

## INUNDACIONES EN EL CANTÓN LA UNIÓN, CARTAGO, COSTA RICA

**Jorge Eduardo Rodríguez Campos**

Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias (CNE), San José, Costa Rica

**Mario Fernández Arce**

Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica  
mario.fernandezarce@ucr.ac.cr<sup>1</sup>

### RESUMEN

Se hizo un reconocimiento de las áreas inundables de cantón La Unión y de los sitios afectados por los incidentes de los últimos años, el cual incluye un análisis del potencial de inundación del Río Chiquito, una descripción de los incidentes recientes y las acciones realizadas para reducir el riesgo. En la zona de estudio hay planicies de inundación a lo largo de los ríos y quebradas ocupadas por asentamientos humanos, situación que no ha sido adecuadamente manejada debido a la carencia de estudios completos, detallados y más generales. El objetivo del trabajo es contribuir con el manejo del riesgo del cantón. La cartografía se realizó con datos del Sistema Nacional de Información Territorial (SNIT) y la descripción de los eventos recientes con información escrita en informes técnicos y notas de prensa. La vulnerabilidad física a las inundaciones se comprobó durante visitas al campo. La inundación es una de las amenazas más importantes del cantón La Unión y los sitios más afectados hasta la fecha son, San Diego, Río Azul, Concepción, y Tres Ríos.

**Palabras clave:** Inundación, Amenaza, Vulnerabilidad, Riesgo, Exposición

### ABSTRACT

A recognition of the floodplain areas of La Unión canton and sites affected by the incidents of recent years was made, which includes an analysis of the flood potential of the Río Chiquito river, a description of recent incidents and the actions taken to reduce the risk. In the study area there are flood plains along the rivers and streams occupied by human settlements, a situation that has not been adequately managed due to the lack of complete, detailed and more general studies. The objective of the work is to contribute to the risk management of the canton.

The cartography was carried out with data from the National Territorial Information System (SNIT) and the description of recent events with information written in technical reports and press releases. Physical vulnerability to flooding was verified during field visits. The flood is one of the most important hazards of La Unión canton and the most affected sites to date are San Diego, Río Azul, Concepción, and Tres Ríos.

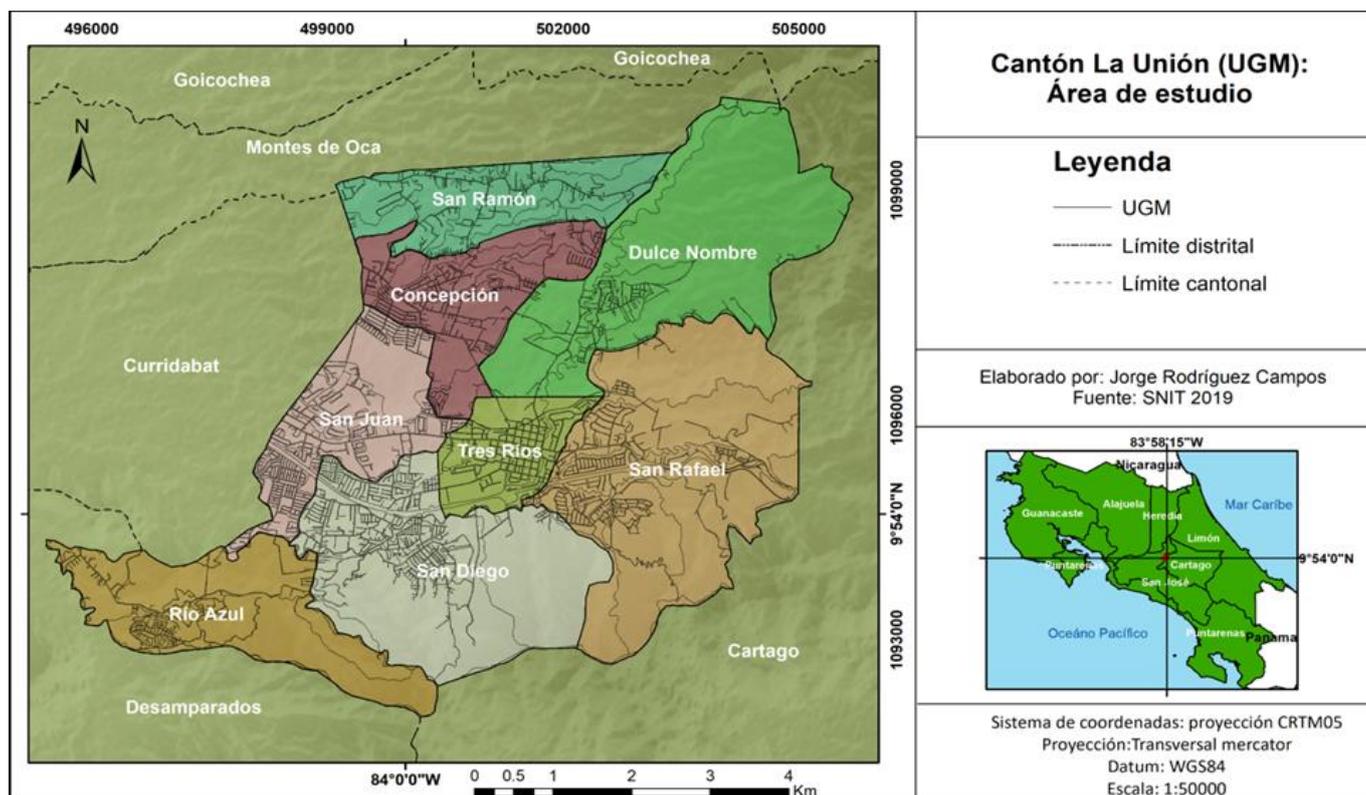
**Key words:** Flood, Hazard, Vulnerability, Risk, Exposition.

