

# AMENAZA POR CRECIENTES REPENTINAS EN LA COMUNA DE CUESTA BLANCA, PROVINCIA DE CÓRDOBA

Rodrigo M. Ugarte<sup>1</sup>, Osvaldo L. Barbeito<sup>1,2</sup> y Silvio N. Ambrosino<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto Nacional del Agua (INA)-Centro de Investigaciones de la Región Semiárida (CIRSA). CONICET

<sup>2</sup> Facultad de Cs. Ex. Fís. y Nat. Universidad Nacional de Córdoba

Av. Ambrosio Olmos 1142. 5000 Córdoba, Argentina. Tel. (54 351) 468-2781 / Fax (54 351) 468-2782

E-mail: ugarterodrigo@yahoo.com.ar

## RESUMEN

La Comuna de Cuesta Blanca, localizada a las márgenes del río Icho Cruz-San Antonio, dadas las particularidades de la cuenca y la posición geomorfológica que ocupa en la misma, se encuentra expuesta a la amenaza por crecientes repentinas; hecho corroborado con datos históricos del 6 de enero de 1992, cuando la Comuna sufrió una de las mayores inundaciones registradas.

Frente a esto, el objetivo del presente trabajo de base geológica y geomorfológica, es evaluar la dinámica y alcance de las crecientes repentinas ordinarias y extremas en la población y entorno vinculado. Para ello, se aplicaron técnicas de fotointerpretación y teledetección; corroborando los resultados de gabinete con chequeos de campo y datos históricos recabados in-situ.

Como resultado se obtuvo la carta hidrogeomorfológica a escala 1:10.000; indicativa de la naturaleza geológica del territorio, de las unidades hidrogeomorfológicas que componen el ámbito fluvial y su relación con la dinámica y alcance de las inundaciones repentinas ordinarias y extremas y los procesos fluviales asociados.

Se concluye que, debido a la incorrecta ocupación del territorio, determinadas áreas pobladas y edificadas muy puntuales de la Comuna enfrentan amenazas ante crecientes episódicas y aún periódicas.

**Palabras clave:** Crecientes repentinas, geomorfología, amenaza, Cuesta Blanca.

## ABSTRACT

The Cuesta Blanca Commune (Comuna de Cuesta Blanca), located at the margins of river Icho Cruz-San Antonio, according to the characteristics of the basin and the geomorphological position that occupies, is exposed to the menace of sudden floods, which was corroborated with historical data of January 6th, 1992, when the commune suffered one of the biggest floods ever recorded.

Because of this, the purpose of this study, with geological and geomorphological base, is to evaluate the dynamics and scope of the ordinary and extreme sudden floods in the village and surroundings previously mentioned. To this purpose, we applied photointerpretation and teledetection techniques in order to corroborate the cabinet findings with field checks and historical data obtained in-situ.

As a result, we obtained a hydrogeomorphological chart with a scale of 1:10.000; indicative of a geological nature of the terrain, of the hydrogeomorphological units that make up the fluvial sector and its relationship with the dynamics and scope of the ordinary and extreme sudden floods and the fluvial processes associated to it.

We concluded that, due to the incorrect terrain occupation, certain populated and built up areas, which are specific to the commune, have to face episodic and yet periodical floods.

**Key words:** Sudden floods, geomorphology, menace, Cuesta Blanca.

## INTRODUCCIÓN

En la región serrana de Córdoba las crecientes repentinas de generación rápida y gran poder

destruictivo, condicionadas por las particularidades climáticas y del medio físico de la región, representan la amenaza natural por excelencia. En la Cuenca del río San Antonio, la concentración de precipitaciones en un periodo del año y la generación de tormentas convectivas favorecidas por el efecto orográfico, conjuntamente con la baja permeabilidad de los materiales geológicos, las fuertes pendientes naturales y la insuficiente cubierta de vegetación a la vez alterada por incendios frecuentes, representan las principales causas de las crecientes repentinas (Barbeito y Ambrosino, 1999).

La magnitud y dinámica que alcanzaron tales crecientes, en la mayoría de los casos fue totalmente inesperada, tomando desprevenidos a los pobladores en general y a los organismos encargados de la defensa civil, debido a la carencia de información que hubiera permitido predecir y prevenir tales eventos.

No obstante, en todos los casos sin excepción, del análisis geológico-geomorfológico empleando imágenes satelitales y fotografías aéreas antecedentes; interpretando patrones, trazas y elementos lo suficientemente claros, se desprende el grado de amenaza al que las localidades ribereñas están expuestas.

