
Basin Name: Colonia Mi Hogar				
Element Name: Subcuenca1				
Initial Abstraction (MM)	0			
*Curve Number:	86			
*Impervious (%)	0.0			

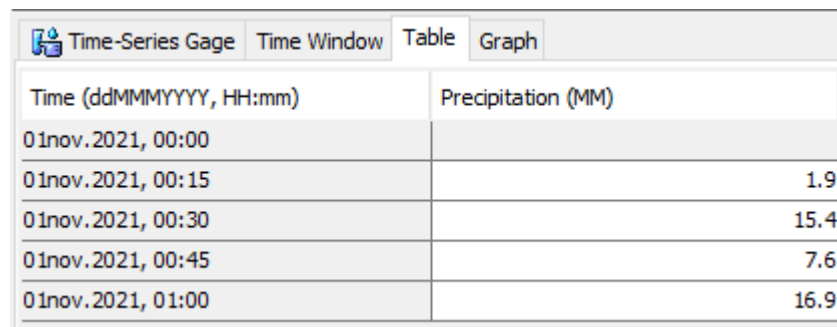
Figura 24-Valor de CN correspondiente a la subcuenca.



Subbasin Loss Transform Options
Basin Name: Colonia Mi Hogar
Element Name: Subcuenca1
 Graph Type: Standard (PRF 484)
 *Lag Time (MIN) 11.88

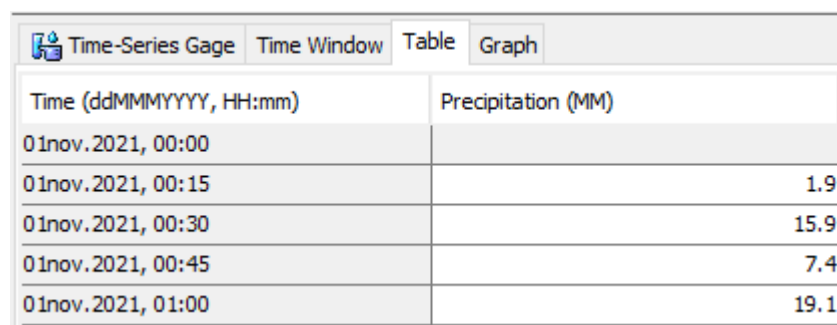
Figura 25-Tiempo de retardo correspondiente a la subcuenca.

Al no permitir ingresar intervalos de 12 minutos en la serie de tiempos, optamos por intervalos de 15 min y la simulación fue realizada para un control de 3hs para contemplar todo el caudal, considerando los tiempos de concentración de cada cuenca.



Time (ddMMYYYY, HH:mm)	Precipitation (MM)
01nov.2021, 00:00	
01nov.2021, 00:15	1.9
01nov.2021, 00:30	15.4
01nov.2021, 00:45	7.6
01nov.2021, 01:00	16.9

Figura 26-Hpefva para una recurrencia de 5 años.



Time (ddMMYYYY, HH:mm)	Precipitation (MM)
01nov.2021, 00:00	
01nov.2021, 00:15	1.9
01nov.2021, 00:30	15.9
01nov.2021, 00:45	7.4
01nov.2021, 01:00	19.1

Figura 27-Hpefva para una recurrencia de 10 años.

Time (ddMMYYYY, HH:mm)	Precipitation (MM)
01nov.2021, 00:00	
01nov.2021, 00:15	1.9
01nov.2021, 00:30	17.7
01nov.2021, 00:45	7.9
01nov.2021, 01:00	21.9

Figura 28-Hpefva para una recurrencia de 25 años.

Control Specifications	
Name: Control 1	
Description:	
*Start Date (ddMMYYYY)	20nov.2021
*Start Time (HH:mm)	00:00
*End Date (ddMMYYYY)	20nov.2021
*End Time (HH:mm)	03:00
Time Interval:	1 Minute

Figura 29-Duración del control.

Las siguientes tablas y gráficos nos proporcionan información sobre el área de drenaje (drainage área) de cada subcuenca (subbasin), caudal máximo (peak discharge), volumen de agua, pérdidas y caudal.

A) Para una recurrencia de 5 años

Project: Colonia Mi Hogar		Simulation Run: Run 1		
Start of Run: 01nov.2021, 00:00		Basin Model: Colonia Mi Hogar		
End of Run: 01nov.2021, 03:00		Meteorologic Model: Precipitation (5)		
Compute Time: DATA CHANGED, RECOMPUTE		Control Specifications: Control 1		
Show Elements:	All Elements	Volume Units:	☒ MM ☐ 1000 M3	Sorting: Hydrologic
Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
Subcuenca5	0.527	4.3	01nov.2021, 01:12	21.54
T5	0.527	4.3	01nov.2021, 01:36	21.54
Subcuenca2	0.266	3.1	01nov.2021, 01:03	20.42
Subcuenca6	0.293	3.1	01nov.2021, 01:04	20.50
T6	0.293	3.1	01nov.2021, 01:28	20.50
T2	0.266	3.1	01nov.2021, 01:27	20.42
Subcuenca3	0.092	1.3	01nov.2021, 01:00	21.01
T1	0.226	2.4	01nov.2021, 01:29	21.01
Subcuenca7	0.005	0.1	01nov.2021, 01:00	26.11
Punto de salida	0.231	2.4	01nov.2021, 01:29	21.12
Subcuenca1	0.226	2.4	01nov.2021, 01:05	21.01
T3	0.092	1.3	01nov.2021, 01:24	21.01
Subcuenca4	0.031	0.2	01nov.2021, 01:18	20.15
T4	0.031	0.2	01nov.2021, 01:42	20.04

Figura 30 - Tabla resumen para una recurrencia de 5 años.

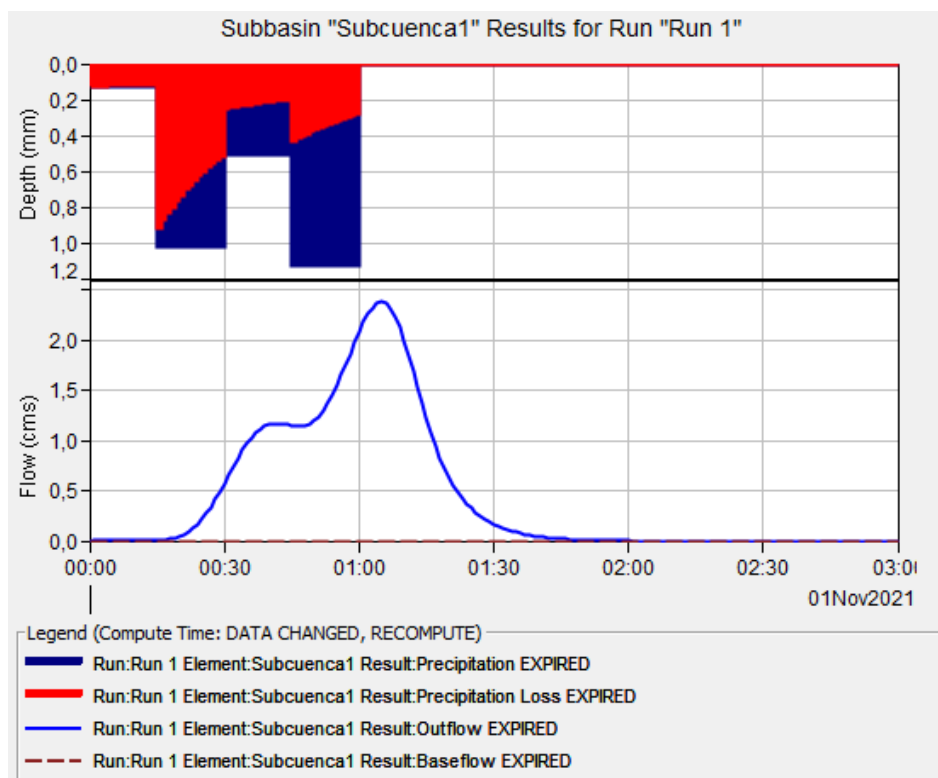


Figura 31-Hidrograma de salida de Subcuenca1 para una recurrencia de 5 años.