### INTRODUCCIÓN

En esta investigación se analizó la distribución de las inundaciones en el cantón La Unión (Figura 1) de Cartago, utilizando como herramienta los Sistemas de Información Geográfica (SIG), con el fin es realizar su respectiva cartografía. El trabajo incluye la identificación de las áreas inundable y tanto la ubicación de los incidentes de los últimos años como su descripción.

La investigación es necesaria porque en la zona de estudio se han manifestado eventos, cuya frecuencia se han ido incrementando en los últimos años. La Unión cuenta con planicies de inundación, ubicadas a lo largo de las márgenes de los cauces de ríos y quebradas, que pueden ser afectadas por caudales extraordinarios por lo que son potencialmente inundables. Por la expansión urbana, esas zonas planas suelen estar ocupadas por asentamientos humanos. Dicha situación provoca la reducción de la sección hidráulica o cauce de los ríos y quebradas, lo que constituye un factor que en porcentaje muy alto genera las inundaciones. A ello contribuye también el lanzamiento de desechos sólidos a los cauces, los inadecuados sistemas de alcantarillado, un proceso de alteración de las cuencas y microcuencas, cambios del uso de la tierra y la impermeabilización de los suelos.

<sup>1</sup> Escuela de Geografía



**Figura 1.** Área de estudio

Ha habido un manejo inadecuado o nulo de la situación por parte de las autoridades pertinentes, lo cual se fundamenta en la carencia de estudios técnicos e integrales sobre la amenaza. Por ello, este trabajo será una base fundamental para el manejo de la problemática de las inundaciones y servirá de insumo para la elaboración de un Plan Cantonal para la Gestión del Riesgo. Este estudio pretende mejorar la Gestión de Riesgo de Desastres (GRD) en el Cantón y dar al Gobierno Local un insumo para ello.

Para lograr el objetivo propuesto se recurrió a una capa de información sobre inundaciones del Sistema Nacional de Información Territorial (SNIT), la cual fue procesada con la herramienta ArcGis 10.4 para generar el mapa de potencial de inundación de La Unión. Una exhaustiva investigación bibliográfica permitió conocer y ubicar los incidentes ocurrido en la zona en los últimos años. Estudios de campo fueron requeridos para verificar la información bibliográfica e identificar los asentamientos expuestos a las inundaciones.

La inundación es una de las más importantes amenazas del cantón La Unión y es la que ocurre con mayor frecuencia. Entre las localidades más afectadas por esta amenaza están Concepción,

Los Llanos, Calle Naranja y el Colegio Franco Costarricense. Estos eventos se deben a la construcción de asentamientos humanos en las planicies de inundación de los ríos y quebradas.

## METODOLOGÍA

Las inundaciones del cantón fueron cartografiadas mediante la utilización del Software Qgis 3.12, utilizando la capa de potencial de inundación para el cantón La Unión elaborada por la Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias (CNE), además, se utilizó las capas de división administrativa oficiales en formato shape del Sistema Nacional de Información Territorial (SNIT) y la de Unidades Geoestadísticas Mínimas (UGMs) del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC).

