

COMPLEMENTACIÓN DE PROCEDIMIENTOS GEOMORFOLÓGICOS E HIDROLÓGICOS PARA IDENTIFICAR UMBRALES DE INUNDACIÓN.

Laura Colladon, Graciela Felici, Gabriel Caamaño Nelli, Osvaldo Barbeito

INA-CONICET-CIRSA

Medrano 235. Vª Carlos Paz. Córdoba (03541-422347 / 430443)

E-mail: lauracolladon@tutopia.com, graciela.felici@gmail.com

RESUMEN

La interpretación geomorfológica de imágenes satelitales y fotografías aéreas antecedentes indican la actividad total o parcial de los lechos de inundación ordinario, periódico y episódico de los ríos en el pasado reciente, incluyendo los sectores más dañados, hecho corroborado, además, por información histórica. En tanto que el análisis hidrológico nos permite predecir niveles máximos de eventos críticos y su frecuencia asociada.

La complementación de estas dos herramientas suele verse dificultada, en parte, por la falta de interrelación de los grupos de trabajo provenientes de las dos disciplinas. Este estudio utiliza resultados comunes de ambas vertientes, para asociar recurrencias de crecidas máximas a los límites de unidades geomorfológicas.

Éste se desarrolló a partir de comparar los resultados en 6 puntos de control sobre los 20 Km finales del Río San Antonio, Provincia de Córdoba.

Se cuantificaron las características de cada unidad geomorfológica: lecho ordinario y terraza.

Los resultados muestran que hay una correspondencia entre el lecho ordinario y una crecida de recurrencia máxima de 5 años. No sucede lo mismo con las terrazas, donde no se encontró un valor hidrológico que las caracterice.

ABSTRACT

The geomorphological interpretation of recorded satellite images and aerial photographs shows the overall or partial activity of river-beds during ordinary, periodic or episodic flooding in the near past. This fact is also corroborated using historical information. Hydrological analysis allows to predict maximum water levels of critical events and its associated frequency.

The complementary use of the mentioned tools usually runs into trouble, partly due to the lack of interrelation between works groups coming from the two different disciplines. This study uses results shared by both groups to associate the frequency of maximum floods to the limits of geomorphologic units. This analysis was developed for six different control points on the final 20 km of the San Antonio River, province of Córdoba.

Each geomorphologic unit (ordinary river-bed and floodplain) was characterized for each control point. Results have shown that there is a relation between the ordinary river-bed and a maximum flood occurring once in five years. The same can't be said about the floodplain where no characteristic scales of hydrologic value were found.

INTRODUCCIÓN

El interés que tiene estudiar las crecientes fluviales, como proceso natural en sí mismo, aumenta considerablemente cuando se las evalúa como amenaza, desde la óptica de sus consecuencias potenciales, es decir, del riesgo que representan las inundaciones para el entorno habitado. De allí que las márgenes de los ríos constituyen un territorio de conflicto latente entre el ser humano y su ambiente. (Caamaño Nelli, et. al., 2004).

Una forma de minimizar el peligro para personas y bienes es a través de medidas no estructurales, entre las cuales se destacan las cartas de amenaza, resultado de la aplicación de conceptos geomorfológicos, y la predicción de crecidas, enfoque típico del diseño hidrológico.

La carta de amenaza tiene como objetivo identificar las áreas geográficas susceptibles de sufrir daños en caso de que una amenaza se haga realidad. La predicción, por su parte, estima estadísticamente niveles máximos que junto con datos topográficos, proveen umbrales inundables de interés en el plano legal y la planificación del uso de las riberas.

La complementación de estas dos herramientas suele verse dificultada, en parte, por la falta de interrelación de los grupos de trabajo provenientes de las dos disciplinas y la consecuente heterogeneidad de la terminología utilizada.

Este estudio utiliza resultados comunes de ambas vertientes, para asociar recurrencias de crecidas máximas a los límites de unidades geomorfológicas.

ZONA DE ENSAYO

Este estudio se desarrolló a partir de comparar los resultados en 6 puntos de control sobre el Río San Antonio, Provincia de Córdoba. (Figura 1).

El sistema hidrológico donde se realizó el ensayo es la cuenca del Río San Antonio, de 492 km² (Figura 2). Este sistema se encuentra próximo al centro continental de la República Argentina, en las sierras de la Provincia de Córdoba, al sur del Valle de Punilla, entre los 64° 29' 21" y 64° 51' 17" de longitud oeste y entre los 31° 26' 51" y 31° 23' 23" de latitud sur. Su altitud decae 1.700 m en menos de 30 km, desde los 2374 m snm del Cerro Los Gigantes, al NW, hasta 675 m snm en la estación de aforos de salida (Estación 600).

El tramo de estudio corresponde a los 20 Km finales del Río San Antonio (Figura 1) entre la población de Cuesta Blanca y el barrio Villa Independencia, en el sur de la ciudad de Villa Carlos Paz.

Los puntos de control son secciones normales al río, que presentan obras de arte transversales (puentes, vados y azudes), por permitir una identificación inequívoca en el terreno. Su ubicación en el río se especifica en la Tabla 1, con progresivas referidas al cero ubicado en el cierre artificial de la Cuenca. Las secciones de control se sitúan en tramos rectos del río, a excepción de la 2 y la 6, emplazadas en curvas de distinto radio.

