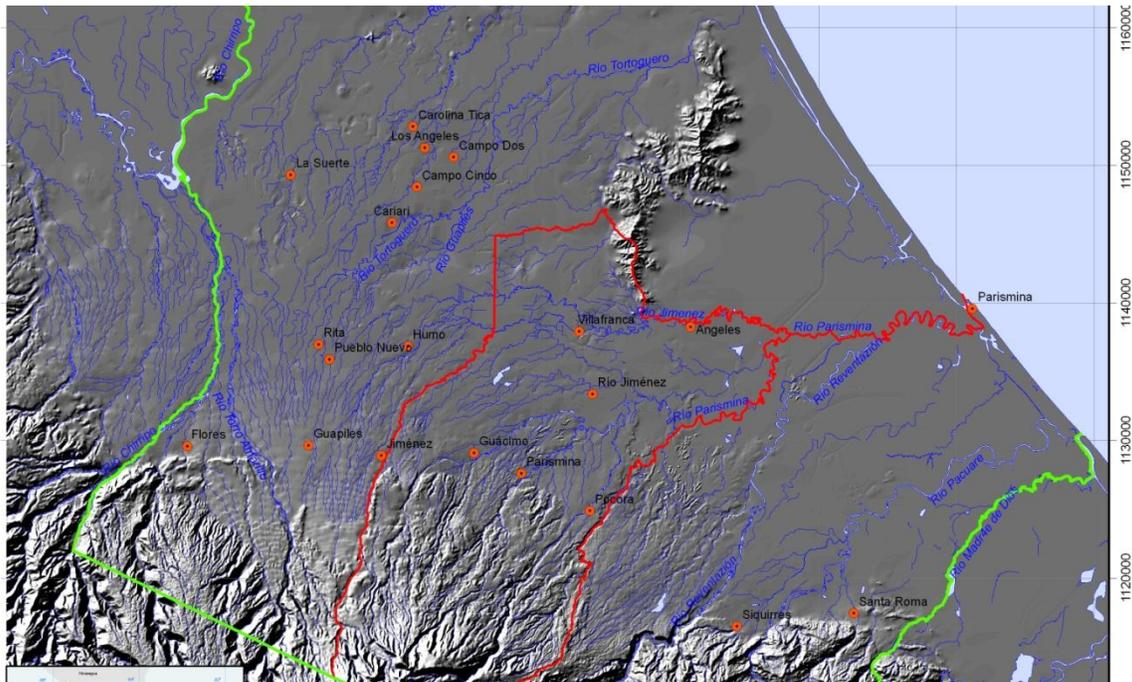


12/4/2012



DR. ALLAN
ASTORGA
GÄTTGENS Y
OTROS AUTORES
(2012)

DIAGNÓSTICO DE LA VULNERABILIDAD EN COMUNIDADES DE LOS CANTONES DE GUÁCIMO, POCOCÍ Y SIQUIRRES

Informe Técnico Final preliminar

Licitación Abreviada no. 2012 LA – 0000004 – 00200

Diagnóstico de la Vulnerabilidad en Comunidades de los cantones de Guácimo – Pococí – Siquirres.

Presentado ante:

**Comisión Nacional de Prevención de Riesgos
y Atención de Emergencias**

Autores

EL PRESENTE DOCUMENTO TÉCNICO SE HA ELABORADO CON LA PARTICIPACIÓN DE LOS SIGUIENTES AUTORES:

Dr. Allan Astorga Gättgens

Geólogo, Especialista en Ordenamiento Territorial

Coordinador

CON EL APOYO TÉCNICO DE:

Dr. Andreas Mende

Especialista en Sistemas de Información Geográficos

Dra. Lolita Campos

Geóloga, Especialista en Estratigrafía y Geología Estructural

M.Sc. Mario Piedra

Sociólogo, Especialista en Salud Pública

Geol. Emilia Valerín R.

Geología

Licda. Eugenia Chávez V.

Psicología

Ing. Fernando Padilla

Hidrología - Colaborador

Presentación

Se presenta aquí el Informe Final del estudio solicitado por la CNE en los cantones de Guácimo, Pococí y Siquirres, a fin de realizar un Diagnóstico de la vulnerabilidad de sus comunidades humanas.

El estudio hace un análisis cartográfico de las fuentes de amenazas principales que afectan la zona de relieve que forma el umbral norte del Cordillera Volcánica Central y, principalmente de las llanuras aluviales y costeras del norte del país. Amenazas que corresponden con fallas geológicas activas, deslizamientos, inundaciones y avalanchas, así como sismicidad.

Dentro de la aplicación del concepto de “Gestión del Riesgo” establecido por la Ley Nacional de Emergencias, el objetivo del Diagnóstico es de reconocer la de identificar, en virtud de las condiciones geológicas, geomorfológicas, hidrológicas, de suelos e hidrometeorológicos, entre otros, la distribución cartográfica de las fuentes de amenazas naturales indicadas, a fin de compararlas con los mapas de usos actuales del suelo (localizaciones de asentamientos humanos, áreas de cultivo o agropecuarias o de cobertura vegetal), para determinar su condición de vulnerabilidad y de riesgo, a fin de establecer acciones estratégicas concretas para disminuir, mitigar o en su defecto corregir dicha condición.

El fundamento principal del estudio realizado es el de que las comunidades humanas de los cantones objeto del estudio cuenten con información primaria sobre la localización de las fuentes de amenazas, de manera que puedan tomar acciones concretas que disminuyan su condición de vulnerabilidad. Esto dentro de la filosofía de “convivir y manejar con el riesgo”, en el caso de que se trate de obras dispuestas sobre los espacios geográficos donde se presentan esas amenazas. Empero también, el estudio permite generar información cartográfica de gran valor para ejercer acciones preventivas concretas dirigidas a orientar las decisiones sobre usos del suelo y permisos de construcción, que eviten el desarrollo de nuevas obras sobre zonas de alta y muy alta vulnerabilidad.

Antecedentes (CNE)

En las llanuras del norte del país se concentra un importante porcentaje de la población que habita en el Caribe costarricense. Es una región caracteriza por múltiples zonas vulnerables a multiamenazas, tales como deslizamientos (en las estribaciones de la cordillera volcánica), efectos directos de la actividad sísmica, afectación directa por actividad volcánica, y principalmente inundaciones y flujos de lodo entre otros procesos erosivos.

En las estribaciones de la cordillera volcánica central, debido a la presencia de un relieve importante que forman los estratovolcanes Irazú y Turrialba, se presentan fuentes de amenazas característicos de esas condiciones geológicas, principalmente vinculados a deslizamientos, avalanchas, flujos de lodo, así como los peligros volcánicos mismos.

Por su parte, las zonas de pie de monte y las llanuras aluviales y costeras que se presentan en gran parte del área de estudio, aunque presentan menor vulnerabilidad a procesos de deslizamientos y peligros volcánicos, si son altamente vulnerables a fenómenos hidrometeorológicos, como son las inundaciones fluviales, paso de flujos e incluso a cambios rápidos en el sistema fluvial.

La región de estudio es cubierta, en parte, política y administrativamente por los cantones de Guácimo, Pococí y Siquirres, que son periódicamente afectados por fenómenos meteorológicos que producen importante precipitaciones lluviosas que se traducen en inundaciones y otra serie de eventos importantes.

Aunque la región no presenta presión urbana importante, si se caracteriza por un desarrollo urbano poco organizado, con la disposición de numerosas comunidades ubicadas, en muchos casos dentro de valles de inundación fluvial o sitios vulnerables. Esta factor hacer urgente conocer con mayor criterio técnico cuáles son las zonas de mayor riesgo, a fin de determinar el grado de riesgo en

que se presentan las poblaciones ya existentes, así como para planificar los nuevos desarrollos al futuro.

Pero según datos consolidados en la CNE, a raíz de los diversos eventos hidrometeorológicos que han afectado los cantones de Siquirres, Pococí y Guácimo durante los últimos años, se reportan importantes pérdidas económicas, en todos los sectores de planificación del país (Agricultura, Ganadería y en particular obras de infraestructura), lo que demuestra de forma contundente la gran vulnerabilidad que existe en ambos cantones.

Resumen ejecutivo

Se presenta aquí el Informe Final sobre el estudio técnico: “**Diagnostico de la Vulnerabilidad en Comunidades de los Guácimo-Pococí-Siquirres**”. Es un estudio en el campo de la consultoría en geología y ordenamiento ambiental territorial con énfasis en análisis de vulnerabilidad a las amenazas naturales. Se ajusta a los términos de referencia aportados por la Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias (CNE) en la Licitación Abreviada No. 2111 LA – 0000004 – 00200 y al Plan de Trabajo presentado en el Primer Informe de Avance.

El objetivo del estudio técnico contratado es caracterizar las comunidades en riesgo en los Cantones de Guácimo, Pococí y Siquirres, con el fin de dar insumos para el desarrollo de planes reguladores que integren la variable de gestión del riesgo de forma integral, y contar con una línea base de la vulnerabilidad de estas regiones a diferentes tipos de amenazas. La finalidad del documento es el de presentar los resultados integrales obtenidos hasta ahora, según el plan de trabajo, en particular, los resultados del detallado mapa de uso actual del suelo elaborado, de los datos sociales de los cantones involucrados y de mapas de amenazas identificados.

El alcance de esta investigación se enmarca en el área geográfica de las llanuras del norte, en los cantones de Guácimo, Pococí y Siquirres. Esta región abarca un área de varios miles de km² y una población de varias decenas de miles de personas para el año 2008, según estimaciones del INEC.

Los resultados técnicos del presente estudio comprueban que el territorio de los cantones de Guácimo, Pococí y Siquirres, presentan importantes áreas susceptibles a las amenazas naturales tales como las inundaciones, flujos gravitacionales, avalanchas, deslizamientos y fallas geológicas activas. El estudio realizado permitió, con la aplicación metodológica del decreto ejecutivo no. 32967 – MINAE, realizar un cartografiado sistemático de todas las fuentes de amenaza, con lo cual es posible realizar una efectiva gestión preventiva del riesgo.

Como parte de los estudios, y en consideración de las ortofotos del Programa de Regularización y Catastro, del año 2008, fue posible elaborar un mapa de uso actual, en particular de las áreas urbanas donde reside o laboran personas.

La sobreposición, por medio de un sistema de información geográfica, del mapa de construcciones sobre el mapa de amenazas naturales identificadas, permite reconocer las

condiciones de riesgo de las mismas y con ello, fijar la serie de medidas de intervención estatal para disminuir las condiciones de vulnerabilidad de las comunidades en riesgo.

El desarrollo de otros mapas temáticos para el área de estudio, ha permitido ampliar el diagnóstico del mismo, desde el punto de vista de amenazas naturales y además han aportado datos clave para entender mejor la seria condición de riesgo que presenta el territorio analizado, su origen y también las medidas estratégicas de corto, mediano y largo plazo que deberán implementarse en los próximos años para reducir la vulnerabilidad a las amenazas naturales.

En consideración de los resultados del presente estudio, se señalan las siguientes recomendaciones:

1. Dar la mayor divulgación posible a la información aquí generada, tanto el informe como el conjunto de mapas producidos, y en particular a las municipalidades y comunidades del área de estudio, junto con las propuestas concretas de acción de intervención aquí sugeridas (ver Anexo 1).
2. Dar continuidad al proyecto de gestión preventiva del riesgo promovido por el IFAM y la CNE a fin de que las municipalidades cuenten con el apoyo institucional requerido para que puedan tomar acciones concretas en materia de gestión del riesgo y disminución de vulnerabilidad a las amenazas naturales de las comunidades del área de estudio, conforme a los lineamientos de intervención aquí señalados.
3. Promover una coordinación interinstitucional con otras entidades de gobierno a fin de que se conozcan los resultados del estudio y se incorporen sus resultados a la gestión institucional de esas instancias.
4. Reajustar los mapas de amenazas naturales de la CNE para los cantones cubiertos, acompañando el mapa cantonal en cuestión con una explicación detallada que mejore su entendimiento y aplicación.

Índice

Presentación	5
Resumen ejecutivo.....	8
Índice.....	10
1. Introducción.....	14
1.1 PRESENTACIÓN.....	14
1.2 OBJETIVOS.....	14
1.2.1 Objetivo del estudio	14
1.2.2 Objetivo específico del informe.....	14
1.3 ÁREA DE ESTUDIO.....	15
1.4 ACTIVIDADES A REALIZAR.....	15
1.5 METODOLOGÍA.....	21
1.6 ALCANCE.....	22
1.7 SALVAGUARDA SOBRE EL ALCANCE DEL DICTAMEN TÉCNICO.....	22
1.8 CLÁUSULA DE RESPONSABILIDAD AMBIENTAL	23
1.9 ORGANIZACIÓN DEL INFORME	23
2. Geología	24
2.1 INTRODUCCIÓN	24
2.2 TECTÓNICA REGIONAL	26
2.3 GEOLOGÍA REGIONAL.....	29
2.4 ESTRATIGRAFÍA	32
2.4.1 Introducción	32
2.4.2 Descripción de Formaciones en el área de estudio.....	34
2.5 ESTRUCTURACIÓN GEOLÓGICA.....	44
2.5.1 Régimen estructural	44
2.5.2 Patrón de fallamiento geológico.....	45
2.6 GEOAPTITUD LITOPETROFÍSICA.....	49
3. Geomorfología	54
3.1 GEOMORFOLOGÍA REGIONAL.....	54
3.2 GEOMORFOLOGÍA LOCAL.....	56

3.2.1	Cerros Denudados.....	61
3.2.2	Barrancas.....	64
3.2.3	Piedemonte.....	64
3.3	IFA GEOAPTITUD - FACTOR GEODINÁMICA EXTERNA	65
4.	Estabilidad de ladera (deslizamientos).....	68
4.1	INTRODUCCIÓN	68
4.1.1	Marco teórico básico	68
4.1.2	Importancia práctica del tema	71
4.2	RESULTADOS PARA EL ÁREA DE ESTUDIO.....	73
4.2.1	Amenaza por deslizamientos y flujos de gravedad.....	73
4.2.2	Deslizamientos activos y fenómenos de erosión.....	77
4.2.3	Deslizamientos y red vial	79
5.	Inundaciones y avalanchas.....	81
5.1	INTRODUCCIÓN	81
5.2	INFORMACIÓN CLIMÁTICA E HIDROMETEOROLÓGICA.....	83
5.3	MAPA DE INUNDACIONES DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	85
6.	Amenaza Sísmica y fallamiento local	91
6.1	INTRODUCCIÓN	91
6.1.1	Sismicidad por subducción.....	91
6.1.2	Sismicidad de fuentes intraplaca	96
6.2	AMENAZA SÍSMICA PARA EL ÁREA DE ESTUDIO.....	99
6.2.1	Factor de Amenaza por fallas geológicas activas	100
7.	Suelos y capacidad de uso de la tierra.....	106
7.1	INTRODUCCIÓN	106
7.2	TIPOS DE SUELOS	108
	ALFISOLES Y ULTISOLES	113
	Distribución, extensión y uso	113
	INCEPTISOLES.....	115
7.3	CAPACIDAD DE USO DE LAS TIERRAS.....	117
7.4	APLICACIONES PRÁCTICAS	119
8.	Uso actual del suelo	120
8.1	INTRODUCCIÓN	120

8.2	USO DEL SUELO.....	122
8.3	RED VIAL Y DESARROLLO URBANO.....	123
8.4	DESARROLLO URBANO Y PENDIENTE	123
8.5	ÁREAS BOSCOSAS.....	124
8.6	ÁREAS DE CULTIVO	124
8.7	ÁREAS DE PASTO	124
9.	Inventario Social	126
9.1	INTRODUCCIÓN	126
9.2	CANTÓN DE GUÁCIMO	128
9.2.1	Introducción	128
9.2.2	Datos Históricos.....	128
9.2.3	Datos Demográficos.....	132
9.2.4	DATOS SOCIALES	135
9.2.5	DATOS ECONÓMICOS.....	138
9.2.6	DATOS DE ORGANIZACIONES SOCIALES	140
9.3	CANTÓN DE POCOCÍ.....	141
9.3.1	Introducción	141
9.3.2	Aspectos Históricos	141
9.3.3	Aspectos Demográficos	144
9.3.4	DATOS SOCIALES	147
9.3.5	DATOS ECONÓMICOS.....	150
9.3.6	DATOS DE ORGANIZACIONES SOCIALES	152
9.4	CANTÓN DE SIQUIRRES.....	153
9.4.1	Introducción	153
9.4.2	Aspectos Históricos	153
9.4.3	Aspectos Demográficos	157
9.4.4	DATOS SOCIALES	160
9.4.5	DATOS DE ORGANIZACIONES SOCIALES	165
10.	Conflictos de uso del suelo y vulnerabilidad.....	167
10.1	INTRODUCCIÓN	167
10.2	COMUNIDADES EN RIESGO A AMENAZAS NATURALES (VISIÓN INTEGRAL).....	168

10.3	CONFLICTO DE USO DE LA TIERRA POR ACTIVIDADES AGRÍCOLAS RESPECTO A AMENAZAS NATURALES	169
10.4	CONFLICTO DE USO DE LA TIERRA POR ACTIVIDADES URBANAS RESPECTO A AMENAZAS NATURALES	169
11.	Análisis de vulnerabilidad	170
11.1	INTRODUCCIÓN	170
12.	Estrategias de intervención estatal	173
12.1	INTRODUCCIÓN	173
12.2	ESTRATEGIA PARA DESLIZAMIENTOS ACTIVOS	176
12.3	IMPLEMENTACIÓN DE PLANES DE GESTIÓN PREVENTIVA DEL RIESGO	177
12.4	RESTAURACIÓN DE SUELOS Y RECUPERACIÓN DE BOSQUES	178
12.5	INTENSIFICACIÓN DE APLICACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS	181
12.6	IMPLEMENTACIÓN DE POLÍTICA DE CONSTRUCCIÓN SEGURA	181
12.7	INCORPORACIÓN DE LA GESTIÓN DEL RIESGO EN LOS PLANES DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL	183
13.	Conclusiones y recomendaciones.....	186
13.1	CONCLUSIONES PRINCIPALES	186
13.2	RECOMENDACIONES.....	187
14.	Referencias Bibliográficas	188
Anexo 1	202

1. Introducción

1.1 PRESENTACIÓN

En lo que sigue se muestra el Informe Final sobre el estudio técnico: **“Diagnostico de la Vulnerabilidad en Comunidades de Guácimo-Pococí-Siquirres”**.

Es un estudio en el campo de la consultoría en geología y ordenamiento ambiental territorial con énfasis en análisis de vulnerabilidad a las amenazas naturales.

Se ajusta a los términos de referencia aportados por la Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias (CNE) en la Licitación Abreviada No. 2111 LA – 0000004 – 00200 y al Plan de Trabajo presentado en el Primer Informe de Avance.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo del estudio

El objetivo del estudio técnico contratado es caracterizar las comunidades en riesgo en los Cantones de Guácimo, Pococí y Siquirres (Región Central), con el fin de dar insumos para el desarrollo de planes reguladores que integren la variable de gestión del riesgo de forma integral, y contar con una línea base de la vulnerabilidad de estas regiones a diferentes tipos de amenazas.

1.2.2 Objetivo específico del informe

El objetivo de este informe final es el de presentar los resultados integrales obtenidos hasta ahora, según el plan de trabajo, en particular, los resultados del

detallado mapa de uso actual del suelo elaborado, de los datos sociales de los cantones involucrados y de mapas de amenazas identificados.

1.3 ÁREA DE ESTUDIO

El alcance de esta investigación se enmarca en el área geográfica del sur del Valle Central, en los cantones de Guácimo, Pococí y Siquirres (ver Figura 1.1).

Esta región abarca un área de varios miles de km² y una población de varias decenas de miles de personas que se presentan generalmente dispersas en pequeñas comunidades, salvo los núcleos urbanos de Siquirres, Santiago de Pococí y de Ciudad Colón.

1.4 ACTIVIDADES A REALIZAR

Las tareas a realizar en el estudio, cubren 5 grandes actividades, compuestas a su vez por sub-actividades, las cuales se describen en lo que sigue:

ACTIVIDAD 1: Caracterización de la amenaza por inundaciones y otros procesos hidrometeorológicos

1.1 Identificar y priorizar en el área de estudio aquellas cuencas y micro cuencas que presentan recurrencia de inundaciones. A esas cuencas deberá hacer los siguientes estudios:

- a) Estudios hidrológicos según la información disponible en el IMN y Área de Estudios Básicos del ICE.
- b) Identificación de las áreas afectadas con periodos de retorno de 5, 10, 20 50 y 100 años.
- c) Geomorfología de planicies de inundación.

- d) Áreas vulnerables a la erosión pluvial.
- e) Áreas vulnerables a flujos de lodo y otros procesos de geodinámica externa, asociados a eventos extraordinarios.
- f) Datos históricos y comparación con la memoria histórica de la comunidad.

1.2 Posibles medidas de intervención (estructurales y no estructurales) tanto en el ámbito local (comunidad y municipal) y nacional (instancias del Sistema Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias)

ACTIVIDAD 2: Caracterización de la amenaza por deslizamientos y procesos de inestabilidad de laderas

2.1 Áreas susceptibles a deslizamientos, obtenidas por medio de una metodología para zonas tropicales que integre al menos los siguientes aspectos:

- a) Tipo de suelo
- b) Tipografía
- c) Geología
- d) Pendientes
- e) Factores de disparo (lluvias, actividad sísmica)
- f) Datos históricos y comparación con la memoria histórica de la comunidad.

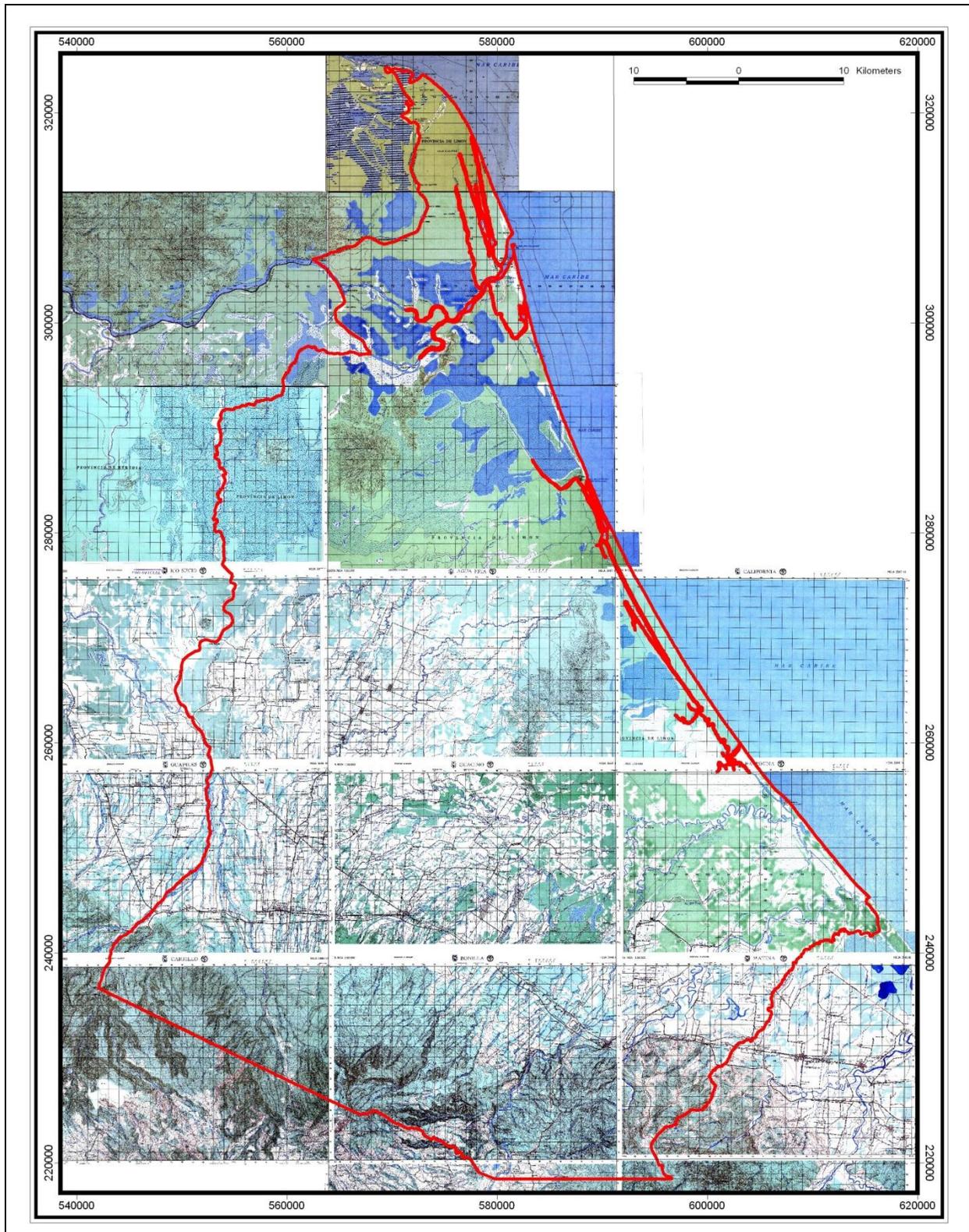


Fig. 1.1 Mapa del área de estudio que cubre los cantones de Guácimo, Pococí y Siquirres sobre las hojas cartográficas 1:50.000 del Instituto Geográfico Nacional de Costa Rica.

- a) Crear una guía detallada de deslizamientos antiguos, recientes y actuales
- b) Caracterizar el estado evolutivo de dichos deslizamientos (presencia o no de masas en tránsito y semiestabilizadas, grado de vaciado, grado de disección, área potencialmente inestable, volumen potencialmente inestable según modelos geométricos simples, potencial de caída, entre otros.
- c) Modelar la estabilidad potencial de las laderas mediante software especializado con miras a determinar sitios propensos a sufrir movimientos de tierra aun cuando no presenten evidencias actuales de movimiento.

2.2 Posibles medidas de intervención (estructurales y no estructurales) tanto en el ámbito local (comunidad y municipal) y nacional (instancias del Sistema Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias)

ACTIVIDAD 3: Caracterización de la amenaza sísmica y procesos relacionados

3.1 Catalogación de fallamiento activo (100 años de recurrencia)

3.2 Presentar mapa con identificación y caracterización de fallas geológicas activas o potencialmente activas.

3.3 Datos históricos y comparación con la memoria histórica de la comunidad.

3.4 Identificación de áreas susceptibles a procesos vinculados a la actividad sísmica:

- a) Ruptura de suelos
- b) Licuefacción
- c) Amplificación
- d) Otros

3.5 Posibles medidas de intervención (estructurales y no estructurales) tanto en el ámbito local (comunidad y municipal) y nacional (instancias del Sistema Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias)

ACTIVIDAD 4: Caracterización de la vulnerabilidad y medidas de intervención. Establecer una línea base que integre los siguientes aspectos

4.1 Uso actual de la tierra y capacidad de uso, conflictos del uso.

4.2 Registro de eventos críticos vinculados a hidrometeorología, deslizamientos y sismicidad. Debe incluirse cronología, localidades afectadas, número de personas afectadas, número de viviendas afectadas y mapa de impacto. El rango de escala será entre 1 25 000 y 1 10 000, dependiendo de la información cartográfica existente.

4.3 Cuando está referido a eventos por inundación, deberá cartografiarse la subcuenca o microcuenca en la cual se generó el evento, al respecto es importante que en caso de ser varios eventos, deberá claramente establecer cada uno según el año de impacto y el área afectada.

4.4 Composición étnica de la población y distribución (datos estadísticos y distribución geográfica de la población, así como la nomenclatura de del lugar, toponimia.

4.5 Inventario de las principales organizaciones sociales, año de creación, forma de administración, áreas de acción social actual, número de miembros, tipo de relaciones o vínculos con la municipalidad, proyectos, programas o acciones vigentes en la temática ambiental, educación, protección de cuencas, organización para emergencias, vigilancia de amenazas, formas de obtención de recursos, humanos y materiales y cualquier otra información que se considere necesaria.

4.6 Descripción de las principales actividades económicas.

4.7 Identificación y señalamiento de la infraestructura vulnerable ante diferentes amenazas

4.8 Análisis de la percepción comunal del riesgo en actores claves de la comunidad (entrevistas, talleres).

- a) Mapas de percepción, memoria histórica (respaldada con documentos).
- b) Conclusiones donde se integra toda la información histórica y la percepción del riesgo.

4.9 Aspectos positivos y negativos identificados con los siguientes ejes:

- a) Degradación ambiental - manejo de desechos sólidos
- b) Emergencias y desastres
- c) Trámites de construcción – plan regulador
- d) Deterioro de infraestructura urbana-mantenimiento y mejoras comunales
- e) Salud-educación

4.10 Escenarios de intervención del Estado y los Municipios, sobre las causas, efectos para reducir el riesgo.

4.11 Señalar opciones validadas con las comunidades para la transferencia del riesgo (seguros y otros).

4.12 Propuesta para incorporar la información generada en los planes reguladores de cada uno de los cantones involucrados.

4.13 Propuesta de una estrategia de intervención a cinco años plazo con las comunidades priorizadas, identificando responsables y medidas a implementar.

ACTIVIDAD 5: Participación de las municipalidades

5.1 Se realizará un esfuerzo comprobable (actas de reunión, convocatorias y otros) por involucrar en el proceso de revisión y validación de toda la información a las municipalidades de Guácimo, Pococí y Siquirres.

5.2 Se demostrarán acciones encaminadas al desarrollo de un taller devolución de resultados con la municipalidad (invitaciones, actas, acuerdos y otros).

1.5 METODOLOGÍA

En cumplimiento de los lineamientos técnicos de los términos de referencia planteados por la CNE en el cartel, se aplica una metodología estándar que cubre los siguientes temas:

1. Análisis geológico, cubriendo, información previa existente (procesado e integración), fotointerpretación de imágenes disponibles y trabajo de campo sistemático.
2. Análisis geomorfológico, con un procedimiento similar al del tema geológico.
3. Análisis de geología estructural y neotectónico (para identificación de estructuras geológicas, principalmente fallamiento geológico activo y potencialmente activo).
4. Análisis hidrológico – hidrogeomorfológico para identificación de zonas vulnerables a inundación.
5. Análisis de estabilidad de ladera, incluyendo zonas de deslizamientos activos.
6. Mapa de capacidad de uso de la tierra, a fin de resumir características básicas de los suelos y su aptitud según la legislación vigente.
7. Mapa de uso actual del suelo, según tipos de uso e inventario social de las comunidades localizadas en el área de estudio.

Como marco de referencia metodológico se aplicó, el procedimiento técnico estandarizado mediante el Decreto Ejecutivo No. 32967 – MINAE, sobre la *“Introducción de la variable ambiental en los planes reguladores y cualquier otro tipo de planificación de uso del suelo”*. Esto a fin de que, además de cumplir con

los términos de referencia de la CNE, se genere un producto útil a las municipalidades para que lo utilicen en sus planes reguladores.

De conformidad con los términos de referencia establecidos, se cumplirá con los siguientes requisitos sobre los productos cartográficos:

- Los datos cartográficos deben estar en Formato Shape.
- La proyección base corresponderá a la denominada CRTM05.
- Se incluirán 3 juegos impresos en full color, en papel foto satín (7 mm) alta resolución.

1.6 ALCANCE

El documento, como Informe Final, así como los informes previos, se han elaborado a fin de generar un insumo técnico a la CNE y a las municipalidades del área de estudio a fin de obtener información técnica reciente y actualizada sobre las fuentes de amenazas naturales más importantes del territorio en análisis que sirva de base para la toma de decisiones en **gestión de riesgo**, dentro de dos dimensiones simultáneas aplicar: a) para tomar acciones preventivas sobre usos del suelo por parte de las municipalidades y b) para establecer acciones preventivas en el marco de planes de emergencia para aquellas comunidades que se identifiquen que se encuentran en condiciones de alto y muy alto riesgo.

1.7 SALVAGUARDA SOBRE EL ALCANCE DEL DICTAMEN TÉCNICO

El presente documento, como Informe Final, así como los informes previos, se elaboran como un **dictamen técnico** de evaluación y ordenamiento territorial, con énfasis en gestión de riesgo. Representa una aproximación lo más precisa posible sobre la condición técnica y ambiental de la situación del terreno objeto del análisis, y a la luz de la aplicación de un procedimiento de valoración de diversas

variables ambientales conocidas y obtenidas de información técnica geológica y de otras fuentes obtenida en el campo y otras fuentes documentales que se citan.

La finalidad primordial del documento, es generar un insumo técnico y científico para la toma de decisiones.

1.8 CLÁUSULA DE RESPONSABILIDAD AMBIENTAL

Quien suscribe el presente documento técnico, como autor primer autor del dictamen solicitado, y responsable del mismo ante la CNE, realiza el mismo dentro del marco de la **Cláusula de Responsabilidad Ambiental** establecida en el Reglamento de procedimientos de Evaluación de Impacto Ambiental, así como en el Decreto Ejecutivo 32967 – MINAE, afirmando que la información que aquí se expone se hace mediante **Declaración Jurada** y en virtud de la información y conocimientos técnicos disponibles y para el alcance planteado al estudio.

1.9 ORGANIZACIÓN DEL INFORME

Además del presente capítulo introductorio, el presente informe de avance, incluye los siguientes temas:

- Geología,
- Geomorfología,
- Estabilidad de ladera (deslizamientos),
- Inundaciones y avalanchas,
- Amenaza sísmicas y fallamiento local,
- Suelos y capacidad de uso de la tierra,
- Uso actual del suelo,
- Inventario social,
- Conflictos de uso del suelo y vulnerabilidad,
- Análisis de vulnerabilidad y
- Estrategias de intervención estatal.

2. Geología

2.1 INTRODUCCIÓN

La información geológica del área de estudio resulta clave para identificar las fuentes de amenazas naturales.

En la Figura 2.1 se observa una lista de las fuentes de riesgo geológico principales que pueden encontrarse en un territorio geológicamente activo. Como puede observarse, en Costa Rica, debido a que esa condición se suma a la de un país tropical, con precipitaciones promedio del orden de los 2.000 mm anuales, se presenta la totalidad de esas fuentes de amenazas naturales.

En la Figura 2.1 también es posible observar un elemento muy importante y es que la gran mayoría de esas fuentes de riesgo geológico, en tema de prevención, se pueden regular por medio de la “reglamentación del uso del suelo”. Ello se debe a una condición muy importante, cual el hecho de que las fuentes de riesgo se presentan en condiciones de espacios geográficos particulares donde se combinan una serie de circunstancias, particularmente de tipo geológico y geomorfológico.

En consideración de lo anterior, una evaluación de las fuentes de amenazas naturales de un territorio, debe partir, inexorablemente de la realización de un sistemático y completo cartografiado geológico que permita identificar las unidades geológicas principales, así como sus atributos geomecánicos, tal y como lo que establece el Decreto Ejecutivo No. 32967 – MINAE, utilizado aquí como base metodológica.

El presente capítulo desarrolla el tema de la tectónica general y local, así como la geología general y local. Esta última incluye la descripción de las unidades geológicas identificadas en el área de estudio. Las fallas geológicas calificadas con potencialmente activas y activas, se analizan con mayor detalle un capítulo separado.

Riesgo geológico	Área de acción	Diámetro	Vítima	Predicción		Prevención		
				Es	Tem	M	R	P
Erupciones piroclásticas	L - R	r - mr	si	si	posible		X	X
Emisión de gases volcánic.	L	r - mr	si	si	posible		X	X
Erupción de flujos de lava	L - R	l - r	si	si	si		X	X
Flujos de lodo (volcánicos)	L - R	l - r	si	si	si		X	X
Explosiones laterales	L	r - mr	si	si	posible		X	X
Tefra (cenizas y lapilli)	L - R	l - r	si	si	si	X	X	
Terremotos	R - N	mr	si	si	rara	X	X	X
Tsunamis	L - R	r - mr	si	si	si		X	X
Ruptura fallas en superficie	L	r - mr	si	si	factible	X	X	
Deslizamientos de tierra	L	l - mr	si	si	posible	X	X	X
Deslizamientos submarinos	L	r - mr	no	si	factible			X
Desprendimientos de rocas	L	r - mr	si	si	si	X	X	X
Hundimientos (l)	L	l - mr	pocas	si	difícil		X	X
Suelos expansivos	L - R	l - r	si	si	si	X	X	
Licuefacción	L	m r	si	si	rara	X	X	
Inundaciones (l)	L - R	r - mr	si	si	factible	X	X	X
Erosión y sedimentación (l)	L - R	l - r	si	si	si	X	X	
Ruptura presas/rellenos	L	m r	si	si	rara	X	X	
Mineros	L	m r	si	fact	a veces	X		
Geotécnicos	L	m r	si	fact	a veces	X	X	
Intrusión salina	L	l - r	si	si	si		X	X
Contam. de suelos y aguas	L	l	si	si	si	X	X	
Alteración áreas de recarga	L	l - r	si	si	si	X	X	X
Pérdida rec. no renovables	L	l	no	si	si	X	X	

(l) Puede ser natural o artificial / L= local, R= regional (cuena hidrográfica), N= nacional (macrocuena), l=lento, r=rápido, mr=muy rápido, M= medidas estructurales, R= reglamentación de usos de la tierra

Fig. 2.1. Tipos de fuentes de riesgo geológico que pueden presentarse en Costa Rica, modificado de Astorga (2000) y para lo cual el cartografiado geológico de un terreno es fundamental.

2.2 TECTÓNICA REGIONAL

Costa Rica se ubica en el margen occidental de la Placa Caribe, formando parte de la provincia tectónica denominada "Orógeno de Sur de América Central" (ver Figura 2.2), que a su vez, forma parte de la Placa Caribe.

El Orógeno del Sur de América Central, cubre el Istmo de Costa Rica y Panamá y consiste en un arco magmático insular interoceánico originado durante el período Cretáceo Medio/Superior (Dengo, 1985; Astorga, 1997). En este margen convergente, las placas oceánicas de Cocos y Nazca están subducidas debajo de la placa Caribe con velocidades de 5 - 9 cm/año (DeMets et al, 1990).

Es importante resaltar el hecho de que la parte norte del Orógeno, donde precisamente se localiza Costa Rica, es un sitio de alta actividad tectónica. Como puede verse en el mapa tectónico global de la Figura 2.2 y el regional de la Figura 2.3, debido al movimiento diferencial de placas y bloques tectónicos en esta regional del planeta, Costa Rica presenta en el sector del Pacífico una zona de subducción (Fosa Mesoamericana) donde se subduce la Placa de Cocos bajo la Placa Caribe.

Se presenta la particularidad de que en la parte sur de la fosa, frente a las costas de Pacífico Central y parcialmente del Sur de Costa Rica, se subduce la Dorsal Asísmica de Cocos, desde hace varios millones de años, lo cual tiene serias repercusiones en la tectónica y neotectónica del istmo de Costa Rica.

Por su parte, en el sector del Caribe, el Istmo de Costa Rica, también presenta actividad tectónica importante, ya que desde la parte central, desde el Promontorio de Limón, hacia el sur, se presenta una Cinturón Deformado (del Norte del Panamá) que se extiende hacia ese país y que representa una zona de fuerte compresión tectónica intraplaca, simulando una Subducción tipo A, es decir, sin que se dé el hundimiento de una placa bajo la otra, sino solamente el acortamiento cortical, manifestado por medio de una serie de fallas inversas de tipo sobrecorrimiento y microcuencas tectónicas.

La parte norte del Caribe de Costa Rica, no presenta deformación tectónica (ver Astorga et al., 1989, 1991, 1995, y Brandes et al., 2008), simulando así un contexto tectónico de un margen continental pasivo. Esto en razón de que el Cinturón Deformado del Norte de Panamá, en la latitud de 10 ° Norte, se adentra hacia el continente transformándose en un sistema de falla transístmica designado por Astorga et al. (1989) como Sistema de Falla Transcurrente de Costa Rica (ver figuras 2.2 y 2.3).

Este sistema de falla transístmica separa el istmo de Costa Rica en dos bloques tectónicos con particulares diferencias geológicas y tectónicas.

El Bloque Costa Rica Norte, presenta un relieve menos pronunciado representando por las cordilleras volcánicas de Guanacaste y Central, donde se presentan importantes estratovolcanes activos y otras estructuras volcánicas no activas. El resto del territorio son llanuras caracterizadas por relieves planos.

El Bloque Costa Rica Sur, presenta por el contrario un relieve muy conspicuo en casi la totalidad de su territorio. Las zonas montañosas, presentan alturas de hasta 3.800 msnm, y son de origen tectónico y neotectónico, sin que se presente volcanismo activo. Las zonas de llanura, son también de origen tectónico, siendo de limitada extensión a diferencia de las del Bloque Costa Rica Norte.

No se presenta un límite neto entre ambos bloques tectónicos, sino una zona de umbral que tiene un ancho que varía de kilómetros a decenas de kilómetros.