La Comuna de Cuesta Blanca, localizada a las márgenes del río Icho Cruz-San Antonio, dadas las particularidades de la cuenca y la posición geomorfológica que ocupa en la misma, se encuentra expuesta a la amenaza por crecientes repentinas; hecho corroborado con datos históricos del 6 de enero de 1992, cuando la Comuna sufrió una de las mayores inundaciones registradas (Ugarte et al, 2006), la que a criterio de los autores se trató de una creciente extrema pero no la máxima histórica. A esto se agrega la vulnerabilidad de áreas puntuales de esta Comuna, debido a la edificación en zonas inundables de alto riesgo (lechos de inundación episódicos e inclusive periódicos) lo que pone en riesgo a la población y sus viviendas.

Dada la cierta probabilidad de la ocurrencia de eventos meteorológicos severos y crecientes extremas, se desprende la necesidad de contar a corto plazo con información de base para la adopción de acciones de mitigación, las que comprenden medidas previas, durante y posteriores a la ocurrencia del evento. Entre las medidas previas, la evaluación de la amenaza según el reconocimiento y análisis de la dinámica y extensión del proceso, es sin lugar a dudas la más efectiva en término de costos y utilidad, como así también, la más compatible de aplicar en países en desarrollo como el nuestro. “La respuesta técnica al problema de las inundaciones es disciplinar la ocupación urbana a través de una densificación compatible con los riesgos de inundación” (Bertoni, et al., 2004).

A fin de dilucidar estos aspectos, diferentes estudios fueron realizados en la región, entre los cuales se citan el de: Barbeito, et al. (1980), Barbeito y Ambrosino (1983, 1997, 1999 y 2001) y Ugarte et al. (2006). Esta memoria es la síntesis de parte del último de los trabajos mencionados donde se evalúa en base a la geología y geomorfología, la dinámica y alcance de las crecientes repentinas ordinarias y extremas en la población y entorno; con el fin de generar cartografía específica de ésta amenaza que constituya la base de partida para la implementación de acciones de prevención, control y planificación.

### **Ubicación y Accesos**

La cuenca del río San Antonio se extiende en el centro oeste de la provincia de Córdoba, Departamento Punilla, en el ámbito de la Sierras Pampeanas, entre los paralelos 31° 25' y 31° 35' de latitud sur y los meridianos 64° 30' y 64° 50' de longitud oeste, abarcando una

superficie de 515.57 km<sup>2</sup>. (Figura 1).

La Comuna de Cuesta Blanca se encuentra en la baja cuenca, en la vertiente oriental escalonada de la Sierra Grande. El acceso más directo desde la capital provincial es la Autopista Ing. Justiniano Posse (ruta Nacional N° 20) que ingresa a la localidad de Villa Carlos Paz, desde aquí por la Av. Cárcano (ruta Provincial N° 14) tras recorrer 15 km, se llega a la Comuna de Cuesta Blanca.