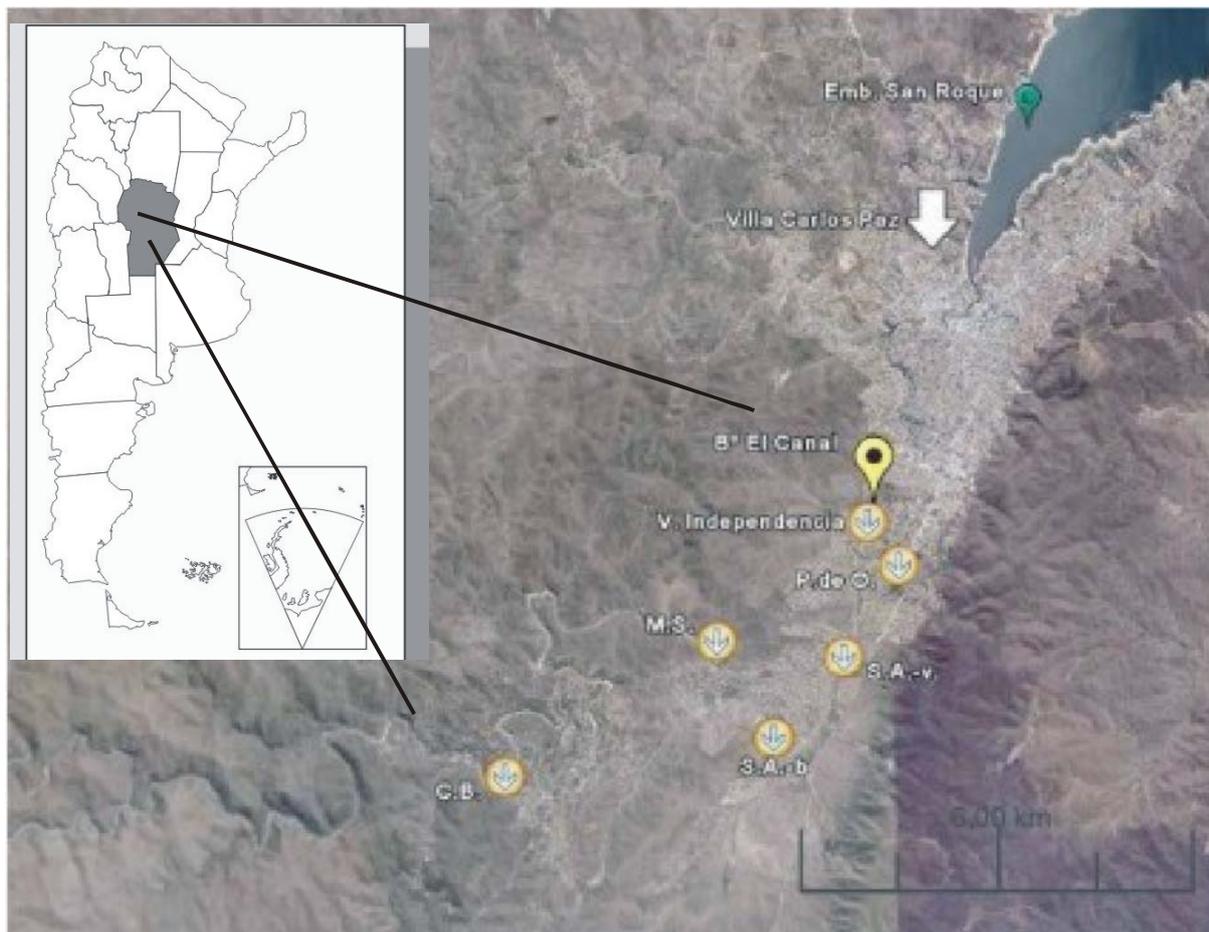


Figura 1. Tramo estudiado Ubicación de la zona de estudio dentro de la provincia, con detalle de los puntos de control

La elección de estos puntos obedece a la disponibilidad de información, geomorfológica, hidrológica, topográfica y facilidad de acceso.

Tabla 1.- Ubicación de las secciones transversales

Nº	Ubicación	Sigla	Tipo de estructura	Progresiva	Altitud de talweg
1	Villa Carlos Paz-Vª Independencia	V.I.	puente	387 m	642,14 m snm
2	Villa Carlos Paz-Playas de Oro	P.de O.	puente	1039 m	646,00 m snm
3	San Antonio de Arredondo – Playa de Oro IV	S.A.-v	puente-vado	3311 m	657,46 m snm
4	San Antonio de Arredondo	S.A.-b	pasarela balneario	5605 m	667,13 m snm
5	Mayu Sumaj	M.S.	puente	7659 m	675,13 m snm
6	Cuesta Blanca	C.B.	puente	18006 m	729,11 m snm

Características Geológicas y Geomorfológicas del Tramo

Los cauces se definen claramente por sus características geológicas y geomorfológicas, por tipo de materiales presentes y por las formas derivadas de la acción fluvial. En el caso del Río San Antonio en toda su longitud encontramos un fuerte control estructural que produce tramos rectilíneos o curvaturas angulosas. Discurre sobre rocas del basamento cristalino metamórfico-plutónico que alterna con materiales modernos de naturaleza fluviotorrencial.

En general las terrazas se forman a través de dos episodios de la actividad del río: en el primero éste excava su valle gracias a la erosión lateral, depositando luego sobre él sus materiales de acarreo; en el segundo, aumenta su capacidad erosiva, y se encaja en sus

propios sedimentos, transformándolos por disección en terrazas. En las de tipo erosivo el recubrimiento es mínimo o no existe. Lo normal es que aparezcan a ambos lados del río, pero, si el valle es fuertemente asimétrico, pueden desaparecer en la vertiente más escarpada. Todas las terrazas conocidas tienen edad cuaternaria.