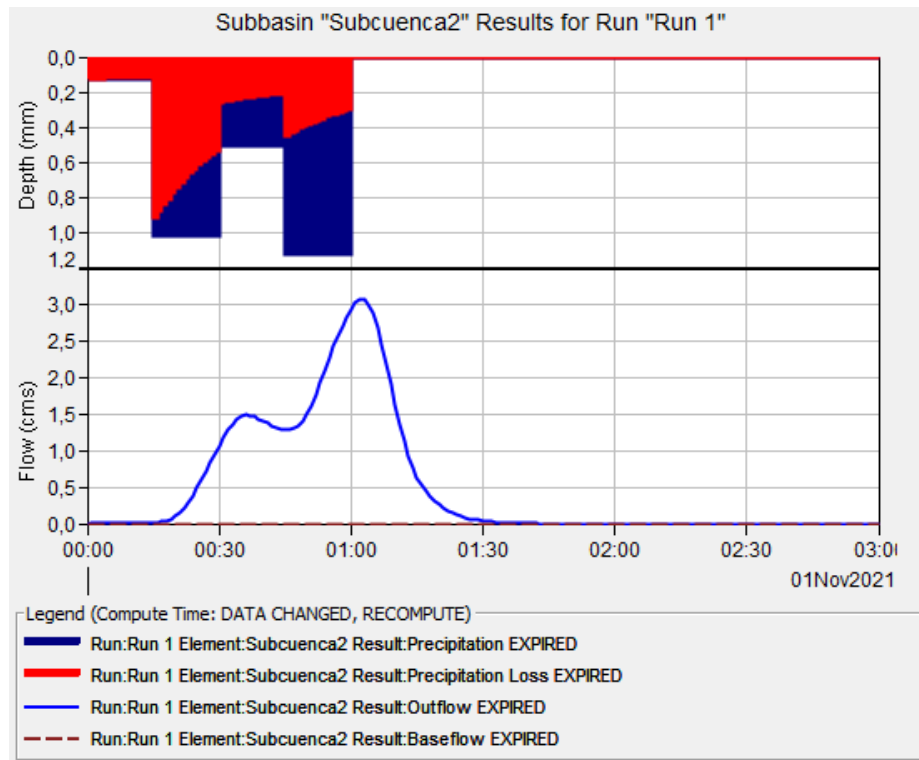


Figura 32-Hidrograma de salida de Subcuenca2 para una recurrencia de 5 años

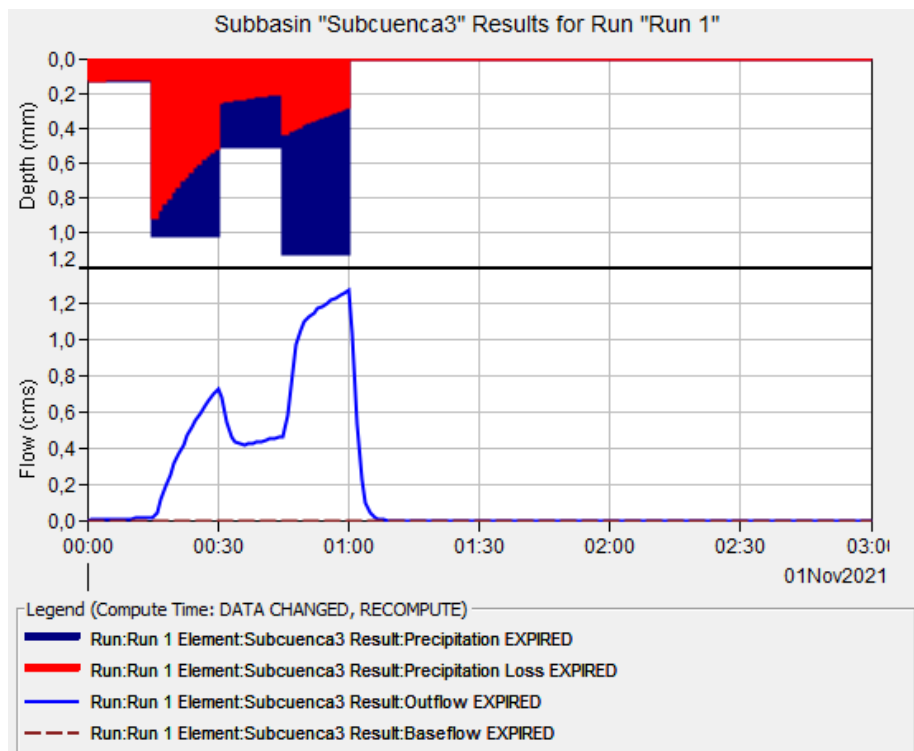


Figura 33-Hidrograma de salida de Subcuenca3 para una recurrencia de 5 años

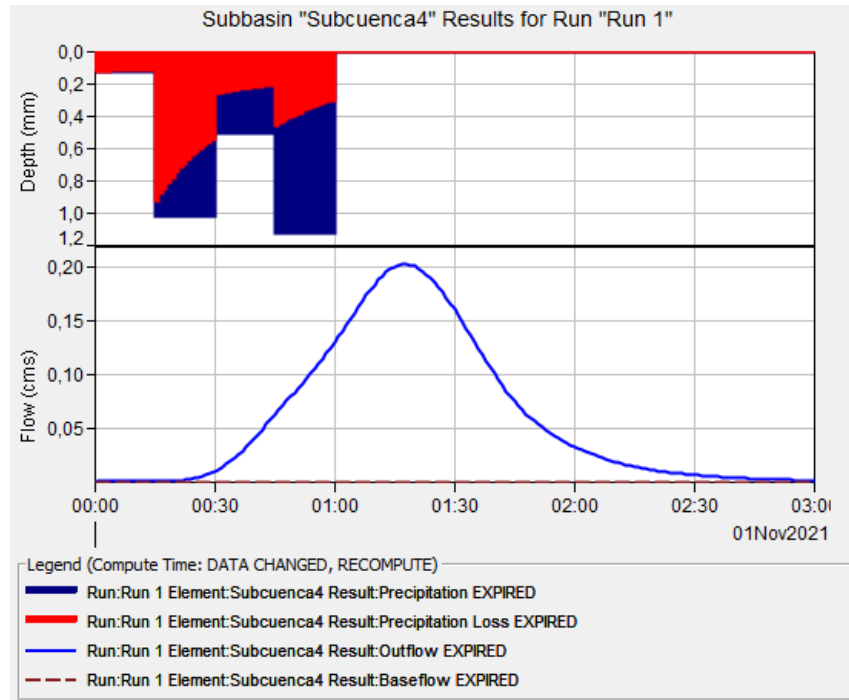


Figura 34-Hidrograma de salida de Subcuenca4 para una recurrence de 5 años

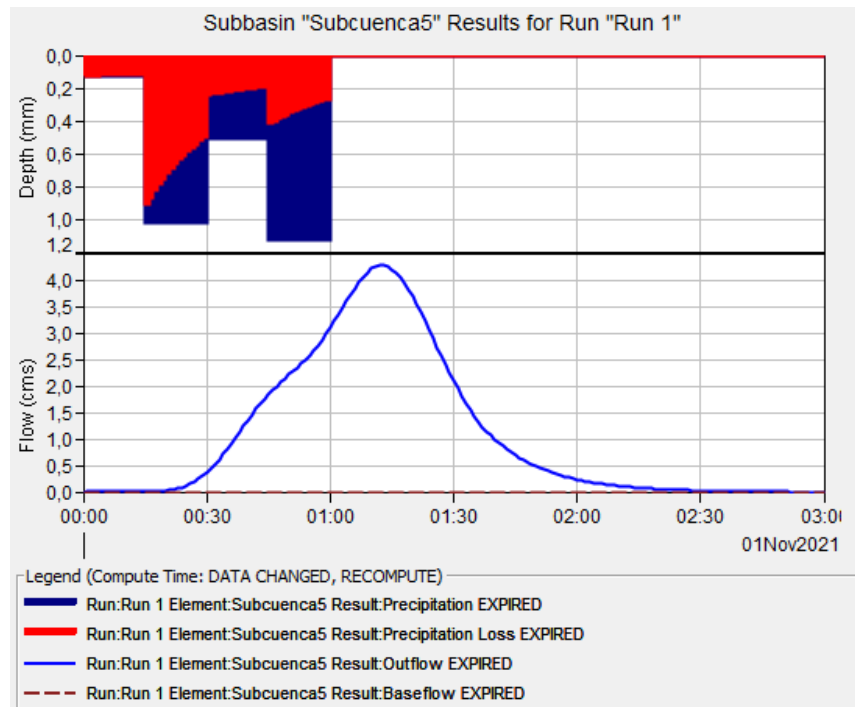


Figura 35-Hidrograma de salida de Subcuenca5 para una recurrence de 5 años

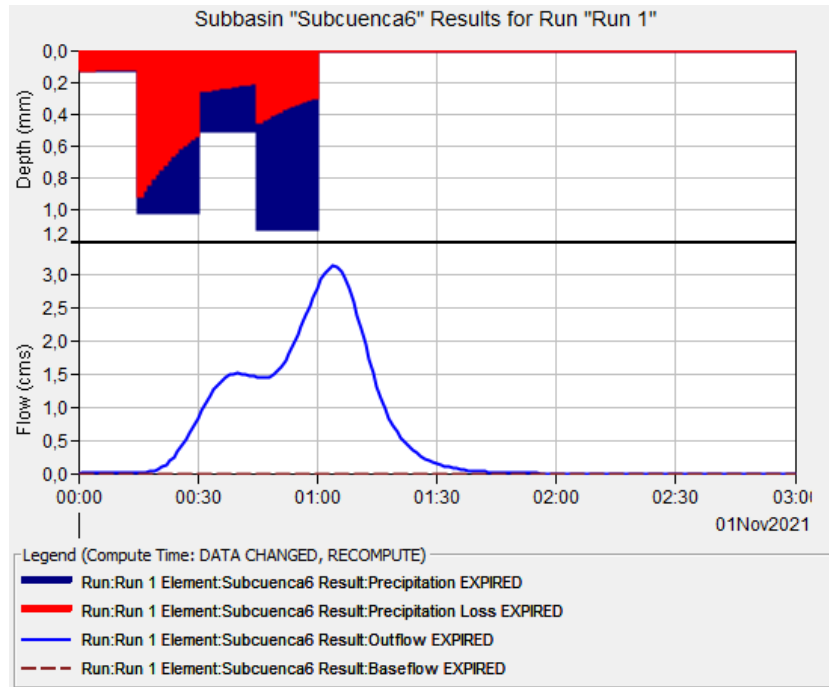


Figura 36-Hidrograma de salida de Subcuenca6 para una recurrencia de 5 años

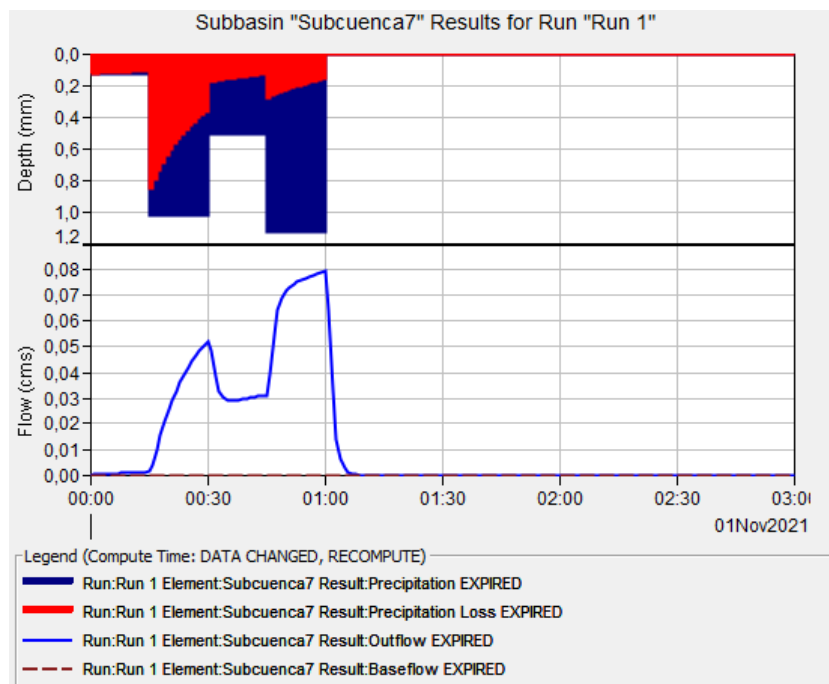


Figura 37-Hidrograma de salida de Subcuenca7 para una recurrencia de 5 años

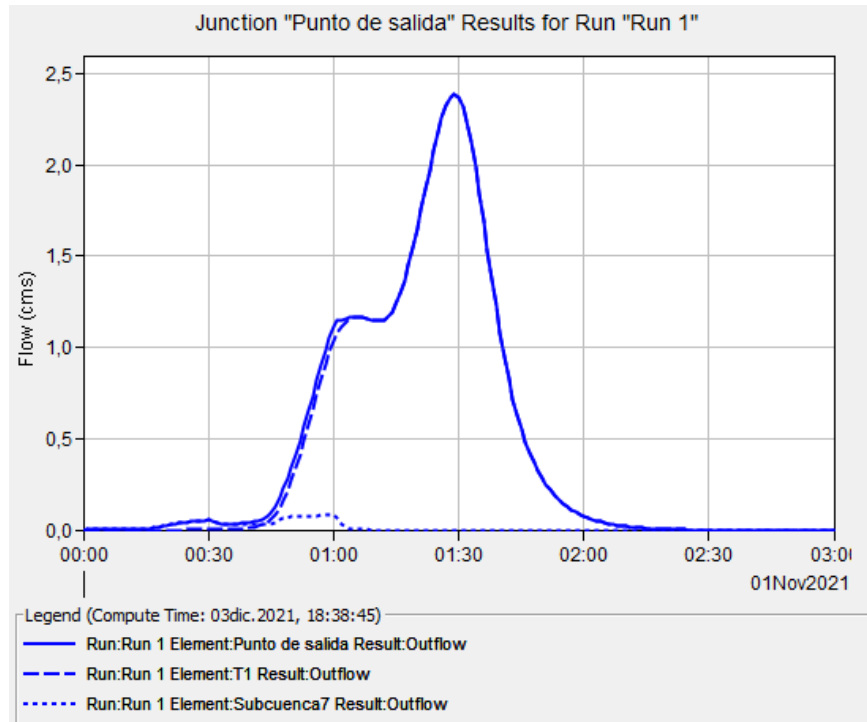


Figura 38-Grafico Flujo-Tiempo en punto de salida para una recurrencia de 5 años.

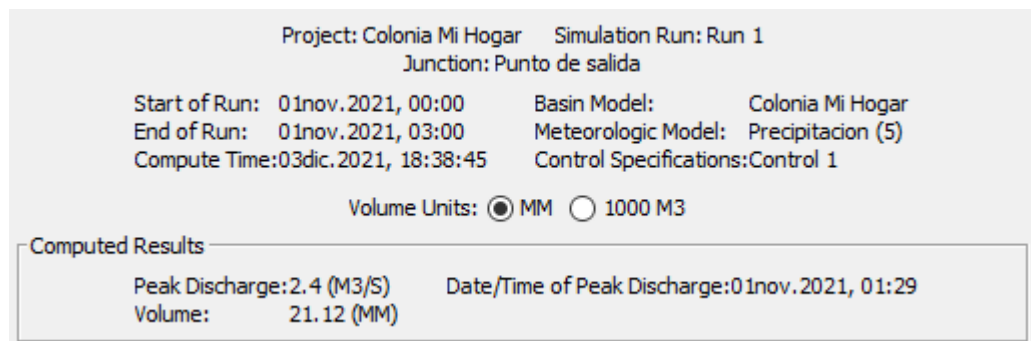


Figura 39-Resumen de simulación correspondiente a recurrencia de 5 años.

B) Para una recurrencia de 10 años

Project: Colonia Mi Hogar Simulation Run: Run 2				
Start of Run: 01nov.2021, 00:00		Basin Model: Colonia Mi Hogar		
End of Run: 01nov.2021, 03:00		Meteorologic Model: Precipitation (10)		
Compute Time: 03dic.2021, 18:38:49		Control Specifications: Control 1		
Show Elements:	All Elements	Volume Units:	☒ MM ☐ 1000 M3	Sorting: Hydrologic
Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
Subcuenca5	0.527	4.8	01nov.2021, 01:13	23.47
T5	0.527	4.8	01nov.2021, 01:37	23.46
Subcuenca2	0.266	3.5	01nov.2021, 01:03	22.28
Subcuenca6	0.293	3.6	01nov.2021, 01:04	22.37
T6	0.293	3.6	01nov.2021, 01:28	22.37
T2	0.266	3.5	01nov.2021, 01:27	22.28
Subcuenca3	0.092	1.5	01nov.2021, 01:00	22.91
T1	0.226	2.7	01nov.2021, 01:29	22.91
Subcuenca7	0.005	0.1	01nov.2021, 01:00	28.27
Punto de salida	0.231	2.7	01nov.2021, 01:29	23.03
Subcuenca1	0.226	2.7	01nov.2021, 01:05	22.91
T3	0.092	1.5	01nov.2021, 01:24	22.91
Subcuenca4	0.031	0.2	01nov.2021, 01:18	22.00
T4	0.031	0.2	01nov.2021, 01:42	21.87

Figura 40-Tabla resumen para una recurrencia de 10 años.