El Valle Central, donde se presenta la Gran Área Metropolitana de Costa Rica, forma parte de este umbral técnico entre ambos bloques. Astorga et al. (1991) la define como una cuenca de segunda generación originada en el Terciario Medio como producto del desarrollo y actividad de la falla transístmica.

Además del Valle Central, hacia el Pacífico se presentan otras cuencas de segunda generación que forman parte de esta zona de umbral tectónico, como son la Cuenca de Torcales y la Cuenca de Parrita, separadas ambas por el denominado Promontorio de Herradura (ver Figura 2.3).

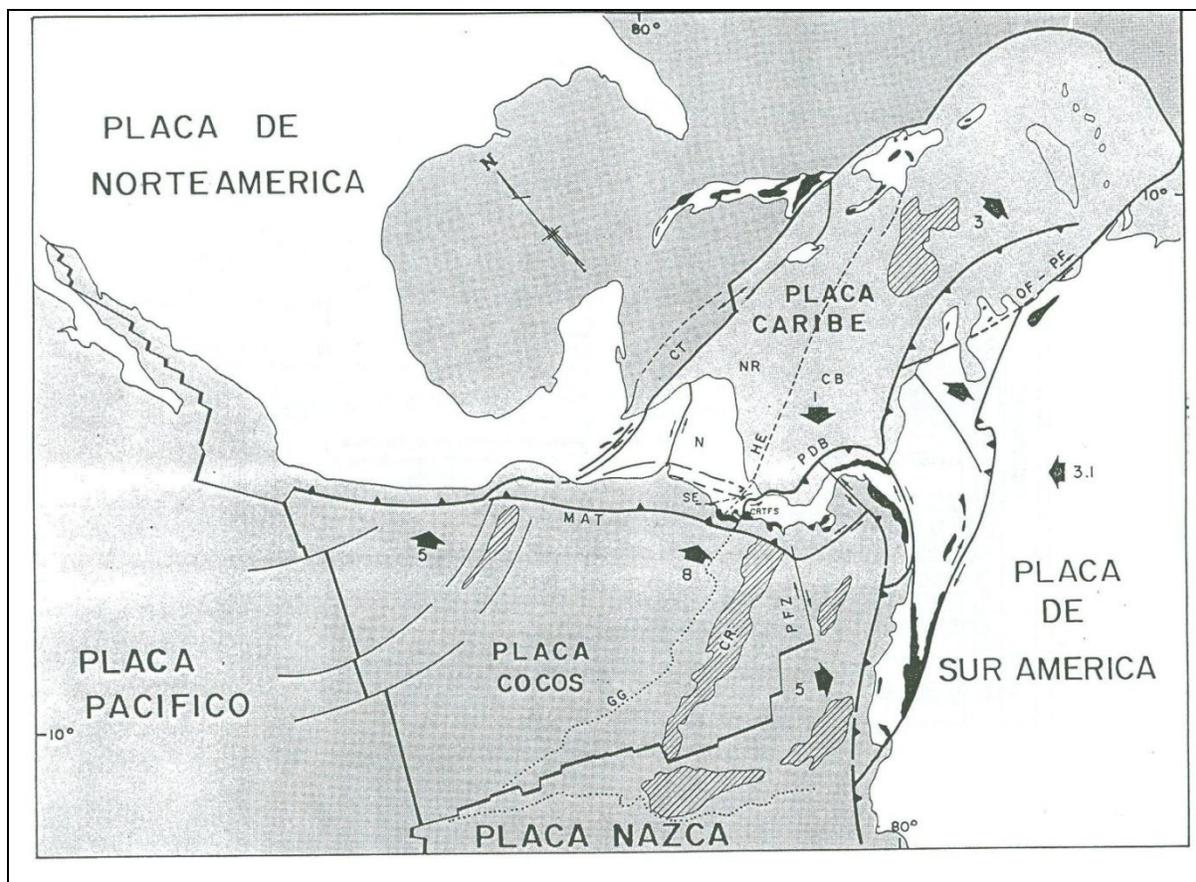


Fig. 2.2. Localización geotectónica regional de Costa Rica, como parte suroeste de la Placa Caribe. Como puede observarse, Costa Rica, se presenta en una zona afectada por una importante compresión tectónica. Tomado de Astorga (1997).

Campos (2002) ha completado el modelo de la evolución geológica de esa zona de umbral tectónico, analizando los rellenos sedimentarios y la evolución tectónica de las tres cuencas señaladas.

Según ese trabajo, se verifica que el Valle Central, junto con el Valle del Río Reventazón y del Río Tárcoles, conforma la discontinuidad geográfica que representa dicho accidente geológico y tectónico.

Como se ha señalado, el área de estudio objeto del presente trabajo, se localiza en la parte norte de la Cordillera Volcánica, particularmente en el sector de “pie de monte” y en su mayoría, a lo largo de la llanura aluvial hasta la zona costera.

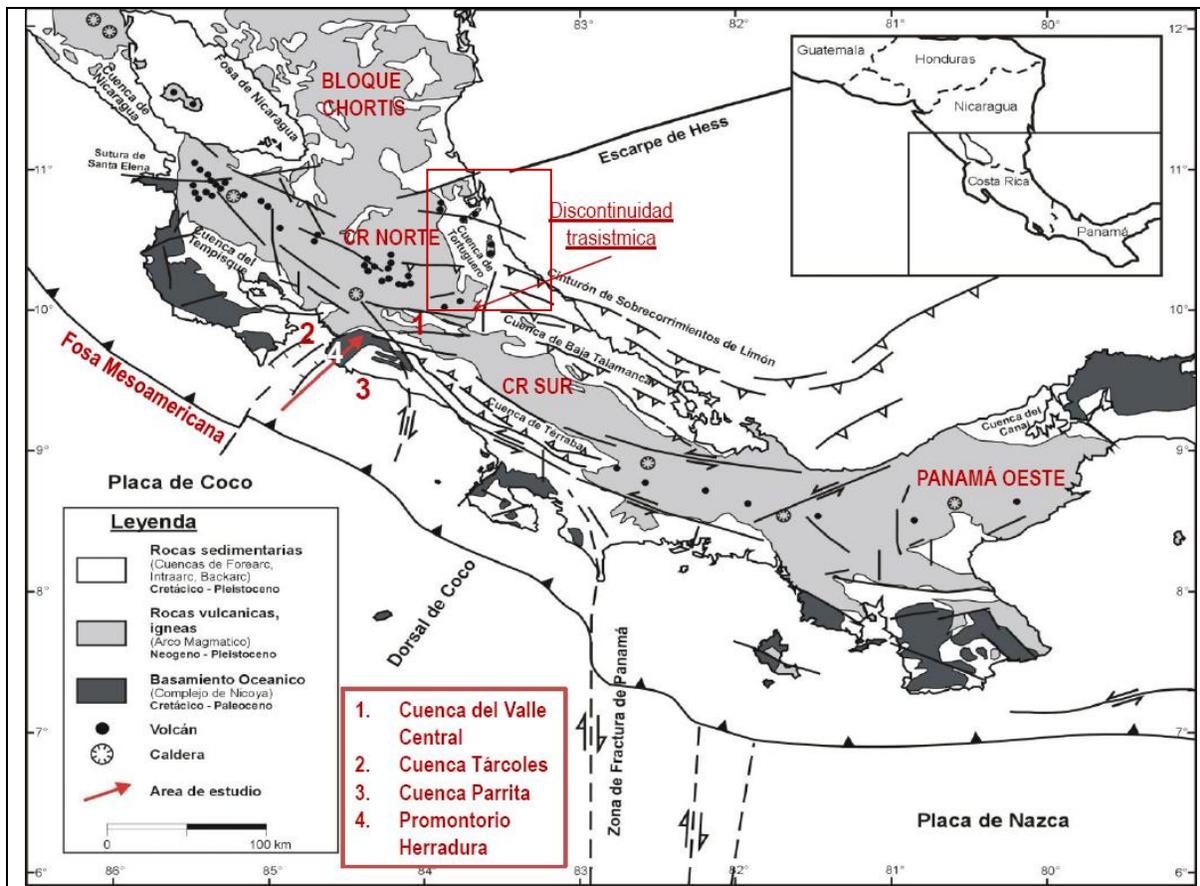


Fig. 2.3. Mapa tectónico de parte del Orógeno del Sur de América Central, con indicación de los principales elementos tectónicos y neotectónicos relacionados con el área de estudio (marco rojo). Como puede observarse el área de estudio se localiza en una zona tectónica menos intensa de tipo "tras arco".

Este aspecto es importante, en la medida de que explica, como se verá más adelante, el bajo relieve que se presenta, así como la presencia de humedales y sistemas fluviales, lo cual, como es de esperar, tiene consecuencias importantes en el desarrollo de fuentes de amenazas naturales y por tanto, de vulnerabilidad para las comunidades que viven en este espacio geográfico.

Los detalles sobre la tectónica local del área de estudio, se describen más adelante en este mismo informe.

2.3 GEOLOGÍA REGIONAL

En la Figura 2.4 se presenta la localización del área de estudio en el mapa geológico de Costa Rica (cf. MINAE, 1995).

En la Figura 2.3 se presenta la localización del área de estudio en el mapa geológico de Costa Rica (cf. MINAE, 1995).

Como puede observarse, desde el punto de vista geológico, el área de estudio en el sector tras arco del denominado Bloque Costa Rica Norte (Astorga et al., 1991) que se diferencia del Bloque Costa Rica Sur porque presenta un menor grado de deformación tectónica.

Su sector suroeste del área de estudio forma parte del denominado “arco volcánico” cuya unidad geológica más conspicua corresponde con la Cordillera Volcánica Central, que es un conjunto de estrato volcanes cuaternarios, así como las estribaciones de la Cordillera de Talamanca (Fila Matama), que corresponde con parte del Cinturón Deformado del Norte de Panamá.

El sector central y noreste del área de estudio, forma parte de la así denominada Cuenca de Limón Norte, una cuenca de primera generación abierta a finales del Cretácico Superior (Astorga et al., 1989, 1991, 1995), con un relleno sedimentario y volcánico que cubre un periodo aproximado de 80 millones de años (ver Astorga et al., 1991, Brandes et al., 2007.a, b y c, 2008).

Como se mencionó en la sección previa, desde el punto de vista estructural, el área de estudio presenta baja deformación tectónica y neotectónica.

Por un lado, presenta la estructuración típica de un arco de islas en su parte tras arco, con ejes de estructuras orientados de forma paralela a la fosa mesoamericana, es decir, en el sentido noroeste – sureste.

Desde el punto de vista estratigráfico, las unidades de roca presentes en el área de estudio se ordenan en cuatro grupos:

1. Rocas Volcánicas,
2. Rocas Volcano sedimentarias,
3. Rocas Sedimentarias de la cuenca tras arco, y
4. Formaciones superficiales cuaternarias y recientes.

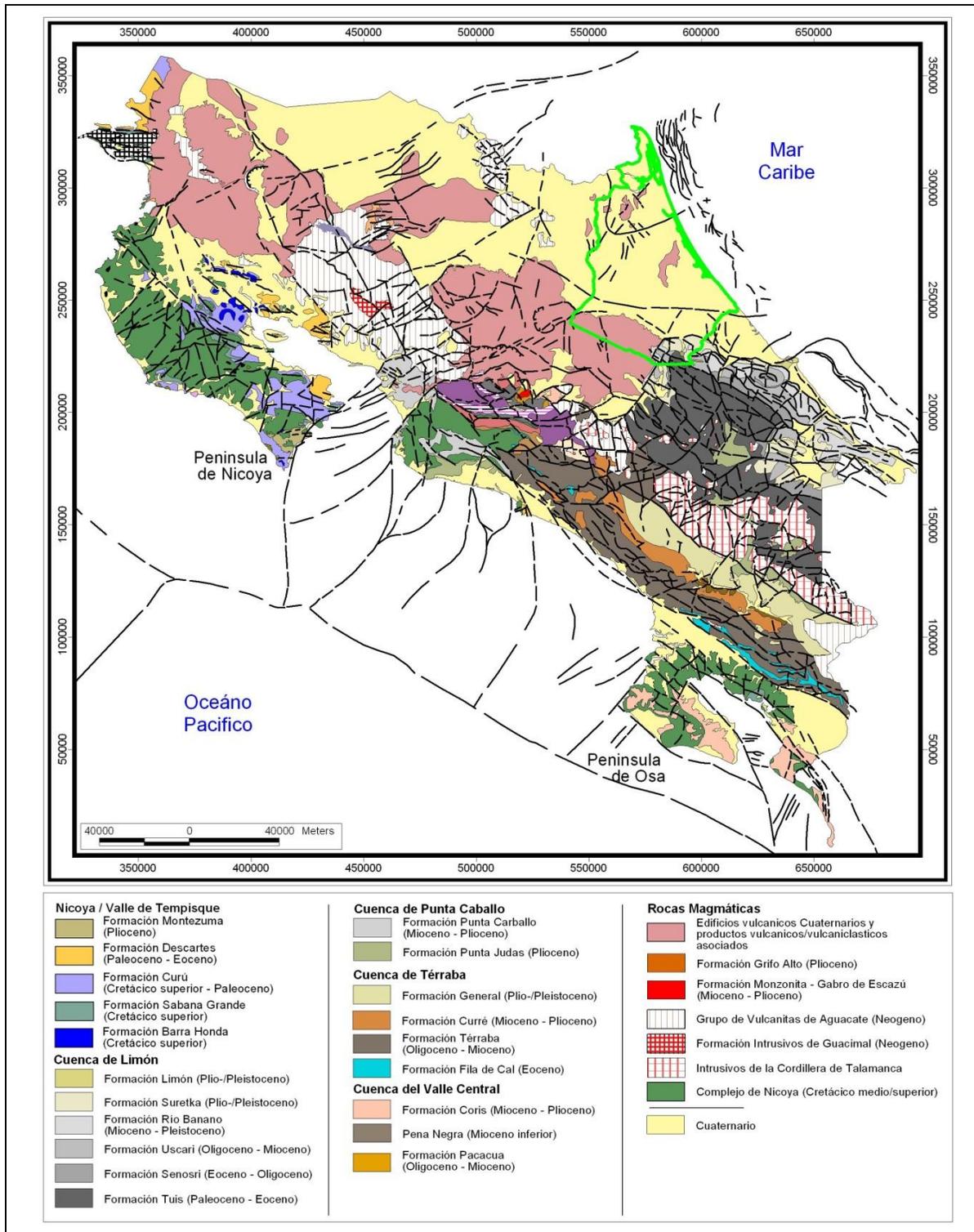


Fig. 2.4. Localización del área de estudio (marco verde) en el mapa geológico de Costa Rica (cf. MINAE, 1995).

2.4 ESTRATIGRAFÍA

2.4.1 Introducción

En la Figura 2.5 se presenta el mapa geológico del área de estudio realizado como parte del presente trabajo.

Es importante aclarar que el mapa de la Figura 2.5 se ha elaborado según un proceso sistemático iterativo, que ha comprendido los siguientes pasos: a) integración de información previamente publicada y a diversas escalas por otros autores, b) análisis de fotointerpretación y reconocimiento de unidades geológicas y geomorfológicas, así como sus estructuras y lineamientos, c) trabajo de campo para verificación de extensión de unidades geológicas cartografiadas a la escala aquí aplicada (1:25.000 hasta 1:5.000) y, d) integración de información y elaboración del mapa geológico en cuestión.

También, es relevante aclarar que el cartografiado en cuestión se ha realizado, no necesariamente con fines académicos y científicos, sino más bien, con fines prácticos de identificar unidades geológicas para aplicar con fines de ordenamiento territorial, según la metodología establecida en el Decreto Ejecutivo No. 32967 – MINAE.

En la leyenda del mapa de la Figura 2.5 se muestra la lista de unidades geológicas cartografiadas para el área de estudio, según las cuatro unidades mayores de tipos de roca indicadas en la sección anterior. Estas unidades se describen, según sus características aplicadas para cartografiado aplicado al ordenamiento del territorio en las secciones siguientes.

Como se ha mencionado previamente, y tal y como lo establece el procedimiento técnico del Decreto Ejecutivo No. 32967 – MINAE, disponer de un mapa geológico actualizado, así como el geomorfológico, es clave para poder realizar una correcta y precisa evaluación de las fuentes de amenazas naturales de un espacio geográfico dado.

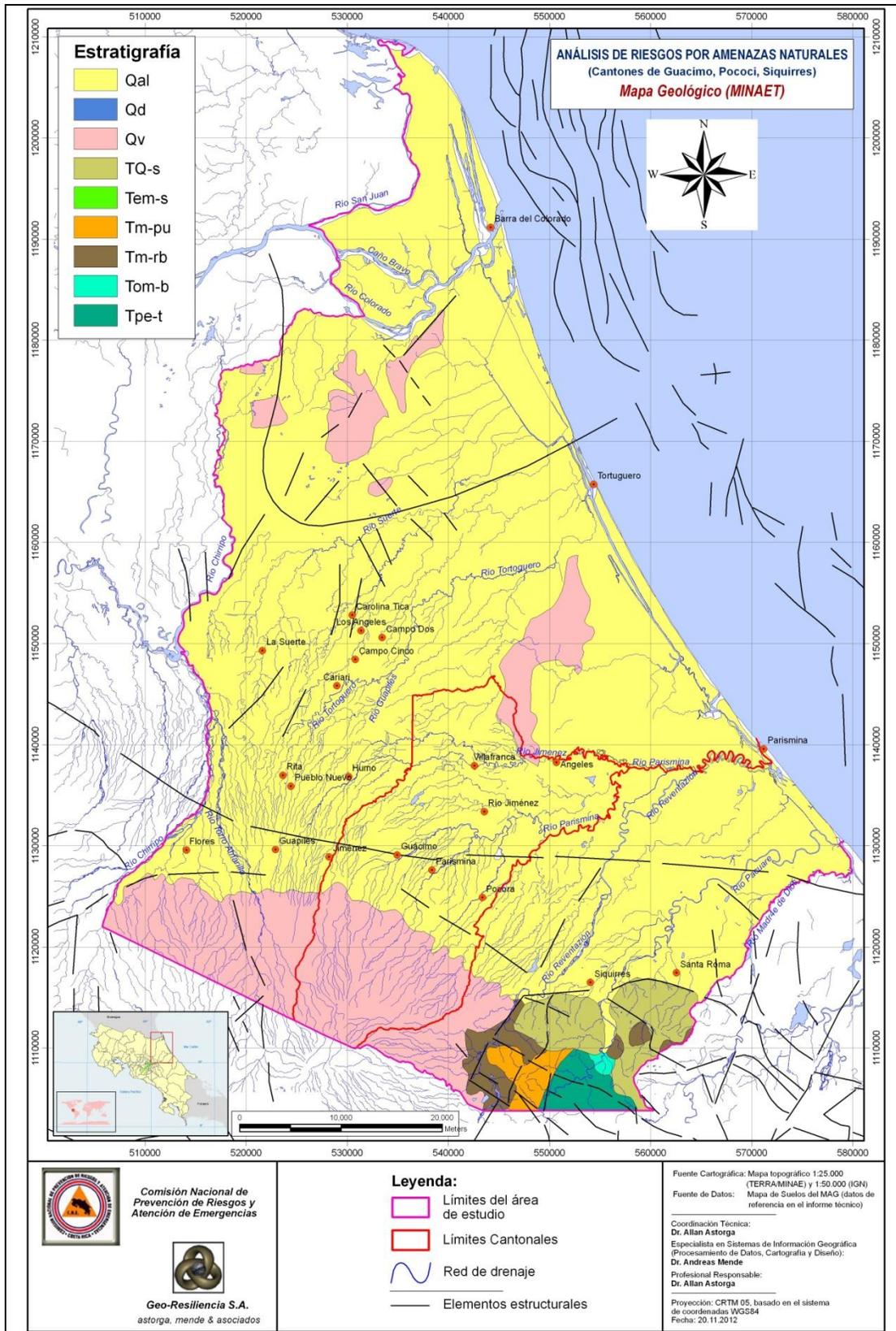


Fig. 2.5. Localización del área de estudio (marco verde) en el mapa geológico de Costa Rica (cf. MINAE, 1995). Ver texto para explicaciones.

2.4.2 Descripción de Formaciones en el área de estudio

2.4.2.1 Formación Tuis (Paleoceno a Eoceno Medio) Tpe - t

Campos (2001) describe esta unidad como sigue: se compone de brechas y conglomerados volcanoclásticos, hemipelagitas carbonatadas y sucesiones areniscas-lutitas. Todos estos depósitos constituyen complejos unidas de abanicos submarinos. La sección puede estar intercalada con flujos basálticos o andesíticos cortados por diques y sills de dolerita.

Espesor: el espesor de esta unidad varía entre 2-3 km (Roeseler de 1953, París, 1953,1954), 3000 m (Rivier, 1973).

Afloramientos: aflora a lo largo del flanco norte-noreste de la Cordillera de Talamanca. El acceso a esta área es difícil debido a la abrupta topografía, la vegetación espesa de selva tropical, la falta de caminos y la larga temporada de lluvias. Las exposiciones más accesibles son las del curso medio del río Pacuare y alrededores: Pejibaye, Atirro, Platanillo, Jicotea. Otras buenas, pero de afloramientos de acceso están en Chirripó, Barbilla, Estrella y zonas de los ríos Lari.

Descripción: la Formación Tuis se puede dividir en dos asociaciones de facies principales: una distal y otra proximal.

La unidad proximal está compuesta predominantemente por ruditas andesíticas y basálticas. Estas ruditas pueden ser de composición ígnea monomíctica o polimíctica con clastos ígneos y sedimentarios. Se presentan intercaladas con paquetes métricos a decamétricos de hemipelagitas carbonatadas.

Las hemipelagitas consisten de calcilitas irregularmente alternadas y con turbiditas delgadas. Intercalaciones de materiales volcánicos han sido descritos en muchas localidades, por ejemplo basaltos alcalinos en almohadilla en el río Boyei intercalados con calcarenitas del Eoceno Inferior tardío - Eoceno Medio temprano

y brechas de basalto alcalino intercaladas con los sedimentos carbonatados del Paleoceno-Eoceno Inferior (Tournon, 1984).

En la zona del río Pacuare son frecuentes los flujos de andesita y flujos de basalto en almohadilla, así como sills y diques de dolerita.

La unidad distal se compone principalmente de sedimentos clásticos, conglomerados, areniscas y alternancias turbidíticas areniscas y lodolitas. Todos estos depósitos forman ciclos de diez a cien metros de espesor. Las facies normalmente incluyen depósitos de flujo de escombros, derrumbes y megaturbidites.

Composición: es principalmente volcanoclástica, pero clastos de lutitas, areniscas calcáreas y macroforaminíferos también se pueden encontrar.

Edad: se han determinado las siguientes edades para distintos niveles estratigráficos dentro de esta unidad: Paleoceno (Fisher & Pessagno, 1965), Eoceno Medio en el río Lari (Quesada et al, 1980) y Paleoceno a Eoceno Medio en el pozo Victoria N ° 1 (Shishkevish, 1985).

En el área de estudio aflora únicamente en el cantón de Siquirres, en el extremo suroeste, en las estribaciones de la Cordillera Volcánica Central.

2.4.2.2 Formación Senosri (Eoceno Superior - Mioceno Inferior) Tem-s

Según Campos (2001) el término se refiere a la facies de calizas y depósitos de carbonatos alodápicos sedimentados como abanicos submarinos sobre los abanicos submarinos volcánicos de la Formación Tuis.

Una discordancia interna se desarrolla en el Eoceno Superior, que separa las facies gruesas de la parte basal, de aquellas facies más finas de la parte superior. Las turbiditas finas pueden formar paquetes a 200 metros de espesor.

Espesor: se ha estimado espesor mínimo de 900 m, 700 m (Bottazi et al, 1984)

Afloramientos: en el sector del río Pacuare, río Barbilla , Asunción-Victoria y en los cerros Senosri de donde procede el nombre, al sur del río Sixaola.

Descripción: depósitos de mar profundo de composición carbonatada.

Composición: los clastos de los sedimentos gruesos consisten principalmente de clastos andesíticos cementados por una matriz de micrita que frecuentemente contiene macroforaminíferos.

Edad: esta formación abarca un lapso de tiempo desde el Eoceno Superior (por ejemplo, área de Pacuare River, Madrigal, 1985; Fernández, 1987) hasta el Mioceno inferior (por ejemplo, Asunción-Victoria área, Campos, 1987). El Oligoceno Superior se ha fechado en Río Barbilla (Rivier, 1973, Macoin, 1970).

En el área de estudio aflora únicamente en el cantón de Siquirres, en el extremo suroeste, en las estribaciones de la Cordillera Volcánica Central.

2.4.2.3 Formación Barbilla (Oligoceno Superior – Mioceno Inferior) Tom-b

Anteriormente conocida como Formación Dacli (Campos,2001), esta unidad se compone de calizas someras orgánicas

Espesor: aproximadamente 250 m (Rivier, 1973), 300 m (Bottazi et al, 1984)

Afloramientos: la mejor exposición de esta unidad se encuentra en el Río Barbilla (Rivier, 1973; Calvo & Laurito, 1987).

Descripción: la sucesión incluye ruditas tipo (packstone y grainstone) en la base y bioconstrucciones en la parte superior. Las ruditas se presentan como capas métricas de métricas de calcarenitas formadas por macroforaminíferos y algas rojas con intercalaciones de facies tipo wackestone.

Composición: bioconstrucciones de de grandes foraminíferos biohermales y algas calcáreas.

Edad: Oligoceno Superior: Mioceno Inferior (Macoin, 1970; Rivier 1973).

En el área de estudio aflora únicamente en el cantón de Siquirres, en el extremo suroeste, en las estribaciones de la Cordillera Volcánica Central.

2.4.2.4 Formación Uscari (Mioceno Inferior a Superior) Tm - u

Según Campos (2001), esta formación se compone esencialmente de lutitas interestratificadas, lutitas y areniscas finas a medias. (París, 1953; Bottazzi et al, 1994). Todas estas facies fueron depositados entre el talud superior y en la plataforma externa en las zonas prodeltaicas.

Espesor: del orden de los 2000 metros de espesor (París, 1953), 1000 m (Bottazzi et al, 1984)

Afloramientos: en el área del río Pacuare y río Barbilla.

Descripción: la formación se puede dividir en tres unidades. La unidad inferior se compone principalmente de arcillas hemipelágicos de transición a las turbiditas finas de la Formación Senosri. Son frecuentes las concreciones tabulares de color amarillento paralelas a la estratificación. Esta facies está cubierta por un conjunto de intercalaciones de lutitas silíceas y alternancias arenisca-lodolita.

Las lutitas alcanzan espesores de hasta 3 m y presentan concreciones abundantes. Las areniscas de las alternancias son finas a medias y deformación sin sedimentaria.

La unidad intermedia consiste de areniscas con estructuras sedimentarias por corrientes.

La unidad superior consiste de limos y arcillas con laminaciones de carbón.

Edad: Mioceno inferior para la unidad más baja (algunas edades Oligoceno Superior también han sido señaladas (Pizarro, 1985; Madrigal, 1985; Fernández 1987). La unidad intermedia corresponde al Mioceno Medio y la unidad superior de transición a la Formación Río Banano es de edad Mioceno Superior.

En el área de estudio aflora únicamente en el cantón de Siquirres, en el extremo suroeste, en las estribaciones de la Cordillera Volcánica Central.

2.4.2.5 Formación Río Banano (Mioceno Superior a Reciente) Tm - rb

La formación Río Banano consiste de dos partes principales, la parte inferior es predominantemente arenosa y rica en fauna de moluscos mientras que la parte superior contiene frecuentes intercalaciones de arcilla limo-y se enriquece en detritus vegetal y capas de carbón.

Espesor: alrededor de 1700 m.

Afloramientos: sector Siquirres-Reventazón-Pacuare en la hoja Tucurrique, Bonilla y Barbilla del IGN (escala 1:50 000)

Descripción y composición: la parte inferior con un espesor de cerca de 800m está constituida por areniscas ricas en cuarzo intercaladas con limolitas y lutitas del Mioceno Medio-Superior (Campos, 1987), intercalaciones de areniscas y limolitas, areniscas de grano grueso bioclásticas, con moluscos, gránulos de cuarzo y glauconita, areniscas finas bioturbadas intercaladas con tempestitas.

La parte superior alcanza los 900m de espesor y se compone alternancias de areniscas finas y medias con lentes de conglomerados, las areniscas gruesas con troncos de árboles carbonizados alternantes con areniscas finas laminadas, limolitas y lutitas muy ricas en restos vegetales de hojas y trazas de raíces. Las capas de carbón alcanzan de 20 cm a 2 m de espesor.

Edad: la Formación Río Banano se acumuló entre el Mioceno Superior hasta el Reciente.

En la localidad tipo en La Bomba, las edades tienen énfasis en el Plioceno-Pleistoceno (Taylor, 1975).

En el área de estudio aflora únicamente en el cantón de Siquirres, en el extremo suroeste, en las estribaciones de la Cordillera Volcánica Central.

2.4.2.6 Formación Suretka (Plio-Pleistoceno)

Litoestratigráficamente, esta formación se compone de sedimentos gruesos: conglomerados y brechas menores con areniscas depositadas en ambientes marinos marginales y ambientes continentales (Campos, 2001)
Espesor: 1200 m en área Hitoy-Cerere

Afloramientos: en algunas localidades la Fm Suretka se interdigita con los lahares y flujos de lava de Formación Doan en el margen oeste-noroeste de la cuenca Limón Sur, sector del río Pacuare – Siquirres.

Descripción: los conglomerados fluviales muestran clastos imbricadas y horizontes geometría canaliforme con lentes arenosos.

Composición: La composición es polimodal, clastos de andesitas, gabros, granodiorita y sedimentos silicificadas.

Edad: Plio-Pleistoceno.

En el área de estudio aflora únicamente en el cantón de Siquirres, en el extremo suroeste, en las estribaciones de la Cordillera Volcánica Central.

2.4.2.7 Formación Doán (Pleistoceno Tardío) Q - d

Esta formación fue definida por Escalante (1964) para el área de los Cerros Doán.

Son rocas volcánicas ligadas al vulcanismo del arco volcánico del Mioceno-Plioceno representado por la Formación Aguacate (Campos, 2001).

En el área del Cuadrángulo Tucurrique del IGN (escala 1:50 000) ha recibido el nombre de Unidad Pilón de Azúcar (Madrigal, 1985).

Esta formación se compone principalmente de los lahares con flujos de lava intercaladas.

La presencia de estas facies proximales volcanogénicas sugiere la proximidad de los centros de emisión.

Espesor: se han estimado espesores promedio de 700 metros.

Afloramientos: en la zona de Siquirres , los lahares de la Formación Doan comúnmente se interdigitan con los depósitos aluviales de la Formación Suretka.

En la zona comprendida entre los ríos Reventazón, Pacuare y Tuis, la Formación Doan se superpone discordantemente a las formaciones Uscari, Senosri y Tuis y está cubierta a su vez por la Formación Suretka.

Descripción y composición: los depósitos de lahares típicamente muestran colores marrón, rojo y púrpura, la matriz es volcanoclásticas y los rangos de clastos de tamaño entre centimétrica hasta métrica, los clastos son subangulares a subredondeados y su composición es andesítica.

Edad: en Angostura los lahares de la Fm Doán están cubiertas por dos horizontes de lavas que están separados por un horizonte coluvium 20-30m de espesor.

El coluvio consiste en material retrabajado del lahar. Las lavas más inferiores se han correlacionado con la edad de la colada Paraíso de Pleistoceno tardío (Krushensky, 1972) y las lavas superiores se infiere son parte de la corriente de lava Aquiares (Volcán Turrialba) y correlacionable en edad con el flujo de lava de Cervantes (Volcán Irazú) de 23.000 años (Bellon y Tournon, 1978).

En el área de estudio aflora únicamente en el cantón de Siquirres, en el extremo suroeste, en las estribaciones de la Cordillera Volcánica Central.

2.4.2.8 Formación Guayacán, Sector Turrialba-Siquirres Qv

Consiste de rocas ígneas alcalinas, lavas e intrusivos.

En la ladera sur del volcán Turrialba, en el cañón del río Guayabo, esta unidad consiste de basaltos alcalinos que sobreyacen a margas ecocenas con

macroforaminíferos y son sobreyacidos a su vez por las andesitas del volcán Turrialba.

En el sector de los ríos Bonilla y Blanco, los aluviones consisten de cantos de andesitas y de basaltos alcalinos.

Basaltos alcalinos también afloran en la margen izquierda del río Reventazón en el sector de Las lomas y en la derecha en Guayacán.

Así mismo afloran en las colinas situadas entre los ríos Pacuare y Barbilla y como clastos de los aluviones de los ríos Cimarrones, Madre de dios y Barbilla.

Estas lavas son de edad pliocena (Tournon, 1984) como ya se indicó cubiertas por andesitas cuaternarias. En otros sectores del área aparecen expuestas rocas alcalinas intrusivas, se trata de teschenitas y sienitas analcímicas.

Algunos afloramientos son los filones de 1-3m de espesor del río Branco, son teschenitas microgranulos con olivino muy alterado, clinopiroxenos, plagioclasas parcialmente analcimizadas, analcima y biotita.

También afloran en la Qda. Terciopelo como un sill de 30m de espesor y en la Qda del pozo El Tigre. Otros afloramientos están presentes en Guayacán y Linda vista con presencia de cristales de hauina.

La edad de las intrusiones es post- Mioceno Inferior, con base en la edad de las rocas intruidas, por correlatividad con las lavas alcalinas, deberían situarse por lo tanto en el Plioceno.

En el área de estudio aflora únicamente en el cantón de Siquirres, en el extremo suroeste, en las estribaciones de la Cordillera Volcánica Central.

2.4.2.9 Vulcanismo alcalino cuaternario del Caribe Norte, Cerros el Coronel y Lomas de Sierpe

Conforma una serie de colinas de unos 300 m de altura, constituidas por coladas de basalto y basanitas. Una basanita de las Lomas El Coronel ha sido datada en 1.2 Ma.

En el sector de Tortuguero se expone una loma de 100 m de altura de lapillis de basaltos alcalinos muy bien conservada lo que sugiere una edad cuaternaria a reciente.

En el sector del Delta del río San Juan, en la confluencia de los ríos Zapote y Colorado aflora una ankaramita rica en fenocristales de piroxeno, con olivino y microlitos de plagioclasa, opacos y clinopiroxenos con analcima.

También son frecuentes en este sector las basanitas con analcima.

Se presentan en el sector central y norte del área de estudio, en el sector de Tortuguero y el sur del Río Colorado.

2.4.2.10 Volcanismo cuaternario calcoalcalino Qv

En el sector oriental de la Cordillera Volcánica Central, donde yacen los volcanes Irazú y Turrialba, las series son de composición potásica.

En el caso del volcán Turrialba, éste sobreyace un basamento alcalino Plioceno. No es sino hasta el Cuaternario (o Plioceno Superior) que el arco volcánico calcoalcalino alcanza su extensión actual (Tournon, 1984).

Los depósitos volcánicos son principalmente lavas, lahares y cenizas.

Las lavas consisten de basaltos, andesitas basálticas, andesitas y dacitas (Kussmaul, et al., 1984).

Se presentan en el sector suroeste del área del área de estudio.

2.4.2.11 Depósitos cuaternarios Q - al

En el área de estudio los depósitos cuaternarios están representados por sedimentos holocénicos de tipo Depósitos de playa que conforman una faja de entre 1-3 de ancho paralela a la costa.

Los otros depósitos holocénicos están constituidos por Depósitos de las llanuras de inundación con depósitos transgresivos marinos (Bergoening et al, 2010) y depósitos aluviales.

La sedimentación aluvial se divide en tres subunidades: llanuras de inundación fluviales, pantanos permanentes o temporales, y los abanicos aluviales adosados a los relieves de la vertiente norte de la Cordillera Volcánica Central de los ríos Toro Amarillo y Chirripó- Sucio.

En cuanto a la llanura aluvial, los cauces principales que cortan la llanura, tienen un valle ancho, con orillas casi siempre de uno a dos metros sobre el nivel del río; su patrón es meándrico, como una consecuencia de su escasa pendiente, la presencia de terrenos pantanosos es frecuente; la forma de la llanura es interrumpida en las vecindades de los ríos por un microrelieve producto de la erosión y de la depositación fluvial se observan bastantes canales abandonados; la llanura puede presentar cierto grado de salinidad, debido a que su reciente formación y vecindad con el mar todavía puede permanecer dentro del terreno algo de contenido salino

La subunidad de pantano permanente o temporal, se localiza en las proximidades de las lagunas Banana, Limón, Yaki, Cahue, también en la zona comprendida por la ladera sur y este del cerro Coronel al noroeste del cerro Tortuguero, y márgenes del caño Suerte; lo mismo que desde la confluencia de los ríos Sierpe y Sierpe Viejo, hasta el área aledaña al curso inferior del río Parismina próximo a su desembocadura, así como en las cercanías de la unión de los ríos Agua Fría y Tortuguero, constituye zonas de terreno plano a semiondulado formado por sedimentación fina (limos y arcillas) con lentes arenosos.

La subunidad abanico aluvial de San Carlos y el Caribe se origina en la Cordillera Volcánica Central, al sur y oeste de las Lomas y al Noroeste de las Lomas el Coronel, , producen topografías onduladas, que corresponden con tobas y corrientes de lodo.

Sobre los abanicos se han depositado materiales aluviales recientes. Los abanicos se componen de una dominancia de lahares y corrientes de lodo, lo cual

hace que el terreno esté formado de gran cantidad de bloques de lavas, dentro de una matriz arenosa o arcillosa; en la parte más alta pueden presentarse lavas y piroclastos intercalados en la secuencia de los abanicos. En la parte inferior, se presenta la fracción fina con clastos de lava dentro de una matriz arcillosa; estas rocas más viejas y muy meteorizadas, afloran en ciertas áreas ocasionando un cambio brusco en la condición del suelo.

Los abanicos más importantes son los del río Toro Amarillo y Chirripó –Sucio. El abanico Toro Amarillo se ubica en la zona que abarcan los poblados San Valentín, San Rafael, Anita Grande y al este de Flores; que está formado por la unión de otros abanicos más pequeños; su pendiente promedio, en las zonas bajas es de 1° a 2° y en las zonas altas con pendientes máximas promedio de 4° corresponde a una superficie plana y los ríos que la cortan tienen laderas casi verticales; esta subunidad se compone cerca de su vértice y en los alrededores de ciudad Guápiles, de grandes bloques de lava; en su sección distal, las fracciones son del tipo de arenas más finas, la composición de los fragmentos es andesítica; su origen se debe al aporte de aluvión por parte de los ríos Costa Rica, Blanco, Toro Amarillo y de algunas quebradas, los fragmentos rocosos provienen de los macizos Irazú y Turrialba.

La subunidad abanico aluvial del Río Chirripó Sucio, se sitúa en las márgenes del curso inferior de los ríos Toro Amarillo y Blanco.

Esta unidad cubre una gran extensión del área de estudio, en particular la parte central sur, central y norte.

2.5 ESTRUCTURACIÓN GEOLÓGICA

2.5.1 Régimen estructural

El tema de la estructuración geológica del área de estudio tiene un grado significativo de simplicidad, debido a que, como se indicó en el apartado de Geología Regional (ver atrás), el área de estudio presenta condición geológica de

cuenca de trasarco, con relativamente poca deformación tectónica (ver Astorga et al., 1989, 1991).

En la Figura 2.6 se presenta un perfil geológico A - B que cruza el área de estudio con una dirección suroeste al noreste.

Como se puede observar, de las estribaciones del arco volcánica de la Cordillera Volcánica Central, se pasa a la zona de pie de monte caracterizada por depósitos de abanicos aluviales y de esta unidad, a los depósitos de llanuras aluviales y costeras, hasta alcanzar la zona del litoral.

Esta estructuración es interrumpida únicamente por los conos volcanogénicos del Pleistoceno (1.2 m.a.) que se presentan en el sector de Tortuguero y al sur de la Isla Calero.

Por debajo de esta estructuración Plio - Cuaternaria mostrada en el Perfil A - B, se presenta una sucesión de rocas del Cretácico Superior - Terciario, con una relativamente poca deformación estructural (Astorga et al., 1989, 1991, 1995; Brandes et al., 2008, ver Figura 2.7).

2.5.2 Patrón de fallamiento geológico

Las fallas geológicas más importantes identificadas para el área de estudio se presentan en el mapa geológico de la Figura 2.5.

Estas fallas se han sintetizado de diversas fuentes previamente publicadas, entre las que destaca el Atlas Tectónico de Costa Rica (Denyer et al., 2003, 2009).

El patrón de fallamiento geológico identificado para el área de estudio corresponde con un sistema de fallamiento geológico característico de un sistema de trasarco, con relativamente poca deformación estructural, solamente perturbado por el efecto de algunas estructuras de carácter regional.

