



**UNCUYO**  
UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE CUYO



**FACULTAD DE INGENIERIA**  
en acción continua...

## **PRÁCTICA PROFESIONAL SUPERVISADA**

**ALUMNO:** ARREGHINI MÉNDEZ, Guillermo Alberto

**LEGAJO:** 10 309

**CARRERA:** Ingeniería Civil

**PROYECTO:** Evaluación de Recursos Hídricos de Mendoza

**EMPRESA O INSTITUCIÓN:** Departamento General de Irrigación (DGI)

**TUTOR DE LA EMPRESA O INSTITUCIÓN:** Ing. Ángel Rubén Villodas

**PERIODO DE PRÁCTICA:** 01/03 al 15/06

**AÑO:** 2018



## Contenido

1. Introducción.....	3
2. Objetivos.....	3
3. El Departamento General de Irrigación (DGI).....	4
3.1. Generalidades.....	4
3.2. Estructura de Sede Central.....	4
3.3. El Departamento de Hidrología .....	5
4. Desarrollo de la PPS en gabinete.....	7
4.1. Proyecto Canal Perrone .....	8
4.2. Proyecto riego acordado en Canal Bajada Araujo .....	20
5. Desarrollo de la PPS en campo .....	29
5.1. Fundamentos teóricos .....	29
5.2. Campañas realizadas.....	31
6. Resultados obtenidos .....	35
7. Capacitación .....	36
8. Conclusión.....	38
9. Comentarios personales.....	39
10. Recomendaciones para futuras prácticas.....	40
11. Bibliografía.....	40



## 1. Introducción

En el siguiente informe se realiza una descripción de las actividades realizadas por el alumno Guillermo Arreghini Méndez, en el marco de las **Prácticas Profesionales Supervisadas (PPS)**. Las mismas fueron realizadas en el Departamento de Hidrología del **Departamento General de Irrigación (DGI)**, bajo la tutoría del Ing. Ruben Villodas, Director de Gestión Hídrica de la institución.

La Práctica Profesional Supervisada (PPS) consiste en el desarrollo de una actividad en una empresa o institución aceptada por la Facultad, orientada al sector de la producción de bienes y servicios profesionales. Representa una valiosa herramienta para el alumno, ya que constituye la primera inserción en un ámbito profesional real y la confrontación con la problemática de su propia actividad.

En la presente PPS no se trabajó en un único proyecto en particular, sino que se colaboró con tareas de gabinete y de campo a distintos proyectos. El objetivo global de toda la Práctica es **evaluar los Recursos Hídricos de la Provincia de Mendoza**. A continuación se mencionan brevemente las actividades desarrolladas:

PROYECTO	ACTIVIDAD
Obra de mitigación aluvional en el Canal Perrone (San Rafael)	Modelación Hidrológica de la cuenca del Cerro Negro.
Proyecto de Riego Acordado en el Canal Bajada Araujo (Lavalle)	Diseño de secciones de aforo. Cálculo de curvas altura - volumen de reservorios.
Calibración y verificación permanente de datos obtenidos por Red Telemétrica.	Campañas de aforos puntuales en ríos, arroyos y canales de la Provincia de Mendoza.

## 2. Objetivos

Las PPS tienen como finalidad que el alumno pueda:

- ✓ Aplicar los conocimientos y habilidades propios del ingeniero con la madurez que corresponde a un futuro egresado.
- ✓ Demostrar capacidad para el análisis de problemas, formulación de alternativas, propuestas de resolución, organización y dirección de tareas profesionales aplicadas a la ingeniería.
- ✓ Reconocer la trascendencia social de la profesión de ingeniero y la importancia de la inserción de la universidad en el medio.
- ✓ Constituir una actividad integradora de los conocimientos adquiridos por el alumno durante el cursado de la carrera.

### 3. El Departamento General de Irrigación (DGI)

#### 3.1. Generalidades

Es un organismo público descentralizado que administra el recurso hídrico en la provincia de Mendoza, reglamentando y fiscalizando su uso. Tiene autarquía institucional, presupuestaria y jerarquía constitucional.

Su función principal es la de administración general de las aguas públicas. Son de su competencia todos los asuntos referidos al recurso hídrico, como la preservación, distribución y regulación de las aguas en sus cauces naturales y artificiales.

El DGI fue creado en **1884** con la sanción de la **Ley General de Aguas**. Por mandato constitucional tiene como misión gestionar junto a la comunidad de usuarios el recurso hídrico para el abastecimiento poblacional y productivo de la provincia; asegurando así, sustentabilidad, transparencia, equidad y eficiencia en la distribución del agua.

#### 3.2. Estructura de Sede Central

La estructura general del DGI se encuentra concentrada en *Sede Central*, ubicada en calle Barcala y España, Ciudad de Mendoza. Además tiene una Subdelegación de Aguas en correspondencia con cada río regulado de la Provincia de Mendoza. La organización institucional de Sede Central es aproximadamente la que se muestra en la imagen 1.

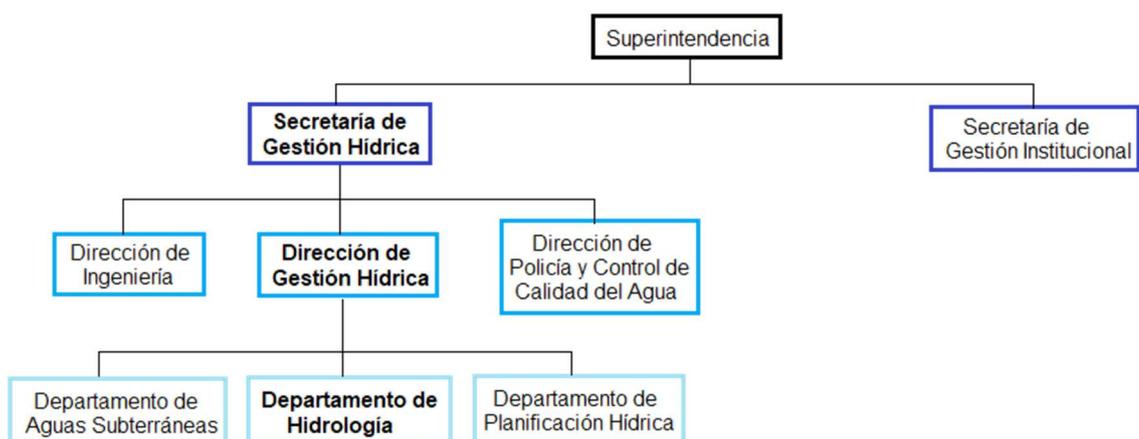


Imagen 1. Organigrama del Departamento General de Irrigación

### 3.3. El Departamento de Hidrología

#### 3.3.a) Generalidades

Como ya se mostró en la imagen 1, el *Departamento de Hidrología* pertenece al sector técnico de Sede Central de DGI, particularmente a la Dirección de Gestión Hídrica (a cargo del Ing. Rubén Villodas).

El Departamento de Hidrología fue creado en la década de 1960, con un rol muy importante dentro del DGI en lo que hace al conocimiento del recurso hídrico respecto a su oferta y disponibilidad en cada uno de los ríos y arroyos de la provincia. Particularmente se dedica a la medición de parámetros hidrométricos y nivométricos, con el correspondiente banco de datos históricos.

A su vez ha intervenido permanentemente en la tarea de medición de los caudales distribuidos para los distintos usos en cada una de las Subdelegaciones. No solo realiza aforos con molinetes hidrométricos sino también participa en el control de la infraestructura e instrumental de medición (operación y mantenimiento).

Con la implementación de la Red Telemétrica se han realizado en el sector tareas de mayor profundidad en cuanto a hidrología y modelación matemática.

#### 3.3.b) Tareas que realiza el Departamento Hidrología

- *Mantenimiento y operación de toda la estructura dispuesta para medir y procesar en forma primaria los datos obtenidos. Actualización de la base de datos.*

Es imprescindible la obtención del dato primario en cada estación de medición de cualquier parámetro hidronivometeorológico que se mida. La calidad del mismo debe ser excelente, su confiabilidad no puede estar en duda, dado que de ese dato van a depender todas las acciones siguientes en cuanto al conocimiento del recurso como del diseño y operación del uso del mismo.

- *Elaborar pautas y normas que permitan desarrollar nuevas formas de manejo u operación, o definir mejor proyectos de obras hidráulicas.*

Requiere de información básica elaborada de los datos primarios de medición de parámetros que hacen al escurrimiento del recurso, del análisis de funcionamiento de estructuras hidráulicas, de la medición de la distribución de dotaciones entregadas, etc.

➤ *Control de la distribución del recurso en todos sus niveles*

Para ello se requiere de una medición específica, y en algunos casos cuando se plantean conflictos entre los usuarios o entidades involucradas en el manejo del recurso.

➤ *Estudios específicos para diferentes tipos de obras hidráulicas.*

En ocasiones se requiere de mediciones específicas en lugares puntuales para definir concretamente las características de los proyectos o justificar la ejecución de las obras hidráulicas.

➤ *Planificación detallada para actuar en tiempo y espacio correspondiente para atender los diferentes tipos de alertas con eficacia y precisión, mediante planes o acciones de contingencia.*

La prevención, seguimiento y mitigación de cualquier evento de tipo catastrófico hacen necesario desarrollar acciones y tareas con anticipación a los hechos. Estas acciones deben ser desarrolladas en todos los ámbitos de la provincia y con todos los actores intervinientes tanto a nivel oficial como privado.

### **3.3.c) Organigrama**

El Departamento de Hidrología está compuesto por dos sectores:

- División Evaluación de Recursos Hídricos
- División de Operación, Mantenimiento y Desarrollo del Sistema de Información Hídrica (OMDSIH)

	<b>Apellido y Nombre</b>	<b>Formación</b>	<b>Función</b>
Dirección de Gestión Hídrica	Villodas, Rubén	Ingeniero Civil	Director
División de Operación, Mantenimiento y Desarrollo del Sistema de Información Hídrica (OMDSIH)	Villarreal, Rodrigo	Ingeniero electrónico	Jefe de Sistema Hidronovometeorológico
	Narváez, Flavio	Técnico electrónico	Mantenimiento de Estaciones de Telemetría
	Robles, Andrés	Técnico electrónico	Mantenimiento de Estaciones de Telemetría y apoyo en procesamiento de datos en Servidor
	Boni, Sebastián	Técnico en redes	Mantenimiento de Estaciones de Telemetría y Aforador de Cauces



División Evaluación de Recursos Hídricos	Segal, Héctor	Técnico	Jefe de Evaluación de Recursos Hídricos
	Stevanato, Carlos	Hidromensor	Aforador de Cauces
	Luján, Hugo	Técnico Hidráulico	Aforador de Cauces
	Zárate, Matías	Hidromensor	Aforador de Cauces
	Rodríguez, Martín	Hidromensor	Aforador de Cauces

### **3.3.d) Desarrollo de la PPS**

La Práctica Profesional Supervisada fue realizada dentro de la *División Evaluación de Recursos Hídricos*. Se trabajó en conjunto con todos los integrantes de dicha División, bajo la supervisión del Director de Gestión Hídrica, Ing. Rubén Villodas.

Todos los trabajos realizados estaban orientados a proporcionar información sobre los Recursos Hídricos de la Provincia para el desarrollo de distintos proyectos de mejora de la infraestructura existente.

## **4. Desarrollo de la PPS en gabinete**

Uno de los objetivos de la presente PPS es realizar trabajos de diseño y modelación para proyectos de ingeniería hidráulica. El Departamento de Hidrología asiste a otros sectores técnicos en lo referido a la evaluación del recurso hídrico.

Se presentan los dos trabajos principales que fueron realizados en la PPS:

1. Modelación hidrológica para la Obra de Mitigación Aluvional del Canal Perrone (San Rafael)
2. Diseño de secciones de aforo y cómputo de materiales en el Canal Bajada Araujo (Lavalle).

## 4.1. Proyecto Canal Perrone

El Canal Matriz Perrone capta su dotación a partir de una obra de toma directa de umbral y derivación con compuertas, situada en la margen derecha del Río Atuel. La superficie irrigada por el Canal es de 5984 has, con 364 regantes.

La longitud aproximada del canal alcanza los 30 km y tiene la característica, poco común en otros canales de riego, de recorrer una gran distancia (7,50 km) hasta llegar a la primera toma de riego. Del total de su traza, sólo dispone revestido en hormigón una longitud de 1,40 km.

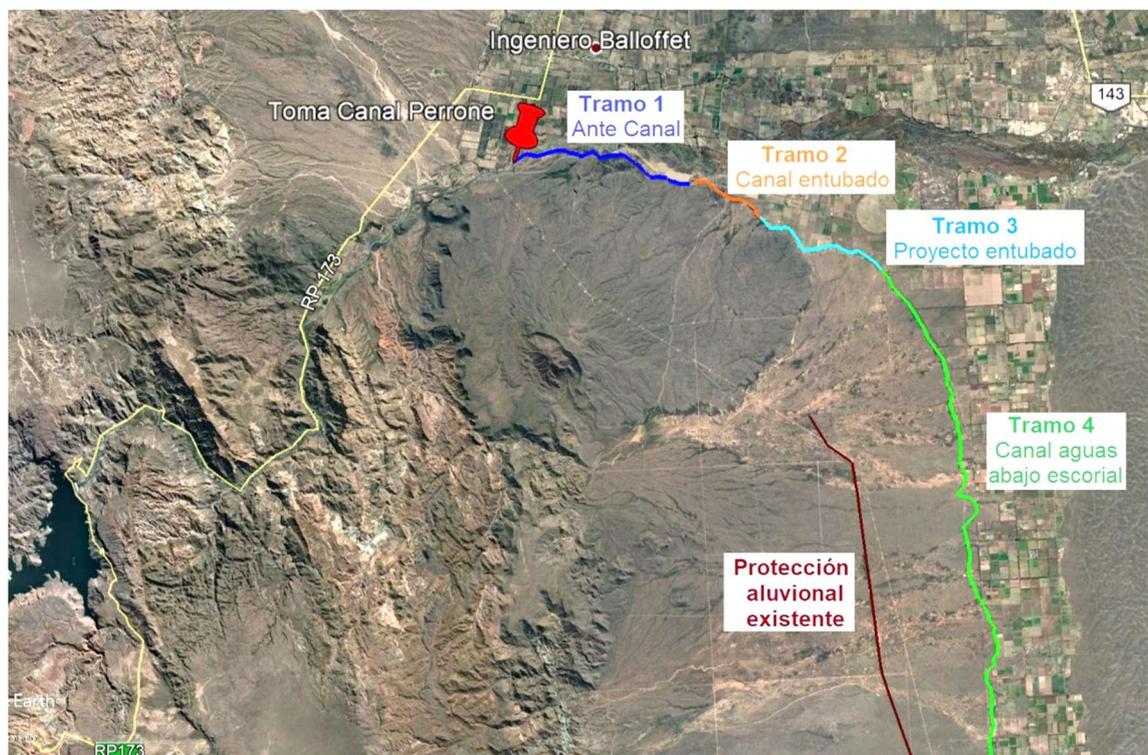


Imagen 2. Imagen satelital de la traza completa del Canal Matriz Perrone.