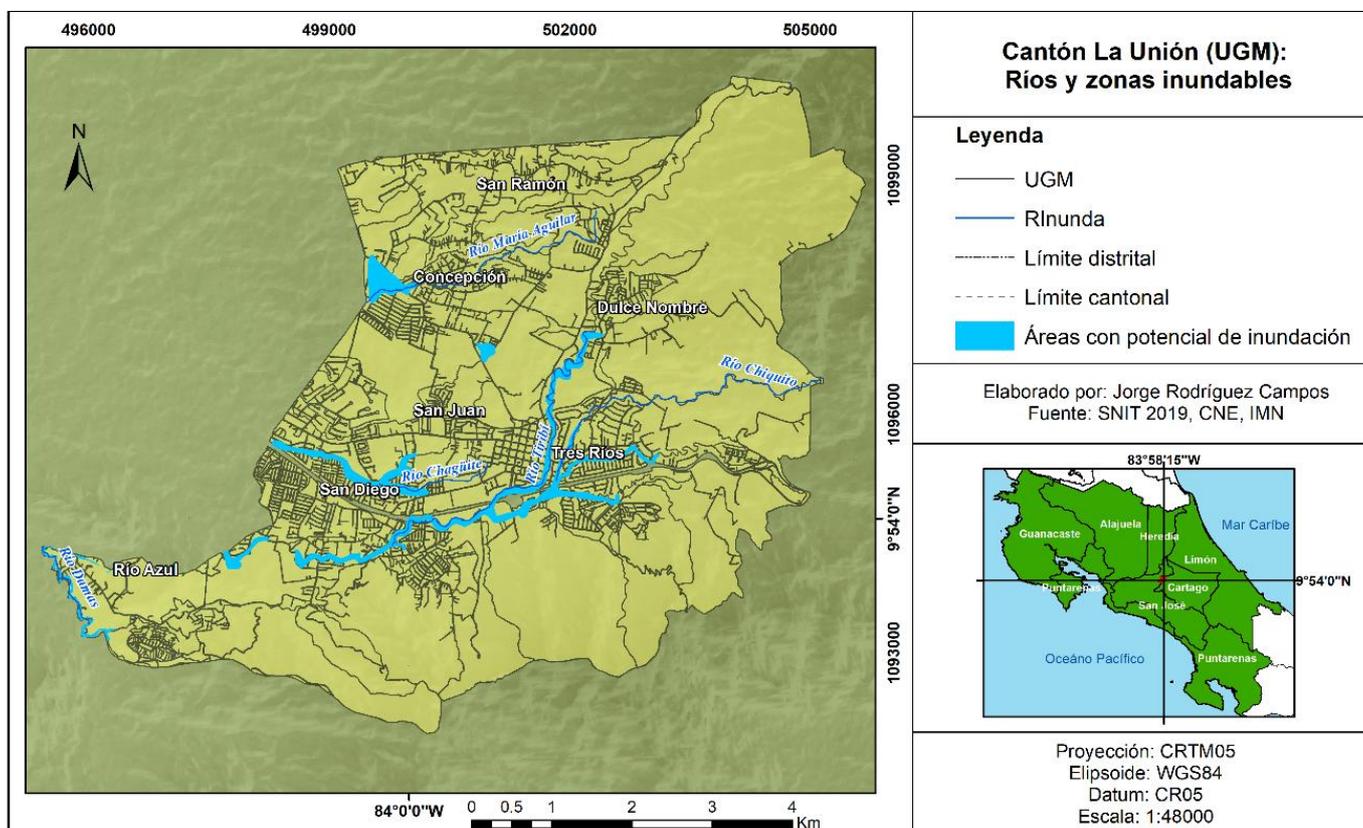
Para la identificación de las inundaciones se realizó el análisis de informes técnicos y de situación elaborados por la CNE, que contienen la información de todos los eventos ocurridos en el Cantón y que están georeferenciados y plenamente validados. Ello implicó buscar los documentos, seleccionarlos, revisarlos y clasificarlos en orden de importancia por sus aportes a la investigación. Una vez hecha la clasificación, se procedió a extraer de los escritos

la información relevante para el estudio. La consulta bibliográfica también incluyó documentación especializada como la de periódicos, libros y artículos científicos.

A fin de verificar lo escrito sobre las inundaciones de La Unión y conocer los asentamientos expuestos se hicieron giras de campo. En estas visitas a las comunidades afectadas se reconoció el potencial de inundación y tomaron fotografías de los sitios afectados. Ellas fueron aprovechadas para conversar con los vulnerables sobre su condición y sobre los detalles de los eventos acaecidos.

## RESULTADOS

La red fluvial del cantón La Unión (Figura 2) incluye dos de los ríos más importantes al Este de la Gran Área Metropolitana (GAM), a saber: Tiribí y María Aguilar. Otros cauces relevantes son Río Chiquito, Chahuite y Damas. Las áreas inundables asociadas con esos flujos de agua, determinadas por parte de la CNE mediante análisis geomorfológicos, también se muestran en el mapa de ríos y quebradas del municipio. En él se observa que centros de población como Concepción, Tres Ríos, San Juan, San Diego, Dulce Nombre y San Rafael tienen posibilidades de ser inundados. San Ramón es la excepción y ello se debe a que está en una zona donde la diferencia de altitud reduce el peligro.



**Figura 2.** Ríos y áreas inundables del cantón

### *El potencial de inundación del Río Chiquito*

Rojas (2016), en Expediente Minero 2754 de la Dirección de Geología y Minas, presentó información histórica sobre inundaciones asociadas al río Chiquito, contenida en notas de prensa escrita. Por el valor de esos datos, se hace referencia a varios de los artículos mencionados por Rojas (2016), que aluden avalanchas de lodo en el Río Chiquito desde la

década de 1960. El primero de ellos es una nota del periódico La República, del 27 de agosto de 1964, en la que se comenta que hubo familias evacuadas por avenidas de lodo en Tres Ríos. Sobre los incidentes ocurridos es día, La Nación destacó el desbordamiento del río Tiribí y el colapso del puente de Yerbabuena a causa de la gran cantidad de agua que descendió por el río Chiquito.