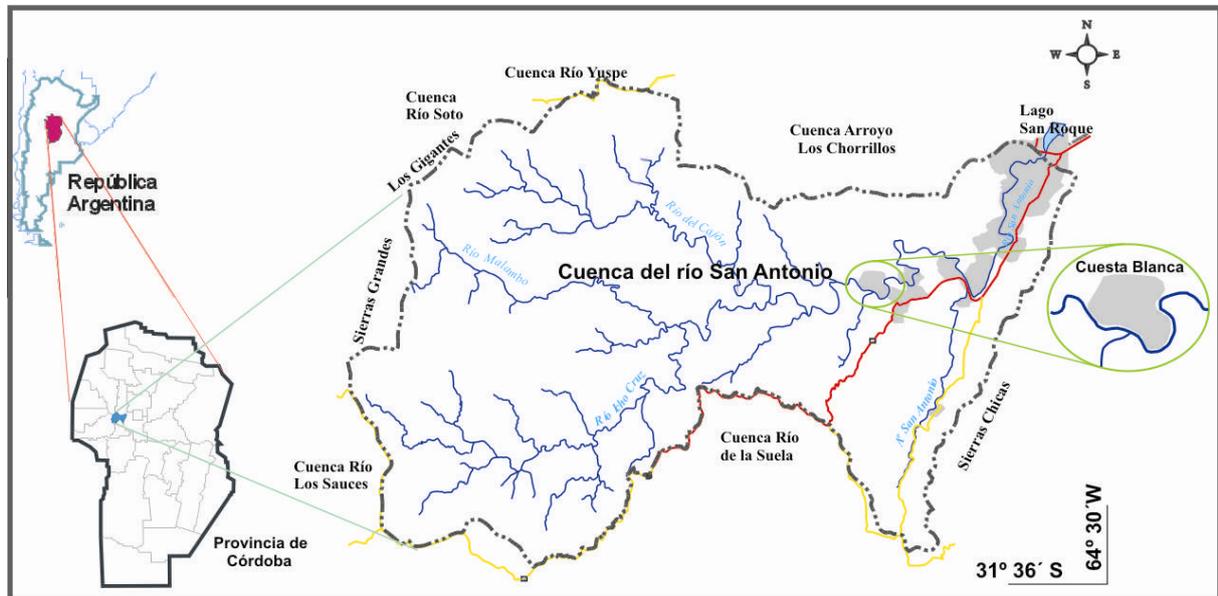


Figura 1.- Ubicación relativa y accesos a la Cuenca del río San Antonio y Comuna de Cuesta Blanca.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología seguida incluyó tareas de gabinete y de campaña; trabajando en escalas desde lo Regional a lo Particular.

Para la realización de la carta de amenaza por crecientes repentinas de la Comuna Cuesta Blanca, se definieron y caracterizaron las unidades y elementos hidrogeomorfológicos del ámbito fluvial mediante la aplicación de técnicas de fotointerpretación y teledetección, con análisis estereoscópicos de detalle utilizando fotografías aéreas a escala 1:5.000 del año 1995, 1:20.000 del año 1962 y 1:50.000 del año 1987; la base fue proporcionada por la Hoja Geológica Los Gigantes y Cartas de la Comuna. La información resultante fue chequeada y ajustada mediante controles de campo y datos históricos, obteniendo cartografía final a escala 1:10.000.

## RESULTADOS

### Características hidrogeomorfológicas de la Comuna de Cuesta Blanca, análisis de la dinámica fluvial y grado de amenaza asociado ante crecientes repentinas.

La actividad que presenta el ámbito fluvial durante la ocurrencia de inundaciones, se asocia en forma directa a las unidades hidrogeomorfológicas que lo componen y sus características.

La parte activa del ámbito fluvial esta compuesta por el Lecho Ordinario, el Lecho de Inundación Periódico y el Lecho de Inundación Episódico.

EL LECHO ORDINARIO también llamado Lecho Aparente o Lecho Menor, es aquel que queda definido por márgenes claras donde las crecientes repentinas tienen recurrencia anual; e incluye el canal de estiaje por el que corren las corrientes más bajas en época de menor pluviosidad.

Como la unidad de mayor actividad del ambiente fluvial queda definido desde el punto de vista geológico por la presencia de depósitos "vivos" 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.

Cuando las crecientes sobrepasan la capacidad de conducción del Lecho Ordinario, se activa el LECHO PERIÓDICO, cuya actividad está ligada a Crecientes Ordinarias de mayor magnitud a las normales de recurrencia probable entre 5 y 10 años.

En este Tramo del río Icho Cruz-San Antonio el Lecho de Inundación Periódico lo compone un Nivel de Terraza Erosiva, en respuesta al marcado encajamiento del río en el basamento de roca cristalina (metatexitas granatíferas cordieríticas según Gaido et al., 2005). En largos tramos del río donde este discurre muy encajado en el Valle en "V", no existen trazas y/o elementos geomorfológicos que permitan evaluar la dinámica y alcance de las Crecientes Periódicas y así determinar el límite del Lecho Periódico; por lo que en estas zonas en la Carta de Amenaza (Figura 6), se ha incluido un Lecho de Inundación Periódico Estimativo marcado con color naranja, aspecto que deberá ser determinado mediante estudios topográficos de detalle y cálculos hidrológicos.

EL LECHO EPISÓDICO también llamado Lecho Mayor, es aquel que se activa históricamente ante la ocurrencia de Crecientes Extremas con probable recurrencia de 50 años o más.

Definido también desde el punto de vista geológico y geomorfológico, su distinción debido a su actividad más esporádica es más difícil y por la misma razón está ocupado en ocasiones por obras de infraestructura urbana. El Lecho Episódico, se extiende sobre las laderas del Valle Fluvial en "V" (fuertemente controlado y restringido). Al igual que el Lecho Periódico, dado la falta de geformas fluviales características, sus límites máximos son probables; aspecto que deberá ser determinado mediante estudios topográficos de detalle y cálculos hidrológicos.