El sistema de riego conduce un caudal medio anual de 2330 L/s, arrojando un volumen anual distribuido de 62 hm<sup>3</sup>. Posee 45 tomas de riego dispuestas a lo largo de las 4 secciones en las que se halla fraccionado el canal a fines operativos y de servicio.

De todo el sistema de riego derivado del Río Atuel, el Canal Matriz Perrone resulta el más afectado por problemas de tipo aluvional. Por tal motivo se han efectuado diversas obras de defensa, sin buenos resultados por la magnitud de los caudales temporales que han afectado la traza del canal en aquellos tramos más expuestos a estos eventos naturales.

En la actualidad, ante la falta de obras de protección aluvional que impidan la afectación de la traza del canal, en determinados periodos el mismo se transforma en un colector aluvional, captando y conduciendo caudales muy grandes.

Por su propio fin y por cuestiones operativas, de servicio y de seguridad, los canales de riego sólo deben conducir dotaciones debidamente reguladas a lo largo de su traza para satisfacerla demanda de consumo. Por ello el ingreso de caudales extraordinarios de origen aluvional resultarán nocivos para el buen funcionamiento del sistema.

La traza del canal, desde su progresiva 4600 hasta la progresiva 10960, es impactada por aluviones ingresantes por la margen derecha. *El objetivo del trabajo es realizar un análisis hidrológico de la cuenca de Cerro Negro, que es la principal que afecta al citado tramo.*

La **cuenca de Cerro Negro** constituye la superficie de mayor aporte aluvional frente a una precipitación convectiva. Tiene dos características fundamentales: la pendiente natural provoca que toda la descarga se realice en el Canal Matriz Perrone, y el material natural de la cuenca es de tipo basáltico con una permeabilidad extremadamente baja.

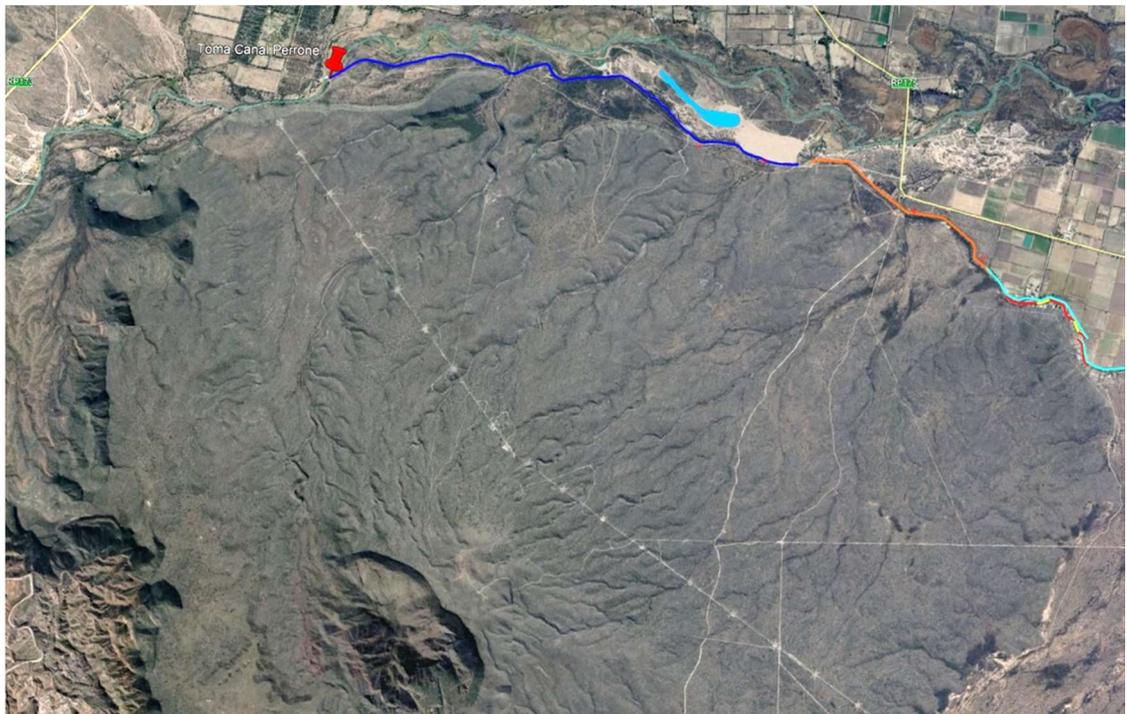


Imagen 3. Zona de estudio: cuenca del Cerro Negro

### 4.1.a) Análisis de cuencas

Para poder realizar el modelado hidrológico de la cuenca, se consiguió un Modelo Digital de Elevación (MDE) de la página web del Instituto Geográfico Nacional (IGN):

[www.ign.gob.ar](http://www.ign.gob.ar).



Imagen 4. Página web del Instituto Geográfico Nacional (IGN).

Luego el Modelo Digital de Elevación (MDE) fue cargado en el software GlobalMapper, de donde se pudo extraer las Curvas de Nivel a partir del MDE, siendo exportadas en un archivo tipo CAD.

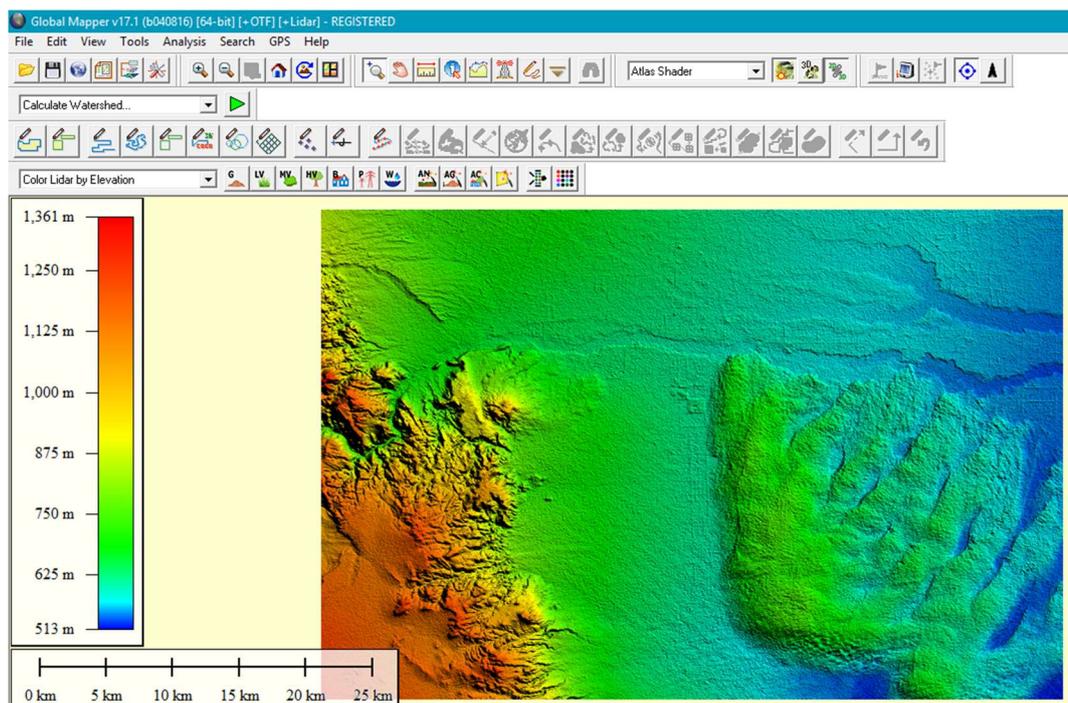


Imagen 5. Procesamiento del MDE con el software Global Mapper.

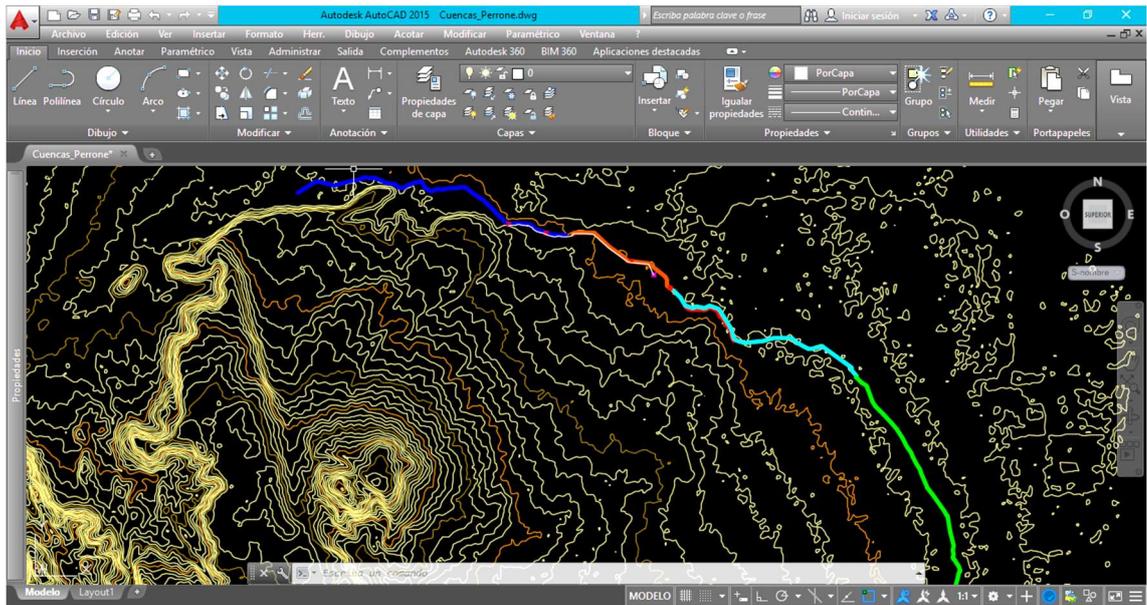


Imagen 6. Curvas de nivel en AUTOCAD.

Para realizar el trazado de la red hidrográfica se obtuvo una imagen satelital de Google Earth y se insertó georreferenciada en el AUTOCAD. Manualmente se fue trazando la red, aprovechando que al tratarse de basalto (roca), los cauces estaban bien definidos.

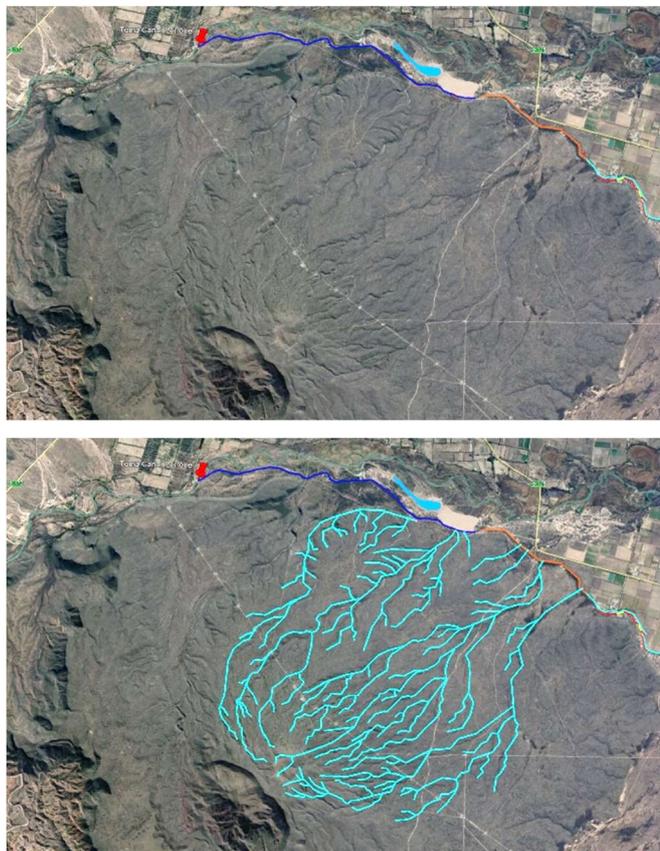


Imagen 7. Trazado manual de red hidrográfica.

A continuación se realizó la delimitación de cuencas, siguiendo los criterios que nos brinda la hidrología: trazar la línea divisoria de aguas en los puntos de mayor altitud. De esta manera quedaron perfectamente delimitadas cuatro cuencas con cuatro secciones de control.