Otro dato interesante sobre inundaciones en La Unión fue aportado en una nota del periódico La Nación del 15 de diciembre de 1980, en la que se reportó un represamiento de hasta 120 metros de altura del río Chiquito, que obligó a las autoridades a trasladar a vecinos de Yerbabuena al centro de la ciudad Tres Ríos. Al parecer, en noviembre de 1994 hubo un evento de gran magnitud porque según La Nación, el puente que comunica San Diego de La Unión con Santiago del Monte fue arrasado por el río Tiribí. La Prensa Libre del 7 de enero de 1995 informó sobre una avalancha de lodo en el río Chiquito (aparentemente en noviembre de 1994), que perjudicó directamente unas casas y amenazó otras en la ciudad de Tres Ríos.

Por todo lo anterior y por la existencia del Deslizamiento de Río Chiquito, Rojas (2016) concluyó: "...los asentamientos humanos aguas abajo de este sitio se encuentran en riesgo y podrán ser muy afectados por la ocurrencia de un movimiento súbito y masivo del área inestable. La reducción del riesgo solo puede ser lograda con la eliminación de la amenaza, es decir con la estabilización de la masa, o con la eliminación de la vulnerabilidad, es decir con el traslado de los asentamientos humanos a otro sitio".

Tal conclusión fue apoyado por Astorga (2015) quien indicó: "La información procesada y evaluada en este estudio lleva a la confirmación de que el Deslizamiento de Río Chiquito se encuentra activo y en una condición de muy alta susceptibilidad para producir un represamiento de dicho río, con un alto potencial para producir una avalancha a lo largo de mismo, con posibilidad alta a muy alta de producir daños a la vida y propiedades aguas abajo, en terrenos adyacentes al cauce del Río Chiquito, incluyendo como parte de esos elementos en alto y muy alto riesgo, la línea del ferrocarril y la carretera Florencia del Castillo (Ruta Nacional No. 2)".

Como se deduce de lo anterior, la problemática y el mayor impacto de las inundaciones de La Unión ha estado relacionado con el río Chiquito y su entorno, que incluye un gran deslizamiento. Los daños han sido importantes en el pasado y hasta el 2015, según Astorga (2015), el potencial de una avalancha en tal río incluía la posibilidad de muerte de seres humanos y daños a las propiedades. Dicho autor destacó varios puntos críticos que se muestran en la Figura 3.