Si los niveles de terrazas se mantienen de un lado a otro del río, se habla de terrazas cíclicas, pues este hecho indica la acción de periodos de erosión lateral y de depósito, alternantes con periodos de excavación vertical. En cambio, la falta de esta nivelación indica que durante la génesis no ha cesado la erosión vertical, ni la horizontal; se habla de terrazas no cíclicas. Como el río tarda mucho tiempo en barrer lateralmente su valle, al llegar a un extremo de él, el fondo ha descendido algo, y las terrazas no quedan a la misma altura.

En el río San Antonio se desarrolla un solo nivel de terraza sobre rocas metamórficas, de tipo erosivo, que solo en algunos tramos presenta un subnivel en formación.

El Lecho Ordinario (LO) es definido por márgenes claras e incluye el canal de estiaje por el que escurren los caudales en período seco. Queda definido desde el punto de vista geológico por la presencia de depósitos de materiales aluviales aportados por el río (arenas, gravas y bloques rodados) o roca de basamento expuesta, con ausencia de vegetación y desde el punto de vista geomorfológico, por las márgenes claras bien definidas. (Ugarte, 2006).

Cuando los niveles máximos sobrepasan la capacidad de conducción del Lecho Ordinario, comienza a ocuparse el Lecho Periódico, las crecientes asociadas a él son denominadas extraordinarias y su recurrencia oscila entre los 10 y los 100 años (Tabla 2).

EL Lecho Episódico, se activa ante crecidas excepcionales, de recurrencia mayor a 100 años (Tabla 2). Su distinción debido a su actividad esporádica es más difícil y por la misma razón está ocupado en ocasiones por obras de infraestructura urbana. Éste se desarrolla sobre el único nivel de terraza existente, en muchos casos superándolo.

ANTECEDENTES HIDROLÓGICOS

Los niveles utilizados para establecer la comparación fueron obtenidos de estudios realizados por Rodríguez, R. 2004 y Caamaño, et. al. 2004.

Para determinar niveles de diseño en una sección de un curso fluvial, es necesario contar con una serie de alturas máximas anuales, y su correspondiente Función de Densidad de Probabilidad y explotar ésta para las recurrencias de interés. Tal es el caso de la estación Barrio el Canal-Estación 600 (Figura 2), por lo que los resultados de su análisis estadístico sólo pueden aplicarse en dicha sección.

Cuando el problema se extiende a delimitar los umbrales de inundación en una extensión del curso, se debe considerar la evolución que presenta la crecida máxima en dicho tramo, a través del tránsito de los caudales. Para lo cual realizaron el tránsito a partir de la estación 700 (Figura 2), considerando los aportes laterales de caudal producto de la lluvia en el tramo.

Sintéticamente los pasos utilizados:

- a) Seleccionar eventos reales para el ajuste de modelos.
- b) Deducir el hidrograma unitario de la Cuenca Alta.
- c) Calibrar un modelo de tránsito para el tramo final (700-600);

- d) Predecir las lluvias de diseño de las recurrencias elegidas.
 - e) Transformar las lluvias de diseño y obtener los hidrogramas de entrada (700).
 - f) Propagarlos, para obtener las crecientes de proyecto y estimar los umbrales de inundación.
- La ubicación de los puntos mencionados pueden observarse en la Figura 2.

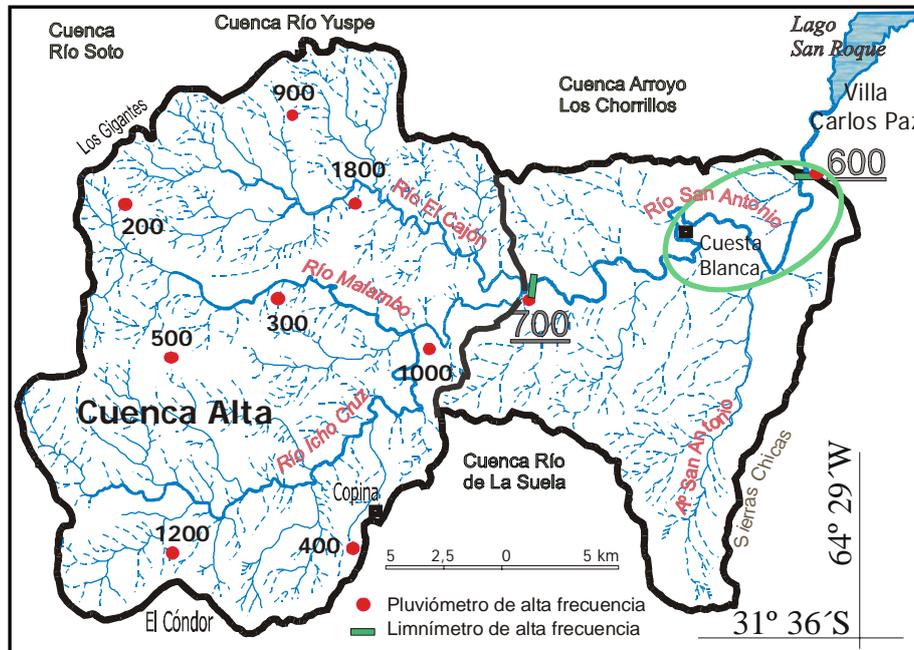


Figura 2.-Cuenca del Río San Antonio. Estaciones de medición de lluvia y niveles. Delimitación de la Cuenca Alta y localización de la zona de estudio

ANTECEDENTES GEOMORFOLÓGICOS

Barbeito y Ambrosino han empleado el criterio geológico, geomorfológico y técnicas de fotointerpretación para la evaluación de la amenaza específica por inundaciones repentinas. La metodología empleada puede resumirse en:

Reconocimiento, definición y caracterización de paisajes, unidades y elementos componentes de los ámbitos fluviales en el sitio de las poblaciones y entorno vinculado.