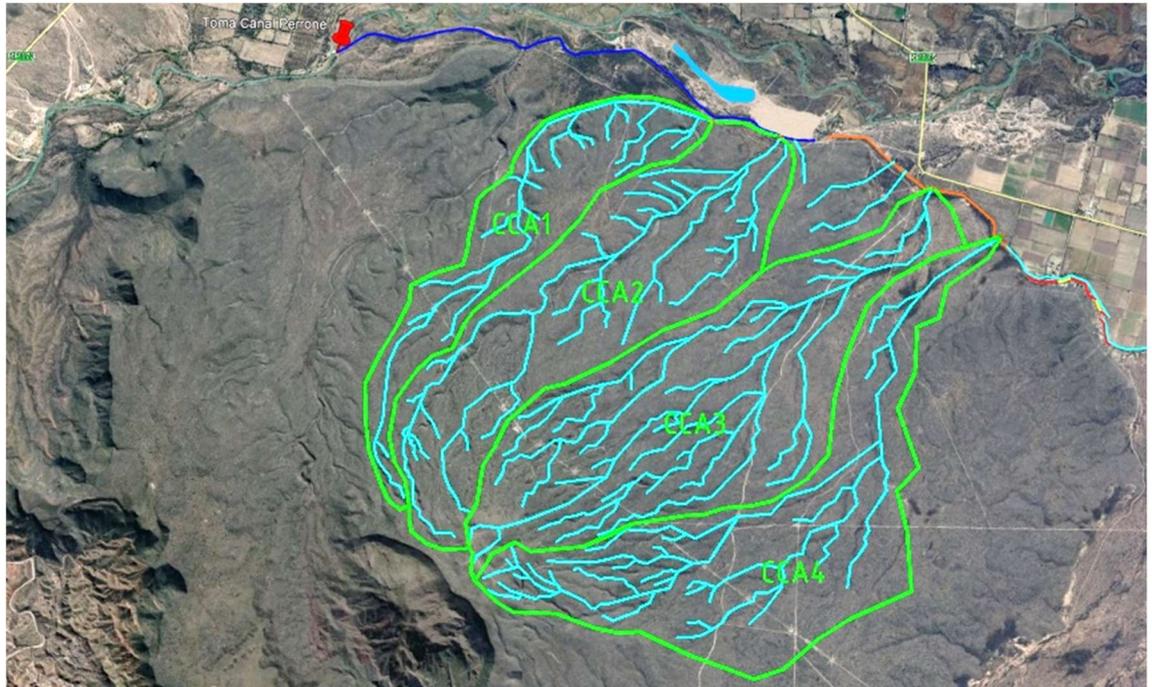


Imagen 8. Delimitación de cuencas hidrológicas.

Ya con las cuencas definidas se procede a calcular los parámetros característicos de las mismas: área, perímetro, longitud cauce principal, pendiente media, pendiente media ponderada y tiempo de concentración. Se resumen a continuación los datos obtenidos:

<b>Cuenca 1 (CCA1)</b>	<b>Cuenca 2 (CCA2)</b>	<b>Cuenca 3 (CCA3)</b>	<b>Cuenca 4 (CCA4)</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• <math>A = 2,83 \text{ km}^2</math></li><li>• <math>P = 11,40 \text{ km}</math></li><li>• <math>L_C = 6,14 \text{ km}</math></li><li>• <math>H_{\min} = 657 \text{ msnm}</math></li><li>• <math>H_{\max} = 925 \text{ msnm}</math></li><li>• <math>i_m = 4,07 \%</math></li><li>• <math>i_{m,pond} = 2,78 \%</math></li><li>• <math>T_C = 14 \text{ min}</math></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <math>A = 5,61 \text{ km}^2</math></li><li>• <math>P = 12,15 \text{ km}</math></li><li>• <math>L_C = 6,26 \text{ km}</math></li><li>• <math>H_{\min} = 654 \text{ msnm}</math></li><li>• <math>H_{\max} = 995 \text{ msnm}</math></li><li>• <math>i_m = 5,05 \%</math></li><li>• <math>i_{m,pond} = 3,48 \%</math></li><li>• <math>T_C = 19 \text{ min}</math></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <math>A = 6,73 \text{ km}^2</math></li><li>• <math>P = 13,29 \text{ km}</math></li><li>• <math>L_C = 6,10 \text{ km}</math></li><li>• <math>H_{\min} = 647 \text{ msnm}</math></li><li>• <math>H_{\max} = 1020 \text{ msnm}</math></li><li>• <math>i_m = 5,90 \%</math></li><li>• <math>i_{m,pond} = 2,96 \%</math></li><li>• <math>T_C = 23 \text{ min}</math></li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <math>A = 6,03 \text{ km}^2</math></li><li>• <math>P = 15,20 \text{ km}</math></li><li>• <math>L_C = 7,04 \text{ km}</math></li><li>• <math>H_{\min} = 645 \text{ msnm}</math></li><li>• <math>H_{\max} = 1020 \text{ msnm}</math></li><li>• <math>i_m = 5,29 \%</math></li><li>• <math>i_{m,pond} = 2,40 \%</math></li><li>• <math>T_C = 23 \text{ min}</math></li></ul>

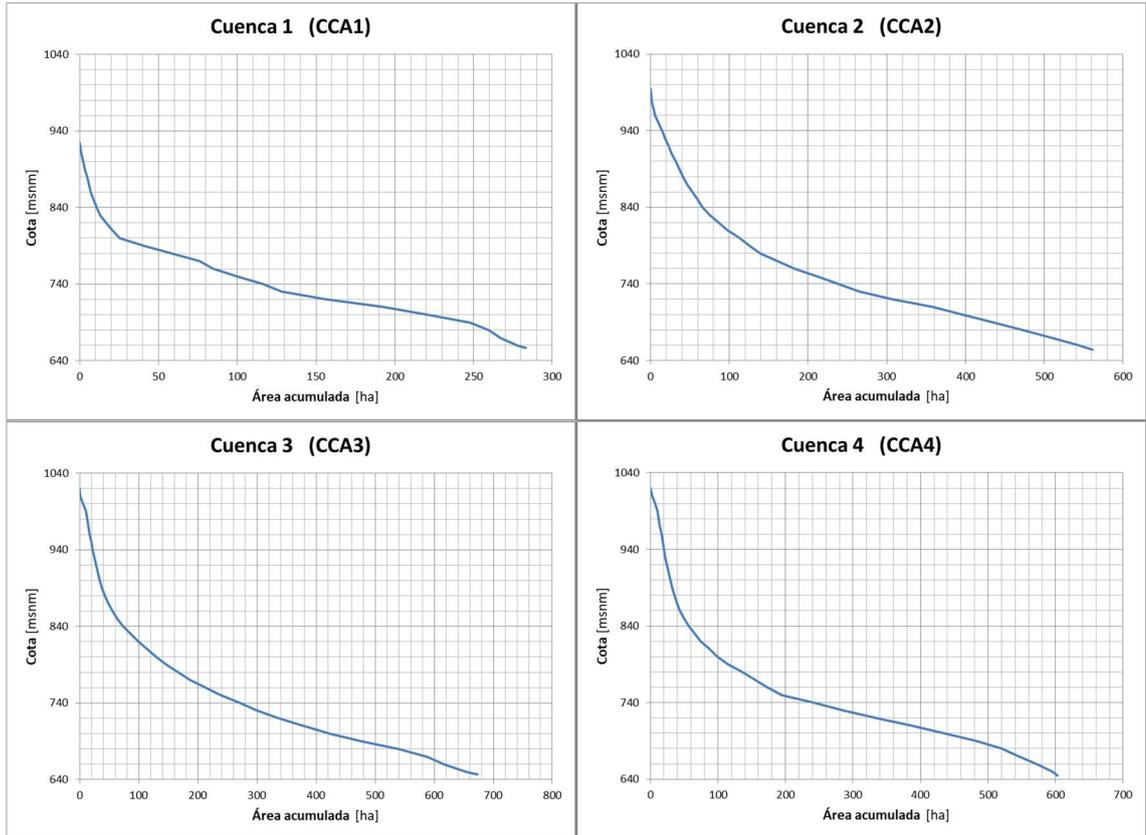


Imagen 9. Curvas hipsométricas (cota vs área acumulada) de las cuatro cuencas.

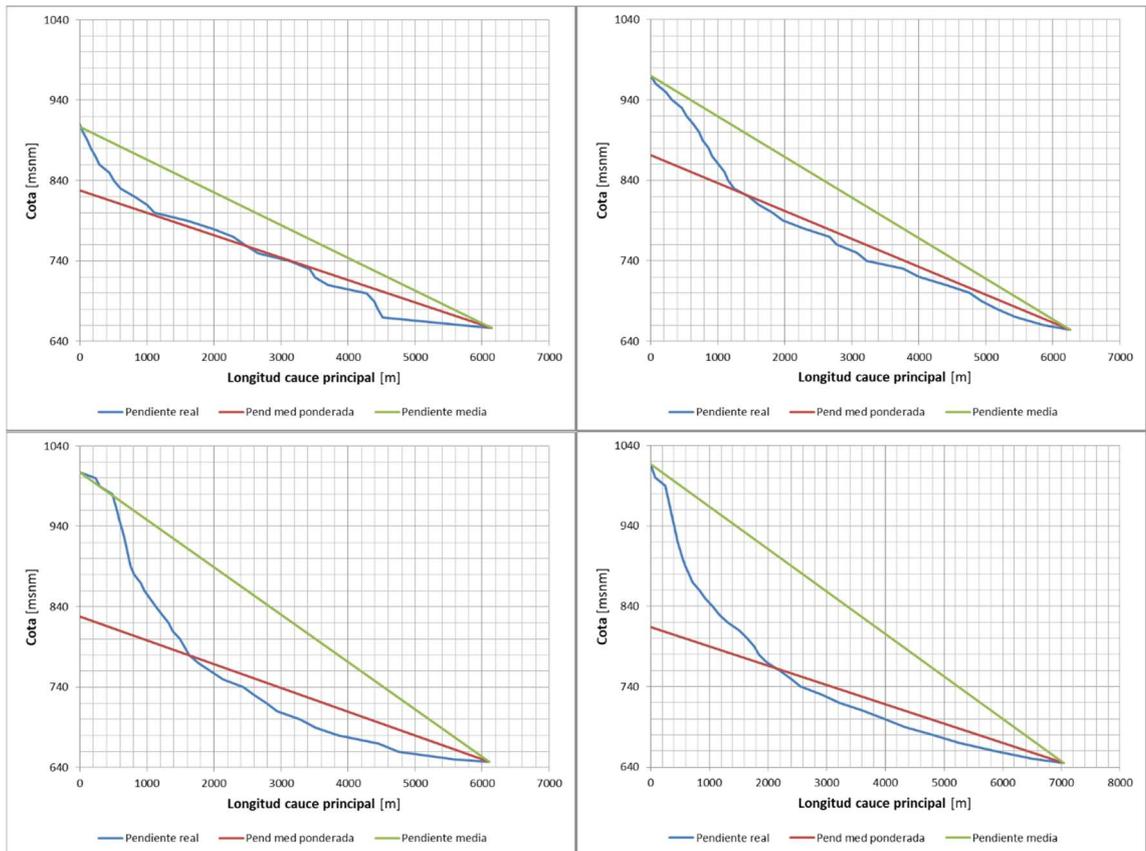


Imagen 10. Pendiente real, media y media ponderada de cada una de las cuencas.

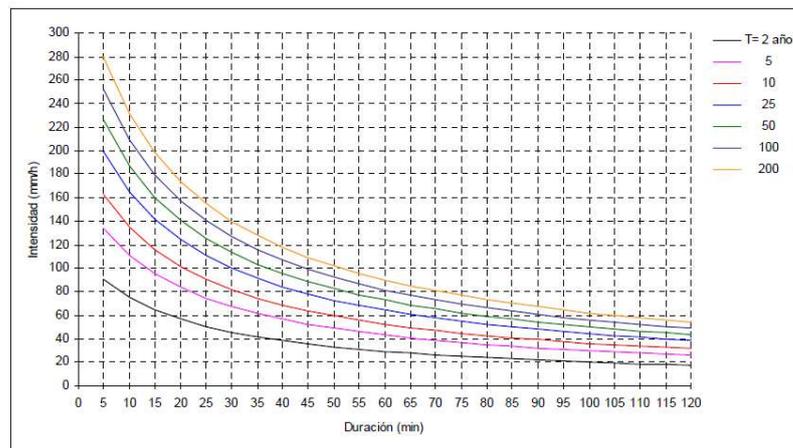
### 4.1.b) Tormenta de Proyecto

Se modeló la tormenta según las curvas IDF que propone el Instituto Nacional del Agua (INA) para la Provincia de Mendoza.



Instituto Nacional del Agua  
Centro Regional Andino

Relaciones Intensidad Duración Frecuencia (IDF) para el pedemonte del Gran Mendoza



**Relación IDF ajustada**

$$I_{D,TR} = \frac{\omega(T_R)}{(D + 0.268)^{0.883}}$$

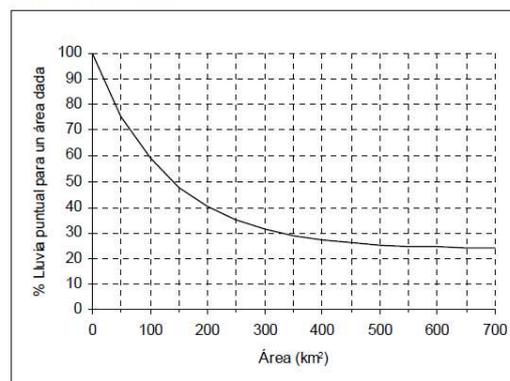
$I_{D,TR}$  = Intensidad (mm/h);  $D$  = Duración (h)

$T_R$ (años)	2	5	10	25	50	100	200
$\omega(T_R)$	36.049	53.303	64.727	79.161	89.869	100.498	111.088

**Hietograma de diseño de duración 1 hora**

Tiempo (min)	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
% Lámina total	4.2	9.7	12.7	14.0	14.0	13	11.2	8.9	6.4	3.9	1.7	0.3

**Curva Lámina-Área para reducir precipitación puntual a valores promedios en el área**



**Relación Lámina-Área ajustada**

$$\% \text{ Lluvia puntual} = 1 - 0.7632 \left( 1 - e^{-0.00769 A} \right)$$

$A$  = Área (km<sup>2</sup>)

Se elige un Tiempo de Recurrencia de 25 años ( $TR = 25$ ) y una Duración de tormenta de 1 hora ( $D = 60$  min). Aplicando la primera fórmula propuesta por el INA, resulta:

$$TR = 25 \rightarrow \omega = 79,161 \quad y \quad D = 60 \quad \Rightarrow \quad I = 64,20 \frac{\text{mm}}{\text{h}}$$

