

IMPACTO DE LOS DESLIZAMIENTOS Y ASENTAMIENTOS DEL SUELO EN EL CANTÓN MORAVIA

Mario Fernández Arce¹

Universidad de Costa Rica
Montes de Oca, San José, Costa Rica
mario.fernandezarce@ucr.ac.cr

Ileana Méndez Ocampo²

Municipalidad de Moravia
Moravia, San José, Costa Rica
imendez@moravia.go.cr

Rudy Muñoz Jiménez³

Universidad de Costa Rica
Montes de Oca, San José, Costa Rica

Recibido 15 de julio de 2016 • Corregido 26 de septiembre de 2016 • Aceptado 30 de septiembre de 2016

Resumen

Este trabajo es un primer paso hacia el estudio de la susceptibilidad a deslizamientos en el cantón Moravia. Consiste en un análisis de los sitios afectados por movimientos en masa y asentamientos del suelo en los últimos 13 años. Se llevó a cabo porque en los últimos años se ha incrementado el impacto de esta amenaza en el cantón y a raíz de esos impactos se han generado importantes pérdidas materiales y económicas. El propósito de la investigación es generar conocimiento que sirva a la sociedad para hacer un mejor manejo del riesgo. Para alcanzar el objetivo se recurrió a investigación bibliográfica y a trabajo de campo. Se analizaron ocho casos en los cuales ha habido deslizamientos o asentamientos del suelo que han dañado viviendas de urbanizaciones. Del trabajo se concluye que el proceso de urbanización está ejerciendo gran presión sobre el uso de la tierra y está contribuyendo al incremento del riesgo urbano.

Palabras clave: Deslizamientos, Asentamientos humanos, Ordenamiento territorial, Amenazas naturales, Prevención y mitigación, Moravia

Abstract

This work is a first step towards the study of the susceptibility to landslides in the Moravia canton. It consists in a review of the sites affected by movements in mass and soil subsidence in the last 13 years. It was held because the impact of this threat has increased in the canton in recent years and as a result, these impacts have generated important material and economic losses. The purpose of the research is to generate knowledge that helps society to make the best possible risk management. To achieve the goal we made a bibliographic research and field work. We studied 8 cases in which there has been or landslide or soil subsidence that have damaged homes in residential areas. From the work we concluded that the process of urbanization is exerting great pressure on the use of land and contributing to the increase of urban risk.

¹ Pertenece a Preventec, Escuela de Geografía.

² Pertenece a la Oficina de Gestión de Riesgo y Atención de Emergencias.

³ Pertenece a Licenciatura en Geografía.



Keywords: Landslides, Human settlements, Land use planning, Prevention and mitigation, Moravia.

Introducción

Se ha investigado el impacto de los deslizamientos y asentamientos del suelo en el cantón Moravia como una actividad del proyecto “Estimación del Riesgo de Desastre en el Cantón de Moravia de San José”, el cual es ejecutado por Preventec y administrado por la Escuela de Geografía de la Universidad de Costa Rica. De esta amenaza se indagó su distribución espacial y los efectos en obras civiles, principalmente en viviendas de urbanizaciones. Este estudio es un primer paso de otro de mayor dimensión que pretende evaluar la susceptibilidad a deslizamientos en todo el territorio indicado.

El trabajo se llevó a cabo porque se sabe que en el área de estudio han ocurrido deslizamientos importantes, que si bien no han cobrado vidas, sin han causado pérdidas materiales millonarias (Rojas, 2007). Como la urbanización es una de las grandes tendencias actuales, es menester conocer los suelos en los que ella pueda desarrollarse. En algunos casos será posible llevar a cabo los proyectos, en otros no. También es necesario caracterizar y cartografiar los sitios ya afectados para que la información y el conocimiento sobre esos casos contribuyan a reducir el riesgo.

El propósito del trabajo es sentar la base para el estudio integral de los riesgos del cantón de Moravia, en este caso del riesgo por inestabilidad de laderas, y hacer el análisis del potencial de deslizamiento, mediante el conocimiento de los eventos históricos que han impactado el territorio, permitiendo aproximarse a un estudio más profundo e integral (Reyes y Fernández, 2014). De momento, interesaba conocer la magnitud de los impactos y determinar cuáles son las amenazas que más aportan al riesgo en la zona de investigación. Más allá de ello, se pretende conocer el número y distribución de los asentamientos humanos ubicados en zonas de alto riesgo, a fin de buscar acciones que permitan reducir la vulnerabilidad de ellos y el riesgo a ser impactados.

