

**XXIII CONGRESO LATINOAMERICANO DE HIDRÁULICA
CARTAGENA DE INDIAS COLOMBIA, SEPTIEMBRE 2008**

**ESTUDIO HIDROLÓGICO ALUVIONAL Y DISEÑO DE OBRAS EN
GAVION PARA DEFENSA DE EROSIÓN EN ESTRIBOS DE PUENTES
A° SALAMANCA Y A° EL CHANCHO - MENDOZA - ARGENTINA**

Victor Hugo Burgos

Instituto Nacional del Agua – Centro Regional Andino (INA-CRA) - Argentina
vburgos@ina.gov.ar

RESUMEN:

El presente estudio se enmarca en la necesidad de analizar la adecuada intervención para controlar los fenómenos aluvionales de arroyos secos, que causan efectos erosivos en estribos de puentes que cruzan la Ruta Nacional N°143.

El objetivo propuesto fue el de proporcionar las solicitaciones hidráulicas a la que estarán sometidos los puentes sobre A° Salamanca y A° El Chanco, a través de un estudio hidrológico e hidráulico aluvional, para obtener parámetros de diseño necesarios para el diseño y dimensionamiento de las intervenciones hidráulicas correspondientes.

Para obtener la información necesaria para el modelado de las alternativas, se realizaron las siguientes actividades: recopilación de antecedentes, reconocimiento preliminar de campo, determinación de las cuencas, estimación de una tormenta de proyecto de 50 años de recurrencia, análisis de caudales pico, relevamiento topográfico del terreno, simulaciones del comportamiento hidráulico de torrentes y dimensionamiento de las obras a realizar, necesarios para el control aluvional y de erosión, que actualmente afectan a los puentes.

Las alternativas de solución, estarían relacionadas con la ejecución de terraplenes de material suelto y compactado adecuadamente, disipadores de energía por medio de gaviones en escala, revestimiento de hormigón para zanjas de guardia y defensas longitudinales realizadas con gaviones.

ABSTRACT:

This work studies the appropriate hydraulic works in order to control scour on bridge abutment produced by flash floods. The objective was to perform hydraulic calculations on Salamanca and El Chanco creeks which are located on National Route N° 143. To obtain the necessary data for the modelling of different alternatives, the following activities were carried out: summary of precedents, preliminary field recognition, basin determination, 50 year storm estimation, design discharge analysis, field topography measurements, hydraulic simulations of riverbed behaviour and preliminary design of structures for flash floods control, that nowadays affects the land.

The alternative solutions for scour control are: soft soil and consolidated embankments, energy dissipators made of a gabions drop structure, concrete drainage ditch and gabion levees.

PALABRAS CLAVES: Hidrología aluvional, gaviones

INTRODUCCIÓN

La Dirección Nacional de Vialidad ha previsto una serie de trabajos de mejoramiento en la ruta que comunica los departamentos San Rafael con Tunuyán en la Provincia de Mendoza, Argentina.

El proyecto está enmarcado en el sistema de Contratos de Rehabilitación y Mantenimiento (C.Re.Ma) y contempla mantenimiento de banquetas, señalización y reparación de la ruta. Los trabajos comprenden la reparación y mantenimiento de la ruta 143, desde la localidad de Pareditas en el departamento de San Carlos hasta la ciudad de San Rafael.

A dicho tramo lo atraviesan 5 arroyos secos de distintos tamaños y dentro de los trabajos previstos se encuentra la reparación de los estribos de puentes que fueron afectados por crecidas aluvionales.

El presente informe responde a la necesidad de contar con un estudio hidrológico de los arroyos Salamanca y El Chancho y de presentar soluciones estructurales a fin de evitar o mitigar las erosiones producidas.

OBJETIVOS

El objetivo propuesto fue el de proporcionar las solicitaciones hidráulicas a la que estarán sometidos los estribos de los puentes sobre los Arroyos Salamanca y El Chancho, de forma de diseñar la correcta intervención para el control de erosión.

MATERIALES Y METODOS

La metodología aplicada comprende las siguientes acciones:

- Análisis de la tormenta de proyecto
- Caracterización de las cuencas de recepción
- Determinación de los caudales de crecidas
- Medición de perfiles topográficos transversales a los cauces
- Modelación hidráulica y determinación de las áreas inundables, tirantes y velocidades del flujo.
- Diseño de las obras de control de erosión

Área de estudio:

El área de estudio se encuentra adyacente a la Ruta Nac.143, a 10 km al sur de la localidad de Pareditas y a 22 Km al norte de la Ciudad de San Rafael.



Figura 1.- Ubicación del área de estudio.

Caracterización Climática:

El clima de Mendoza es templado continental seco, lo que se ve reflejado en los siguientes datos:

- La temperatura media anual es de 16°C variando las medias diarias mensuales de 8°C en Julio a 24°C en Enero.
- Las temperaturas máximas medias diarias oscilan de 15°C en Julio a 32°C en Enero y las mínimas medias diarias van de 2°C en Julio a 16°C en Enero.
- La humedad relativa media es de 52%, oscilando a lo largo del año de 42 a 62% (medias mensuales).

La precipitación media es de 194 mm. anuales, variando en el interior de la provincia de 80 a 340 mm. Las precipitaciones se desarrollan generalmente en el verano como tormentas convectivas de alta intensidad y corta duración (105 mm. en 1 hora, el 4 de enero de 1970), habiendo registros de intensidades de hasta 5 mm./min. (Maza et al, 2004)

Tormenta de Proyecto

Se utilizó la tormenta de proyecto para el Gran Mendoza elaborada por el INA-CRA. El tiempo de recurrencia empleado fue de 50 años, dando una lámina media total, con decaimiento espacial y de duración 1 hora, de 61.9 mm para el A° Salamanca y de 39,9mm para A° El Chanco.

Caracterización Geomorfológica:

- **Cuenca A° Salamanca:** En toda su cuenca predomina la planicie aluvional con niveles diferenciados de pedimento.
- **Cuenca A° El Chanco:** Pertenece en su parte alta al bloque de San Rafael, con material paleozoico y mesozoico peneplanizado y sepultado en el Terciario y posteriormente rejuvenecido. En su parte central están formados por una planicie aluvial con niveles de pedimento diferenciados. Su parte final cuenta con planicies formadas por depósitos continentales con predominio de aluviales terciarios y cuaternarios (paleocauces y cauces abandonados con depósito de arenas fluviales y limos).