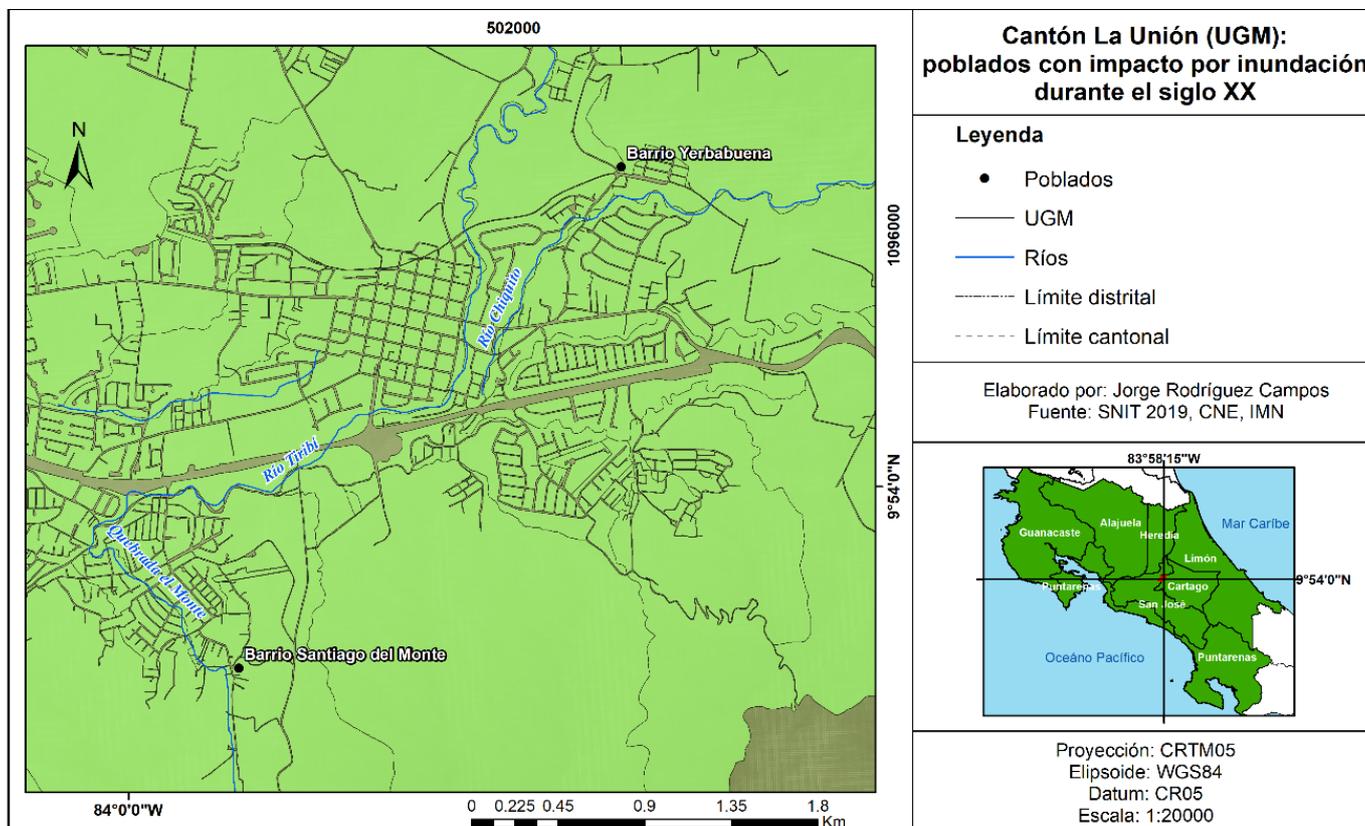
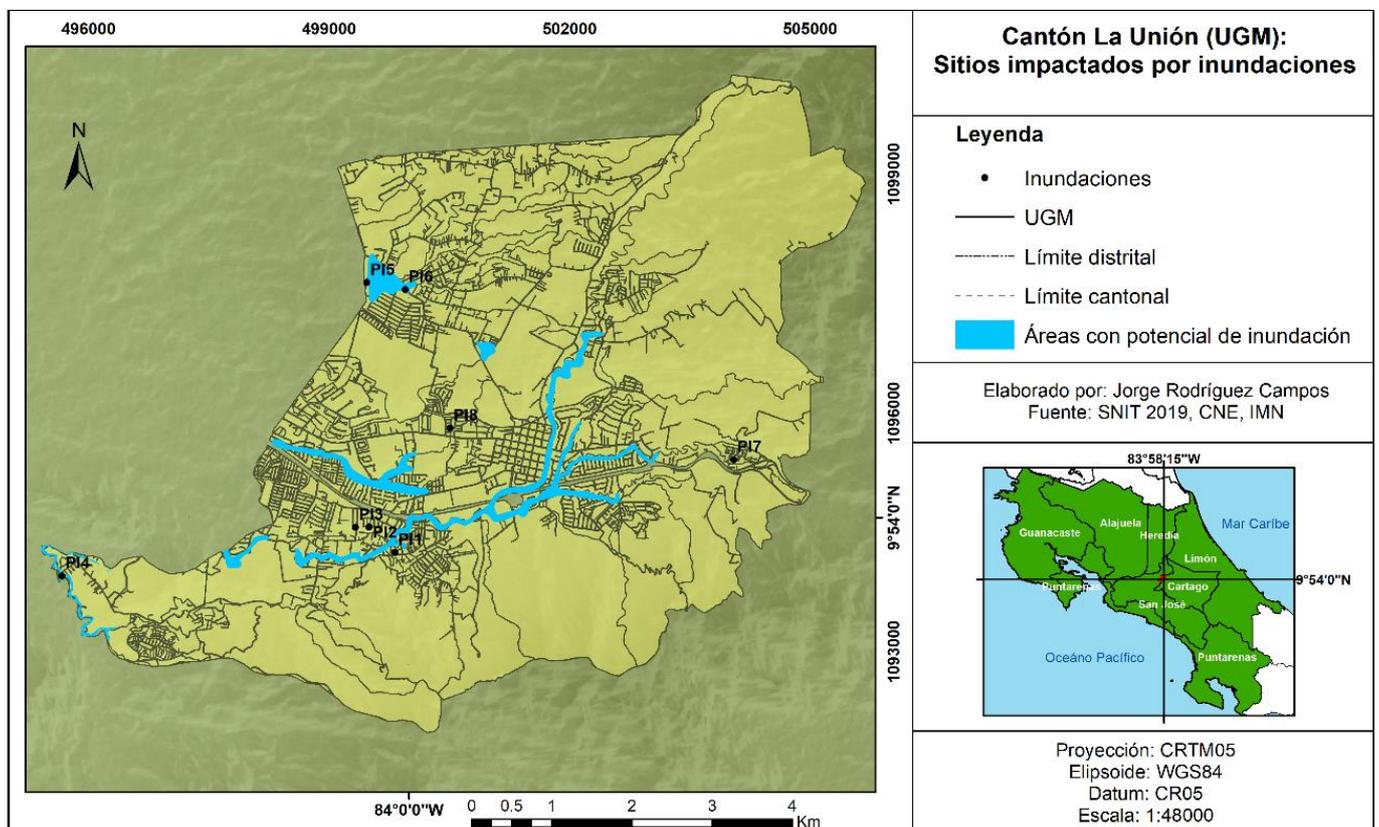


Figura 3. Poblados con impacto por inundación durante el siglo XX.