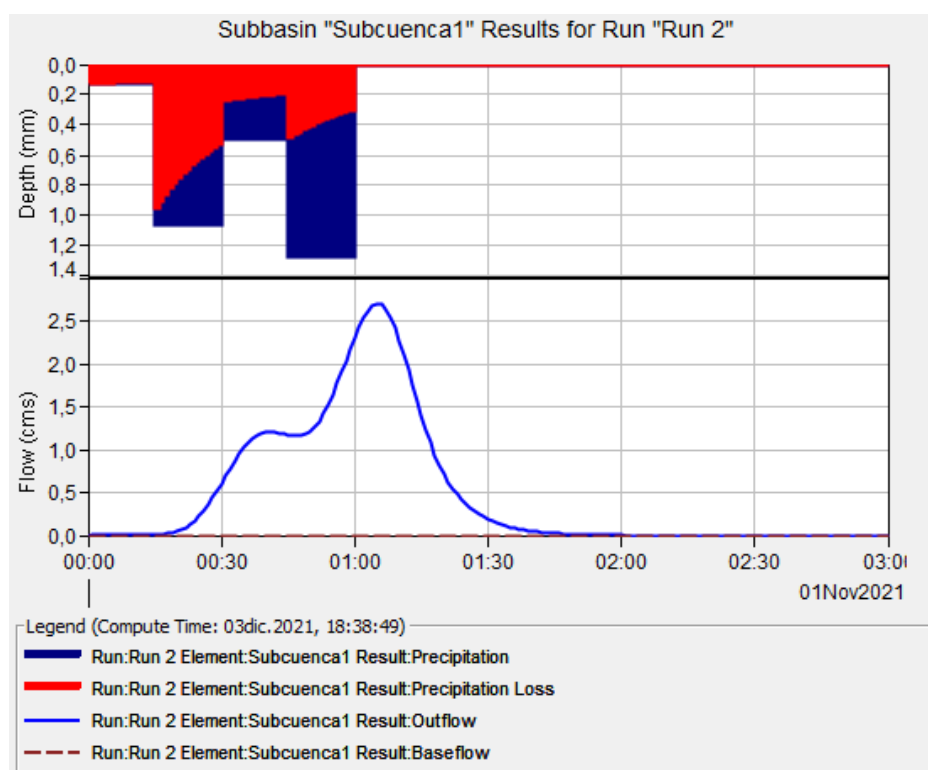


Figura 41-Hidrograma de salida de Subcuenca1 para una recurrencia de 10 años

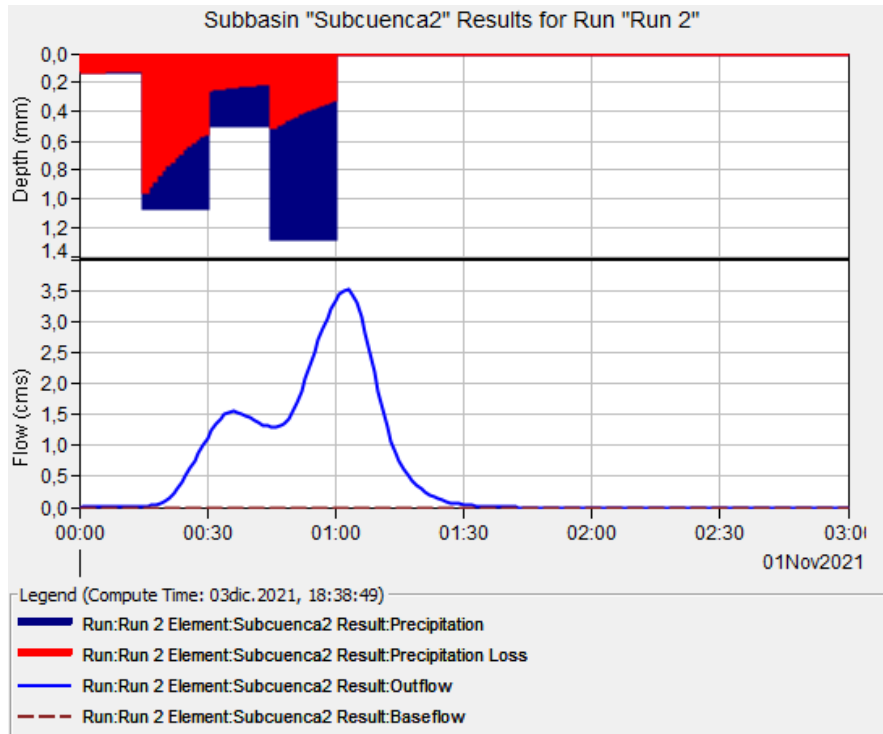


Figura 42-Hidrograma de salida de Subcuenca2 para una recurrencia de 10 años

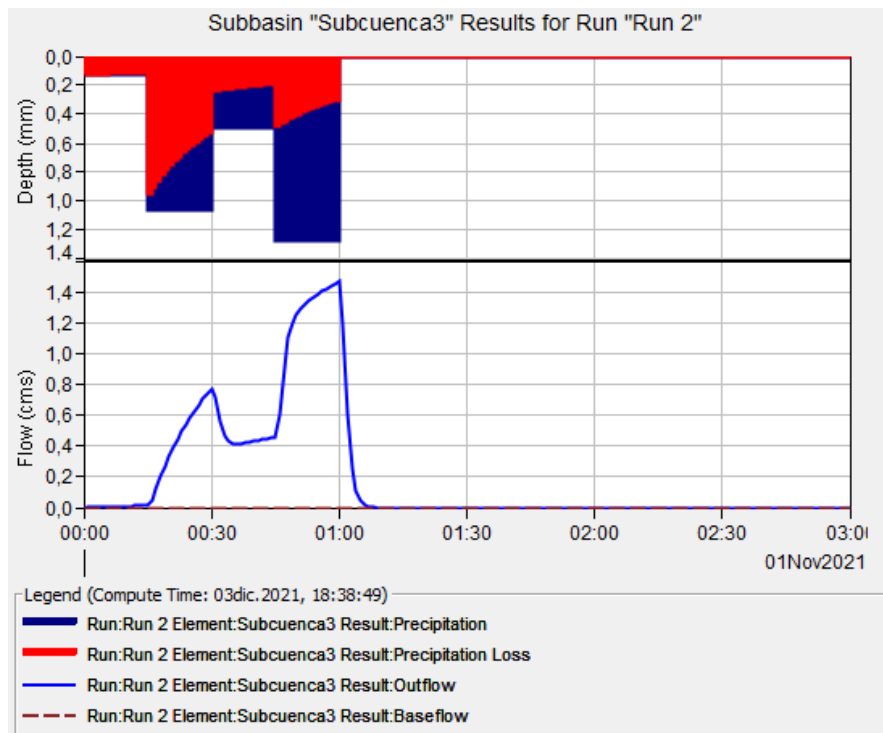


Figura 43-Hidrograma de salida de Subcuenca3 para una recurrencia de 10 años

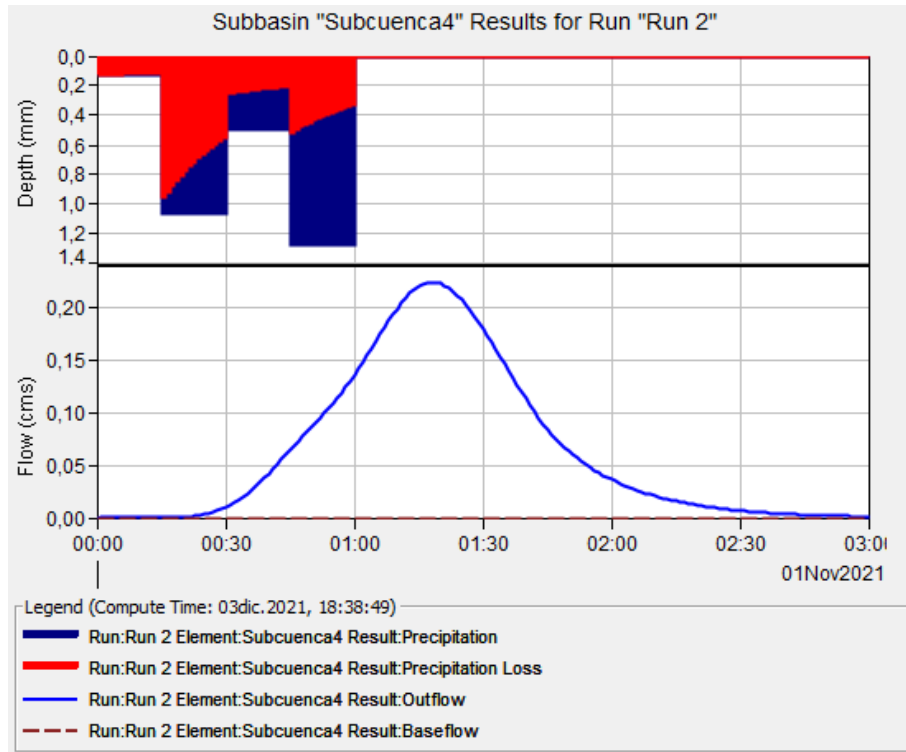


Figura 44-Hidrograma de salida de Subcuenca4 para una recurrencia de 10 años

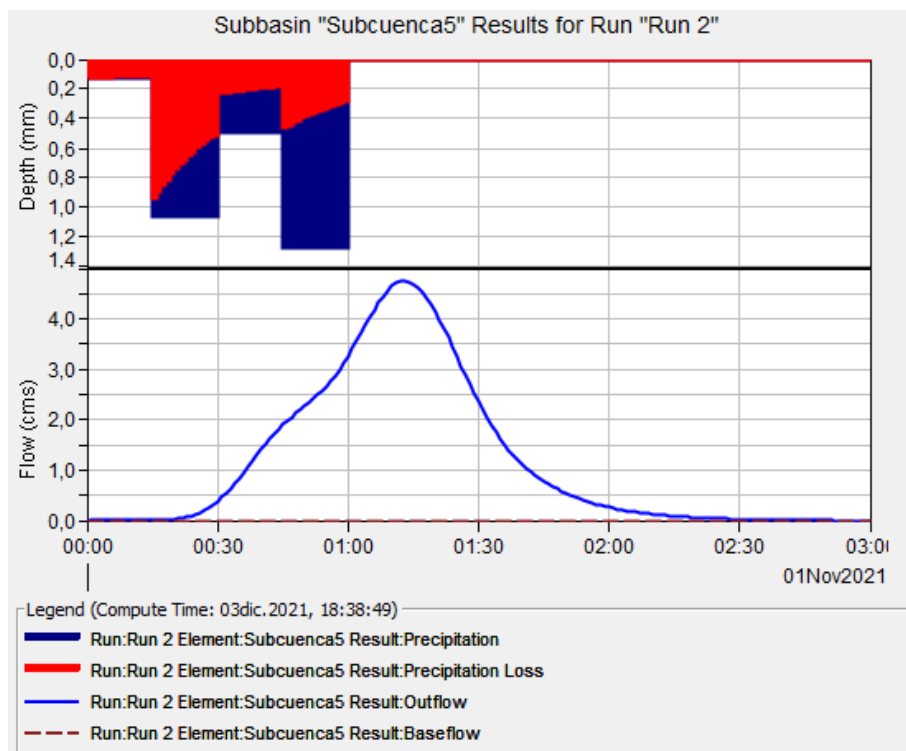


Figura 45-Hidrograma de salida de Subcuenca5 para una recurrencia de 10 años

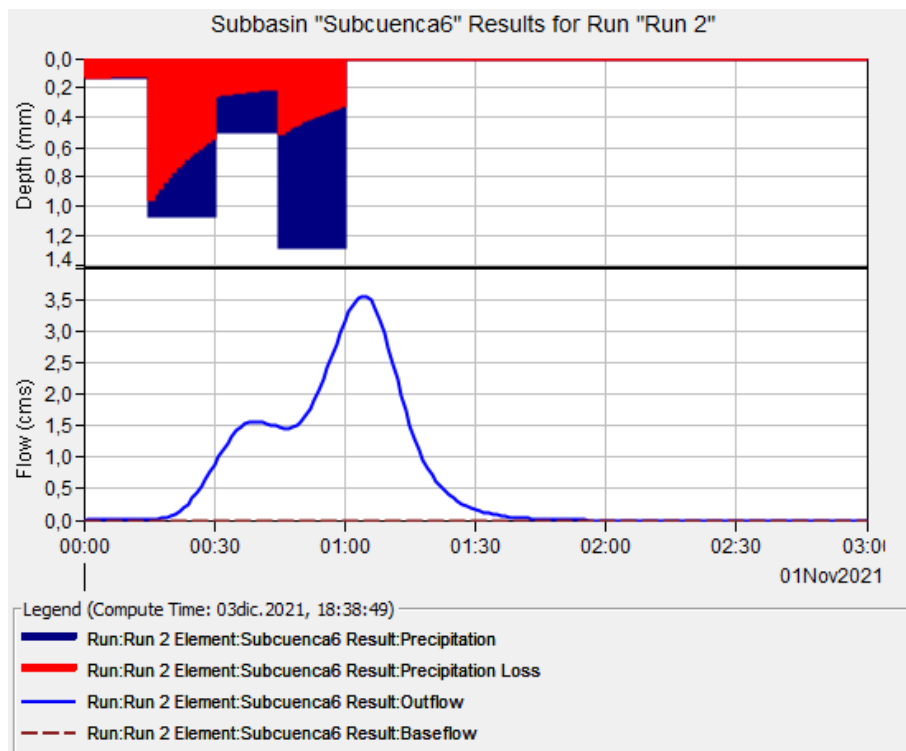


Figura 46-Hidrograma de salida de Subcuenca6 para una recurrencia de 10 años

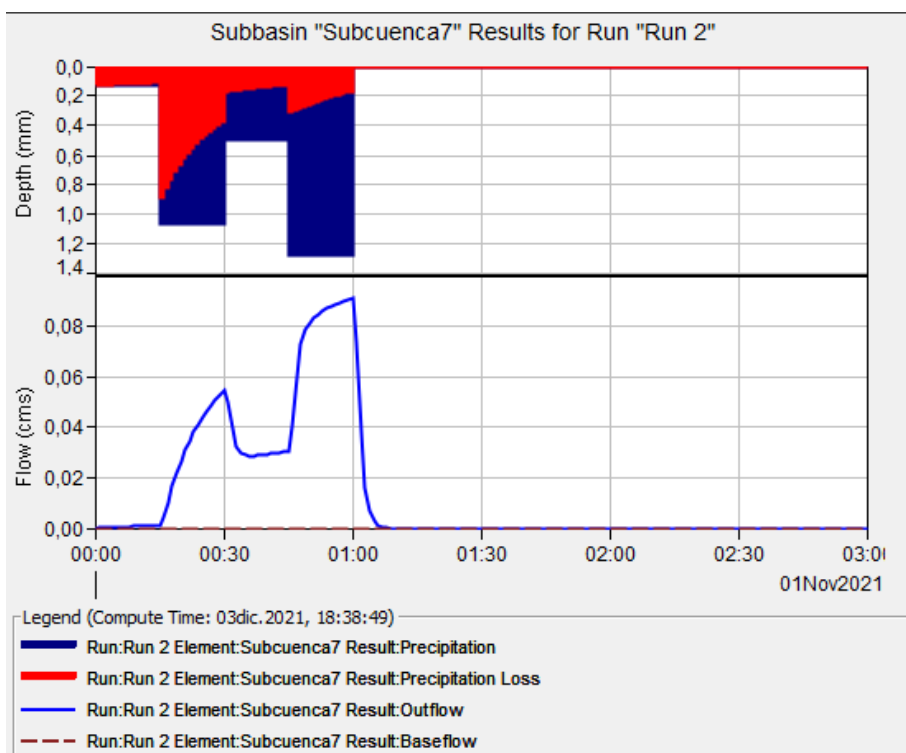


Figura 47-Hidrograma de salida de Subcuenca7 para una recurrencia de 10 años

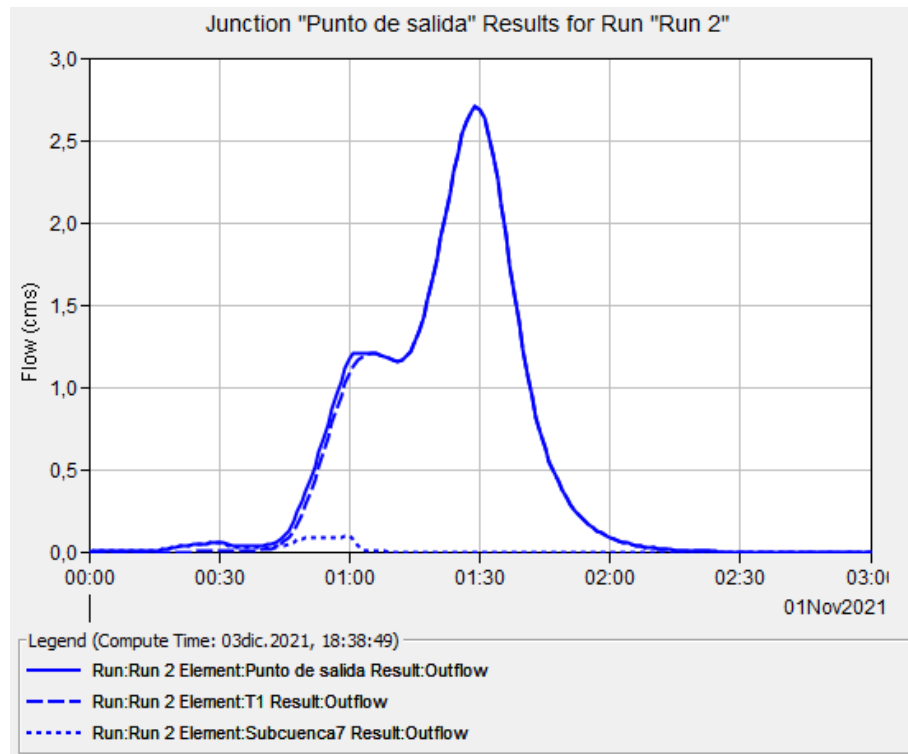


Figura 48-Grafico Flujo-Tiempo en punto de salida para una recurrencia de 10 años.

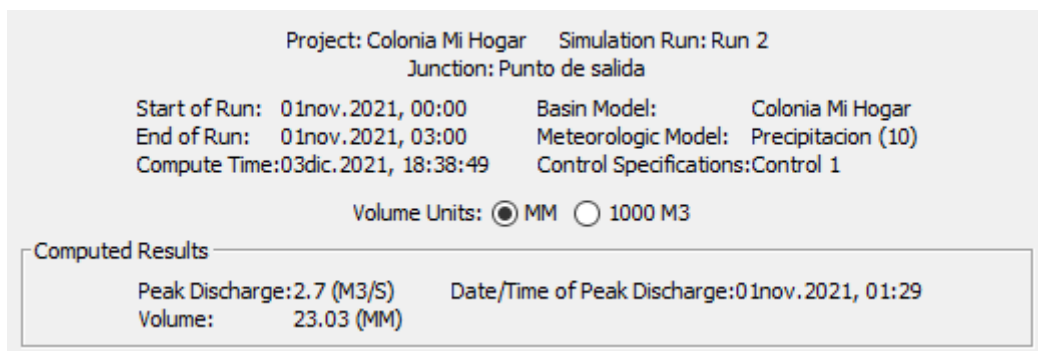


Figura 49-Resumen de simulación correspondiente a recurrencia de 10 años.

C) Para una recurrencia de 25

Project: Colonia Mi Hogar Simulation Run: Run 3

Start of Run: 01nov.2021, 00:00 Basin Model: Colonia Mi Hogar
End of Run: 01nov.2021, 03:00 Meteorologic Model: Precipitacion (25)
Compute Time: 03dic.2021, 18:38:53 Control Specifications: Control 1

Show Elements: All Elements Volume Units: ☒ MM ☐ 1000 M3 Sorting: Hydrologic

Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
Subcuenca5	0.527	5.6	01nov.2021, 01:13	27.51
T5	0.527	5.6	01nov.2021, 01:37	27.50
Subcuenca2	0.266	4.2	01nov.2021, 01:03	26.19
Subcuenca6	0.293	4.2	01nov.2021, 01:04	26.29
T6	0.293	4.2	01nov.2021, 01:28	26.29
T2	0.266	4.2	01nov.2021, 01:27	26.19
Subcuenca3	0.092	1.7	01nov.2021, 01:00	26.89
T1	0.226	3.2	01nov.2021, 01:29	26.89
Subcuenca7	0.005	0.1	01nov.2021, 01:00	32.75
Punto de salida	0.231	3.2	01nov.2021, 01:29	27.02
Subcuenca1	0.226	3.2	01nov.2021, 01:05	26.89
T3	0.092	1.7	01nov.2021, 01:24	26.89
Subcuenca4	0.031	0.3	01nov.2021, 01:18	25.87
T4	0.031	0.3	01nov.2021, 01:42	25.73

Figura 50-Tabla resumen para una recurrence de 25 años.