Evaluación de la tendencia evolutiva fluvial y los riesgos asociados a la acción de los procesos fluviales (erosión lateral, en profundidad, desbordes, estrangulamientos de meandros, etc.).

Chequeos de campo y ajuste de la información lograda en gabinete.

Correlación de la información de base obtenida con información histórica recabada mediante censos poblacionales.

Elaboración de cartografía final a escala 1:10.000. Indicativa de la dinámica y alcance de inundaciones ordinarias y extremas y situaciones de riesgo actuales y potenciales asociadas a los procesos fluviales.

MARCO LEGAL

La delimitación y caracterización de las zonas bajo riesgo hídrico en Córdoba sigue siendo controversial, por el vacío legal imperante tanto a nivel nacional como provincial. En tal sentido, Caamaño Nelli *et al.* (2006) aportaron elementos desde la óptica técnica, combinando los criterios geomorfológicos e hidrológicos para definir los umbrales de inundación de interés legal.

Las líneas y zonas propuestas en el artículo citado, que se exhiben en la Figura 3 se adoptan aquí como patrón de contraste de las condiciones ribereñas actuales y se sintetizan a continuación.

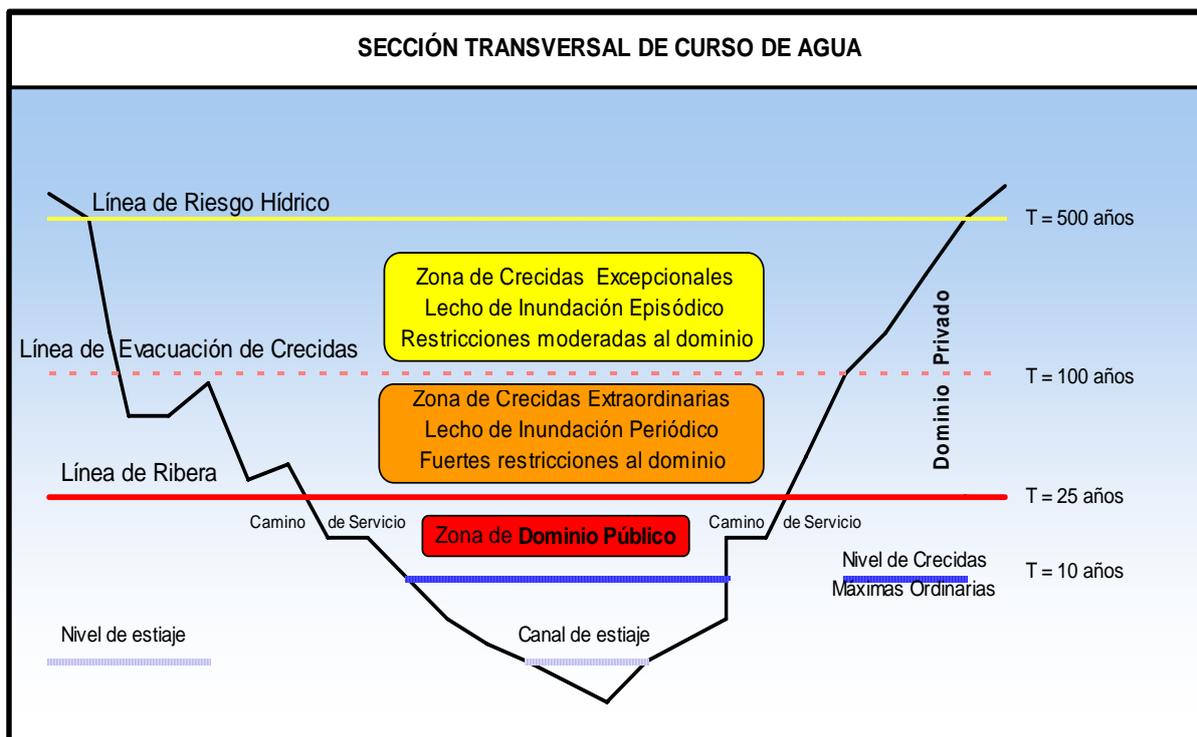


Figura 3 : Umbrales y zonas de interés legal. (tomado de Caamaño Nelli *et al.*, 2006)

Línea de ribera

El ente regulador de los recursos hídricos provinciales, la DiPAS, establece una recurrencia de 25 años para la creciente que delimita la línea de ribera. Esta línea establece el límite entre el dominio público y el privado. Delimita así una zona de dominio público, propiedad del Estado Provincial. Ningún particular puede esgrimir derechos especiales, ejercer usos o realizar tareas que afecten o modifiquen el curso o sus márgenes, salvo por orden o con expresa autorización del ente regulador.

Línea de evacuación de crecidas

La línea de evacuación de crecidas es el umbral de inundación extraordinaria, estimado para recurrencia de 100 años (Caamaño Nelli y Dasso, 2003). Delimita una zona de crecidas extraordinarias, entre la línea de ribera y la línea de evacuación. Dicha área, incluida en el

dominio privado, debe sufrir una fuerte restricción de uso. Queda vedado: todo tipo de construcción con mampostería.; establecimientos, galpones, talleres, quinchos, galerías y estructuras metálicas o de madera; escalonamiento, relleno o nivelación del terreno; plantación de árboles de cualquier tipo; uso de mallas o tejidos, salvo alambrado perimetral de 4 hilos paralelos, a utilizar en la demarcación de lotes; acampar o pernoctar.