Para realizar la simulación de la tormenta se crea una familia de elipses de área creciente y relación de radios “ $a = 1,5.b$ ”. El área de cada elipse se introduce en la segunda fórmula propuesta por el INA para obtener la intensidad en cada isoyeta:

$$\% \text{ lluvia} = 1 - 0,7632 \cdot (1 - e^{-0,00769 \cdot A})$$

Área elipse	% de lluvia correspondiente	Intensidad	Lámina
1 km <sup>2</sup>	$1 - 0,7632 \cdot (1 - e^{-0,00769 \cdot 1}) = 99\%$	64 mm/h	64 mm
10 km <sup>2</sup>	$1 - 0,7632 \cdot (1 - e^{-0,00769 \cdot 10}) = 94\%$	61 mm/h	61 mm
25 km <sup>2</sup>	$1 - 0,7632 \cdot (1 - e^{-0,00769 \cdot 25}) = 87\%$	56 mm/h	56 mm
50 km <sup>2</sup>	$1 - 0,7632 \cdot (1 - e^{-0,00769 \cdot 50}) = 76\%$	49 mm/h	49 mm
100 km <sup>2</sup>	$1 - 0,7632 \cdot (1 - e^{-0,00769 \cdot 100}) = 59\%$	38 mm/h	38 mm
250 km <sup>2</sup>	$1 - 0,7632 \cdot (1 - e^{-0,00769 \cdot 250}) = 35\%$	22 mm/h	22 mm

Como no se sabe dónde se va a ubicar el núcleo de la tormenta convectiva, se debe hacer tantas simulaciones de lluvia como número de subcuencas se haya modelado. En cada simulación, se coloca la familia de elipses con núcleo en una de las subcuencas:

- Precipitación con núcleo en subcuenca 1 (LL1)
- Precipitación con núcleo en subcuenca 2 (LL2)
- Precipitación con núcleo en subcuenca 3 (LL3)
- Precipitación con núcleo en subcuenca 4 (LL4)

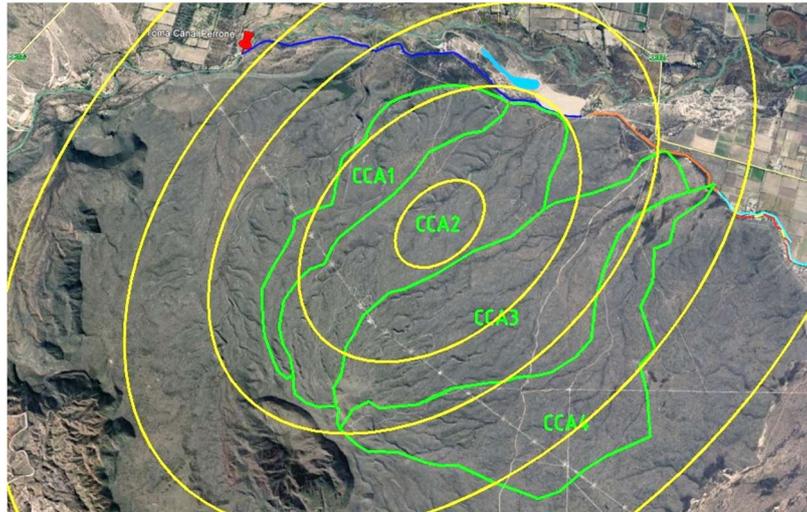


Imagen 11. Precipitación con núcleo en subcuenca 2 (LL2)

Ahora deben confeccionarse los yetogramas de diseño para cargar en el software. Un yetograma corresponde a 1 lluvia en 1 subcuenca, por lo tanto habrá 16 yetogramas:

- Yetograma de cuenca 1 debido a precipitación con núcleo en cuenca 1 (CCA1-LL1)
- Yetograma de cuenca 1 debido a precipitación con núcleo en cuenca 2 (CCA1-LL2)
- Yetograma de cuenca 1 debido a precipitación con núcleo en cuenca 3 (CCA1-LL3)
- Yetograma de cuenca 1 debido a precipitación con núcleo en cuenca 4 (CCA 1-LL4)
- De la misma forma para las otras subcuencas.

Para confeccionar los yetogramas, se calcula una precipitación media para cada una de las 16 situaciones. Para calcular la precipitación media se debe medir el área de superposición de cada elipse de la lluvia en cuestión con la cuenca correspondiente, y luego hacer un promedio dividiendo por el área total.

Por ejemplo, para el yetograma CCA3-LL2 se mide el área de superposición de cada una de las elipses de la LL2 con la subcuenca CCA3 y resulta:

$$P_{med} = \frac{\sum \text{área superp. elipse "i"} * \text{precip. elipse "i"}}{\text{área subcuenca}}$$

$$P_{med} = \frac{2,64 \text{ km}^2 \cdot 61 \text{ mm} + 3,48 \text{ km}^2 \cdot 56 \text{ mm} + 0,60 \text{ km}^2 \cdot 49 \text{ mm}}{6,73 \text{ km}^2}$$

$$P_{med} = 57 \text{ mm}$$

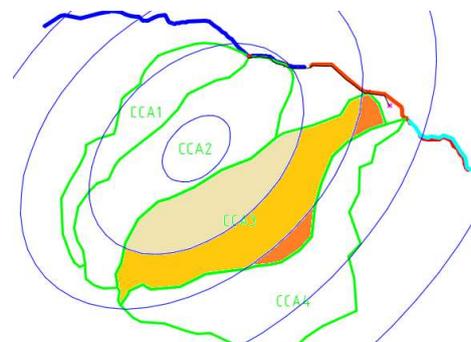


Imagen 12. Superposición de elises de lluvia LL2 con la subcuenca CCA3

Ahora para darle forma al yetograma se recurre a los porcentajes que da el INA para armar el yetograma de diseño, los cuales se van a aplicar sobre la precipitación media. Se continúa con el ejemplo de CCA3-LL2:

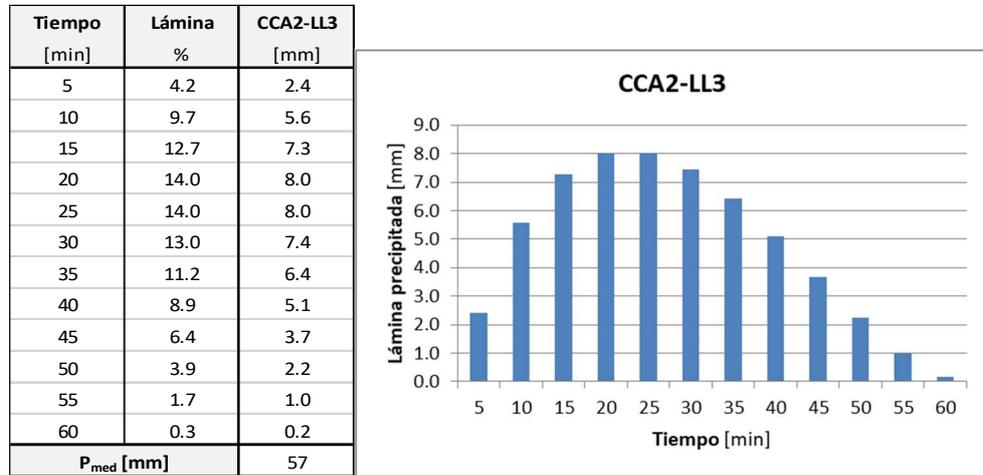


Imagen 13. Yetograma de la CCA2 producido por una tormenta con núcleo en la CCA3.

De esta manera se obtienen los 16 yetogramas de diseño.

#### **4.1.c) Modelación hidrológica**

Una vez caracterizadas la tormenta de diseño que va a caer y la cuenca donde la misma precipita, se procede a realizar una modelación digital del problema, con el objetivo de obtener el hidrograma de salida en las secciones de control definidas.

Se utilizará el programa **HEC-HMS**, que su nombre en inglés significa *Sistema de Modelación Hidrológica* (Hydrologic Model System), desarrollado por el *Cuerpo de Ingenieros Hidrológicos* de Estados Unidos (Hydrologic Engineering Corps). Este software es de difusión gratuita y se puede descargar de la página oficial de dicho Cuerpo de Ingenieros.

Un problema de diseño hidrológico como el que se aborda en este trabajo, donde no se cuenta con ningún tipo de información estadística, se debe abordar mediante el *modelo lluvia /escorrentía*. El mismo consiste en modelar una lluvia de diseño, estimar que parte de la misma escurre efectivamente sobre la cuenca de trabajo, evaluar la forma en que escurre, y obtener el producto del escurrimiento.

En términos generales, este proceso de diseño se puede graficar como sigue:

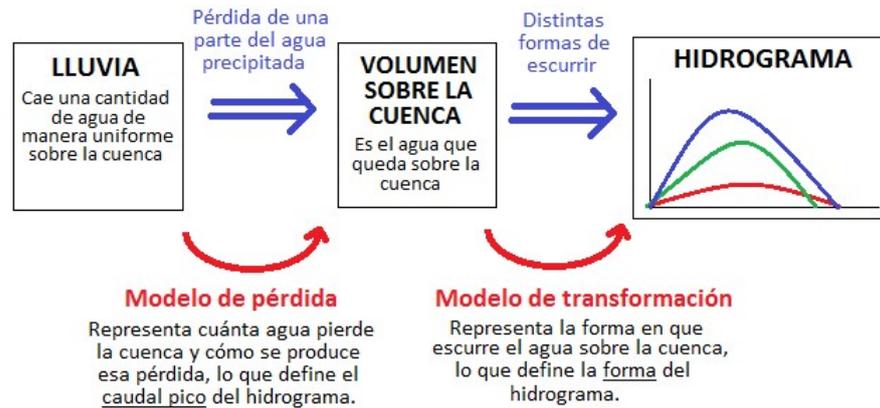


Imagen 14. Esquema del proceso de modelación hidrológica.

Se llamará un “*modelo*” a la combinación de un modelo de pérdida (*loss*) y un modelo de transformación (*transform*). Como método de pérdida se eligió “SCS Curve Number”, donde se designa un número “CN” según la fracción de agua que escurre (por ende depende de la permeabilidad del terreno). Como método de transformación se eligió “Clark Unit Hydrograph”, donde se debe ingresar el Tiempo de Concentración de la cuenca.

El modelo simplificado que se diseñó fue el siguiente:

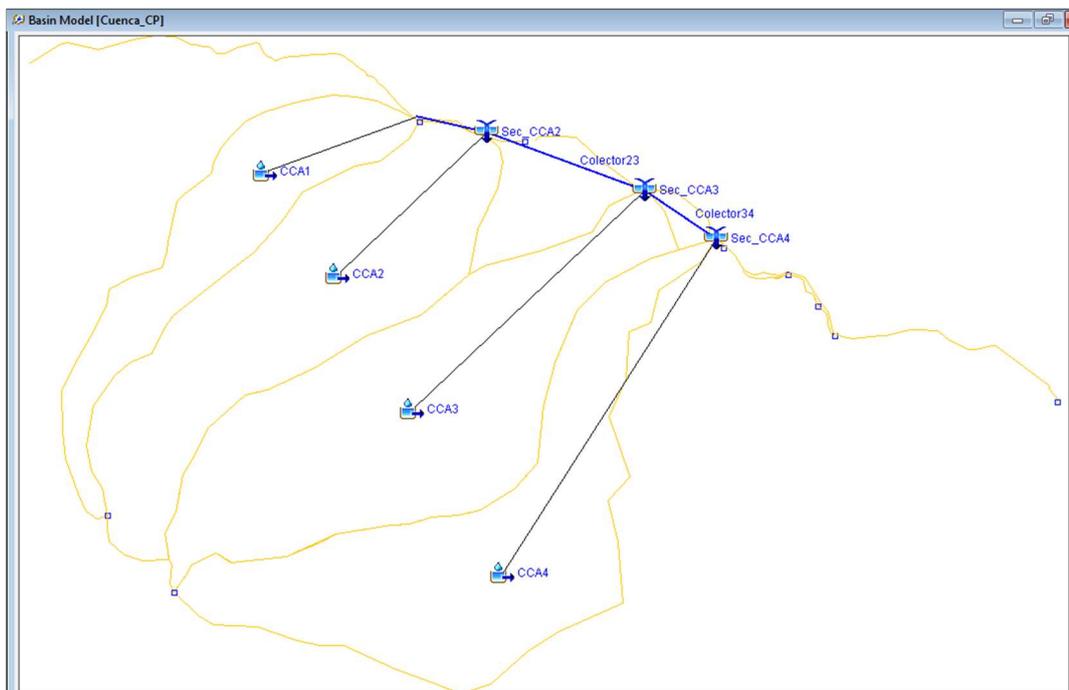


Imagen 15. Geometría de la cuenca modelada en HEC-HMS.