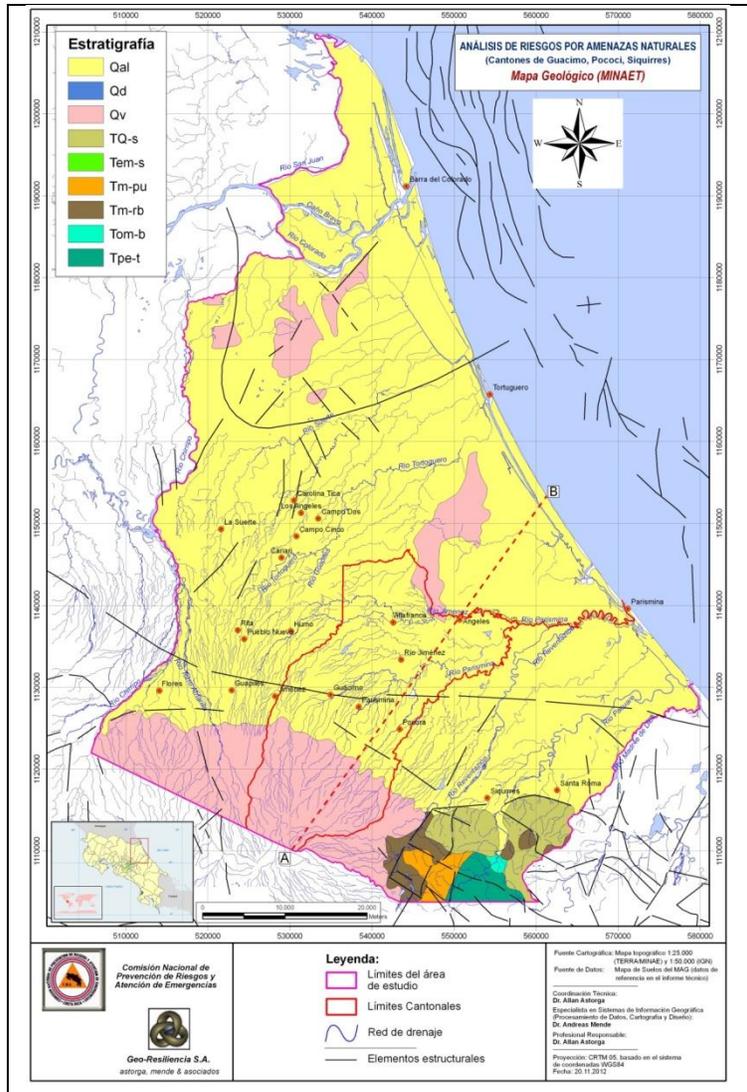
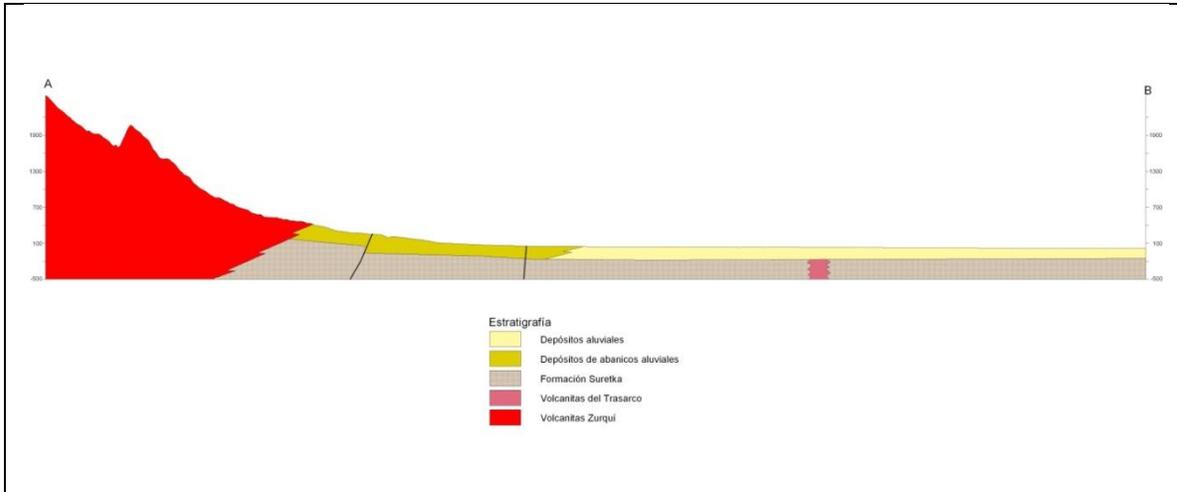


Fig. 2.6. Perfil geológica A – B, que atraviesa el área de estudio de suroeste a noreste y que muestra la estructuración general de las unidades de roca.

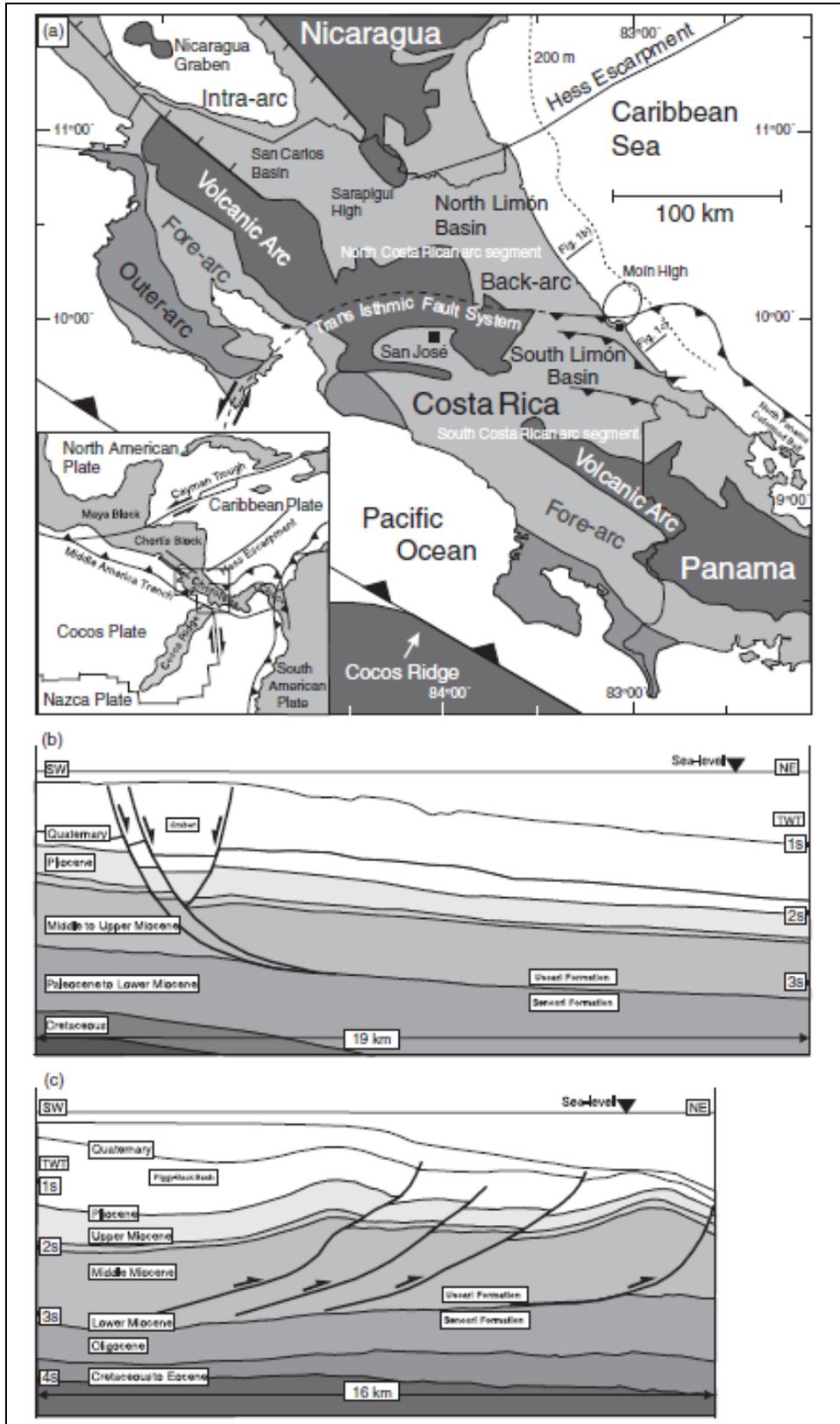


Fig. 2.7. Analisis comparativo entre la diferencia de deformación estructural existente entre la Cuenca Limón Norte y la Cuenca Limón Sur. Tomado de Brandes et al. (2008).

En el sector de la cordillera volcánica, al sur del área de estudio, como es de esperar, se presenta un conjunto de fallas geológicas, algunas de ellas de tipo Cuaternario (ver Denyer et al., 2003).

Por su parte en el sector de las llanuras aluviales el fallamiento es menos conspicuo, salvo una falla geológica regional identificada en el sector de Guápiles - Guácimo.

Al sur de Isla Calero, en la parte norte del área de estudio se presenta una estructuración geológica de tipo anticlinal en cuya parte central presenta una falla geológica de orientación suroeste - noreste, que ya había sido señalada por Astorga et al. (1989, 1991) y que parece ser la fuente de sismicidad reciente en la zona producida después del terremoto de Nicoya del 5 de septiembre del 2012.

Esta estructura geológica tiene una orientación paralela al denominado Escarpe de Hess que ingresa al país, por el sector del Río San Juan (ver Astorga, 1997).

Finalmente, en el sector marino se presenta una significativa cantidad de fallas geológicas de tipo lístrico (o fallas de crecimiento), de tipo normal, asociadas al desarrollo del sistema deltaico del Río Colorado - San Juan (ver Astorga et al., 1989, 1991).

Como puede observarse en el mapa geológico de la Figura 2.5 las fallas geológicas en el área de estudio mantienen un fuerte control geomorfológico, así como el control de la “aparición” o “desaparición” de diversas unidades geológicas, lo cual muestra que han jugado un enorme papel, no solo en la estructuración geológica reciente del área de estudio, sino que a lo largo de toda su historia geológica y tectónica.

En el Capítulo 6 de este documento, se analiza con más detalle el tema de las fallas geológicas presentes en el área de estudio, así como su potencial de desarrollo de sismicidad y también la posibilidad de que puedan generar potencial ruptura en superficie, lo cual las convierte en una importante fuente de amenaza natural para algunas comunidades presentes en el área de estudio.

2.6 GEOAPTITUD LITOPETROFÍSICA

La Geoaptitud de un terreno se refiere a la condición de estabilidad natural de los espacios geográficos, tanto desde el punto de vista de sus condiciones de subsuelo, como de los procesos geodinámicos activos que pueden alterar esa estabilidad, sobretodo en espacios geográficos geológicos relativamente jóvenes y dinámicos (Decreto Ejecutivo No. 32967-MINAE).

Debido a que Costa Rica es un territorio geológicamente joven y altamente dinámico, como le consta a casi todos sus habitantes, y en razón que la condición de Geoaptitud de un terreno es clave para decidir el posible uso que podría darse al mismo, el Índice de Fragilidad Ambiental (IFA) Geoaptitud, se convierte en una plataforma fundamental para el desarrollo de una cartografía ambiental que sirva de sustento al ordenamiento ambiental del territorio (ver Astorga & Campos, 2001) o en su defecto, para la identificación de fuentes de amenazas naturales asociadas a factores geológicos.

El IFA Geoaptitud, se compone de varios factores: litopetrofísico, geodinámica externa, hidrogeológico, estabilidad de ladera y amenazas naturales.

El factor Litopetrofísico del IFA Geoaptitud representa la estabilidad del terreno para construcciones como edificios o infraestructura basado en la distribución espacial de las formaciones geológicas, las propiedades de la cobertura de suelo y las características geotécnicas relacionadas.

La base más importante para evaluación del factor Litopetrofísico del IFA Geoaptitud es un estudio detallado de la geología del área en cuestión.

Debido a que Costa Rica no cuenta con un Servicio Geológico que produzca mapas del país a todas las escalas, se hace necesario que esa información deba ser generada, de primera mano, por un profesional en geología.

El desarrollo de un mapa geológico actualizado, como el que se ha elaborado en este estudio (ver Figura 2.5) y a la escala en que se está haciendo el

estudio, es muy importante, a fin de conocer la distribución de las diferentes formaciones y unidades de roca del subsuelo superior.

A diferencia de la geología tradicional, en la geología para el ordenamiento territorial que también se aplica en lo referente al cartografiado de geoamenazas, resulta muy importante, como ya se mencionó, el reconocimiento y diferenciación de unidades geológicas de superficie y del subsuelo superior, ya que es sobre estos terrenos donde se asientan las actividades humanas.

El procedimiento que se sigue para generar un mapa de IFA de este tipo sigue tres pasos fundamentales.

El primero consiste en recopilar y procesar la información geológica previamente elaborada y publicada (o disponible) para el área de estudio, aunque sea con otros fines y a otras escalas. De esta forma se genera un mapa preliminar.

El segundo paso, es hacer una fotointerpretación detallada del área de estudio, incluyendo herramientas como el “Modelo Digital del Terreno”, a fin de mejorar el detalle del mapa geológico preliminar.

El tercer paso y el más importante, es hacer un trabajo de cartografiado de campo, para verificar la distribución de las diferentes unidades geológicas y obtener una serie de atributos de las mismas.

Para cada unidad cartográfica el profesional responsable debe establecer los valores de los atributos para que los mismos sean procesados en el Sistema de Información Geográfico (SIG).

Así por ejemplo, en el caso de geología, una vez que el geólogo ha identificado una unidad de cartografiado geológico (que puede coincidir con una capa, un miembro o una formación geológica), identifica y valora atributos prácticos tales como: dureza, consistencia (grado de coherencia), factor de lineación (según datos de afloramiento, cartográficos y de fotointerpretación), grado de meteorización, espesor de la capa de suelo que lo cubre, contenido de arcilla y porosidad/permeabilidad aparente.

Para cada uno de esos atributos se establece un valor que va de 1 a 5.

Así, por ejemplo, si las rocas de la unidad en análisis son muy blandas, en promedio, como una capa de cenizas volcánicas recientes, se pone el valor de “1”, pero si más bien se trata de lavas volcánicas muy duras, se pone el valor de “5”. Así se hace con cada unidad, y se alimenta el SIG hasta completar la cantidad de datos requeridos.

El mapa geológico que se genera para un área de estudio dada, se va a caracterizar por presentar una serie de colores diferentes para las diversas unidades cartográficas identificadas. También va a incluir información de tipo estructural, particularmente sobre la presencia de fallas geológicas o alineamientos estructurales compilados o identificados.

Por lo general, este tipo de mapas y la información técnica que lo respalda, es una información muy especializada que pocos profesionales comprenden.

De allí que la metodología, sirve como una especie de “traductor”, en el sentido de que transforma el mapa geológico en un Mapa de IFA Geoaptitud Litopetrofísico.

En este mapa, con los cinco colores del IFA, se hace un resumen sobre el comportamiento geomecánico de las diferentes unidades cartográficas identificadas.

Así, las capas de cenizas volcánicas recientes, es posible que por la suma de sus atributos, califiquen como de IFA – Geoaptitud Litopetrofísica Muy Alta a Alta.

Esto significa que tiene ciertas limitantes técnicas por ser blanda, con material arcilloso, de baja a muy baja coherencia y también porosa (con poca permeabilidad). Estos atributos le dan una característica de baja capacidad soportante y vulnerabilidad muy significativa a los procesos de erosión; así como potencial de amplificación sísmica.

Todas estas limitantes se identifican, no para determinar que no se pueden hacer actividades humanas allí, sino para que esas limitantes técnicas deban ser tomadas en cuenta a la hora de diseñar obras humanas.

Nótese que sobre esta unidad los estudios geotécnicos de detalle que se deban hacer van a tener que realizarse con más detalle, para obtener mayor información para el diseño de obras.

Por otro lado, la presencia de lavas volcánicas, muy duras, poco fracturadas, coherentes, poco meteorizadas, sin arcilla, con limitada porosidad y permeabilidad, nos indica una unidad de Muy Baja a Baja Fragilidad (por Geoaptitud Litopetrofísica).

Esto quiere decir que es una unidad con buena capacidad soportante, con bajo potencial de amplificación sísmica, y poca vulnerabilidad a la erosión. Los terrenos sobre esta unidad van a ser firmes y por tanto van a requerir menos estudios geotécnicos.

Como puede observarse, el objetivo de la metodología es reconocer, con la mayor precisión posible, los atributos principales de la unidad y transformarlos en datos de limitantes o potencialidades técnicas y un mapa de 5 colores (según la categoría de IFA) que lo resume.

La información generada con este método, según lo establece el Decreto Ejecutivo No. 32967 – MINAE, se establece como una Declaración Jurada, por parte del profesional responsable.

En el estudio que aquí se documenta, se ha aplicado a cabalidad esta metodología, en razón de que el método establecido en el decreto señalado, requiere para la elaboración de los mapas de vulnerabilidad a los procesos de deslizamientos (IFA – Geoaptitud Deslizamientos) que se procese la información de las diferentes unidades geológicas identificadas.

De esta manera, aunque por ahora no se desarrolla un mapa de IFA Geoaptitud Litopetrofísica, se aclara que se ha aplicado esa metodología, a fin de realizar su combinación con el mapa que se deriva del mapa geomorfológico (ver

capítulo siguiente), y otros mapas adicionales, a fin de aplicar los lineamientos metodológicos estandarizados en la producción el mapa de vulnerabilidad a deslizamientos.

Todo esto, por su parte, más adelante, facilitará la incorporación de esta información para la elaboración de los mapas ambientales de los planes reguladores.

3. Geomorfología

3.1 GEOMORFOLOGÍA REGIONAL

En la Figura 3.1 se presenta la localización regional del área de estudio en el mapa del modelo digital de Costa Rica. Como puede observarse, el área de estudio se presenta en la parte norte de la Cordillera Volcánica y, mayoritariamente, en la denominada Llanura del Norte.

Desde un punto de vista regional la región de estudio presenta varias unidades geomorfológicas regionales (ver Figura 2.5).

Astorga et al. (1989, 1991, 1995) define las llanuras del Caribe Norte, como parte de la cuenca trasarco Limón Norte.

Esta cuenca si diferencia de la porción sur (Cuenca Limón Sur) debido a que no presenta la conspicua deformación tectónica en la forma de un Cinturón Deformado que se presenta a la largo de la Cordillera de Talamanca y sus estribaciones, como la Fila Matama.

El paso de la llanura aluvial a las zonas de relieve en el suroeste del área de estudio, corresponde con la así llamada “línea de bisagra”, que marca el inicio de la cuenca transarco y la separa del arco volcánico por un lado (volcanes Irazú y Turrialba) y las estribaciones de la Cordillera de Talamanca (cinturón deformado del norte de Panamá).

Como puede verse en la Figura 3.2 la cuenca presenta un pequeño relieve menor originado por un volcanismo alcalino del Cuaternario, interpretado como un “volcanismo de intragraben” (ver Alvarado, 2000).

La cuenca de Limón Norte, se originó desde la apertura de la zona de subducción en el sector Pacífico del arco de islas de Costa Rica (ver Astorga et al, 1991 y Astorga & Escalante, 1994).

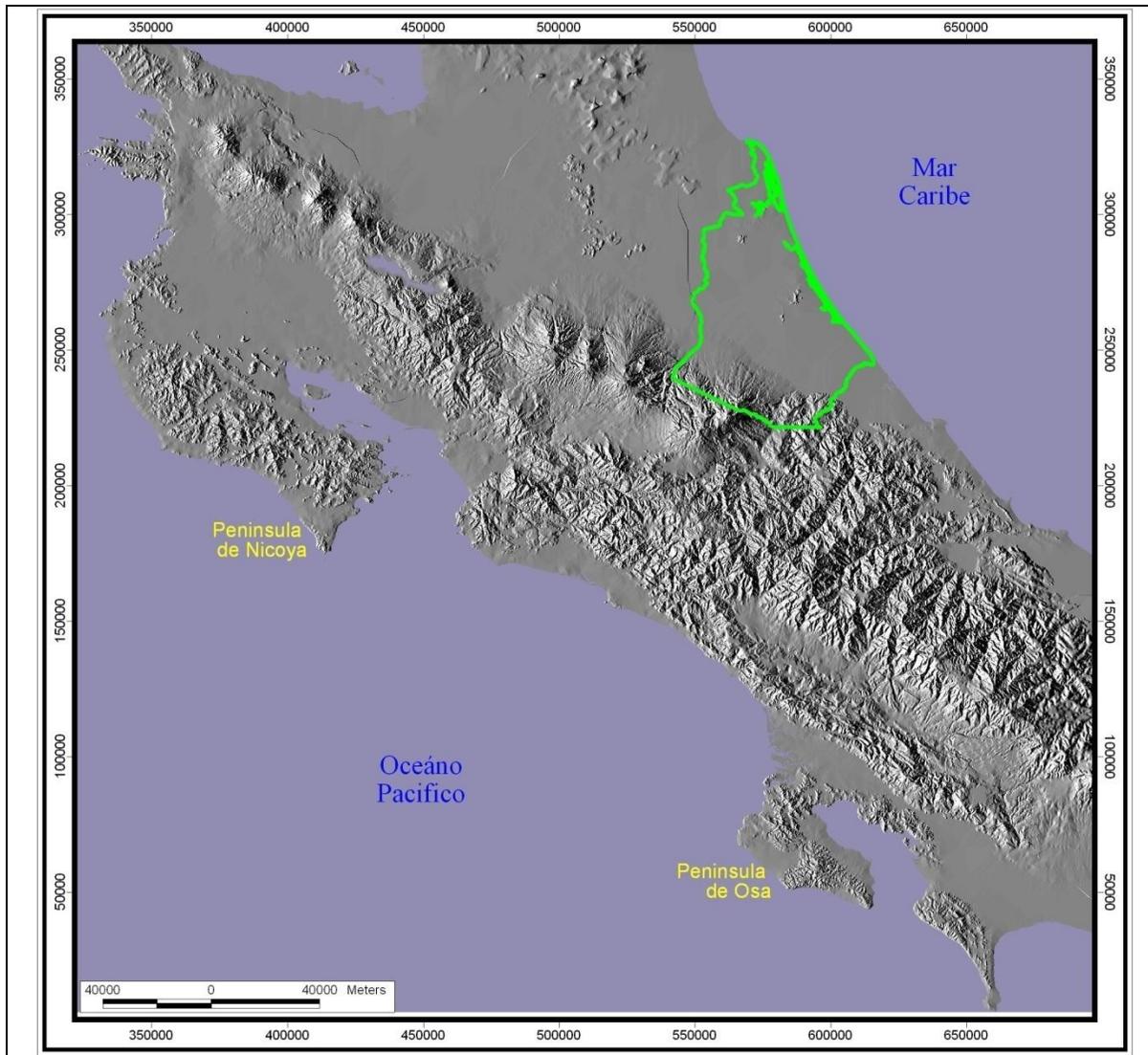


Fig. 3.1. Contexto geomorfológico regional del área de estudio (línea verde) en el Mapa del Modelo Digital de Costa Rica.

Fue rellenada por espesos depósitos volcano sedimentarias provenientes del arco de islas.

Su relleno cuaternario ha comprendido depósitos de pie de monte, tipo abanico aluvial proveniente de los volcanes de la cordillera volcánica central o de las estribaciones de la Pre Cordillera de Talamanca.

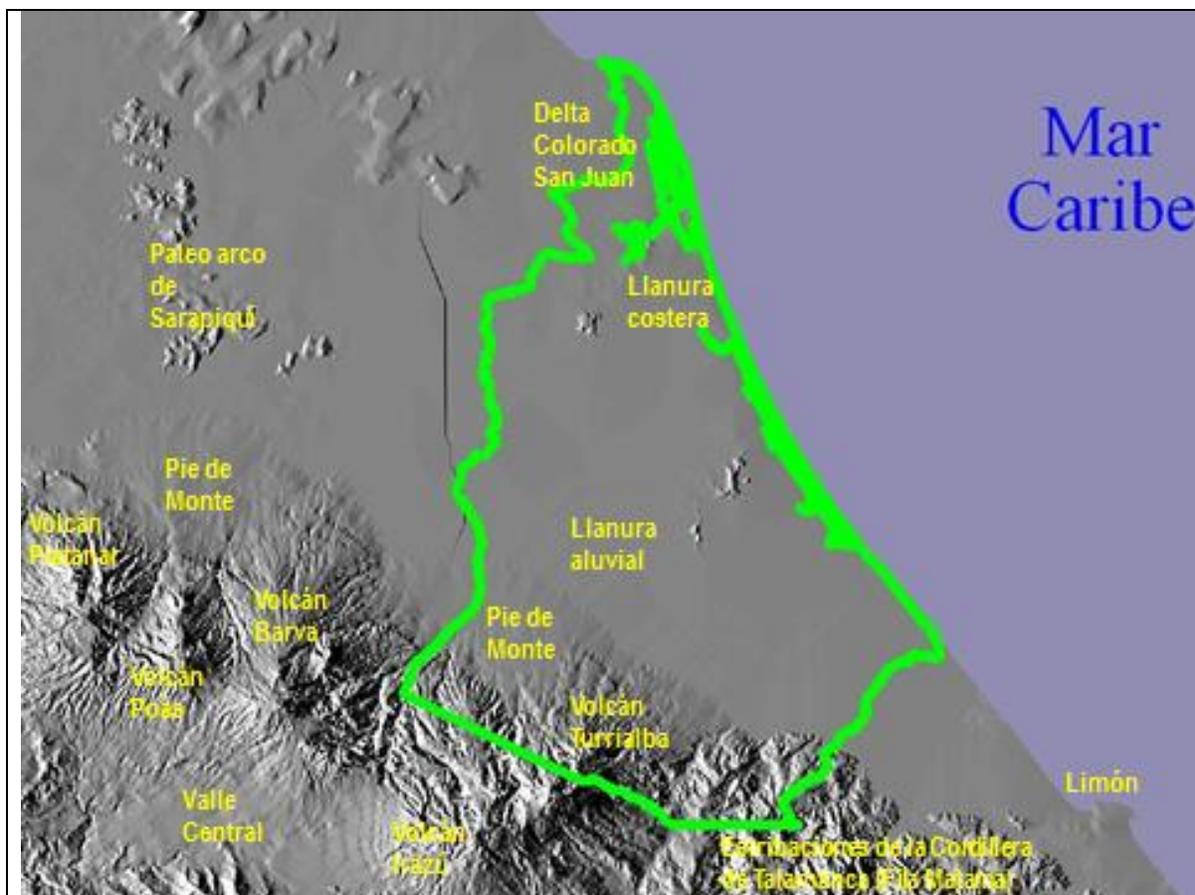


Fig. 3.2. Contexto geomorfológico subregional del área de estudio (línea verde) en el Mapa del Modelo Digital de Costa Rica.

3.2 GEOMORFOLOGÍA LOCAL

En la Figura 3.3 se observa el modelo digital del terreno del área de estudio.

Como se puede ver, se trata de una zona de relieve muy llano, salvo su parte SUR, que corresponde con la cordillera volcánica.

El patrón geomorfológico típico, llanuras aluviales atravesadas por numerosos sistemas fluviales méandricos.

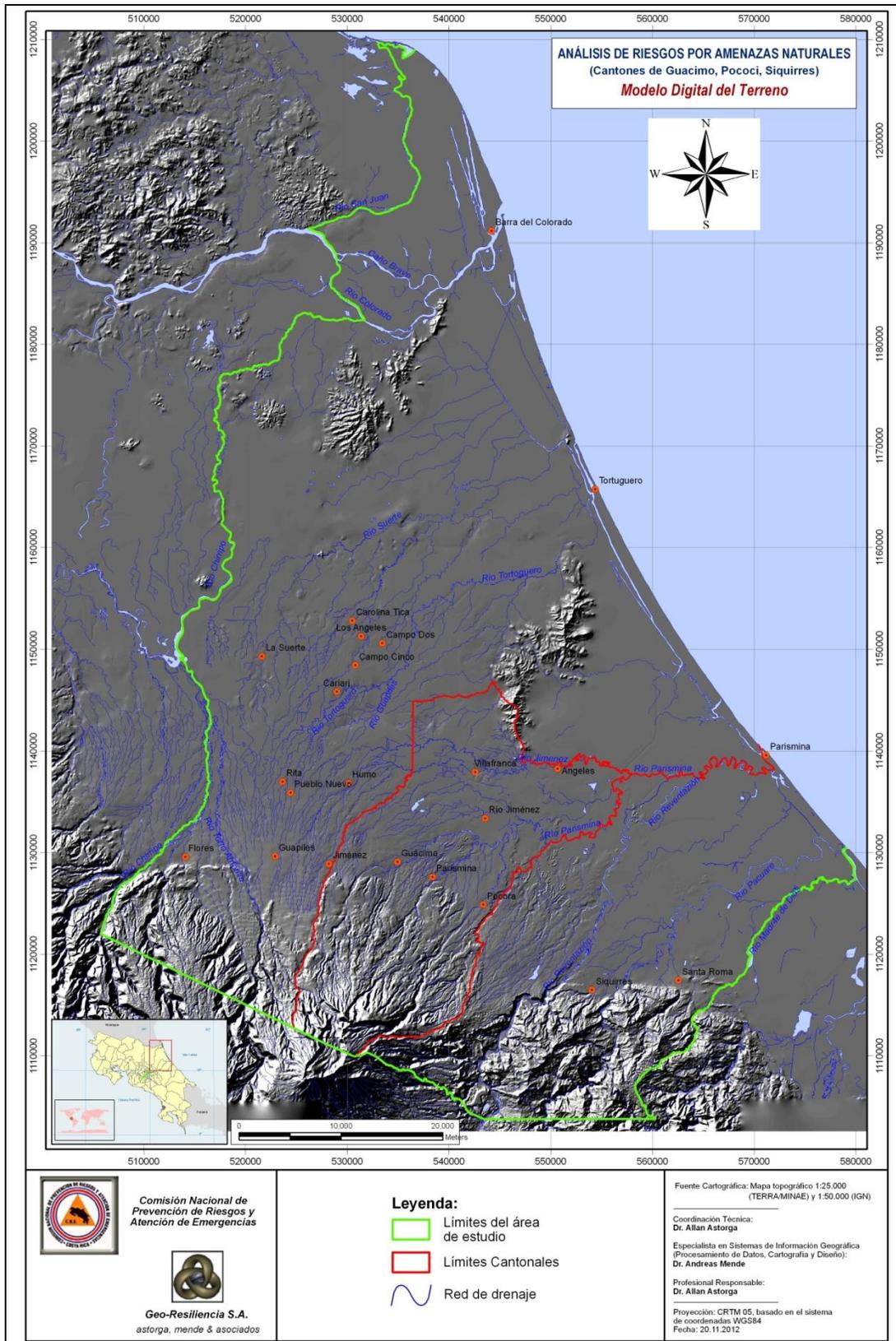


Fig. 3.3. Modelo digital del terreno del área de estudio, con la cual es posible observar la condición geomorfológica de la misma.

En la Figura 3.4, por su parte, se presenta el Mapa de Pendientes del área de estudio. Como puede observarse predominan las pendientes menores al 30% para las llanuras aluviales, aunque en la parte sur sí se presentan zonas de pendientes en abruptas.

Este aspecto tiene, combinado con los datos climáticos del área de estudio, en particular, respecto al tema de precipitaciones, significativas consecuencias en lo referente al desarrollo de procesos de erosión, incluyendo el fenómeno de deslizamientos (ver adelante).

El mapa geomorfológico detallado del área de estudio se presenta en la Figura 3.5 (basado en el Atlas Geomorfológico del Caribe).

Este mapa es uno de los productos más importantes en virtud que el mismo identifica y delimita las principales unidades geomorfológicas del territorio en análisis. Esto, como se explica más adelante, es fundamental para realizar la identificación de áreas vulnerables a diversos tipos de amenazas naturales, en particular aquellas vinculadas a desequilibrios de los patrones de erosión y sedimentación.

Como puede observarse algunas de las unidades geomorfológicas identificadas corresponden con formaciones superficiales cartografiadas y descritas como parte del mapa geológico (ver Figura 2.3 y Capítulo 2 de este documento). En razón de ello, y para evitar innecesarias repeticiones, la descripción de esas unidades no se presenta en este Capítulo.

En razón de que existe un claro vínculo entre la formación geológica que conforma el subsuelo superior del terreno y su patrón geomorfológico, para las formaciones geológicas identificadas se han separado las unidades geomorfológicas de Cerros Denudados según su patrón de relieve: alto, moderado y bajo.

La naturaleza litopetrofísica de la formación geológica, imprime su propio sello y genera las variantes de caracterización geomorfológica para las diversas unidades de relieve. A su vez, las unidades geomorfológicas no descritas en el Capítulo de geología, se describen en lo que sigue.

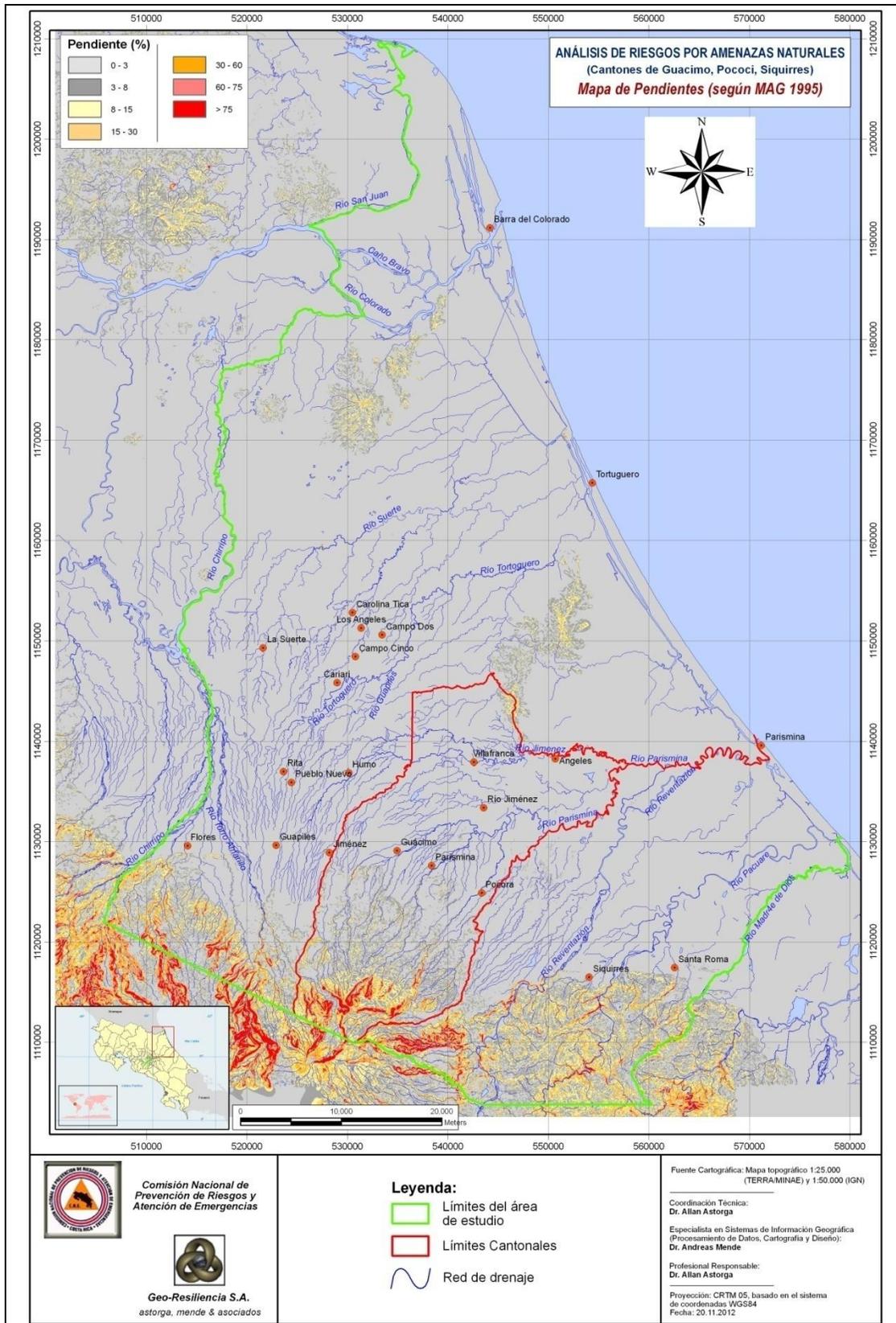


Fig. 3.4. Mapa de pendientes del área de estudio, con indicación de ríos principales.

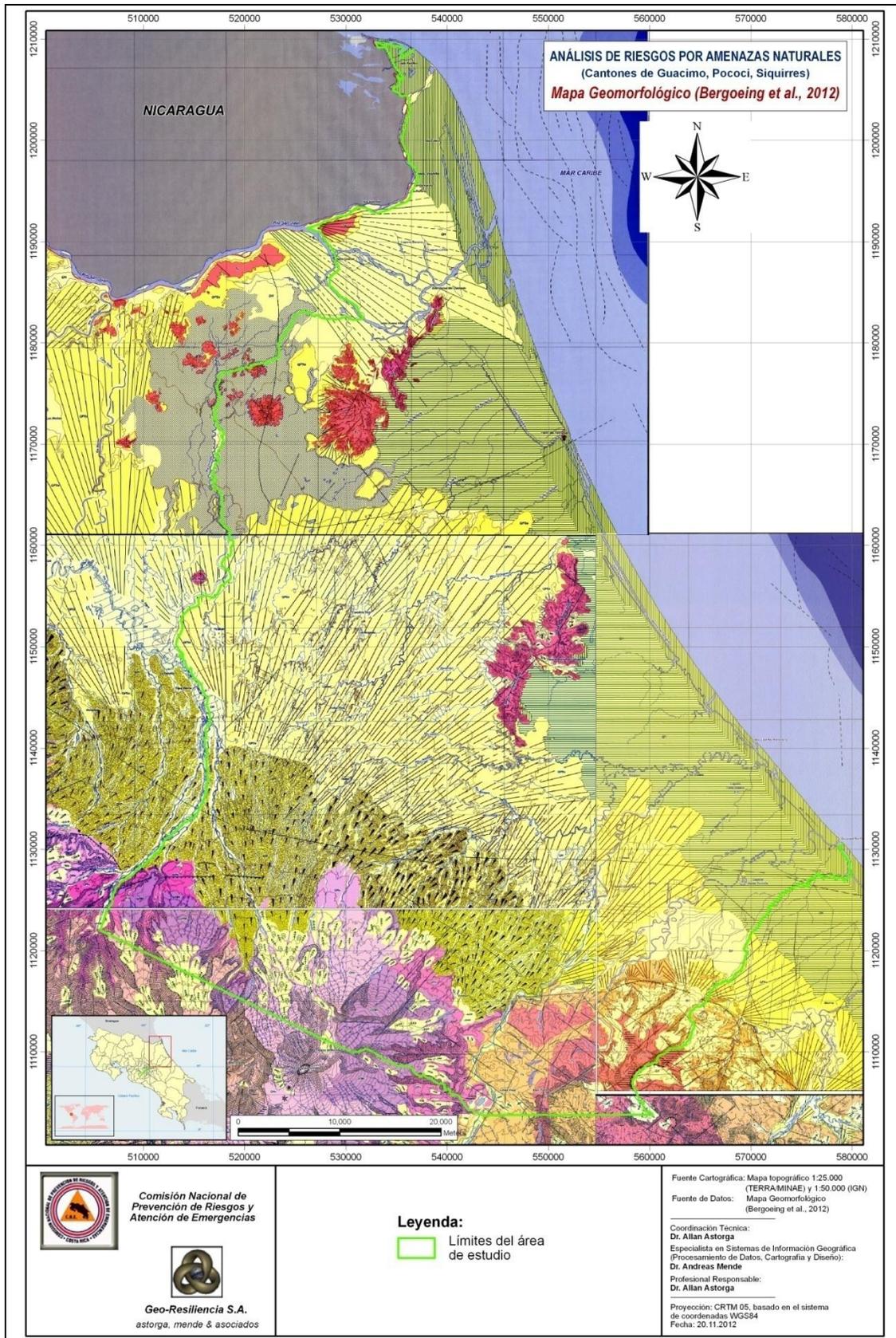


Fig. 3.5. Mapa geomorfológico del área de estudio (Bergoing et al., 2012).

3.2.1 Cerros Denudados

Los Cerros Denudados corresponden con unidades de relieve positivo que se han formado como consecuencia de movimientos tectónicos de levantamiento, y su consecuente proceso de meteorización (generalmente de tipo químico – hidrólisis-) y erosión diferencial (por corrientes de agua) según las características específicas de las diferentes unidades estratigráficas.

En el caso del área de estudio, debido a que se localiza en una zona de umbral tectónico, sujeta a significativos procesos tectónicos transtensivos y transpresivos (ver Capítulo 2), así como a procesos de intrusión magmática, se ha dado un significativo proceso de levantamiento que hace que la unidad de cerros denudados se convierta en la de mayor extensión.

En razón de esto, la unidad "Cerros Denudados" se convierte en una posible fuente de deslizamientos, que puedan afectar las zonas urbanizadas localizadas en el pie de monte (ver más adelante).

En el mapa geomorfológico de la Figura 3.4, se ha establecido una separación detallada de las subunidades en función de las formaciones geológicas subyacentes y de las tres clases de pendiente: bajo ($<10^\circ$), moderado ($10-25^\circ$) y alto ($>25^\circ$).

Los deslizamientos grandes que ha podido cartografiar dentro del área de estudio, en la región de montaña, igualmente se han identificado (ver adelante).

Las unidades geológicas dentro de las que se han definido unidades geomorfológicas, en correspondencia con este elemento, son:

- Formación Tuís (relieve alto y moderado)
- Formación Senosri (relieve alto, moderado y bajo)
- Formación Barbilla (relieve alto y moderado)
- Formación Uscari (relieve moderado a bajo)
- Formación Río Banano (relieve alto y moderado)
- Formación Doan (relieve alto y moderado)

- Formación Guayacán (relieve alto, moderado y bajo)
- Formación Parrita o Parritilla (relieve alto)
- Volcanismo alcalino del Caribe Norte (relieve moderado y bajo), y
- Volcanismo calco alcalino de la Cordillera (relieve alto, moderado y bajo)

En lo que sigue, se describen las características principales de las tres diferentes tipos de cerros denudados según el relieve.

Debe tomarse en cuenta, como se indicó previamente, que las condiciones geológicas y en particular, litopetrofísicas de las diferentes unidades geológicas en que se presentan, pueden intensificar o minimizar algunos de las características que se presentan a continuación. No obstante, el patrón básico que se delinea es común para todas las unidades de cerros denudados.

3.2.1.1 Cerros denudados de relieve alto

En el caso de las unidades de “relieve alto”, los procesos de erosión y denudación se consideran como de alta a muy alta importancia.

En condiciones tropicales, con presencia de un periodo de lluvias de que perdura por cerca de nueve meses, las gotas de lluvia y el agua de escorrentía juega un papel importante en el desarrollo de procesos erosivos de este relieve. En presencia de cobertura boscosa natural, este proceso es amortiguado y la velocidad de erosión se reduce notablemente.

No obstante, cuando la cobertura boscosa es eliminada por deforestación y se da un cambio de uso del suelo hacia usos agropecuarios (potreros) o actividades agrícolas, las condiciones de equilibrio se rompen, y los procesos de erosión se incrementan notablemente.

Este aspecto representa una limitante significativa en lo referente al uso de estos terrenos en el desarrollo de actividades que impliquen el desarrollo de infraestructura de ocupación humana.

Es importante hacer notar que, en la actualidad, algunos de estos terrenos se presentan en una condición de equilibrio ambiental debido a que presentan un suelo residual recubierto de cobertura boscosa.

No obstante, también un importante porcentaje de estos terrenos dentro del área de estudio presentan ausencia de cobertura boscosa (ver adelante).

El inicio de un proceso de desequilibrio en estas unidades, debido al desarrollo de actividades antrópicas, ha iniciado un proceso de erosión de la corteza de meteorización hasta alcanzar la capa de regolita en algunos casos. Con ello se desarrolla un proceso de pérdida de suelo y de desertificación.

De ahí la importancia de que se mantenga lo más inalterada posible esta unidad geomorfológica y se fortalezca la situación de equilibrio existente, donde todavía exista cobertura boscosa, o bien que se restaure la condición de cobertura boscosa en aquellas zonas alteradas.

3.2.1.2 Cerros denudados de relieve moderado

En el caso de la subunidad “relieve moderado”, los procesos de erosión y denudación son de una importancia significativa, un hecho que se debe tomar en cuenta en el marco del diseño técnico proyectos de construcción o en su defecto en el desarrollo de actividades agrícolas y agropecuarias.

En estas subunidades las pendientes son relativamente pronunciadas (de 10 a 25°), pudiéndose incrementar los procesos erosivos en caso de presencia de fracturación de las rocas o bien de buzamientos o fracturas en el mismo sentido de la pendiente.

En el área de estudio, la gran mayoría de esta unidad ya no presenta la cobertura boscosa natural.

Es usada, ya sea para actividades agrícolas (principalmente café) o en su defecto para el desarrollo de pastos para ganado .

3.2.1.3 Cerros denudados de relieve bajo

Los terrenos de la subunidad “relieve bajo” están afectados de forma más limitada por los procesos de erosión y denudación.

Desde este punto de vista, tienen un mejor potencial para el desarrollo de actividades de infraestructura urbana o de actividades agrícolas y agropecuarias, siempre y cuando se respeten las condicionantes geológicas y geotécnicas que se deriven de los estudios locales.

3.2.2 Barrancas

La subunidad de “barrancas” corresponde con terrenos de relieve pronunciado asociados a un rápido proceso de erosión fluvial y la profundización del relieve para formar un desfiladero, por lo general de paredes muy inclinadas, a veces verticales en cuyo fondo discurre un río.

Por lo general, se forma como consecuencia de un intenso proceso erosivo de la corriente fluvial.

3.2.3 Piedemonte

Son unidades geomorfológicas afectadas por procesos de resedimentación de los productos de los procesos de meteorización, erosión y denudación dentro de la zona montañosa.

Dada la extensión y altitud de la zona montañosa, este peligro sobre todo está presente en la cercanía directa de áreas con moderado a alto relieve. Es importante destacar que este peligro puede aumentarse en una forma preocupante cuando se establecen construcciones dentro de la zona montañosa, que no cumplen con las normas (de diseño, construcción y mantenimiento) que exigen los estudios geotécnicos de estabilidad de taludes.

3.3 IFA GEOAPTITUD - FACTOR GEODINÁMICA EXTERNA

El factor Geodinámica Externa del IFA Geoaptitud representa la aptitud de terrenos para el uso humano en función de las características de la superficie y los procesos geodinámicos relacionados.

Un estudio detallado de geomorfología forma la base para la evaluación de este factor incluyendo la interpretación digital de fotografías aéreas, la interpretación de datos digitales topográficos como por ejemplo el modelo digital de terreno, así como trabajo de campo.

Aplicando la misma metodología que en Geología (ver Capítulo 2), el siguiente mapa de IFA Geoaptitud es el de la Geomorfología, del cual se deriva el mapa de IFA Geoaptitud por dinámica externa.

La disposición de fotografías aéreas de alta resolución, modelo digital del terreno y verificación de campo, permite reconocer y caracterizar diversas unidades geomorfológicas en el área de estudio, e incluso, confirmar estructuras geológicas como fallas ya identificadas en el mapa geológico.

Como se mencionó previamente, uno de los subproductos de mayor utilidad del mapa geomorfológico es el reconocimiento e individualización de los valles de inundación inmediata de los cauces de ríos y quebradas (ver Figura 3.6).

Su reconocimiento es muy útil, porque se basa en un criterio simple, la individualización de la primera terraza de río (ver Capítulo 2). Con este criterio geométrico, es posible separar la zona más propensa a ser inundada durante una crecida del río o quebrada. Luego con la verificación de campo, esta zona queda comprobada.

Desafortunadamente, por lo general, es más ancha que la zona de protección que establece la Ley Forestal, por lo que es una zona en la que se otorgan permisos de construcción, con lo cual pasa a ser una zona de riesgo de inundación (ver más adelante).

Los datos del mapa geomorfológico se combinan con las variables ya medidas para geología en el SIG.

Además se agregan calificaciones para otras nuevas variables como son, la pendiente, que utiliza los mismos rangos de pendiente establecidos para estudios de capacidad de uso de la tierra, el relieve relativo, la densidad de drenaje, la importancia de procesos de erosión y la importancia de procesos de sedimentación.

Con todo eso es posible generar el Mapa de IFA – Geoaptitud de Geodinámica Externa que, en cinco colores, establece las zonas más frágiles porque predominan procesos de erosión o sedimentación activos, o las zonas menos frágiles, porque existe un buen equilibrio entre ambos procesos.

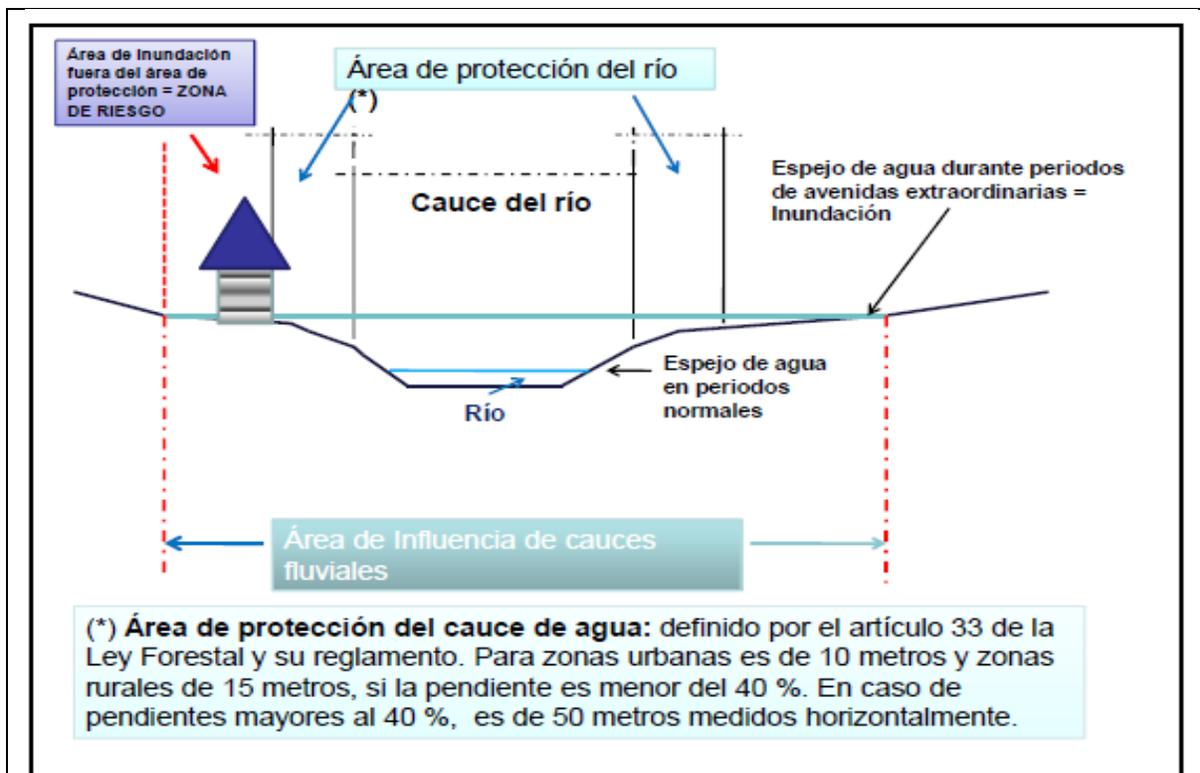


Fig. 3.6. Modelo esquemático del valle de inundación inmediata de un curso de agua en función de la geometría de su primera terraza, para un terreno de relieve bajo a moderado.

Aunque dicho mapa no es producto solicitado en este estudio, el mismo juega un papel clave para el desarrollo del mapa de vulnerabilidad a deslizamientos, en obediencia a la aplicación de la metodología del Decreto Ejecutivo No. 32967 – MINAE.

4. Estabilidad de ladera (deslizamientos)

4.1 INTRODUCCIÓN

4.1.1 Marco teórico básico

El factor Amenaza por Deslizamientos del IFA Geoaptitud (cf. a la metodología del Decreto Ejecutivo No. 32967 – MINAE) representa la aptitud de terrenos para el uso humano en función de la amenaza relacionada con fenómenos de deslizamientos y desprendimientos gravitaciones de masas.

En este sentido las zonas montañosas o de relieve representan fuentes potenciales de deslizamientos por lo cual en este caso el factor Amenaza por Deslizamientos del IFA Geoaptitud refleja el grado de estabilidad de las laderas y evalúa el riesgo para la formación de deslizamientos en zonas de pendiente.

Por otro lado, en el caso de las zonas llanas el mismo factor se refiere al riesgo que flujos caóticos de gravedad, incluyendo avalanchas y flujos de lodo entre otros, que pasen por los terrenos dejando como resultado serias pérdidas con respecto a construcciones e infraestructura, así como vida humana y de otros seres vivientes.

Cabe destacar que el uso del término “deslizamiento” se da aquí en un sentido amplio y más bien como sinónimo del concepto de “fenómenos de estabilidad de ladera” tal y fue planteado por Guácimo & Guácimo (1994).

Los autores citados, hacen una adaptación de la clasificación de Varnes (1978) y establecen una clasificación de tipos de fenómenos de inestabilidad de laderas aplicable para el país y en particular para el área de estudio (ver Tabla 4.1).

Tabla 4.1
Clasificación de fenómenos de inestabilidad de laderas según Guácimo & Guácimo (1994) con ejemplos para el Valle Central, pero aplicable para todo el país

TIPO	CLASIFICACIÓN	DESCRIPCIÓN	EJEMPLOS EN LA GAM:	TIPOS DE ROCAS
1. Deslizamientos en rocas	a. Basculamiento de columnas de roca	Rotación hacia delante de una o varias unidades sobre un punto pivote en la unidad más baja, por la acción de la gravedad.	Cañones de ríos Alajuela, Virilla y Uruca	Lavas e ignimbritas intensamente fracturadas. También en rocas sedimentarias con alta inclinación.
	b. Caída de bloques de roca	Desprendimiento súbito de una masa de roca de cualquier tamaño desde una ladera empinada.	Valle de Ujarrás, Cañón del Río Virilla.	Taludes de rocas de diverso origen, expuestas y fracturadas.
	c. Deslizamientos de losas de roca	La masa de roca avanza hacia abajo a lo largo de una superficie más o menos planar, definida por planos de debilidad (fallas, diaclasas)	Carretera San José - Ciudad Colón (Alto Las Palomas).	Rocas de la Formación Avalancha Ardiente.
2. Deslizamientos rotacionales y traslacionales	a. De pequeño volumen	< 1 millón de m ³ .	Rotacionales: el movimiento ocurre a lo largo de la superficie de ruptura cóncava hacia arriba, es influenciado por fallas, diaclasas, planos de estratificación y otras discontinuidades. Ejemplos: en Tres Ríos, Aserrí, Fraijanes, Itiquís, Alto Tapezco en Santa Ana.	
	b. De volumen considerable	> 1 millón de m ³	Traslacionales: el movimiento de la masa se realiza a lo largo de una superficie más o menos planar y por lo general es controlado por superficies de debilidad como lo son fallas, planos de estratificación, variaciones en la resistencia de los estratos. Ejemplos: Valle de Ujarrás, Cuenca del Río Reventado.	
3. Flujos de detritos (avalanchas)	a. De volumen considerable	> 15 mil m ³	Ocurre por un movimiento rápido de materiales no consolidados, que presentan una gran movilidad y se desplazan a lo largo de cauces de corrientes superficiales (ríos y quebradas). Son producto de eventos aislados de volumen considerable. Ejemplos: Cerro Doán, Orosi, Parque Nacional Volcán Irazú. Son comunes en la Formación Doán.	
	b. Numerosos de volumen pequeño	< 15 mil m ³		
4. Reptación de suelos	Se desarrolla en laderas con suelos de granulometría fina, parcial o totalmente saturados (de agua), que se movilizan sobre pendientes relativamente moderadas (5 a 30 °). Involucra espesores superiores a los 10 m, y es un caso bastante común que se presente en áreas desprovistas de vegetación o sometidas a prácticas agropecuarias inadecuadas. Es bastante común en el Valle Central.			

Fuente: Guácimo & Guácimo (1994).

En la Figura 4.1 se presenta un dibujo ilustrativo que muestra los diferentes tipos de movimientos gravitacionales en masa (deslizamientos en sentido amplio) en una región tropical, como lo es el área de estudio aquí analizada.

Se requieren una serie de factores para que ocurra un deslizamiento. Entre ellos destaca, el hecho de que exista una pendiente, así como una cobertura de material no litificada o compactada como un suelo espeso y además, condiciones de precipitaciones que favorezcan la infiltración de agua a ese material. El deslizamiento puede ocurrir por un simple efecto de peso, es decir de sobrecarga, o en su defecto, puede darse un evento detonador, como puede ser una vibración producida por un sismo. Las dimensiones del deslizamiento van a variar en función del espesor y la pendiente del material involucrado, así como de la carga de agua almacenada. En otros tipos deslizamientos como la caída de rocas o desprendimientos, pueden intervenir otros factores, como la presencia de fracturación en las rocas.

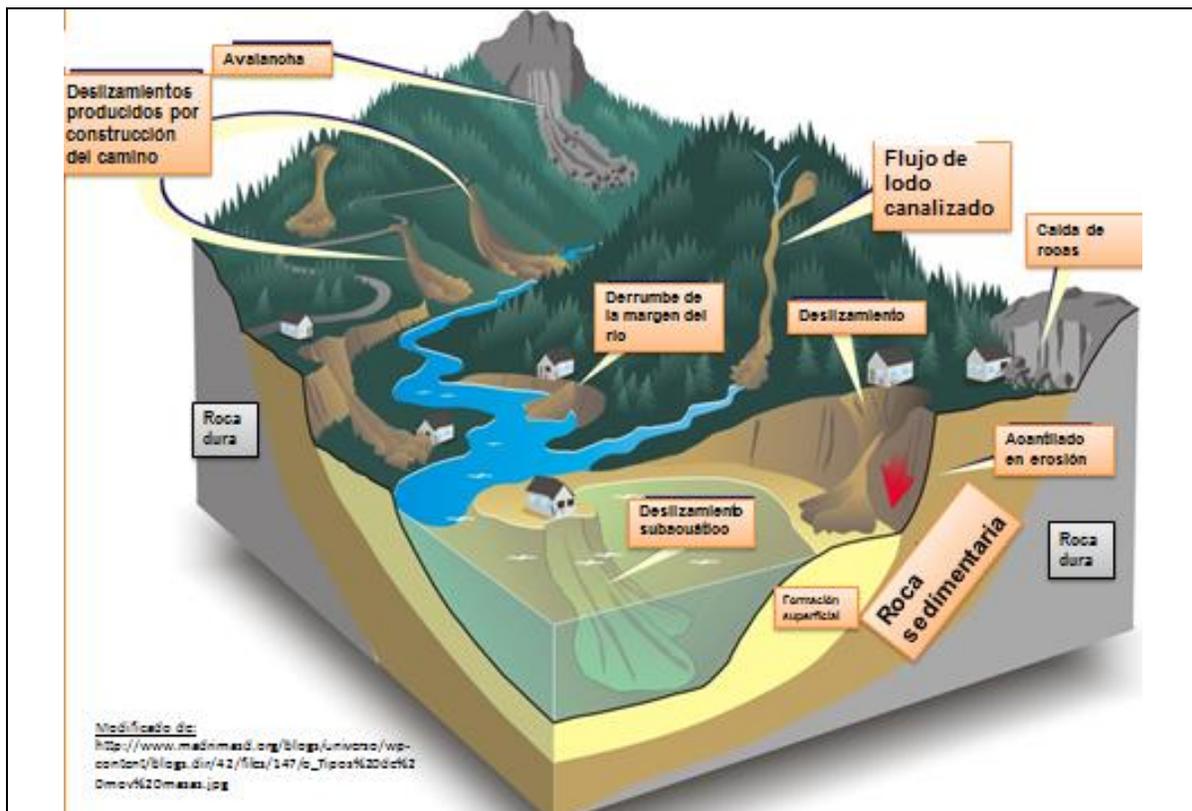


Fig. 4.1. Dibujo ilustrativo de los tipos de deslizamientos (en su acepción amplia) que se pueden presentar una región tropical como nuestro país.

4.1.2 Importancia práctica del tema

El tema de la estabilidad de ladera, o lo que es lo mismo, la vulnerabilidad de los terrenos con pendiente a ser afectados por procesos de desprendimientos gravitacionales en masa (resumidos como deslizamientos), es un tema de gran importancia para un país tropical como Costa Rica.

Las razones son muchas, más del 60 % del país presenta relieve, es decir, pendientes o laderas, algunas de ellas muy empinadas, los suelos, por lo general, son espesos, típicos de país tropical, además de que hay formaciones geológicas en el subsuelo superior, que por fracturación o por abundancia de arcilla, son también muy vulnerables y además, el territorio del país es una de la regiones más lluviosas del mundo (con precipitaciones promedio de 2500 mm anuales).

A esto se suma el hecho de que Costa Rica también es un país altamente sísmico y con amenaza volcánica.

Todo lo anterior lleva a que los deslizamientos sean, junto con las inundaciones, las principales y más frecuentes fuentes de desastres todos los años, con una característica, que van en incremento año con año.

Por todo esto, son un elemento que debe tomarse en cuenta para determinar la fragilidad ambiental de un terreno y establecer su Geoaptitud y con ello, la vulnerabilidad de un espacio geográfico dado que ocurra este tipo de fenómeno.

Combinando los mapas de geología, geomorfología y pendientes, y sus respectivas variables, junto con dos variables adicionales, como son el promedio de precipitaciones lluviosas de una zona dada y el paralelismo entre la inclinación de la ladera y el factor de lineación (buzamiento o inclinación de capas, fracturación) de la formación geológica del subsuelo superior, es posible generar los mapas de IFA – Geoaptitud por Estabilidad de Ladera (o Deslizamientos). Debe recordarse que en los mapas previos se toman en cuenta variables clave, como las condiciones geológicas básicas de las formaciones rocosas, el espesor de suelos, su potencial para almacenar agua, entre otros.

En el caso de los mapas de fragilidad ambiental, conforme a lo que establece la metodología establecida en el Decreto Ejecutivo No. 32967 - MINAE, generan 5 categorías de IFA, desde muy alta a muy baja. Un terreno con una muy alta fragilidad a los deslizamientos, por lo general va a estar caracterizado por suelos espesos y pendientes pronunciadas. Por el contrario terrenos de muy baja fragilidad, van a ser áreas con baja pendiente, principalmente.

En el caso de la metodología de los IFA, el hecho de que un terreno dado califique como de alta o muy alta fragilidad, NO SIGNIFICA que tenga prohibido el uso del suelo para el desarrollo de actividades humanas. Desde el punto de vista del IFA Geoaptitud, de lo que se trata es de identificar la limitante técnica en cuestión y de que antes de tomar una decisión sobre una actividad humana (cultivos, ganadería, construcción de edificios o infraestructura) el tema sea tomado en cuenta y que se cumplan condicionantes técnicas para el uso del suelo.

La adaptación de la metodología de los IFA, para el objetivo del área de estudio, ha llevado a realizar lo siguiente:

1. Identificación y cartografiado de los deslizamientos activos o histórico recientes y su categorización según un grado de actividad alta a moderada, así como la identificación de zonas con mayor potencial para el desarrollo de nuevos deslizamientos, separada en al menos dos categorías.
2. Identificación factorial, según la metodología de los IFA, de las zonas de alta y muy alta fragilidad por IFA Geoaptitud y su traslado al mapa del área de estudio, como zonas de ALTO y MODERADO riesgo del desarrollo de deslizamientos.

En los apartados siguientes se hace una explicación más detallada de los resultados obtenidos para el área de estudio.

4.2 RESULTADOS PARA EL ÁREA DE ESTUDIO

4.2.1 Amenaza por deslizamientos y flujos de gravedad

En la Figura 4.2 se presenta el mapa de amenaza por deslizamientos y flujos de gravedad del área de estudio.

En el mapa de la Figura 4.2, referente al tema de deslizamientos y flujos de gravedad, se presentan tres zonas principales.

Las zonas designadas como “flujos de gravedad activos y/o potencialmente activos” se refiere a espacios geográficos donde se presentan procesos de deslizamiento que han tenido ya un movimiento gravitacional o que se encuentran en una condición muy cercana a que este ocurra.

Por su parte, las zonas de “riesgo alto”, corresponden con las zonas de altas pendientes aunadas a la vulnerabilidad de las formaciones geológicas a los procesos de erosión y desprendimiento gravitacional. De acuerdo a la metodología de los IFA, esas zonas corresponderían con las zonas de IFA Geoaptitud Amenaza por Deslizamientos de categoría Muy Alta.

Las zonas de “moderado riesgo”, son zonas que también presentan esa susceptibilidad a los deslizamientos pero en una condición moderada, es decir, algo menor que las de alto riesgo. De acuerdo a la metodología de los IFA, esas zonas corresponderían con las zonas de IFA Geoaptitud Amenaza por Deslizamientos de categoría Alta.

Es importante señalar que para el caso de las zonas de moderado y alto riesgo a los deslizamientos, se ha contemplado además de las condiciones de pendiente y susceptibilidad por baja a muy baja geoaptitud litopetrofísica, la posibilidad de que se den factores detonantes, como por ejemplo, sismos fuertes o bien condiciones de altas precipitaciones.

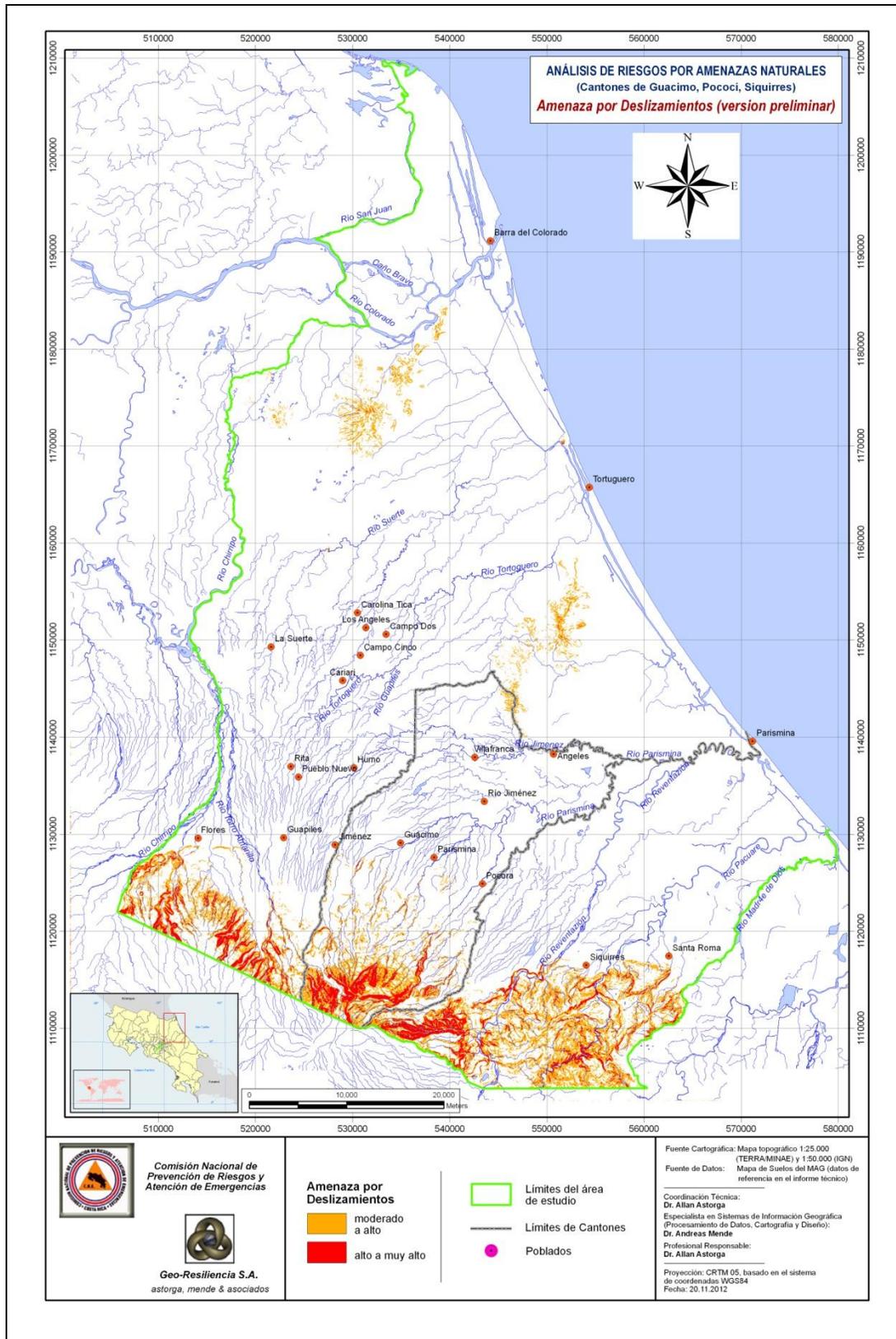


Fig. 4.2. Mapa de amenaza de deslizamientos para el área de estudio.

Adicionalmente, como parte del análisis de susceptibilidad a los deslizamientos, también se analiza el uso del suelo que se da al terreno.

Así, por ejemplo, la eliminación de cobertura boscosa natural en zonas de alta pendiente, el manejo inadecuado de drenajes superficiales, el desarrollo de rellenos de escombros no estabilizados o la falta de medidas de ingeniería para la estabilización de taludes, podría conducir a que se incrementen los efectos de susceptibilidad y daños por este tipo de eventos geológicos.

En la Tabla 4.2 se resumen las características de las principales unidades de susceptibilidad al fenómeno de deslizamientos, identificadas y se señalan las limitantes y potencialidades técnicas de cada una de ellas, según la condición de fragilidad ambiental por el factor IFA Geoaptitud Amenaza por Deslizamientos.

Tabla 4.2

Resumen de limitantes y potencialidades técnicas de las zonas identificadas en el área de estudio como vulnerables a los deslizamientos

UNIDAD	LIMITANTES	POTENCIALIDADES
Zonas de Muy Alto Riesgo (flujos de gravedad activos y potencialmente activos)	Terrenos de alta a muy alta pendiente que presentan condiciones de inestabilidad evidente, puesta de manifiesto por la presencia de movimientos gravitacionales de masas de roca y suelo que ya han sucedido o en su defecto que se encuentran en movimiento o que tiene una condición de alta probabilidad de ocurrencia.	Dadas las condiciones de inestabilidad evidente estos terrenos tienen limitaciones muy altas para el desarrollo de actividades humanas de cualquier tipo, en particular aquellas que representen la instalación de obras de infraestructura. Estos terrenos requieren un proceso de estabilización a fin de minimizar los efectos del proceso de deslizamiento. Resulta de alta importancia el manejo de las aguas de escorrentía y el desarrollo de coberturas vegetales, así como la delimitación del área afectada para evitar su ocupación.

UNIDAD	LIMITANTES	POTENCIALIDADES
Zonas Riesgo Alto (Muy Alta Fragilidad)	<p>Terrenos de muy alta pendiente (mayores al 60 %)</p> <p>Condiciones geológicas limitadas debido a la presencia de suelos arcillosos espesos y formaciones geológicas fracturadas en el subsuelo superior.</p> <p>En muchos casos sin presencia de cobertura boscosa natural.</p> <p>En muchos casos, drenajes de aguas superficiales deficientes que favorecen la acumulación de aguas superficiales y el desarrollo de “acuíferos colgados” que aumentan la susceptibilidad a los deslizamientos.</p>	<p>Terrenos de aptitud forestal, con potencial para el desarrollo de bosques naturales y la protección de flora y fauna silvestre.</p> <p>La posibilidad del desarrollo de construcciones debe ser determinada por estudios geológicos y geotécnicos de detalle que definan lineamientos concretos de diseño que superen las limitantes señaladas.</p>
Zonas de Alta Fragilidad	<p>Terrenos de alta pendiente (mayores al 45 %)</p> <p>Condiciones geológicas limitadas debido a la presencia de suelos arcillosos espesos y formaciones geológicas fracturadas en el subsuelo superior.</p> <p>En muchos casos sin presencia de cobertura boscosa natural o solo cobertura boscosa secundaria.</p> <p>En muchos casos, drenajes de aguas superficiales deficientes que favorecen la acumulación de aguas superficiales y el desarrollo de “acuíferos colgados” que aumentan la susceptibilidad a los deslizamientos.</p>	<p>La posibilidad del desarrollo de construcciones debe ser determinada por estudios geológicos y geotécnicos de detalle que definan lineamientos concretos de diseño que superen las limitantes señaladas.</p> <p>Las actividades agrícolas y agropecuarias son posibles, pero requieren de la implementación de medidas ambientales concretas para disminuir la vulnerabilidad, tales como buenas prácticas agrícolas, manejo de drenajes y desarrollo local de sistemas de terrazas.</p>

Como puede deducirse de la observación del mapa de la Figura 4.2, un porcentaje muy alto del territorio que se encuentra en la zona de relieve que abarca el área de estudio califica con un grado de susceptibilidad importante a los procesos de deslizamiento.

Esta situación no es casual, en razón de que, como ya se ha explicado, se presentan importantes limitaciones desde el punto de vista geológico y geomorfológico, lo cual se suma al hecho de que en muchos sectores del área de estudio, pese a las altas pendientes presentes y sus condiciones climáticas (ver más adelante), desde hace mucho tiempo se han eliminado las coberturas boscosas naturales y se han sustituido por usos del suelo no compatibles que esas condiciones de geoaptitud.

Todo lo anterior, desemboca en el resultado de que un porcentaje muy alto del territorio es vulnerable a fenómenos de deslizamientos.

4.2.2 Deslizamientos activos y fenómenos de erosión

Como parte del estudio realizado y a fin de profundizar en el alcance del mismo, referente a la identificación de las comunidades en condición de riesgo, se realizó un análisis e identificación cartográfica de los deslizamientos activos en el área de estudio, así como de la zonas que tienen procesos de erosión activos y que por tanto son más susceptibles a producir deslizamientos nuevos.

Es importante aclarar que para la elaboración de este mapa se utilizó tanto información previamente publicada por otros autores (ver referencias), así como los datos disponibles en los mapas de la CNE y claro está, información generada en este estudio, por medio de fointerpretación y trabajo de campo.

El área de estudio se separa en las siguientes zonas:

- Zonas donde se presentan deslizamientos activos, los cuales se han separado en dos categorías de actividad moderada y actividad alta.
- Zonas con fenómenos de erosión muy activos y alto peligro para la generación de deslizamientos nuevos.
- Zonas con fenómenos de erosión activos y peligro moderado para la generación de deslizamientos nuevos.

- Zona con vulnerabilidad reducida al desarrollo de deslizamientos debido a las condiciones de uso del suelo actual que disminuye los factores que inducen a su desarrollo.

Es relevante elucidar que esta última zona de vulnerabilidad reducida al desarrollo de deslizamientos, no es que no sea vulnerable a que estos se presenten pero debido se califica que la misma es más limitada debido a que presenta un uso del suelo (cobertura boscosa natural) que disminuye de forma significativa el potencial de generación de deslizamientos (ver adelante).

La identificación de las zonas vulnerables a deslizamiento es muy importante para el establecimiento de acciones concretas de gestión del riesgo y en particular para el desarrollo de planes de ordenamiento territorial.

Desde un punto de vista práctico, es claro que las zonas donde se han identificado la presencia de deslizamientos activos (de tipo moderado y alto), no es posible promover las actividades humanas, debido al peligro que representa para la vida y propiedades.

En este caso, la delimitación de dichas zonas es importante para el establecimiento de medidas correctivas encaminadas a que la zona de deslizamiento no se incremente en tamaño con el tiempo, viniendo a poner en peligro nuevos terrenos aledaños.

Por su parte, el reconocimiento de las zonas con fenómenos de erosión activos representan espacios geográficos donde si se mantienen las condiciones de uso actual del suelo, existe una probabilidad significativa de que en el futuro se generen deslizamientos nuevos, en particular ante la presencia de condiciones detonantes, como lo es la presencia de lluvias intensas y persistentes que saturen los suelos, o en su defecto una sollicitación sísmica originada por evento telúrico de una magnitud significativa.

Estas zonas se han dividido, según el peligro de generación de deslizamientos nuevos, en áreas de peligro moderado y peligro alto.

Esto a fin de que, puedan establecerse la respectivas prioridades en lo referente a la aplicación de medidas mitigativas y preventivas de este tipo de eventos geológicos.

Como se indicó antes, el reconocimiento de estas zonas es clave para poder emprender acciones correctivas, entre las que se destacan manejo de drenajes, cambios en el uso del suelo y mejores prácticas agrícolas; así como el establecimiento de lineamientos claros en los planes de uso del territorio que limiten o condicionen el uso del suelo para nuevas construcciones.

4.2.3 Deslizamientos y red vial

En el área de estudio, algunos deslizamientos y otros flujos de gravedad afectan algunas de las principales vías.

Por lo general, todos los deslizamientos identificados se encuentran en un proceso activo y progresivo, es decir, con desarrollo de erosión que potencia su extensión y afectación de obras y propiedades hacia el futuro.

Al respecto, es claro que una vez identificados y localizados el paso siguiente es el de trabajar con obras de estabilización y control de erosión a fin de evitar que se puedan dar daños mayores.

La red de caminos existentes en la zona es, en la práctica, la única manera de comunicación directa entre las comunidades del áreas de estudio y de estas hacia la zona costera o bien, hacia la Meseta Central.

La eventual afectación de las mismas, por un deslizamiento en la zona de relieve que impida el paso, resulta muy contraproducente para las actividades productivas de la zona y también para la movilización de personas y bienes.

Este aspecto se vuelve particularmente relevante si se trata de la movilización de transportes en medio de una condición de emergencia, o en su defecto el transporte de mercancías perecederas hacia el Puerto de Moín.

En consideración de lo anterior, es clave que las municipalidades del área de estudio cuenten con equipo técnico y maquinaria para realizar obras preventivas y mitigativas, en particular, bajo condiciones de emergencia.

Esto, a fin de garantizar la libre movilización de personas y equipos dentro del área de estudio y hacia fuera de la misma.

Dentro las principales acciones correctivas de la situación de afectación de las vías por procesos de erosión y deslizamiento es importante considerar las siguientes soluciones técnicas:

1. Cambio del trazado para aquellos sectores de la vía afectados por un deslizamiento activo.
2. Desarrollo y manejo de drenajes de aguas superficiales en áreas críticas a fin de evitar un incremento en las condiciones de activación del deslizamiento.
3. Estabilización de taludes por compactación, conformación, terraceo y, en caso necesario, el desarrollo de obras de estabilización como muros, colocación de vigas atirantadas y recubrimiento de taludes expuestos.

5. Inundaciones y avalanchas

5.1 INTRODUCCIÓN

Los cauces de los sistemas fluviales que atraviesan el área de estudio pueden ser una fuente de amenaza natural en la medida de que pueden representar una fuente de inundación o bien del paso de flujo de granos o de lodo, resumido aquí como una “avalancha”, similar al que afectó la comunidad de Río Lajas de Escazú, en el mes de noviembre del año 2010, con la trágica consecuencia de que provocó la muerte de 23 personas.

En lo referente a inundaciones, no todos los cauces del área de estudio son susceptibles a desarrollar este fenómeno. Esto debido a que en parte del área de estudio, como se ha analizado previamente, corresponde con zonas de relieve moderado hasta muy pronunciado, lo que hace que la posibilidad de una inundación se reduzca mucho.

En el tema de avalanchas, entendidas éstas como aquellas que conforman la parte canalizada de un flujo derivado de un deslizamiento, y dada la extensión del área de estudio que es vulnerable a este fenómeno, si es posible que abarque más bien la casi totalidad de las drenajes fluviales, razón por la cual, se considera de gran importancia que en todos los casos se respete, como mínimo, las áreas protección establecidas por la Ley Forestal para ríos y quebradas.

Como se ha mencionado previamente, en razón de que no fue posible obtener información hidrometeorológica detallada para el área de estudio por parte de las instituciones que cuentan con esa información, y también en razón de que un análisis hidrológico detallado para un territorio de la extensión que tiene el área de estudio hubiese requerido de una cantidad de información base y detalle que superan el alcance del presente estudio y en razón de la escala del mismo, se ha seguido un procedimiento alternativo y cualitativo de identificación de las zonas de inundación de los ríos.

Este procedimiento técnico sigue la metodología establecida por el Decreto Ejecutivo No. 32967 – MINAE, para la realización de mapas de IFA – Geoaptitud Amenaza por inundaciones fluviales.

Tal y como se ha indicado el procedimiento aproximativo de identificación del valle de inundación fluvial, se basa en criterios geomorfológicos, particularmente con la identificación de la primera terraza fluvial de los cauces fluviales en la zonas de pendientes bajas, que son, por naturaleza, las más susceptibles a generar una condición de inundación.

La aplicación de este procedimiento, en el caso de la Metodología de los IFA no solo limita el área vulnerable a inundación, sino que la califica como de una condición desde Muy Alta fragilidad hasta Muy Baja, lo cual permite establecer un gradualidad en el establecimiento de limitantes técnicas y también de condicionantes técnicas a tomar en cuenta como parte de la gestión del riesgo.

En el caso del estudio que aquí se documenta se ha aplicado dicha metodología, con la salvedad de que al hacer énfasis en el proceso de identificación de las comunidades vulnerables, se ha desarrollado una zonificación en dos zonas tipos de zonas, de alto y moderado riesgo (ver adelante).

Es importante señalar que, como en el sector de los cantones de Desamparados, Alajuelita, Aserrí, Escazú y Santa Ana, los mapas de inundación elaborados fueron analizados y discutidos con el hidrólogo Ing. Fernando Padilla, quien señaló que el mapa de inundación en cuestión, como *“primera aproximación por descarte es bastante útil y justificado”*. La limitante que el hidrólogo Padilla indica es que *“no sabemos hasta dónde puede llegar la mancha posible de inundación, ya que si la capacidad hidráulica de las secciones transversales del tramo analizado, superan los caudales máximos instantáneos, para periodos de retorno “x”, no se genera una extensión del espejo de agua, más allá de los bordes máximos del cauce”*.

Como se señaló antes debido a la limitación para la obtención de los datos hidrometeorológicos más precisos y la extensión del área de estudio, se ha seguido la metodología señalada, con la salvaguarda que el área delimitada como

fuente de amenaza por inundación se hace según el proceso gradual de fragilidad ambiental descrito previamente.

A este punto es importante señalar que dicha metodología se ha aplicado para al menos dos áreas del país en donde se han realizado también estudios hidrológicos y se ha verificado que existe una buena coincidencia entre los resultados de los dos.

Como síntesis de la metodología aproximativa alternativa aplicada, en la Figura 5.1, se ilustra la situación práctica para un caso hipotético e ilustrativo.

La zona de inundación inmediata delimitada por la primera terraza fluvial, representa la zona de alto riesgo de inundación, y prioritaria en lo referente a protección.

La zona adyacente, de condición de inundación intermedia, califica como de moderado riesgo, y también se le establecen lineamientos de protección.

5.2 INFORMACIÓN CLIMÁTICA E HIDROMETEOROLÓGICA

Como se explicó previamente, no fue posible acceder información hidrometeorológica de mayor detalle para el área de estudio.

No obstante, para la dimensión del área de estudio y la escala y alcance del presente trabajo, la realización de estudios hidrológicos detallados por cuenca o subcuenca hidrográfica requeriría una gran inversión de tiempo y dinero que superaba los objetivos de este estudio.

En consideración de ello, como se explicó en la sección previa, se optó por aplicar una metodología alternativa, basada en lo señalado en el Decreto Ejecutivo No. 32967 – MINAE y adaptarla al marco del presente estudio, con resultados bastante positivos (ver adelante).

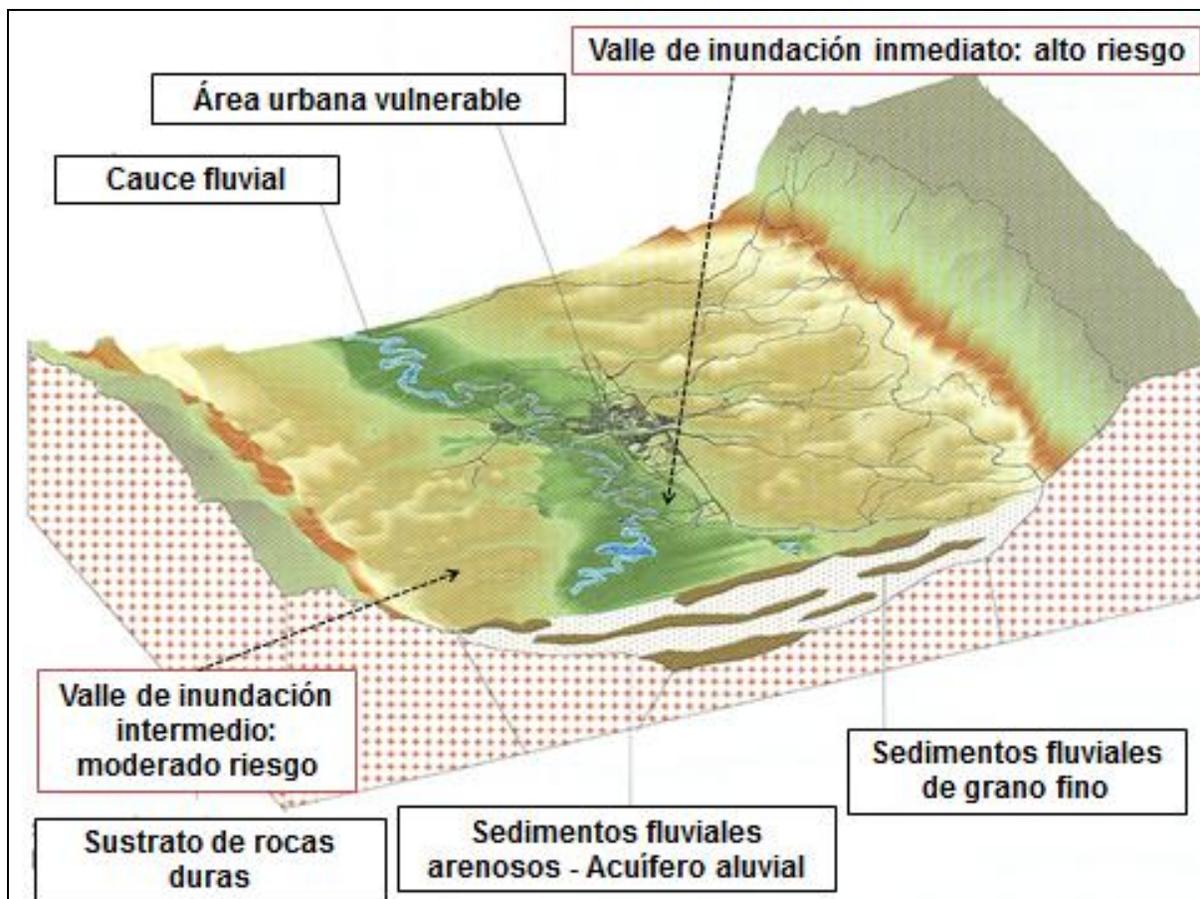


Fig. 5.1. Ejemplo ilustrativo de la aplicación de la metodología de identificación de zonas de inundación asociados a un cauce fluvial por medio de un procedimiento aproximativo como el de los IFA.

En consideración de ello, se hace importante hacer un resumen de los principales datos climáticos e meteorológicos de la región en la que se circunscribe el área de estudio, a fin de obtener una idea general de las condiciones de precipitaciones que son la fuente principal de inundaciones en la zona, así como un factor clave para desencadenar deslizamientos (ver atrás).

De acuerdo a los datos del Instituto Meteorológico Nacional, la región donde se localiza el área de estudio se caracteriza por poseer una época seca y una lluviosa moderadamente definidas.

La seca se extiende de septiembre a octubre.

El mes más seco y cálido es septiembre. El inicio depende de la ubicación

latitudinal, ya que comienza primero en el noroeste de la vertiente y de último en el sureste.

Lo contrario sucede con el inicio de la época lluviosa. Este período va de noviembre hasta agosto, siendo diciembre el mes más lluvioso.

Los meses más lluviosos son noviembre, diciembre y enero debido principalmente a la influencia de los sistemas ciclónicos, los vientos Alisios provenientes del norte y las brisas marinas, que son responsables de las lluvias intensas cuando unen su efecto a las barreras orográficas.

Como puede verse en la Figura 5.2, en el área de estudio se presenta una precipitación promedio que varía de 3000 a 4000 mm anuales.

A modo de ilustración de lo señalado previamente por el Instituto Meteorológico Nacional (IMN) y que aplica de forma general para el área de estudio, en la Tabla 5.1 se presentan los datos de la estación meteorológica Limón.

De la información de la Tabla 5.1 es posible confirmar lo señalado por el IMN para la región en la que se circunscribe el área de estudio, en lo referente a que los meses de mayores precipitaciones corresponde con noviembre a enero, alcanzo los picos máximos en diciembre, periodos durante los cuales, los suelos se saturan aumentando la probabilidad de ocurrencia deslizamientos y también aumenta el caudal de los ríos, favoreciendo así el desarrollo de inundaciones fluviales en las zonas de topografía más baja.

5.3 MAPA DE INUNDACIONES DEL ÁREA DE ESTUDIO

En la Figura 5.3 se presenta el mapa de inundaciones del área de estudio derivado con la metodología descrita en la Sección 5.1 y que sigue los mismos pasos metodológicos del decreto ejecutivo no. 32967 – MINAE.

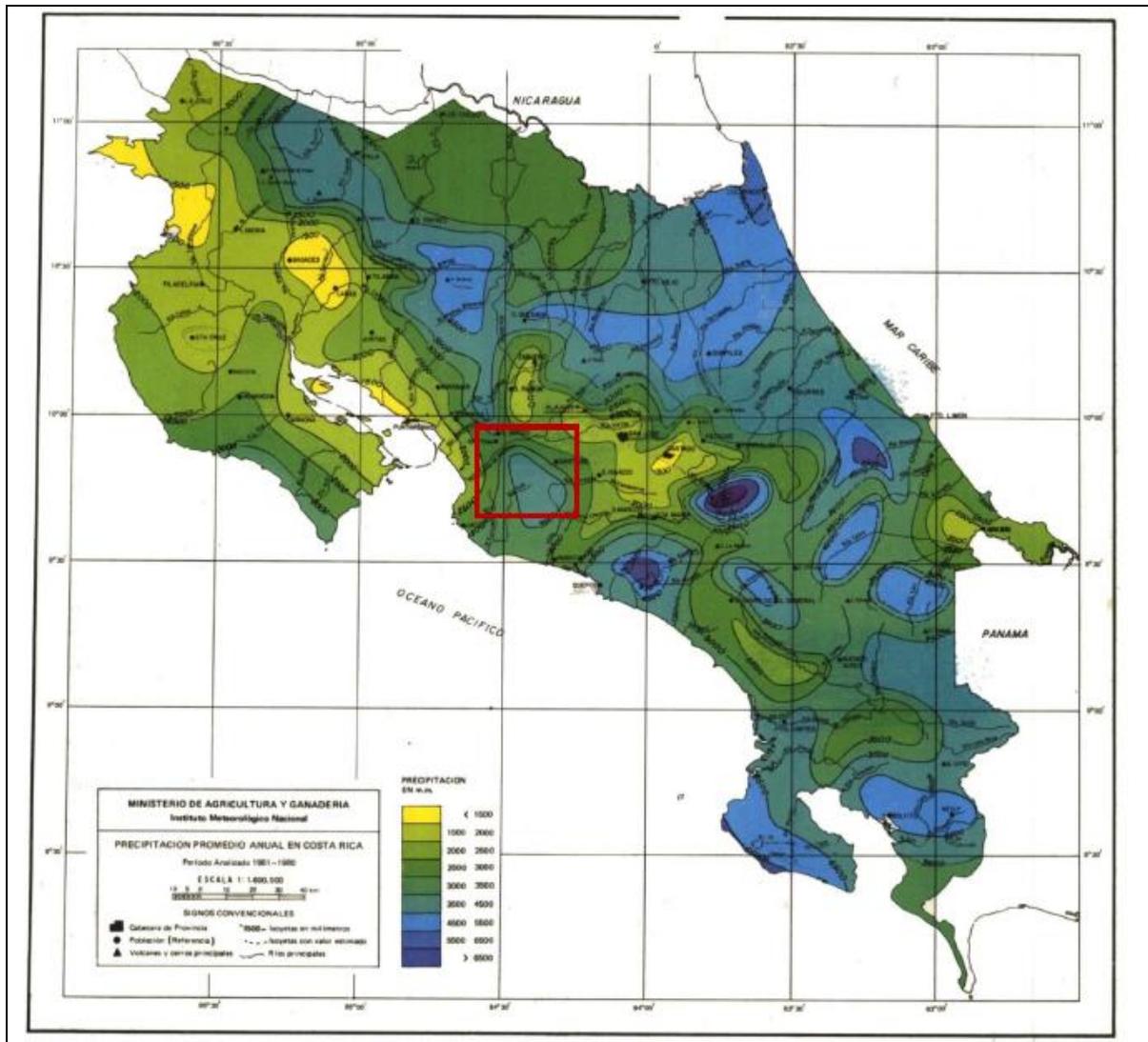


Fig. 5.2. Mapa de precipitaciones promedio anual de Costa Rica, según el Instituto Meteorológico Nacional. En el recuadro rojo se indica la localización aproximada del área de estudio.

Como puede observarse en las zonas de relieve alto del área de estudio, las zonas susceptibles a inundación, tanto en condición de alto como de moderado riesgo se presentan en los principales ríos que drenan el área, son los Ríos Jorco, Candelaria y Parrita (ver Figura 5.3).

Se recalca lo señalado en la sección 5.1, referente al tema de avalanchas y es que la casi totalidad de los cauces fluviales del área de estudio que drenan zona de relieve alto, debido a la susceptibilidad de este territorio al desarrollo de deslizamientos, son susceptibles al paso de flujos de lodo o granos (avalanchas) que canalizan dichos fenómenos geológicos pendiente abajo.

Tabla 5.1
ECAG
Estación: 3, Limón
Cantón: Limón
Ubicación: 09°57 N; 83°01 O; 5m
Tipo: Mecánica
Temperatura inicio: 01/01/1970
Fecha final: 31/12/2011

Mes	Temperatura media ° C		Precipitación total media (mm)	Promedio de días con lluvia
	Mínimo	Máximo		
Ene	20,7	28,9	319,7	19
Feb	20,7	29,1	238,6	16
Mar	21,2	29,7	206,9	17
Abr	22,0	30,1	264,8	16
May	22,8	30,4	336,2	19
Jun	22,9	30,3	290,6	19
Jul	22,6	29,7	424,1	22
Ago	22,5	30,1	301,0	19
Set	22,5	30,6	142,2	14
Oct	22,2	30,4	208,4	17
Nov	21,9	29,4	396,9	18
Dic	21,2	28,9	447,7	21

En este caso, la delimitación de la zona potencialmente afectable por el paso de la avalancha dependerá del volumen de material desprendido y el caudal del agua inmediato al momento en que ocurra, los cuales son factores de muy difícil pronóstico.

No obstante, como ya se indicó en este caso y como factor de seguridad clave, la distancia mínima que deberá respetarse entre las eventuales construcciones y el borde del cauce debería ser la que establece la Ley Forestal para las áreas de protección correspondientes.

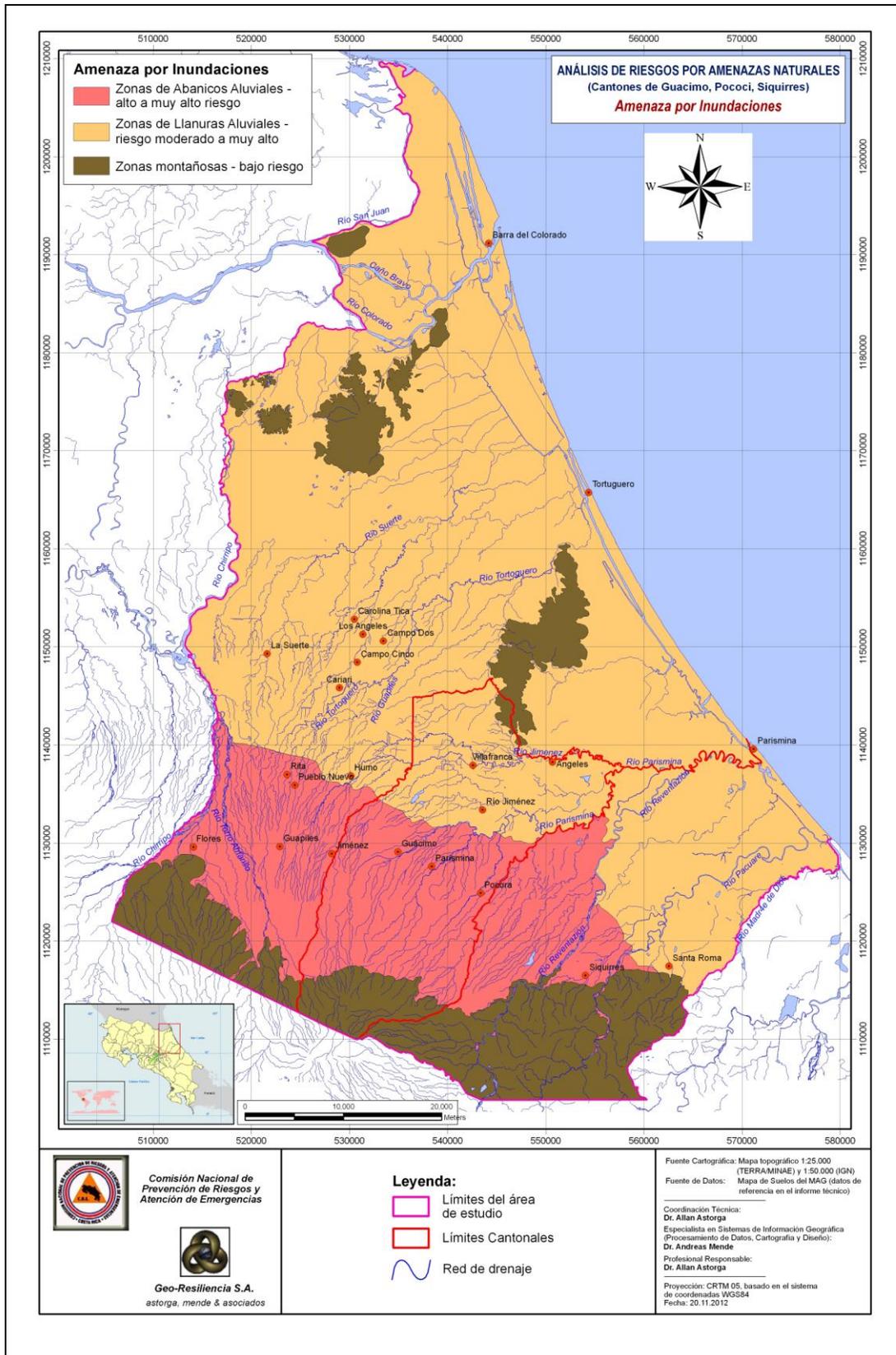


Fig. 5.3. Mapa de zonas de riesgo de inundación (alto y moderado) para el área de estudio.

Por otro lado, como se puede observar en el mapa de la Figura 5.3 las zonas más vulnerables a inundación se presentan en la porción sur del área de estudio.

Los ríos no solo son susceptibles a producir inundaciones, sino también paso de avalanchas.

En este caso, la aplicación de acciones concretas para prevenir daños a las áreas urbanas ya instaladas, en particular aquellas cercanas a los cauces fluviales, son claves (ver más adelante).

En la Tabla 5.2 se presenta el resumen de limitantes y potencialidades para las dos zonas vulnerables a las inundaciones según la metodología del decreto ejecutivo no. 32967 – MINAE.

Tabla 5.2

Resumen de limitantes y potencialidades técnicas según el IFA Geoaptitud Amenazas Naturales por Inundaciones para las dos zonas principales

UNIDAD	LIMITANTES	POTENCIALIDADES
<p>Zonas de Muy Alta Fragilidad</p>	<p>Valle de inundación inmediata de cursos de agua superficial, incluyendo su cauce principal.</p> <p>Altamente vulnerable a los procesos de erosión y sedimentación.</p> <p>Esta área puede ser sujeta a inundación fluvial, el paso de avalanchas vinculadas a deslizamientos ocurridos en la parte alta de cuenca y el desarrollo de las así llamadas “cabezas de agua” que representan torrentes y flujos lodo generados por represamientos locales durante periodos de lluvias intensas.</p> <p>Son zonas con muy severas limitantes para el desarrollo de actividades humanas, particularmente aquellas de ocupación humana permanente.</p> <p>Las obras que se desarrollen en esta zona, requieren de estudios locales geomorfológicos a fin de establecer diseños que contemplen la muy alta susceptibilidad a las inundaciones.</p>	<p>Áreas aptas para el desarrollo de zonas de cobertura boscosa.</p> <p>Las actividades agrícolas pueden ser desarrolladas, fuera de las áreas de protección forestal que establece la legislación, siempre que se tome en cuenta la vulnerabilidad del terreno a las inundaciones.</p> <p>Las actividades agropecuarias pueden ser desarrolladas siempre que se disponga de un plan de emergencia y evacuación de animales en condiciones de susceptibilidad inminente de inundaciones.</p>

UNIDAD	LIMITANTES	POTENCIALIDADES
<p>Zonas de Alta Fragilidad</p>	<p>Áreas adyacentes al Valle de inundación inmediata de cursos de agua superficial.</p> <p>Moderadamente vulnerable a los procesos de erosión y sedimentación asociados a desbordamientos extraordinarios del cauce de agua.</p> <p>Son zonas con limitantes para el desarrollo de actividades humanas.</p> <p>Las obras que se desarrollen en esta zona, requieren de estudios locales geomorfológicos a fin de establecer diseños que contemplen la alta susceptibilidad a las inundaciones.</p>	<p>Pueden ser desarrolladas actividades urbanas siempre que se tome en cuenta la condición del terreno al tema de inundaciones y se desarrollen diseños apropiados.</p> <p>Las actividades agrícolas pueden ser desarrolladas siempre que se tome en cuenta la vulnerabilidad del terreno a las inundaciones.</p> <p>Las actividades agropecuarias pueden ser desarrolladas.</p>

6. Amenaza Sísmica y fallamiento local

6.1 INTRODUCCIÓN

De acuerdo con Morales & Aguilar (1993) la amenaza sísmica corresponde con la potencial ocurrencia de un sismo destructivo, que pueda presentarse en una zona y un tiempo determinado.

Por su parte, la sismicidad es la distribución espacial y temporal de los sismos, esto es: lugar, profundidad, magnitud, hora y fecha de ocurrencia de los temblores o sismos.

Es importante señalar que, al igual el resto del país, el área central de Costa Rica, está sujeto a dos tipos de fuente sísmica principal, la primera de ellas corresponde con los sismos de originados por subducción y la segunda fuente por sismicidad intraplaca.

6.1.1 Sismicidad por subducción

Los sismos originados por el primer mecanismo, se relacionan genéticamente con la zona de subducción de placas que acontece frente a la costa pacífica de Costa Rica (Figura 6.1).

Esta zona se subdivide (de acuerdo a los autores antes citados) en dos secciones principales:

1. La zona que se extiende desde la denominada Fosa Mesoamericana, lugar donde se inicia la subducción de la Placa del Coco bajo la Placa Caribe, hasta la costa o litoral. Esta zona tiene profundidades de fuentes sísmicas que aumentan en dirección hacia la tierra, desde 5 Km. hasta los

50 Km., y con magnitudes (escala Richter) máximas esperables de hasta 7,5 grados, y que tienden a originar intensidades (escala de Mercalli) máximas de VIII al lado de la costa (excepcionalmente IX para ciertos lugares del litoral).

2. La zona que, penetrando hacia el interior del país, con profundidades entre los 50 - 100 Km., con eventos máximos esperables de magnitud (Richter) de 7,0 grados. El AP aquí analizado se localiza sobre esta zona. Para el área del Pacífico de Costa Rica, se han definido dos zonas sísmicas principales. Denominadas por MORALES (1985), como las zonas de a) Papagayo, Nicoya; b) Quepos y Golfito. En lo que sigue se da una descripción general de esas zonas en razón de su potencial como generadores de sismos fuertes.
3. La zona de Papagayo, abarca el área de la Península de Santa Elena, el Golfo de Papagayo y el Norte de la Península de Nicoya, cuyo límite meridional se correlaciona, groseramente, con la Discontinuidad de Bahía Tamarindo (Astorga, 1997).

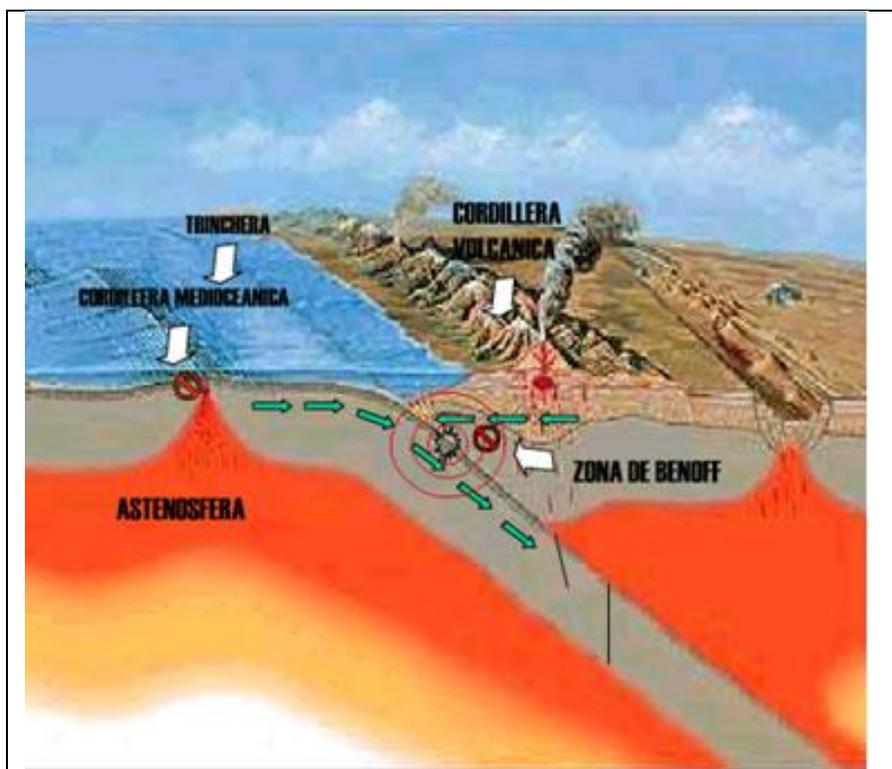


Fig. 6.1. Ejemplo del proceso de subducción de placas, como el que ocurre en el pacífico de Costa Rica.

Según Morales (1985), el último terremoto importante que se dio en esta zona fue el acaecido en Febrero de 1916 y que tuvo una magnitud aproximada de $M_s \geq 7,0$. Estudios de amenaza sísmica realizados para esta zona indican que existe probabilidad de que un evento de este tipo se repita en los próximos años.

4. Por su parte, la zona de Nicoya, se extiende desde la Discontinuidad de Bahía Tamarindo hasta el sur de la Península de Nicoya, específicamente frente al Promontorio de Herradura. MORALES (1985) delinea esta zona en función de las áreas de ruptura de los fuertes temblores de 1939 ($M_s = 7,3$) y en particular el temblor de 1959 ($M_s = 7,7$). Según este autor, esta zona no muestra un período de recurrencia estable, sino que éste oscila entre 8 y 28 años. Otros estudios de amenaza sísmica realizados en la zona, en particular por el Observatorio Vulcanológico y Sismológico Nacional de la Universidad Nacional, han señalado que existía también una importante probabilidad de que ocurriese un sismo importante en esta zona en un futuro cercano.

El terremoto del 5 de septiembre del 2012 ($M_s = 7.3$), de acuerdo a esta entidad es parte de esta liberación de energía, pero no la totalidad del misma (ver Figura 6.2).

Desde este evento sísmico en el año 1950, la energía sísmica fue acumulándose por más de 50 años en razón de la continuación del proceso de subducción de la placa de Coco abajo de la placa Caribe (9,1 cm/a), por lo cual la probabilidad de un nuevo evento sísmico de alta energía estuvo creciendo cada año. Nishenko (1989) calculó una probabilidad de 93% para un evento sísmico con una magnitud por encima de 7,4 dentro de la Península de Nicoya antes del año 2009. El sismo del 5 de septiembre del 2012 parece corresponder con el mismo. Según los datos preliminares de análisis de este sismo por parte del Observatorio Vulcanológico y Sismológico de la Universidad Nacional, la energía liberada solo representa poco más del 50 %, por lo que habría que esperar otro sismo similar o algo mayor para el futuro.

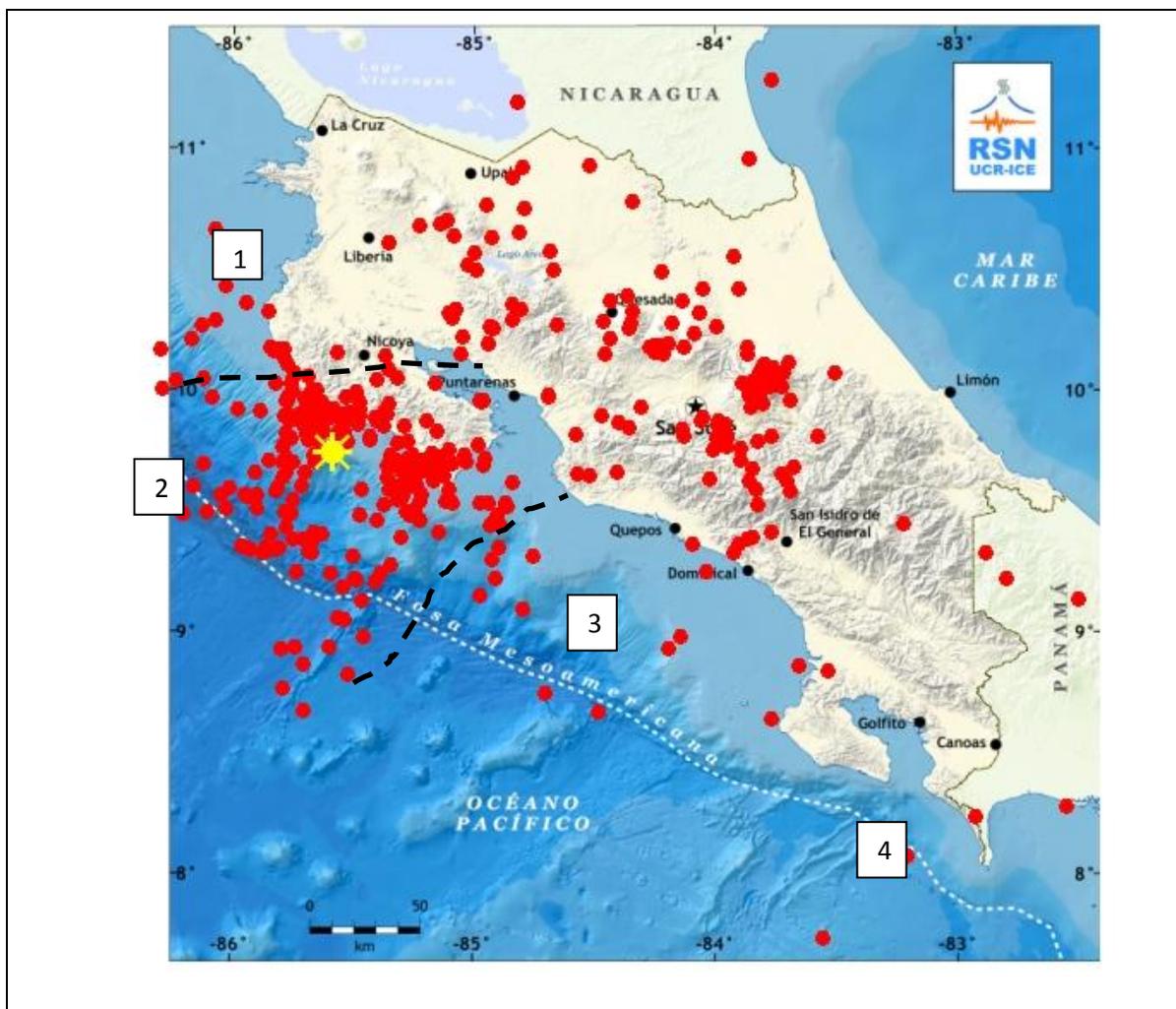


Fig. 6.2 .Mapa del sismo principal del 5 de septiembre 2012 y réplicas de sismos sentidos hasta el 17 de septiembre del 2012. Tomado de la Red Sismológica Nacional (<http://www.rsn.ucr.ac.cr/index.php/en/not/157-170912-replicas-y-sismos-localizados-del-5-al-17-de-setiembre-del-2012>).

La zona de Quepos, se extiende desde el Promontorio de Herradura hasta el sector de Quepos y la zona de la Bahía de Coronado.

En esta zona se presenta un importante acople de placas tectónicas dado que allí se subduce la Dorsal Asísmica de Cocos. El desarrollo de sismos en esta zona son frecuentes.

La Zona de Golfito, por su parte, se extiende desde la Bahía de Coronado, pasando por Osa – Golfito y Burica. Además de la zona de subducción de la Dorsal Asísmica de Cocos y el fuerte acople de placas que se presenta, en el sector de Burica, se encuentra el límite de las placas de Cocos y Nazca, que

representado por una falla transformante que se proyecta hacia la tierra como la Zona de Fractura de Panamá y que también es fuente de sismos de gran magnitud, y con una relativa frecuencia. De acuerdo a Denyer et al. (2009) en Osa, el temblor de mayor magnitud ocurrió el 5 de diciembre de 1941 (M 7,5).

Respecto a la amenaza sísmica en general, es importante considerar que el riesgo para construcciones, relacionado con sismos de alta energía, es una función directa de las características litopetrofísicas del subsuelo.

Generalmente, unidades de suelos no litificados significan un riesgo aumentado porque pueden amplificar la aceleración provocado por un sismo de alta energía. Igualmente, la capa superficial de arenas fluviales no litificadas, que forma la parte somera del subsuelo del área dispuesta para ese fin, muestra esta característica.

Por esta razón, las recomendaciones del Código Sísmico de Costa Rica (2010) deben que ser respetado **ESTRICTAMENTE** para todas las construcciones, especialmente al respecto del diseño de los cimientos y de la calidad de los materiales usados para la construcción.

Como puede concluirse, el hecho de que el área de estudio se localice dentro del ámbito directo de la Zona Norte del Pacífico de Costa , hace que pueda ser afectada por eventos importantes que pudiesen ocurrir en las mismas.

De acuerdo a Denyer et al. (2003, 2009), la totalidad de la región de estudio estuvo sujeta a solitaciones sísmicas por subducción, con intensidades máximas en el siglo XX de VI, según la escala de intensidad de Mercalli Modificada.

Esta intensidad señala lo siguiente: “*sentido por todas las personas. Se tiene dificultad para caminar. Vidrios y vajillas se quiebran. Libros y objetos son lanzados de los estantes. Los muebles son desplazados o volcados*”.

Es importante señalar que en territorio como el área de estudio un sismo de esa intensidad, en las zonas de relieve llano, debido a las condiciones geológicas y geomorfológicas que se presentan, podría provocar licuefacción y

asentamientos, así como procesos nuevos de inestabilidad en particular en las áreas más susceptibles ya identificadas en este estudio.

Es de destacar además, que este fenómeno podría ser agravado notablemente si el sismo se produce durante un periodo en que los suelos se encuentren saturados, como podría ser los meses de diciembre a enero.

Estos aspectos deben ser tomados muy en cuenta al momento de valorar nuevos usos del suelo para construcciones o en su defecto la condición de vulnerabilidad de construcciones ya existentes.

Debido a que la cercanía del sector sur del área de estudio, se presenta en la Tabla 6.1 se resumen los sismos históricos más importantes originados en este sector o sus cercanías, y que han generado efectos significativos en las poblaciones del Valle Central.

Por su parte, en el mapa de la Figura 6.3 se muestran la ubicación de los epicentros de esos sismos históricos para el área central del país.

6.1.2 Sismicidad de fuentes intraplaca

Por su parte, los mecanismos de tipo intraplaca corresponden con las fallas geológicas activas que se pueden encontrar en los alrededores o dentro del área de estudio.

Desde una perspectiva regional, la principal fuente de sismicidad intraplaca corresponde con el Sistema de Falla Transcurrente de Costa Rica que atraviesa y origina el Valle Central (Astorga et al., 1989, 1991, 1995; Morales & Aguilar, 1993).

Estos últimos autores señalan que *“la principal fuente sísmica que amenaza a las poblaciones del Valle Central corresponde con el Sistema de Falla Transcurrente de Costa Rica, en donde diferentes sistemas de fallas geológicas son capaces de generar temblores de magnitud moderada (Magnitudes entre 5 y 6.5)”*

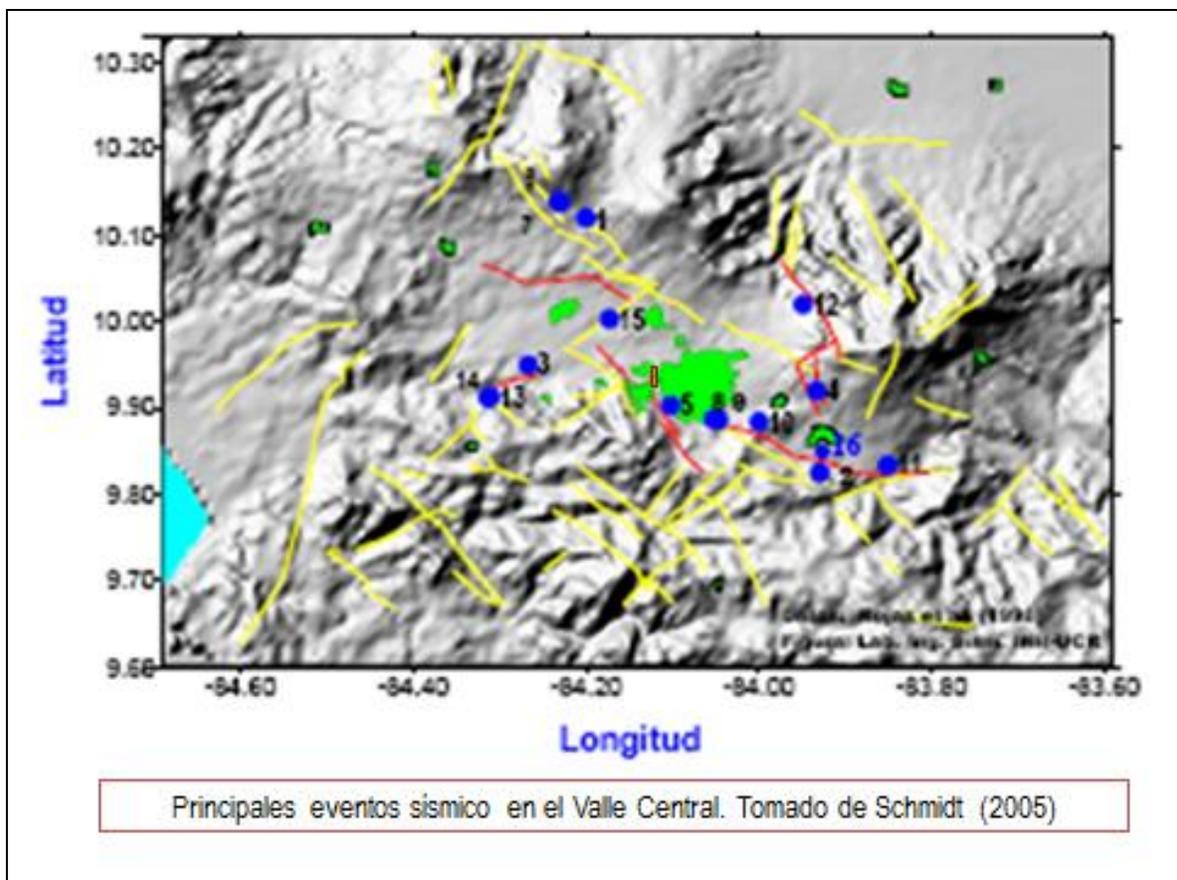


Fig. 6.3. Mapa de localización de epicentros sísmicos históricos del Valle Central y alrededores. Tomado de Schmidt et al. (2005).

Los autores indicados, señalan que esos sismos (ver por ejemplo Tabla 6.1), “que por tener su hipocentro a poca profundidad (menores de 20 kilómetros), afectan un área relativamente pequeña, pero con mucha intensidad (VII a IX), generalmente fuerte sacudidas del suelo con aceleraciones que pueden exceder del 50 % de la gravedad, y que al coincidir con sitios poblados causan daños severos”

Posiblemente, el evento sísmico más importante que se ha dado históricamente en las cercanías del área de estudio corresponde con el denominado Terremoto del Golfo de Nicoya (Red Sismológica Nacional, 1991). Este evento, cuyo epicentro se localizó 17 Km al este de Cabuya (Península de Nicoya), originado en el año 1990, tuvo una Magnitud de 7,0 (escala de Richter) y una profundidad de 17 Km.

Tabla 6.1
Sismos históricos de magnitudes significativas con epicentros
en el Valle Central o sus alrededores (cf. Schmidt et al., 2005)

Número Fig. 6.1	Nombre	Año	Magnitud Ms	Daños
1	Sismo de Barva	1772	5.5	El sismo daño iglesia de Barva.
2	Sismo de Cartago	1834	5.2	No se reportaron daños.
3	Sismo de Alajuela	1835	5.4	Pocos daños en Alajuela.
4	Sismo de Cartago	1841	5.8	Primera destrucción de Cartago; 38 personas murieron.
5	Sismo de Alajuelita	1842	5.4	Daños en Alajuelita.
6	Sismo de Fraijanes	1851	5.5	Daños importantes en Alajuela, San José y Cartago.
7	Sismo de Fraijanes	1888	5.8	Afectó fuertemente las ciudades de Alajuela, Heredia y San José.
8	Sismo del Tablazo	1910	5.0	Daños en San José.
9	Sismo del Tablazo	1910	5.2	Daños en Desamparados y San José.
16	Sismo de Cartago	1910	6.4	Severa destrucción de Cartago, 600 personas murieron.
Fuera del mapa	Sismo de Toro Amarillo	1911	6.1	Deslizamientos, fracturamiento del suelo, destrucción en Toro Amarillo.
Fuera del mapa	Sismo de Sarchí	1912	6.2	Sarchí fue severamente destruido, 15 personas murieron.
10	Sismo de Tres Ríos	1912	5.2	Daños en Tres Ríos.
11	Sismo de Paraíso	1951	5.2	Paraíso fue grandemente afectado por este evento.
12	Sismo de Patillos	1952	5.8	Grandes daños en el flanco oeste del volcán Irazú; 21 personas murieron.
Fuera del mapa	Sismo de Toro Amarillo	1955	5.5	Gran destrucción en Bajos del Toro, evacuación del pueblo; 10 personas murieron.
13	Sismo de Piedras Negras	1990	6.0	Piedras Negras de Guácimo, tres muertos y muchos daños.
14	Sismo de Piedras Negras (réplica)	1990	5.1	Daños en la Guácima de Alajuela.

Otras fuentes de sismicidad intraplaca que tienen relación con el área de estudio han sido señaladas por Montero (1994), Denyer et al. (2003) y Schmidt et al. (2005).

Los periodos de recurrencia para los temblores dañinos o destructivos (terremotos) del Valle Central, son variables (Morales & Aguilar, 1993).

En general, señalan dichos autores, oscilan entre 30 +/- 10 años, pero dependiendo de la zona en particular dentro del Valle Central, estos periodos pueden ser mayores o menores.

Indican que *“temblores fuertes provenientes de la zona de subducción en la región frente a las costas de Guanacaste, pueden llegar a sentirse en el Valle Central con intensidad de Mercalli de VII, lo cual no causa daños mayores. Lo mismo sería válido para temblores fuertes provenientes de la zona de Osa – Golfito, de la zona de fractura de Panamá o de Limón”*. Indican, que *“la distancia atenúa la sacudida de las ondas sísmicas y se filtran los periodos cortos, predominando un periodo más largo, sensible para los edificios altos”*.

Otras fuentes de sismicidad intraplaca que tienen relación con el área de estudio, han sido señaladas por Denyer et al. (2003, 2009).

Según los autores citados, algunas fallas locales ubicadas fuera del área de estudio, pero en sus cercanías, fueron reactivadas durante el enjambre de temblores de Pococí, entre mayo y junio de 1990, donde los temblores de mayor dimensión fueron de magnitudes 4.5 y 4.8.

El denominado terremoto de Piedras Negras o de Alajuela, ocurrido el 22 de diciembre de 1990 (Magnitud 5.7), se originó en la denominada Falla del Río Virilla que también se localiza fuera del cantón del área de estudio, pero que produce efectos en su territorio.

6.2 AMENAZA SÍSMICA PARA EL ÁREA DE ESTUDIO

Con respecto a la amenaza sísmica se deben tomar en cuenta dos aspectos diferentes:

- Por un lado, como ya se mencionó, la ubicación del área de estudio dentro de la unidad morfotectónica del antearco con un alto grado de actividad sísmica, relacionado con la subducción de la placa oceánica de Cocos debajo de la placa Caribe. Esto implica un aumento del riesgo con respecto a la amenaza por eventos sísmicos de alta energía provocados por el mismo proceso de subducción.
- En este sentido, es importante considerar que el riesgo para construcciones, relacionado con sismos de alta energía, es una función directa de las características litopetrofísicas del suelo y el subsuelo superior (ver Schmidt et al., 2005).
- Por otro lado, la presencia de fallas geológicas activas dentro del área de estudio que, en el caso de presentarse, representan una fuente de riesgo adicional por la posibilidad de que se dé ruptura en superficie.

6.2.1 Factor de Amenaza por fallas geológicas activas

Las fallas geológicas locales que se presentan en el área de estudio, en caso de estar activas, no solo son una posible fuente de ondas sísmicas, sino que, si están cerca de la superficie, pueden producir un fenómeno de ruptura en ésta, provocando daños a las obras que puedan localizarse sobre su traza o en sus inmediaciones (ver Figura 6.4).

Astorga et al. (1989, 1991, 1995) y Denyer et al. (2003) presentan las principales fallas geológicas identificadas para el área de estudio.

La descripción y el marco neotectónico de las principales fallas son descritas por Astorga et al. (1989, 1991, 1995) y Denyer et al. (2003).

En el mapa de la Figura 6.5 se presenta el mapa Neotectónico del área de estudio, que integra esa información previa y otra más reciente para este trabajo.

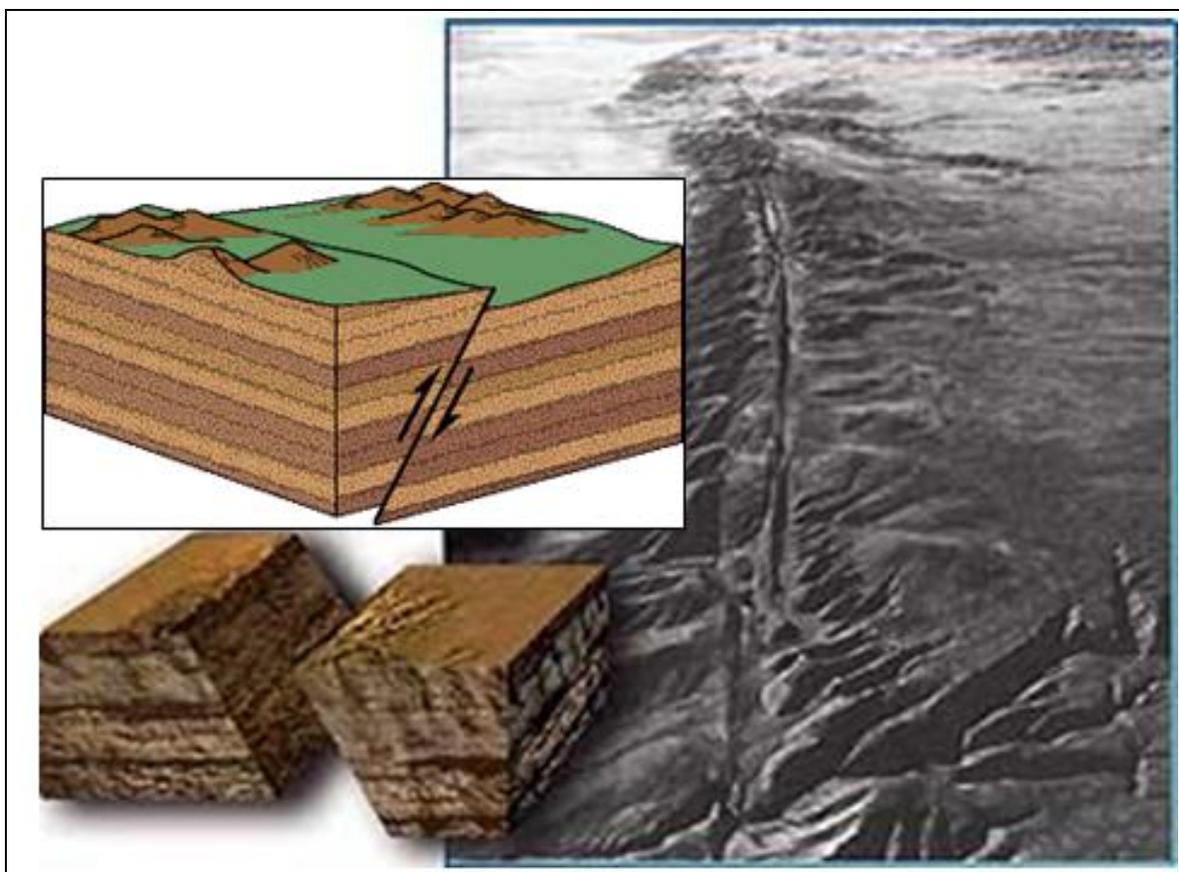


Fig. 6.4. Ilustración básica que muestra el proceso de movimiento simple (tipo inverso) que produce una falla geológica que llega a hasta el suelo y que puede provocar una zona de ruptura en superficie.

En este mapa se han integrado los datos sobre fallas geológicas generados por otros autores previamente, así como las fallas geológicas identificadas como producto del estudio geológico y geomorfológico realizado por este estudio técnico.

A la información de las fallas geológicas incluidas en el mapa de la Figura 6.5 se han sobrepuesto los datos sísmicos de sismicidad instrumental registrados por la Red Sismológica Nacional de Costa Rica y de la Red Sismológica de América Central.

Se han incluido los sismos de diversas magnitudes desarrollados a profundidades someras, es decir, a menor de 20 kilómetros bajo la superficie.

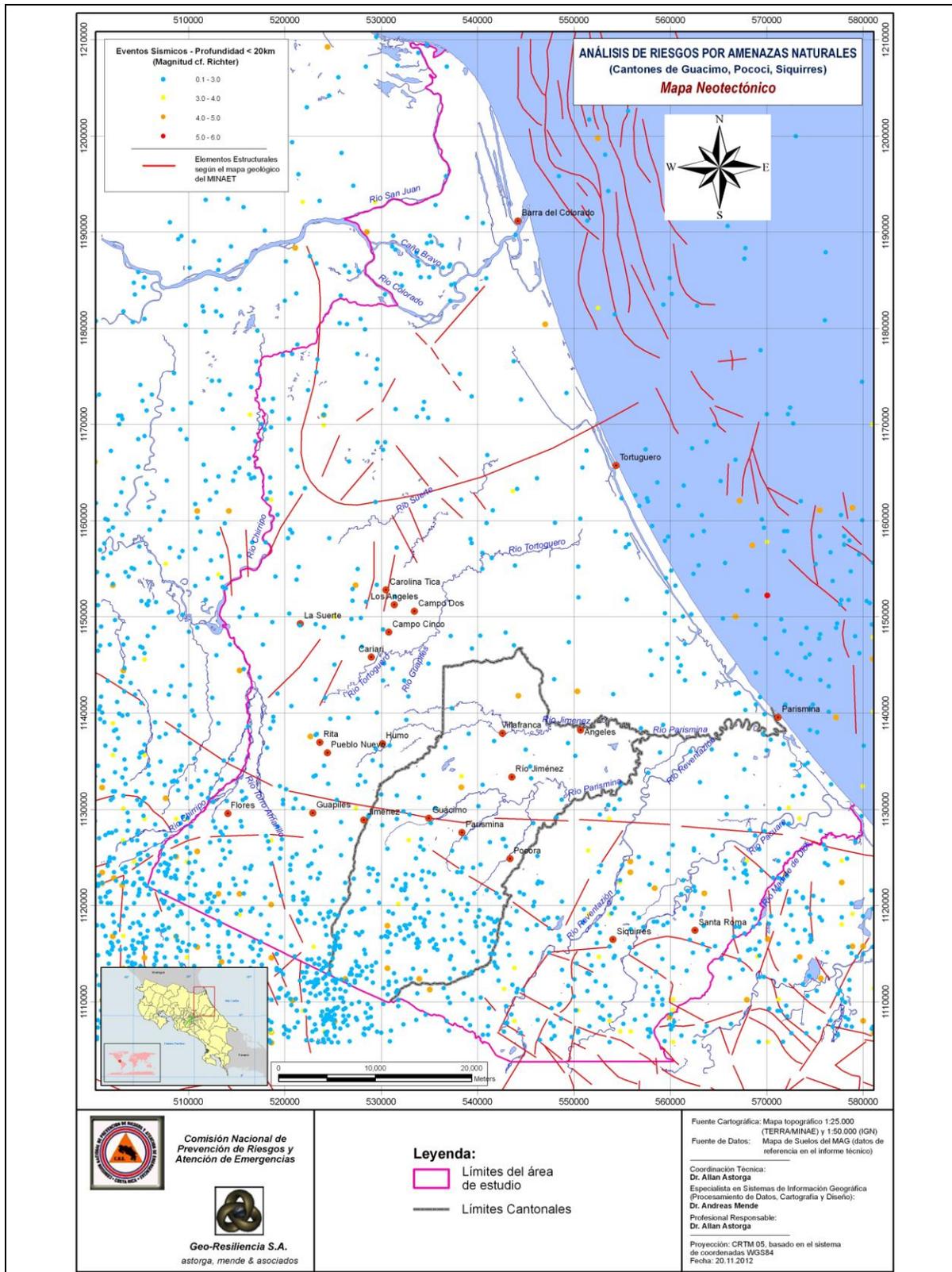


Fig. 6.3. Mapa neotectónico que incluye sistema de fallas geológicas activas y potencialmente activas del área de estudio.

Los principales criterios utilizados para las fallas geológicas incluidas en el área de estudio, son los siguientes:

- Alineamiento geomorfotectónico: clara existencia de un alineamiento morfológico que muestra la presencia de un notable elemento estructural que delimita los cambios de relieve de la zona. Este elemento indica la existencia de una posible falla geológica y para su detección es particularmente relevante el modelo digital del terreno.
- Alineamiento geomorfotectónico local: se presentan alineamientos de serranías, así como de valles aluviales y eventualmente, de cauces de cursos de agua de diferente dimensión.
- Escarpe tectónico local: en algunos tramos, donde el trazo de la falla controla una serranía, se desarrollan, laderas de alta pendiente (hasta 80°) alineadas que representan escarpes tectónicos asociados a la falla.
- Criterio geológico: basado en el hecho de que la falla representa cambios en los tipos de rocas aflorantes o en su defecto en la estructura de las mismas.

En el mapa de la Figura 6.3 las fallas geológicas incluidas, se circunscriben dentro de 3 grupos principales:

1. Fallas geológicas regionales (longitudes mayores de 20 Km).
2. Fallas geológicas locales (longitudes menores de 20 Km).
3. Fallas regionales establecidas por Denyer et al. (2003, 2009).

Para todas las fallas geológicas incluidas en el mapa neotectónico, los resultados de los estudios geológicos y geomorfológicos realizados en este estudio, así como los datos aportados por otros autores citados previamente se concluye que las mismas califican como fallas ACTIVAS o POTENCIALMENTE ACTIVAS. En la Figura 6.4 se presenta el mapa de elementos estructurales según Denyer et al. (2003).

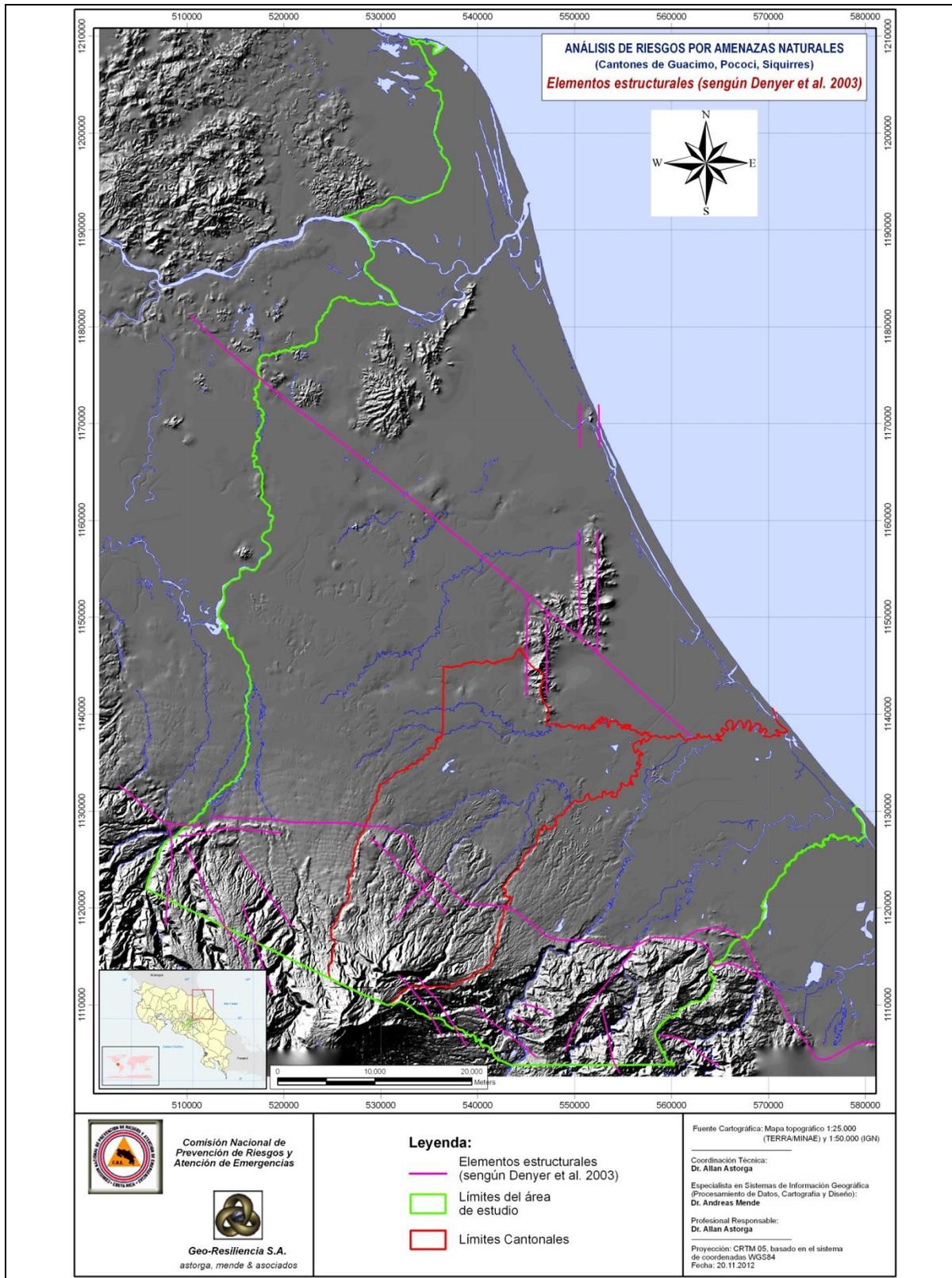


Fig. 6.4. Mapa neotectónico que incluye sistema de fallas geológicas activas y potencialmente activas del área de estudio.

Como consecuencia de lo anterior, y de conformidad con los datos del Decreto Ejecutivo No. 32967 – MINAE, estas fallas son susceptibles de establecer una zona de seguridad de 50 metros a ambos lados de la traza de falla hasta tanto se realice un estudio neotectónico para cada falla.

7. Suelos y capacidad de uso de la tierra

7.1 INTRODUCCIÓN

La incorporación del tema de suelos, desde el punto de vista de su potencial agrícola y de capacidad de uso de la tierra, como parte del ordenamiento territorial y de la introducción de la variable ambiental en el mismo, según la metodología usada de referencia aquí como lo es la del decreto ejecutivo no. 32967 - MINAE, cumple una serie de objetivos básicos, como son:

1. Considerar el tema de suelo, desde la perspectiva de la Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelos.
2. Darle un valor de fragilidad ambiental y que las limitantes técnicas derivadas del tema suelo, sean consideradas a la hora de hacer planificación de uso del suelo, y en nuestro caso particular, considerarla en la identificación de fuentes de amenazas naturales.
3. Desarrollar, por medio de un sistema ágil y rápido, en consideración de los otros temas considerados en la metodología de los IFA, las variables básicas para capacidad de uso de la tierra e integrar los resultados como parte de la planificación territorial.

La metodología de los IFA no pretende sustituir los estudios de suelos o edafológicos especializados que se puedan hacer en un territorio dado. Por el contrario, representan una aproximación más general, a fin de que el tema sea considerado como un factor ambiental a considerar como parte de la variable ambiental.

Desde el punto de vista de la metodología, se consideran dos aspectos fundamentales en lo referente a suelos y el ordenamiento territorial.

El primero de ellos corresponde con los tipos de suelo presentes. Estos datos de suelo se obtienen a partir de los mapas nacionales elaborados por el Ministerio de Agricultura principalmente.

El segundo factor, corresponde con la Clase de Categoría de Capacidad de Uso de la Tierra. Sobre este tema, es importante recalcar que a nivel internacional existe un estándar que clasifica las tierras en ocho diferentes categorías, identificadas con números romanos del I al VIII. En nuestro país, la metodología se formalizó a nivel nacional desde el año 1995 por medio de un decreto ejecutivo conjunto publicado por el Ministerio del Ambiente y el Ministerio de Agricultura.

La metodología de Capacidad de Uso de la Tierra utiliza 14 factores o variables para su elaboración. Varias de esas variables, como la pendiente, el tipo y espesor de suelo, el drenaje y otras, como la zona de vida y las condiciones climáticas, se toman en cuenta como parte proceda previamente en los mapas de geología y geomorfología.

En razón de esto, es que con la aplicación de la metodología de los IFA se puede generar de una forma relativamente rápida mapas de las clases de capacidad de uso, los cuales se complementan y verifican con mapas del mismo tema elaborados a mayor escala.

La metodología, debido a la escala en que trabajo, para planificación de uso del suelo, no incluye categorías de capacidad de uso menores al nivel de las clases. Esto debe hacerse con estudios de menor escala y más detallados.

El mapa de IFA basado en suelos, es un mapa útil en la medida que se obtiene en un tiempo relativamente corto y con un costo bajo, una visión sobre cuáles son los terrenos con potencial agrícola (clases I – IV), los que tienen más limitaciones para el desarrollo agrícola (clases V – VI) y los que no permiten el desarrollo de actividades agrícolas o agropecuarias y que más bien son de aptitud forestal o para la conservación (clases VII y VIII).

Además de indicar la extensión de estas unidades en el mapa y darles una calificación de fragilidad, lo más importante es que introduce limitantes técnicas

que deberán ser tomadas en cuenta a la hora de tomar decisiones sobre el uso del suelo en esos territorios en análisis.

Para los fines del presente estudio, obtener a esa visión sobre el potencial agrícola y la capacidad de uso de las tierras del territorio en análisis resulta importante de comparar, respecto a la susceptibilidad a las amenazas naturales a fin de establecer acciones concretas para disminuir la vulnerabilidad de las comunidades en condición de riesgo.

7.2 TIPOS DE SUELOS

En la Figura 7.1 se presenta el mapa de tipos de suelos del área de estudio, según la información disponible en el Ministerio de Agricultura y Ganadería.

Como se puede observar se presentan los siguientes tipos taxonómicos de suelos:

- **Entisoles.**
- **Histosoles.**
- **Inceptisoles.**
- **Ultisoles, y**
- **Alfisosoles.**

También se presenta una zona donde no se presentan datos debido a la cobertura urbana.

En la Figura 7.2 se presenta una ilustración que muestra el significado que tienen los rangos de pendientes señalados, según la metodología ya estandarizada por la metodología oficial antes citada.

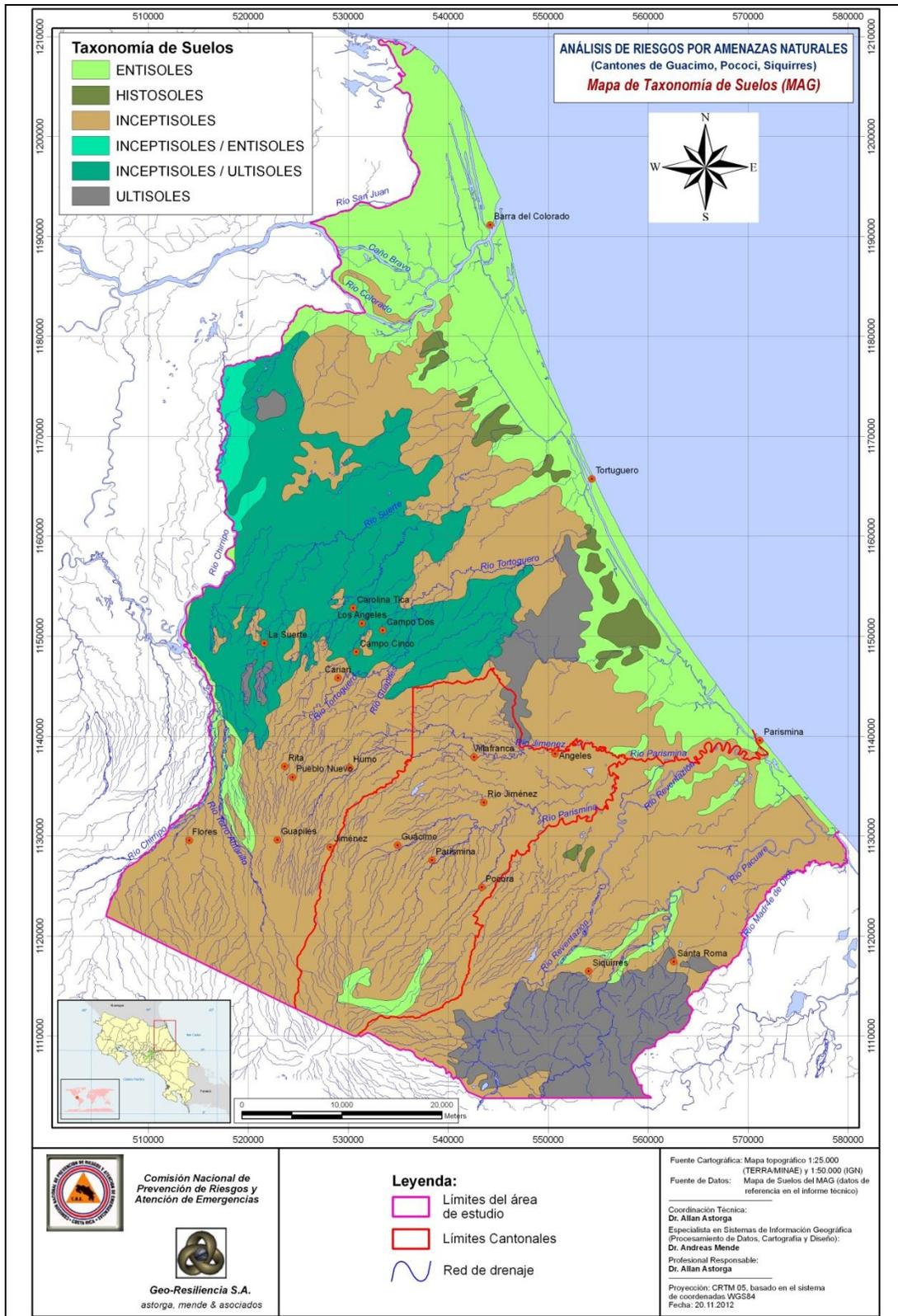


Fig. 7.1. Mapa con tipos taxonómicos de suelos según órdenes, del área de estudio (según información del Ministerio de Agricultura y Ganadería).

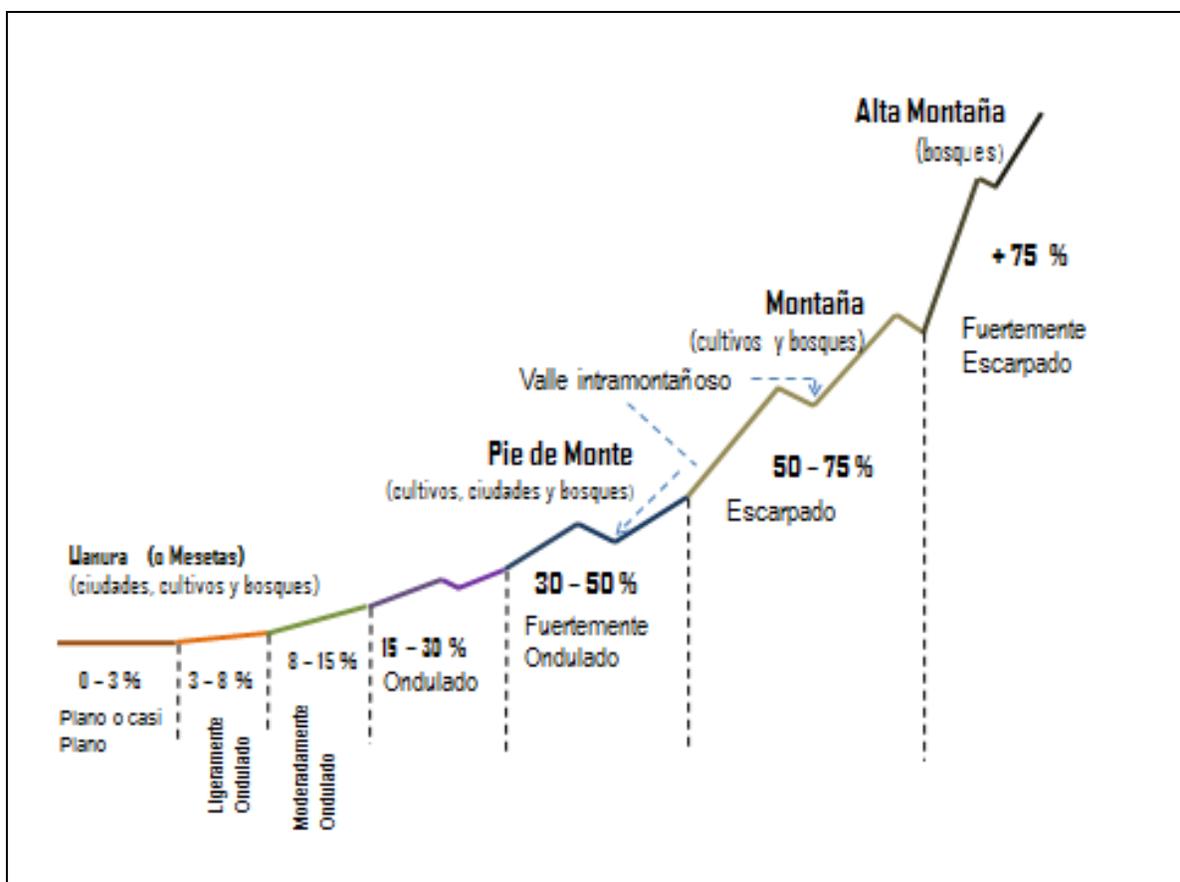


Fig. 7.2. Ilustración básica que muestra los tipos de pendiente y su nombre oficial según la metodología estandarizada por los ministerios de Ambiente y Agricultura desde el año 1995.

Como puede observarse del análisis de las figuras 7.1 y 7.2 y para los fines prácticos del presente estudio, más que la caracterización edafológica de esos suelos presentes, resulta relevante considerar las condiciones de pendiente en que los mismos se presentan.

Debe notarse que los suelos presentes en condiciones escarpadas (50 a 75 % de pendiente) se presentan en gran parte del área de estudio, lo cual es un indicador de las condiciones de susceptibilidad de esos terrenos a los procesos de erosión.

Inclusive, los suelos presentes en condiciones onduladas, debido a las limitantes de las formaciones geológicas en que se presentan, tienen ciertas limitantes desde el punto de vista de susceptibilidad a procesos erosivos.

En la Tabla 7.1 se presenta la distribución general de los órdenes de suelo presentes, según ciertos factores descriptivos. Esto según la información del Ministerio de Agricultura y Ganadería.

Tabla 7.1
Descripción general de órdenes taxonómicos de suelos presentes en el área de estudio, según el Ministerio de Agricultura y Ganadería

ORDEN	FACTOR	DESCRIPCIÓN
VERTISOLES	Distribución, extensión y uso	<p>Los Vertisoles se encuentran en las zonas planas y depresionales del Pacífico Seco de Costa Rica, en el cual la duración de la estación seca es de 4 a 6 meses. Su extensión es muy limitada (2% del país), pues se circunscriben a esas zonas depresionales y a posiciones similares en la parte occidental del Valle Central (Santa Ana, Pozos, Lindora, Ciruelas).</p> <p>A pesar de su elevado riesgo de inundación, estos suelos son intensamente utilizados en agricultura, y en el Valle Central están siendo incluidos en desarrollo urbanísticos.</p> <p>El principal cultivo que se siembra en los Vertisoles es el arroz bajo el sistema inundado, o como arroz de secano durante la estación lluviosa. Cuando se dispone de riego y con un buen sistema de manejo de la humedad del suelo, es factible sembrar caña de azúcar, sorgo, melón, soya, algodón, y otros productos hortícolas como chile picante o tomate para salsa. En general, la siembra de especies arbóreas, incluyendo forestales, no es abundante ni recomendable en este tipo de suelos dado que su crecimiento es muy lento debido a la poda de raíces durante la estación seca y a los excesos de humedad durante la época lluviosa. A pesar de que algunos de estos suelos están cubiertos con pasturas, el manejo de las mismas es muy difícil y la producción animal es baja.</p>
	Origen	Para que se origine este tipo de suelo es necesaria la confluencia de ciertos factores: una zona depresional que impida el buen drenaje, los materiales ricos en Si, Ca y Mg que se acumulan y una estacionalidad muy definida.
	Propiedades mineralógicas	Las condiciones anteriormente mencionadas propician la formación de arcillas 2:1 del tipo montmorillonítico. De todos los tipos de arcilla, estas son las más ricas en Si y las que presentan las propiedades coloidales más acentuadas. Entre partícula y partícula de montmorillonita quedan láminas contiguas de Si, que no forman puentes de H ni ningún otro tipo de enlace entre sí, lo que ocasiona que permanezcan en forma bastante individual, sean muy pequeñas y se hidraten entre capas de manera abundante, ilimitada y reversible. Esto las convierte en arcillas de tipo expandible con una gran superficie específica, características de alta cohesión, adhesividad, plasticidad y capacidad para retener agua, aunque desde un punto de vista agrícola el agua disponible

ORDEN	FACTOR	DESCRIPCIÓN
		para el cultivo sea baja. Debido a sus reacciones de contracción y expansión, las cuales dependen de su contenido de humedad, estos suelos afectan negativamente las labores agrícolas y la instalación de obras de ingeniería.
	Propiedades físicas	<p>La mayoría de los Vertisoles tiene menos de un metro de profundidad, generalmente son de color oscuro, presentan poca diferenciación de horizontes y textura arcillosa. Al inicio de las lluvias, cuando los suelos están agrietadas, el movimiento vertical del agua ocurre a través de las aperturas, con lo que las arcillas del subsuelo se expanden rápidamente sellando el sistema. Bajo estas circunstancias los suelos resultan prácticamente impermeables y por lo tanto, se inundan. Además, al secarse lo hacen en forma extrema, formando bloques masivos que se fracturan en grandes grietas que afectan obras de infraestructura como canales de riego, cercas postes de alumbrado, etc.</p> <p>La mecanización resulta una práctica difícil y onerosa, dependiente de los límites de consistencia y del contenido de humedad.</p>
	Propiedades nutricionales	<p>Son suelos fértiles, con un pH alto, elevados contenidos de Ca y Mg y que pueden presentar condiciones adecuadas para el suplemento de elementos cuando se adicionan materiales orgánicos. Sin embargo, bajo condiciones de riego por inundación, la adición de residuos orgánicos provoca la reducción de Fe y Mn, elementos que pueden llegar a niveles tóxicos para la mayor parte de los cultivos.</p> <p>En general, se considera que sus limitantes productivas son esencialmente físicas y no nutricionales. Las arcillas 2:1 presentan gran capacidad de retención de cationes en sus superficies externas e internas, especialmente de K y NH₄, lo que ocasiona un comportamiento particular de esos dos elementos a los cuales hay que prestar especial atención en su manejo. El K, además, por los grandes contenidos de Ca y Mg puede encontrarse en condiciones desbalanceadas que ejerzan un efecto antagónico y dificulten su absorción por las plantas, especialmente si sus niveles son bajos.</p> <p>En las condiciones de estos suelos, el P disminuye su solubilidad al ligarse al Ca; sin embargo, debe recordarse que dentro de los diferentes tipos de fosfatos presentes en los suelos, los fosfatos de Ca son los más fáciles de solubilizar. Debido al elevado pH, los contenidos de elementos menores catiónicos son bajos y pueden llegar a constituirse en una limitante importante para el crecimiento de las plantas.</p>
	Manejo	<p>Fertilizaciones de mantenimiento del cultivo, atendiendo con énfasis particular los niveles de K y de Zn, constituyen el manejo nutricional básico en estos suelos. También, está muy documentada la respuesta a S. La utilización de pesticidas debe ser cuidadosamente planeada cuando se efectúan rotaciones de cultivos debido a que algunos de ellos pueden ser atrapados entre las micelas arcillosas durante el primer</p>

ORDEN	FACTOR	DESCRIPCIÓN
		<p>cultivo y liberados cuando se riega durante el segundo ciclo. Gracias a los proyectos hidroeléctricos en la Región de Guanacaste abre la posibilidad de riego de los Vertisoles, labor que requiere de una alta inversión en infraestructura y de un programa de investigación y adopción de tecnología que permita utilizar el agua en forma rentable y sostenida.</p>
<p>ALFISOLES Y ULTISOLES</p>		<p>A estos dos órdenes de suelos pertenecen los suelos más viejos y meteorizados del país. Las diferencias entre Alfisoles y Ultisoles son químicas y se establecen en el subhorizonte, por lo que en términos agrícolas prácticos, puede considerarse que presentan una capa arable muy semejante. Frente al manejo intensivo estos dos tipos de suelos comienzan a mostrar mayores diferencias entre sí, presentando los Ultisoles los problemas nutricionales más acentuados. En todo caso, los Alfisoles presentan subhorizontes más básicos y, particularmente, en Costa Rica, se presentan en ambientes más secos.</p>
	<p>Distribución, extensión y uso</p>	<p>En el país, estos órdenes abarcan una gran área, aproximadamente un 31% del país (21% Ultisoles, 10% Alfisoles), sin embargo, no todos están en uso y, por lo general, se consideran de integración marginal a la producción agropecuaria. Durante la expansión ganadera de los años setenta, estos suelos fueron los más utilizados en pastos para la producción de ganado de carne, considerándose ésta como una práctica degradativa que por abandono posterior de los potreros, ha conducido a la sucesión de charrales, tacotales y bosques secundarios. En estos suelos se produce prácticamente toda la piña del país, además de cítricos, mango, aguacate, palmito, tubérculos, raíces, caña de azúcar, etc. en el Pacífico Sur se están estableciendo grandes plantaciones cafetaleras y de Gmelina arborea para producción de pulpa, ambas con fuertes limitaciones nutricionales. En el caso de los Ultisoles, el problema de acidez puede reducirse mediante el encalado con lo que se aumenta su fertilidad, o a través de la selección de especies, variedades o cepas tolerantes a la acidez y a bajo contenido de P.</p> <p>Los Ultisoles se encuentran en la Zona Norte (Sarapiquí, San Carlos, Cutris) en el Sur (Pérez Zeledón, Buenos Aires y en las regiones fronterizas con Panamá) y en las estribaciones de la Cordillera de Talamanca, tanto hacia el Pacífico como hacia el Atlántico.</p> <p>Las áreas principales de Alfisoles se ubican en la Península de Nicoya, y en asocio con los Vertisoles de la llanura de desborde del río Tempisque. En esta zona las plantaciones forestales de <i>Tectona grandis</i>, <i>Bombacopsis quinatum</i> y <i>Gmelina arborea</i> se han desarrollado favorablemente, a la par de pequeñas plantaciones de café. Otros Alfisoles se presentan en el Pacífico Central (Grecia, Atenas, Orotina, San Mateo) en fincas pequeñas de frutales (mango, marañón, tamarindo, caimito) y quintas de recreación.</p> <p>En cualquiera de los casos, estos suelos “rojos” ocupan por lo</p>

ORDEN	FACTOR	DESCRIPCIÓN
		general, las partes altas de las cuencas y las posiciones más altas de las pendientes, o sea, aquellas zonas que no han estado sujetas a proceso alguno de rejuvenecimiento, y por el contrario han estado sometidas a constante lixiviación.
	Origen	<p>Estos suelos se originan por el movimiento vertical del agua por períodos prolongados en condiciones de alta temperatura sobre prácticamente casi cualquier tipo de material parental. Su principal característica es la formación de un horizonte argílico o sea de acumulación de arcilla iliviada (que migra del horizonte superficial al profundo). Para que la lixiviación ocurra con intensidad, la precipitación debe ser más elevada que la evapotranspiración potencial en condiciones de drenaje libre, esto es que la tabla de agua debe encontrarse muy profunda y separada de la superficie. Este proceso conlleva la pérdida de cationes mono y divalentes (Na, K, Ca y Mg) con la acumulación de cationes tri y tetravalentes como el Al, Fe y Si. La coloración de estos suelos se debe principalmente al grado de hidratación del Fe el cual, en su forma oxidada, confiere tonalidades pardo rojizas o rojizas en las pares cóncavas del relieve, y en su forma hidratada da cabida a los colores pardo amarillentos y amarillentos en las depresiones convexas de estos paisajes.</p> <p>El principal criterio para clasificar estos suelos como Ultisoles y Alfisoles es la presencia de un horizonte argílico y/o kándico subsuperficial, en el primer caso bajo condiciones ácidos (trópicos húmedos), y en el segundo, de neutras a básicas (trópico húmedo seco).</p>
	Propiedades mineralógicas	Mineralógicamente, presentan predominancia de arcillas 1:1 (principalmente caolinita) y óxidos de Fe y Al. Aunque estos materiales son finos, la formación de puentes de H en las 1:1, propicia que las partículas se agreguen entre sí dando estructuras más desarrolladas. Estas a su vez se recubren de óxidos y constituyen un tipo de partícula de mayor tamaño que es conocida como "pseudoarena".
	Propiedades físicas	La presencia de agregados estables en estructuras granulares confiere a estos suelos una condición física excelente, en particular, en lo que se refiere a sus drenajes naturales. Sin embargo, si existen prácticas de manejo como sobrepastoreo o una mecanización intensiva que modifiquen estas características naturales las condiciones físicas pueden deteriorarse irreversiblemente. El encalado de estos suelos, si bien favorece las condiciones de fertilidad, en exceso también puede conducir a incrementar su erosión al favorecer la defloculación de las arcillas. Estos efectos, desde el punto de vista de productividad, son mucho más acentuados en Ultisoles que en Alfisoles pues se unen a su pobreza nutricional creándose un ambiente edáfico poco amistoso para las raíces de la planta.
	Propiedades nutricionales	Desde el punto de vista nutricional, las buenas condiciones de agregamiento de estos suelos representan condiciones ideales

ORDEN	FACTOR	DESCRIPCIÓN
		<p>para la lixiviación de nutrimentos, especialmente las bases (Ca, Mg, K) lo que conduce a acentuados problemas de acidez. Además, los materiales arcillosos de estos suelos al unirse unos con otros, restringen su superficie específica y ofrecen una muy pobre capacidad de intercambio de cationes efectiva, lo que determina su muy baja fertilidad. Al ser suelos ácidos, aparte de los problemas directos de toxicidad de Al y en menor grado de Mn, también presentan problemas de disponibilidad de P por fijación del mismo al Fe y al Al. Como no se presentan buenas condiciones para la acumulación de materia orgánica, y los nitratos se pierden muy fácilmente por lavado, la disponibilidad de N es siempre baja. Muchos de los microelementos son solubles en medios ácidos, lo que permite su pérdida por lavado; sin embargo, en suelos viejos y expuestos a mucho lavado, por lo que es común que se encuentren en niveles de insuficiencia.</p>
	Manejo	<p>Un encalado prioritario que contemple tanto el suplemento de Ca como el de Mg, así como la selección de germoplasma tolerante a condiciones ácidas, generalmente, es la acción inicial que debe practicarse en estos suelos. La fertilización abundante y fraccionada de NPK sostiene la producción en dichos suelos, cuando se contempla la adición de elementos menores en el momento oportuno. Prácticas de fertilización orgánica ligadas a encalado pueden también ser una fuente importante de nutrimentos y de mejoramiento de las propiedades físicas alteradas por el mal manejo.</p>
INCEPTISOLES	Origen y distribución	<p>En Costa Rica los Inceptisoles están ampliamente distribuidos. Existe una buena cantidad de ellos en zonas ligeramente onduladas y planas y su origen proviene del efecto de meteorización que sufren los sedimentos aluviales, coluviales y coluvioaluviales depositados cuando permanecen sin recibir nuevos aportes por un cierto período de tiempo. Si en estas situaciones se produce una condición de mal drenaje por la presencia de una tabla de agua muy superficial, estos Inceptisoles se clasifican como aquepts, que son suelos importantes en los primeros 100 m de elevación del país. Cuando el agua es salobre, además, se puede encontrar un horizonte, sulfhídrico bajo vegetación de mangle lo que permite clasificarlos como Sulfaquepts. Este gran grupo es importante pues en esos terrenos se explota el mangle, se crían camarones y de ellos se extraen sal. Las inceptisoles de zonas aluviales planas o casi planas son los suelos de mayor potencial agrícola en Costa Rica y entre ellos se destacan los valles de los ríos Tempisque, Bebedero, Tárcoles, Parrita, Térraba, Sierpe y Coto, en el Pacífico, y Matina, Reventazón, Parismina, Pacuare, Estrella y Sixaola, en el Atlántico.</p>
	Extensión y uso	<p>Por el origen relativamente reciente de la mayoría de los materiales parentales, este orden de desarrollo incipiente es muy abundante (alrededor de un 39% del territorio nacional) y se encuentra distribuido por todo el país, generalmente en una forma asociada a los otros órdenes, de modo que es común encontrar toposecuencias que incluyan Inceptisoles con características típicas de otras clases como: líticas,</p>

ORDEN	FACTOR	DESCRIPCIÓN
		<p>fluvénticas, ándicas, vérticas u óxicas. Como son suelos con características poco acentuadas, igualmente son suelos poco problemáticos (excepto aquellos que presentan mal drenaje) que permiten una amplia gama de actividades de producción agropecuaria, entre las que se pueden mencionar: la mayor parte del banano y la palma de aceite que se produce en el país, la caña de azúcar, el cacao, el café, los granos básicos, ganadería en todas sus formas, bosques de producción y recientemente se han incorporado los cultivos no tradicionales tales como: mango, aguacate, melón, pimienta y raíces y tubérculos, flores, tropicales, etc.</p>
	Propiedades	<p>Las características químicas y mineralógicas cambian según sea el origen de estos suelos, no hay predominancia de ningún material en especial, y en general, lo que se encuentra en ellos son mezclas de varios tipos de arcillas y minerales primarios. Todas las otras propiedades, de igual manera, se presentarán en condiciones intermedias, o alteradas por procesos intergradacionales que originan tendencias de tipo esmectítico, alofánico, orgánico u oxidico.</p>
	Manejo	<p>Los Inceptisoles mal drenados en los cuales se instalan plantaciones comerciales requieren de prácticas de avenamiento, las cuales son económicamente viables siempre y cuando la frecuencia de inundaciones sea baja. Desde el punto de vista nutricional, en la Zona Atlántica se han identificado dos grandes paisajes, a saber, los Inceptisoles del Atlántico Norte desarrollados a partir de materiales volcánicos depositados en forma aluvial, que se diferencian de los Inceptisoles del Atlántico Sur por su menor respuesta al K, ya que los últimos se forman a partir de materiales calcáreos. En los Inceptisoles de regímenes ústicos de Guanacaste, es común encontrar respuesta a la aplicación de S y Zn especialmente en el cultivo del arroz. Los Inceptisoles de los Valles de Pacífico Sur pueden presentar problemas de toxicidad de Cu generadas en el pasado por aplicaciones masivas de este elemento en el cultivo del banano, que constituyó durante varias décadas, junto con el cacao, el cultivo principal en esta zona. El uso de fertilizantes en estos cultivos fue limitado. Hoy en día estas áreas se siembran con palma de aceite, con fertilizante y con sistemas de drenaje</p>

Fuente: http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/suelos-cr.html

7.3 CAPACIDAD DE USO DE LAS TIERRAS

El sistema de cartografía de la "Capacidad de Uso de las Tierras", establecido por el MAG – MIRENEM (1994), fue utilizado como la base metodológica, y según lo establecido en el Decreto Ejecutivo No. 32967 – MINAE.

Para la aplicación en el marco de la metodología de IFA las ocho clases de "Capacidad de Uso" I - VIII del sistema del MAG - MIRENEM fueron reagrupados en los 5 niveles del Índice de Fragilidad Ambiental (IFA) de acuerdo con el esquema presentado en la Tabla 7.2

Por su parte en la Tabla No. 7.3 se presenta una explicación de las diferentes categorías.

Tabla 7.2

Esquema de reagrupación de las siete clases de "Capacidad de Uso" I - VII del sistema del MAG "Capacidad de Uso de las Tierras" a los 5 niveles del Índice de Fragilidad Ambiental (IFA)

Capacidad de Uso (MAG)	IFA Edafaptitud
VII, VIII	I (muy alto)
V, VI	II (alto)
IV	III (moderado)
III	IV (bajo)
I, II	V (muy bajo)

Tabla No. 7.3
Limitantes y potencialidades por capacidad de uso de la tierra

CLASE	POTENCIALIDADES	CAPACIDAD DE USO DE LA TIERRA	LIMITANTES PARA LA ACTIVIDAD AGRÍCOLA
I	Suelos profundos poco pedregosos y con buen drenaje, sin problemas de toxicidad, salinidad o inundación además de ser poco susceptibles a sufrir erosión hídrica	Agrícolas, pecuarias o forestales.	POCAS O NINGUNA.
II	Suelos profundos de fertilidad media. Relieve ligeramente ondulado con pendiente entre el 3 y el 8%	Agrícolas, pecuarias o forestales con implementación de prácticas sencillas de manejo y conservación de suelos.	LEVES: Erosión leve, suelo ligeramente pedregoso, toxicidad y salinidad leves, riesgo de inundación leve y viento moderado.
III	Suelos moderadamente profundos de fertilidad media Relieve moderadamente ondulado con pendientes entre el 8 y el 15%	Cultivos anuales restringidos con uso de prácticas INTENSIVAS de manejo y conservación de suelos.	MODERADAS: Erosión leve, suelo moderadamente pedregoso, salinidad leve, toxicidad moderada, riesgo de inundación y viento moderados. Drenaje extremo, moderadamente lento o excesivo.
IV	Suelos moderadamente profundos de fertilidad media Relieve moderadamente ondulado con pendientes entre el 8 y el 15%	Cultivos anuales restringidos con uso de prácticas MUY INTENSIVAS de manejo y conservación de suelos.	FUERTES: Suelo pedregoso, toxicidad moderada y salinidad leve, riesgo de inundación y viento moderados. Drenaje extremo, moderadamente lento o excesivo.
V	Relieve moderadamente ondulado a ondulado con pendientes entre el 8 y el 30%. El amplio rango de pendientes permite el desarrollo controlado de otras actividades diferentes a la agricultura.	Pasto o manejo de bosque natural.	SEVERAS: Erosión moderada, suelos poco profundos, fuertemente pedregosos y de muy baja fertilidad, toxicidad fuerte y salinidad moderada, riesgo severo de inundación y condiciones de viento fuerte.
VI	Suelos moderadamente profundos. Creación de bosques artificiales para entrelazar parches de bosque natural	Producción forestal y cultivos permanentes frutales y café sin embargo estos últimos requieren prácticas INTENSIVAS de manejo y conservación de suelos.	SEVERAS: Erosión severa y relieve fuertemente ondulado por lo que no se recomiendan especies forestales que puedan acelerar los procesos de erosión hídrica, tales como la Teca (<i>Teutona grandis</i>) y la Melina (<i>Gmelina arborea</i>), fuertemente pedregosos y de muy baja fertilidad, toxicidad fuerte y salinidad moderada, riesgo de inundación y condiciones de viento moderados.
VII	Creación de corredores biológicos	Manejo de bosque natural y regeneración natural de bosque	MUY SEVERAS: Erosión severa y relieve escarpado, suelos poco profundos, fuertemente pedregosos y de muy baja fertilidad, toxicidad y salinidad fuertes, riesgo de inundación muy severo y condiciones de viento fuertes.
VIII	Creación de corredores biológicos	Protección de belleza escénica, áreas de recarga acuífera así como flora y fauna.	MUY SEVERAS: Cualquier categoría de parámetros limitantes.

Fuente: Análisis con base en el Decreto No.23214-MAG-MIRENEM, publicado en la Gaceta No.107 del 06 de junio de 1994.

7.4 APLICACIONES PRÁCTICAS

Como se puede observar de los mapas de las figuras 7.1 y 7.3 presentados, resulta evidente que el área de estudio presenta importantes limitaciones por factor edafológico.

Las áreas que presentan suelos con capacidad de uso de la tierra del tipo VII, es decir, de APTITUD FORESTAL, debido a sus condiciones de pendiente escarpada (pendientes mayores del 50 %) representan una extensión muy amplia del área de estudio.

Lo anterior quiere decir que esas zonas, en su condición natural debería estar cubiertas por bosques naturales, pese a ello, como se analiza más adelante esto no es así, sino que tienen tipos de usos del suelo diferentes al que su capacidad de uso de la tierra establece.

Este factor, representa un elemento catalizador que contribuye grandemente en la condición de susceptibilidad de la zona a los procesos de erosión y de deslizamientos.

Como se ha visto hasta aquí, ya de por sí, la zona presenta limitadas condiciones geológicas y geomorfológicas, a lo que se suman condiciones climáticas de precipitaciones altas, así como fuertes pendientes. Si a esto se suma el hecho de que el suelo no se utiliza según su capacidad de uso, sino que se dan actividades que incrementan las condiciones de susceptibilidad a las amenazas naturales, es claro que el resultado final que se tiene es una condición como la ya descrita hasta ahora.

Se debe recordar que, desafortunadamente, en el área de estudio se dio un intenso proceso de deforestación a lo largo de los siglos XIX y XX, aspecto que deberá ser revertido en el futuro.

8. Uso actual del suelo

8.1 INTRODUCCIÓN

El mapa de uso actual del suelo representa un mapa muy importante en el proceso de diagnóstico de vulnerabilidad de comunidades y, en general, de actividades humanas, respecto a las amenazas naturales.

Este mapa de uso del suelo, se elabora por medio de fotointerpretación de imágenes aéreas recientes.

En el caso del área de estudio, como se mencionó previamente, se han utilizado las ortofotos del Programa de Regularización y Catastro obtenidas por el Gobierno de Costa Rica en el año 2008.

A fin de seguir una metodología estandarizada para diferenciar los diferentes usos del suelo, el mapa de uso actual del suelo de la zona de estudio, se ha elaborado según los lineamientos del Decreto Ejecutivo No. 32967 – MINAE, publicado en La Gaceta No. 85 del 4 de mayo de 2006, como parte del Manual de Instrumentos Técnicos de Evaluación de Impacto Ambiental de Costa Rica.

Como parte de la metodología indicada, en el mapa de uso actual del suelo, se separan tres tipos de categorías principales, a saber:

- a) áreas urbanizadas y sus diferentes categorías,
- b) áreas de cultivo y sus diferentes categorías y
- c) áreas de cobertura vegetal y sus diferentes categorías.

En la Tabla 8.1, se presenta un ejemplo de los tipos de categorías de uso del suelo para la componente de Índice de Fragilidad Ambiental (IFA) por Bioaptitud que establece el Decreto Ejecutivo antes citado.

Tabla 8.1
Categorías de uso del suelo y zonas de fragilidad ambiental según la metodología del Decreto Ejecutivo no. 32967 - MINAE

Categorías:	Tipologías de uso y condición de fragilidad ambiental				
	1	2	3	4	5
Tipo de cobertura biótica	Bosques primarios, humedales y áreas de protección absoluta por la legislación vigente I (muy alto)	Bosques secundarios II (alto)	Bosques secundarios en recuperación III (moderado)	Potreros arbolados o cultivos agroforestales IV (bajo)	Pastos, áreas de cultivo, zonas de uso antrópico V (muy bajo)
Categorías de manejo	Parques nacionales. Reservas biológicas.	Humedales. Monumentos naturales.	Reservas forestales. Zonas protectoras. Refugios nacionales de vida silvestre.	Zonas de amortiguamiento de áreas protegidas, definidas como un espacio geográfico de 500 metros desde sus linderos	Zonas sin restricción de uso desde el punto de vista de recursos biológicos
Corredores Biológicos y conectividad	Corredores biológicos ocupado por bosques primarios y secundarios	Corredores biológicos ocupados por bosques secundarios en recuperación	Zonas de conectividad de corredores biológicos ocupados por actividades humanas diversas	Zonas de restricción parcial por la cercanía (hasta 500 metros) de corredores biológicos y conectividad	Zonas sin restricción desde el punto de vista de corredores biológicos y conectividad

Fuente: Decreto Ejecutivo No. 32967 (MINAE).

El uso de la metodología planteada, además de seguir un sistema estandarizado, permite generar un mapa de uso del suelo actual que tiene gran utilidad para las municipalidades del territorio en cuestión, respecto al trabajo a realizar para la elaboración de las propuestas de planes reguladores o de ordenamiento territorial.

8.2 USO DEL SUELO

Como se ha indicado el mapa se ha genera como producto de una fotointerpretación detallada de las fotos del Programa de Regularización y Catastro, con verificación general de datos de campo.

Como se puede observar en la Tabla 8.2, se trata de un área de una extensión considerable razón por la cual el trabajo realizado ha sido muy amplio y ha llevado una considerable cantidad de tiempo.

No obstante, el producto generado, y disponible en el Sistema de Información Geográfico, resulta fundamental para la realización de análisis de vulnerabilidad a las amenazas naturales, que es el objetivo último del presente estudio.

Tabla 8.2
Tipos de usos del suelo para el área de estudio

Usos del Suelo
Zonas Urbanizadas
Cultivos (anuales y/o permanentes)
Uso Mixto (Pastos, cultivos y árboles)
Otras Plantaciones de árboles
Pastos
Áreas boscosas
Charales y bosques muy degeneradas
Plantaciones de coníferos
Áreas sin datos (nubes)

8.3 RED VIAL Y DESARROLLO URBANO

La información de la red vial, actualizada con las fotos del 2008, es importante para conocer los diferentes accesos que tiene el territorio y puede tener repercusiones en lo que puede ser el desarrollo urbano futuro de la zona, lo cual tiene una consecuencia directa en lo referente a la gestión del riesgo.

Este mapa es de trascendental importancia para el objetivo del presente estudio, en la medida de que representa el inventario más actualizado posible, de la infraestructura de ocupación antrópica existente en el área de estudio, incluyendo no solo áreas de residencia o de trabajo, sino también la red de infraestructura vial existente en la zona.

El mapa, debido al grado de detalle de las fotos del Programa de Regularización y Catastro se elabora en una escala muy detallada.

La sobreposición de esta información sobre los diferentes tipos de mapas temáticos, permite obtener una idea básica sobre las condiciones de vulnerabilidad y riesgo existentes en el espacio geográfico en análisis.

8.4 DESARROLLO URBANO Y PENDIENTE

Un ejemplo útil del mapa de diferentes tipos de categorías de uso del suelo del área de estudio, lo representa el mapa en el que se hace una sobreposición del mapa de red urbana sobre el mapa de pendientes, según la metodología estandarizada utilizada para capacidad de uso del suelo.

El análisis detallado de este mapa, permite obtener unas observaciones importantes respecto a la existencia de comunidades y construcciones en zonas de pendientes significativas. Este dato, combinado con datos geológicos y geomorfológicos, resulta relevante para identificar, comunidades vulnerables a amenazas por deslizamientos.

8.5 ÁREAS BOSCOSAS

La identificación de zonas con cobertura vegetal es importante de analizar, a fin de compararlo con los mapas de pendientes y particular con los mapas de capacidad de uso de la tierra.

La sobreposición de dichos mapas y su comparación analítica, permite identificar “zonas de conflicto de uso”, o de “sobreuso actual”, como por ejemplo, áreas de alta pendiente y de aptitud forestal, que no presentan cobertura boscosa y que por tanto, los hace susceptibles a fenómenos de desestabilización como procesos erosivos o deslizamientos.

Como puede notarse, la identificación de éstas áreas de sobreuso permite incluir en los planes reguladores de los cantones analizados, planes correctivos y de mejoramiento ambiental, y como lo establece la legislación vigente en el país.

8.6 ÁREAS DE CULTIVO

La identificación de estas zonas, y su análisis comparativo, con otros mapas temáticos, permite identificar, en primer lugar, áreas de cultivo que pueden ser vulnerables a diferentes tipos de amenazas naturales, así como áreas de cultivos que presentan “conflictos de uso” en razón de que están en desequilibrio con respecto a su condición ambiental. Estas áreas representan el 8.8 % del total del territorio analizado.

8.7 ÁREAS DE PASTO

Nuevamente es de recalcar la relevancia que tiene la identificación de estas zonas de “conflicto de uso” a fin de, en primer lugar, identificar las comunidades humanas que pudiesen estar en condiciones de riesgo debido a las circunstancias descritas y, en segundo lugar, como ya se mencionó, para hacer concienciación

en los habitantes de las zona y de las autoridades locales, y también nacionales, de la importancia de incorporar en los planes de ordenamiento territorial, locales, subregionales y nacionales, lineamientos concretos que lleven a revertir la situación planteada.

Esto a fin, de mejorar las condiciones de equilibrio ambiental del territorio y con ello disminuir la vulnerabilidad de las comunidades del mismo.

9. Inventario Social

9.1 INTRODUCCIÓN

En lo que sigue, se presentan los datos de caracterización social de los cantones que conforman el área de estudio.

Esta información representa un resumen del inventario de comunidades que se presentan en el espacio geográfico en análisis.

Como parte de la información que se desarrolla para cada cantón se sintetizan datos sobre aspectos históricos y demográficos de cada cantón, según los datos del último censo realizado en el país por el Instituto Nacional de Estadística y Censos.

La información que aquí se presenta, se complementa con los datos cartográficos que se presentan en el Capítulo 8, referente a los mapas de uso del suelo que se han podido elaborar en virtud de las ortofotos facilitadas por el Programa de Regularización y Catastro del Gobierno de Costa Rica. En la Figura 9.1 se presenta el mapa de cantones y distritos que conforman el área de estudio. Tal y como se ha mencionado previamente, y se describe en lo que sigue, existe un desarrollo asimétrico respecto a los distritos de los diversos cantones del área de estudio.

Los distritos del sector sur (en el caso de Guácimo), presentan las mayores concentraciones de población. Mientras tanto, los distritos de la parte central y norte del área de estudio presentan concentraciones de población bastante reducidas, pero dispersas a lo largo del todo el territorio.

Desde el punto de vista de evaluación de vulnerabilidad a las amenazas naturales esta circunstancia de baja cantidad de población resulta un factor positivo, no obstante, el hecho de que se encuentre dispersa a lo largo de la relativamente extensa red de caminos, dificulta el desarrollo de medidas correctivas.

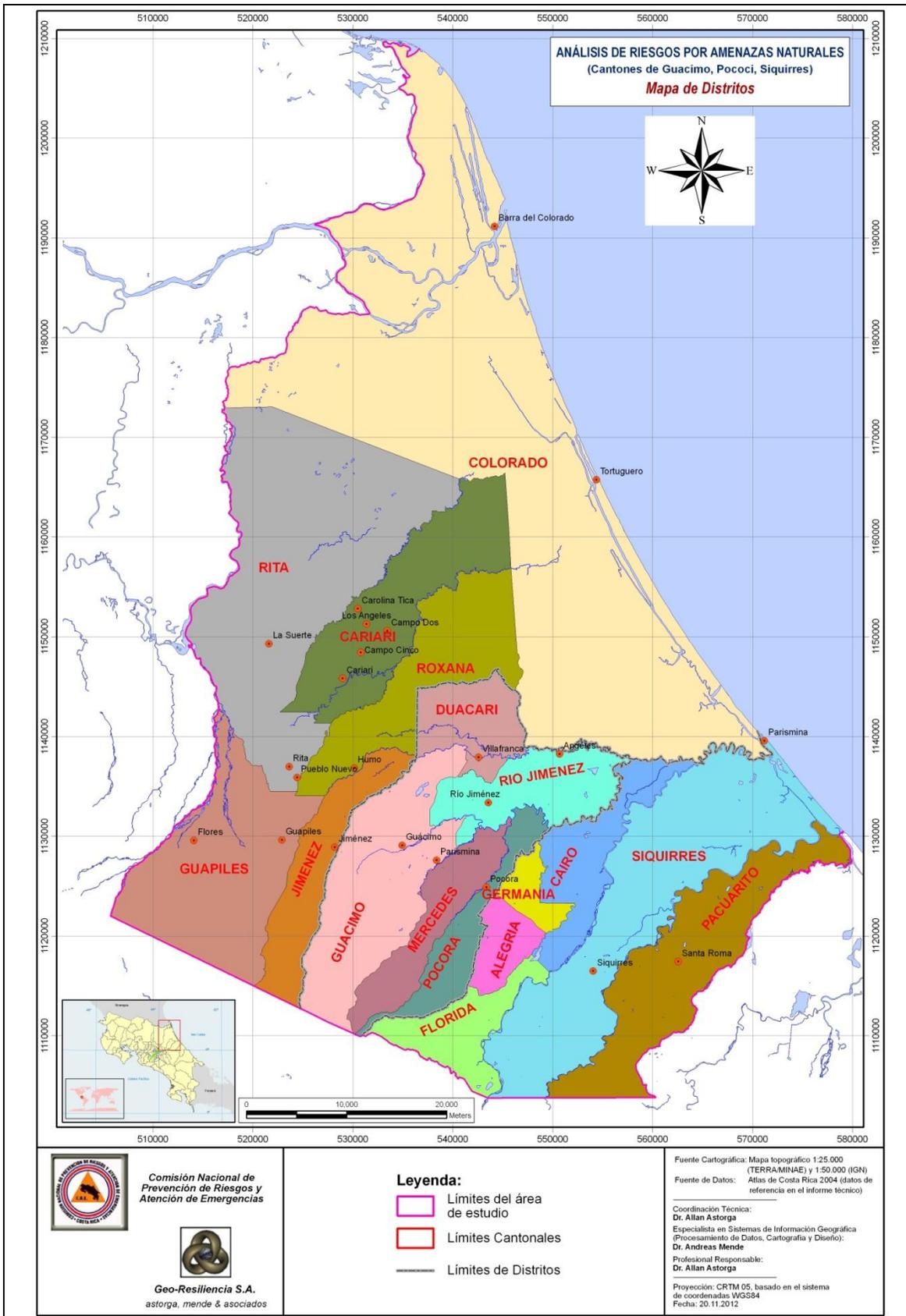


Fig. 9.1. Mapa de cantones y distritos que conforman el área de estudio.

9.2 CANTÓN DE GUÁCIMO

9.2.1 Introducción

En éste apartado se presentará información histórica, socio-demográfica, de vivienda y económica de la población del Cantón de Guácimo, para lo cual consultaron distintas fuentes de información, entre las que destacan:

- El sistema de consulta en línea de Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) referente al X Censo Nacional de Población y del VI Censo Nacional de Vivienda, 2011 (<http://www.inec.go.cr>)
- Ministerio de Cultura y Juventud, para obtener datos del patrimonio histórico que existe en la totalidad del Cantón.
- El Museo Nacional para la identificación de los sitios arqueológicos registrados en el Cantón de Guácimo.
- El Área de Salud de Guácimo de la Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS), donde se consultó el Análisis de Situación Integral de Salud (ASIS).

9.2.2 Datos Históricos

En la época precolombina el territorio que actualmente corresponde al cantón de Guácimo formó parte de la provincia “Suerre”, habitada por indígenas del llamado grupo de los huetares, que en los inicios de la Conquista fueron dominios de los caciques “Camaquiri” y “Cocorí”. El nombre del cantón se debe a que en el sitio donde se empezó a formar el incipiente poblado alrededor de la Estación de ferrocarril en la Línea Vieja del Caribe, existió un frondoso árbol de guácimo, por lo que sus vecinos decidieron asignarle esa denominación al lugar. (IFAM, 2004).

Las fechas más relevantes en la historia del cantón se reseñan en el cuadro N° 9.1:

CUADRO N° 9.1. CANTÓN GUÁCIMO: FECHAS RELEVANTES EN LA HISTORIA CANTONAL

Año	Acontecimiento
1883	Como parte de la construcción de la línea férrea se crea el poblado conocido actualmente como "Línea Vieja"
1914	Se crea la primera escuela del lugar
1966	Se erige la parroquia en advocación a la Inmaculada Concepción de María
1971	Se le confiere el título de "villa" al poblado de Guácimo y se crea el cantón
1974	Se crea el Colegio Técnico Profesional Agropecuario de Guácimo

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del atlas cantonal del IFAM (Noviembre, 2012)

Por otra parte, en lo que a patrimonio se refiere, en el Cantón de Guácimo se tienen registradas 3 infraestructuras como patrimonio histórico-arquitectónico del país, cuyos detalles se presentan en el cuadro N° 9.2:

CUADRO N° 9.2. CANTÓN GUÁCIMO: INFRAESTRUCTURAS CON DECLARATORIA DE PATRIMONIO HISTÓRICO-ARQUITÉCTONICO DE COSTA RICA

Infraestructura	Ubicación	Datos declaratoria	Valor patrimonial
Antiguo tramo de línea férrea Cabañas y Toro Amarillo	Distrito Guácimo	Fecha 06/12/1991 Decreto N° 20876-C La Gaceta N° 234	Antigüedad, científico, histórico
Puente ferroviario sobre río Guácimo	Distrito Guácimo 10°12'28.25"N 83°40'40.38"O	Fecha 14/06/2012 Decreto N° 37158-C La Gaceta Alc.N°77, N°115	Antigüedad, científico, histórico
Puente ferroviario sobre río Guácimito	Distrito Guácimo 10°12'30.56"N 83°40'43.71"O	Fecha 03/05/2012 Decreto N° 37087-C La Gaceta Alc.N°57, N°85	Antigüedad, científico

Fuente: Ministerio de Cultura y Juventud. Sistema de consulta en línea del Centro de Conservación del Patrimonio Cultural, Histórico y Arquitectónico de Costa Rica (<http://www.patrimonio.go.cr>). Noviembre 2012

En lo concerniente a sitios arqueológicos, según la información recopilada en el Museo Nacional, en el Cantón de Guácimo se tienen registrados 48 sitios, los cuales se detallan en el cuadro N° 9.3:

Cuadro N° 9.3. CANTÓN GUÁCIMO: SITIOS ARQUEOLÓGICOS REGISTRADOS POR EL MUSEO NACIONAL DE COSTA RICA

Nombre del Sitio	Clave de registro	Ubicación		Hoja Cartográfica	Tipo de Sitio
		Latitud	Longitud		
Abelardo Cascante	L-45 AC	10 14 56	83 41 48	Guácimo	Funerario, Habitación
Anita Grande	L-53 AG	10 14 46	83 43 18	Guácimo	Funerario, Habitación,
Barrio Guayacán	L-253 BG	10 12 40	83 41 28	Guácimo	Funerario
Botonetas	L-65 Bt	10 12 49	83 45 23	Guápiles	n.d.
Brangos	L-137 Bg	10 17 16	83 39 51	Guácimo	Funerario
Bremen-A	L-305 Bm-A	10 11 24	83 35 32	Guácimo	Funerario
Bremen-B	L-306 Bm-B	10 12 1	83 36 3	Guácimo	Funerario, Habitación
Bremen-D	L-312 Bm-D	10 12 55	83 36 25	Guácimo	Habitación
Camino al Edén	L-59 CE	10 13 41	83 43 46	Guácimo	Funerario
Campus	L-311 Cp	10 13 14	83 35 24	Guácimo	Funerario
Céspedes	L-222 Ce / UCR-89	10 14 45	83 38 30	Guácimo	n.d.
Costa Rica Farm	n.d.	10 14 35	83 42 50	Guácimo	Funerario, Arquitectónico
Dos Novillos	L-82 DN	10 9 43	83 37 52	Bonilla	Funerario
Eden	L-66 Ed	10 14 12	83 43 25	Guácimo	n.d.
El Aguacate	L-12 EA	10 16 19	83 41 5	Guácimo	Funerario, Arquitectónico
El Alba	L-238 EA	10 11 40	83 35 42	Guácimo	Funerario, Habitación
El Palmital	L-247 EP	10 12 16	83 36 47	Guácimo	Funerario
Finca Modelo	L-76 FM	10 18 1	83 38 6	Guácimo	Funerario, Habitación
Híbrido	L-138 Hb	10 11 54	83 35 17	Guácimo	Funerario
La Cabaña	L-20 LC	10 12 13	83 41 50	Guácimo	Habitación
La Draga	L-81 LD	10 13 42	83 46 58	Guápiles	Funerario
La Floresta	L-78 LF	10 7 57	83 48 15	Carrillo	Funerario, Habitación
La Ribera	L-248 LR	10 12 3	83 35 21	Guácimo	Funerario
Las Delicias	L-6 LD	10 9 28	83 39 1	Bonilla	Arquitectónico

Cuadro N° 9.3. CANTÓN GUÁCIMO: SITIOS ARQUEOLÓGICOS REGISTRADOS POR EL MUSEO NACIONAL DE COSTA RICA

Nombre del Sitio	Clave de registro	Ubicación		Hoja Cartográfica	Tipo de Sitio
		Latitud	Longitud		
Las Mercedes (Sec K,L,M)	L-290 LM-KLM	10 10 45	83 36 25	Guácimo	Arquitectónico, Petroglifo
Las Mercedes (Sec. A-E)	L-288 LM-AE	10 10 19	83 36 56	Guácimo	Petroglifo, Basurero
Las Mercedes (Sec. B)	L-290 LM-B	10 10 9	83 37 8	Guácimo	Funerario, Habitación,
Las Mercedes (Sec. C)	L-291 LM-C	10 10 1	83 37 8	Guácimo	Arquitectónico
Las Mercedes (Sec. F)	L-292 LM-F	10 10 25	83 36 50	Guácimo	Funerario, Arquitectónico
Las Mercedes (Sec. G)	L-293 LM-G	10 10 30	83 36 45	Guácimo	Funerario
Las Mercedes (Sec. Ñ)	L-299 LM-Ñ	10 10 58	83 36 20	Guácimo	Funerario
Las Mercedes (Sec. O)	L-300 LM-O	10 11 1	83 36 53	Guácimo	Arquitectónico
Las Mercedes (Sec. P)	L-301 LM-P	10 11 4	83 36 48	Guácimo	Funerario
Las Mercedes (Sec. R)	L-302 LM-R	10 10 38	83 36 45	Guácimo	Funerario
Las Mercedes-1	L-289 LM-1	10 10 46	83 36 39	Guácimo	Habitación
Las Mercedes-2	L-287 LM-2	10 11 26	83 37 6	Guácimo	Funerario, Habitación
Los Geranios	L-74 LG	10 13 0	83 41 48	Guácimo	n.d.
Monte Escondido	L-167 ME	10 7 4	83 37 45	Bonilla	Petroglifo
MOPT	L-21 MOPT	10 13 7	83 41 30	Guácimo	Funerario
Ocarina	L-170 Oc	10 13 24	83 42 19	Guácimo	Habitación
Polideportivo-B	L-308 Pd-B	10 12 51	83 35 38	Guácimo	Funerario, Arquitectónico
Quebrada Honda	L-169 QH	10 8 12	83 37 5	Bonilla	Funerario
Rosalía	L-80 Rs	10 16 53	83 39 53	Guácimo	n.d.
Severo	L-7 SL	10 14 13	83 41 44	Guácimo	Funerario,

Cuadro N° 9.3. CANTÓN GUÁCIMO: SITIOS ARQUEOLÓGICOS REGISTRADOS POR EL MUSEO NACIONAL DE COSTA RICA

Nombre del Sitio	Clave de registro	Ubicación						Hoja Cartográfica	Tipo de Sitio
		Latitud			Longitud				
Ledesma									Habitación
Toro	L-79 Tr	10	8	5	83	48	44	Carrillo	Funerario, Habitación
Zapadores-1	L-135 Zd-1	10	14	1	83	40	47	Guácimo	Funerario
Zapadores-2	L-136 Zd-2	10	14	21	83	40	27	Guácimo	Funerario
Zapadores-3	L-145 Zd-3	10	14	10	83	40	36	Guácimo	Funerario, Habitación

Fuente: Museo Nacional de Costa Rica. Sistema de consulta en línea base de datos "Orígenes". (Noviembre, 2012)

9.2.3 Datos Demográficos

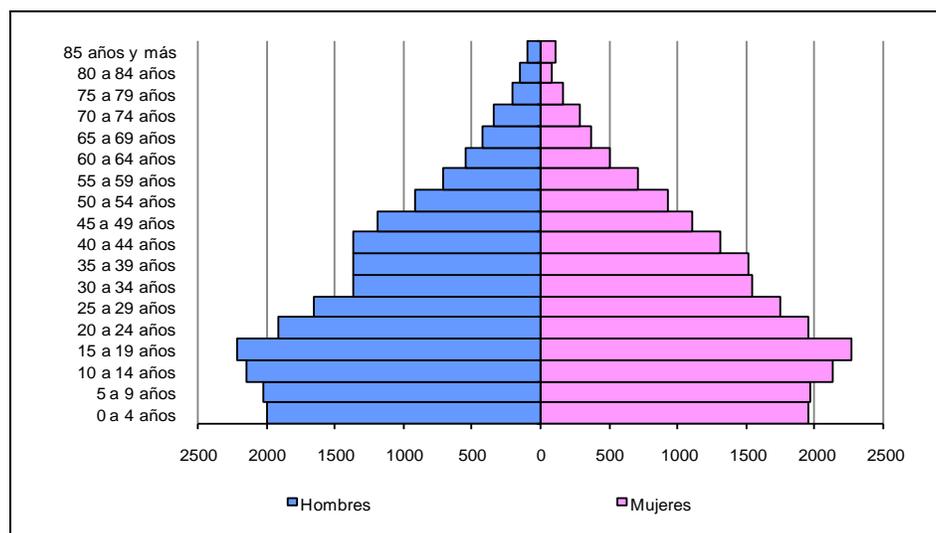
El cantón de Guácimo tiene una extensión territorial de 576.48 kilómetros cuadrados (Km²) y el conglomerado de población que lo habita es de 41.266 personas, para una densidad de población de 72 personas por Km². Dicha población se distribuye en 5 distritos: Guácimo, Mercedes, Pocora, Río Jiménez y Duacaré.

El 46.5% del territorio cantonal es zona urbana (INEC, 2011).

En lo que se refiere a la distribución de la población por sexo, en el cantón el 50.0% son hombres y 50.0% son mujeres, lo que da una razón de 100 hombres por cada 100 mujeres.

La distribución de la población por grupos de edad y sexo se presenta en el gráfico N° 9.1:

GRÁFICO Nº 9.1. CANTÓN GUÁCIMO: DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN POR GRUPOS DE EDAD SEGÚN SEXO, ABSOLUTOS



Fuente: Elaboración propia, datos Censo Nacional 2011 (Noviembre, 2012)

El gráfico permite establecer un comportamiento homogéneo en la distribución de las personas por sexo en lo que respecta a los grupos de edad.

Al hacer un análisis del lugar de nacimiento de la población que vive en el cantón de Guácimo, se tiene que el 49.5% de las personas nacieron en el cantón, un 41.9% nació en otro cantón y un 8.5% de personas nació en otro país.

En lo que se refiere a datos de seguridad social obtenidos en el Censo del 2011, en el cantón Guácimo un total de 5.112 personas (12.4%) no están cubiertas por los servicios de la Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS), cifra que está por debajo del porcentaje a nivel nacional (14.5%). Siempre sobre el tema de la CCSS, se debe indicar que en el cantón de Guácimo existe un Área de Salud de esa institución. En dicha Área de Salud las principales causas de consulta de la población son diversas, tal y como se refleja en el cuadro Nº 9.4:

CUADRO Nº 9.4: CANTÓN GUÁCIMO: PRINCIPALES CAUSAS DE CONSULTA SEGÚN GRUPOS DE POBLACIÓN

Niños	Adolescentes	Mujeres	Adultos	Adultos Mayores
IRAS	IRAS	IRAS	IRAS	IRAS
Anemia	Anemia	Lumbalgia	Lumbalgia	Lumbalgia
Pioderma	Pioderma	Altralgias	Altralgias	Altralgias
Parasitosis intest	Cefalea	Hipertensión	Hipertensión	Hipertensión
Diarrea y gastroenteritis	Anemias	Infec. tracto urinario	Gastritis	Diabetes mellitus

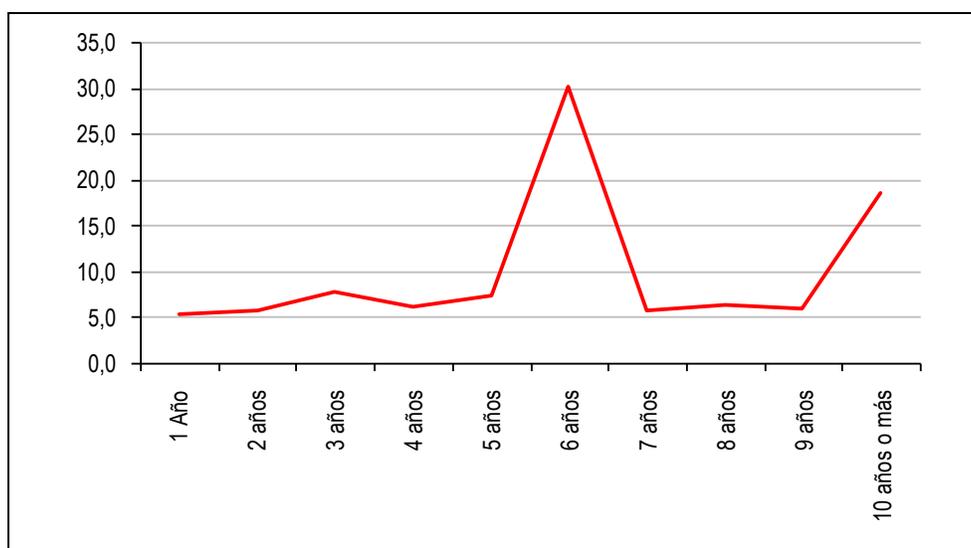
Fuente: CCSS, Dirección de Compra de Servicios. Área de Salud de Guácimo (2008)

A partir de lo anterior, el Área de Salud desarrolla actividades comunitarias tales como campañas de promoción de la salud orientada a escolares, adolescentes, padres y madres de familia, adultos mayores (CCSS: 2008).