Para lograr el objetivo se realizó una investigación bibliográfica de los eventos históricos que han impactado el territorio del cantón, lo que incluye trabajos científicos, informes técnicos y publicaciones en medios de prensa. A fin de

cartografiar los asentamientos ubicados en zonas de altos riesgo, se hizo trabajo de campo que incluyó la ubicación de tales centros de población con mapa y el Sistema de Posicionamiento Global (GPS).

Se determinó que el proceso de urbanización está ejerciendo gran presión sobre el uso de la tierra y por ello, los desarrollos urbanísticos han tomado sitios muy cercanos a los ríos y en áreas de pendiente. En siete urbanizaciones de Moravia construidas con las condiciones antes mencionadas, se encontraron problemas de deslizamiento o asentamiento del suelo.

Metodología

La investigación es aplicada, de tipo descriptiva, documental y de campo, y consta de dos actividades: la investigación bibliográfica y el trabajo de campo.

La primera actividad requirió de la revisión de 160 documentos escritos relacionados con las amenazas naturales de Moravia, que proporcionaron información para elaborar y sustentar la investigación. Se buscaron referencias basados en el título y la descripción que se tenía de ellas. Se realizó una selección, se revisaron y se decidió, mediante el análisis documental, cuáles eran útiles para el estudio.

El trabajo de campo se basó en la observación y recolección directa de los datos geológicos, geomorfológicos y efectos de los deslizamientos o asentamientos del suelo. La observación fue participante y directa, es decir, se recorrió el cantón para recoger los datos y comprobar otros previamente publicados. Se realizó un registro sistemático, ordenado y confiable de los recientes problemas de suelo que han afectado viviendas en Moravia. Del mismo modo, se organizaron los datos para su análisis, codificándolos y clasificándolos. Una vez documentados los sitios problemáticos se cartografiaron a fin de interpretar los datos acorde con el marco conceptual de la investigación.

Resultados

Los deslizamientos son una de las amenazas que ha impactado el área estudiada. Moravia es un territorio pequeño, relativamente plano, y como suele suceder en la áreas urbanas, con muy pocos espacios para el crecimiento urbanístico. Después



de ser urbanizadas las áreas planas, solo han quedado terrenos con relieve abrupto, en zonas de alta pendiente, con menor aptitud para tales propósitos. Esos suelos descartados en el pasado para procesos de urbanización, hoy día están siendo utilizados para tal fin. Algunas obras civiles fueron afectadas en el pasado cercano y otras lo están siendo actualmente. En el cuadro 1 se indica las urbanizaciones afectadas por deslizamiento y asentamientos del suelo en el cantón Moravia en los últimos 13 años.

Punto	Año	Lugar
PD1	2003, 2010	Alemania Unida
PD2	2003	Jardines
PD3	2007	Condominio La Natalia
PD4	2007, 2008	Paseo II
PD5	2008	Montelindo
PD6	2008	La Martina
PD7	2011	Bosques de Moravia
PD8	2012	Topacio

Cuadro 1. Urbanizaciones afectadas por deslizamientos o asentamientos del suelo en Moravia. Fuente: elaboración propia.

Alemania Unida (PD1)

Bonilla (2003a) reportó problemas en viviendas de los bloques G y H de la Urbanización Alemania Unida, entre los que destacó grietas, hundimientos, desniveles y fisuras. De acuerdo con el análisis realizado, los efectos descritos responden a asentamientos y movimientos diferenciales en un relleno realizado para construir las viviendas. Se observó que el desprendimiento de materiales de taludes también afecta a las viviendas, sobre todo en aquellos sin protección e inestables. Según Bonilla (2003a), la mala canalización de aguas provoca infiltraciones, saturación de agua en el suelo y erosión, lo cual también afecta el asentamiento humano. Por lo anterior, se recomendó construir un muro de contención, así como habilitar y dar mantenimiento a colectores de agua para evitar la humedad del terreno.