Línea de riesgo hídrico

La línea de riesgo hídrico limita superiormente la zona de riesgo. Corresponde a una recurrencia de 500 años, tomada como umbral de inundación excepcional. Esta zona sería el terreno adicional anegado por las mayores crecidas episódicas, en sentido geomorfológico. Entre la línea de riesgo hídrico y la línea de evacuación de crecidas, queda comprendida la zona de crecidas excepcionales, dentro del dominio privado y con restricciones moderadas al dominio.

METODOLOGÍA

En zonas donde existen estudios hidrológicos y geomorfológicos previos, es posible ensayar una metodología que complemente las cartas de amenaza y los umbrales de inundación.

Para poder lograrlo se realizaron los siguientes pasos:

Recopilar antecedentes de trabajos realizados en este tramo del Río San Antonio, para el tema.

Ubicar límites de las unidades geomorfológicas (lecho ordinario y terraza) mediante observaciones de campo y análisis estereoscópico de fotografías aéreas a escala 1:5000, para luego transferir la información obtenida a imágenes del programa Google Earth.

Realizar mediciones topográficas para establecer altitudes del lecho ordinario (LO) y las terrazas (Tz) de ambas márgenes, relativas al fondo del cauce.

A partir de la altura que alcanzaría el agua, para períodos de retorno (T), de 25, 100 y 500 años, medir en cada perfil transversal relevado las distancias en planta entre los umbrales de interés legal y las unidades geomorfológicas.

Calcular complementariamente, los porcentajes de terraza activada por las crecidas características de períodos de retorno de 25, 100 y 500 años.

Establecer las recurrencias de los límites de las unidades geomorfológicas a partir de las tablas de altura – T (Caamaño Nelli et al., 2005).

La clasificación de crecidas utilizada en este artículo es una combinación de la sugerida por Bertoni y Maza (2004) (Tabla 2.) y Caamaño et. al. (2006). Esta última es una propuesta legal donde adquiere importancia la crecida de recurrencia 25 años al ser la que define, para la Provincia de Córdoba, la Línea de Ribera (Figura 3). Se completa la propuesta con una Línea de Riesgo Hídrico, de recurrencia 500 años, para definir un límite superior a las restricciones del dominio.

Tabla 2.- Clasificación de crecidas y cursos en función del tiempo de retorno

Denominación		Tiempo de retorno (años)
de la crecida	del lecho	
Ordinarias	Ordinario	< 10
Extraordinarias	Periódico	entre 10 y 100
Excepcionales	Episódico	> 100

ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS

La Tabla 3 muestra los datos obtenidos en campo de las unidades geomorfológicas. Las alturas medidas para el lecho ordinario y las terrazas están referidas al talweg del río en tanto que el ancho de las terrazas es a partir del lecho ordinario. En la columna tercera, se indica la forma del tramo; para definirla se evaluó el cauce 150 m aguas arriba y otros tantos aguas abajo del punto de control.

Tabla 3.- Características de las unidades geomorfológicas

Sección	Margen	Forma del tramo	Lecho Ordinario			Terraza		
			Ancho (m)	Altura (m)	T (años)	Ancho (m)	Altura (m)	T (años)
C.B.	derecha	curva	53	2,4	< 5	22	6,8	100
	izquierda	abierta		2,8	< 5	10	6,8	100
M.S.	derecha	recto	71	4,4	< 5	26	6,7	25
	izquierda			5,7	5	25	10,1	> 500
S.A.-p	derecha	recto	94	4,8	< 5	80	7,3	50
	izquierda			4,9	< 5	72	10,8	> 500
S.A.-v	derecha	recto	69	3,5	< 5	146	10,1	> 500
	izquierda			3,6	< 5	134	10,4	> 500
P.de O.	derecha	curva	125	4,1	< 5	-----	-----	-----
	izquierda	cerrada		4,6	< 5	450	14,6	> 500
V.I.	derecha	recto	54	5,5	5	250	23	> 500
	izquierda			4,5	< 5	-----	----	-----

En la zona estudiada hay un solo nivel de terraza, a excepción de la margen derecha de la sección Playas de Oro y la margen izquierda de la sección Villa Independencia donde dicho nivel es inexistente.

Tanto el ancho como la altura de las terrazas se incrementan río abajo, en tanto que sus pendientes van disminuyendo. En Cuesta Blanca el valor alcanzado es de 31% y 68% para las márgenes derecha e izquierda respectivamente, en tanto que en el punto más bajo (Villa Independencia) el valor es de 9% en la margen que presenta terraza.

El LO presenta secciones variables, de tal modo que no se encuentra una tendencia definida.

Las columnas 6 y 9 de la Tabla 3, representan la recurrencia que tendría una crecida que alcance los niveles extremos de las unidades geomorfológicas (LO y Tz). Así vemos que para el LO la recurrencia siempre es menor o igual a 5 años. En cambio, el margen externo de las terrazas alcanza una altura que sobrepasa, en más de la mitad de los casos (60%) al nivel de una crecida predicha de T=500 años.

El límite de terraza en la margen derecha de la sección S.A.-p tiene una recurrencia de 50 años, por lo tanto se encuentra comprendida dentro del lecho periódico. Esta terraza se encuentra totalmente urbanizada, constituyéndose en una zona altamente vulnerable aún ante crecidas extraordinarias medias.

