



HIDRÁULICA FLUVIAL: PROCESOS DE EROSIÓN Y SEDIMENTACIÓN, OBRAS DE CONTROL Y GESTIÓN DE RÍOS  
Hector Daniel Farias, José Daniel Brea, Carlos Marcelo García (Editores)

Memorias del *Quinto Simposio Regional sobre HIDRÁULICA DE RÍOS*  
Santiago del Estero, Argentina. 2-4 Noviembre de 2011  
ISBN 978-987-1780-05-1 (Libro + CD-ROM)

## **PRODUCCIÓN DE SEDIMENTOS Y PÉRDIDA DE SUELOS DE LA QUEBRADA DE GALARZA (SALTA, ARGENTINA 2011)**

**Alejandro Prado, Silvia Ferreira y Ciro Camacho**

Universidad Nacional de Salta. Facultad de Ciencias Naturales. Consejo de Investigación.  
Avda. Bolivia 5150. Salta. [ferreira@natura.unsa.edu.ar](mailto:ferreira@natura.unsa.edu.ar)

### **RESUMEN**

La Quebrada de Galarza es una cuenca montañosa torrencial donde los cursos se originan de las Serranías de Aguaragüe. Con el auge agropecuario se produjeron desmontes para habilitación de tierras y los cauces ubicados sobre el piedemonte fueron “eliminados” y reemplazados por canales rectilíneos. El curso principal de la quebrada Galarza sufrió un reajuste en su radio y geometría hidráulica, modificando su trayectoria para escurrir paralelo, en sentido norte-sur por la margen occidental de la ruta nacional 34, elevando el volumen del caudal erogado, lo cual condujo al crecimiento de la sección transversal, por erosión de márgenes y profundización del lecho. Se estimaron la pérdida de suelos mediante USLE y producción de sedimentos de la Quebrada de Galarza, a través del Modelo Gravilovic-Djorovic.

### **ABSTRACT**

The Quebrada Galarza is a torrential mountain river where the courses originate from the mountainous of Aguaragüe. With the rise occurred clearing for agricultural and the channel were “eliminated” and replaced by straight channels. The main course suffered a readjustment on the radio and hydraulic geometry, changing its trajectory to drain parallel from north to south along the western margin of national route 34, increasing the flow volume, eroding margins and deepening. We estimated soil loss by USLE and sediment production from the Quebrada Galarza, through Model Gravilovi-Djorovic.

## INTRODUCCIÓN

La cuenca montañosa de la Quebrada de Galarza tiene una superficie de 149.3 km<sup>2</sup>, está ubicada en el Departamento San Martín, Provincia de Salta (norte de Argentina). Los cursos se originan al sureste de las Sierras de Agüaragüe, el curso principal ingresa al sector de llanura luego de un frente de fracturación (la falla de Aguaragüe), para luego, evacuar sus excesos en una zona de bañados. Se trata de una cuenca torrencial donde se generan diferentes procesos erosivos, en los que intervienen factores naturales. La geología, el relieve y las precipitaciones presentan un rol importante, a los que se les suma el efecto sinérgico de las actividades económicas.

En numerosas oportunidades las crecientes generadas en la quebrada de Galarza, provocaron interrupciones en la ruta nacional N° 34 por acumulación de sedimentos, ruptura de calzada y puentes. La franja este de ésta ruta, es una región donde la condición natural se caracterizaba por albergar los tramos inferiores de todos los cursos que descienden desde las serranías de Aguaragüe. Estos cursos se caracterizaban por un patrón de alineamiento divagante, meandriforme y de muy bajos caudales, que se insumen aguas debajo de la ruta, a medida que discurren sobre el piedemonte.

Con la explotación agrícola, muchos de estos cauces fueron literalmente “borrados” del territorio, a través de desmontes y posterior laboreo de tierras, reemplazando la mayoría de los cauces por canales rectilíneos localizados en las líneas de linderos de las propiedades (Farías, 2009).