Caracterización de Vegetación y suelos:

- **Cuenca A° Salamanca:** En toda su extensión presenta vegetación de bolsones y huayquerías con estepas de jarillas (*Larrea divaricata* con *Junelia seriphioides*)
- **Cuenca A° El Chanco:** Sus zonas altas cuentan con bolsones de San Carlos con *Stipa chrysophylla* var. *Crispula*, *S.speciosa* *Thricloris* var. *manqueclensis*, etc. , huayquerías (bad lands) con comunidades saxícolas diversas de *Larrea cuneifolia* y *Zucagnia punctata* , y riparias en cursos temporarios con *Tessaria dodonaefolia*, etc. En las zonas centrales la vegetación pertenece a la ladera oriental húmeda del Bloque de San Rafael con *Andesmia trijuga*, *Junellia scoparia*, *Bouteloua curtipendula*, etc. En sus partes bajas existen áreas con vegetación de travesía de La Varita, llanura psamófila en donde alternan médanos con *Elionorus muticus* y bosques abiertos de *Prosopis flexuosa* y *P. Caldenia*. con presencia de totorales.

En el área bajo estudio se encuentran suelos del tipo entisoles en su mayoría, con torrifluventes típicos en las cuencas del A° Aguanda y Salamanca y con torripsamente y torriortentes acucos durortídicos en la cuenca del A° El Chanco.

Modelo Digital de Elevaciones (MDE)

El MDE describe la altimetría de una zona mediante un conjunto de cotas. Es posible construir un conjunto de modelos derivados, elaborados a partir de la información contenida explícita o implícitamente en el MDE. (Felicísimo, 1994).

El MDE se elaboró a partir de los datos de la misión SRTM (Shuttle Radar Topography Mission), con una resolución espacial de 90 m por píxel. A partir del MDE se generaron mapas derivados, con el objetivo de determinar y cuantificar parámetros morfométricos de las cuencas de aporte.

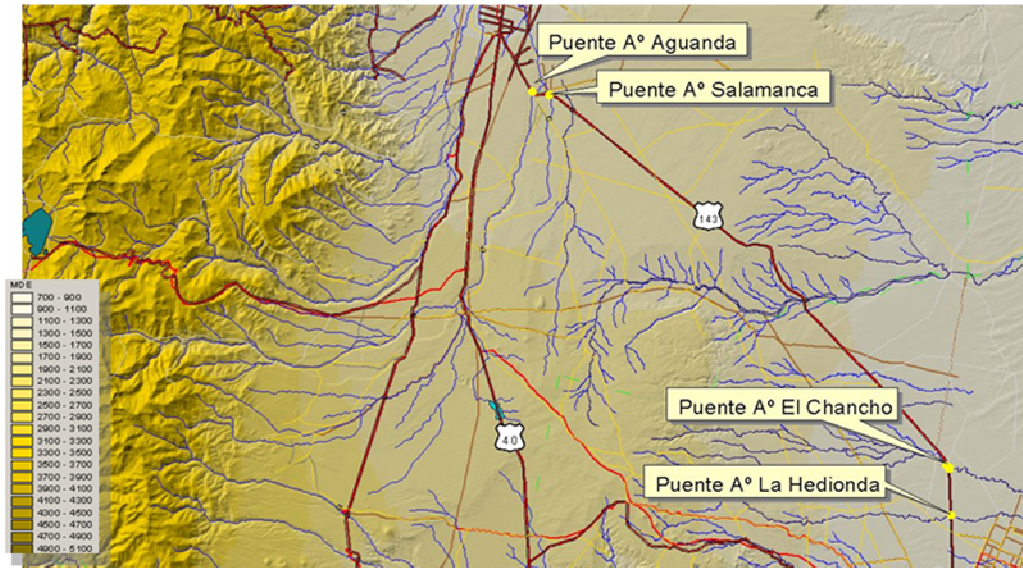


Figura 2.- Modelo Digital de Elevaciones

El mapa de dirección de flujo, indica la inclinación que posee cada píxel. El mapa de acumulación de aporte, representa en un punto determinado, la cantidad de píxeles que drenan a él, y por medio de este se identifica la red de drenaje. La hidrografía se determinó al establecer un umbral mínimo de acumulación de aporte hídrico para que sea considerado cauce torrencial, río o sólo ladera.

La delimitación de las cuencas se obtuvo considerando como puntos de desagüe las coordenadas de los puentes bajo estudio.

Un análisis individual de las cuencas pudo determinar la necesidad de dividir las áreas en subcuencas de aporte con el objeto de generar una modelación más discretizada.