## Descripción de sitios impactados por inundaciones

Las inundaciones en el cantón han aumentado en los últimos años, un resultado esperado por el aumento de la población, del proceso de la urbanización y del avance de la impermeabilización de los suelos. Ríos antes inofensivos ahora llegan a tener grandes caudales que rebasan su capacidad hidráulica por lo que el agua se desborda e inunda las zonas bajas adyacentes. En muchos casos los incidentes ocurren en puentes muy bajos y estrechos o en sitios donde hay alcantarillas sin capacidad para permitir el paso de grandes volúmenes de agua. A continuación, se describen los puntos (PI) del cantón impactados por las inundaciones en los últimos años.

El sector de Calle Giraes ha sido impactado por las inundaciones en los últimos años, sobre todo en el puente principal que comunica con el centro de San Diego. En el año 2006 hubo un evento en las cercanías de la Escuela de Calle Giraes (PI1, Figura 3) del cual Méndez (2006) indicó: “El sitio evaluado presenta pendientes menores a los 10 grados con inclinación hacia el suroeste donde limita con una quebrada que desagua en el río Tiribí, hacia el noreste en el sector frente a la escuela se han realizado proyectos urbanísticos que no poseen adecuado sistema de evacuación de aguas pluviales, generando de esta forma inundaciones por saturación de alcantarillado. La presión hidrostática ejercida por el agua atrapada dentro del centro educativo por desbordamiento de alcantarillado generó la ruptura de una tapia que funciona como cerca y erosión del talud que limita con la quebrada”.



**Figura 4.** Mapa de sitios del cantón afectados por inundaciones recientes

Según Bonilla (2006), en el distrito San Diego ocurrió, en el 2006, un desbordamiento de una acequia (PI2, Figura 4) que erosionó un tramo entubado, provocando una cavidad de 7 metros de diámetro y 3 de profundidad que puso en peligro dos viviendas ubicadas a escasos 1,5 metros. De acuerdo con dicho autor, el canal posee un cauce muy reducido por la presencia de viviendas en las márgenes lo que las torna la

vulnerables y, además, la acequia se encuentra entubada, por lo que es difícil detectar los tramos de la red que están siendo erosionados o que poseen debilidades. Por lo anterior, se hace imposible detectar las secciones del alcantarillado incapaces de soportar la carga hidráulica antes de que ocurra el desacople posterior a la erosión de los terrenos aledaños.

La urbanización La Mariana (PI3, Figura 4) tiene problemas de inundación que se deben al desbordamiento del río Tiribí. En el 2015 hubo un anegamiento de viviendas provocado por el desbordamiento de una quebrada sin nombre que atraviesa los terrenos. De acuerdo con Sánchez (2015), el rebalse de las aguas obedeció a diversos factores, entre los que se citan: Acumulación de basura, entubado parcial del canal, poco diámetro de los tubos, cantarillas mal colocadas, rellenos, invasión del cauce y construcción de estructuras informales y sin permisos de construcción. Todo ello contribuye a la generación de represamientos durante los periodos de fuertes precipitaciones. Donde hay entubado este colapsa por su poco diámetro y donde no hay, los propietarios de los terrenos colindantes colocaron alcantarillas y rellenan e invadieron la zona del cauce, lo cual reduce las dimensiones del mismo, creando una especie de embudo cuando el caudal aumenta (Sánchez, 2015).

En Río Azul, específicamente en La urbanización Lomas de San Antonio (PI4, Figura 4), que limita al suroeste con el Río Damas, se han registrado inundaciones. Ello pese a que la CNE y la Municipalidad de Desamparados han efectuado trabajos de canalización y limpieza en el cauce en los últimos años. Las variaciones realizadas en la cuenca superior y la contaminación ambiental han provocado que los cauces se saturen con desechos sólidos, chatarra y mucho sedimento, lo que favorece el incremento del caudal y los desbordamientos después intensas precipitaciones. Según Chaves (2011), la Dirección de Desarrollo y Control Urbano de la Municipalidad de La Unión realizó una inspección para valorar varias denuncias en la zona el día 10 de octubre del 2008. En dicha inspección se determinó que varias áreas de la urbanización

construyeron dentro de la zona de protección del río y sobre rellenos mal compactados. Por lo tanto, el municipio zonificó la urbanización para dar las licencias constructivas.