Debido a las precipitaciones elevadas registradas en la última década y favorecido por los cambios en el uso del suelo, el curso principal de la quebrada Galarza sufrió un reajuste en su radio y geometría hidráulica. De esa manera el cauce principal modificó su trayectoria para escurrir paralelo, en sentido norte-sur por la margen occidental de la ruta nacional 34, en un tramo de aproximadamente 5 kilómetros, alimentándose de los excesos de la quebrada Agua Hedionda y otros cursos de importancia menor, elevando así el volumen del caudal erogado, lo cual condujo al crecimiento de la sección transversal, por erosión de márgenes y profundización del lecho.

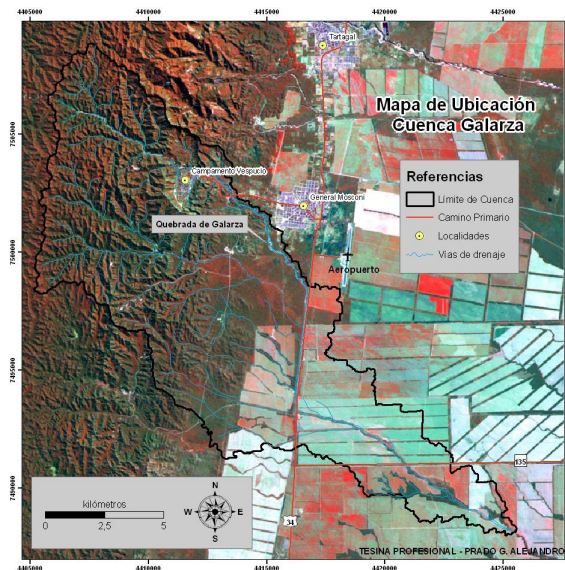


Figura 1.- Ubicación de la Quebrada de Galarza.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La producción de sedimentos se estimó a través de la metodología desarrollada por Grailovic-Djorovic (1974), y la estimación de la pérdida de suelos por la Ecuación Universal de Pérdida de Suelos propuesta por Weischmeier (1978). Fueron aplicadas en un sistema de información geográfico (SIG). Esto permitió representar los resultados de ambas metodologías en formato *raster* e identificar los sectores más susceptibles a la erosión hídrica.

## RESULTADOS

Las precipitaciones anuales medias es de 1084 mm en Campamento Vespucio, y de 906 mm anuales en General Mosconi.

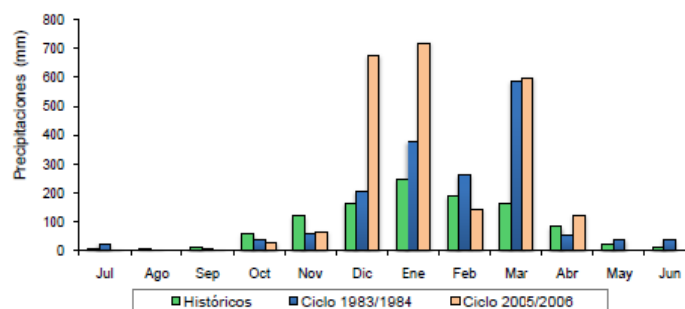


Figura 2.- Histograma de comparación de precipitaciones mensuales para Campamento Vespucio

Teniendo en cuenta los registros de precipitaciones anuales medias de 1084-2006 (34 años) para Campamento Vespucio, se observó en el ciclo 1983/1984 que las lluvias superaron en 55 % la media esperada (1084 mm), mientras que para 2005/2006 las mismas llegaron a más del doble del valor medio histórico, sin incluir dos meses (mayo y junio).

Se resalta la importancia que tienen las precipitaciones para generar situaciones de carácter torrencial, que afectan la capacidad de absorción del sistema hídrico de la cuenca. A esto se suma las características geo-litológicas, edáficas de la zona y, al efecto sinérgico de las acciones antrópicas y es de esperarse que resulten en procesos de erosión hídrica. Analizando

el modelo digital de precipitaciones (Figura 3), que está estrechamente relacionado con la topografía, se observa que las máximas precipitaciones identificadas resultan superiores a los 1200 mm ubicadas en el extremo occidental de la cuenca y a medida que nos alejamos hacia el este, la magnitud de las lluvias se reduce considerablemente.