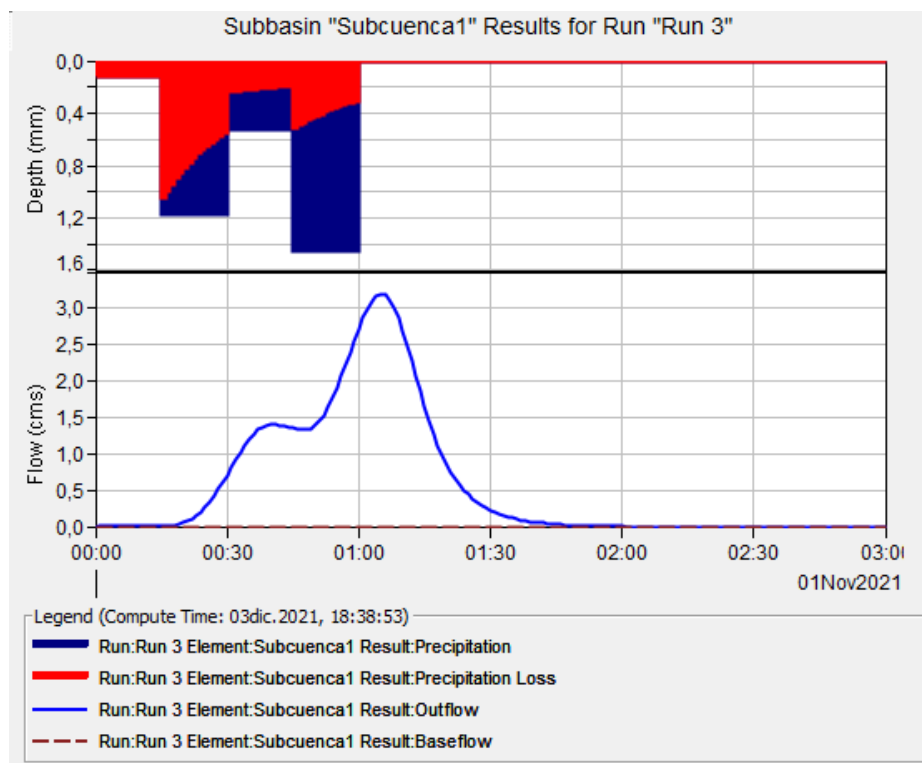


Figura 51-Hidrograma de salida de Subcuenca1 para una recurrence de 25 años

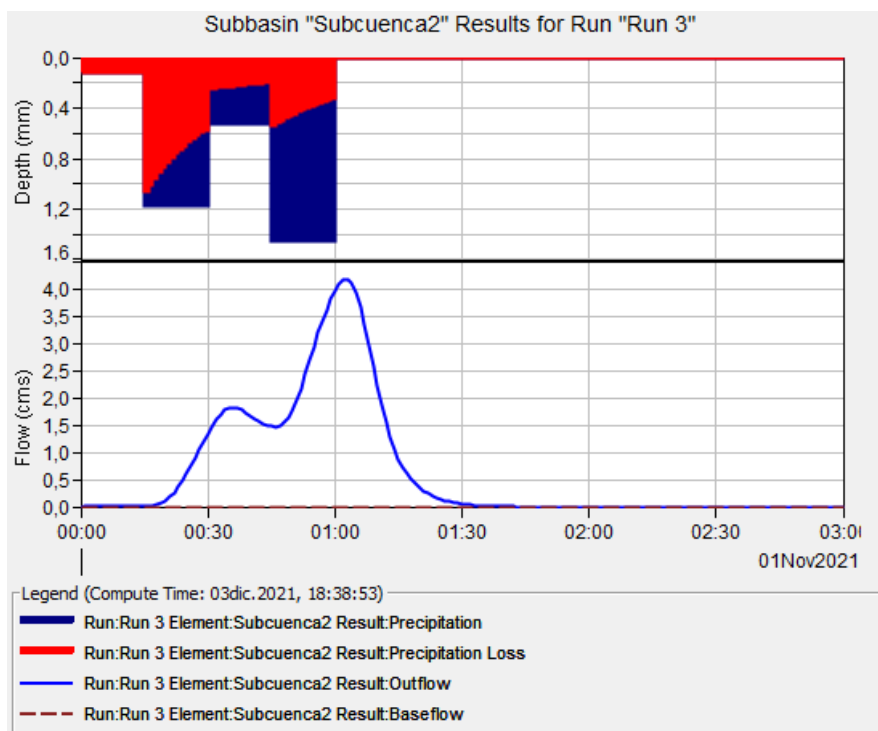


Figura 52-Hidrograma de salida de Subcuenca2 para una recurrencia de 25 años

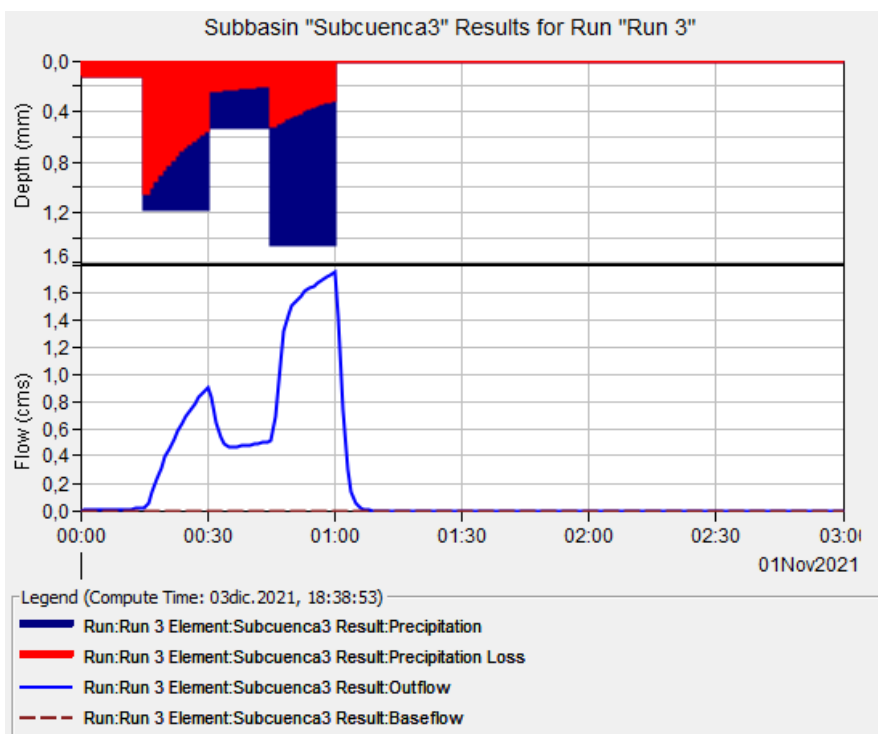


Figura 53-Hidrograma de salida de Subcuenca3 para una recurrencia de 25 años

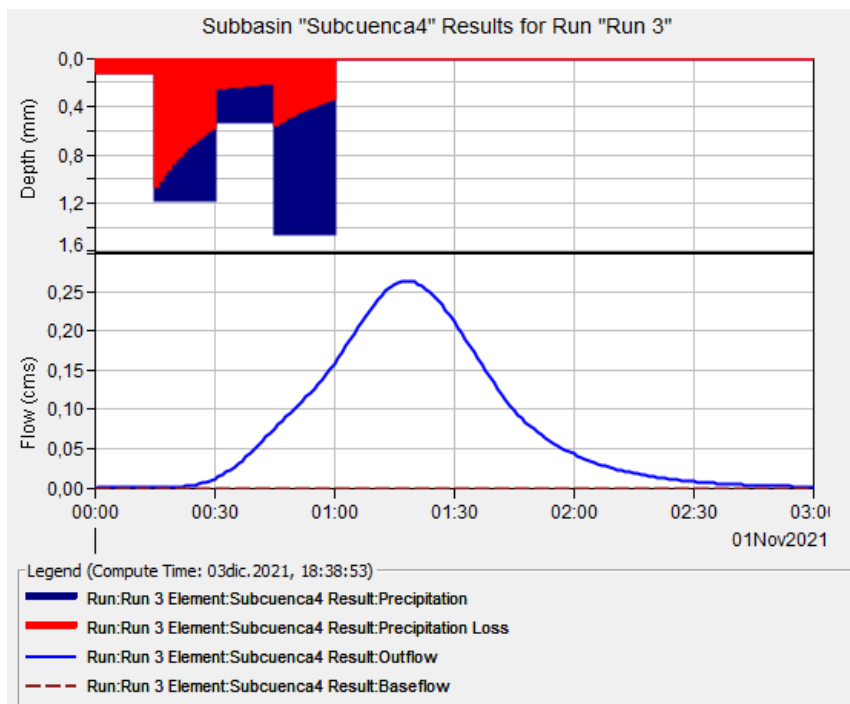


Figura 54-Hidrograma de salida de Subcuenca4 para una recurrencia de 25 años

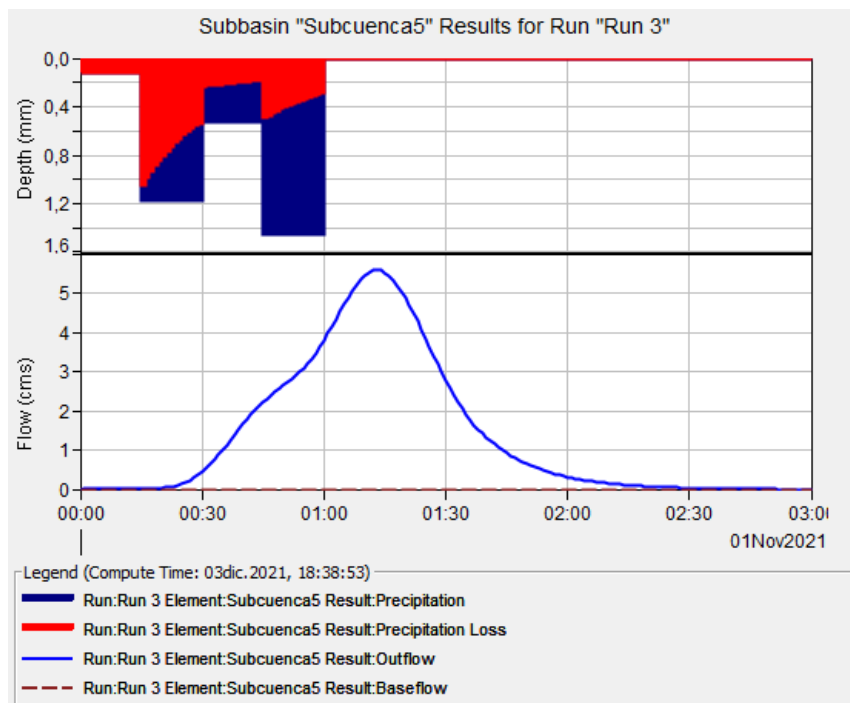


Figura 55-Hidrograma de salida de Subcuenca5 para una recurrencia de 25 años

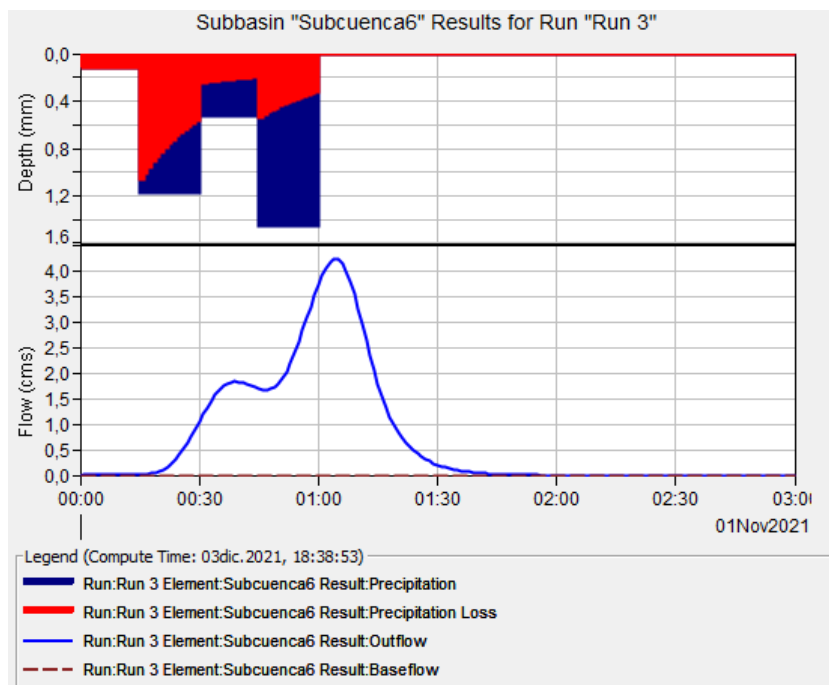


Figura 56-Hidrograma de salida de Subcuenca6 para una recurrencia de 25 años

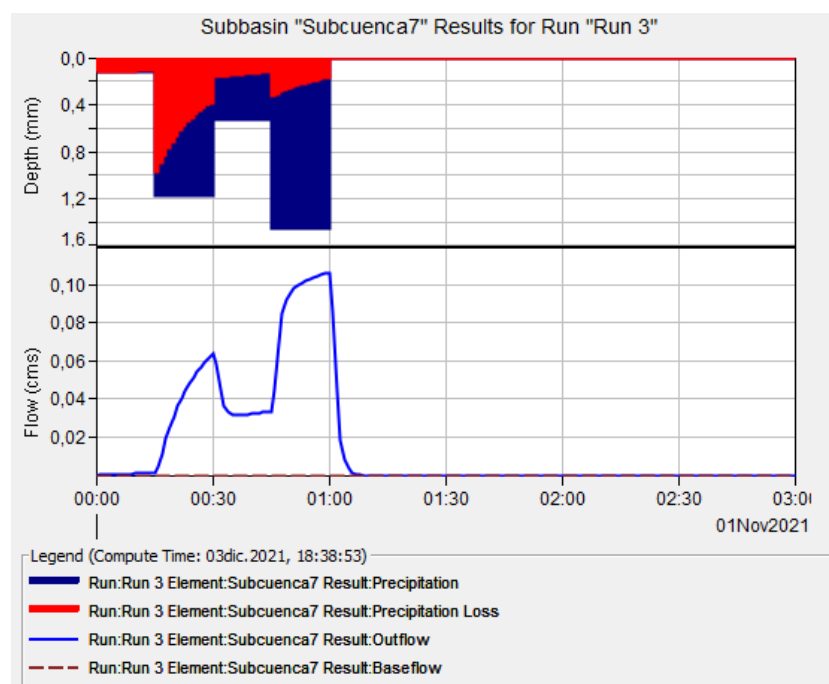


Figura 57-Hidrograma de salida de Subcuenca7 para una recurrencia de 25 años

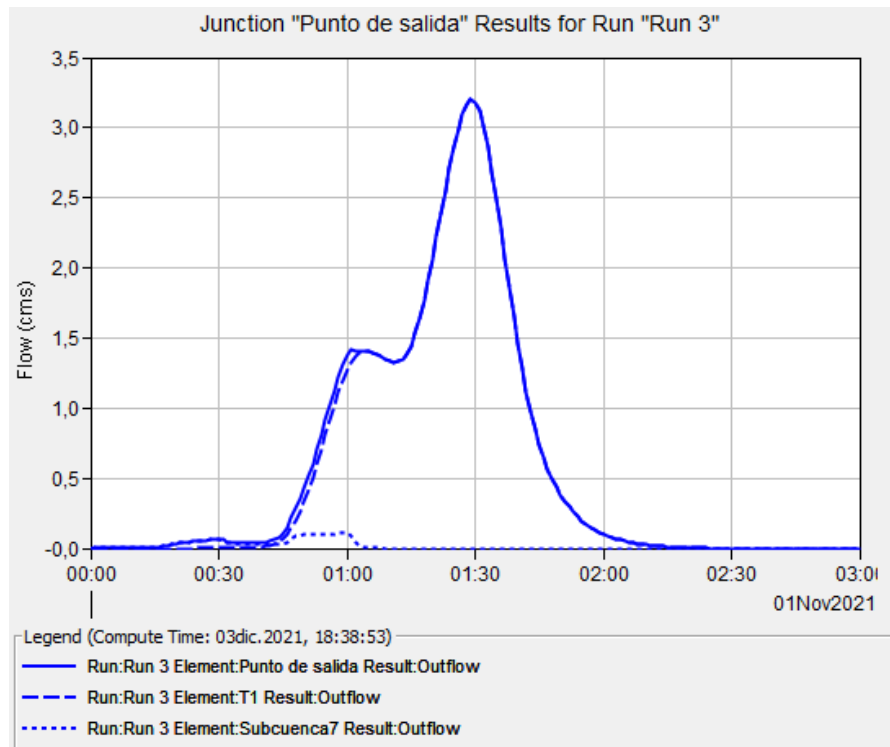


Figura 58-Grafico Flujo-Tiempo en punto de salida para una recurrencia de 25 años.

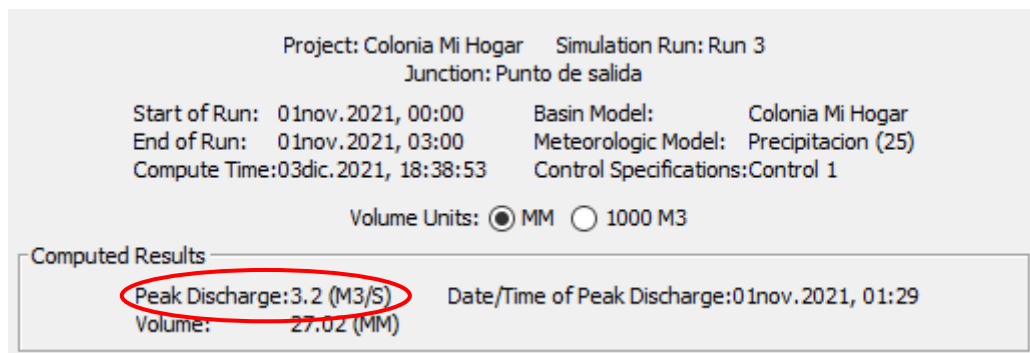


Figura 59-Resumen de simulación correspondiente a recurrencia de 25 años.

El hidrograma resultante a la salida es el propagado a través de los cauces de las subcuencas y el hecho de que un hidrograma viaje por un cauce provoca cambios, y para tener en cuenta esto el método elegido fue el del tiempo de retardo ($t_{lag} = 0,6tc$).

Tabla resumen:

Caudal	m ³ /seg
Q 5años	2,4
Q 10años	2,7
Q 25años	3,2

Como se puede observar el caudal máximo en el punto de salida, que es el punto de interés, es el correspondiente a una recurrencia de 25 años y llega a un valor máximo de $3,2 \frac{m^3}{s}$.

El anterior valor es con el cual realizaremos la simulación hidráulica en HEC-RAS.

B) Estudio hidráulico

El punto de partida para esta segunda etapa fue el relevamiento topográfico con el uso de una estación total. Se levantaron puntos desde el inicio del canal revestido ubicado en la entrada de Escuela Los Álamos hasta la descarga en el Rio Ancho.

Una vez terminada esta tarea, importamos la información al software Civil3D 2019 para crear la nube de puntos y comenzar a procesarla para obtener el perfil longitudinal y los perfiles transversales del canal actual para luego ser importados a HEC-RAS

Procesamiento de datos con Civil3D

Las mediciones se realizaron partiendo de un punto obtenido por GPS para ingresar en el sistema Gauss- Krüger, que es el sistema de referencia empleado para expresar numéricamente la posición geodésica de un punto sobre el terreno en Argentina. Desde ese punto, las ubicaciones se establecen en relaciones de distancia a una grilla.

Entonces en primer lugar, para importar el archivo de texto generado por la estación total, configuramos el software para trabajar con el sistema Posgar y en la Faja 3, que es la correspondiente a la ubicación del proyecto. De esta manera, con la geo ubicación podemos visualizar los puntos medidos en el terreno.



Figura 60-Imagen satelital de Civil3D donde se visualiza el relevamiento en la cuneta de RN68.

Se creo un modelo del terreno existente del proyecto, es decir crear una superficie mediante la adición de datos para formar un modelo 3D de las condiciones existentes. La superficie fue creada triangulando los puntos relevados (superficie TIN).

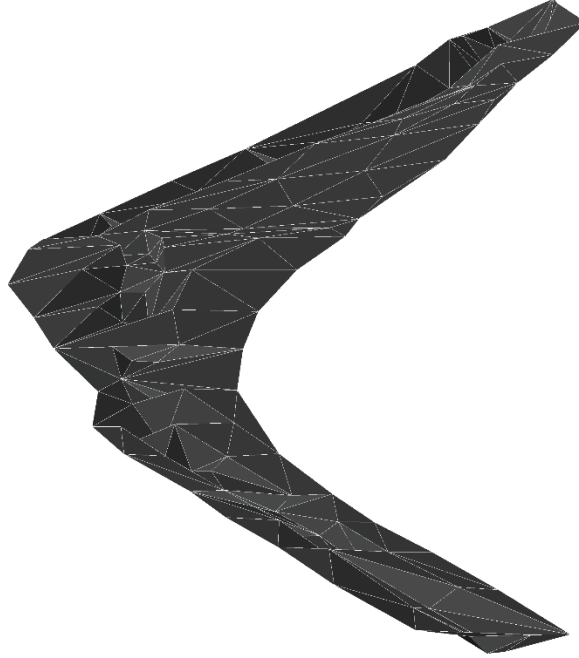


Figura 61-Superficie TIN en base a los puntos relevados.

Se creó un alineamiento que es la representación del eje del canal y de las líneas que correspondientes a los límites del cauce. Por último, fueron creadas las progresivas cada 5m y las secciones transversales, que luego fueron reubicadas en los puntos que consideramos más representativos del canal.

“Evaluación hidrológica e hidráulica de los desagües urbanos que afectan a la Institución Colonia Mi Hogar (KM176 de RN68) y sus adyacencias”

Integrantes: Michelli Matias Emanuel

 Monroy Caimi Maximiliano Daniel

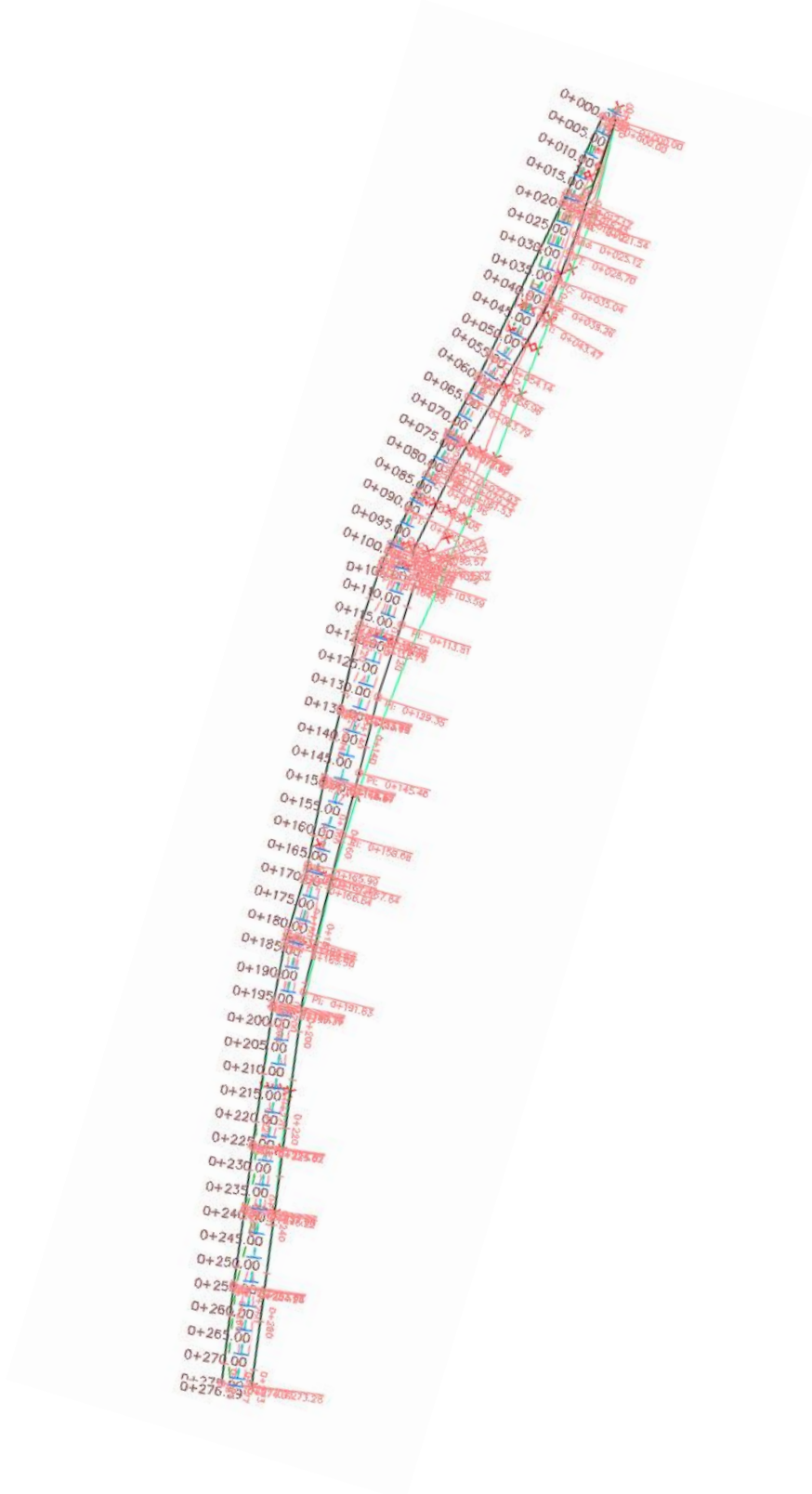


Figura 62-Resultado final con Civil3D.



Figura 63-Curvas de nivel generadas con Civil3D. Principales cada 0,50m y secundarias 0,10m

Simulación hidráulica con HEC-RAS

Las condiciones de contorno son las que definen el comportamiento del modelo dentro de sus límites. Para el modelado optamos por la condición de Normal Depth para flujo constante ya que contamos con la información necesaria para ello, obtenida con Civil3D, y es la pendiente aguas arriba y aguas abajo.

La primera simulación fue realizada con un caudal de $3,2 \frac{m^3}{s}$ y con un coeficiente de Manning de 0,025 (correspondiente a un canal con revestimiento vegetal), partiendo de la superficie exportada desde Civil3D que corresponde a la topografía actual del canal cuneta hasta la descarga en el Rio Ancho, para la cual fue tenido en cuenta la presencia de vegetación y basura en todo su largo e ingresando el valor del caudal obtenido por medio de HEC-HMS.

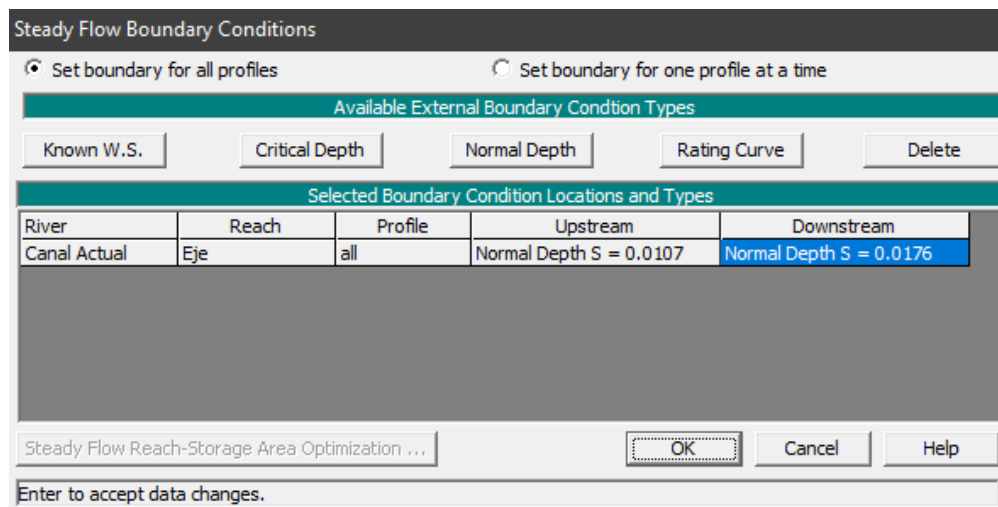


Figura 64-Condiciones de contorno para flujo permanente.

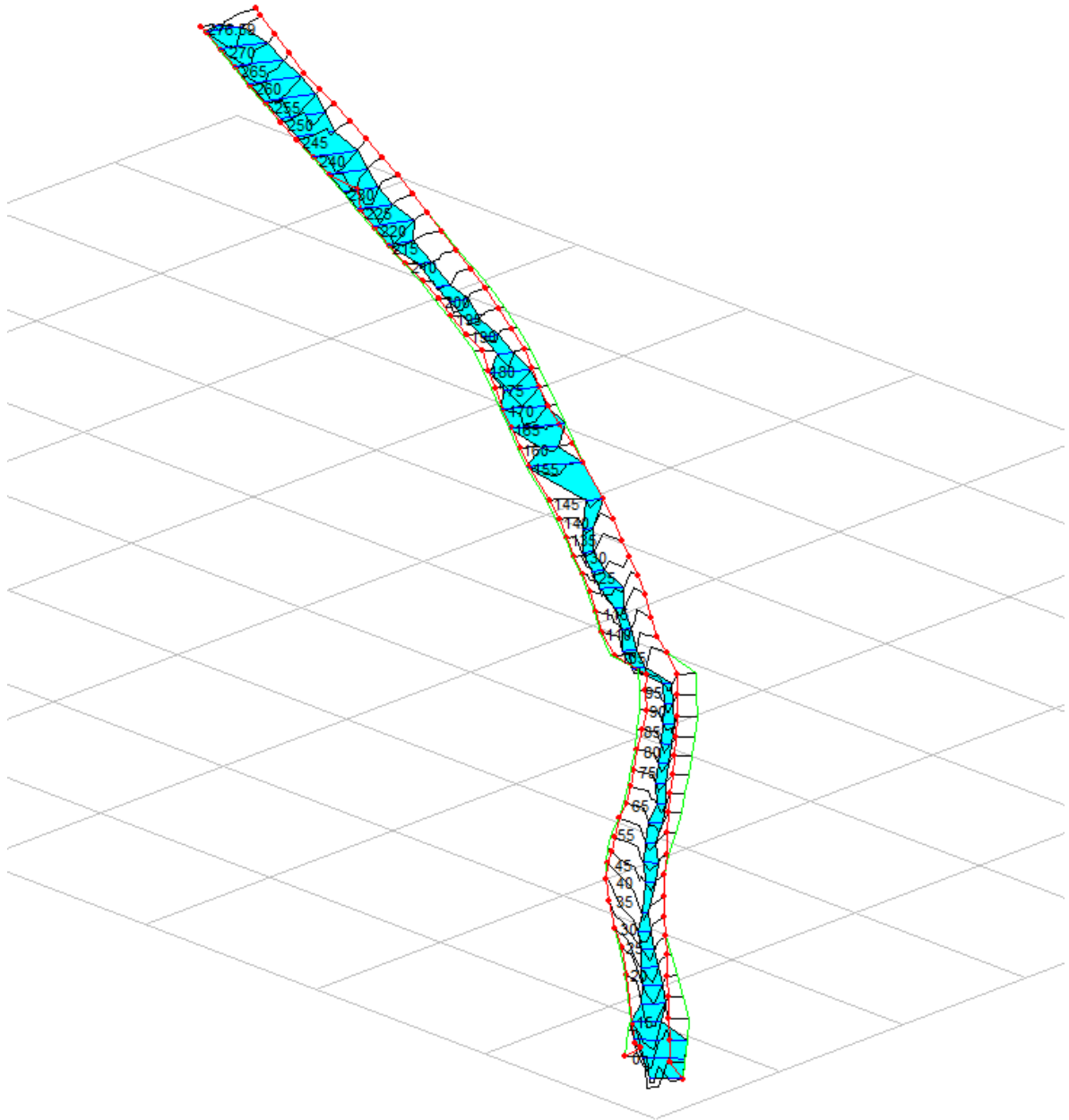


Figura 65-Modelado 3D de HEC-RAS.