Las características de tales unidades hidrogeomorfológicas asociadas al aspecto geológico y geomorfológico se reconocen y evalúan según seis Tramos en los que se incluyen las vertientes laterales de aporte en cada caso en particular. La descripción de los Tramos se realiza hacia agua abajo (Figura 6). Cabe destacar que se toma como referencia la creciente del 6 de enero de 1992, la más importante de los últimos tiempos y de la cual se cuenta con numerosos datos.

## Tramo A

“Playa de los Hippies”. El río discurre encajonado en el Valle en “V” con laderas de pendiente muy abrupta y debido al fuerte control estructural cambia su sentido hacia la dirección sur-norte.

Antes de la curva, la Margen Derecha (MD) se amplía en una Terraza Erosiva con escaso material aluvional depositado, que se desarrolla hasta llegar a la curva donde la ladera del Valle Fluvial, con una diferencia de cota hasta el río de 25 a 30 m, la restringe nuevamente. En esta planicie lateral hay dos casas aisladas. Esta Terraza es inundable ante Crecientes Periódicas y Episódicas; al tratarse de la margen externa de la curva es afectada por avances frontales del río ante Crecientes Repentinas por lo que las viviendas ahí emplazadas enfrentan altos grados de amenaza.

En la Margen Izquierda (MI) el Lecho Ordinario (LO) es amplio (está más desarrollado en esta margen por ser la interna a la curva). Limitado por una Terraza Erosiva inundable (Lecho Periódico) no hay infraestructura, pero es una zona de camping. Se destaca la presencia de arroyos que desaguan por la MI en esta zona.

Aguas abajo, transversal al curso del río, se encuentra un intrusivo granítico con relieve de Cresta por erosión diferencial. Aquí las laderas empinadas del valle restringen el ámbito fluvial. En esta zona se emplaza el azud para la toma de agua de la Cooperativa Integral de Villa Carlos Paz.

## Tramo B

Este Tramo se desarrolla con la MD muy restringida por la ladera de pendiente abrupta; mientras que la MI, menos restringida, presenta el desarrollo de una angosta Terraza Erosiva donde se emplaza infraestructura amenazada ante Crecientes Periódicas máximas y Crecientes Extremas o Episódicas. Aguas abajo de esta terraza y en la MD no se determina el nivel periódico dado la falta de rasgos geomorfológicos pero se demarca estimativamente en la Carta de Amenaza (Figura 6).

## Tramo C

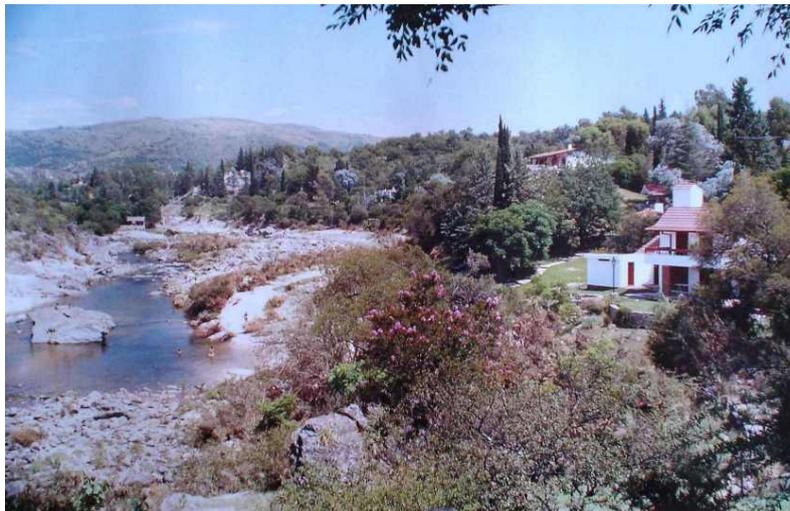
En la MI la ladera cae con pendiente muy abrupta hasta el LO. Se emplaza aquí infraestructura (base de cable carril y toma de agua privada) que está amenazada ante Crecientes Periódicas Máximas y Episódicas; según testimonios del personal de la Cooperativa Integral, éstas obras fueron afectadas por la crecida del año 1992.

En la MD se ubica la planta potabilizadora de la Cooperativa Integral. Al pie de estos terrenos se desarrolla una amplia Terraza Erosiva que fue activada por completo en la crecida de 1992 sin afectar la infraestructura de la planta. En esta Terraza se encuentran dos viviendas y un espacio de esparcimiento con asadores, mesas y bancos; infraestructura amenazada ante Crecientes Periódicas y Episódicas que afectan la zona con avances frontales de las ondas de crecida, lo que implica mayor poder destructivo. Cabe mencionar que aguas abajo de la planta, desagua el arroyo Las Tomitas o San Pablo. Dado la escala de mapeo, el mismo no fue zonificado pero se destaca que representa una amenaza considerable para las obras y viviendas localizadas dentro de su valle.

## Tramo D

En la zona inicial, el río presenta un valle mas ancho que aguas arriba. En la MI tiene lugar una angosta Terraza Erosiva donde se emplaza infraestructura amenazada ante Crecientes Periódicas máximas y Crecientes Extremas que afectan frontalmente esta margen. El LO está muy desarrollado; presenta basamento aflorante en el cauce y gran cantidad de clastos. La MD se desarrolla con pendiente abrupta y diferencias de cota hasta el río es de 15 a 20 m.

En la zona central del Tramo, a ambas márgenes se desarrollan Terrazas Erosivas. Se destaca una vivienda edificada en la Margen Izquierda que enfrenta amenazas por Crecientes Repentinas Periódicas Máximas y Extremas como la que se registró en el año 1992. (Figuras 2 y 3). Debe mencionarse además que en este sector desagua una pequeña subcuenca lateral que en eventos extremos de precipitaciones puede ocasionar anegamiento local.



**Figura 2.-** Toma actual de la vivienda ubicada en la Margen Izquierda.



**Figura 3.-** Toma desde el mismo punto durante la Creciente del 6 de enero de 1992. El curso ya superó el Lecho Periódico y activó el Lecho Episódico afectando la infraestructura.

Hacia el final de este Tramo, el río nuevamente se encaja en forma muy marcada a ambas márgenes, restringiéndose las riveras por la pendiente de la ladera. En la MD desembocan pequeños arroyos semipermanentes por lo que su valle hace descender la cota del terreno. En estas zonas puntuales de intersección con los arroyos, el camino costanero se encuentra amenazado ante la ocurrencia de Crecientes Episódicas.

Debido al fuerte control estructural el río cambia su dirección a oeste-este. La Margen Derecha se amplía en una Terraza Erosiva hasta que se restringe nuevamente por los afloramientos rocosos del valle. Esta Terraza es inundable ante Crecientes Periódicas y Episódicas que afectan la zona con avances frontales de las ondas de crecida, mientras que en la MI se encuentra infraestructura amenazada ante la ocurrencia de Crecientes Periódicas y Episódicas.

### Tramo E

En el comienzo de este Tramo, las laderas del valle en “V” a amabas márgenes llegan hasta el LO pero con pendiente mas tendida. La inexistencia de rasgos geomorfológicos no permite determinar el nivel periódico, pero se demarca estimativamente en la Carta de Amenaza.

En la MI existe infraestructura amenazada ante la ocurrencia de Crecientes Periódicas Máximas y Episódicas mientras que en la MD el camino se encuentra en una zona alta, al resguardo de las Crecientes Repentinias.

En la zona central donde se emplaza el puente de Cuesta Blanca, el Valle Fluvial es mas amplio y sus laderas tienen pendiente mas suave y se desarrollan hasta el LO; en consecuencia el Lecho Episódico tiene aquí mayor desarrollo lateral, por lo que las Crecientes Episódicas afectan la infraestructura aledaña al puente con predominio de expansión lateral de las ondas de crecida. En la MD del puente, la crecida del 6 de enero de 1992 afectó viviendas y locales comerciales (Figuras 4 y 5), mientras que en la MI inundó el estacionamiento del edificio Comunal donde hoy esta edificado el destacamento policial. Se determina que este evento activó gran parte del Lecho Episódico.

En la zona final de este Tramo, la MD se encuentra muy restringida, con escaso desarrollo del LO; esta margen es la parte externa de la curva que describe el curso, por lo que los caudales de crecida la afectan de manera frontal. En contraste, la MI tiene mayor desarrollo lateral y la formación de una Terraza Erosiva.



**Figura 4.-** Toma del puente y la vivienda de la Flia. Jordan ubicada en la Margen Derecha, luego de la crecida.



**Figura 5.-** Toma desde el mismo punto de la Creciente del 6 de enero de 1992. El curso ya superó el Lecho Periódico y activó el Lecho Episódico afectando la infraestructura y tapando el puente y camino. Notar la marca del nivel máximo del agua en las ventanas de la vivienda.

### Tramo F

En el comienzo del Tramo, en la MD tiene desarrollo un terreno que avanzó hacia el río e invadió el Lecho Ordinario con una contención de piedra y relleno de tierra; este terreno se constituye en una extensión de la Terraza que al estar ubicada en la margen externa de la curva es afectada por avances frontales del río ante Crecientes Periódicas y Episódicas, por lo que enfrenta altos grados de amenaza.

La MI presenta escaso desarrollo lateral y una cota alta. Cabe destacar la presencia de arroyos temporarios que atraviesan terrenos edificados o se conducen por las calles.

El final de este Tramo se caracteriza por otro marcado cambio de dirección del río producto del control estructural del basamento litológico; dado las condiciones y dinámica que toman las crecidas en este sector se ha desarrollado en la MI (zona externa de la curva) una amplia y extendida Terraza inundable ante Crecientes Periódicas y Episódicas que afectan la zona con avances frontales de las ondas de crecida. Por lo antes expuesto se determina que el camino costanero está dentro del área inundable en forma Periódica, mientras que la infraestructura de viviendas ahí emplazada esta amenazada ante Crecientes Máximas.

Aguas abajo de esta terraza en la MI, la ladera del Valle desciende abruptamente hasta el LO, esta zona externa de la curva es afectada por avances frontales del río ante Crecientes Repentinias por lo que enfrenta altos grados de amenaza; no así las casas edificadas en esta zona que están en una cota mas alta, al resguardo de las crecientes. Se destaca la presencia de importantes arroyos secundarios afluentes. Por su parte la MD esta muy restringida por la Ladera del Valle, pero en la zona interna de la curva desarrolla una Terraza inundable ante eventos Periódicos y Episódicos.

### **Zonificación y elaboración de la carta de amenaza por inundaciones**

A partir del reconocimiento, caracterización y evaluación de los aspectos hidrogeomorfológicos del ámbito fluvial, conjuntamente con la recopilación, selección y análisis de datos históricos y brindados por antiguos pobladores, se elaboró la Carta de

Amenaza por Inundaciones Repentinas de la Comuna de Cuesta Blanca (Figura 6), la que incluye una zonificación según el grado de amenaza frente a la ocurrencia de Crecientes Repentinas, poniendo especial énfasis en aquellas de carácter extremo. Para tal fin se adoptó la clasificación propuesta por la ONU, 1976; a la cual se le realizaron modificaciones para su adaptación a la realidad natural del entorno que se trata en el presente estudio.

La zonificación de amenaza considera las siguientes zonas, incluyendo los usos y restricciones básicas:

**I - ZONAS SIN AMENAZA DE INUNDACIÓN:** comprenden aquellos terrenos que no están afectados por acción del río, y sólo lo están por escorrentías locales o subcuencas laterales menores.

Desde el punto de vista geomorfológico, se distinguen:

I.1 - Los interfluvios de los paisajes de montaña de la Vertiente Oriental Escalonada de la Sierra Grande, en donde los procesos dinámicos asociados al escurrimiento no implican situaciones de amenaza.

Usos y restricciones: Son estas las zonas aptas para orientar el desarrollo urbano ya que no existen restricciones, pero las acciones de planificación deben considerar aspectos tales como la dinámica hídrica de orden local (escurrimiento pluvial, etc.), condiciones geotécnicas, disponibilidad y calidad del recurso hídrico, etc.

I.2 - Cauces de subcuencas laterales menores que afectan en forma moderada a parte de estos terrenos.

Asociados a los sistemas laterales del colector principal de la cuenca, se comprenden las subcuencas que drenan por valles estructurales secundarios de fondo plano-cóncavo, en donde se genera escurrimiento concentrado ante la ocurrencia de precipitaciones ordinarias y desbordes y severas situaciones de anegamiento, ante la ocurrencia de precipitaciones intensas. Estos terrenos constituyen medios receptores de la escorrentía generada en los medios emisores del entorno.

Usos y restricciones: Si bien estas subcuencas no entrañan riesgo para las personas, deben ser consideradas para la planificación de obras civiles. En estos medios necesariamente deben respetarse los ejes de avenamiento y considerarse aspectos tales como grados de inundabilidad en base a las distintas posiciones geomorfológicas, profundidad de la capa freática y la correcta planificación de obras de desagüe vinculadas a sectores urbanos e infraestructura vial.

**II - ZONAS CON AMENAZA DE INUNDACIÓN:** comprenden los terrenos que en mayor o menor grado están afectados por la acción del río Icho Cruz-San Antonio. En base a la posición geomorfológica que ocupan y la actividad hídrica se distinguen:

II.1 - Zonas de Amenaza ALTA (Zonas Restringidas). Comprenden el ámbito del Lecho Episódico; están ligadas a la ocurrencia de Crecientes Repentinas de carácter Extremo o Histórico con probables recurrencias de 50 años o más, cuyos caudales superan la capacidad de conducción del Lecho Periódico.