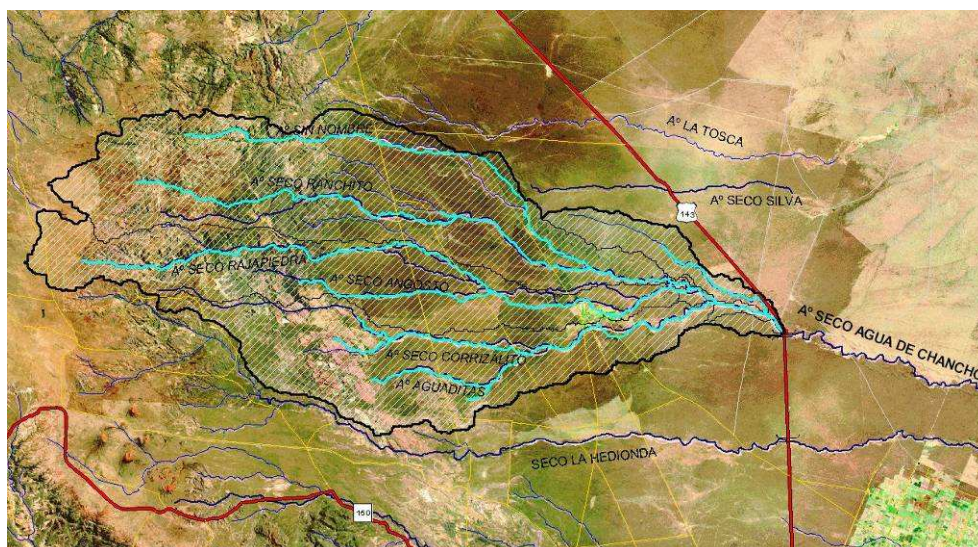


Figura 3.- SubCuencas A° El Chancho

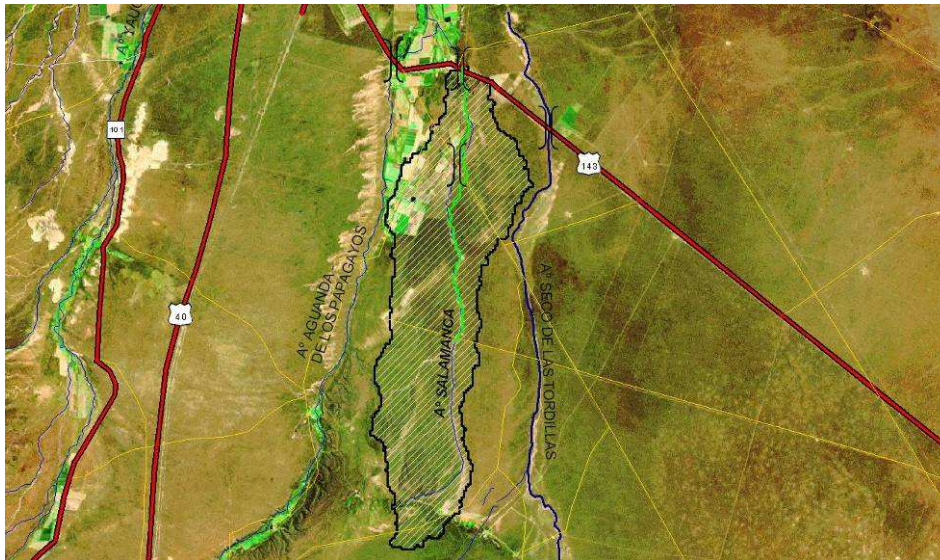


Figura 4.- Cuenca A° Salamanca

Morfometría de la cuenca

Los parámetros de las cuencas, proceden del análisis SIG por medio del uso de la interfase gráfica HecGeoHMS que permite la importación de los archivos generados para conformar el Modelo de Cuencas.

Tabla 1.- Parámetros morfométricos Cuencas Aluvionales

Cuenca	SubCuenca	Area [Km ²]	Long. Cauce [m]	cota max cauce [m]	cota min cauce [m]	ΔH [m]	Pendiente cauce [m/m]
A° El Chanco	Ranchito	171.397	42539	1784	916.8	867.2	0.020
	Angosto	111.666	44545	1817	917.1	899.9	0.020
	Confl Ranch-Ang	1.524	2680	928	897.8	30.2	0.011
	Lateral S-N	19.257	15917	1113	858.8	254.2	0.016
	Confl RA-Carriz	2.053	4616	921	858.2	62.8	0.014
	Carrizalito	111.936	37675	1688	897.6	790.4	0.021
	Chanco	3.695	4623	916	847.6	68.4	0.015
	Cuenca total (sobre puente A° El Chanco)	421.528	54458	1817	847.6	969.4	0.018
A° Salamanca	Cuenca total (sobre puente A° Salamanca)	40.283	17599	1443	1178.1	264.9	0.015

Modelación Hidrológica

La modelación hidrológica se realizó utilizando el modelo HEC HMS en su versión 3.0.1 (US Army Corps of Engineers®, Abril 2006). Este Sistema de Modelación Hidrológica está diseñado para simular el proceso de precipitación y escurrimiento de sistemas de cuencas dendríticas. Se aplica en un amplio rango de áreas geográficas para resolver distintos tipos de problemas. Estos incluyen hidrología de grandes cuencas, inundaciones, escurrimientos en cuencas urbanas y rurales, etc.

Pérdidas por infiltración

Las pérdidas por infiltración se estimaron con el Numero de Curva y el método utilizado como modelo de transformación lluvia – caudal corresponden a la metodología propuesta por el Servicio de Conservación de Suelos (USCS) utilizando el Hidrograma Unitario.

Las características de los suelos, además del tipo de geoforma a la que pertenecen, definen su potencial de infiltración, pudiendo clasificar los suelos según el tipo hidrológico.

Poseen escasa a moderada cobertura vegetal conformada por especies autóctonas con predominio de jarillas y chañares dispersos de pequeño porte. El suelo desde el punto de vista hidrogeológico tiene características entre B y C según la clasificación del USDA-SCS, con un moderado potencial de escurrimiento y una infiltración entre lenta y moderada.

Para una correcta determinación del parámetro CN se realizó un mapeo por medio de una tabulación cruzada con los mapas de cobertura vegetal y grupo hidrológico, generando un mapa de CN con el cual se obtuvieron las medias ponderadas por área de cada subcuenca.

Tabla 2.- Código de clasificación para cálculo de CN

Cobertura Vegetal	CN			
	Clasificación Hidrológica de Suelos (SCS)			
	A	B	C	D
Externo	0	0	0	0
Monte Natural ⁽¹⁾ (25% de cob. vegetal)	63	70	78	84
Monte Natural ⁽²⁾ (40% de cob. vegetal)	49	62	72	81
Suelo Desnudo	72	82	87	90