El Río María Aguilar, que nace puntualmente en el sector sur del Hospital Chacón Paul, ha generado inundaciones y flujos de lodos que han afectado a la población del distrito de Concepción. En el año 1999, un desbordamiento afectó un terreno plano ubicado 500 m al sur de las instalaciones del Colegio Franco Costarricense (PI5, Figura 4), donde el cauce estaba muy reducido a raíz del desarrollo urbanístico e industrial y la saturación de sedimento (Madrigal, 1999). En el año 2006, un desbordamiento del río dejó lodo y rocas sobre el terreno en esa misma zona, lo cual obstruyó un puente y produjo contaminación ambiental. Tal sector es propenso a inundaciones por ser plano y por la reducción y saturación del cauce (Chaves, 2006).

En el centro del distrito Concepción, frente a la Escuela Fernando Terán (PI6, Figura 4), hay dos viviendas que han sido impactadas por las inundaciones. Como se puede observar en la figura 3, dichas casas están dentro de la zona de protección establecida en la ley de aguas, lo que tiende a aumentar el grado de vulnerabilidad a la amenaza por inundación. Los desbordamientos han aumentado en dicho sitio en los últimos años y una posible causa de ello es la impermeabilización de los suelos de Concepción a causa del desarrollo urbano. Se ha modificado el uso del suelo impidiendo la infiltración del agua hacia las capas subterráneas, por lo que aumenta considerablemente la escorrentía superficial hacia las partes más bajas de la cuenca.



**Figura 5.** Viviendas expuestas a inundaciones en Concepción

Existe evidencia por parte de la CNE de que el Río Chagüite ocasionó problemas de inundación en el centro de Tres Ríos y los distritos San Diego y San Juan la primera mitad del siglo XX. No obstante, durante la segunda mitad del siglo XX y hasta la actualidad no ha habido eventos relacionados con el desbordamiento de este río. La cuenca del Chagüite se encuentra muy intervenida por el ser humano y un buen ejemplo de ello es que el casco central de Tres Ríos que prácticamente se desarrolló sobre su cauce. Por lo anterior, de presentarse una inundación de alta magnitud el daño podría ser cuantioso para la población que habita en el lugar.

En el poblado El Fierro (PI7, Figura 4), de acuerdo con Información de Bomberos de Costa Rica, el 4 de octubre de 1994 el incremento de caudal de esta quebrada ocasionó daños en varias viviendas de los asentamientos informales de dicha localidad, con el trágico saldo de 2 dos bomberos fallecidos y el dueño de una de las casas. Según Rojas (2016), en noviembre de 1994 La Nación reportó que dos bomberos y otra persona fueron arrastradas por una cabeza de agua y de 200 personas que fueron evacuadas en Tres Ríos. A pesar de que en aquel momento se reubicaron varias familias especialmente del Fierro y Carpintera, en la actualidad las riberas de este río están nuevamente invadidas y de darse una nueva situación, posiblemente habrá mayores problemas que los anteriores.

En Calle Lizanías, Precario 02 de agosto, Linda Vista y en áreas de desbordamiento de la quebrada Quebradas, en los alrededores de Quebradas, se localizan familias que son afectadas por inundaciones. Se trata de personas de escasos recursos que construyen sus casas sin considerar el riesgo existente.

Muchos de estos asentamientos son legales y están al margen de la Ley de Planificación Urbana. Aparte de esto, el área presenta laderas de fuertes pendientes, material muy alterado y alta escorrentía superficial que desciende de la parte montañosa durante la época lluviosa (Madrigal, 1999).

En ambos márgenes del cauce de la Quebrada La Unión, que atraviesa parte de los distritos Tres Ríos y San Juan, hubo una inundación en la Urbanización La Unión (PI8, Figura 4) en el año 2000, a causa de la colmatación de la quebrada. En este sector había aporte de material proveniente de una montaña ubicada al noreste, donde hubo remoción y apilamiento de suelos en forma de terrazas cerca del cauce. Esta situación

causó que se erosionara parte de este material por escorrentía superficial y llegara hasta a la urbanización La Unión (Guzmán, 2003).

### *Gestión del riesgo por inundaciones*

Como se indicó en la sección anterior, hasta el 2016 se estimaba que la probabilidad de que bajara una avalancha por el Río Chiquito, causada por la ruptura de un represamiento generado por el deslizamiento La Cazuelas, era muy alta. También se consideraba alta la posibilidad de que esa masa de agua, lodo y fragmentos de roca fuera lo suficientemente destructiva como para generar pérdidas materiales y de vida humanas. Estas posibilidades causaban preocupación y angustia en los vecinos de los barrios colindantes con dicho río. Tal era la intranquilidad de tales personas que hasta recurrieron a instancias judiciales para que se les implementaran medidas protectoras contra una eventual y colosal inundación (Expediente Minero 2754).