A continuación se detallan los resultados obtenidos que interesan a los efectos del diseño, es decir el caudal que deberían transportar los colectores. Los resultados globales obtenidos para cada lluvia fueron:

Project: PERRONE Simulation Run: TR25-LL1				
Start of Run: 01ene2018, 00:00		Basin Model: Cuenca_CP		
End of Run: 01ene2018, 03:00		Meteorologic Model: TR25-LL1		
Compute Time: 06sep2018, 13:36:00		Control Specifications: Control 1		
Volume Units: <input checked="" type="radio"/> MM <input type="radio"/> 1000 M3				
Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
CCA1	2,83	42,0	01ene2018, 00:45	30,46
CCA2	5,61	69,8	01ene2018, 00:50	28,29
CCA3	6,73	60,3	01ene2018, 00:50	21,99
CCA4	6,03	33,1	01ene2018, 00:55	12,73
Colector12	2,83	41,7	01ene2018, 00:45	30,26
Colector23	8,44	110,3	01ene2018, 00:50	29,01
Colector34	15,17	169,5	01ene2018, 00:50	25,96
Sec_CCA2	8,44	110,5	01ene2018, 00:45	28,95
Sec_CCA3	15,17	170,6	01ene2018, 00:50	25,90
Sec_CCA4	21,20	202,4	01ene2018, 00:50	22,20

Project: PERRONE Simulation Run: TR25-LL3				
Start of Run: 01ene2018, 00:00		Basin Model: Cuenca_CP		
End of Run: 01ene2018, 03:00		Meteorologic Model: TR25-LL3		
Compute Time: 06sep2018, 13:36:07		Control Specifications: Control 1		
Volume Units: <input checked="" type="radio"/> MM <input type="radio"/> 1000 M3				
Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
CCA1	2,83	32,1	01ene2018, 00:45	22,70
CCA2	5,61	67,5	01ene2018, 00:50	27,31
CCA3	6,73	80,8	01ene2018, 00:50	29,62
CCA4	6,03	67,0	01ene2018, 00:50	26,65
Colector12	2,83	31,3	01ene2018, 00:45	22,54
Colector23	8,44	98,5	01ene2018, 00:50	25,75
Colector34	15,17	178,0	01ene2018, 00:50	27,52
Sec_CCA2	8,44	98,8	01ene2018, 00:50	25,71
Sec_CCA3	15,17	179,3	01ene2018, 00:50	27,47
Sec_CCA4	21,20	245,1	01ene2018, 00:50	27,27

Project: PERRONE Simulation Run: TR25-LL2				
Start of Run: 01ene2018, 00:00		Basin Model: Cuenca_CP		
End of Run: 01ene2018, 03:00		Meteorologic Model: TR25-LL2		
Compute Time: 06sep2018, 13:36:05		Control Specifications: Control 1		
Volume Units: <input checked="" type="radio"/> MM <input type="radio"/> 1000 M3				
Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
CCA1	2,83	37,9	01ene2018, 00:45	27,14
CCA2	5,61	74,1	01ene2018, 00:50	30,12
CCA3	6,73	74,0	01ene2018, 00:50	27,06
CCA4	6,03	49,1	01ene2018, 00:50	19,19
Colector12	2,83	37,3	01ene2018, 00:45	26,93
Colector23	8,44	110,7	01ene2018, 00:50	29,10
Colector34	15,17	183,5	01ene2018, 00:50	28,26
Sec_CCA2	8,44	110,8	01ene2018, 00:50	29,05
Sec_CCA3	15,17	184,7	01ene2018, 00:50	28,20
Sec_CCA4	21,20	232,6	01ene2018, 00:50	25,68

Project: PERRONE Simulation Run: TR25-LL4				
Start of Run: 01ene2018, 00:00		Basin Model: Cuenca_CP		
End of Run: 01ene2018, 03:00		Meteorologic Model: TR25-LL4		
Compute Time: 06sep2018, 14:00:09		Control Specifications: Control 1		
Volume Units: <input checked="" type="radio"/> MM <input type="radio"/> 1000 M3				
Hydrologic Element	Drainage Area (KM2)	Peak Discharge (M3/S)	Time of Peak	Volume (MM)
CCA1	2,83	22,3	01ene2018, 00:45	15,29
CCA2	5,61	49,4	01ene2018, 00:50	19,49
CCA3	6,73	70,5	01ene2018, 00:50	25,75
CCA4	6,03	72,6	01ene2018, 00:50	28,87
Colector12	2,83	21,9	01ene2018, 00:50	15,16
Colector23	8,44	70,7	01ene2018, 00:50	18,05
Colector34	15,17	139,7	01ene2018, 00:50	21,51
Sec_CCA2	8,44	71,4	01ene2018, 00:50	18,04
Sec_CCA3	15,17	141,2	01ene2018, 00:50	21,47
Sec_CCA4	21,20	212,3	01ene2018, 00:50	23,60

Imagen 16. Resultados globales para cada lluvia.

Se observa que la lluvia que genera mayor caudal acumulado en la última sección de control (Sec\_CCA4) es la **lluvia con núcleo en la cuenca 3 (245,1 m³/s)**. Se adopta a ésta como la lluvia de proyecto, la cual genera el siguiente hidrograma de salida:

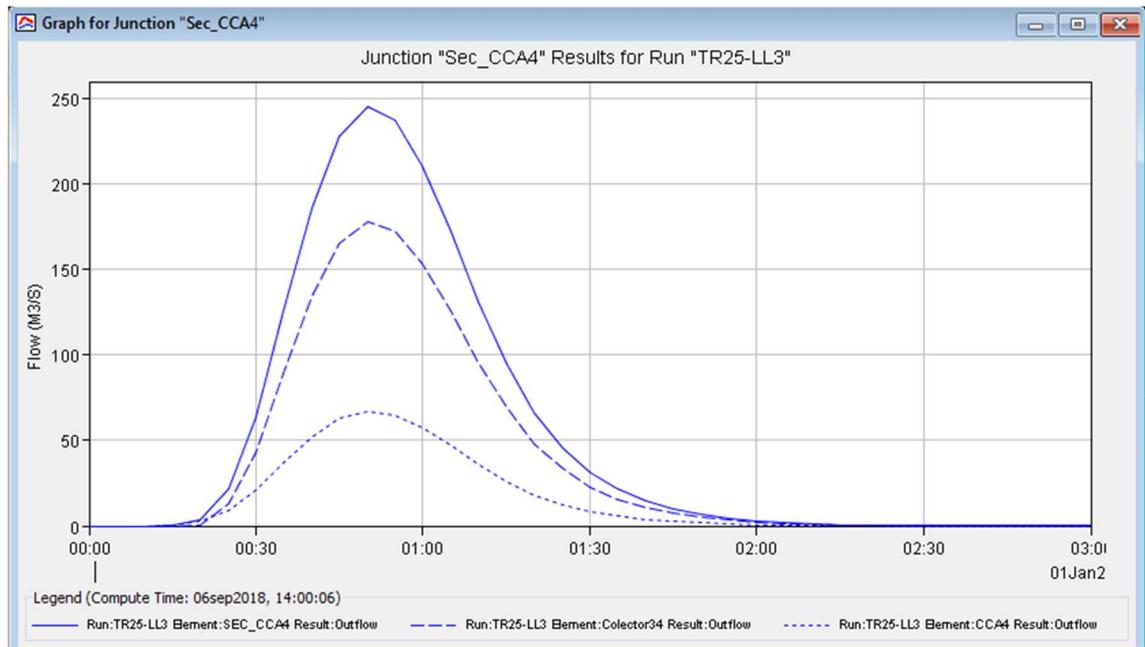


Imagen 17. Hidrograma de salida de toda la cuenca.

Estos resultados fueron pasados a la Dirección de Ingeniería de DGI para que sea diseñada una adecuada medida de control aluvional.

## 4.2. Proyecto riego acordado en Canal Bajada Araujo

### 4.2.a) El riego acordado

El *riego acordado* es una forma de distribución programada que, a diferencia de la distribución tradicional, organiza los turnos en base a la solicitud de cada regante para entregarle el agua en el momento más oportuno según su cultivo.

Los regantes hacen una solicitud basada en las necesidades de riego de sus cultivos, el DGI evalúa la factibilidad de cumplirlos, realiza cambios si son necesarios, arma el cuadro de turno y lo comunica. Esto debe ir acompañado de medición y control de caudales.

Esta nueva manera de distribuir el agua se aplicará en una inspección de cauce del departamento de Lavalle (Canal Bajada Araujo). Esto es posible ya que fueron realizados 3 *reservorios* sobre el Canal San Martín, que permitirán amortiguar las variaciones de caudal y proveer al sistema de un volumen de agua suficiente para flexibilizar el turnado de riego en la zona.

El nuevo sistema de distribución depende de una medición precisa y permanente de los caudales que ingresan a cada hijuela. Para ello se necesita que en cada una de ellas haya una sección de aforos que funcione de manera óptima y controlada. Entonces se harán obras de reconstrucción de las secciones de aforos existentes y se construirán secciones nuevas que no estaban medidas.



Imagen 18. Reservorios en la sexta zona de riego.



Imagen 19. Entrada a los reservorios: vertedero pico de pato.



Imagen 20. Salida de los reservorios: módulos de máscara.

#### **4.2.b) Obras sobre el Canal Bajada Araujo**

Para poder implementar el programa de Riego Acordado es fundamental contar con un sistema de medición confiable y particiones eficientes. Para ello se realizó una modelación hidráulica del canal, lo cual arrojó una serie de intervenciones necesarias sobre el canal y sus tomas.

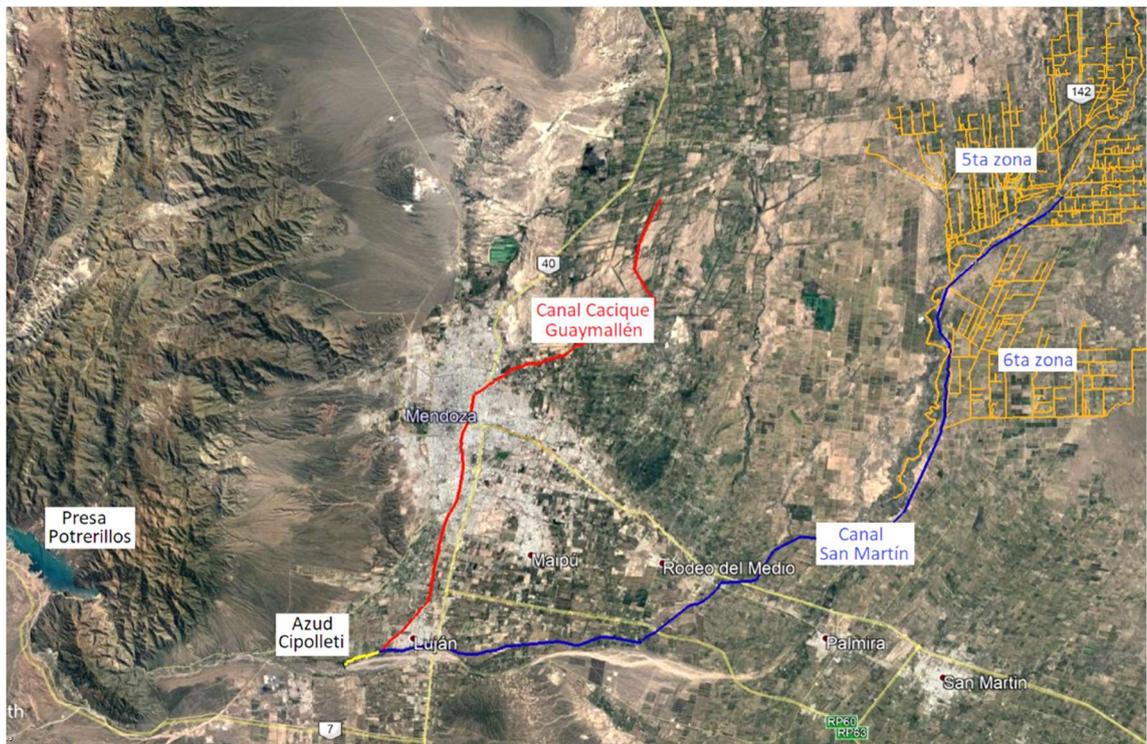


Imagen 21. Aprovechamiento Río Mendoza. Localización de la 5ta zona de riego.

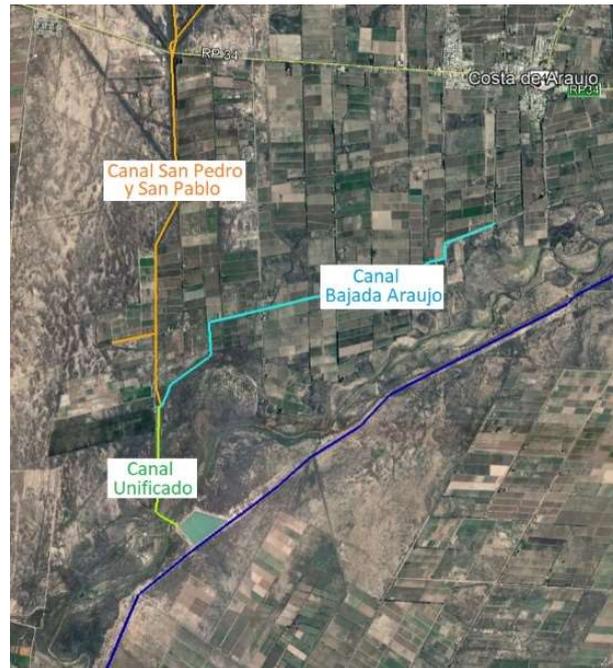


Imagen 22. Toma Canal Unificado. Partición San Pedro y San Pablo - Bajada Araujo.

Básicamente las obras consistían en intervenir algunas secciones de aforos, construir algunas nuevas, y construir nuevas compuertas de baja altura. A fines de 2017 se habían realizado campañas a la zona para ver el estado de la totalidad del canal y sus obras singulares.

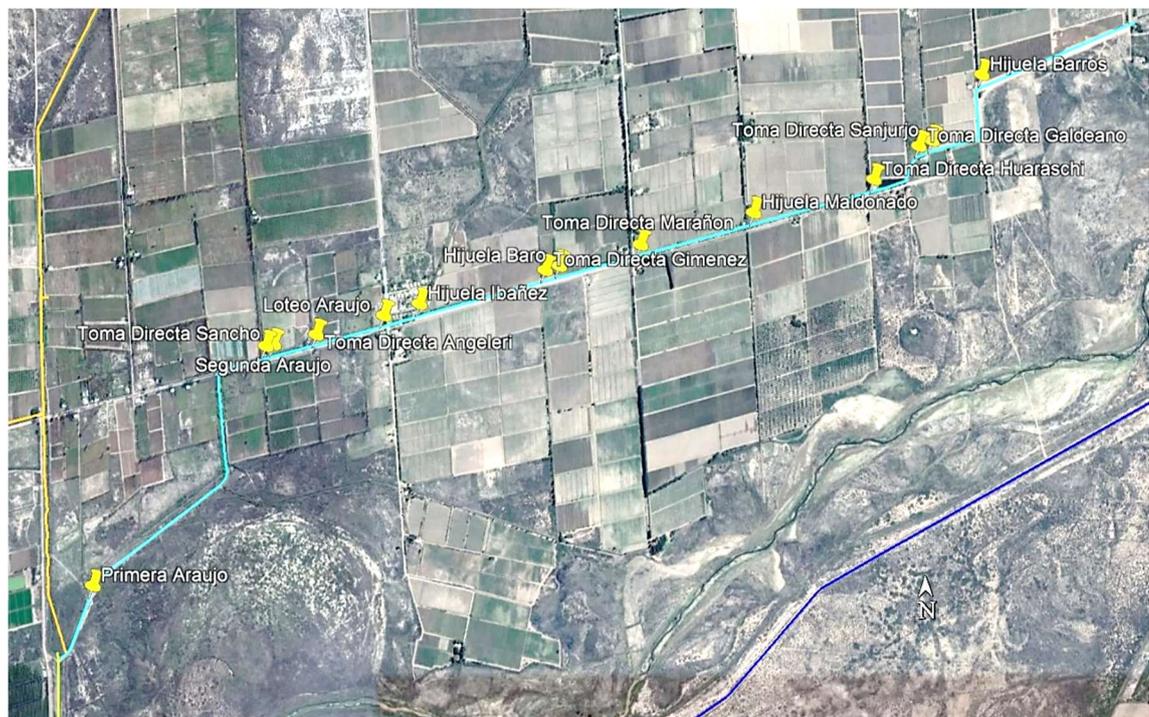


Imagen 23. Hijuelas y tomas directas donde se realizó algún tipo de intervención.