El caso más extremo es la sección relevada en Mayu Sumaj (margen derecha), donde toda la superficie de la terraza sería cubierta por una crecida de recurrencia de 25 años.

Las tres subsecciones (Tabla 4) representan las distancias y los porcentajes de terraza cubiertos entre el LO y el punto donde arribarían las crecidas de T=25 años, T=100 años y T=500 años respectivamente.

Tabla 4.-Porcentajes inundables, en función de los umbrales de interés legal

Sección	Margen	Subsección 1 (de LO a T=25)		Subsección 2 (de LO a T=100)		Subsección 3 (de LO a T=500)	
		Ancho (m)	Porcentaje %	Ancho (m)	Porcentaje %	Ancho (m)	Porcentaje %
C.B.	derecha	1	8	22	100	88	supera
	izquierda	1	15	10	100	40	supera
M.S.	derecha	26	100	29	supera	33	supera
	izquierda	6	22	12	48	14	56
S.A.-p	derecha	63	79	88	supera	113	supera
	izquierda	29	40	37	51	46	64
S.A.-v	derecha	23	16	39	27	51	35
	izquierda	21	16	27	20	34	25
P.de O.	derecha	3	-----	27	-----	42	-----
	izquierda	10	2	38	8	62	14
V.I.	derecha	30	12	36	14	38	15
	izquierda	7	-----	19	-----	40	-----

El porcentaje de inundación de Tz de la Subsección 1 es muy variable, va desde la totalidad para el caso de la margen derecha en Mayu Sumaj a escasos 2% en la margen izquierda de Playas de Oro. En ningún caso una crecida de recurrencia 25 años supera la terraza.

En las Subsección 2 se observa que una crecida centenaria ocuparía la totalidad de la terraza y aún la superaría en las secciones de aguas arriba, en tanto que en las más cercanas a la salida la incidencia es bastante menor (< 30%). Lo mismo sucede para la Subsección 3.

Sección Cuesta Blanca

Este es el punto de control más alto respecto a los elegidos. El valle fluvial es estrecho con pendiente pronunciada, se desarrollaron terrazas en ambas márgenes, muy angostas y fácilmente inundables. El río describe una amplia curva con convexidad hacia la margen derecha (Figura 4).



Figura 4.-Sección Cuesta Blanca, indicando el trazado del LO, las Tz y los niveles que alcanzarían crecidas de recurrencia 25 y 100 años.

Las márgenes que limitan el LO son aproximadamente verticales, por lo que en planta se superpone con la línea de ribera, no así su ubicación en altura (Figura 5).

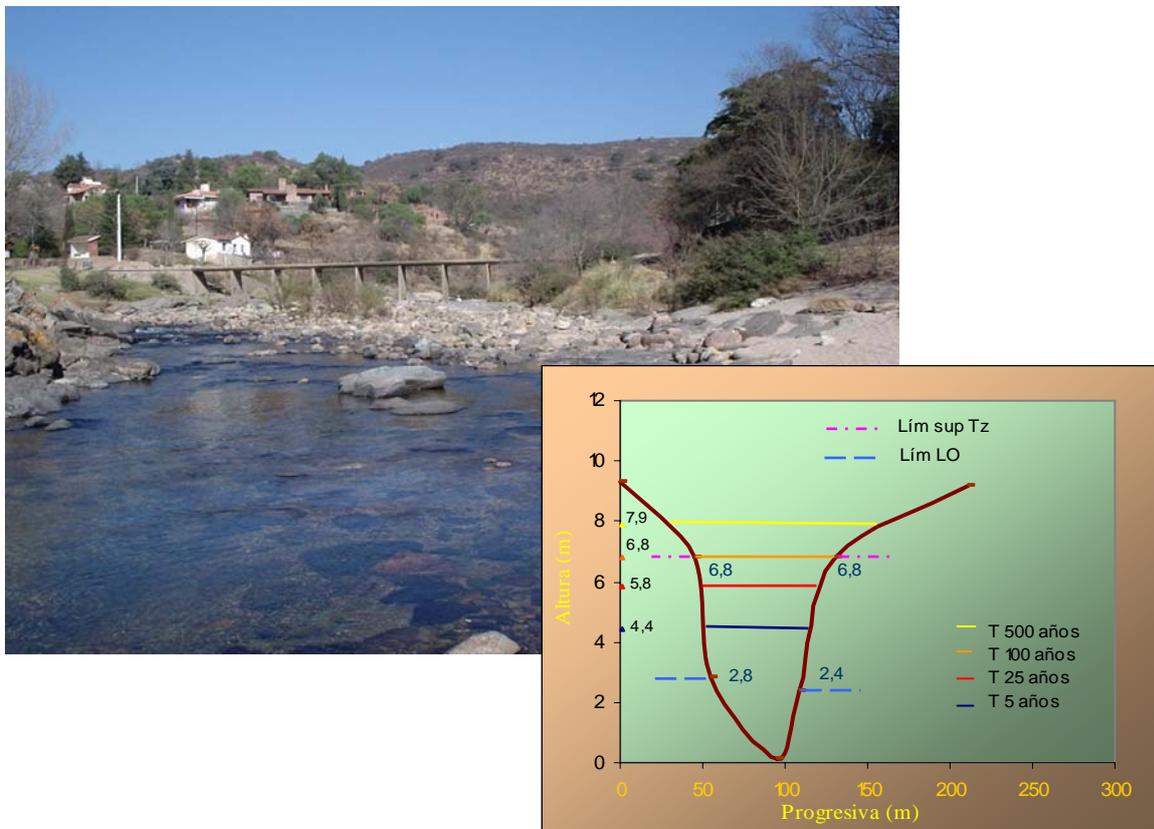


Figura 5.- Fotografía de la sección Cuesta Blanca y esquema del perfil transversal, con indicación de niveles

La altura de terraza en Cuesta Blanca, para ambas márgenes, es coincidente con el umbral de inundación de T=100 años, ocupando la totalidad del lecho periódico.