Chaves (2010) realizó una visita al lugar y nuevamente encontró los desprendimientos del terreno previamente observados y la mala canalización de aguas con el respectivo humedecimiento del suelo. El autor indicó que de todas las recomendaciones dadas por Bonilla (2003a), solamente la construcción del muro del

cementerio fue acatada. Madrigal (2012) reportó un desprendimiento de talud que afectó un lote baldío de la urbanización Alemania Unida y que se debió a la acumulación de chatarra mal compactada y al incremento de la escorrentía superficial.

La zona afectada se ve muy intervenida en el 2016. El muro contiguo al cementerio es alto, fuerte y efectivo; es un muro de gaviones (Figura 1). Al pie del mismo y perpendicularmente a él existen canales de concreto que evacúan el agua que en otro tiempo se filtraba por el talud donde hoy día está la obra de contención. El vestigio remanente del daño es una casa abandonada y un lote baldío, ambos junto al canal y al pie del talud.



Figura 1. Obra de mitigación y afectación de vivienda por inadecuadas condiciones del suelo. Fuente: elaboración propia.

Jardines (PD2)

En el 2003 se reportaron daños a viviendas del sector P de la urbanización Jardines por asentamientos diferenciales del suelo (Bonilla, 2003b). Al investigar la causa de los problemas observados en las viviendas se pudo constatar que estaban relacionados con una antigua acequia o canal natural por la que discurrían aguas pluviales. Ese canal fue entubado en un tramo (Bonilla, 2003b) y rellenado en el restante segmento con residuos sólidos orgánicos en la parte inferior, y como es usual, tierra en la parte superior. Al parecer, el agua pluvial siguió fluyendo, quizá con dificultad, por la zona de contacto entre el relleno y las paredes del antiguo canal. Ello, más la falta de adecuada compactación, mala canalización de aguas pluviales, la precipitación (lluvia) y la carga aplicada al suelo (casas), culminó con efectos en el suelo y daños en algunas viviendas. Entre los daños observados destacan: grietas, desniveles, separación de columnas y hundimientos a lo largo de todo el terreno por desintegración de orgánicos, a tal punto, que hasta la calle y acera cercana fueron afectadas. En la actualidad el área es estable y no han vuelto a aparecer problemas en el suelo.

Condominio La Natalia (PD3)

La emergencia mejor conocida y recordada de Moravia es quizá el deslizamiento que afectó el Condominio La Natalia y la urbanización La Fabiola en el 2007 (PD3). Fue un evento pequeño pero uno de los más perjudiciales de este cantón en los últimos años. El movimiento en masa incluyó material de relleno y un gavión construido en la zona. Afectó viviendas ubicadas en la base de la pendiente y reveló la inestabilidad del suelo sobre el que se construyeron las urbanizaciones La Fabiola y Caviara y el Condominio Natalia (Figura 2). La evidencia de lo anterior son grietas en paredes y calles, particularmente en la calle por la que se ingresa al Condominio (Madrigal, 2007). Las pérdidas identificadas al instante fueron la infraestructura de cinco viviendas, caseta de seguridad y el Condominio Natalia en su totalidad. Hoy día se observan casas de gran valor abandonadas y semi destruidas frente al Condominio (Figura 2,).



Figura 2. Condominio Natalia (foto arriba). Frente al condominio hay otras casas abandonadas, afectadas por el deslizamiento del terreno (foto abajo). Fuente: elaboración propia.

El Paseo II (PD4)

En diciembre de 2007 se reportaron grietas, separaciones en el piso y paredes inclinadas a favor de la pendiente en las viviendas No. 23, 35 y 36 de la urbanización El Paseo II (Barahona, 2007). Las separaciones importantes entre paredes y tapias laterales sugerían asentamiento del suelo, aunque las viviendas afectadas limitaban con pendientes moderadas. La autora mencionada detectó múltiples deficiencias estructurales y/o constructivas en dichas viviendas. El 14 de agosto de 2008 se realizó una inspección en una vivienda de la urbanización (Chaves, 2008) y se encontraron grietas en la parte trasera, las cuales resultaron de un relleno mal compactado y en pendiente, sobre el que se construyó la casa.