Usos y restricciones: en estos medios, dada la alta recurrencia de los eventos puede permitirse la actividad privada reglamentada.

En estos sectores las obras de infraestructura urbana deben ocupar lugares apropiados, con baja densidad poblacional, distribución abierta y límites de propiedades que no signifiquen una variación sustancial de la dinámica fluvial (tapiales, cercos vivos densos, etc.); como así también con el mismo fin los planes de forestación deben considerar los sitios, especies y densidades adecuadas.

Esta autorización debe estar supeditada a la toma de medidas previas al evento, entre las que se destaca la evaluación de la amenaza, concientización de la población para posibilitar la autoevacuación, reglamentación de obras civiles, etc.; medidas que juegan un papel fundamental en la mitigación.

Paralelamente, las acciones de planificación deben considerar fundamentalmente los aspectos relacionados a la dinámica hídrica de orden local (principales ejes de avenamiento), profundidad de la freática y otros aspectos que signifiquen impactos negativos al medio natural (recurso hídrico superficial y subterráneo, recurso paisajístico, vegetación, etc.).

Es en este ámbito en donde se hace necesario complementar la información disponible mediante estudios hidrológicos específicos, orientados establecer la línea de ribera para determinar las restricciones finales de uso del territorio, en base a la dinámica y recurrencia de los eventos. Asimismo es en estos medios donde la alerta temprana orientada a detectar Crecientes Extremas, adquiere mayor significación.

II.2 - Zonas de Amenaza EXTREMA. (Zonas Prohibidas). Desde el punto de vista geológico y geomorfológico y la recurrencia con que se producen las Crecientes, se distinguen dos subzonas:

II.2.a - Subzona a: Comprende el ámbito del Lecho Ordinario, incluyendo el Canal de Estiaje, donde las Crecientes Repentinas tienen recurrencia anual.

Usos y restricciones: Restricción total de uso, sólo aptas para balnearios, solarium y recreación diurna.

II.2.b - Subzona b: Comprende los terrenos incluidos dentro del ámbito del Lecho de Inundación Periódico que se activa con recurrencias probables entre 5 y 10 años cuando los caudales superan la capacidad de conducción del Lecho Ordinario.

Usos y restricciones: La extrema amenaza definida por la frecuente actividad hídrica con rápidos y significativos picos de crecida, restringe el uso exclusivamente al dominio público con actividades que no involucren la permanencia continua de personas (balnearios, solarium, áreas de recreación, deportes, etc.).

Debe evitarse:

- La construcción de Viviendas.

- La instalación de obras de infraestructura en general sin la debida planificación (líneas eléctricas, tuberías de gas, etc.); especial atención merecen los puentes que puedan obstaculizar el flujo del agua.
- La implantación de forestaciones con especies foráneas de gran porte que obstaculicen la dinámica fluvial y representen una situación potencial de amenaza por arrastre y obstrucción de puentes y vados, en particular frente a Crecientes Extremas.
- La ubicación de campings o localización de turistas en terrenos públicos.
- La construcción de obras destinadas a servicios públicos (hospitales, dispensarios, escuelas, etc.).

En las acciones de mitigación debe necesariamente implementarse una estrategia de alerta temprana.

## CONCLUSIONES

El encajamiento del curso del río Icho Cruz-San Antonio en el Valle en “V” sobre el sustrato de roca cristalina resistente (gneis y metatexita) es la causa de que los picos de crecida tengan desarrollo predominantemente vertical sobre el lateral; por estos motivos se destaca la ausencia de áreas inestables por erosión de márgenes, sobrepaso de curvas, etc. Hay fuerte control del curso por el fallamiento de la roca de base.

Tal encajamiento determina que el alcance lateral del Lecho de Inundación Episódico y en gran medida del Lecho Periódico esté acotado y restringido por las laderas del Valle.

Las unidades hidrogeomorfológicas con participación en la dinámica y alcance de las Crecientes Repentinas, se corresponden con el Lecho Ordinario que contiene al canal de estiaje, un único Nivel de Terraza Erosiva y las laderas del Valle Fluvial en “V”.

Como lecho de inundación frente a la ocurrencia de Crecientes Ordinarias actúa el Lecho Ordinario, ante Crecientes Periódicas el Nivel de Terraza Erosiva y zonas bajas de las laderas del Valle Fluvial demarcadas en forma estimativa debido a la inexistencia de trazas y/o elementos geomorfológicos y como Lecho Episódico, actúan en forma parcial y/o total las laderas del Valle Fluvial en “V”. Se debe tener en cuenta que la evaluación realizada, tomó como caso testigo la crecida del 6 de enero de 1992, a criterio de los autores una Creciente Extrema pero no la Máxima Histórica.