(1): *Estepa arbustiva con bajo nivel de cobertura vegetal*

(2): *Estepa arbustiva con cobertura herbácea media*

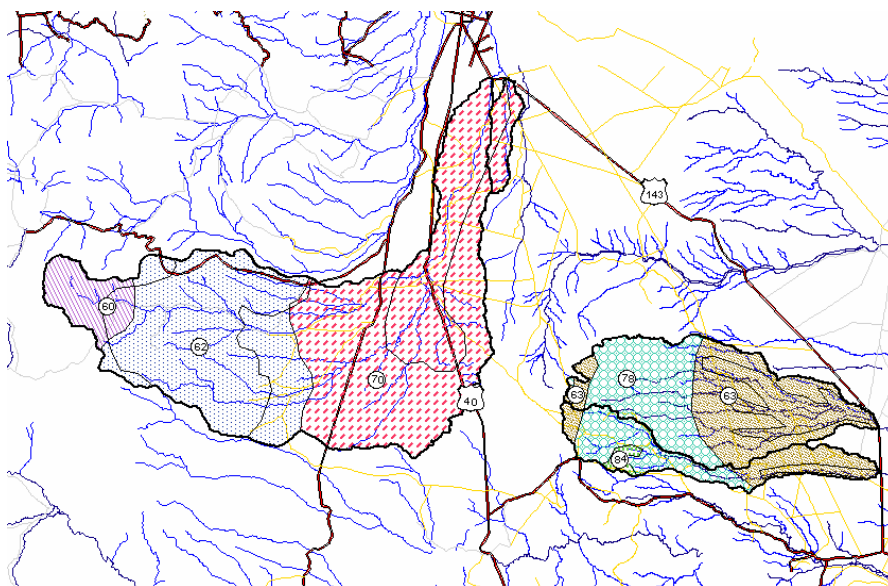


Figura 5.- Mapa de distribución del CN

Tabla 3.- Tabulación cruzada. Area en km² según valor de CN por subcuenca

Cuenca	Subcuenca	CN= 60	CN= 62	CN= 63	CN= 70	CN= 78	CN= 84	Area Cuenca	CN ponderado
El Chanco	Ranchito	0	0	89.3	0	82.1	0	171.4	70.2
	Angosto	0	0	63.4	0	48.3	0	111.7	69.5
	Confl Ranch-Ang	0	0	1.5	0	0	0	1.5	63.0
	Lateral S-N	0	0	19.2	0	0	0	19.2	63.0
	Confl RA-Carriz	0	0	2.1	0	0	0	2.1	63.0
	Chancho	0	0	3.7	0	0	0	3.7	63.0
	Carrizalito	0	0	68.5	0	43.5	0	112.0	68.8
Salamanca	Salamanca	0	0	0	40.3	0	0	40.3	70.0

Diagramas Topológicos

La cuenca del A° El Chanco está orientada con sentido W-E, con un rectángulo equivalente de 35 x 12 km aprox., está formada por tres arroyos principales más un aporte lateral, por lo que se divide en 7 unidades menores: 3 son aportes de la zona alta (A° Ranchito, A° Angosto y A° Carrizalito), una subcuenca de aporte lateral (sin denominación) y tres subcuencas de confluencia (Confluencia Ranchito-Angosto, Confluencia Ranchito-Angosto-Carrizal y confluencia Chancho). El punto de salida correspondiente al puente que cruza la RN 143 se denomina Puente A° El Chanco.

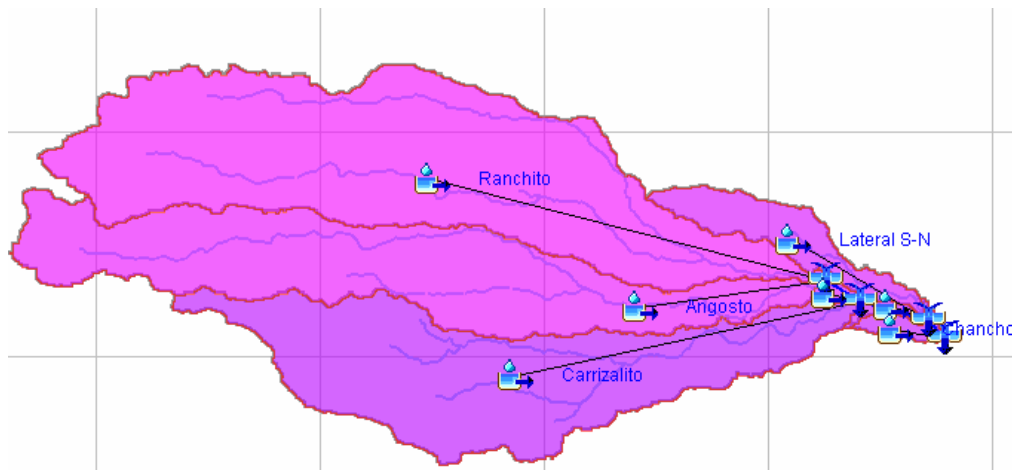


Figura 6.- Cuenca A° El Chanco. Topología de cálculo en HEC HMS

La cuenca del A° Salamanca tiene una orientación S-N, con un rectángulo equivalente de 14 x 2.9 km aprox. y no posee subdivisión.



Figura 7.- Cuenca A° Salamanca. Topología de cálculo en HEC HMS

A continuación se presenta un resumen de los resultados obtenidos con la modelación hidrológica.

Tabla 4.- Resultados obtenidos para TR=50 años

Cuenca	SubCuenca	Area [Km ²]	Precip. efectiva [mm]	Caudal pico Q [m ³ /s]	Volumen [Hm ³]
A° El Chanco	Ranchito	171.397	5.2	55.76	0.886
	Angosto	111.666	4.9	34.67	0.550
	Confl Ranch-Ang	1.524	3.4	1.93	0.005
	Lateral S-N	19.257	7.9	7.88	0.065
	Confl RA-Carriz	2.053	3.4	1.92	0.007
	Carrizalito	111.936	3.3	26.53	0.372
	Chancho	3.695	4.9	5.13	0.018
	Cuenca total (sobre puente A° El Chancho)	421.528	4.5	121.49	1.903
A° Salamanca	Cuenca total (sobre puente A° Salamanca)	40.283	15.1	63.33	0.606