El objetivo del trabajo es realizar un cómputo de las obras a realizar. Para ello fue necesario efectuar una serie de actividades que se enumeran a continuación:

### 1. Campaña de medición de niveles

Se tomaron desniveles y progresivas en las secciones de aforo existentes y en los puntos donde se deberían construir nuevas secciones.

Los datos relevados fueron: desniveles entre fondo de canal, coronamiento, escalón (en caso de ya existir uno), y distancias longitudinales.

Los instrumentos utilizados fueron: nivel, mira y cinta métrica.



Imagen 24. Toma donde se modificará la sección de aforos.



Imagen 25. Toma donde se construirá una nueva sección de aforos.

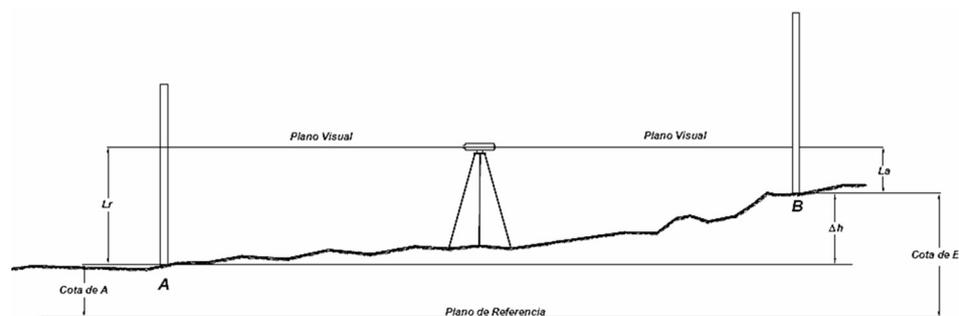


Imagen 26. Concepto de desnivel simple.



Imagen 27. Medición con nivel.

## 2. Modelación de las secciones de aforos.

En el software libre WinFlume se realizó la modelación hidráulica de cada sección de aforo, buscando eficiencia y practicidad constructiva. Para ello también se debió aprender el uso del software.

Al abrir un nuevo proyecto en el programa, se visualiza una sección de aforos típica con cuadros para colocar las dimensiones correspondientes. Se prueban distintas configuraciones hasta que el diseño resulte óptimo (el software debe mostrar todo “Ok” en el cuadro inferior derecho).

Una vez diseñada la sección, el mismo software entrega la *curva de gasto* de dicha sección. Es decir, qué caudal está circulando por la misma frente a cada lectura medida sobre la escala.

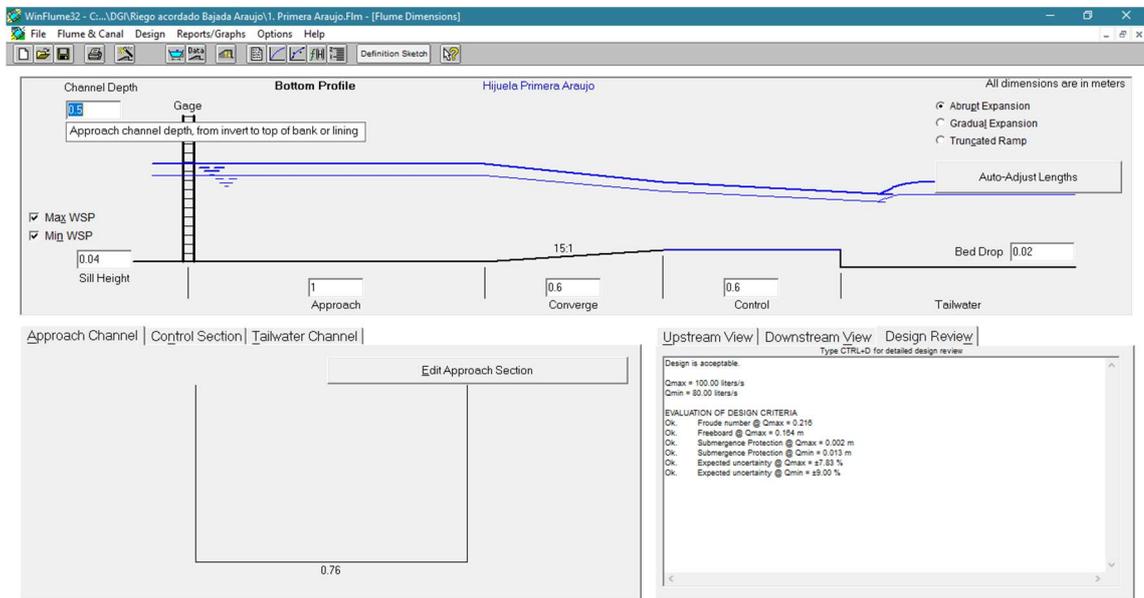


Imagen 28. Modelación de una de las secciones de aforos.

### TOMA DIRECTA SANCHO - Revision 19

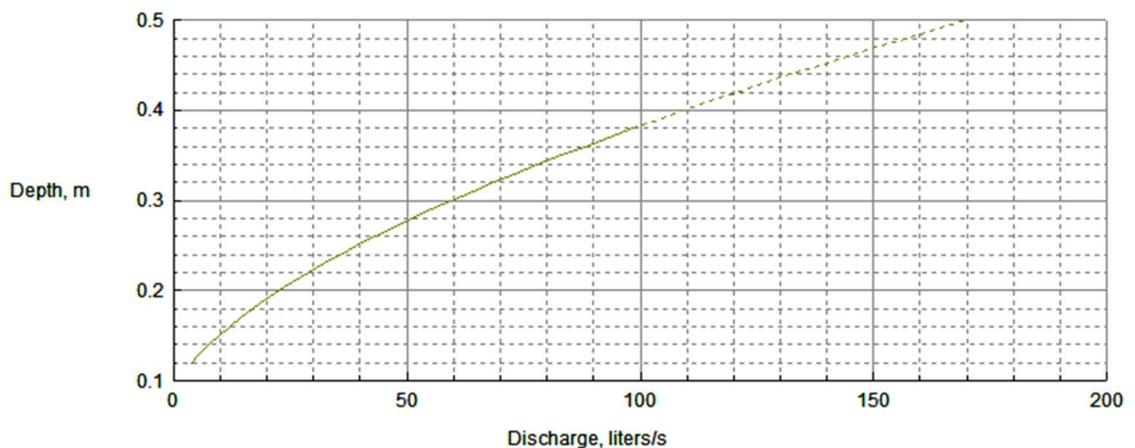


Imagen 29. Curva de gasto de una de las secciones evaluadas.



### 3. Cómputo de las intervenciones.

Para ello se elaboró una planilla asentando un listado de tareas necesarias para materializar cada una de las secciones de aforos, y computando las compuertas de baja altura necesarias.

<b>IRRIGACIÓN</b>		<b>Programa de Riego Acordado Cómputo de obras en Canal Bajada Araujo</b>			
<i>Departamento de Planificación Hídrica - Dirección de Gestión Hídrica</i>					
<i>*valores de longitud dados en [m]</i>					
<i>*valores de volumen dados en [m<sup>3</sup>]</i>					
<b>1. Aforador de pared gruesa en hijuela 1° Araujo</b>					
		Altura	Ancho	Longitud	Volumen
Construcción de estrechamiento gradual y escalón con rampa	Escalón	<b>0.04</b>	0.76	0.60	0.018
	Rampa		0.76	0.60	0.009
	Estrechamiento	0.50	<b>0.40</b>	0.60	0.120
	Transición	0.50		0.60	0.060
	TOTAL				0.207
<b>2. Instalar una compuerta plana de baja altura (50 cm) aguas abajo de la hijuela 2° Araujo</b>					
		Altura	Ancho		
Chapa metálica		0.5	2.9		
Pasarela de hormigón armado		Longitud 2.9 m, ancho 50 cm, espesor 12 cm			
<b>3. Aforador de pared gruesa en Toma Directa Sancho</b>					
Demolición de estrechamiento y escalón de la sección existente					
		Altura	Ancho	Longitud	Volumen
Construcción rampa y escalón al final del tramo revestido, sin estrechamiento lateral	Escalón	<b>0.08</b>	0.3	0.5	0.012
	Rampa		0.3	0.25	0.003
	TOTAL				0.015
<b>4. Aforador de pared gruesa en Toma Directa Angeleri</b>					
Demolición de estrechamiento y escalón sección existente					
		Altura	Ancho	Longitud	Volumen
Construcción rampa y escalón al final del tramo revestido, sin estrechamiento lateral	Escalón	<b>0.08</b>	0.3	0.5	0.012
	Rampa		0.3	0.25	0.003
	TOTAL				0.015
<b>5. Aforador de pared gruesa en Toma Loteo Araujo</b>					
Demolición de estrechamiento y escalón sección existente					
		Altura	Ancho	Longitud	Volumen
Construcción rampa y escalón al final del tramo revestido, sin estrechamiento lateral	Escalón	<b>0.08</b>	0.3	0.5	0.012
	Rampa		0.3	0.25	0.003
	TOTAL				0.015
<b>7. Instalar una compuerta plana de baja altura (40 cm) aguas abajo de la hijuela Ibañez</b>					
		Altura	Ancho		
Chapa metálica		0.4	2.9		



<b>8. Aforador de pared gruesa en toma directa Giménez</b>						
		Altura	Ancho	Longitud	Volumen	
	Escalón	<b>0.15</b>	0.82	1.00	0.123	
	Rampa entrada		0.82	0.60	0.037	
Construcción de estrechamiento gradual y escalón con rampa	Rampa salida		0.82	1.00	0.062	
	Estrechamiento	0.80	<b>0.30</b>	1.00	0.240	
	Transición entra	0.80		0.60	0.072	
	Transición salida	0.80		1.00	0.120	
	Sección nueva de canal, espesor 12 cm	0.80	0.82	2.60	0.755	
	Recrecimiento canal existente, espesor 12 cm	0.22		5.60	0.296	
	<b>TOTAL</b>				<b>1.704</b>	

<b>9. Instalar una compuerta plana de baja altura (40 cm) aguas abajo de la hijuela Baro</b>			
	Altura	Ancho	
Chapa metálica	0.4	2.9	

<b>10. Aforador de pared gruesa en toma directa Marañón</b>						
		Altura	Ancho	Longitud	Volumen	
	Escalón	<b>0.15</b>	0.80	1.00	0.120	
	Rampa entrada		0.80	0.60	0.036	
Construcción de estrechamiento gradual y escalón con rampa	Rampa salida		0.80	0.80	0.048	
	Estrechamiento	0.90	<b>0.30</b>	1.00	0.270	
	Transición entra	0.90		0.60	0.081	
	Transición salida	0.90		0.80	0.108	
	Recrecimiento canal existente, espesor 12 cm	0.14		7.00	0.235	
	<b>TOTAL</b>				<b>0.898</b>	

<b>11. Recreer 10 cm la compuerta de baja altura ubicada aguas abajo de la toma directa Marañón</b>			
	Altura	Ancho	
Chapa metálica	0.1	2.3	

<b>12. Recreer 10 cm la compuerta de baja altura ubicada aguas abajo de la toma directa Maldonado</b>			
	Altura	Ancho	
Chapa metálica	0.1	2.3	

<b>13. Recreer 10 cm la compuerta de baja altura ubicada aguas abajo de la toma directa Huaraschi</b>			
	Altura	Ancho	
Chapa metálica	0.1	2.3	

<b>14. Aforador de pared gruesa en toma directa Galdeano</b>						
		Altura	Ancho	Longitud	Volumen	
	Escalón	<b>0.15</b>	0.75	0.70	0.079	
	Rampa		0.75	0.45	0.025	
Construcción de estrechamiento gradual y escalón con rampa	Estrechamiento	0.60	<b>0.25</b>	0.70	0.105	
	Transición	0.60		0.45	0.034	
	<b>TOTAL</b>				<b>0.243</b>	

<b>15. Recreer 10 cm la compuerta de baja altura ubicada aguas abajo de la toma directa Sanjurjo</b>			
	Altura	Ancho	
Chapa metálica	0.1	2.3	

<b>16. Aforador de pared gruesa en toma directa Barros</b>						
		Altura	Ancho	Longitud	Volumen	
Construcción de estrechamiento gradual (ya existe escalón)	Estrechamiento	1.20	<b>0.31</b>	1.00	0.372	
	Transición	1.20		1.00	0.186	
	<b>TOTAL</b>				<b>0.558</b>	

Este cómputo fue entregado al Departamento de Planificación Hídrica, responsable del proyecto de riego acordado, y a la Inspección de Cauce del Canal Bajada Araujo, que serán los encargados de materializar las obras.

#### **4.2.c) Curva altura-volumen de Reservorios**

El Canal Bajada Araujo dispone de caudal para entregar durante cuatro días, y luego pasan cuatro días sin agua (le corresponde el agua al Canal Cacique Guaymallén). Para poder entregar agua entre turnos es necesario disponer de embalses de reserva, por lo que en 2015 se encaró la construcción de tres represas ubicadas en la 6ta zona de riego, que en total embalsan un total de 1,50 hm<sup>3</sup> de agua.

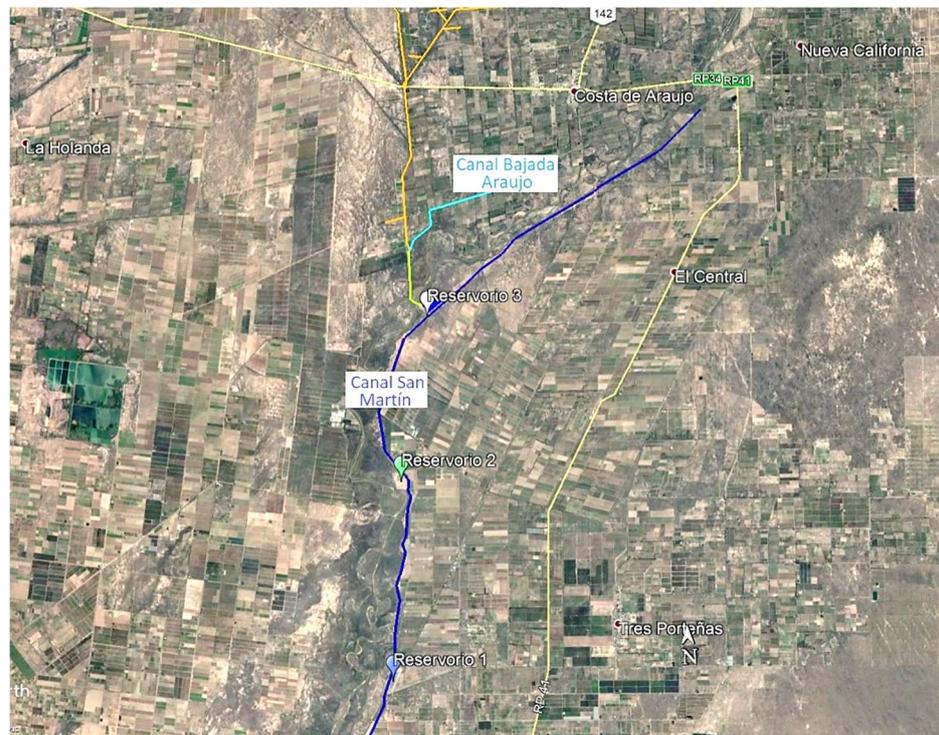


Imagen 30. Ubicación de los 3 reservorios.

Para realizar una correcta distribución del recurso hídrico es necesario conocer qué volumen de agua está embalsado y qué volumen está siendo entregado en cada momento. Para eso se instala una escala graduada al centímetro en el reservorio, y se confecciona una curva altura - volumen para realizar la correlación con cada lectura.

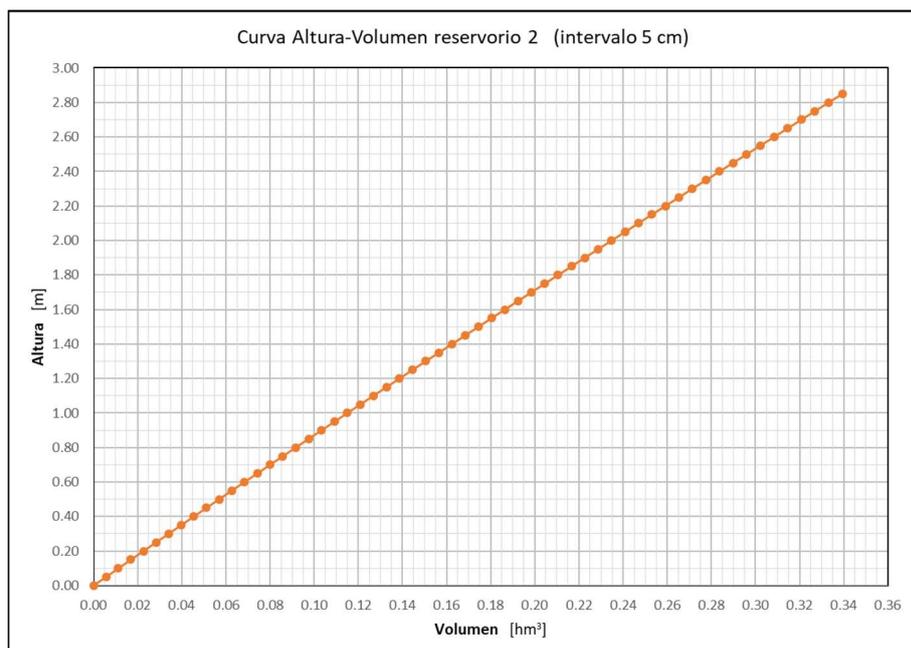
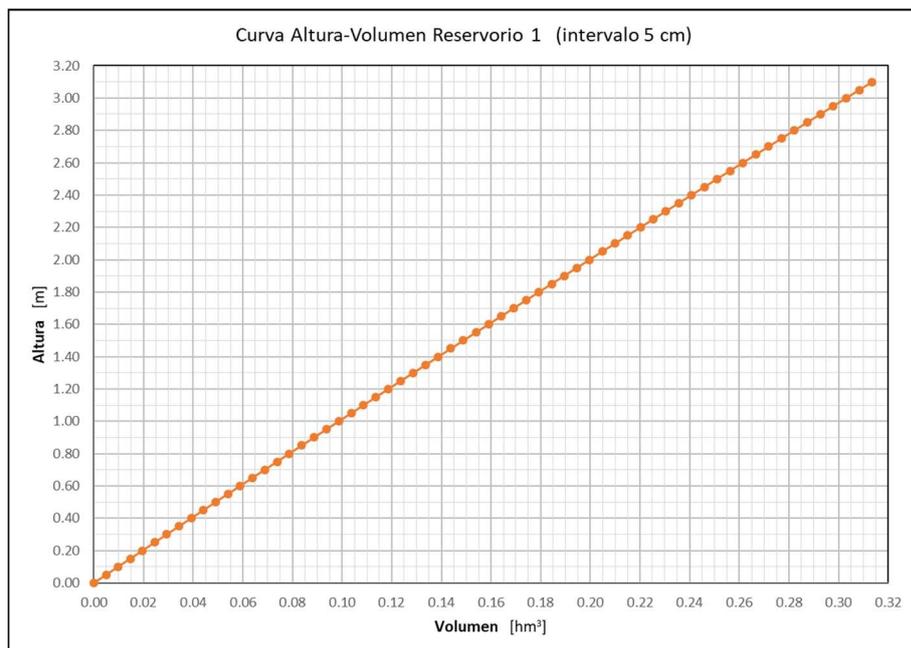
El objetivo del siguiente trabajo es elaborar la curva altura - volumen de los tres reservorios construidos. Para ello se utilizó los planos conforme a obra entregados por la empresa constructora:

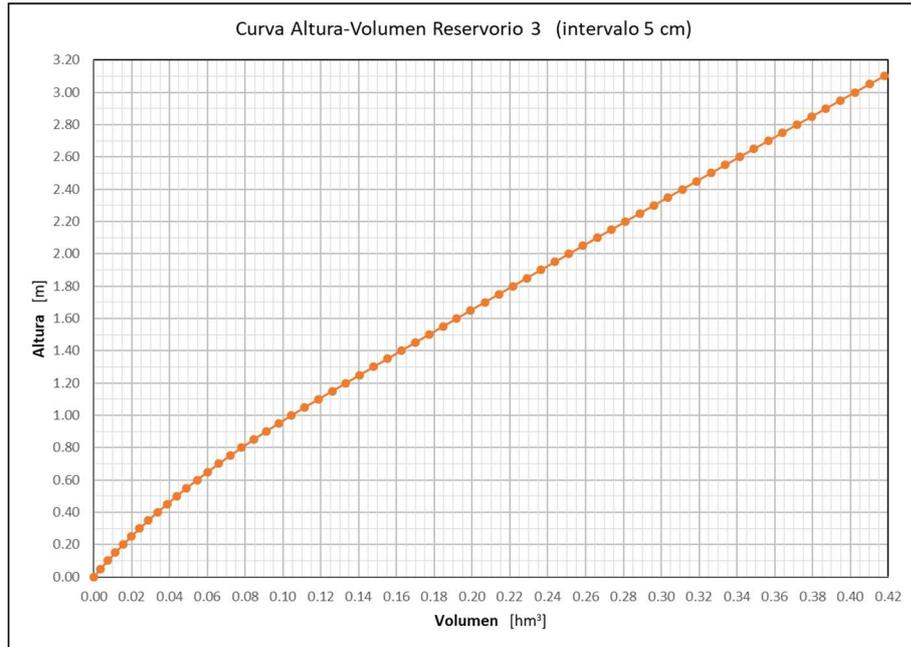
- Se establece un intervalo de altura  $\Delta h$ .
- Para cada intervalo, se toma la medición de la superficie cubierta del reservorio en los planos conforme a obra ( $A_1, A_2$ ).
- Se calcula el intervalo de volumen correspondiente  $\Delta V$  mediante la aplicación de la fórmula de la pirámide truncada:

$$\Delta V = \frac{1}{3} \cdot \Delta h \cdot (A_1 + A_2 + \sqrt{A_1 \cdot A_2})$$

- Se tabulan los resultados  $\Delta h$  vs  $\Delta V$  y se grafican.

Los resultados obtenidos son los siguientes:





Estas curvas fueron entregadas al Departamento de Planificación Hídrica para que realice el cuadro de turnos correspondiente.

## 5. Desarrollo de la PPS en campo

En el transcurso del período de prácticas se realizaron algunas campañas de medición de caudales en canales y arroyos de la Provincia.

### 5.1. Fundamentos teóricos

Los *aforos puntuales* son realizados en un tramo determinado de un canal, río o arroyo. La finalidad del mismo puede ser construir una curva de gasto de una sección de aforo, verificar una curva de gasto existente, corroborar la fidelidad del dato registrado por la Estación Telemétrica de dicho cauce, o realizar pericias o auditorías.

El instrumento que se utiliza para aforos puntuales es el *molinete hidráulico*. Estos instrumentos miden mecánicamente la velocidad de una corriente de agua en el punto en que están sumergidos; mediante el fundamento de que el movimiento de la corriente hace girar un eje a través de una hélice.

El molinete se fija a una barra vertical que se apoya en el fondo del cauce, que al estar graduada permite determinar la profundidad de colocación.



Imagen 31. Molinete utilizado por el Departamento de Hidrología.

Para afloros expeditivos o cauces de poco tirante, se toma la velocidad a una profundidad  $0,6 \cdot h$  de la superficie, y se adopta como valor representativo de la velocidad media ( $v_m = v_{0,6h}$ ).

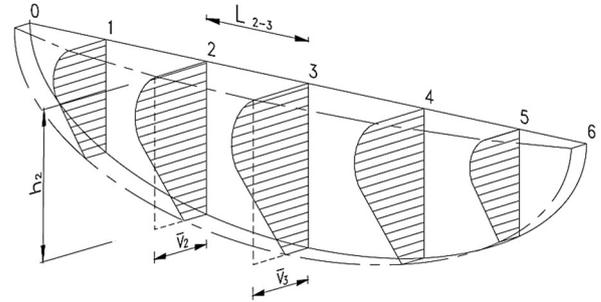
Con cinta métrica se mide el ancho total del cauce “L” y se divide en tramos  $\Delta L$  donde se realizarán las mediciones con molinete. Se busca adoptar un intervalo de longitud que sea práctico y aporte precisión a la medición. En cada punto se anotan en planilla 3 datos fundamentales (se explica con un ejemplo):

Distancia al borde [m]	Altura de agua [m]	Velocidad [rpm]
0,00	0,00	0
0,10	0,34	234
0,40	0,37	252
0,70	0,35	220
1,00	0,42	245
1,30	0,40	223
1,60	0,33	243
1,70	0,00	0

La velocidad computada es el número de vueltas de molinete que registra el contador del equipo. Luego se transforma a  $v_i$  [m/s] a través de una fórmula de correlación particular de cada molinete, las cuales fueron obtenidas en un laboratorio hidráulico.

Con el  $\Delta L$  adoptado y la altura medida en cada punto, se calcula el área de influencia  $w_i$  que corresponde a la medición de la velocidad. Así, se puede calcular el caudal pasante mediante la aplicación de la ecuación de la continuidad:

$$Q = \sum w_i \cdot v_i$$
$$Q = \sum (h_i \cdot \Delta L_i) \cdot v_i \quad \left[ \frac{\text{m}^3}{\text{s}} \right]$$



## 5.2. Campañas realizadas

A continuación se muestra registro fotográfico de algunas campañas realizadas:



Imagen 32. Aforo con molinete en Arroyo Carrizal (Tunuyán Superior, Rivadavia).



Imagen 33. Aforo con molinete en Arroyo Carrizal (Tunuyán Superior, Rivadavia).



Imagen 34. Aforo con molinete en Arroyo Awanda (Tunuyán Superior, San Carlos).



Imagen 35. Aforo con molinete en Río Las Tunas (Tunuyán Superior, Tupungato)



Imagen 36. Aforo con molinete en Arroyo Santa Clara (Tunuyán Superior, Tupungato)



Imagen 37. Aforo con molinete en Río Diamante (La Jaula, San Carlos)



Imagen 38. Aforo con micromolinete en una Toma del Río Las Tunas (Tunuyán Superior, Tupungato)



## 6. Resultados obtenidos

A continuación se realiza un breve resumen de los resultados obtenidos de las distintas actividades desarrolladas durante la PPS, tanto de gabinete como de campo.

### 1. Proyecto Canal Perrone

Mediante la modelación hidrológica de la cuenca del Cerro Negro, se obtuvieron los *caudales de aporte aluvional* que descargarían en el Canal Perrone.

Estos resultados fueron informados a la Dirección de Ingeniería, la cual en base a dichos caudales definirá el tipo de obra de mitigación aluvional, y procederá a su diseño.

### 2. Proyecto de Riego Acordado en Canal Bajada Araujo

En primer lugar se realizó el diseño de las secciones de aforo necesarias, obteniéndose como resultado las *dimensiones geométricas, el comportamiento hidráulico y la curva de gasto* de cada una de las secciones de aforo. Esta información es necesaria para pasar al ítem siguiente, y para una posterior operación eficiente del sistema de distribución.

En segundo lugar se realizó el cómputo de las intervenciones necesarias, obteniéndose un *listado de tareas y volúmenes de materiales necesarios*. Este cómputo fue entregado a la Inspección de Cauce del Canal Bajada Araujo para que realice las obras correspondientes.

En tercer lugar se calculó la *curva altura-volumen* de los tres reservorios de la 6ta zona de riego. Estas curvas servirán para conocer y regular el volumen de agua que ingresa y egresa de los reservorios, con el fin último de mejorar la distribución del agua.

### 3. Campañas de aforos

Se realizaron aforos puntuales con molinete en distintos arroyos y canales de la Provincia de Mendoza, obteniéndose como resultado final el *caudal escurrido* por el cauce evaluado.



Esta información se puede ser utilizada para distintos fines: verificar la correcta medición de las Estaciones Telemétricas de medición continua de caudales, construir una curva de gasto en una Sección de Aforo nueva, conocer el caudal escurrido en cauces no medidos, o realizar auditorías al funcionamiento de una red de distribución.

## 7. Capacitación

Durante el período de PPS, se dictó en el Departamento General de Irrigación un curso de modelación hidráulica en el software HEC-RAS, dirigido a ingenieros civiles e hidráulicos. Entonces se realizó tal curso para conocer una poderosa herramienta de modelación hidráulica y poder así complementar a los conocimientos adquiridos durante la carrera.

El programa HEC-RAS es una herramienta que permite realizar cálculos hidráulicos unidimensionales a través de modelos de simulación. Es posible modelizar sistemas de cauces naturales y redes de canales artificiales en los que el flujo se produce en forma de lámina libre.

Por medio de HEC-RAS se puede transformar la realidad física de un río o canal en un modelo simplificado que permita predecir, por ejemplo, el alcance de una creciente, la altura de la lámina de agua o la velocidad de la corriente.

El software HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center - River Analysis System), está desarrollado para el *United States Army Corps of Engineers*, y está disponible de forma gratuita en la web.

La duración del curso fue de 36 hs reloj, y abarcó el manejo de flujo permanente y una introducción a régimen impermanente. A continuación se muestran algunas tareas realizadas.

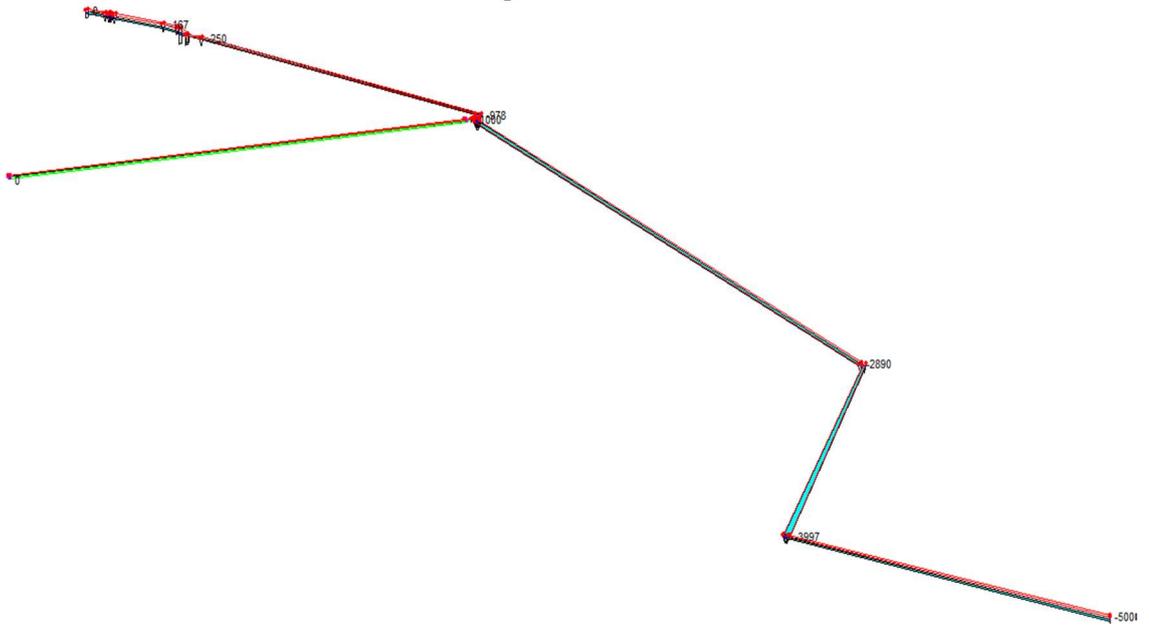


Imagen 39. Modelación de una conducción.

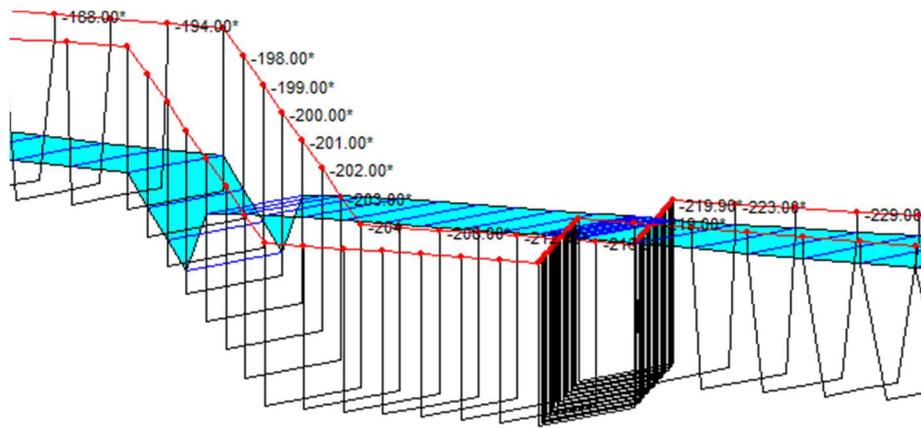


Imagen 40. Modelación de un cuenco amortiguador energético.

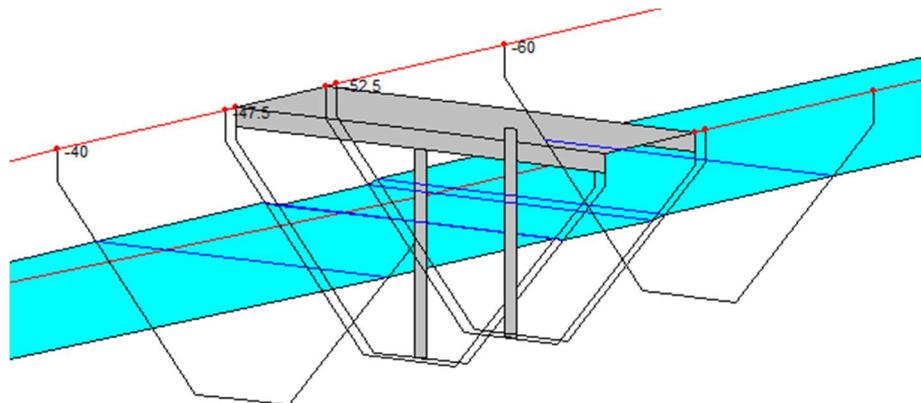


Imagen 41. Modelación de un puente.

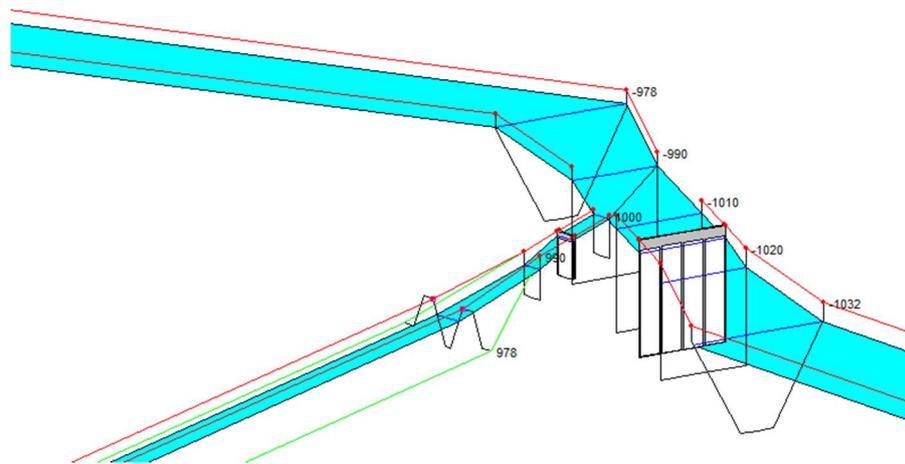


Imagen 42. Modelación de una partición.

## 8. Conclusión

El desarrollo de la Práctica Profesional Supervisada ha sido muy enriquecedor a nivel personal, laboral y académico. La posibilidad de combinar trabajo de gabinete, salidas de campo y capacitación ha concluido en una PPS muy productiva.

Respecto a lo académico, tuve que introducirme en el amplio mundo de los Sistemas de Información Geográfica (SIG), que es una potente herramienta para obtener y procesar información geográfica, topográfica e hidrológica. Este aspecto en el transcurso de la Carrera ha sido completamente pasado por alto, y son herramientas muy útiles y necesarias al momento de realizar proyectos reales. Además aprendí el uso de un software básico y útil como lo es el WinFlume para diseño de secciones de aforo, lo cual reafirmó y complementó mis conocimientos del tema.

Respecto a los temas de hidrología propiamente dicha, debo decir que la formación que la Facultad brinda a través de las materias Hidrología I y II es completa y de excelente calidad. Pude poner en práctica todo lo aprendido a lo largo de la Carrera, y amplíé mis conocimientos. En todo lo que refiere a la formación en hidráulica tampoco tuve ningún tipo de inconveniente.

Respecto a la experiencia en campo, han sido muy valiosas las salidas para aforar distintos cauces de la Provincia. Es fundamental para realizar adecuada y conscientemente cualquier trabajo, conocer el lugar donde se vive y se trabaja, para lo cual resulta indispensable conocer los distintos cauces, paisajes y características a lo

largo y ancho de nuestra Provincia. Además se pudo poner en práctica lo aprendido sobre aforos, y adquirir experiencia de aforos en campo.

Respecto al trabajo en equipo, tuve que trabajar en conjunto con técnicos, ingenieros civiles, ingenieros agrónomos, agrimensores, geólogos, entre otros. El ambiente de trabajo siempre fue muy bueno, y debo destacar la amabilidad y predisposición de mis compañeros de trabajo y de mi tutor. Esto me ayudó a poder complementar mi visión de los proyectos con otros puntos de vista y otros tipos de conocimientos que exceden la ingeniería civil.



Imagen 43. Equipo de trabajo del Departamento de Hidrología.

## **9. Comentarios personales**

A lo largo de las distintas cátedras referidas a la hidráulica se ha mencionado a los alumnos la importancia del manejo eficiente del recurso hídrico en una Provincia árida como lo es Mendoza. También se ha destacado el sistema de distribución y las políticas de gestión del recurso que tiene la Provincia. Sin embargo, no se llega a tomar dimensión de lo que esto significa hasta que se tiene contacto directo con la realidad.

Ejemplo de tales situaciones es cuando uno recibe los reclamos de productores desesperados porque cada vez tienen menos agua, cuando se observan los canales con alturas de agua mucho menores a las marcadas en las paredes, o cuando se visualiza un interminable listado de ceros en la medición de altura de nieve. Es ahí cuando se llega a tomar real dimensión del grave problema de escasez de agua que tiene esta Provincia.

Por otra parte, no se llega sólo con la teoría llegar a imaginar la infraestructura montada a los fines de la distribución del recurso hídrico. Cuando se debe trabajar desde



adentro de este sistema, se llega a tomar dimensión del personal, la logística, la ingeniería y la administración volcadas en su plenitud a mejorar cada vez más la gestión del agua. También visualizando otras realidades nacionales e internacionales se comienza a apreciar la estructura institucional de jerarquía que posee la Provincia y la gobernanza aplicada a la gestión del agua.

## **10. Recomendaciones para futuras prácticas**

No es el caso personal, pero sí he podido apreciar ciertas dificultades de mis compañeros para acceder a una PPS, y sobre todo que sea una PPS orientada hacia el perfil que los alumnos buscan formar.

La sugerencia que puedo realizar, es poseer una base de datos con las empresas que solicitan practicantes y el perfil buscado. Así al momento de que un alumno quiera realizar las prácticas podrá tener rápidamente un claro panorama.

Además se sugiere incentivar a los docentes de las cátedras de aplicación profesional que hagan contactos con empresas y organismos que busquen el perfil de la cátedra correspondiente. Puedo poner como ejemplo al área hidráulica de la carrera, ya que quienes nos queremos dedicar a esta rama nos dirigimos a los docentes de las cátedras hidráulicas y rápidamente conseguimos una PPS. Es un buen ejemplo a replicar en el resto de las áreas.

## **11. Bibliografía**

1. Bos, G. et al, Aforadores de caudal para canales abiertos, International Institute for Land Reclamation and Improvement, Netherlands, 1986.
2. Cantú, A., Cátedra Práctica Profesional Supervisada, Redacción y presentación de informes técnicos, Facultad de Ingeniería UNCuyo, Mendoza.
3. Cátedra Obras Hidráulicas I, Unidad N°4: Gestión de Riego, Facultad de Ingeniería UNCuyo, Mendoza.
4. Infante, S. y col., Cátedra Obras Hidráulicas I, Unidad N°2: Obras de conducción, Facultad de Ingeniería UNCuyo, Mendoza.
5. Segerer, C. y col., Cátedra Hidrología I, Unidad 8: Los sistemas fluviales, Facultad de Ingeniería UNCuyo, Mendoza, 2007.
6. WinFlume, Software for design and calibration of long-throated flumes and broad-crested weirs for open-channels water flow measurement, User's Manual, 2001.