El Paseo II es un conjunto de casas ubicadas cerca de la Quebrada San Francisco. Detrás del conjunto residencial existe una pendiente (Figura 3,) la cual termina en su cauce. Dicha obra fue visitada en virtud de una solicitud hecha por vecinos quienes



reportaron grietas en la parte trasera de sus casas, tanto en el cuarto de pilas como en el patio propiamente dicho. En vista de que todas las casas terminan en una tapia de aproximadamente 2 metros de altura, no fue posible verificar lo anterior. Por tal razón fue necesario rodear el residencial y caminar al pie de tal pared, a fin de ver la condición de la obra y el terreno.

En general, la pendiente no es muy alta pero inicia justo en la tapia, más específicamente, en un muro de gaviones sobre el cual descansa la pared de block. El muro, que tiene más de un metro de altura, llega hasta el nivel del patio y por tanto, la tapia o pared se eleva por encima de él. Los movimientos diferenciales del suelo reportados por los vecinos ya son visibles en la tapia como se aprecia en la Figura 3. La última casa, (casa esquinera en la foto), tiene pendiente tanto por detrás como por un lado, y está siendo desplazada hacia la derecha (vista desde su parte trasera). Como consecuencia, se ha formado una grieta en la tapia, justo en el límite entre esa casa y la siguiente (Figura 3).

El desplazamiento del suelo podría incrementar con las prácticas que hoy día están sucediendo en el residencial. Como se observa en la Figura 3, en algunas casas se vierte agua a la base del gavión, lo que ha llevado a humedecer el suelo y a la

formación de lodo (Figura 3). De seguir este proceso, el suelo podría perder cohesión día a día y tornarse más inestable, lo cual disminuiría la resistencia y favorecería el deslizamiento del suelo. De ser así, en algún momento podría ocurrir un desprendimiento de la parte trasera de las casas, la cual rodaría por la pendiente. Por tanto, una buena práctica a implementar sería llevar las aguas a un sitio que no sea la pendiente.

Recordemos que la mala canalización de aguas ha generado hundimientos del terreno y serios problemas en vías públicas de Costa Rica. Dos casos que merecen mención son los hundimientos del terreno en la autopista General Cañas, a la altura del Residencial Los Arcos, cantón Belén, provincia Heredia y otro en la Ruta de Circunvalación cerca de Hatillo. El primero ocurrió en junio del 2012 y el segundo en agosto de 2013. En ambos casos el agua socavó el suelo alrededor de alcantarillas y propició el colapso de las vías.



Figura 3. Urbanización El Paseo II y daños en viviendas. Foto izquierda: pendiente del terreno en la parte trasera de la urbanización. Foto derecha: Agrietamientos en el límite de las casas última y penúltima del residencial. Fotos centrales: eliminación de aguas residuales en la base del muro de gaviones sobre el que se apoya la tapia de las viviendas. Ablandamiento del suelo y formación de lodo a consecuencia de la eliminación de aguas residuales. Fuente: elaboración propia.

Montelindo (PD5)

Este residencial se encuentra hacia la margen derecha del río Ipís, aguas abajo. De acuerdo con Barahona (2008), se evaluaron las viviendas de la 1 a la 6 del sector A de la urbanización Montelindo. Según el informe en marzo del 2008, la parte trasera de las viviendas colindaba con un pequeño talud y algunas de ellas estaban asentadas sobre un muro de gaviones. Al igual que en el caso anterior, en el sector se observaron en el año indicado fisuras en pisos y paredes y separaciones entre piso y pared e inclinación a favor de la pendiente, lo que sugiere asentamiento del terreno. Según Barahona (2008), en el sector B se observó un deslizamiento en una zona de fuerte pendiente, la falla de un muro de gaviones y el inicio de una obra de contención en la parte trasera de 2 viviendas, lo que confirmó que el terreno era inestable allí. En el presente, la vida transcurre normalmente en el residencial y las obras de mitigación en el sector Oeste han evitado los desplazamientos del suelo en esa dirección.

La Martina (PD6)

Méndez (2008) evaluó un terreno en la urbanización La Martina (Filial 9), el cual limita con la pendiente del río Ipís y encontró grietas con desplazamientos de 1-5 cm, inclinadas hacia el norte. Además, detectó puertas y ventanas trabadas. De acuerdo con las observaciones, la autora concluyó que el terreno bajo la casa inspeccionada es afectado por un asentamiento diferencial producto, probablemente, de un relleno mal compactado, de un muro de contención mal diseñado, de la mala calidad de los materiales usados para construir el muro o ausencia o deficiencia de los factores de drenaje. Según Méndez (2008), el proyecto incumplió con la normativa de fraccionamientos vigente. Quisimos verificar el estado de las casas del residencial afectadas en el 2008 pero no obtuvimos permiso para entrar.

Bosques de Moravia (PD7)

El residencial está en la margen izquierda del río Ipís, aguas abajo, muy cerca de la pendiente que culmina en el cauce. El conjunto fue afectado por un deslizamiento en setiembre de 2010, el cual falseó unos muros de contención y derribó otros.

El material se deslizó hacia el río y dejó un talud de casi 45 metros, el cual quedó a tan solo 2 metros de algunas casas. Aparte del desprendimiento de material, el evento provocó agrietamientos y hundimientos en el suelo.

Campos (2011) concluyó que los desprendimientos del material obedecieron a la sobresaturación del suelo con agua, que las viviendas del bloque D y el área recreativa del residencial son altamente vulnerables y que los suelos sobre los que esas obras se ubican no son aptos para la permanencia de personas. Indicó la autora que solo estudios específicos podrían garantizar la permanencia de estos allí.

Con base en la ubicación del residencial, la inspección de campo e interpretación geomorfológica, Mora (2011) concluyó que la urbanización está en el cañón del río Ipís, dentro de un deslizamiento antiguo inactivo y en una zona catalogada de alta a muy alta susceptibilidad de deslizamiento. Dicho autor indicó, además, que no debió construirse un residencial en ese terreno, ya que la vocación del mismo es la conservación de la Naturaleza.

En una visita al residencial en el 2016 se pudo constatar que viviendas de gran valor económico han sido abandonadas y ya están a punto de ser cubiertas por la vegetación (Figura 4). Estas casas se encuentran junto a la pendiente del río y cerca de visibles grietas que amenazan con llevarse las ruinas al lecho del río (Figura 4).





Figura 4. Casas de gran valor frente a calles de adoquín del sector Bosques de Moravia. Fuente: elaboración propia.

Residencial Topacio (PD8)

De acuerdo con Campos (2012), el 20 de setiembre de 2012 hubo un desprendimiento de tierra que afectó la ruta de acceso al residencial Topacio. Dicha urbanización se encuentra en la margen derecha, aguas abajo, de la Quebrada Rivera. El material deslizado incluyó un muro de contención y provocó un represamiento del río. Según Campos (2012), en el área hay un inadecuado tratamiento del saneamiento ambiental ya que se percibieron malos olores producto del mal manejo de aguas servidas y desechos sólidos que terminan en el cauce del río, generando contaminación y aumento del caudal. Este es otro caso en donde la cercanía a un cauce natural aumenta la exposición a las amenazas y por ende, la vulnerabilidad.

Urbanización y aumento del riesgo urbano

Como se puede ver en la Figura 5, todas las urbanizaciones donde ha habido reportes de casas afectadas están en las proximidades de los cauces fluviales, algunas de ellas a distancias muy cortas del río. La falta de aptitud del suelo al uso urbano se ha traducido en grietas, hundimientos, desniveles y fisuras que afectan las viviendas. En algunos casos se ha recurrido a rellenos del suelo para eliminar pendientes, nivelar el terreno y poder construir. Se han identificado situaciones en los que el relleno no se realizó adecuadamente y luego ocurren asentamientos diferenciales del suelo, que terminan afectando las viviendas. En otros casos se ha construido sobre deslizamientos y por consecuencia, se da una pérdida absoluta de la inversión. A los problemas del suelo se une la mala canalización de aguas que provoca infiltraciones, saturación y erosión, lo cual también afecta el asentamiento humano.

Un hecho importante a destacar es que los grupos afectados por estos movimientos de ladera en Moravia son de clase media. Esto rompe el esquema tradicional según el cual los más afectados por los eventos naturales son los más pobres, que por su limitada situación económica se ubican en zonas de alto riesgo.

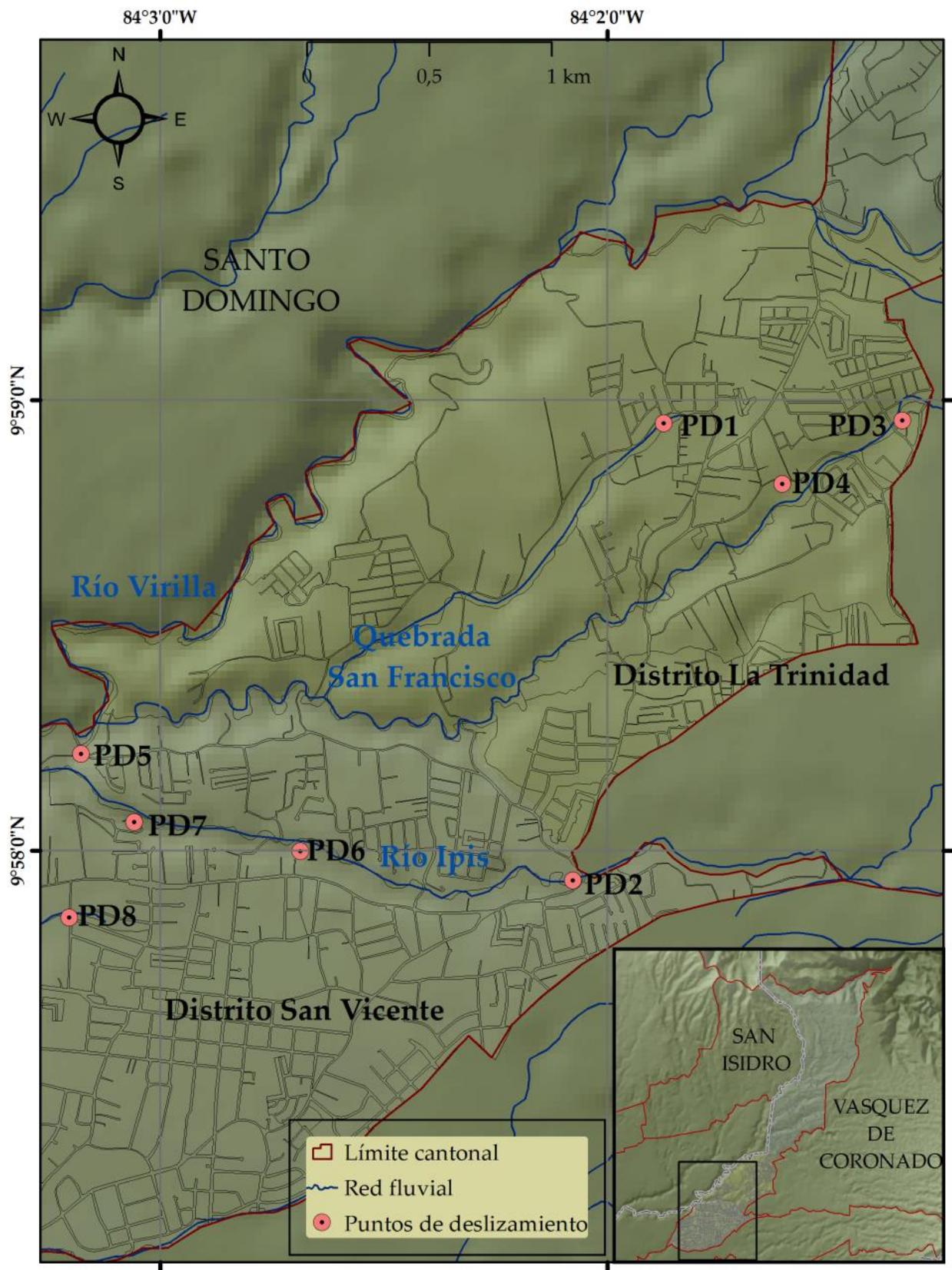


Figura 5. Ubicación de las urbanizaciones afectadas por deslizamientos o asentamientos del suelo en el cantón Moravia. Fuente: elaboración propia.