Por la posición geomorfológica que ocupan en la Comuna y frente a las particularidades del ambiente fluvial, se detectan áreas pobladas y edificadas muy puntuales en zonas que enfrentan amenazas ante Crecientes Episódicas y aún Periódicas.

La amenaza significa situaciones de riesgo en sectores donde se emplazan obras de infraestructura edilicia sobre las Terrazas Erosivas y las laderas de los Valles al alcance de Crecientes Periódicas y Extremas; Playa de los Hippies, Terraza aledaña a la planta potabilizadora, márgenes del puente, entre otros.

En las márgenes externas de las curvas del río, las Crecientes Periódicas y Episódicas, adquieren mayor poder destructivo debido a los avances frontales de las ondas de crecida; amenazando en algunos tramos la infraestructura. En todo el trayecto del río las curvas

externas están dominadas en última instancia por basamento cristalino y altas cotas de terreno, por lo que no hay posibilidad de corte por avance frontal de una Crecida Extrema.

Los arroyos laterales permanentes (Las Tomitas, etc.) significan por si solos una amenaza de consideración y un riesgo importante para las viviendas localizadas en sus márgenes.

Existen arroyos de Valles intermontanos de importancia hidrológica que hay que tener en cuenta en la planificación territorial. Se destaca el amplio valle ubicado paralelo a la ruta Provincial 14, al sureste de la Comuna.

Dentro del marco de las estrategias de mitigación el estudio realizado implementado con alertas tempranas de crecida, cubre enteramente la etapa de prevención, en particular ante la ocurrencia de Crecientes Extremas. La adecuada transferencia de los resultados a todos los niveles de la población (educación, instrucción y adiestramiento), permitiría la auto evacuación con rapidez y eficacia, en particular ante eventos extremos.

En etapas posteriores, el estudio complementado con información hidrológica referida a caudales y recurrencia, posibilitará el establecimiento de la línea de rivera para la formulación final de las restricciones de uso del territorio.

#### **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

**Barbeito, O.; Ambrosino, S. y Viganó, H.** (1980). “Estudio de erosión, cuenca alta del río Primero”, *Informe inédito*. CIRSA. Córdoba.

**Barbeito, O. y Ambrosino, S.** (1983). “Reconocimiento y caracterización de la vegetación natural. Cuenca Alta del Río Suquía”, *Informe inédito*. CIRSA.

**Barbeito, O. y Ambrosino, S.** (1997). “Aspectos hidrogeomorfológicos de base para la evaluación de la amenaza por inundaciones repentinas. Cuenca alta del río Suquía”, *Proyecto Conicor*. Córdoba.

**Barbeito, O. y Ambrosino, S.** (1999). “Prevención de daños por crecientes en áreas serranas. Incidencia de las características geológicas y geomorfológicas en la tendencia a crecientes repentinas. Cuenca alta del río Suquía”. *Informe parcial CONICOR-Proyecto PID 4009/97*. Córdoba, Argentina.

**Barbeito, O. y Ambrosino, S.** (2001). “Prevención de daños por crecientes en áreas serranas. Tema: Geología - Geomorfología”, *Informe tercera etapa. CONICOR-Proyecto Triannual. PID 1680/99. Subsidio 4775*. Villa Carlos Paz.

**Bertoni, R.; Ambrosino, S.; Barbeito, O.; Daniele, A.; Maza, J.; Paoli, C.; Serra, J.** (2004). *Inundaciones urbanas en Argentina*, Córdoba, Argentina.

**Gaido, M. F.; Zarco, J. J.; Miró, R. C.; Sapp, M.; Gamba, M. T. y López, H.** (2005). “Hoja geológica 3166-30, Los Gigantes”. *Boletín 299*. Instituto de Geología y Recursos Minerales. 19-21; 41 pp. Buenos Aires, Argentina.

**Organización de las Naciones Unidas** (1976). “Prevención y Mitigación de los Desastres

Naturales”, *Compendio de los Conocimientos Actuales*. Volumen II.

**Ugarte, R.; Barbeito, O. y Ambrosino, S.** (2006). “Cuesta Blanca”. En: *Mitigación de la amenaza por inundaciones repentinas en las comunas del sur de Punilla, provincia de Córdoba. Informe Final*. Instituto Nacional del Agua-Centro de la Región Semiárida. Inédito. pp. 110-122.