En la figura anterior podemos observar la maqueta 3D generada por el software y en la cual se simula la respuesta al caudal ingresado. En la siguiente figura notamos que el desborde del agua supera los límites del cauce, correspondiendo las progresivas 145 a 165 que son el comienzo del predio de Institución Colonia Mi Hogar.

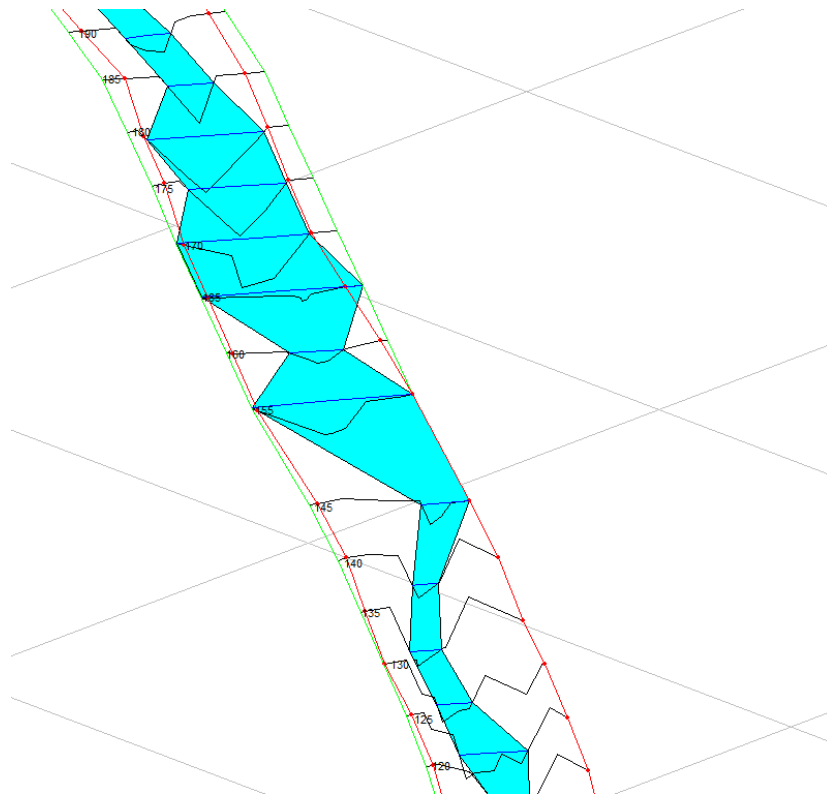


Figura 66-Ampliación en modelo 3D de HEC-RAS.

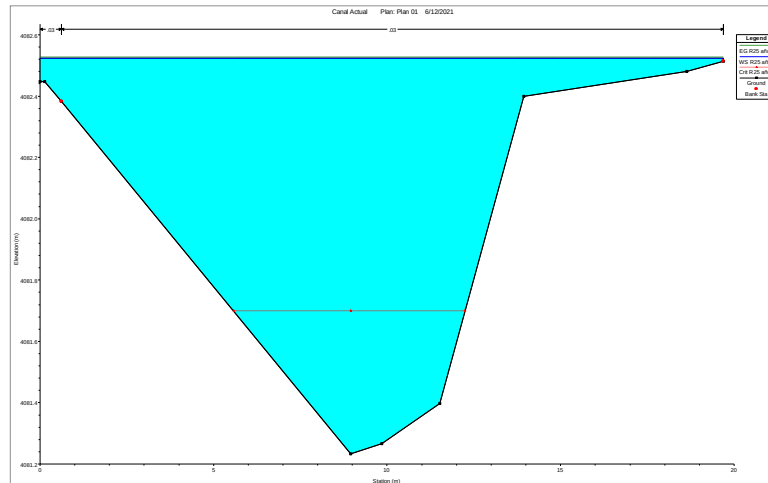


Figura 67-Geometría de la sección transversal en la progresiva 145.

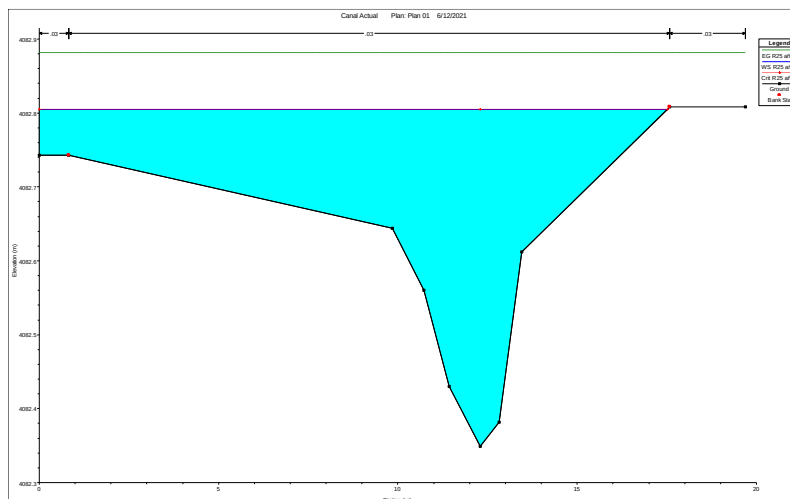


Figura 68-Geometría de la sección en la progresiva 160.

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Vel Chnl (m/s)	Flow Area (m2)	Froude # Chl
Eje	276.59	R25 años	3.20	3.25	0.99	1.82
Eje	275	R25 años	3.20	0.19	16.70	0.05
Eje	270	R25 años	3.20	0.17	18.68	0.05
Eje	265	R25 años	3.20	0.15	20.79	0.05
Eje	260	R25 años	3.20	0.15	20.82	0.05
Eje	255	R25 años	3.20	0.20	16.34	0.07
Eje	250	R25 años	3.20	0.46	6.94	0.20
Eje	245	R25 años	3.20	1.57	2.07	1.02
Eje	240	R25 años	3.20	0.23	13.68	0.08
Eje	235	R25 años	3.20	0.29	11.32	0.10
Eje	230	R25 años	3.20	0.34	10.02	0.10
Eje	225	R25 años	3.20	0.38	8.45	0.15
Eje	220	R25 años	3.20	0.23	14.05	0.07
Eje	215	R25 años	3.20	1.58	2.06	1.03
Eje	210	R25 años	3.20	3.26	0.98	2.24
Eje	205	R25 años	3.20	3.90	0.82	3.15
Eje	200	R25 años	3.20	0.52	6.15	0.17
Eje	195	R25 años	3.20	1.91	1.68	1.01
Eje	190	R25 años	3.20	1.24	2.58	0.59
Eje	185	R25 años	3.20	0.75	4.28	0.27
Eje	180	R25 años	3.20	0.20	16.01	0.06
Eje	175	R25 años	3.20	0.27	11.75	0.09
Eje	170	R25 años	3.20	0.23	13.74	0.08
Eje	165	R25 años	3.20	1.23	2.62	1.00
Eje	160	R25 años	3.20	1.77	1.81	1.09
Eje	155	R25 años	3.20	0.29	11.09	0.12
Eje	145	R25 años	3.20	1.77	1.81	1.03
Eje	140	R25 años	3.20	3.84	0.83	2.39
Eje	135	R25 años	3.20	2.75	1.17	1.60
Eje	130	R25 años	3.20	1.95	1.64	1.02
Eje	125	R25 años	3.20	0.77	4.17	0.35
Eje	120	R25 años	3.20	2.09	1.53	1.00
Eje	115	R25 años	3.20	2.36	1.36	1.17
Eje	110	R25 años	3.20	2.25	1.42	1.37
Eje	105	R25 años	3.20	1.21	2.64	0.52
Eje	100	R25 años	3.20	2.13	1.50	1.00
Eje	95	R25 años	3.20	2.31	1.39	1.01
Eje	90	R25 años	3.20	1.52	2.10	0.66
Eje	85	R25 años	3.20	1.89	1.70	0.86
Eje	80	R25 años	3.20	1.86	1.72	0.84
Eje	75	R25 años	3.20	1.98	1.62	0.90
Eje	70	R25 años	3.20	2.14	1.50	1.01
Eje	65	R25 años	3.20	1.34	2.39	0.62
Eje	60	R25 años	3.20	2.08	1.54	1.01
Eje	55	R25 años	3.20	1.49	2.14	0.70
Eje	50	R25 años	3.20	2.12	1.51	1.01
Eje	45	R25 años	3.20	4.63	0.69	2.42
Eje	40	R25 años	3.20	0.86	3.73	0.30
Eje	35	R25 años	3.20	1.04	3.08	0.40
Eje	30	R25 años	3.20	0.60	5.31	0.21
Eje	25	R25 años	3.20	0.43	7.36	0.13
Eje	20	R25 años	3.20	0.24	13.24	0.06
Eje	15	R25 años	3.20	0.18	17.88	0.04
Eje	10	R25 años	3.20	0.18	17.91	0.04
Eje	5	R25 años	3.20	0.15	22.18	0.03

Figura 69-Planilla de salida de corrida del canal actual.

A partir de esto, probamos en primera instancia continuar con la sección trapezoidal existente frente a la Escuela Los Álamos para todo el desarrollo del canal. Las

dimensiones del mismo son de 0,70m en la solera, 1m de ancho superior y 0,70m de alto y adoptamos un coeficiente de Manning de 0,014 según Ven T Chow para canales revestidos en hormigón y los resultados fueron los siguientes:

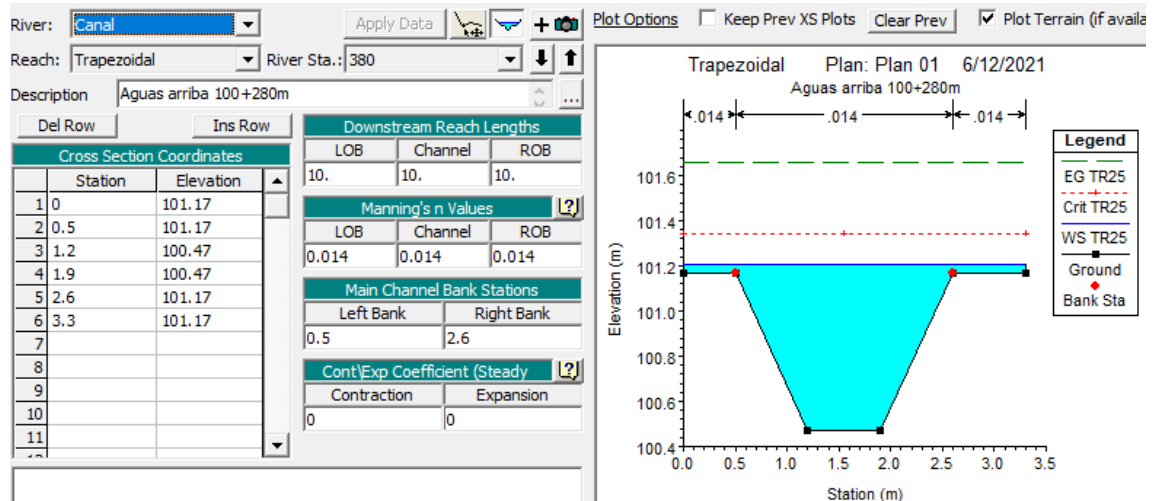


Figura 70-Sección trapezoidal existente, aguas arriba

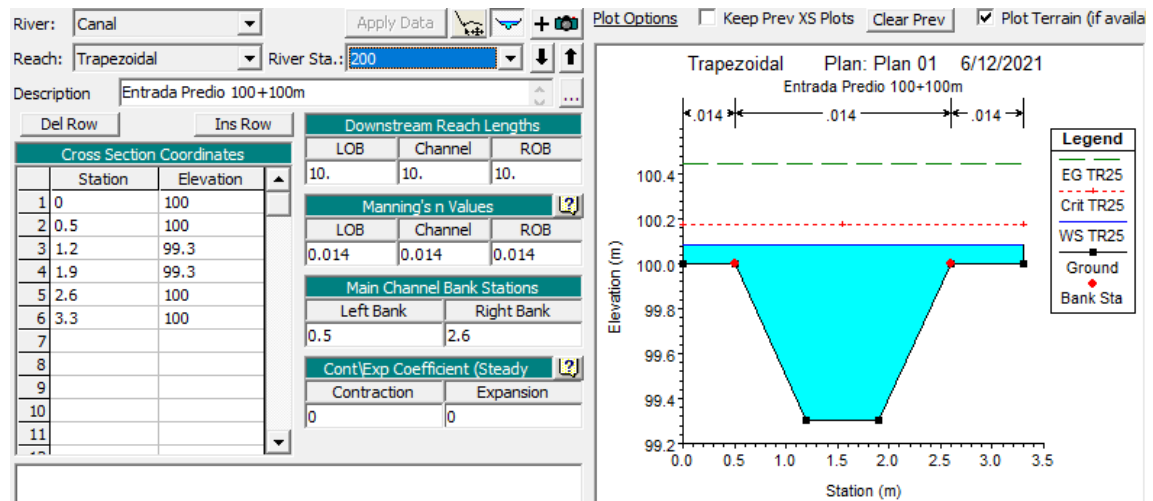


Figura 71-Seccion trapezoidal existente, en entrada del predio.

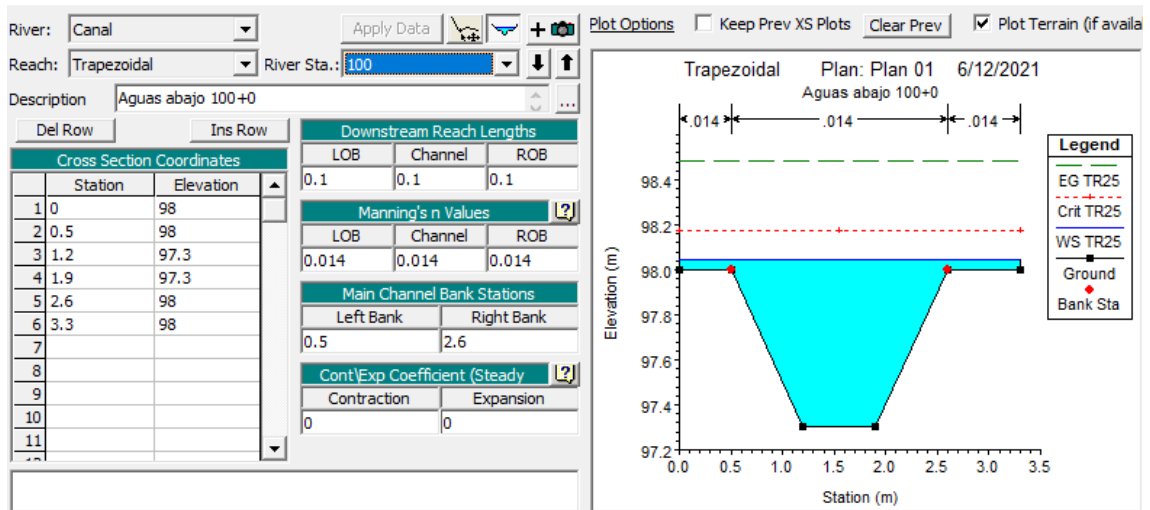


Figura 72-Seccion trapezoidal existente, aguas abajo.

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Vel Chnl (m/s)	Froude # Chl
Trapezoidal	380	TR25	3.20	3.64	1.75
Trapezoidal	373.57*	TR25	3.20	3.40	1.61
Trapezoidal	367.14*	TR25	3.20	3.21	1.49
Trapezoidal	360.71*	TR25	3.20	3.06	1.39
Trapezoidal	354.29*	TR25	3.20	2.96	1.33
Trapezoidal	347.86*	TR25	3.20	2.89	1.28
Trapezoidal	341.43*	TR25	3.20	2.83	1.24
Trapezoidal	335.00*	TR25	3.20	2.77	1.21
Trapezoidal	328.57*	TR25	3.20	2.74	1.19
Trapezoidal	322.14*	TR25	3.20	2.72	1.17
Trapezoidal	315.71*	TR25	3.20	2.72	1.17
Trapezoidal	309.29*	TR25	3.20	2.72	1.17
Trapezoidal	302.86*	TR25	3.20	2.70	1.16
Trapezoidal	296.43*	TR25	3.20	2.70	1.16
Trapezoidal	290.00*	TR25	3.20	2.69	1.16
Trapezoidal	283.57*	TR25	3.20	2.69	1.16
Trapezoidal	277.14*	TR25	3.20	2.70	1.16
Trapezoidal	270.71*	TR25	3.20	2.69	1.16
Trapezoidal	264.29*	TR25	3.20	2.69	1.16
Trapezoidal	257.86*	TR25	3.20	2.70	1.16
Trapezoidal	251.43*	TR25	3.20	2.70	1.16
Trapezoidal	245.00*	TR25	3.20	2.70	1.16
Trapezoidal	238.57*	TR25	3.20	2.69	1.16
Trapezoidal	232.14*	TR25	3.20	2.70	1.16
Trapezoidal	225.71*	TR25	3.20	2.70	1.16
Trapezoidal	219.29*	TR25	3.20	2.69	1.16
Trapezoidal	212.86*	TR25	3.20	2.70	1.16
Trapezoidal	206.43*	TR25	3.20	2.70	1.16
Trapezoidal	200	TR25	3.20	2.70	1.16
Trapezoidal	197.06*	TR25	3.20	2.79	1.22
Trapezoidal	194.12*	TR25	3.20	2.84	1.25
Trapezoidal	191.18*	TR25	3.20	2.89	1.28
Trapezoidal	188.24*	TR25	3.20	2.92	1.30
Trapezoidal	185.29*	TR25	3.20	2.94	1.31
Trapezoidal	182.35*	TR25	3.20	2.95	1.32
Trapezoidal	179.41*	TR25	3.20	2.96	1.32
Trapezoidal	176.47*	TR25	3.20	2.95	1.32
Trapezoidal	173.53*	TR25	3.20	2.95	1.32
Trapezoidal	170.59*	TR25	3.20	2.95	1.32
Trapezoidal	167.65*	TR25	3.20	2.95	1.32
Trapezoidal	164.71*	TR25	3.20	2.95	1.32
Trapezoidal	161.76*	TR25	3.20	2.95	1.32
Trapezoidal	158.82*	TR25	3.20	2.95	1.32
Trapezoidal	155.88*	TR25	3.20	2.95	1.32
Trapezoidal	152.94*	TR25	3.20	2.95	1.32
Trapezoidal	150.00*	TR25	3.20	2.95	1.32
Trapezoidal	147.06*	TR25	3.20	2.95	1.32
Trapezoidal	144.12*	TR25	3.20	2.95	1.32
Trapezoidal	141.18*	TR25	3.20	2.95	1.32
Trapezoidal	138.24*	TR25	3.20	2.95	1.32
Trapezoidal	135.29*	TR25	3.20	2.95	1.32
Trapezoidal	132.35*	TR25	3.20	2.95	1.31
Trapezoidal	129.41*	TR25	3.20	2.95	1.32
Trapezoidal	126.47*	TR25	3.20	2.95	1.32
Trapezoidal	123.53*	TR25	3.20	2.94	1.31

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Vel Chnl (m/s)	Froude # Chl
Trapezoidal	120.59*	TR25	3.20	2.95	1.32
Trapezoidal	117.65*	TR25	3.20	2.94	1.31
Trapezoidal	114.71*	TR25	3.20	2.95	1.32
Trapezoidal	111.76*	TR25	3.20	2.95	1.31
Trapezoidal	108.82*	TR25	3.20	2.95	1.32
Trapezoidal	105.88*	TR25	3.20	2.95	1.32
Trapezoidal	102.94*	TR25	3.20	2.94	1.31
Trapezoidal	100	TR25	3.20	2.95	1.32

Figura 73-Planilla de salida con sección trapezoidal existente.