Por lo tanto la crecida predicha de recurrencia 500 años, al superar el límite de terraza, activaría el lecho episódico (Tabla 2).

Sección San Antonio-vado

En este caso la sección, ubicada en un tramo recto del río, es mucho más amplia que en Cuesta Blanca. Las terrazas extienden su superficie más allá de los 100 m y sus alturas son prácticamente iguales en ambas márgenes. La pendiente media de la terraza, coincidente en



Figura 6-Sección San Antonio-vado, indicando el trazado del LO, las Tz y los puntos que alcanzarían crecidas de recurrencia 25, 100 y 500 años.

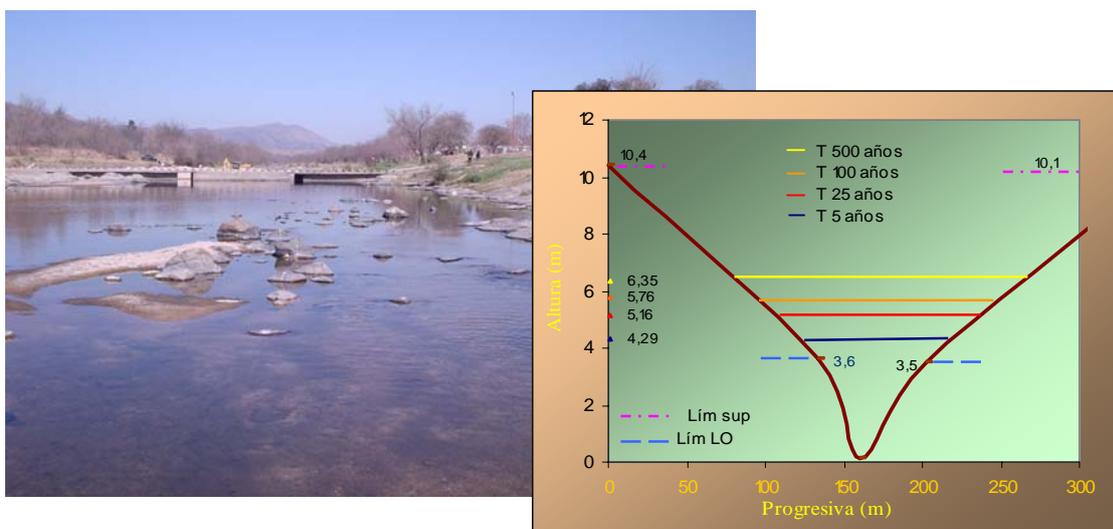


Figura 7.- Fotografía de la sección San Antonio-vado y esquema del perfil transversal, con indicación de niveles

ambos márgenes, es del 8%. Su tendencia no es constante, siendo mucho más pronunciada hasta la Subsección 3 (Tabla 4), por esto se ven en la Figura 6, muy cercanos los puntos que indican los umbrales de interés legal.

La mayor crecida predicha (T=500 años) ocuparía el 25% y 35% de la superficie de las terrazas según la margen (Tabla 4).

Sección Villa Independencia

La sección, ubicada en un tramo recto del río, sólo presenta terraza sobre la margen derecha. Siendo ésta la de mayor desarrollo vertical (de los 6 puntos analizados) el ancho alcanza los 250 m. La pendiente media es del 9% y al igual que en el perfil anterior es más acentuada en la cercanía del LO, coincidente con las Subsecciones 2 y 3. (Tabla 4).

Es la zona más urbanizada, lo cual dificulta la observación de los límites de las unidades geomorfológicas.



Figura 8-Sección San Antonio-vado, indicando el trazado del LO, las Tz y los puntos que alcanzarán crecidas de recurrencia 25, 100 y 500 años.