A la empresa Hacienda San Rafael HSR S.A. se le otorgó una concesión para comercializar el material geológico del área inestable y a raíz de ello, no solo ha reducido la posibilidad de un represamiento del río sino también la de una eventual inundación generada por la ruptura de la presa. Al respecto, Chavarría (2020) considera positivas las labores de extracción realizadas en el Deslizamiento de Río Chiquito e indica que se ha reducido significativamente la probabilidad de deslizamientos en la zona más susceptible a ellos, al haber quitado un peso en el sector cercano 32,000 m<sup>3</sup> y ha mejorado la sección hidráulica del cauce en un 30%. Pero, según el mismo autor, se requiere reubicar el material de desecho para que no ejerza peso sobre el deslizamiento.

Este es un interesante caso de reducción y manejo del riesgo en el que interactúan una institución privada e instituciones públicas. A la empresa privada se le permite extraer material que podría caer al río y represar el cauce, como sucedió en el pasado. Empresas públicas como la Dirección de Geología y Minas, la Municipalidad de La Unión, La Comisión Nacional de Emergencias y la Procuraduría General de la República dan seguimiento y fiscalizan las actividades realizadas por el ente privado. Esta estrategia de manejo del riesgo fortalece las capacidades de la sociedad para reducir el impacto de una amenaza natural y prevenir un desastre asociado a ella.

## CONCLUSIONES

Las inundaciones son frecuentes y destructivas en el cantón La Unión por lo que constituyen en una de las principales amenazas de dicho territorio. Se trata de eventos urbanos cuyo periodo de recurrencia cada vez es menor. Se deben a lluvias torrenciales de pocos minutos y a la cantidad de lluvia que cae durante el paso de ondas y depresiones tropicales.

Los principales centros de población del cantón, a saber, Concepción, Tres Ríos, San Juan, San Diego, Dulce Nombre y San Rafael, están bajo esta amenaza y ello obedece a la distribución de la amplia red hídrica. Entre las comunidades afectadas destacan Calle Giraes, Urbanización La Unión, Urbanización El Fierro, Urbanización Santiago del Monte, La Mariana, Los Llanos, Calle Naranja, San Vicente y el Liceo Franco Costarricense.

En la ocurrencia de inundaciones influyen los siguientes aspectos: La expansión urbana, existencia de asentamientos humanos en zonas planas, la reducción de la sección hidráulica o cauce de los ríos y quebradas, el lanzamiento de desechos sólidos a los cauces, los inadecuados sistemas de alcantarillado, la alteración de las cuencas y microcuencas, cambios del uso de la tierra y la impermeabilización de los suelos. Gracias a una actividad de doble objetivo se ha reducido el riesgo de inundación por ruptura de represamientos generados por el Deslizamientos de Río Chiquito.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arrieta, L., (2015). Inspección al deslizamiento Río Chiquito. DGM-CMRC1-98-2015, informe interno, Dirección de Geología y Minas, En: *Expediente Minero 2754, Tomo 1, folio 0000171*. Dirección de Geología y Minas.
- Bomberos de Costa Rica. (12 de junio de 2020). *Estación Tres Ríos*. <https://www.bomberos.go.cr/estacion-tres-rios/>
- Bonilla, E. (2006). *Inspección al sector afectado por erosión y colapso de un canal entubado en la Urb. La Mariana, San Diego*. Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias.
- Chavarría, E. (2020). *Informe de inspección a solicitud de la Procuraduría General de Costa Rica. DGM-TOP-O-171-2020*. Ministerio de Ambiente y Energía.
- Chaves (2006). *Informe técnico de valoración para dragado de Río María Aguilar*. Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias.
- Chaves (2011). *Informe técnico: Valoración de riesgo de terreno en Residencial Lomas de San Antonio*. Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias.
- Guzmán, G. (2003). *Inspección realizada a urbanización La Unión*. Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias.
- Madrigal M, J. E. (1999). *Informe técnico: Análisis de multiamenazas en el distrito de Río Azul, sector Linda Vista y Quebradas*. Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias.
- Madrigal M, J. E (2010). *Informe técnico: Valoración de problemática de la quebrada La Carpintera y Río La Cruz y su posible afectación en las comunidades aledañas*. Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias.
- Méndez H, J. (2006). *Informe técnico: valoración de afectación por inundación en el terreno donde se ubica la escuela de Calle Giraes*. Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias.
- Rojas, L., (2016). Consulta acerca de situación del deslizamiento de Río Chiquito y proyecto de cantera para la estabilización del deslizamiento. Nota dirigida a vecinos de Yerbabuena, San Rafael, La Unión, Cartago. En: *Expediente Minero 2754, TOMO\_02\_00234-00589 Dirección de Geología y Minas*. Ministerio de Ambiente y Energía.
- Sánchez Ureña, B. E. (2015). *Informe técnico: Valoración de riesgo de terreno en San Diego de La Unión, Cartago, problemas de inundación en Urb. La Mariana*. Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias.