

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
ESCUELA CENTROAMERICANA DE GEOLOGÍA
SISTEMA DE POSGRADO

MAESTRIA PROFESIONAL
GESTIÓN INTEGRAL PARA EL DESARROLLO
DE LOS GEO-RECURSOS



TRABAJO DE GRADUACIÓN
DIAGNOSTICO DE AMENAZAS NATURALES, HERRAMIENTAS
NECESARIAS PARA LOS PLANES DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL
(POT) E IMPLEMENTACIÓN DE MEDIDAS DE PREVENCIÓN Y
MITIGACIÓN PARA LA PROTECCIÓN DEL AMBIENTE EN LA CUENCA
HIDROGRAFICA SUPERIOR DEL RÍO PIRRIS (CHSRP),
SAN JOSE, COSTA RICA.

JULIO EDO. MADRIGAL MORA

JULIO, 2002

**UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
FACULTAD DE CIENCIAS BASICAS
ESCUELA CENTROAMERICANA DE GEOLOGÍA**

Esta tesis fue presentada el 12 de julio del 2002, como requisito parcial para optar por el Grado Académico en la Maestría en Gestión para el Desarrollo de los Georecursos. Fue aprobada por unanimidad por el Tribunal Examinador constituido por las siguientes personas.

**M.Sc. Teresita Aguilar Alvarez
Directora
Escuela Centroamericana de Geología**

**M.Sc. Sergio Paniagua
Director de la Maestría**

**M.Sc Julio Masías
Lector de tesis**

Sustentante

Julio Edo. Madrigal Mora

DEDICATORIA

Este esfuerzo de trabajo y estudio conjunto se lo dedico en primera instancia a Dios, por la existencia y por todo lo dado en mi vida como estudiante y profesional.

A mi Padre, Madre, Hermana y Sobrino, de todo corazón, quienes me han brindado en todo momento de mi vida su amor, por el apoyo y dedicación para que hoy concluya una etapa de mi vida profesional.

AGRADECIMIENTOS

Mi agradezco a la Junta Directiva, Dirección Ejecutiva y a todos los compañeros de la Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias (C.N.E), por todo el apoyo brindado para llevar acabo éste trabajo final de la maestría.

También a las Municipalidades de Santa María de Dota, Tarrazú y San Pablo y en especial al señor Hermes Solis por el apoyo incondicional en las giras del área. A la familia de Ricardo Padilla en Llano de Piedra y demás personas de la zona de los Santos.

En la Universidad de Costa Rica a la M.Sc Teresita Aguilar, M.Sc. Sergio Paniagua, M.Sc Julio Masias por las observaciones y consejos en el desarrollo de la investigación, así como al Dr. Jorge Laguna por las recomendaciones a lo largo del proceso de la maestría.

Resumen

La investigación efectuada para el trabajo final de la Maestría en Gestión Integral para el Desarrollo de los Georecursos, se ha llevado a cabo en la Región de Los Santos al sur-suroeste de San José, donde la finalidad, es de integrar toda el conocimiento y experiencia en la Cuenca Hidrográfica del Río Pirris y de trasmitirla al resto del territorio nacional con el propósito de que en un corto plazo, aquellas cuencas prioritarias sean analizadas con mas detalle aplicando la estructuración de este trabajo, con un grupo de profesionales que integren en su totalidad todos los aspectos mencionados en este documento.

El área de interés corresponde a la Cuenca Superior del Río Pirris, donde se ubican los cantones de Santa María de Dota, Tarrazú y San Pablo y que en los últimos años se han generado una gran cantidad de emergencias a raíz de fenómenos de origen natural, hidrometeorológicos o antropogénicas y que culminan en desastres pequeños y medianos, que generalmente no llaman la atención a los gobiernos centrales y a la prensa nacional.

Por su frecuencia o recurrencia y su persistencia, se han llegado a convertir en parte de la vida cotidiana de las personas que son afectadas, al punto que la población ha llegado a acostumbrarse a ellos o los ha incorporado como forma de vida restándoles importancia; mientras, que en algunos otros casos o, los cambios económicos, políticos, urbanos, sociales y naturales se han producido tan rápido que la población ha perdido la capacidad de adaptación frente a las nuevas condiciones de vulnerabilidad.

El Diagnóstico de Amenazas Naturales y la Implementación de las herramientas necesarias para los planes reguladores, se enfoco en hacer énfasis sobre la ubicación geográfica e identificación de las zonas susceptibles a los efectos de los fenómenos ocasionados por la dinámica de la naturaleza y aquellos factores antropogénicos generados por el ser humano en mapas de amenazas a una escala apropiada para su uso futuro en la región de los Santos.

Esto con el fin, de plantear y de fortalecer a los Comités Locales de Emergencia, autoridades municipales y población en general de como prevenir y disminuir los impactos que pueden ocasionar las amenazas de tipo natural y de la condición de vulnerabilidad a que están expuestas las comunidades de la zona de Los Santos.

El diseño e implementación de un Sistema de Alerta Temprana por Inundación en la Cuenca del Río Pirris es prioritaria, debido a la alta vulnerabilidad existente y por lo tanto la finalidad es de mantener una vigilancia y monitoreo en la cuenca superior y de los posibles efectos en las partes bajas caso de la población de Parrita.

En cuanto a los impactos ambientales por efectos de los beneficios de café se debe considerar debido a la escasa biota existente en el cauce y de las plantas de tratamiento de las aguas residuales es necesario revisar y establecer las medidas de mitigación necesarias para prevenir a futuro mayores contaminaciones tanto el cauce del Río Pirris como áreas de captaciones para consumo humano.

Es un hecho que el problema radica en la falta de una política integral de "ordenamiento del territorio" y en la asignación inequívoca de responsabilidades a los entes correspondientes en su área de competencia, para lo cual será necesario revisar la legislación vigente. Sin embargo, estos esfuerzos se han visto parcialmente impedidos o entorpecidos por la enorme presión sobre el espacio para el desarrollo urbano, la expansión de los cultivos, como el café y otras actividades agropecuarias.

Por lo tanto, se reconoce que debe efectuarse un gran esfuerzos por la conservación del ambiente y particularmente de la cuenca hidrográfica superior del Río Pirris y del resto del territorio, con el fin de dejar con protección un patrimonio de ecosistemas estables y de alta biodiversidad, como también por los beneficios secundarios derivables de esos biomas, como son el agua limpia, un régimen hidrológico estable, área de protección y sus condiciones ideales para su utilización, tan variada como indispensable por las generaciones futuras.

La Implementación de un Plan Integral de Manejo de la cuenca es vital, donde debe de incluir cambios en el uso de la tierra, obras de conservación de suelos, protección total el área de Reserva, programas reforestación y de educación ambiental así como el tratamiento y mejoramiento de la calidad de aguas de desecho de los beneficios y centros urbanos y de la implementación de los mapas de Amenazas naturales.

"En síntesis, el ordenamiento del uso del territorio, es un instrumento clave para establecer las bases firmes en la orientación del desarrollo sostenible de los recursos hídricos y los recursos naturales, con el propósito de elevar la capacidad de mejorar la calidad de vida de los habitantes y contrarrestar a la vez, los problemas de degradación ambiental, que afecta la estabilidad de nuestro país y el planeta".

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Justificación

Nuestro territorio nacional, en los últimos años ha sido afectado directamente por eventos sísmicos importantes, inundaciones, actividad volcánica y una gran cantidad de deslizamientos que de una u/o otra forma han afectado el equilibrio natural y de todos los costarricenses que habitamos esta porción de tierra.

El área de interés se ubica al sur-suroeste del Valle Central en una región sumamente montañosa y muy intervenida por el uso irracional del suelo. El estudio corresponde a la Cuenca Superior del Río Pirris, donde se ubica los cantones de Santa María de Dota, Tarrazú y San Pablo, los mismos, a través de la historia han sido afectados por una gran cantidad de emergencias a raíz de fenómenos de origen natural, hidrometeorológicos o antropogénicas que culminan en desastres o emergencias.

Este tipo de desastre por lo general no llama la atención a el gobierno central o a la prensa nacional. Sin embargo, tienen la característica de ser recurrentes, es decir, que con frecuencia se presentan en un población determinada, o de ser desastres que ocurren como consecuencia de los modelos de desarrollo que han contribuido a una generación y acumulación de vulnerabilidades en forma tan acelerada que las poblaciones afectadas difícilmente han tenido la oportunidad de adaptarse a las nuevas condiciones de riesgo.

Por otra parte, se presentan eventos que antes no ocurrían en muchas áreas y que en la actualidad se presentan con mucha más frecuencia y con características cada vez más heterogéneas, por ejemplo cambios en las condiciones climatológicas, régimen de lluvias, avalanchas y de uso de suelos inadecuados entre otras.

Otro aspecto que caracteriza a estos eventos “pequeños” y “medianos” es el hecho, de que en algunos casos por su frecuencia o recurrencia y su persistencia, se han llegado a convertir en parte de la vida cotidiana de las personas que son afectadas, al punto que la población ha llegado a acostumbrarse a ellos o los ha incorporado como forma de vida restándoles importancia. En algunos otros casos los cambios económicos, políticos, urbanos, sociales y naturales se han producido tan rápido que la población ha perdido la capacidad de adaptación, frente a las nuevas condiciones de vulnerabilidad.

En otras palabras, es importante promover que las instituciones y los organismos nacionales e internacionales apoyen a las instituciones municipales y organizaciones locales en el diseño e implementación de programas de prevención y mitigación, para buscar y transformar la idea que aún prevalece acerca de los desastres, de sus causas y concientizar a la población sobre sus efectos reales y potenciales.

La aplicación y utilización a futuro de este documento, dependerá de la problemática de cada población y de sus propias necesidades y recursos disponibles, pero, en todos los casos esperamos que este documento constituya un aporte para reducir el riesgo y mitigar el impacto de fenómenos de origen natural y antropógenicos que pueden originarse. Además, que sea un documento de uso normal en el organismo municipal y que sirva para educar a la población.

El desarrollo de un sistema de alerta (SAT), oportuna e eficaz se implementa con la finalidad de que los mecanismos a utilizar establezcan alertas para salvar vidas y bienes antes de que ocurra el desbordamiento de un río o el posible desprendimiento de un deslizamiento que afecte la integridad de una comunidad, siendo indispensable establecer las medidas de prevención y mitigación.

Los sistemas de alerta temprana son estructuras operativas que tienen como meta alertar a la población en caso de un fenómeno natural (inundaciones, deslizamientos) de proporciones tales que pueda causar fatalidades, daños y pérdidas materiales. Como tales, deben satisfacer el criterio operativo de brindar una alerta con suficiente anticipación para que la población pueda tomar las precauciones mínimas necesarias con relación al fenómeno que se genera.

En toda comunidad es vital subrayar la importancia de fortalecer las capacidades regionales, locales para gestionar sistemas de alerta.

La ciencia está dando pasos gigantados en la predicción de la mayoría de los fenómenos naturales amenazantes, sobre todo en los últimos treinta años. La gran excepción es la predicción de terremotos.

No sólo se ha agudizado la predicción de desastres, también han crecido y armonizado las formas con las que se puede alertar a la población y con las que se puede responder eficazmente.

Algunas de las nuevas tecnologías que desempeña un papel fundamental en los sistemas de alerta son muy sofisticados y caras: la teledetección, sistemas globales de posición (GPS), los sistemas de información geográfica (GIS) y toda la información electrónica (recopilación, almacenamiento, recuperación y difusión), contribuyen exitosamente a la formulación de advertencias convincentes, precisas y de amplia difusión.

El costo unitario de esas tecnologías disminuye cuanto más se difundan. Esto contribuye, por supuesto, a que sean más accesibles. Y también se están modernizando las formas de recopilación de datos por parte de esos sistemas: los responsables de la gestión de los desastres han elaborado programas de ordenador que ayudan a tomar decisiones a nivel local. Los programas ofrecen respuestas a preguntas del tipo ¿qué sucedería si..? a poblaciones sujetas a un alta amenaza.

Sin embargo, lo que cuenta es si el mensaje llega o no llega a la población y a las organizaciones de respuesta a los desastres.

Los sistemas de alerta tradicionales que usan altavoces, radios públicos, teléfono, fax seguirán desempeñando un papel básico por mucho tiempo. La alta tecnología lo que hace es aportar más posibilidades para comunicar advertencias.

Por lo tanto, la implementación de un Sistema de Alerta Temprana (**SATIM**), por Inundación en los distritos de Copey y Santa María centro, es necesaria, dado que en los últimos años muchas viviendas se han ubicado en las inmediaciones del cauce del Río Pirris y están expuesta a ser afectadas por desbordamiento.

En cuanto a los impactos ambientales por efectos de los beneficios de café se debe considerar debido a la escasa biota existente en el cauce y de las plantas de tratamiento de las aguas residuales.

Es por esto, que a pesar de contar con información básica sobre las características geográficas, urbanas y sociales de las poblaciones más vulnerables, es difícil que los programas de Prevención y Mitigación, así como, su manejo puedan considerar e incluir las percepciones, concepción o idea que la población tiene acerca de los desastres y toda la complejidad de factores que intervienen en sus estrategias y decisiones al darse un evento determinado.

Es muy probable que una comunidad asigne más importancia a una inundación local o deslizamiento donde se dan pérdidas de vidas humanas, o inclusive de eventos hidrometeorológicos caso de huracanes que generen impactos importantes en una comunidad determinada y por lo tanto, pasa a ser un desastre histórico de gran magnitud asumiendo mayor importancia simbólica para la comunidad y de aquellos de menor magnitud más bien pueden integrarse como irremediables a la vida cotidiana de la población.

Por lo tanto, es vital para nuestro país y en especial en las regiones del Pacífico Central y caso específico de la Zona de Los Santos, este documento será una herramienta vital para la regulación en el uso del suelo y la planeación urbana, principalmente para las instituciones y personas que conozcan aspectos sobre amenazas de origen natural con la finalidad de incrementar la capacidad de gestión en los campos de la prevención y mitigación tanto a las autoridades municipales, organizaciones comunales y privadas, así como, a la población en general.

Los efectos destructivos de los desastres, han ido en aumento tanto en frecuencia como en intensidad, favorecidos por un crecimiento demográfico, aumento de la pobreza, un desarrollo desordenado de infraestructura, utilización del terreno, deterioro de las cuenca hidrográficas en donde la falta de acatamiento de las normas de planificación y desarrollo urbano, con el desconocimiento del entorno geológico-

ambiental y el deterioro del mismo medio producido y sus obras, aumentan la vulnerabilidad hacia los desastres.

Por lo tanto, deberá tomarse en cuenta a partir de ahora, la reducción del riesgo que implican los desastres, dentro del proceso de toma de las decisiones relacionadas con los asentamientos humanos y proyectos de inversión o desarrollo, así como, compartir los riesgos y los costos mediante una política racional del uso del territorio, por medio de tareas preventivas o de mitigación.

Es necesario hacer énfasis sobre la ubicación geográfica e identificación de las zonas susceptibles a los efectos de los fenómenos ocasionados por la dinámica de la naturaleza y aquellos factores generados por el ser humano. Esto con el fin, de plantear y fortalecer los Comités de Emergencia, autoridades locales y población de como prevenir y disminuir los impactos que pueden ocasionar las amenazas de tipo natural y de la condición de vulnerabilidad a que están expuestas las comunidades.

La comunidad costarricense necesita una herramienta de planificación y desarrollo (mapas, folletos, guías) para enfrentar y atender las emergencias derivadas de fenómenos naturales y antropogénicos. La gran mayoría de las autoridades, técnicos y sector privado desconocen de los procedimientos vigentes en el planeamiento urbano y de conocerlos no aplican las medidas de seguridad que se deben efectuar ante una situación dada. Existe una variada normativa en relación con el uso del espacio y los recursos en las diferentes leyes y sus reglamentos vigentes en el país.

El problema radica en la falta de una política integral de “ordenamiento del territorio” y en la asignación inequívoca de responsabilidades a los entes correspondientes en su área de competencia, para lo cual será necesario revisar la legislación vigente.

Deberá ser revisada con la finalidad de “limpiar” de las incompatibilidades y omisiones que presenté, incluyendo la prevención de los desastres causados por fenómenos naturales o antrópicos por medio de una reducción de los factores que definen el riesgo, en particular la vulnerabilidad.

A raíz de esta situación, ha surgido la necesidad de contar con instrumentos de diferente índole como mecanismos de solución de conflicto existente, y por consiguiente se ha considerado la Cuenca Hidrográfica Superior del Río Pirris (CHSRP), de vital importancia, ya que reúne las condiciones para el establecimiento de programas integrados y que permitan solucionar algunos problemas de mucha complejidad en el área.

Esto debido al producto irracional del uso del suelo que ha provocado un deterioro importante a raíz de la siembra de café que es un cultivo de mucha calidad para el área.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GENERAL

1. Dotar de un diagnóstico general de Amenazas Naturales y una propuesta para Implementar un Plan de Ordenamiento Territorial en la Cuenca Hidrográfica Superior del Río Pirris.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

1. Identificar las principales Amenazas Naturales y antropogénicas de la zona.
2. Ofrecer la información necesaria para la Implementación de los Planes Reguladores en la Zona de Los Santos.
3. Establecer los elementos orientadores para la Gestión de la Cuenca Superior del Río Pirris.
4. Coadyuvar en la estructuración de las medidas de Prevención y Mitigación para una adecuada protección del ambiente en la Cuenca Superior del Río Pirris.
5. Colaborar con los habitantes en cuanto a la aplicación de medidas de prevención y mitigación ante las diversas amenazas socio-naturales.
6. Actualizar e incorporar información de amenazas naturales a las hojas cartográficas escala 1:50000 de Dota, Caraigres, Vueltas y Tapanti del IGN.

1.3 METODOLOGIA

La metodología seguida en el proyecto obedece al desarrollo de 13 partes íntimamente ligadas entre sí.

En el primer capítulo se establecen la justificación, objetivos y antecedentes de la zona de Los Santos, y en el capítulo dos se indica el estado del ambiente general de la cuenca para ello se inicio con la recopilación de información tanto de los proyectos existentes (P.H Pirris), MAG, MINAE, como informes del mismo autor.

Los capítulos tres y cuatro están relacionados tanto al análisis de información existente de la normativa actual como de documentos sobre el análisis de vulnerabilidad.

El capítulo cinco consiste en incorporar información de las observaciones técnicas de campo sobre las amenazas existentes, que se incorporarán respectivamente en las hojas topográficas del área en mapas escala 1:50000 del IGN, así como, una escala de 1:10000, además, de la interpretación de fotografías aéreas y de otros mapas

existentes de la zona, los cuales serán retomados y se incluirá la información en mapas que se digitalizarán utilizando el Sistema de Información Geográfica Microstation en archivo dgn. Toda esta información será procesada en la CNE por el Departamento del Sistema de Información Geográfica (SIE).

La información procesada se integrará en una matriz general de amenazas naturales donde se indicará cuales áreas presentan una combinación de amenazas y de establecer o diagnosticar las regulaciones en el uso del suelo para la zona de estudio tanto en agricultura, caminos e infraestructura en general.

La información generada en los capítulos anteriores y la interpretación de la información de los mapas generados, además, los mapas de uso del suelo aportados por el ICE y otras instituciones, serán las herramientas necesarias para establecer en el capítulo seis los primeros pasos para la Implementación de los Planes Reguladores en el área para cada uno de los tres cantones.

Además, con la información generada en el capítulo siete se propone un Sistema de la Alerta Temprana por Inundación (SATIN), donde se establecen los puntos de vigilancia, así como, las posible áreas de desbordamiento o en caso de existir desprendimientos de laderas dentro de la cuenca, con la finalidad de avisar oportunamente dentro de las posibilidades de buena respuesta de la comunidad de una evacuación en el área.

Los capítulos del ocho y nueve corresponde a los análisis generales sobre el impacto generado por los desastres y el daño económico causado tanto en las obras y como al ambiente, así como, de establecer la necesidad de proteger el factor hídrico tanto para el consumo humano para beneficio de las obras existentes(Proyecto hidroeléctrico y beneficios de café).

Además, en el capítulo 9 se indica sobre la gestión integrada en el ámbito de la Cuenca Hidrográfica del Río Pirris

En estos capítulos se establece la necesidad de la conservación, gestión de la biodiversidad, educación, investigación, ecoturismo con la finalidad de establecer las medidas de prevención y mitigación necesarias para aumentar el interés de la población de Los Santos de los turistas de proteger al máximo la Cuenca Superior del Río Pirris.

El capítulo 10 enmarca directamente el Proyecto Hidroeléctrico Pirris, donde se analiza la influencia de las obras, análisis socioeconómico de la población involucrada, costo/ beneficio, problemática de las comunidades involucradas de acuerdo a los análisis de los estudios del ICE.

En el capítulo 11 se efectúa un análisis de las condiciones actuales de la infraestructura vial y fluvial.

En el capítulo 12 se enfoca más que todo en un análisis sobre la medición de los impactos ambientales generados por los beneficios existentes, tanto en el sistema de planta de tratamientos, eliminación de la broza y cuales son las alternativas para reducir los impactos en el área de acuerdo con los estudios ya efectuados por parte de las administraciones de cada uno de los beneficios.

El capítulo 13 corresponde a la implementación de las medidas de Prevención y Mitigación para la protección de la cuenca superior del Río Pirris, las cuales serán utilizadas como herramienta por los municipios, e instituciones del estado y organizaciones del área.

1.4 ANTECEDENTES

De acuerdo con versiones de muchos vecinos se tienen referencias de desbordamientos del Río Pirris a la altura de Copey- Río Blanco, así como, muy cercano a la comunidad de Santa María de Dota desde 1955 a raíz de las fuertes lluvias generadas para esta fecha, hoy en día relacionadas a un huracán.

De igual forma, son conocidos los deslizamientos desde 1955, de los cuales generaron sepultamiento de casas, así como muertos en el sector de San Rafael de Dota y desplazamientos pequeños en Llano de Piedra y en San Pablo de León Cortes carretera a San Isidro. En el cantón de Tarrazú se han dado pero más que todo fuera del área de estudio.

En la actualidad se ha incrementado la construcción de proyectos habitacionales y viviendas particulares en toda el área de Los Santos, donde no se ha delimitado o inspeccionado en forma minuciosa los terrenos propuestos para la construcción de estas viviendas por parte de las instituciones encargadas del financiamiento y personas responsables (ingenieros, arquitectos entre otros) de evaluar los terrenos.

En muchos casos, se han realizado casas en áreas de alto riesgo, donde las evidencias de campo tanto por deslizamiento e inundación son notables o inclusive existen antecedentes de que algo ocurrió en el área, ya sea por efectos de las fuertes lluvias, grandes masas de tierra, arboles y rocas que se han desplazado pendiente abajo en forma de corrientes de lodo acumulándose al pie de las laderas.

Por lo tanto, es necesario y vital conocer los antecedentes del área circundante determinando zonas de antiguos deslizamientos, fallas, grietas en el terreno, rellenos e inclusive conocer cual fue el factor disparador (sismos o lluvias fuertes, trabajos realizados por el mismo hombre), que facilite las medidas que se deben de tomar en cuenta, cuando una persona este ante una situación dada, ya sea en zonas de alta inestabilidad de laderas, cauces que puedan ser el medio por donde pueda encauzarse lodo, rocas entre otros.

La finalidad es de asegurar que la ubicación y diseño de las vivienda, así como las medidas ingenieriles sean consideradas en toda la región de Los Santos, donde es indispensable verificar en primera instancia la ubicación con el plano de catastro y los mapas de amenazas naturales generados en esta investigación donde se establezca :

- geología local y (grado de meteorización de la roca),
- evidencia de fallas (antecedentes de sismos locales),
- áreas de inundación
- rellenos
- altura e inclinación de los taludes. .

Se establecerán restricciones de uso del suelo para cualquier proyecto, que este afectado directamente o que indirectamente pueda ser dañado, siendo necesario solicitar los estudios técnicos que respalden el desarrollo del proyecto.

1.5 Antecedentes de la Cuenca Superior del Río Pirris-Parrita

1.5.1 Inundaciones:

La cuenca superior del Río Pirris (Parrita), que drena parte de los cantones de Tarrazú, Dota y San Marcos, está constituida por una sección montañosa de fuertes pendientes y una cobertura vegetal en muchos casos escasa. Parte de los afluentes principales del Río Pirris arrastraron gran cantidad de rocas, troncos e inclusive para el Huracán Cesar varias viviendas fueron dañadas en su totalidad, además de la generación de avalanchas de lodo.

La trayectoria del Río Pirris a lo largo del sector central de Dota no provoca un riesgo por inundación, pero debe considerarse que varias viviendas asentadas aguas abajo del centro podrían verse afectadas en un futuro.

De igual forma en el sector central de Tarrazú no tiene ningún efecto ya que pasa alejado del centro, pero en el sector conocido como Salado el nivel topográfico con respecto al cauce favorece a que pueda ser inundado, aunque la población es escasa en este lugar hasta ahora.

1.5.2 Fallamiento Local

Debe indicarse que los tres cantones se encuentran en una zona de fuerte control estructural alto y con la posibilidad de la generación de sismos locales donde eventuales daños estructurales en las construcciones, pueden darse dependiendo de la ubicación o del sistema constructivo, o si las normas establecidos en los Códigos Sísmicos y de Cimentaciones actuales de nuestro país no fueron utilizados.

De acuerdo a trabajos efectuados por parte Denyer y Arias, 1990 sobre la Geología de la Hoja Carraigres, escala 1:50000 del IGN y el Mapa Geológico de la Gran Área Metropolitana en 1993 por Denyer, Arias, Soto entre otros, incluyendo los trabajos del ICE, indican que la zona de los Santos esta influenciado por varios sistema de fallas importantes.

1.5.3 Deslizamientos

Toda la región de Los Santos se caracteriza por una topografía irregular, donde no se observan técnicas adecuadas o sistemas de protección de suelos, además de la poca cobertura vegetal (bosque primario), así mismo las malas técnicas utilizadas para la evacuación de las aguas y el uso de la tierra aceleran todos los procesos de deslizamientos y erosiones.

Actualmente, el uso del terreno en toda la zona de los Santos es principalmente café, la inexistencia de curvas de contorno favorece al proceso erosivo . La falta de las mismas y la incidencia de las altas precipitaciones de época o por efectos indirectos de fenómenos hidrometeorológicos provocan un mayor arrastre del suelo, generando fuertes erosiones y deslizamientos de masas de gran magnitud hacia las partes inferiores, que en muchos casos sepultan viviendas o asentamientos completos.

Es necesario que los dueños de fincas apliquen un sistema de protección para eliminar la escorrentía superficial, con la finalidad de reducir el posible impacto por deslizamiento.

Debe considerarse que la Zona de Los Santos por su ubicación geográfica, características litológicas, fallamientos locales y el uso indiscriminado del terreno (deforestación y sobrepastoreo), ha generado que cada día la población construya en áreas propensas a deslizamientos e inclusive cerca a zonas de fallas, sin considerar que este último aspecto es de importancia debido a la liberación de energía y la posible afectación de la construcción .

Por lo tanto, el uso del terreno depende de las necesidad habitacional y de los resultados de los estudios de suelos, además en este estudio se incorporan algunas medidas de mitigación y prevención, de acuerdo a la ubicación de los terrenos, existencia de fallas locales, rellenos o áreas de inundación.