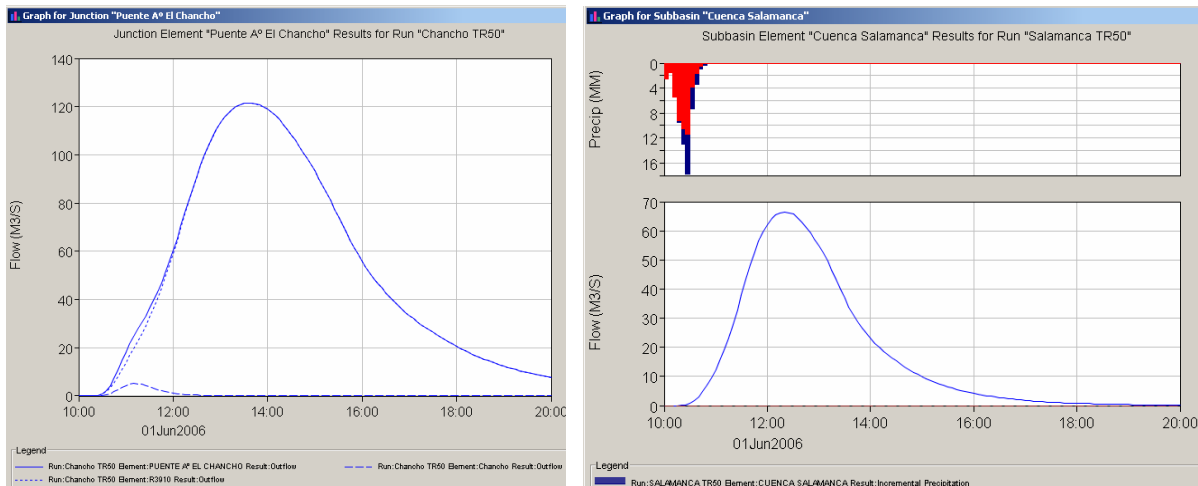


Figura 8.- Hidrogramas TR=50 Cuenca A° El Chanco y A° Salamanca, sobre puente RN143

Modelación Hidráulica

Para el entendimiento de la dinámica fluvial de los cauces aluvionales que cruzan la Ruta Nacional N° 143 y con el objetivo de generar información básica para el diseño de obras de estabilización, control de torrentes y procesos de socavación, se llevó a cabo la modelación matemática hidráulica de flujos en cauces, utilizando el modelo unidimensional HEC-RAS (Hidrologic Engineering Center – River Analysis System), con el cual se obtuvieron las líneas de inundación y perfiles de flujo de los torrentes en estudio.

A° El Chanco

El objetivo fue modelar un tramo del A° seco, 600m aguas arriba y 150 metros aguas abajo del puente que cruza la ruta N°143, de forma de determinar tirantes hidráulicos y velocidades a fin de evaluar el comportamiento de la contracción producida por el mismo. Se observa tanto en la imagen como en las visitas realizadas in situ, la existencia de una división del flujo que produce un impacto sobre el estribo izquierdo provocando socavaciones en losa de revestimiento de taludes y gaviones de defensa.



Figura 9.- Planimetría general con imagen satelital. A° El Chanco

El modelo HEC RAS calcula las pérdidas de energía causadas por estructuras, como puentes y alcantarillas, en tres partes. La primera parte consiste en las pérdidas inmediatamente aguas abajo de la estructura donde la expansión del flujo toma lugar. La segunda pérdida es en la estructura en sí y la tercera parte consiste en las pérdidas que ocurren en el cauce inmediatamente aguas arriba de la estructura cuando el flujo se contrae para atravesar la misma.

Los parámetros de entrada al puente fueron los siguientes:

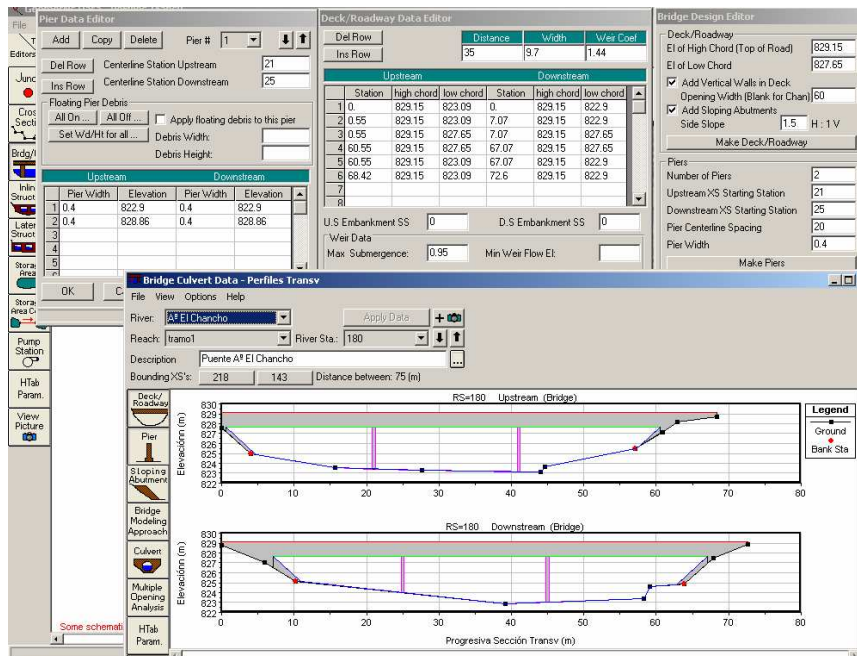


Figura 10.- Pantalla de carga de datos geométricos del puente A° El Chanco

Luego de ejecutar la modelación matemática con el caudal obtenido en la modelación hidrológica, se analizaron los resultados presentándose en las figuras siguientes el perfil hidráulico longitudinal y los niveles de agua en cada perfil transversal.

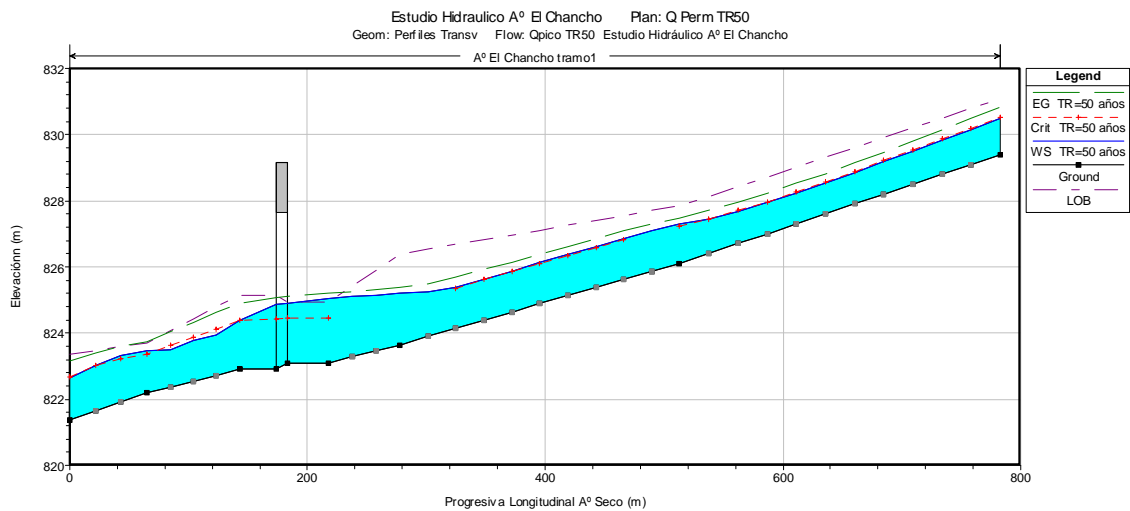


Figura 11.- Perfil Hidráulico Longitudinal A° El Chancho . Tirante normal, crítico, nivel de energía y márgenes.