Como se puede observar, no se obtienen los resultados deseados con estas dimensiones para el caudal calculado, provocándose un nivel de agua que supera la geometría del canal y velocidades elevadas, cercanas al limite aceptable.

Redimensionado

Nuestra propuesta fue de redimensionar la sección del canal para todo el desarrollo nuevamente, con las medidas de 1,5m de solera, 2m de ancho superior y 1,5m de alto; y realizando la corrida nuevamente para un caudal correspondiente a $3,2 \frac{m^3}{s}$.

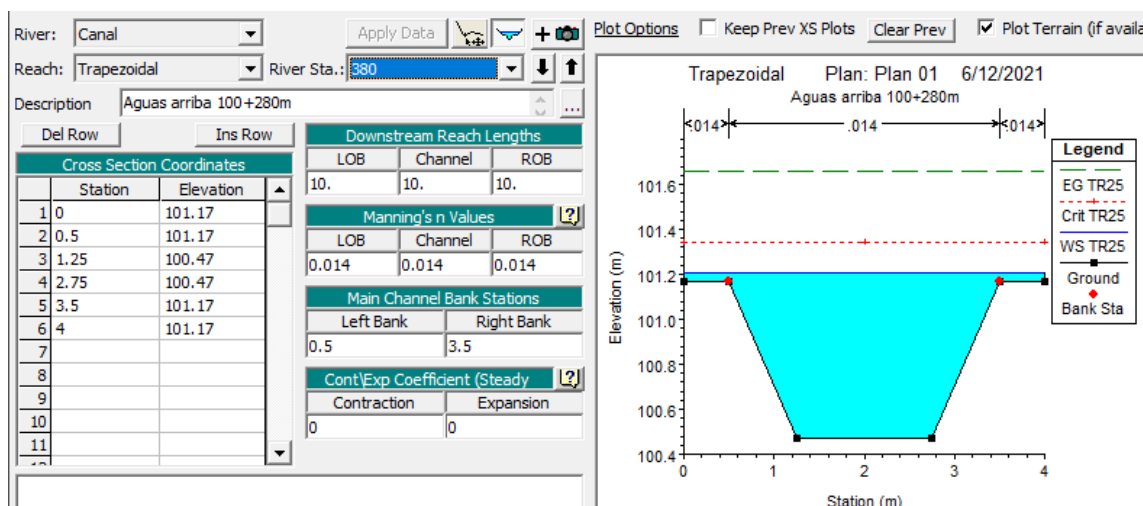


Figura 74-Seccion trapezoidal redimensionada, aguas arriba.

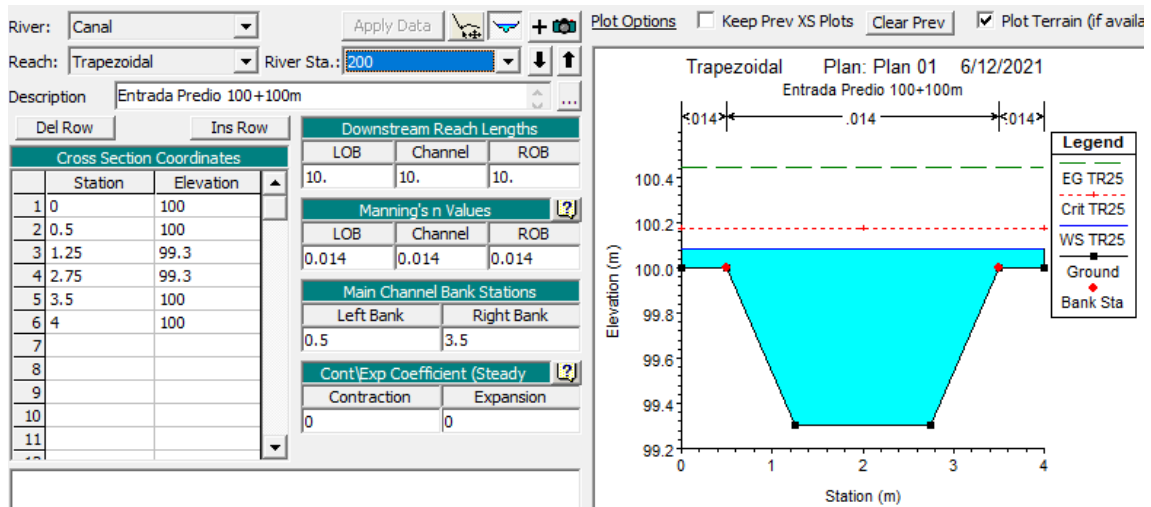


Figura 75-Sección trapezoidal redimensionada, en entrada del predio.

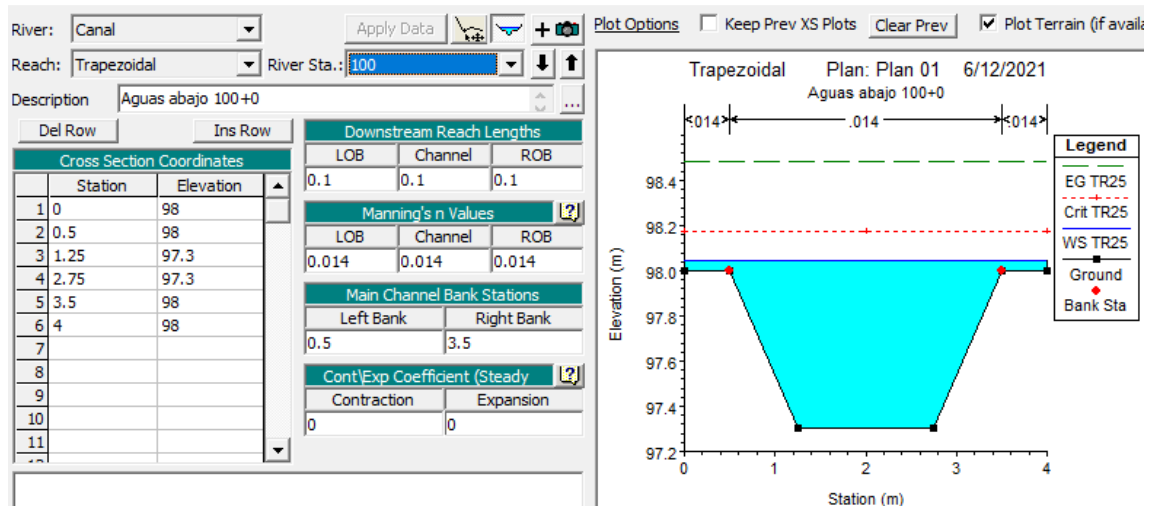


Figura 76-Sección trapezoidal redimensionada, aguas abajo.

Y los resultados se expresan en la siguiente tabla:

“Evaluación hidrológica e hidráulica de los desagües urbanos que afectan a la Institución Colonia Mi Hogar (KM176 de RN68) y sus adyacencias”

Integrantes: Michelli Matias Emanuel
Monroy Caimi Maximiliano Daniel

Reach	River Sta	Profile	Vel Chnl (m/s)	Froude # Chl
Trapezoidal	380	TR25	2.99	1.34
Trapezoidal	373.57*	TR25	2.90	1.28
Trapezoidal	367.14*	TR25	2.84	1.25
Trapezoidal	360.71*	TR25	2.78	1.21
Trapezoidal	354.29*	TR25	2.75	1.19
Trapezoidal	347.86*	TR25	2.72	1.18
Trapezoidal	341.43*	TR25	2.72	1.18
Trapezoidal	335.00*	TR25	2.70	1.16
Trapezoidal	328.57*	TR25	2.70	1.16
Trapezoidal	322.14*	TR25	2.70	1.16
Trapezoidal	315.71*	TR25	2.70	1.16
Trapezoidal	309.29*	TR25	2.70	1.16
Trapezoidal	302.86*	TR25	2.70	1.16
Trapezoidal	296.43*	TR25	2.70	1.16
Trapezoidal	290.00*	TR25	2.70	1.16
Trapezoidal	283.57*	TR25	2.70	1.16
Trapezoidal	277.14*	TR25	2.70	1.16
Trapezoidal	270.71*	TR25	2.70	1.16
Trapezoidal	264.29*	TR25	2.70	1.16
Trapezoidal	257.86*	TR25	2.70	1.16
Trapezoidal	251.43*	TR25	2.70	1.16
Trapezoidal	245.00*	TR25	2.70	1.16
Trapezoidal	238.57*	TR25	2.70	1.16
Trapezoidal	232.14*	TR25	2.70	1.16
Trapezoidal	225.71*	TR25	2.70	1.16
Trapezoidal	219.29*	TR25	2.70	1.16
Trapezoidal	212.86*	TR25	2.70	1.16
Trapezoidal	206.43*	TR25	2.70	1.16
Trapezoidal	200	TR25	2.70	1.16

Trapezoidal	197.06*	TR25	2.79	1.22
Trapezoidal	194.12*	TR25	2.84	1.25
Trapezoidal	191.18*	TR25	2.89	1.28
Trapezoidal	188.24*	TR25	2.92	1.30
Trapezoidal	185.29*	TR25	2.94	1.31
Trapezoidal	182.35*	TR25	2.95	1.32
Trapezoidal	179.41*	TR25	2.96	1.32
Trapezoidal	176.47*	TR25	2.95	1.32
Trapezoidal	173.53*	TR25	2.95	1.32
Trapezoidal	170.59*	TR25	2.95	1.32
Trapezoidal	167.65*	TR25	2.95	1.32
Trapezoidal	164.71*	TR25	2.94	1.31
Trapezoidal	161.76*	TR25	2.95	1.32
Trapezoidal	158.82*	TR25	2.96	1.32
Trapezoidal	155.88*	TR25	2.95	1.32
Trapezoidal	152.94*	TR25	2.95	1.32
Trapezoidal	150.00*	TR25	2.94	1.31
Trapezoidal	147.06*	TR25	2.95	1.32
Trapezoidal	144.12*	TR25	2.96	1.32
Trapezoidal	141.18*	TR25	2.96	1.32
Trapezoidal	138.24*	TR25	2.95	1.32
Trapezoidal	135.29*	TR25	2.95	1.32
Trapezoidal	132.35*	TR25	2.95	1.32
Trapezoidal	129.41*	TR25	2.95	1.32
Trapezoidal	126.47*	TR25	2.95	1.32
Trapezoidal	123.53*	TR25	2.95	1.32
Trapezoidal	120.59*	TR25	2.95	1.31
Trapezoidal	117.65*	TR25	2.95	1.32
Trapezoidal	114.71*	TR25	2.95	1.31
Trapezoidal	111.76*	TR25	2.95	1.32
Trapezoidal	108.82*	TR25	2.95	1.31
Trapezoidal	105.88*	TR25	2.94	1.31
Trapezoidal	102.94*	TR25	2.95	1.32
Trapezoidal	100	TR25	2.94	1.31

Figura 77-Planilla de salida de sección trapezoidal redimensionada.

Las velocidades continúan siendo elevadas, cercanas a un valor de 3m/s que es el valor aceptable para no tener riesgo de erosión en canales revestidos con hormigón, según Ven T Chow.

La primera opción para reducir la velocidad es la de la proyección de un resalto hidráulico a través de un escalón, cuyo objetivo es provocar la transición de un flujo supercrítico a un flujo critico o subcrítico. Para ello, continuando con las mismas dimensiones, adoptamos una altura de caída de 1m y para calcular el largo del colchón disipador nos basamos en formulas experimentales.

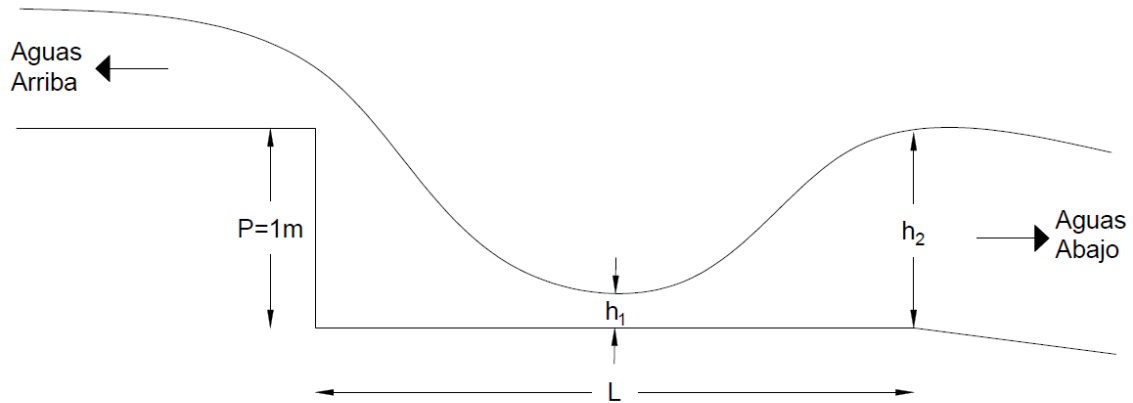


Figura 78-Geometría del resalto hidráulico.

Según Smetana, la longitud del resalto será:

$$L = 6 (h_2 - h_1)$$

Según White, podemos obtener la altura h_1 que se encuentra en función de las condiciones propuestas inicialmente para el resalto:

$$\frac{h_1}{h_c} = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{1,06 + \frac{P}{h_c} + \frac{3}{2}}}$$

Siendo: $h_c = \sqrt{\frac{q^2}{g}}$ donde q es el caudal por metro de ancho

P : es la altura de la caída

$$h_1 = \frac{\sqrt{2} \times h_c}{\sqrt{1,06 + \frac{P}{h_c} + \frac{3}{2}}}$$

$$h_1 = \frac{\sqrt{2} x \sqrt{\frac{(3,2 \frac{m^3}{s})^2}{9,8 \frac{m}{s^2}}}}{\sqrt{1,06 + \frac{1m}{\sqrt{\frac{(3,2 \frac{m^3}{s})^2}{9,8 \frac{m}{s^2}}}} + \frac{3}{2}}}}$$

$$h_1 = 0,768m$$

Y a través de la fórmula de tirantes conjugados, podemos obtener la altura h_2 :

Donde: $F_1 = \frac{V_1}{\sqrt{g x h_1}}$

$$\frac{h_1}{h_2} = \frac{1}{2} \left(\sqrt{1 + 8F_1^2} - 1 \right)$$

$$h_2 = \frac{h_1}{2} (\sqrt{1 + 8F_1^2} - 1)$$

$$h_2 = \frac{0,768m}{2} (\sqrt{1 + 8x 2,84^2} - 1)$$

$$h_2 = 2,72 m$$

Entonces, volviendo a la fórmula de Smetana obtenemos:

$$L = 6 (2,72m - 0,768m)$$

$$L = 11,71m \approx 12m$$

En base al resultado obtenido para la longitud del colchón disipador, generamos el resalto en HEC-RAS.

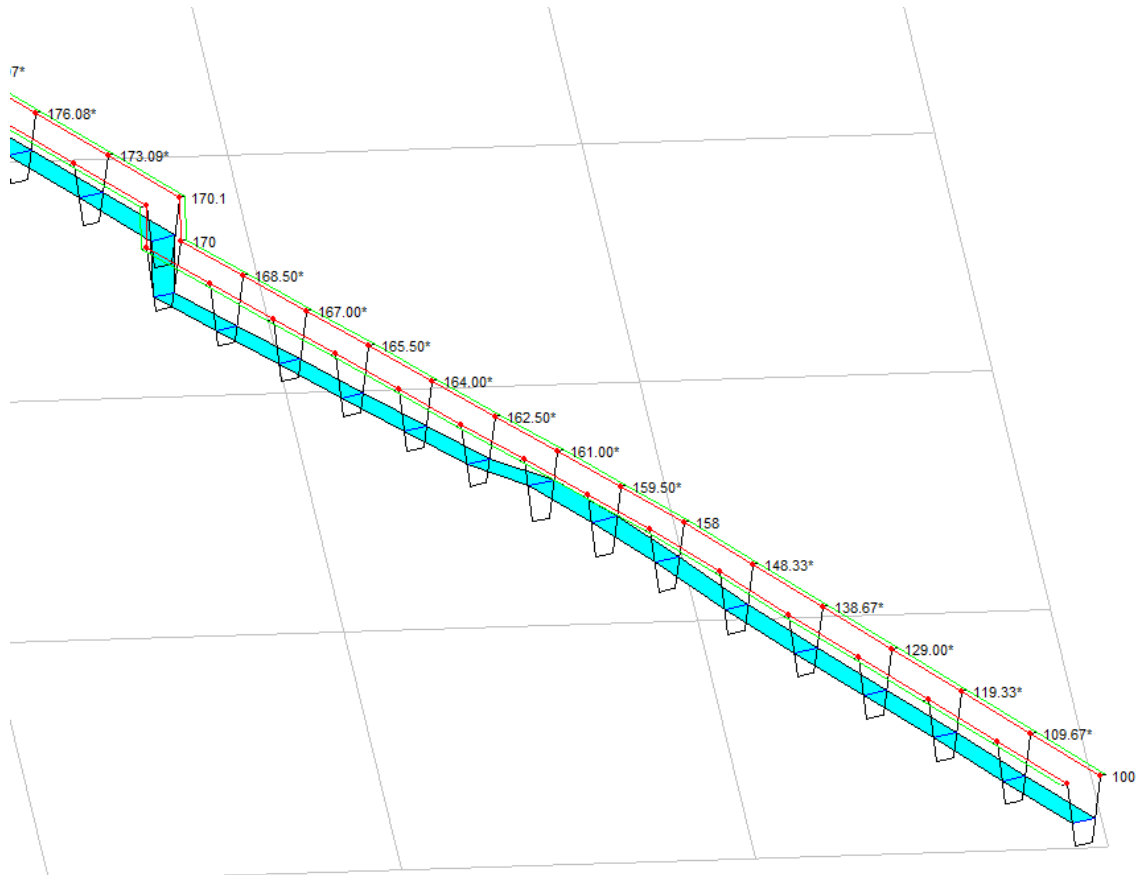


Figura 79-Modelo 3D del resalto hidráulico en HEC-RAS. Desde la progresiva 170 a la progresiva 158, frente a Institución Colonia Mi Hogar.