Conclusiones

El proceso de urbanización está causando presión sobre el uso de la tierra ya que continuamente está demandando terrenos para poder crecer. Tal necesidad está llevando al uso de áreas que en tiempos pasados fueron descartados para la construcción de viviendas, por considerarse inapropiados o no reunir condiciones óptimas por sus condiciones fisiográficas. Pero hoy día las áreas para desarrollar residenciales es poca, no queda más alternativa que usar dichos terrenos. Esto es evidente en el cantón Moravia donde muchas urbanizaciones han sido relegadas al límite de la pendiente de los ríos y en algunos casos, en suelos sin condiciones para la construcción de viviendas. Las urbanizaciones analizadas en este trabajo tienen esta condición, en todas ellas se ha detectado afectación por proceso de ladera. De manera que se da una relación causa-efecto, suelos con condiciones inadecuadas para viviendas provocan daños en las obras realizadas.

La urbanización también está incrementando el riesgo urbano. En Moravia ha habido importantes deslizamientos que han dejado inhabitables casas de gran valor comercial y conjuntos residenciales enteros. Esto ocurre porque la exposición a la amenaza está aumentando al desarrollar proyectos de vivienda en suelos no aptos o en rellenos.

Finalmente, la exposición y la vulnerabilidad ante las amenazas, está aumentando en la población de clase media de Moravia. Antes eran los pobres los que se establecían en zonas de alto riesgo por no tener más alternativa. Ahora las familias de clase media también se están tornando vulnerables por adquirir viviendas en urbanizaciones desarrolladas en la cercanía a las amenazas, principalmente cerca de áreas deslizables.

Referencias

- Rojas Suarez, E. (15 de noviembre de 2007). Familias perdieron sus casas en un abrir y cerrar de ojos. *Al Día*. Recuperado de: http://www.aldia.cr/ad_ee/2007/noviembre/15/ultimahora1318078.html
- Barahona, D. (2007). *Valoración de viviendas en Urbanización Paseo II en la Trinidad de Moravia* (Informe Técnico No. DPM-INF-1959-2007). San José, C.R.: CNE.
- Barahona, D. (2008). *Evaluación de riesgo de viviendas en Residencial Montelindo* (Informe Técnico N°DPM-INF-137-2008). San José, C.R.: CNE.
- Bonilla, E. (2003a). *Inspección a los terrenos y viviendas, pertenecientes a la urbanización Alemania Unida, Trinidad, Moravia* (Informe Técnico N°DPM-INF-50-3). San José, C.R.: CNE.
- Bonilla, E. (2003b). *Inspección a la vivienda de Katia Arroyo Guerra y alrededores del relleno en Urb. Jardines de Moravia* (Informe Técnico). San José, C.R.: CNE
- Campos, A. (2011). *Valoración de riesgo por desprendimiento de tierra* (Informe Técnico No. DPM-INF-224-2011). San José, C.R.: CNE.
- Campos, A. (2012). *Valoración del riesgo por erosión fluvial en la ruta de acceso del Residencial Topacio, sector de Barrio Corazón de Jesús, San Vicente de Moravia* (Informe Técnico No. DPM-INF-867-2012). San José, C.R.: CNE.
- Chaves, I. (2008). *Valoración de estado de amenaza de vivienda por inestabilidad del terreno* (Informe Técnico No. DPM-INF-953-2008). San José, C.R.: CNE.
- Chaves, I. (2010). *Valoración de condición de riesgo de terrenos y viviendas en Urbanización Alemania Unida* (Informe Técnico No. DPM-INF-322-2010). San José, C.R.: CNE.



Madrigal, J. (2007). *Deslizamiento y afectación a viviendas* (Informe Técnico No. DPM-INF-1957-2007). San José, C.R.: CNE.

Madrigal, J. (2012). *Análisis de vulnerabilidad en los alrededores de las propiedades de la Urbanización Alemania Unida* (Informe Técnico N°DPM-INF-333-2012). San José: C.R.: CNE.

Méndez, J. (2008). *Asentamiento diferencial de ladera Condominio Martina*. (Informe Técnico N°DPM-INF-1909-2008). San José, C.R.:CNE.

Mora, R. (2011). *Inspección de la zona colindante con el río Ipís del residencial Bosques de Moravia, Moravia*. (Informe interno proyecto FUNDEVI No. 0960). San José C.R. : UCR.

Reyes, J., Fernández, M. (2014). Landslide potential in Santo Domingo de Heredia, Costa Rica, Central America. *Journal of Geography and Geology* (6)4. Recuperado de:
<http://ccsenet.org/journal/index.php/jgg/article/view/41393>.