Tabla 5.- Resultados modelación hidráulica A° El Chancho

Progr.	Q Total (m ³ /s)	Cota Min. Cauce (m)	Superf. Agua (m)	Vel izq. (m/s)	Vel Cauce (m/s)	Vel der. (m/s)	Tirante Hidr. izq. (m)	Tirante Hidr. Cauce (m)	Tirante Hidr. Der. (m)	Froude
589	121.49	829.40	830.49		2.54			0.55		1.10
519	121.49	826.12	827.32		1.85	1.37		0.53	0.60	0.81
284	121.49	823.65	825.23	1.50	1.70	1.61	0.95	0.99	1.20	0.54
218	121.49	823.09	825.05	0.94	1.79	0.92	0.70	1.35	1.40	0.49
180	Bridge									
143	121.49	822.90	824.39		3.13			1.00		1.00
65	121.49	822.19	823.48		2.31			0.78		0.83
0	121.49	821.36	822.63		3.26			0.89		1.10

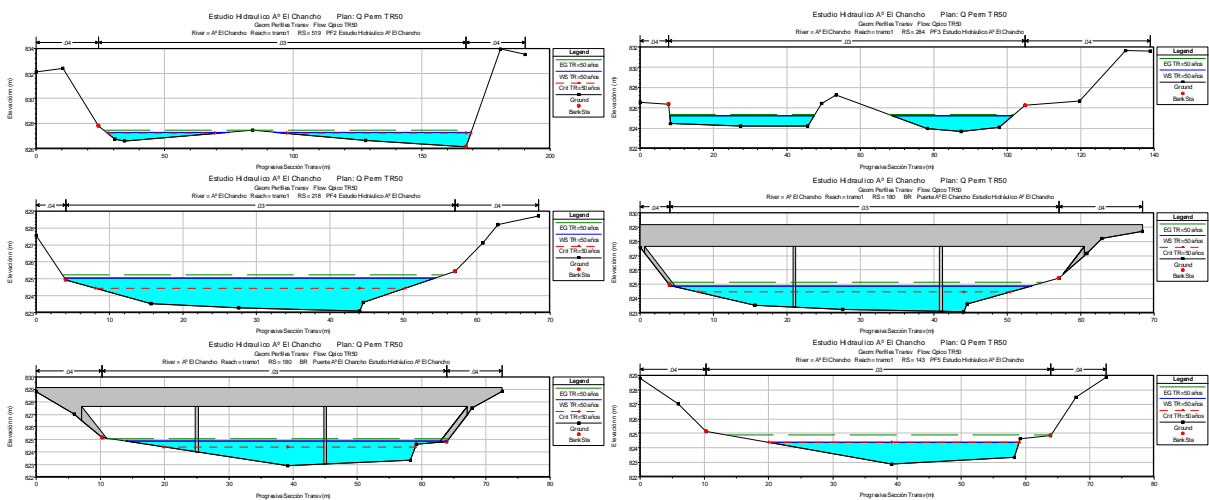


Figura 12.- Secciones Hidráulicas A° El Chancho

Obras propuestas A° El Chancho

Siguiendo los resultados obtenidos se puede destacar que en el perfil 284 se produce división de flujo debido a un terraplén en sentido longitudinal. El flujo izquierdo impacta directamente sobre el talud del estribo izquierdo, con una velocidad entre 1.5 y 1.7m/s y un tirante entre 0.95 y 1.20m por lo que sobrepasaría la actual defensa de gaviones. Se observa sedimentación producida por el agua cuando superó el nivel del gavión. Se proyectó una elevación del nivel de defensa actual, conformada por dos camadas de gaviones y un mejoramiento del talud mediante terraplén.

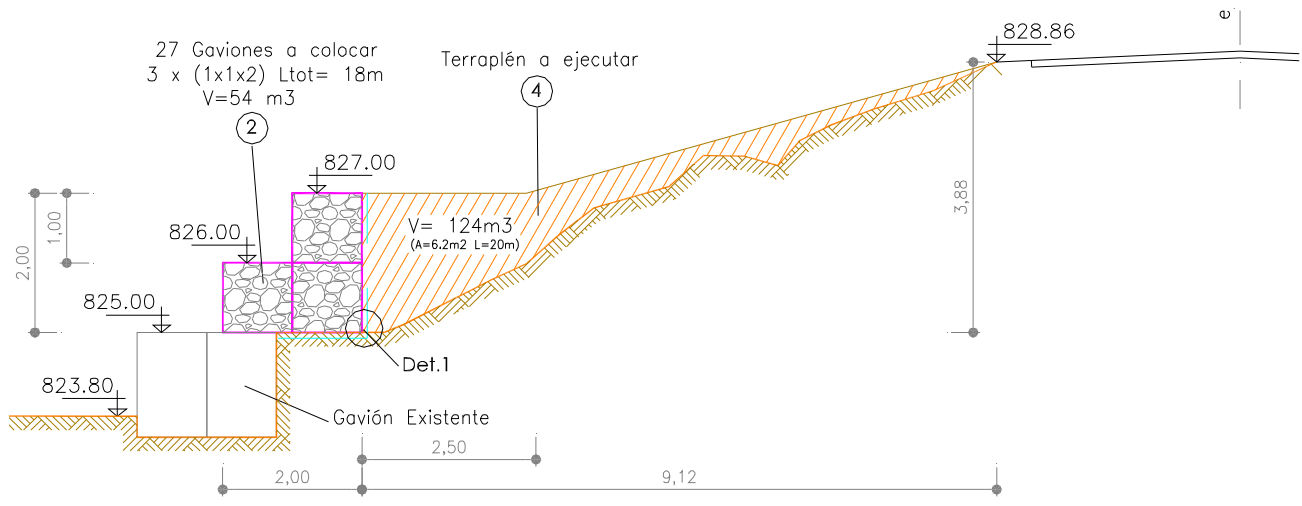


Figura 13.- Detalle defensa longitudinal con gaviones, A° El Chanco.