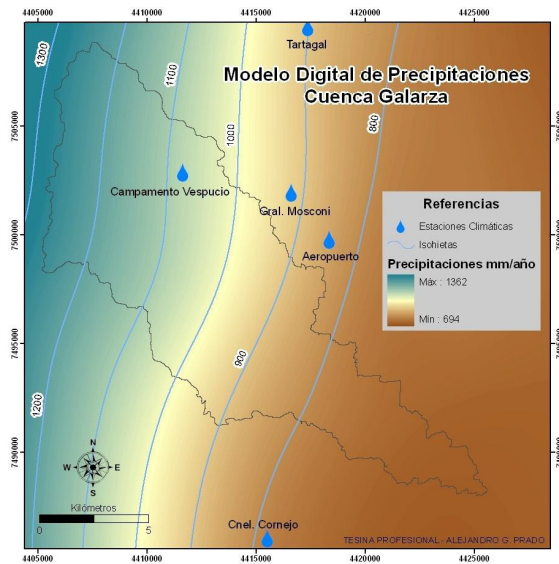


Figura 3.- Modelo Digital de Precipitaciones Medias Anuales

El modelo Graviovic - Djorovic estima la cantidad de material producido por erosión superficial en una cuenca, que es transportado a la sección del río que la define (Olmos et al, 2003).

Para la determinación del volumen de sedimento producido por erosión y transportado a la sección final de la cuenca ( $m^3/año$ ), se consideraron los siguientes factores: la erosión media anual de sedimentos por lluvia y escorrentía superficial ( $m^3/año$ ) y el coeficiente de redeposición o de retención de sedimentos. Tiene en cuenta la interacción de los siguientes factores: precipitación, clima, topografía, tipo de suelo, uso del suelo, vegetación, características geológicas, geomorfología (Olmos et al, 2003).

$$G = W R \quad [1]$$

Con este modelo se obtuvo un valor de **24.609  $m^3/año$**  que indica que la *erosión para el área de estudio es débil*. Los máximos valores observados en el mapa de distribución de la descarga media anual de material erosionado, se localizan principalmente al occidente de la cuenca coincidente con la distribución de pendientes pronunciadas, y con valores medios en áreas degradadas y áreas de cultivos. La producción de sedimentos para la cuenca Galarza, arroja resultados que indican un nivel de degradación débil. El valor mínimo observado en el Mapa de distribución de la descarga media anual de material erosionado es de 0.01  $m^3 / año$ , mientras que los máximos valores observados con un pico de 1.98  $m^3 / año$ , se localizan principalmente al occidente de la cuenca coincidente con la distribución de pendientes pronunciadas (mayor a 50 %), y con valores medios en áreas degradadas y áreas de cultivos (Figura 4).

La pérdida de suelos evaluada por el modelo USLE, indica que la distribución de los rangos de erosión predominantes corresponde principalmente a la **clase nula** (menor a 10 Tn/ha.año),

y representa un 65 % del total de la superficie de la cuenca, y la **clase moderada** (10 – 50 Tn/ha.año) abarcando un 34 % del total (Figura 5). La clase Nula, se encuentra distribuida principalmente al oeste de la ruta nacional 34 al pie del relieve serrano, con muy buenas coberturas correspondientes a selvas, con pendientes medias del 10 %, y suelos moderadamente erodables. La clase Moderada está distribuida en el sector serrano con gran influencia del factor topográfico. También se distribuye en el sector más bajo coincidentes con áreas de cultivos, donde influye en gran parte el escaso grado de protección al suelo (bajo valor de C). Las clases **Alta** (50 – 200 Tn/ha.año) y **Muy Alta** (mayor a 200 Tn/ha.año) están limitadas a sitios de pendientes muy pronunciadas (mayor a 50 %), muy alterados y con escasa cubierta vegetal.

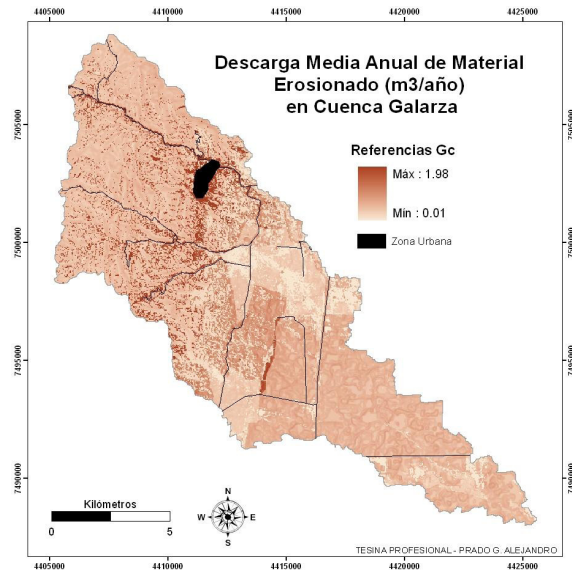


Figura 4.- Mapa de distribución de la producción de sedimentos

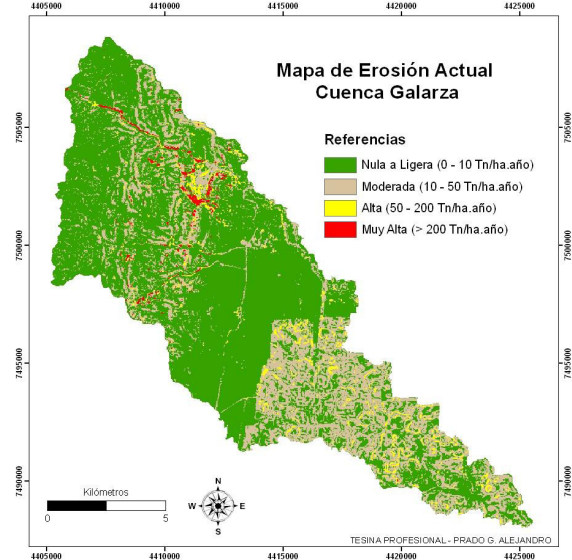


Figura 5.- Erosión Actual en la Cuenca de Galarza

## CONCLUSIONES

La profundización y ensanchamiento del cauce principal de la quebrada, ha avanzado hasta exhibir las discontinuidades en las pendientes del cauce aguas debajo del puente Recaredo que une Campamento Vespucio con General Mosconi; y también aguas abajo del puente en ruta nacional 34. El sector oriental de la ruta nacional 34 donde se halla la cuenca baja de Galarza,

coincidente con el piedemonte, se caracteriza por un incremento significativo en las últimas décadas de la superficie desmontada destinadas a la actividad agrícola. Su incidencia en la modificación de la dinámica fluvial por aumento del escurrimiento, al retirar la cobertura vegetal y el consiguiente aumento en la velocidad de la corriente, afecta a numerosos cursos que drenan de laderas orientales de las sierra de Tartagal o Aguaragüe.

#### **LISTA DE SÍMBOLOS**

G: Descarga media anual de material erosionado

W: Producción de sedimentos

R: Coeficiente de retención de sedimentos

#### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

**Farías H. D.**, 2009. *Procesos morfológicos en cauces afectados por un descenso en su nivel de base. Caso de arroyos en la región Este de la provincia de Salta, Argentina*. Instituto de Recursos Hídricos, Universidad Nacional de Santiago del Estero.

**Mármol, L.** (2008). *Introducción al Manejo de Cuencas Hidrográficas y Corrección de Torrentes*. Universidad Nacional de Salta.

**Wischmeier, W. y D. Smith.** (1978). *Predicting Rainfall Erosion Losses, Guide to Conservation Planning*. Handbook N° 537. USDA. USA.



Instituto de Recursos Hídricos



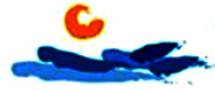
Facultad de Ciencias Exactas y Tecnologías



Universidad Nacional de Santiago del Estero



Instituto Nacional del Agua



Subsecretaría de Recursos Hídricos



Agencia Nacional de Promoción Cient. y Tec.



Gobierno Prov. de Santiago del Estero



Ministerio de la Producción



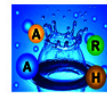
Secretaría del Agua



Secretaría de Desarrollo, Ciencia y Tecnología



Consejo Prof. de la Ingeniería y Arq.



Asociación Argentina de Recursos Hídricos



Asoc. Internacional de Invest. Hidroamb.



Comisión Regional del Río Bermejo



CORPORACION ARGENTINA TECNOLÓGICA s.a. INGENIERIA CIVIL E HIDRAULICA