Y los resultados fueron los siguientes:

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Vel Chnl (m/s)	Froude # Chl
Trapezoidal	380	TR25	3.20	2.92	1.29
Trapezoidal	373.57*	TR25	3.20	2.80	1.22
Trapezoidal	367.14*	TR25	3.20	2.71	1.17
Trapezoidal	360.71*	TR25	3.20	2.65	1.13
Trapezoidal	354.29*	TR25	3.20	2.63	1.12
Trapezoidal	347.86*	TR25	3.20	2.63	1.12
Trapezoidal	341.43*	TR25	3.20	2.63	1.12
Trapezoidal	335.00*	TR25	3.20	2.60	1.10
Trapezoidal	328.57*	TR25	3.20	2.60	1.10
Trapezoidal	322.14*	TR25	3.20	2.60	1.10
Trapezoidal	315.71*	TR25	3.20	2.60	1.10
Trapezoidal	309.29*	TR25	3.20	2.60	1.10
Trapezoidal	302.86*	TR25	3.20	2.60	1.10
Trapezoidal	296.43*	TR25	3.20	2.60	1.10
Trapezoidal	290.00*	TR25	3.20	2.60	1.10
Trapezoidal	283.57*	TR25	3.20	2.60	1.10

Trapezoidal	277.14*	TR25	3.20	2.60	1.10
Trapezoidal	270.71*	TR25	3.20	2.60	1.10
Trapezoidal	264.29*	TR25	3.20	2.60	1.10
Trapezoidal	257.86*	TR25	3.20	2.60	1.10
Trapezoidal	251.43*	TR25	3.20	2.60	1.10
Trapezoidal	245.00*	TR25	3.20	2.60	1.10
Trapezoidal	238.57*	TR25	3.20	2.60	1.10
Trapezoidal	232.14*	TR25	3.20	2.60	1.10
Trapezoidal	225.71*	TR25	3.20	2.60	1.10
Trapezoidal	219.29*	TR25	3.20	2.60	1.10
Trapezoidal	212.86*	TR25	3.20	2.60	1.10
Trapezoidal	206.43*	TR25	3.20	2.60	1.10
Trapezoidal	200	TR25	3.20	2.60	1.10
Trapezoidal	197.01*	TR25	3.20	2.66	1.14
Trapezoidal	194.02*	TR25	3.20	2.68	1.15
Trapezoidal	191.03*	TR25	3.20	2.73	1.18
Trapezoidal	188.04*	TR25	3.20	2.72	1.17
Trapezoidal	185.05*	TR25	3.20	2.71	1.17
Trapezoidal	182.06*	TR25	3.20	2.71	1.17
Trapezoidal	179.07*	TR25	3.20	2.70	1.16
Trapezoidal	176.08*	TR25	3.20	2.70	1.16
Trapezoidal	173.09*	TR25	3.20	2.69	1.15
Trapezoidal	170.1	TR25	3.20	2.73	1.18
Trapezoidal	170	TR25	3.20	5.75	3.34
Trapezoidal	168.50*	TR25	3.20	5.14	2.84
Trapezoidal	167.00*	TR25	3.20	4.62	2.45
Trapezoidal	165.50*	TR25	3.20	4.16	2.12
Trapezoidal	164.00*	TR25	3.20	3.76	1.83
Trapezoidal	162.50*	TR25	3.20	3.38	1.58
Trapezoidal	161.00*	TR25	3.20	1.92	0.73
Trapezoidal	159.50*	TR25	3.20	2.03	0.78
Trapezoidal	158	TR25	3.20	2.43	1.01
Trapezoidal	148.33*	TR25	3.20	2.97	1.32
Trapezoidal	138.67*	TR25	3.20	3.11	1.41
Trapezoidal	129.00*	TR25	3.20	3.18	1.45
Trapezoidal	119.33*	TR25	3.20	3.22	1.48
Trapezoidal	109.67*	TR25	3.20	3.25	1.50
Trapezoidal	100	TR25	3.20	3.28	1.52

Figura 80-Planilla de salida de sección trapezoidal con resalto hidráulico.

Podemos observar que la velocidad continúa siendo elevada y hasta superando el límite, por lo que, siguiendo con las mismas dimensiones propuestas anteriormente, optamos por revestirlo con mampostería de piedra sin considerar un resalto hidráulico y adoptando un coeficiente de Manning de 0,025 según Ven T Chow.

“Evaluación hidrológica e hidráulica de los desagües urbanos que afectan a la Institución Colonia Mi Hogar (KM176 de RN68) y sus adyacencias”

Integrantes: Michelli Matias Emanuel
Monroy Caimi Maximiliano Daniel

Reach	River Sta	Profile	Q Total (m3/s)	Vel Chnl (m/s)	Froude # Chl
Trapezoidal	380	TR25	3.20	1.43	0.49
Trapezoidal	375.81*	TR25	3.20	1.43	0.49
Trapezoidal	371.63*	TR25	3.20	1.43	0.49
Trapezoidal	367.44*	TR25	3.20	1.43	0.49
Trapezoidal	363.26*	TR25	3.20	1.43	0.49
Trapezoidal	359.07*	TR25	3.20	1.43	0.49
Trapezoidal	354.88*	TR25	3.20	1.43	0.49
Trapezoidal	350.70*	TR25	3.20	1.43	0.49
Trapezoidal	346.51*	TR25	3.20	1.43	0.49
Trapezoidal	342.33*	TR25	3.20	1.43	0.49
Trapezoidal	338.14*	TR25	3.20	1.43	0.49
Trapezoidal	333.95*	TR25	3.20	1.43	0.49
Trapezoidal	329.77*	TR25	3.20	1.43	0.49
Trapezoidal	325.58*	TR25	3.20	1.43	0.49
Trapezoidal	321.40*	TR25	3.20	1.44	0.49
Trapezoidal	317.21*	TR25	3.20	1.44	0.49
Trapezoidal	313.02*	TR25	3.20	1.44	0.50
Trapezoidal	308.84*	TR25	3.20	1.44	0.50
Trapezoidal	304.65*	TR25	3.20	1.44	0.50
Trapezoidal	300.47*	TR25	3.20	1.44	0.50
Trapezoidal	296.28*	TR25	3.20	1.44	0.50
Trapezoidal	292.09*	TR25	3.20	1.44	0.50
Trapezoidal	287.91*	TR25	3.20	1.44	0.50
Trapezoidal	283.72*	TR25	3.20	1.45	0.50
Trapezoidal	279.53*	TR25	3.20	1.45	0.50
Trapezoidal	275.35*	TR25	3.20	1.45	0.50
Trapezoidal	271.16*	TR25	3.20	1.46	0.50
Trapezoidal	266.98*	TR25	3.20	1.46	0.50
Trapezoidal	262.79*	TR25	3.20	1.46	0.51
Trapezoidal	258.60*	TR25	3.20	1.46	0.51
Trapezoidal	254.42*	TR25	3.20	1.47	0.51
Trapezoidal	250.23*	TR25	3.20	1.47	0.51
Trapezoidal	246.05*	TR25	3.20	1.48	0.51
Trapezoidal	241.86*	TR25	3.20	1.48	0.52
Trapezoidal	237.67*	TR25	3.20	1.49	0.52
Trapezoidal	233.49*	TR25	3.20	1.50	0.52
Trapezoidal	229.30*	TR25	3.20	1.51	0.53
Trapezoidal	225.12*	TR25	3.20	1.52	0.53
Trapezoidal	220.93*	TR25	3.20	1.53	0.54
Trapezoidal	216.74*	TR25	3.20	1.55	0.55
Trapezoidal	212.56*	TR25	3.20	1.57	0.56
Trapezoidal	208.37*	TR25	3.20	1.59	0.57
Trapezoidal	204.19*	TR25	3.20	1.62	0.58

Trapezoidal	190.00*	TR25	3.20	1.79	0.67
Trapezoidal	180.00*	TR25	3.20	1.79	0.67
Trapezoidal	170.00*	TR25	3.20	1.79	0.66
Trapezoidal	160.00*	TR25	3.20	1.79	0.66
Trapezoidal	150.00*	TR25	3.20	1.78	0.66
Trapezoidal	140.00*	TR25	3.20	1.74	0.64
Trapezoidal	130.00*	TR25	3.20	1.64	0.59
Trapezoidal	120.00*	TR25	3.20	1.46	0.51
Trapezoidal	110.00*	TR25	3.20	1.26	0.41
Trapezoidal	100	TR25	3.20	1.07	0.33

Figura 81-Planilla de salida de sección trapezoidal de mampostería de piedra.

Finalmente, observamos que la velocidad se ha reducido a la mitad del valor limite y el numero de Froude corresponde a un flujo subcrítico.



“Evaluación hidrológica e hidráulica de los desagües urbanos que afectan a la Institución Colonia Mi Hogar (KM176 de RN68) y sus adyacencias”

Integrantes: Michelli Matias Emanuel
Monroy Caimi Maximiliano Daniel

CAPITULO III:

Solución adoptada y conclusión

El objetivo general del presente trabajo fue estudiar una alternativa de bajo costo y ejecución para controlar el problema de inundación que sufren todos los años los residentes en la zona afectada.

En base al estudio hidráulico realizado, proponemos como solución la ultima alternativa propuesta en el capítulo anterior, que es redimensionar el canal y revestirlo en mampostería de piedra. Se observo que esta propuesta genero buenos resultados en la simulación por HEC-RAS en cuanto a velocidad y tipo de flujo.

En la siguiente imagen satelital se puede observar el emplazamiento del canal y en la tabla las coordenadas Gauss-Krueger del punto inicial y final del canal propuesto.

	Abscisa	Ordenada	Elevación
Inicio	3554778,47	7250865,95	1244,30
Final	3554935,37	7251086,82	1241,30

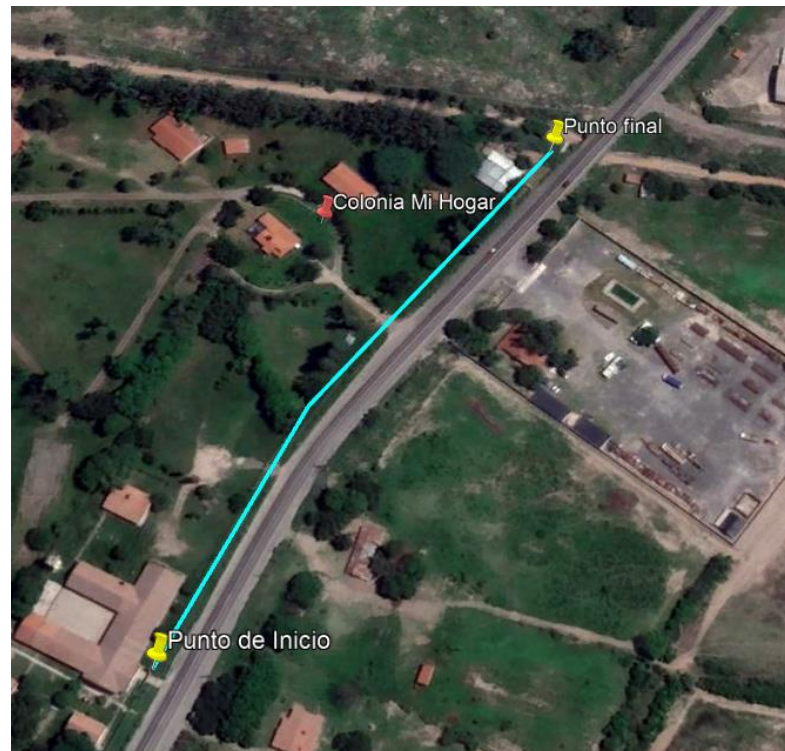
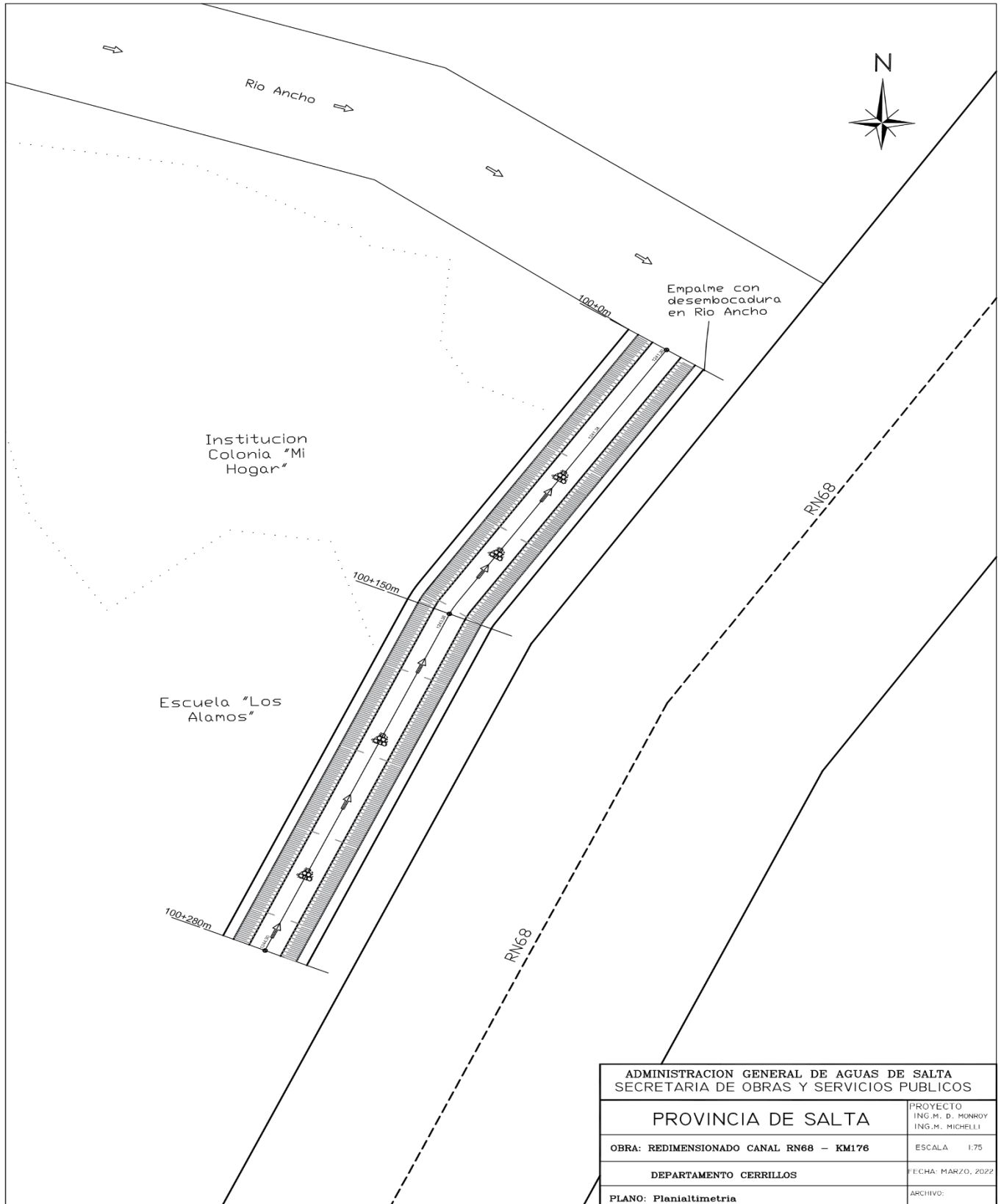
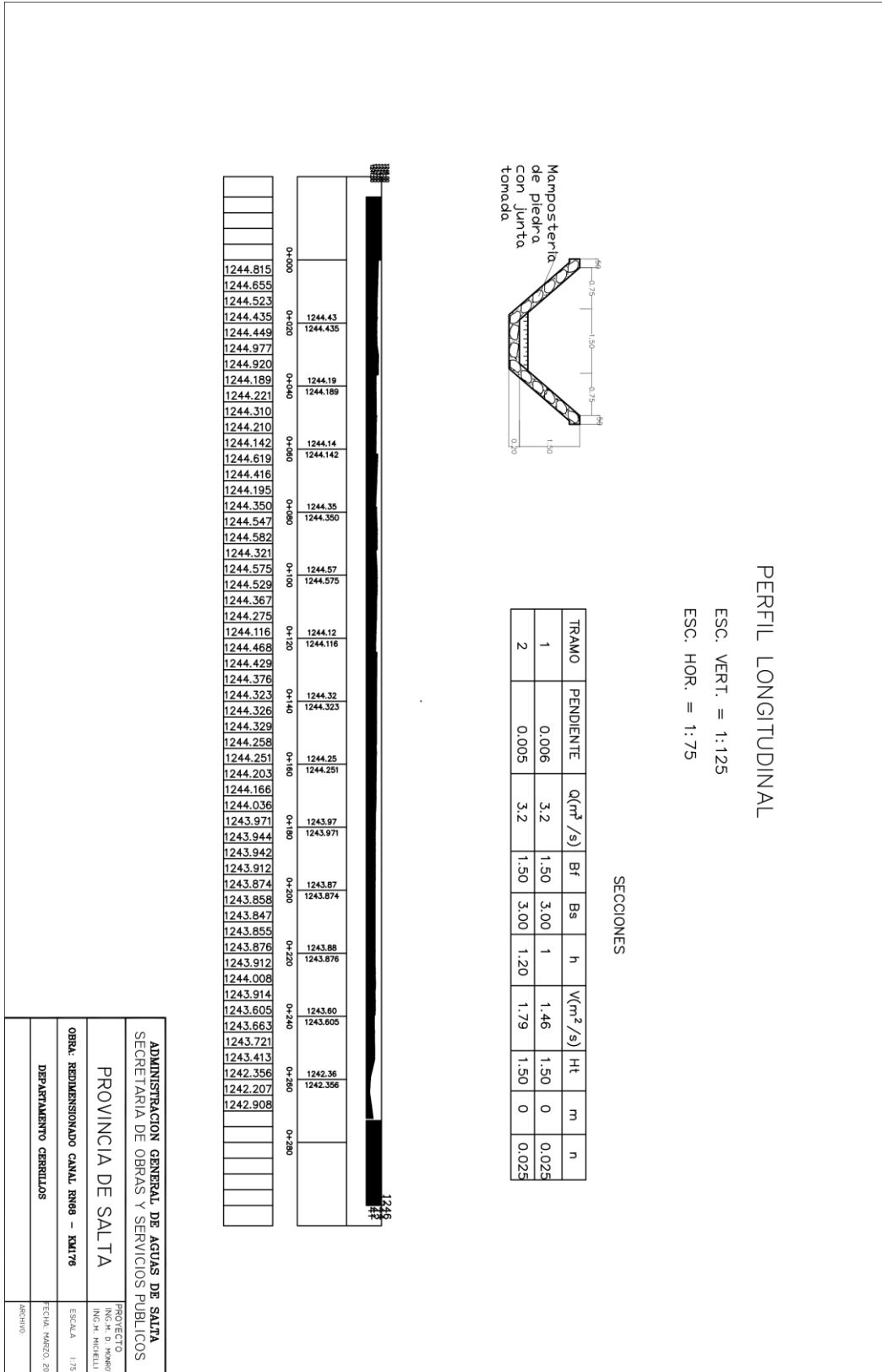


Figura 82-Emplazamiento del canal representado con línea color Cian

Planos







“Evaluación hidrológica e hidráulica de los desagües urbanos que afectan a la Institución Colonia Mi Hogar (KM176 de RN68) y sus adyacencias”

Integrantes: Michelli Matias Emanuel
Monroy Caimi Maximiliano Daniel

Sabemos que es posible continuar evaluando alternativas de otro tipo de resalto hidráulico que reduzca la energía, pero consideramos que la opción más simple y económica es la adoptada.

Recomendamos, como etapa posterior, realizar un análisis de los caudales y niveles del Rio Ancho y cómo influirá la descarga del canal cuneta en el mismo.



“Evaluación hidrológica e hidráulica de los desagües urbanos que afectan a la Institución Colonia Mi Hogar (KM176 de RN68) y sus adyacencias”

Integrantes: Michelli Matias Emanuel
Monroy Caimi Maximiliano Daniel

CAPITULO IV:

Anexos

Registro fotográfico



Foto 1-Foto tomada con un drone. Se observa RN68, canalización del Rio Ancho y la zona afectada a los márgenes del mismo.



Foto 2-Puente canal en la entrada de Institución Colonia Mi Hogar.



Foto 3-Canal de descarga a la canalización del Rio Ancho, ubicado en la cuneta oeste de RN68.



Foto 4-Canal cuneta del lado oeste a RN68. Se puede observar la falta de mantenimiento y limpieza.



Foto 5-Foto del interior del predio. Se puede observar escombros colocados como mejoramiento del camino de ingreso, afectado por las inundaciones.



Foto 6-Camino que rodea al edificio principal.

“Evaluación hidrológica e hidráulica de los desagües urbanos que afectan a la Institución Colonia Mi Hogar (KM176 de RN68) y sus adyacencias”

Integrantes: Michelli Matias Emanuel
Monroy Caimi Maximiliano Daniel



Foto 7-Parte trasera de edificio principal. Se observa una especie de "isla", la cual queda rodeada completamente de agua.



Foto 8-Entrada a la edificación vecina. Estructura de ingreso realizada por el propietario para facilitar el ingreso en inundaciones.



Foto 9-Foto del frente de la edificación vecina. Se puede observar el nivel al que llega el agua en las inundaciones.

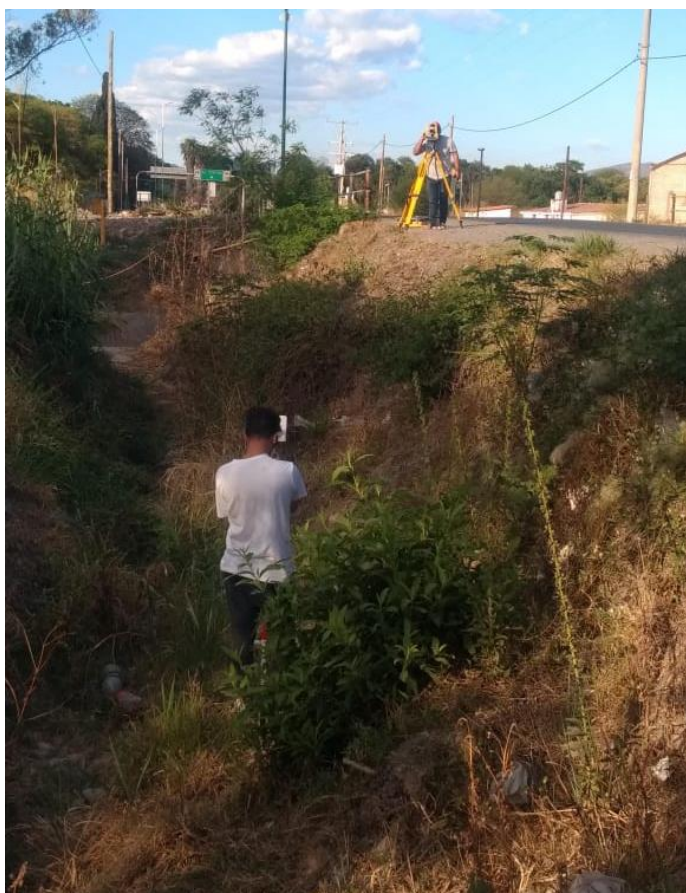


Foto 10-Foto relevando la sección del canal, próxima a la desembocadura en el Rio Ancho.

“Evaluación hidrológica e hidráulica de los desagües urbanos que afectan a la Institución Colonia Mi Hogar (KM176 de RN68) y sus adyacencias”

Integrantes: Michelli Matias Emanuel
Monroy Caimi Maximiliano Daniel



Foto 11-Foto relevando la cuneta de RN68.



Foto 12-Foto relevando la sección del canal antes de la entrada al predio.

Tablas

Tabla 1: Valores de CN para distintos complejos hidrológicos suelo vegetación

Uso y cobertura del suelo	Tratamiento ó método	Condición para la infiltración	Grupo hidrológico			
			A	B	C	D
Barbecho	SR		77	86	91	94
Cultivos en hileras	SR	mala	72	81	88	91
	SR	buena	67	78	85	89
	C	mala	70	79	84	88
	C	buena	65	75	82	86
	C y T	mala	66	74	80	82
	C y T	buena	62	71	78	81
Granos pequeños	SR	mala	65	76	84	88
	SR	buena	63	75	83	87
	C	mala	63	74	82	85
	C	buena	61	73	81	84
	C y T	mala	61	72	79	82
	C y T	buena	59	70	78	81
Legumbres tupidas o rotación de praderas	SR	mala	66	77	85	89
	SR	buena	58	72	81	85
	C	mala	64	75	83	85
	C	buena	55	69	78	83
	C y T	mala	63	73	80	83
	C y T	buena	51	67	76	80
Pradera o pastizal		mala	68	79	86	89
		regular	49	69	79	84
		buena	39	61	74	80
	C	mala	47	67	81	88
	C	regular	25	59	75	83
	C	buena	10	35	70	79
Pradera permanente			30	58	71	78
Bosques (lotes de bosques)		mala	45	66	77	83
		regular	36	60	73	79
		buena	25	55	70	77

Uso y cobertura del suelo	Grupo hidrológico			
	A	B	C	D
Suelo desnudo	77	85	91	93
Pasto (matas de pasto o baja densidad de siembra)	51	70	80	84
Cultivos menores (jardines o huertas)	45	66	77	83
Caña de azúcar (quema de residuos)	43	65	77	82
Caña de azúcar (surcos en contorno)	32	58	72	79
Vegetación natural	25-30	41-46	57-63	66
Matorral de hoja caduca (roble o natural con piso de gramilla)	29-33	43-48	59-65	67
Pasturas irrigadas	32-37	46-51	62-68	70
Frutales con verdeo anual	37-41	50-55	64-69	71
Pastos anuales	46-49	57-60	68-72	74
Cereales de cosecha fina	61-64	69-71	76-80	81
Cereales de cosecha gruesa	67-69	74-76	80-83	84
Áreas urbanas				
Áreas abiertas (césped, parques, etc.)				
óptimas condiciones: 75% o más de cubierta de pasto	39	61	74	80
condiciones aceptables: 50 a 75 % de cubierta de pasto	49	69	79	84
Áreas comerciales (85 % impermeables)				
Distritos industriales (72 % impermeables)	81	88	91	93
Residencial				
Tamaño medio del lote [m2]	% medio impermeable			
< 500	65	77	85	90
1000	38	61	75	83
1300	30	57	72	81
2000	25	54	70	80
4000	20	51	68	79
Estacionamientos pavimentados, techos, accesos, etc.				
	98	98	98	98
Calles y carreteras				
Pavimentadas con cunetas y alcantarillados	98	98	98	98
grava	76	85	89	91
tierra	72	82	87	89

Tabla 2: Coeficiente de escorrentía

Coeficientes de escorrentía para ser usados en el método racional

Característica de la superficie	Periodo de retorno (años)						
	2	5	10	25	50	100	500
Áreas desarrolladas							
Asfáltico	0.73	0.77	0.81	0.86	0.90	0.95	1.00
Concreto/techo	0.75	0.80	0.83	0.88	0.92	0.97	1.00
<i>Zonas verdes (jardines, parques, etc.)</i>							
<i>Condición pobre (cubierta de pasto menor del 50% del área)</i>							
Plano, 0-2%	0.32	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.58
Promedio, 2-7%	0.37	0.40	0.43	0.46	0.49	0.53	0.61
Pendiente, superior a 7%	0.40	0.43	0.45	0.49	0.52	0.55	0.62
<i>Condición promedio (cubierta de pasto del 50 al 75% del área)</i>							
Plano, 0-2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio, 2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente, superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
<i>Condición buena (cubierta de pasto mayor del 75% del área)</i>							
Plano, 0-2%	0.21	0.23	0.25	0.29	0.32	0.36	0.49
Promedio, 2-7%	0.29	0.32	0.35	0.39	0.42	0.46	0.56
Pendiente, superior a 7%	0.34	0.37	0.40	0.44	0.47	0.51	0.58
Áreas no desarrolladas							
<i>Área de cultivos</i>							
Plano, 0-2%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.57
Promedio, 2-7%	0.35	0.38	0.41	0.44	0.48	0.51	0.60
Pendiente, superior a 7%	0.39	0.42	0.44	0.48	0.51	0.54	0.61
<i>Pastizales</i>							
Plano, 0-2%	0.25	0.28	0.30	0.34	0.37	0.41	0.53
Promedio, 2-7%	0.33	0.36	0.38	0.42	0.45	0.49	0.58
Pendiente, superior a 7%	0.37	0.40	0.42	0.46	0.49	0.53	0.60
<i>Bosques</i>							
Plano, 0-2%	0.22	0.25	0.28	0.31	0.35	0.39	0.48
Promedio, 2-7%	0.31	0.34	0.36	0.40	0.43	0.47	0.56
Pendiente, superior a 7%	0.35	0.39	0.41	0.45	0.48	0.52	0.58

Nota: Los valores de la tabla son los estándares utilizados en la ciudad de Austin, Texas. Utilizada con autorización.

Indice de figuras

Figura 1-Imagen satelital de la ubicación de Institución Colonia Mi Hogar.....	5
Figura 2-Imagen satelital de las adyacencias en el año 2003	7
Figura 3-Imagen satelital de las adyacencias en el año 2009.	7
Figura 4-Imagen satelital de las adyacencias en el año 2011.	8
Figura 5-Imagen satelital de las adyacencias en el año 2020.	8
Figura 6-Imagen de Escuela Los Álamos. Se marca con línea color rojo el largo de la obra de ensanchamiento del canal de descarga y con flechas celestes el sentido de escurrimiento.	9
Figura 7-DEM correspondiente al cuadrante que incluye la ubicación de institución Colonia Mi Hogar.	12
Figura 8-Selección definitiva de área de trabajo.	13
Figura 9-Drenajes de interés, correspondientes a cuencas con tamaño mínimo de 1 hectárea.	13
Figura 10-Subcuencas y drenajes de interés, correspondientes a tamaño mínimo de 6 hectáreas.....	14
Figura 11-Superposición de cuencas generadas por Global Mapper en imagen satelital de Google Earth.....	14
Figura 12-Cuenca y cauce principal	15
Figura 13-Información de la subcuenca N°1.	17
Figura 14-Información de cauce principal de subcuenca N°1	17
Figura 15-Ampliación de mapa hasta zona de interés	20
Figura 16-Representación gráfica del parámetro CN.	23
Figura 17-Curva IDT en la localidad de Salta Capital para duraciones de entre 5 y 120 minutos	26
Figura 18-Hietograma de precipitación de diseño para una duración de tormenta de 60 minutos y una recurrencia de 5 años.....	29
Figura 19-Hietograma de precipitación de diseño para una duración de tormenta de 60 minutos y una recurrencia de 10 años.....	29
Figura 20-Hietograma de precipitación de diseño para una duración de tormenta de 60 minutos y una recurrencia de 25 años.....	30
Figura 21-Modelado de la cuenca.....	35
Figura 22-Esquema de subcuencas.	35
Figura 23-Área, método de perdida y método de transformación	37
Figura 24-Valor de CN correspondiente a la subcuenca.	37
Figura 25-Tiempo de retardo correspondiente a la subcuenca.	38
Figura 26-Hpefva para una recurrencia de 5 años.	38

Figura 27-Hpefva para una recurrencia de 10 años.	38
Figura 28-Hpefva para una recurrencia de 25 años.	39
Figura 29-Duración del control.	39
Figura 30 - Tabla resumen para una recurrencia de 5 años.	40
Figura 31-Hidrograma de salida de Subcuenca1 para una recurrencia de 5 años.	40
Figura 32-Hidrograma de salida de Subcuenca2 para una recurrencia de 5 años	41
Figura 33-Hidrograma de salida de Subcuenca3 para una recurrencia de 5 años	41
Figura 34-Hidrograma de salida de Subcuenca4 para una recurrencia de 5 años	42
Figura 35-Hidrograma de salida de Subcuenca5 para una recurrencia de 5 años	42
Figura 36-Hidrograma de salida de Subcuenca6 para una recurrencia de 5 años	43
Figura 37-Hidrograma de salida de Subcuenca7 para una recurrencia de 5 años	43
Figura 38-Grafico Flujo-Tiempo en punto de salida para una recurrencia de 5 años.	44
Figura 39-Resumen de simulación correspondiente a recurrencia de 5 años. ...	44
Figura 40-Tabla resumen para una recurrencia de 10 años.	45
Figura 41-Hidrograma de salida de Subcuenca1 para una recurrencia de 10 años	45
Figura 42-Hidrograma de salida de Subcuenca2 para una recurrencia de 10 años	46
Figura 43-Hidrograma de salida de Subcuenca3 para una recurrencia de 10 años	46
Figura 44-Hidrograma de salida de Subcuenca4 para una recurrencia de 10 años	47
Figura 45-Hidrograma de salida de Subcuenca5 para una recurrencia de 10 años	47
Figura 46-Hidrograma de salida de Subcuenca6 para una recurrencia de 10 años	48
Figura 47-Hidrograma de salida de Subcuenca7 para una recurrencia de 10 años	48
Figura 48-Grafico Flujo-Tiempo en punto de salida para una recurrencia de 10 años.	49
Figura 49-Resumen de simulación correspondiente a recurrencia de 10 años. .	49

Figura 50-Tabla resumen para una recurrencia de 25 años.	50
Figura 51-Hidrograma de salida de Subcuenca1 para una recurrencia de 25 años	50
Figura 52-Hidrograma de salida de Subcuenca2 para una recurrencia de 25 años	51
Figura 53-Hidrograma de salida de Subcuenca3 para una recurrencia de 25 años	51
Figura 54-Hidrograma de salida de Subcuenca4 para una recurrencia de 25 años	52
Figura 55-Hidrograma de salida de Subcuenca5 para una recurrencia de 25 años	52
Figura 56-Hidrograma de salida de Subcuenca6 para una recurrencia de 25 años	53
Figura 57-Hidrograma de salida de Subcuenca7 para una recurrencia de 25 años	53
Figura 58-Grafico Flujo-Tiempo en punto de salida para una recurrencia de 25 años.....	54
Figura 59-Resumen de simulación correspondiente a recurrencia de 25 años..	54
Figura 60-Imagen satelital de Civil3D donde se visualiza el relevamiento en la cuneta de RN68.	56
Figura 61-Superficie TIN en base a los puntos relevados.	57
Figura 62-Resultado final con Civil3D.....	58
Figura 63-Curvas de nivel generadas con Civil3D. Principales cada 0,50m y secundarias 0,10m	59
Figura 64-Condiciones de contorno para flujo permanente.	60
Figura 65-Modelado 3D de HEC-RAS.....	61
Figura 66-Ampliación en modelo 3D de HEC-RAS.	62
Figura 67-Geometría de la sección transversal en la progresiva 145.	63
Figura 68-Geometría de la sección en la progresiva 160.....	63
Figura 69-Planilla de salida de corrida del canal actual.	64
Figura 70-Sección trapezoidal existente, aguas arriba.....	65
Figura 71-Seccion trapezoidal existente, en entrada del predio.	65
Figura 72-Seccion trapezoidal existente, aguas abajo.	66
Figura 73-Planilla de salida con sección trapezoidal existente.	68
Figura 74-Seccion trapezoidal redimensionada, aguas arriba.	68
Figura 75-Sección trapezoidal redimensionada, en entrada del predio.	69
Figura 76-Seccion trapezoidal redimensionada, aguas abajo.	69
Figura 77-Planilla de salida de sección trapezoidal redimensionada.	71

Figura 78-Geometría del resalto hidráulico.	72
Figura 79-Modelo 3D del resalto hidráulico en HEC-RAS. Desde la progresiva 170 a la progresiva 158, frente a Institución Colonia Mi Hogar.	74
Figura 80-Planilla de salida de sección trapezoidal con resalto hidráulico.	75
Figura 81-Planilla de salida de sección trapezoidal de mampostería de piedra. 77	
Figura 82-Emplazamiento del canal representado con línea color Cian	79
Foto 1-Foto tomada con un drone. Se observa RN68, canalización del Rio Ancho y la zona afectada a los márgenes del mismo.	84
Foto 2-Puente canal en la entrada de Institución Colonia Mi Hogar.	84
Foto 3-Canal de descarga a la canalización del Rio Ancho, ubicado en la cuneta oeste de RN68.	85
Foto 4-Canal cuneta del lado oeste a RN68. Se puede observar la falta de mantenimiento y limpieza.	85
Foto 5-Foto del interior del predio. Se puede observar escombros colocados como mejoramiento del camino de ingreso, afectado por las inundaciones.	86
Foto 6-Camino que rodea al edificio principal.	86
Foto 7-Parte trasera de edificio principal. Se observa una especie de "isla", la cual queda rodeada completamente de agua.	87
Foto 8-Entrada a la edificación vecina. Estructura de ingreso realizada por el propietario para facilitar el ingreso en inundaciones.	87
Foto 9-Foto del frente de la edificación vecina. Se puede observar el nivel al que llega el agua en las inundaciones.	88
Foto 10-Foto relevando la sección del canal, próxima a la desembocadura en el Rio Ancho.	88
Foto 11-Foto relevando la cuneta de RN68.	89
Foto 12-Foto relevando la sección del canal antes de la entrada al predio.	89



“Evaluación hidrológica e hidráulica de los desagües urbanos que afectan a la Institución Colonia Mi Hogar (KM176 de RN68) y sus adyacencias”

Integrantes: Michelli Matias Emanuel
Monroy Caimi Maximiliano Daniel

CAPITULO V:

Bibliografía



“Evaluación hidrológica e hidráulica de los desagües urbanos que afectan a la Institución Colonia Mi Hogar (KM176 de RN68) y sus adyacencias”

Integrantes: Michelli Matias Emanuel
Monroy Caimi Maximiliano Daniel

- Hidrología aplicada – Ven Te Chow.
- Hidráulica de canales abiertos - Ven Te Chow
- U.S. Bureau of Reclamation. “Hydraulic Design of Stilling Basins and Energy Dissipators”. 8a. Edition. Colorado, Estados Unidos. Año 1984.
- Fundamentos de hidrología de superficie – Francisco Javier Aparicio.
- Apuntes de la materia Hidrología – Ing. Francisco Javier Ramos Vernieri
- Curvas IDF (UCASAL) – Ing. Myriam Cecilia Botelli
- Los suelos del NOA (Salta y Jujuy) – de Nadir A. y Chafatinos T.
- Manual de usuario de Global Mapper
- Manual de usuario de HEC – HMS
- Manual de usuario de HEC – RAS
- Apuntes de la Materia Hidrología