Figura 14.- Socavaci6n fondo losa estribo izquierdo y depositaci6n sobre gaviones existentes

A° Salamanca

La verificaci6n de la capacidad hidr6ulica del puente para un caudal de $63.33\text{m}^3/\text{s}$ (TR=50 a~nos), demostr6 que el r6gimen de cruce es subcr6tico con velocidades del orden de 1.98 a 2.12 m/s y tirantes entre 1 y 1.2m de altura, no provocando ning6n inconveniente.

El principal problema de erosi6n se produce en las ca6das o r6pidas de bajada de las zanjas de guardia. Se presentan problemas de erosi6n en taludes y descalce de losas.



Figura 15.- Rápida de bajada de zanja de guardia. (losas con erosión retrógrada)

Los caudales que bajan por las zanjas o cunetas de guardia, no pertenecen a la cuenca propia del A° seco estudiado, sino que son aportes laterales de las microcuencas que quedan formadas por el cono divergente entre cuencas adyacentes. Esta microcuenca eroga caudales en forma de manto hasta que llega al talud de la ruta y se encauza por dichas zanjas, para terminar descargando sobre los gaviones existentes, socavando el terreno natural entre éstos y las zanjas de guardia.

Para los cuencos amortiguadores a diseñarse, se estimaron los caudales de proyecto junto con la sollicitación de velocidad y tirante hidráulico, para el dimensionamiento del disipador de energía a ejecutar, que minimice o elimine las erosiones producidas.

La determinación de las microcuencas de aporte se realizó con la imagen satelital que muestra la existencia de un campo por cultivarse a la derecha del arroyo y una sección libre para escurrimiento lateral paralelo a la ruta 143 (que correría por la zanja de guardia).

La zanja de guardia sobre margen izquierda aguas arriba del puente posee un potencial erosivo mayor debido a varios factores como son el área de la microcuenca y la pendiente de su tramo final.

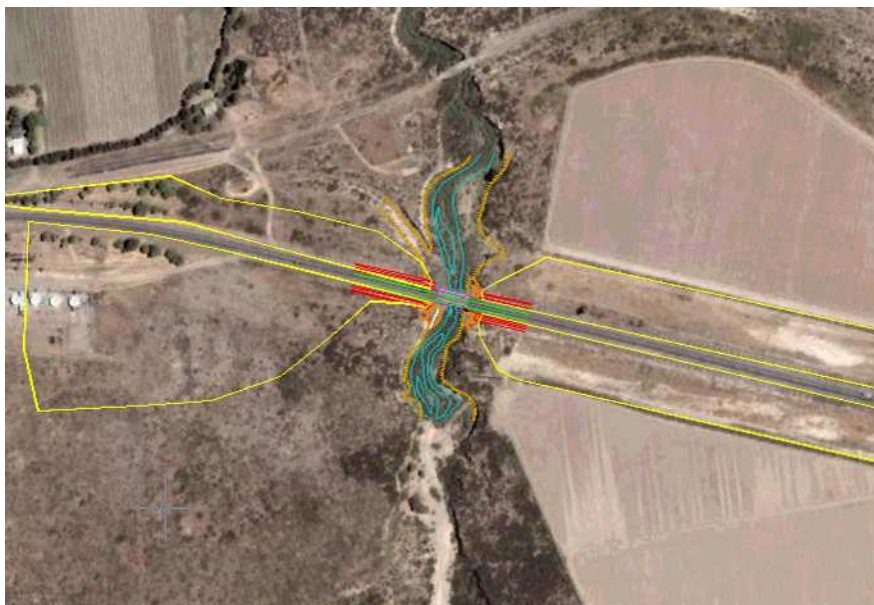


Figura 16.- Microcuencas A° Salamanca sobre Imagen satelital

Tabla 6.- Parámetros morfométricos, caudales, velocidades y tirantes de micro cuencas laterales

Micro Cuenca	Area [Km ²]	Long. Cauce [m]	cota max cauce [m]	cota min cauce [m]	ΔH [m]	Pend. media cauce [m/m]	CN	Q [m ³ /s]	Vel [m/s]	Altura de agua [m]	Froude
Lateral Izq. (ag arriba)	0.38	440	1182	1176	6	0.014	63	7.89	3.85	0.57	2.06
Lateral Der. (ag. arriba)	0.23	500	1186	1178	8	0.016	63	5.08	3.43	0.51	1.89
Lateral Izq. (ag abajo)	0.12	360	1180	1176	4	0.011	63	3.07	1.84	0.53	0.96
Lateral Der. (ag. abajo)	0.23	480	1185	1178	7	0.015	63	5.10	4.34	0.81	2.16

Con estos parámetros de proyecto, sumados al relevamiento topográfico de detalle, se dimensionó un salto dissipador de energía, conformado por una escalera de gaviones, evitando así las erosiones en las losas del estribo izquierdo del puente.



Figura 17.- Fotografía de salto sobre estribo izquierdo (situación previa)



Figura 18.- Fotografía de Escalera de gaviones para control de erosión (obra en ejecución)

Similares obras se dimensionaron para los saltos de las tres zanjas de guardia restantes.