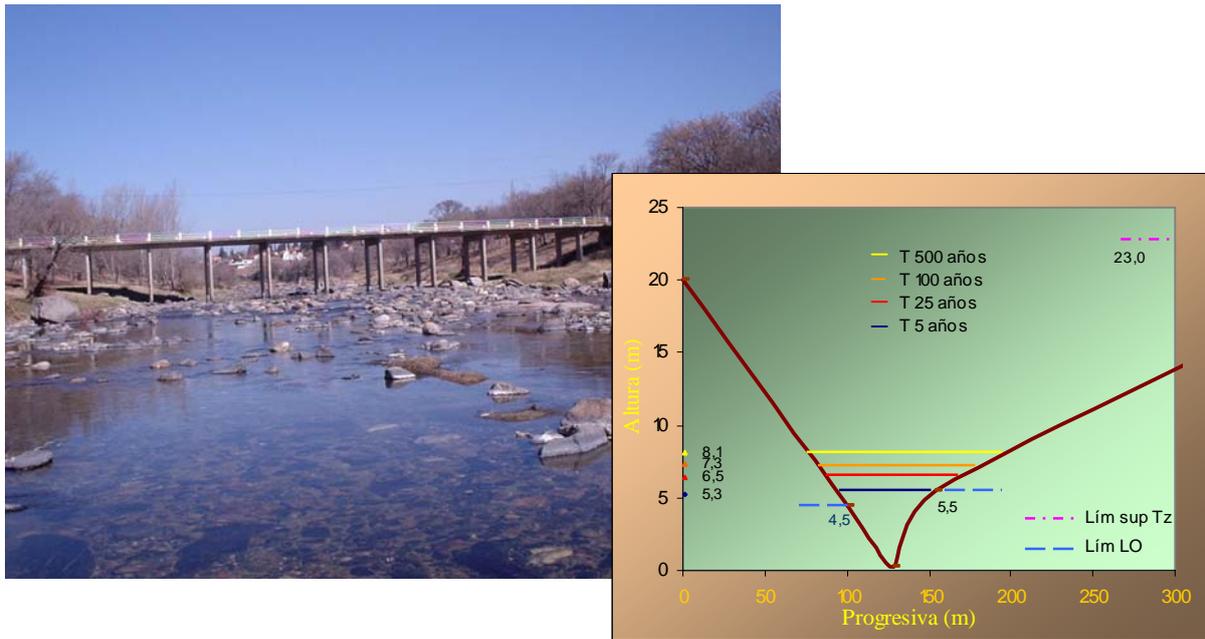


Figura 9.- Fotografía de la sección Villa Independencia y esquema del perfil transversal, con indicación de niveles

CONCLUSIONES

Se aplicó una metodología para integrar aspectos geomorfológicos e hidrológicos. Se buscó deducir en función de las características de las unidades geomorfológicas, posibles niveles a alcanzar por las mayores crecidas en cursos no aforados.

Se cuantificaron las características de cada unidad geomorfológica: lecho ordinario y terraza.

El lecho ordinario en cada sección, corresponde a una crecida con recurrencia máxima de 5 años. Así geomorfológicamente se puede acotar un valor hidrológico en secciones no aforadas.

No sucede lo mismo con las terrazas, donde no se encontró un valor hidrológico que las caracterice. Su altura y superficie se incrementan río abajo. Así, en los puntos de control más cercanos a la salida, son ocupadas parcialmente aún por las mayores crecidas predichas (T=500) en tanto que en las secciones superiores, se ocupan totalmente.

Un resultado inmediato para el tramo estudiado fue poner en evidencia que en zonas donde la interpretación geomorfológica fue dudosa o estimada, pudo darse un grado de seguridad aplicando las herramientas hidrológicas. Este es un ejemplo de cómo la hidrología respalda apreciaciones inciertas de la geomorfología.

Estas conclusiones si bien corresponden al sistema en estudio, indican el rumbo a seguir en exploraciones futuras tendientes a integrar la geomorfología con la hidrología fluvial.

Se debe tener presente que los avances realizados serían aplicables a tramos de ríos con similares características geológicas, geomorfológicas e hidrológicas.

LISTA DE SÍMBOLOS

DiPAS	Dirección Provincial de Aguas y Saneamiento
LO:	Lecho ordinario
Tz:	Terraza
T:	Tiempo de retorno
V.I.	Villa Independencia
P.de O	Playas de Oro.
S.A.-v	San Antonio – Playas de Oro IV
S.A.-b	San Antonio de Arredondo
M.S.	Mayu Sumaj
C.B.	Cuesta Blanca

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Barbeito, O. y S. Ambrosino (2005) “Evaluación de umbrales de inundaciones extremas y desastres, mediante el empleo del criterio geomorfológico, las técnicas de teledetección e información histórica”. 2ª Simposio Regional sobre Hidráulica de Ríos. Trabajo en CD-ROM ISBN 987-20109-4-3. Neuquén. Argentina.

Barbeito, O.; Ambrosino, S.; Ugarte, R.; Cisneros, J.; Degioanni, A. y Rico, A. (2007) Cartografía de Riesgo Hídrico de la Provincia de Córdoba. Evaluación de Inundaciones Repentinas en la Zona Serrana. XXI Congreso Nacional del Agua. CPCNA. Tucumán

Bertoni, Juan C. y J. Maza (2004) “Introducción General”, Capítulo 1 en *Inundaciones Urbanas en Argentina*. ISBN 987-9406-76-1. Ed.Universitas. . GWP-SAMTAC. CPCNA. SecyT/UNC, ARG-CapNet. Argentina.

Caamaño Nelli, G. y C. M. Dasso, coordinadores (2003) *Lluvias de Diseño: Conceptos, Técnicas y Experiencias*. Editorial Universitas. 222 páginas. ISBN: 987-9406-43-5. Córdoba, Argentina.

Caamaño Nelli, G.; R. M. Rodríguez y F. López (2004) “Predicciones de Niveles Inundables. Comparación en el Río San Antonio, Argentina”. XXI Congreso Latinoamericano de Hidráulica. IAHR-AIPH. São Pedro, E. de São Paulo, Brasil.

Caamaño Nelli, G.; R. M. Rodríguez; L. Colladon; C. M. Dasso (2006) “Márgenes inundables de interés legal. Caracterización para la Provincia de Córdoba”. I Congreso. Internacional sobre Gestión y Tratamiento Integral del Agua. Fundación ProDTI (España)-FCA-UNC. Trabajo en CD. Cba. R. A.

Rodríguez, Raúl M. (2004) Estimación de umbrales de inundación a partir de las lluvias de diseño, desarrollo metodológico y aplicación en el Río San Antonio. Trabajo Final de Ingeniería Civil, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba.

Ugarte, Rodrigo M. (2006) Evaluación Geomorfológica de la amenaza por Crecientes Repentinas en la Comuna de San Antonio de Arredondo, Provincia de Córdoba. Trabajo Final de la Escuela de Geología, Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, Universidad Nacional de Córdoba.