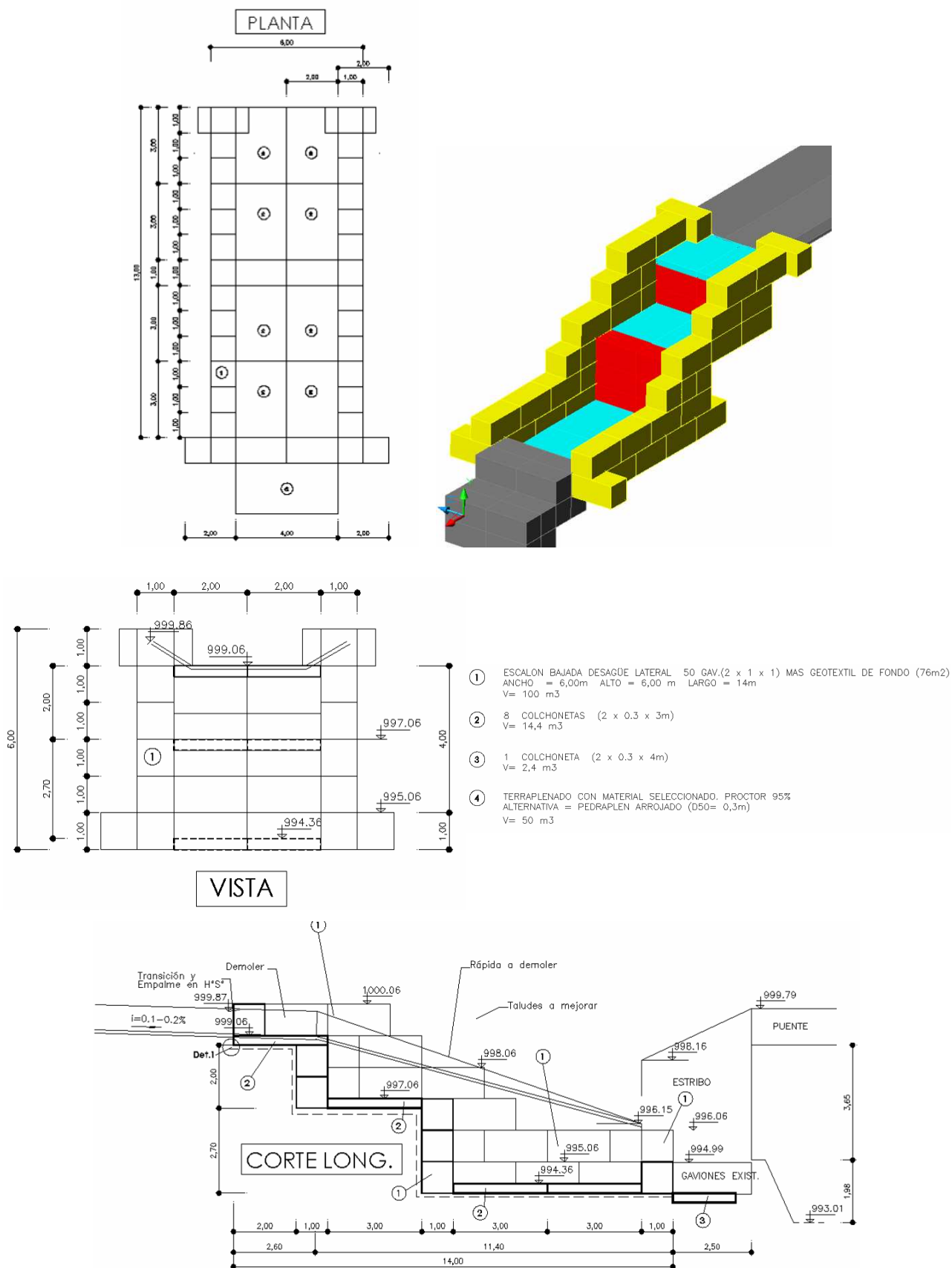


Figura 19.- Detalle de Escalera de gaviones para control erosión estribo izquierdo puente A° Salamanca.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se han estimado las solicitaciones hidrológicas e hidráulicas del escurrimiento generado por tormentas con 50 años de retorno, en los arroyos bajo estudio, verificando la capacidad hidráulica de los puentes.

Se observó la gran incidencia de los aportes laterales de las micro cuencas divergentes hacia ambos lados de los arroyos, caudales conducidos por las zanjas de guardia de la ruta, que caen desde alturas de hasta 5 m hacia los estribos de los puentes, ocasionando cárcavas y problemas de cimentación de losas de protección de taludes.

Se presentaron alternativas de solución empleando en su mayoría, obras en gaviones.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Burgos, Victor (2005) “Modelación Hidrológica de cuencas piedemontanas. Uso de Sistemas de Información Geográfica en Hidrología Superficial” *Congreso Nacional del Agua*, Mendoza, Argentina.

Candía, R. e Ibañez, G. (1996) “*Mapa de Cobertura Vegetal*” Inventario de Recursos de la Región Andina Argentina – Sistema Físico Ambiental Cuyo – Pcia. de Mendoza . Coordinación Gral. Elena Abraham y Francisco Rodríguez M. (Cricyt – IDR Univ. De Granada)

Felicísimo, Ángel Manuel. (1994) *Modelos digitales del terreno. Introducción y aplicaciones en las ciencias ambientales* . Pentalfa Ediciones, Oviedo

HEC-GeoHMS Hydrologic Engineering Center Geospatial Hydrologic Modeling Extension, (2000) “*User’s Manual*” US Army Corps of Engineers .

HEC RAS River Analysis System Versión 3.1.2 “*User’s Manual*” US Army Corps of Engineers. Hydrologic Engineering Center.

Martín Vide, J.P (2003) *Ingeniería de ríos*. Edit. Alfaomega. Cap.3 y 4

Mattos, Roger (1999) *Pequeñas Obras Hidráulicas, Aplicación a Cuencas Andinas* <http://www.unesco.org/phi/libros/obrashidraul/>

Ragaraiz, M. Cecilia (1996) “*Clasificación Taxonómica de Suelos – Mendoza*” INTA . Inventario de Recursos de la Región Andina Argentina – Sistema Físico Ambiental Cuyo – Pcia. de Mendoza . Coordinación Gral. Elena Abraham y Francisco Rodríguez M. (Cricyt – IDR Univ. De Granada)

Roig, Fidel et al (1996) “*Mapa de Vegetación de la Pcia. de Mendoza*” Instituto Argentino de Investigaciones de las Zonas Áridas (IADIZA) Cricyt – Mendoza.

Tardivo R., Hammerly R. (2003) “Aplicación de la Interfase Geoespacial HEC-GeoHMS”. *IX Conferencia Iberoamericana de SIG*. Cáceres, España. Octubre 2003.