En lo que respecta a otros problemas de salud, en el cantón de Guácimo el 11.6% de la población padece una discapacidad. Las personas del cantón que no experimentan ninguna discapacidad representan el 88.4% del total.

Respecto a datos de escolaridad, se tiene que el 7.8% de las 37.317 personas mayores de 5 años de edad del cantón no saben leer ni escribir. Dicho porcentaje de analfabetismo sugiere que el promedio de años de escolaridad de la población es limitado, lo cual se puede observar en el gráfico N° 9.2:

GRÁFICO N° 9.2. CANTÓN GUÁCIMO: AÑOS DE ESCOLARIDAD DE LA POBLACIÓN DE 5 AÑOS DE EDAD O MÁS, PORCENTAJES



Fuente: Elaboración propia, datos Censo Nacional 2011 (Noviembre, 2012)

Al analizar los niveles de instrucción de las 37.317 personas con edad escolar que viven en el cantón, un 6.3% no posee ningún nivel de instrucción; un 59.9% cursó como máximo algún nivel de educación primaria; un 27.2% participó en algún nivel de la educación secundaria; un 6.4% cursó estudios superiores y un 0.2% lo hizo en educación especial.

9.2.4 DATOS SOCIALES

El cantón de Guácimo registró para el año 2007 un Índice de Desarrollo Social (IDS) del 25.4 lo que ubicó a ese territorio en la posición número 65 entre los 81 cantones del país (MIDEPLAN, 2007).

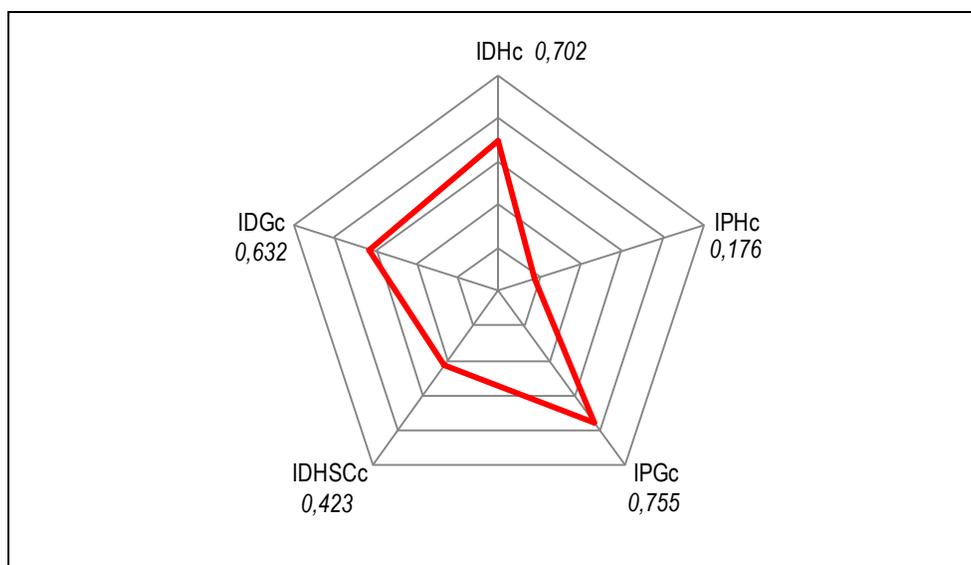
Se entiende por el IDS “un índice que comprende cuatro dimensiones: económica, participación social, salud y educación y compuesto por once indicadores relativos al consumo promedio residencial de electricidad, viviendas con acceso a Internet, mortalidad de niños menores de 5 años, bajo peso en niños y niñas, nacimientos de hijos de madres solteras menores de 19 años, cobertura de agua potable, infraestructura educativa, programas educativos especiales, escuelas unidocentes, reprobación escolar y participación electoral. Su rango de variación oscila entre 100 puntos (mejor situación) y 0 puntos (situación más desfavorable)”. Respecto a las dimensiones que integran el IDS, los datos para el cantón de Guácimo son los siguientes: económica, 8.5; participación social, 17.7; salud, 46.4 y educación, 45.6 (MIDEPLAN, 2007).

En lo que se refiere al Índice de Desarrollo Humano Cantonal (IDHc) desarrollado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), el dato para el cantón fue de 0,702 en el año 2009, lo que ubicó al cantón en la posición 67 entre los 81 cantones del país. El IDHc “mide el progreso en materia de desarrollo humano que los cantones presentan en tres dimensiones básicas: disfrute de una vida larga y saludable (esperanza de vida al nacer), acceso a la educación (alfabetización y tasa neta de matrícula educativa) y estándar de vida (bienestar material)” (PNUD, 2011).

Otros indicadores que se desarrollan como parte del análisis del desarrollo humano cantonal son el Índice de Pobreza Humana cantonal (IPHc), cuyo valor fue de 0,175 ubicando al cantón en la posición 53 a nivel nacional. El Índice de Desarrollo relativo al Género cantonal (IDGc), que dio un valor de 0,668 y le significó la posición 67 entre los 81 cantones. El Índice de Potenciación de Género cantonal (IPGc), del cual el cantón obtuvo un valor de 0.755 y la posición 56 entre

todos los cantones del país. Finalmente, el Índice de Desarrollo Humano cantonal ajustado por Seguridad Ciudadana (IDHSCc), del cual el cantón obtuvo un valor de 0.632 y la posición 65 a nivel nacional (PNUD, 2011). En el gráfico N° 9.3 se representa la situación de los IDH para el cantón Guácimo:

GRÁFICO N° 9.3. CANTÓN GUÁCIMO: ÍNDICES DEL DESARROLLO HUMANO CANTONAL

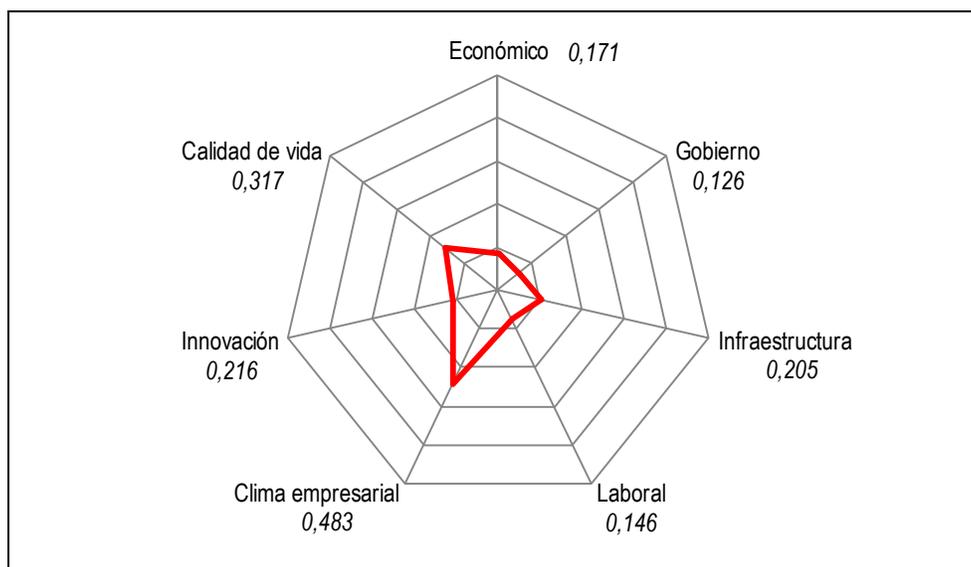


Fuente: PNUD, Atlas del Desarrollo Humano Cantonal de Costa Rica 2011

Otro índice que se podría incluir dentro de análisis del cantón es el relativo al Índice de Competitividad Cantonal (ICC), desarrollado por el Observatorio del Desarrollo de la Universidad de Costa Rica. Dicho índice “es un promedio simple de los 7 pilares normalizado entre 0 (peor situación) y 1 (mejor situación).

Los pilares son Pilar Económico, Gobierno, Infraestructura, Clima Empresarial, Clima Laboral, Capacidad de Innovación y Calidad de Vida” (ODD-UCR, 2011). Así, se tiene que el ICC para el cantón de Guácimo correspondiente al año 2011 fue de 0,093. En el gráfico N° 9.4 se reseñan los valores para cada uno de los pilares que apoyan el cálculo del ICC:

GRÁFICO Nº 9.4. CANTÓN GUÁCIMO: ÍNDICES DE COMPETITIVIDAD CANTONAL



Fuente: Observatorio del Desarrollo-UCR, Índices de competitividad cantonal 2011

En lo que se refiere a vivienda, la situación existente en el Cantón de Guácimo establece que se mantiene la práctica social de vivir en “casa independiente”, ya que de ese tipo es el 98.1% de las viviendas construidas en el cantón, tal y como se observa en el cuadro Nº 9.5:

CUADRO Nº 9.5: CANTÓN GUÁCIMO: TIPOLOGÍA DE VIVIENDAS, PORCENTAJES

Tipo de vivienda	%
Casa independiente	98,1
Casa independiente en condominio	0,0
Edificio de apartamentos	1,1
Edificio de apartamentos en condominio	0,0
Tugurio	0,2
Otros	0,6
TOTAL	100.0

Fuente: Elaboración propia, datos Censo Nacional 2011 (Noviembre, 2012)

Adicionalmente se puede señalar que de las 11.797 viviendas ocupadas presentes en el cantón de Guácimo, el 68.3% son viviendas que pertenecen a algunas de las personas que habita en ellas, al tiempo que el 2.8% de las

viviendas ocupadas tienen hacinamiento. Además, en las 11.797 viviendas ocupadas existen 11.806 hogares.

El material predominante con que están construidas las viviendas ocupadas en la zona de estudio es de block de cemento o ladrillo (66.9%) y el 51.4% son viviendas en buen estado. El 83.6% de las viviendas son abastecidas de agua por medio de un acueducto; un 98.8% de las viviendas tiene electricidad y un 96.2% de las viviendas ocupadas disponen de algún tipo de sistema para el tratamiento de aguas negras.

Respecto a telecomunicaciones, de las 11.797 viviendas ocupadas presentes en cantón de Guácimo, 4.638 tienen al menos una línea telefónica fija (39.3%); 9.673 viviendas ocupadas cuentan con al menos una línea de telefonía móvil (81.9%) y 1.360 viviendas ocupadas tienen conexión a internet (11.5%).

Finalmente, el 70.1% de las 11.797 viviendas ocupadas del cantón de Guácimo son cubiertas por el servicio de disposición de desechos sólidos por medio de un camión recolector.

9.2.5 DATOS ECONÓMICOS

Al analizar datos económicos y de empleo del cantón de Guácimo se tiene que de las 31.563 personas mayores de 12 años de edad, el 46.5% es población económicamente activa (PEA), mientras que un 53.5% es población económicamente inactiva (PEI). En lo que a niveles de ocupación se refiere, de las 14.687 personas que integran la PEA, 14.086 poseen alguna ocupación (95.9%) y las personas no ocupadas representan un 4.1%.

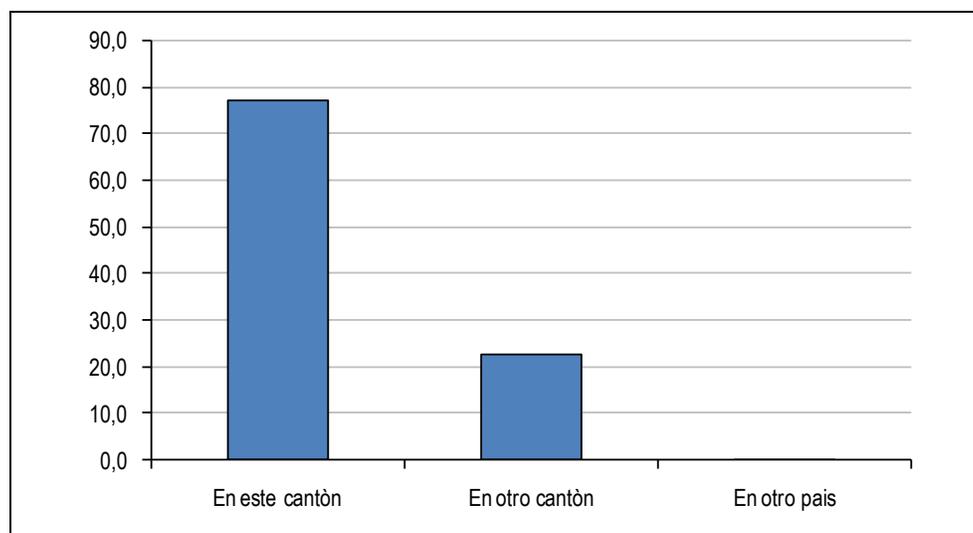
De las 14.086 personas ocupadas que existen en el cantón de Guácimo, un 48.2% lo hace en actividades del sector primario de la economía; un 12.7% se desempeña en actividades del sector secundario y un 39.1% lo hace en el sector terciario.

Las principales actividades económicas del cantón se centran en la agricultura (47.9%), la industria manufacturera (8.2%), comercio (13.5%) y la enseñanza (6.1%).

Por otra parte, de las personas ocupadas que existen en el cantón, un 3.5% son patronos; un 18.5% son trabajadores por cuenta propia; un 65.5% laboran en la empresa privada; un 8.5% lo hace en el sector público; un 2.7% trabaja en casas particulares y un 1.3% son personas que trabajan como ayudantes sin recibir pago en dinero.

Al analizar los datos del lugar de trabajo de las personas ocupadas, se tiene la información que se presenta en el gráfico N° 9.5:

GRÁFICO N° 9.5. CANTÓN GUÁCIMO: DISTRIBUCIÓN DE LAS PERSONAS OCUPADAS POR LUGAR DE TRABAJO, PORCENTAJES



Fuente: Elaboración propia, datos Censo Nacional 2011 (Noviembre, 2012)

Se observa en el gráfico como el 22.7% de las personas del cantón Guácimo que trabajan lo hacen fuera de esa unidad territorial, mientras que dentro del cantón labora el 77.2% de sus habitantes. Un 0.1% de las personas del cantón trabajan en otro país.

9.2.6 DATOS DE ORGANIZACIONES SOCIALES

Respecto a organizaciones sociales, en el Cantón de Guácimo existen, entre otras, las siguientes:

- Asociaciones de Desarrollo en cada uno de sus distritos. Estas son organizaciones integradas por 7 miembros que se distribuyen los puestos de presidencia (1 persona), vicepresidencia (1 persona), secretaría (1 persona), tesorería (1 persona) y vocales (3 personas). Este tipo de asociaciones son de tipo formal, territorial y de base popular. Se consideran organizaciones formales porque su constitución, actuaciones, relaciones y disolución están determinadas por la Ley N° 3859 del 7 de abril de 1967 y su respectivo reglamento. Son organizaciones territoriales porque su accionar está circunscrito a un área determinada y son organizaciones de base popular porque sus afiliados son personas mayores de quince años vecinos de esa área territorial, sin distinciones de posición económica, ideológica, política, religiosa, racial o de sexo grupos (DINADECO, 2012).
- Juntas de Educación. Son órganos auxiliares de la Administración Pública en materia de educación y están conformadas por una junta directiva de 5 miembros, cuyos puestos se distribuyen en la presidencia (1 persona), vicepresidencia (1 persona), secretaría (1 persona) y vocales (2 personas). La función primordial de la Junta de Educación es asegurar la integración de la comunidad y el centro educativo. Como organismos auxiliares de la Administración Pública, la Junta tiene personalidad jurídica y patrimonio propio. Sin embargo, de conformidad con lo dispuesto por el artículo 45 de la Ley Fundamental de Educación, su actividad está subordinada a la Política Educativa vigente.
- Sub-comités de deportes. Los subcomités comunales son órganos adscritos al Comité Cantonal de Deportes y Recreación y tiene a su cargo el mantenimiento y administración de las infraestructuras deportivas municipales en cada distrito. Los subcomités comunales están integrados

por un Junta Directiva de siete miembros residentes de cada comunidad y está subordinado al Comité Cantonal de Deportes de la Municipalidad de Guácimo.

- Unión Cantonal de Asociaciones

9.3 CANTÓN DE POCOCÍ

9.3.1 Introducción

En éste apartado se presentará información histórica, socio-demográfica, de vivienda y económica de la población del Cantón de Pococí, para lo cual consultaron distintas fuentes de información, entre las que destacan:

- El sistema de consulta en línea de Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) referente al X Censo Nacional de Población y del VI Censo Nacional de Vivienda, 2011 (<http://www.inec.go.cr>)
- Ministerio de Cultura y Juventud, para obtener datos del patrimonio histórico que existe en la totalidad del Cantón.
- El Museo Nacional para la identificación de los sitios arqueológicos registrados en el Cantón de Pococí.
- El Área de Salud de Guácimo de la Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS), donde se consultó el Análisis de Situación Integral de Salud (ASIS).

9.3.2 Aspectos Históricos

En la época precolombina el territorio que actualmente corresponde al cantón de Pococí, conformó casi la totalidad de la provincia de “Suerre”, habitada por

indígenas del llamado grupo de los huetares; que en los inicios de la Conquista fueron dominios de los caciques Camaquiri y Cocorí; la cual comprendía las llanuras de Tortuguero y de Santa Clara. El nombre del cantón se asignó en recuerdo de la provincia indígena de Pococí, que era de considerable extensión y población, situada entre las provincias Tariaca y Suerre y que estaba constituida por nueve poblados de indios (IFAM, 2004).

Las fechas más relevantes en la historia del cantón se reseñan en el cuadro N° 9.6:

CUADRO N° 9.6. CANTÓN POCOCÍ: FECHAS RELEVANTES EN LA HISTORIA CANTONAL

Año	Acontecimiento
1879	Como resultado de la construcción de la línea férrea al atlántico, se inicia el poblamiento de la zona
1899	Inicia la siembra de banano en el territorio del cantón
1907	Se erige una parroquia con advocación al Sagrado Corazón de Jesús
1908	Se inaugura la primera escuela en la zona
1911	Se le otorga el título de “villa” a la población de Guápiles
1912	Inicia la construcción de la red de cañería para la distribución de agua para consumo humano
1961	Se le otorga el título de “ciudad” a la “villa” de Guápiles
1969	Inicia funciones el Colegio Técnico Profesional Agropecuario de Pococí

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del atlas cantonal del IFAM (Noviembre, 2012)

Por otra parte, en lo que a patrimonio se refiere, en el Cantón de Pococí se tienen registradas 4 infraestructuras como patrimonio histórico-arquitectónico del país, cuyos detalles se presentan en el cuadro N° 9.7:

CUADRO N° 9.7. CANTÓN POCOCÍ: INFRAESTRUCTURAS CON DECLARATORIA DE PATRIMONIO HISTÓRICO-ARQUITÉCTONICO DE COSTA RICA

Infraestructura	Ubicación	Datos declaratoria	Valor patrimonial
Casa de huéspedes El Diamante	Distrito Guápiles 10°12'43.53"N 83°46'28.99"O	Fecha 07/09/1994 Decreto N° 23600-C La Gaceta N° 170	Antigüedad, arquitectónico, científico, estético, histórico
Antigua línea férrea entre Limón y Toro Amarillo	Distrito Guápiles	Fecha 06/06/1995 Decreto N° 24361-C La Gaceta N° 121	Histórico
Antigua Estación del ferrocarril al Atlántico	Distrito Guápiles 10°12'48.85"N 83°47'23.03"O	Fecha 08/09/1994 Decreto N° 23601-C La Gaceta N° 17	Antigüedad, histórico
Casa Finca La	Distrito Guápiles	Fecha 14/11/2001	Antigüedad, arquitectónico,

CUADRO N° 9.7. CANTÓN POCOCÍ: INFRAESTRUCTURAS CON DECLARATORIA DE PATRIMONIO HISTÓRICO-ARQUITÉCTONICO DE COSTA RICA

Infraestructura	Ubicación	Datos declaratoria	Valor patrimonial
Numancia	10°12'43.68"N 83°47'8.79"O	Decreto N° 29944- C La Gaceta N° 219	científico, estético, histórico

Fuente: Ministerio de Cultura y Juventud. Sistema de consulta en línea del Centro de Conservación del Patrimonio Cultural, Histórico y Arquitectónico de Costa Rica (<http://www.patrimonio.go.cr>). Noviembre 2012

En lo concerniente a sitios arqueológicos, según la información recopilada en el Museo Nacional, en el Cantón de Pococí se tienen registrados 35 sitios, los cuales se detallan en el cuadro N° 9.8:

Cuadro N° 9.8. CANTÓN POCOCÍ: SITIOS ARQUEOLÓGICOS REGISTRADOS POR EL MUSEO NACIONAL DE COSTA RICA

Nombre del Sitio	Clave de registro	Ubicación			Hoja Cartográfica	Tipo de Sitio
		Latitud	Longitud			
Agua Fría	n.d	10 34 41	83 31 27	Tortuguero	n.d.	
Bellavista	L-254 Bv	10 8 60	83 48 57	Tortuguero	Restos dispersos	
Chamorro	L-227 Chr / UCR-464	10 30 59	83 30 23	Tortuguero	n.d.	
Diamantes	L-139 Dm	10 15 32	83 46 08	Guápiles	Funerario	
El Aluvión	L-144 EA	10 14 18	83 51 36	Guápiles	Funerario	
El Chiquero	n.d	10 32 52	83 30 59	Tortuguero	Funerario	
El Frijolar	L-13 EF	10 26 50	83 46 60	Río Sucio	n.d.	
El Parasal	L-54 EP	10 14 56	83 44 04	Guácimo	Arquitectónico	
El Pital	n.d	10 35 13	83 31 39	Tortuguero	Habitación	
Finca Changola	L-49 FCh	10 25 48	83 57 00	Río Sucio	n.d.	
Finca Guaría	L-60 FG	10 11 07	83 47 01	Guápiles	n.d.	
Finca Numancia	L-40 FN	10 11 18	83 47 22	Guápiles	Arquitectónico	
Finca Patricia	L-41 FP	10 12 40	83 50 26	Guápiles	n.d.	
Jiménez	n.d	10 11 31	83 44 41	Guácimo	Funerario	
Jiménez	L-61 Jm	10 13 09	83 44 19	Guácimo	n.d.	
La Colonia	L-63 LC	10 14 42	83 47 58	Guápiles	n.d.	
La Fuente	L-51 LF	10 12 28	83 45 30	Guápiles	Funerario, Habitación,	
La Sonia	L-165 LS	10 16 50	83 48 01	Guápiles	Funerario	
La Suerte	L-11 LS	10 26 25	83 47 20	Río Sucio	n.d.	
Las Flores	L-143 LF	10 14 10	83 52 03	Guápiles	Arquitectónico, Petroglifo	
Las Lomas Coronel	L-142 LLC	10 41 47	83 38 35	Colorado	n.d.	
Las Tinajitas	L-9 LT	10 17 29	83 47 11	Guápiles	Funerario	
Liceo	L-120 LSR	10 14 50	83 47 35	Guápiles	Funerario	

Cuadro N° 9.8. CANTÓN POCOCÍ: SITIOS ARQUEOLÓGICOS REGISTRADOS POR EL MUSEO NACIONAL DE COSTA RICA

Nombre del Sitio	Clave de registro	Ubicación						Hoja Cartográfica	Tipo de Sitio
		Latitud			Longitud				
Los Sauces	L-68 LS	10	13	17	83	45	07	Guápiles	Arquitectónico
Milpa	L-73 Mi	10	12	07	83	47	25	Guápiles	n.d.
Nuevo Corinto	L-72 NC	10	13	18	83	53	06	Guápiles	Funerario, Habitación
Palacio	L-240 Pa	10	42	01	83	35	03	Tortuguero	n.d.
Parismina	L-225 Pa / UCR-295	10	16	10	83	22	19	Parismina	n.d.
Pococí	L-5 Pc	10	13	42	83	46	45	Guápiles	n.d.
Río Tortuguero	n.d	10	27	45	83	34	20	Agua Fría	Funerario
San Luis	L-55 SL	10	15	53	83	42	52	Guácimo	n.d.
Santa Cecilia	L-218 SC	10	26	34	83	35	48	Agua Fría	Habitación
Santa Clara	L-10 SC	10	17	60	83	41	54	Guácimo	Habitación
Toro Amarillo	L-69 TA	10	13	01	83	49	08	Guápiles	n.d.
Urbanización Jade	L-70 UJ	10	13	08	83	48	36	Guápiles	Funerario

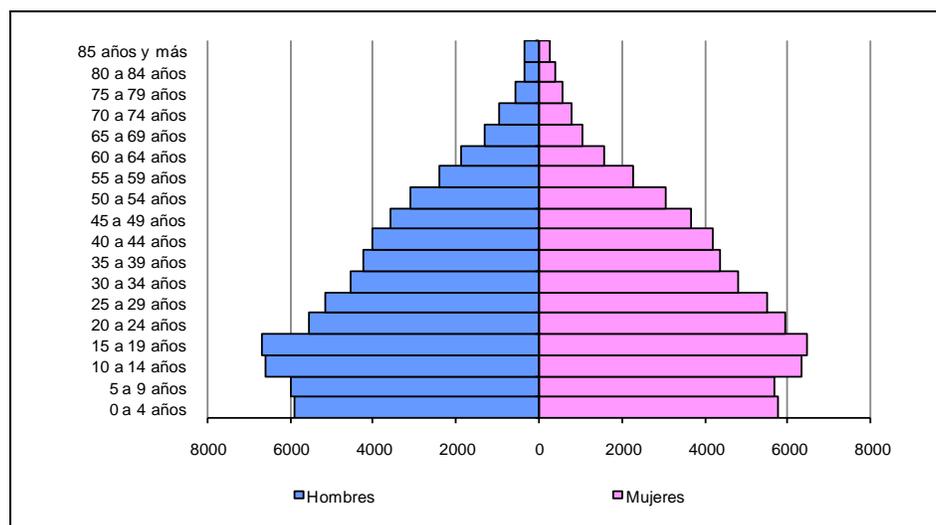
Fuente: Museo Nacional de Costa Rica. Sistema de consulta en línea base de datos "Orígenes". (Noviembre, 2012)

9.3.3 Aspectos Demográficos

El cantón de Pococí tiene una extensión territorial de 2.403,49 kilómetros cuadrados (Km²) y el conglomerado de población que lo habita es de 125.962 personas, para una densidad de población de 52 personas por Km². Dicha población se distribuyen en 6 distritos: Guápiles, Jiménez, Rita, Roxana, Guácimo y Colorado. El 57.3% del territorio cantonal es zona urbana (INEC, 2011).

En lo que se refiere a la distribución de la población por sexo, en el cantón el 50.2% son hombres y 49.8% son mujeres, lo que da una razón de 101 hombres por cada 100 mujeres. La distribución de la población por grupos de edad y sexo se presenta en el gráfico N° 9.6:

GRÁFICO Nº 9.6. CANTÓN POCOCÍ: DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN POR GRUPOS DE EDAD SEGÚN SEXO, ABSOLUTOS



Fuente: Elaboración propia, datos Censo Nacional 2011 (Noviembre, 2012)

El gráfico permite establecer un comportamiento homogéneo en la distribución de las personas por sexo en lo que respecta a los grupos de edad.

Al hacer un análisis del lugar de nacimiento de la población que vive en el cantón de Pococí, se tiene que el 51.6% de las personas nacieron en el cantón, un 40.9% nació en otro cantón y un 7.5% de personas nació en otro país.

En lo que se refiere a datos de seguridad social obtenidos en el Censo del 2011, en el cantón Pococí un total de 20.238 personas (16.1%) no están cubiertas por los servicios de la Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS), cifra que está por encima del porcentaje a nivel nacional (14.5%). Siempre sobre el tema de la CCSS, se debe indicar que en el cantón de Pococí existe un Área de Salud de esa institución. En dicha Área de Salud las principales causas de consulta de la población son diversas, tal y como se refleja en el cuadro Nº 9.9:

CUADRO N° 9.9: CANTÓN POCOCÍ: PRINCIPALES CAUSAS DE CONSULTA POR ÁREAS DE SALUD SEGÚN GRUPOS DE POBLACIÓN

Niños	Adolescentes	Mujeres	Adultos	Adultos Mayores
IRAS	IRAS	Vaginitis	IRAS	Artropatía
Asma	Trastornos de conducta y aprendizaje	Amenaza de aborto	Neurosis	Hipertensión
Diarrea		Amenorrea	Hipertensión	Síndrome depresivo
Estreptococos	Estreptococos	Intolerancia gestágeno oral	Enfermedad del aparato digestivo	Enfermedad Psicosomática
Dermatomicosis	Dermatomicosis			Diabetes mellitus no insul depen

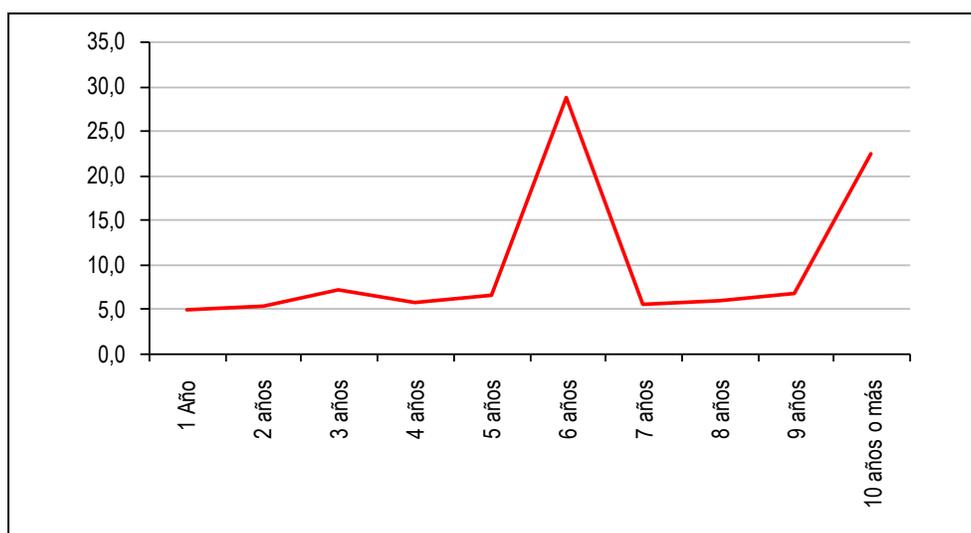
Fuente: CCSS, Dirección de Compra de Servicios. Área de Salud de Guácimo (2008)

A partir de lo anterior, el Área de Salud desarrolla actividades comunitarias tales como campañas de promoción de la salud orientada a escolares, adolescentes, padres y madres de familia, adultos mayores (CCSS: 2008).

En lo que respecta a otros problemas de salud, en el cantón de Pococí el 11.4% de la población padece una discapacidad. Las personas del cantón que no experimentan ninguna discapacidad representan el 88.6% del total.

Respecto a datos de escolaridad, se tiene que el 7.6% de las 114.319 personas mayores de 5 años de edad del cantón no saben leer ni escribir. Dicho porcentaje de analfabetismo sugiere que el promedio de años de escolaridad de la población es limitado, lo cual se puede observar en el gráfico N° 9.7:

GRÁFICO N° 9.7. CANTÓN POCOCÍ: AÑOS DE ESCOLARIDAD DE LA POBLACIÓN DE 5 AÑOS DE EDAD O MÁS, PORCENTAJES



Fuente: Elaboración propia, datos Censo Nacional 2011 (Noviembre, 2012)

Al analizar los niveles de instrucción de las 114.319 personas con edad escolar que viven en el cantón, un 6.3% no posee ningún nivel de instrucción; un 56.2% cursó como máximo algún nivel de educación primaria; un 28.7% participó en algún nivel de la educación secundaria; un 8.7% cursó estudios superiores y un 0.2% lo hizo en educación especial.

9.3.4 DATOS SOCIALES

El cantón de Pococí registró para el año 2007 un Índice de Desarrollo Social (IDS) del 18.8 lo que ubicó a ese territorio en la posición número 69 entre los 81 cantones del país (MIDEPLAN, 2007).

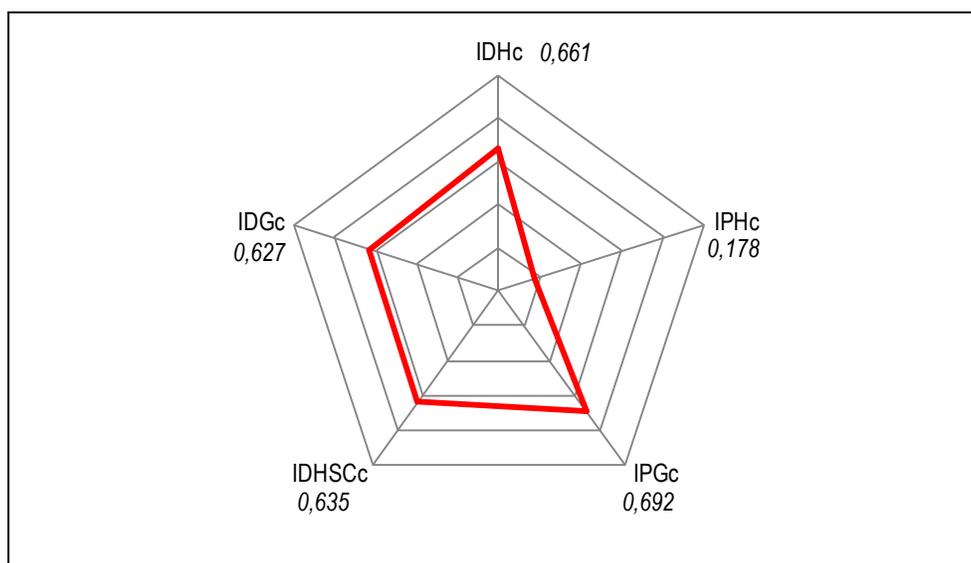
Se entiende por el IDS “un índice que comprende cuatro dimensiones: económica, participación social, salud y educación y compuesto por once indicadores relativos al consumo promedio residencial de electricidad, viviendas con acceso a Internet, mortalidad de niños menores de 5 años, bajo peso en niños y niñas, nacimientos de hijos de madres solteras menores de 19 años, cobertura de agua potable, infraestructura educativa, programas educativos especiales, escuelas unidocentes, reprobación escolar y participación electoral. Su rango de variación oscila entre 100 puntos (mejor situación) y 0 puntos (situación más desfavorable)”. Respecto a las dimensiones que integran el IDS, los datos para el cantón de Pococí son los siguientes: económica, 9.3; participación social, 12.0; salud, 47.1 y educación, 32.7 (MIDEPLAN, 2007).

En lo que se refiere al Índice de Desarrollo Humano Cantonal (IDHc) desarrollado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), el dato para el cantón fue de 0,661 en el año 2009, lo que ubicó al cantón en la posición 75 entre los 81 cantones del país. El IDHc “mide el progreso en materia de desarrollo humano que los cantones presentan en tres dimensiones básicas: disfrute de una vida larga y saludable (esperanza de vida al nacer), acceso a la

educación (alfabetización y tasa neta de matrícula educativa) y estándar de vida (bienestar material)” (PNUD, 2011).

Otros indicadores que se desarrollan como parte del análisis del desarrollo humano cantonal son el Índice de Pobreza Humana cantonal (IPHc), cuyo valor fue de 0,177 ubicando al cantón en la posición 26 a nivel nacional. El Índice de Desarrollo relativo al Género cantonal (IDGc), que dio un valor de 0,627 y le significó la posición 73 entre los 81 cantones. El Índice de Potenciación de Género cantonal (IPGc), del cual el cantón obtuvo un valor de 0.692 y la posición 78 entre todos los cantones del país. Finalmente, el Índice de Desarrollo Humano cantonal ajustado por Seguridad Ciudadana (IDHSCc), del cual el cantón obtuvo un valor de 0.635 y la posición 63 a nivel nacional (PNUD, 2011). En el gráfico N° 9.8 se representa la situación de los IDH para el cantón Pococí:

GRÁFICO N° 9.8. CANTÓN POCOCÍ: ÍNDICES DEL DESARROLLO HUMANO CANTONAL

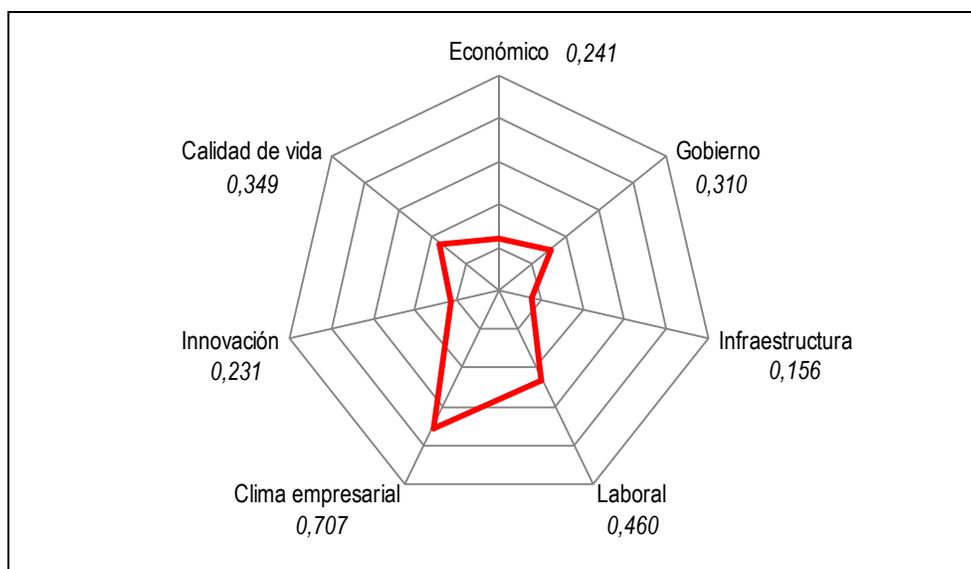


Fuente: PNUD, Atlas del Desarrollo Humano Cantonal de Costa Rica 2011

Otro índice que se podría incluir dentro de análisis del cantón es el relativo al Índice de Competitividad Cantonal (ICC), desarrollado por el Observatorio del Desarrollo de la Universidad de Costa Rica. Dicho índice “es un promedio simple de los 7 pilares normalizado entre 0 (peor situación) y 1 (mejor situación). Los pilares son Pilar Económico, Gobierno, Infraestructura, Clima Empresarial, Clima

Laboral, Capacidad de Innovación y Calidad de Vida” (ODD-UCR, 2011). Así, se tiene que el ICC para el cantón de Pococí correspondiente al año 2011 fue de 0,204. En el gráfico N° 9.9 se reseñan los valores para cada uno de los pilares que apoyan el cálculo del ICC:

GRÁFICO N° 9.9 CANTÓN POCOCÍ: ÍNDICES DE COMPETITIVIDAD CANTONAL



Fuente: Observatorio del Desarrollo-UCR, Índices de competitividad cantonal 2011

En lo que se refiere a vivienda, la situación existente en el Cantón de Pococí establece que se mantiene la práctica social de vivir en “casa independiente”, ya que de ese tipo es el 96.0% de las viviendas construidas en el cantón, tal y como se observa en el cuadro N° 9.10:

CUADRO N° 9.10: CANTÓN POCOCÍ: TIPOLOGÍA DE VIVIENDAS, PORCENTAJES

Tipo de vivienda	%
Casa independiente	96,0
Casa independiente en condominio	0,1
Edificio de apartamentos	2,9
Edificio de apartamentos en condominio	0,0
Tugurio	0,5
Otros	0,5
TOTAL	100.0

Fuente: Elaboración propia, datos Censo Nacional 2011 (Noviembre, 2012)

Adicionalmente se puede señalar que de las 36.238 viviendas ocupadas presentes en el cantón de Pococí, el 66.9% son viviendas que pertenecen a alguna de las personas que habita en ellas, al tiempo que el 3.2% de las viviendas ocupadas tienen hacinamiento. Además, en las 36.238 viviendas ocupadas existen 36.261 hogares.

El material predominante con que están construidas las viviendas ocupadas en la zona de estudio es de block de cemento o ladrillo (67.3%) y el 51.8% son viviendas en buen estado. El 75.6% de las viviendas son abastecidas de agua por medio de un acueducto; un 98.3% de las viviendas tiene electricidad y un 95.0% de las viviendas ocupadas disponen de algún tipo de sistema para el tratamiento de aguas negras.

Respecto a telecomunicaciones, de las 36.238 viviendas ocupadas presentes en cantón de Pococí, 15.807 tienen al menos una línea telefónica fija (43.6%); 29.713 viviendas ocupadas cuentan con al menos una línea de telefonía móvil (81.9%) y 6.071 viviendas ocupadas tienen conexión a internet (16.8%).

Finalmente, el 59.2% de las 36.238 viviendas ocupadas del cantón de Pococí son cubiertas por el servicio de disposición de desechos sólidos por medio de un camión recolector.

9.3.5 DATOS ECONÓMICOS

Al analizar datos económicos y de empleo del cantón de Pococí se tiene que de las 97.479 personas mayores de 12 años de edad, el 47.3% es población económicamente activa (PEA), mientras que un 52.7% es población económicamente inactiva (PEI). En lo que a niveles de ocupación se refiere, de las 46.059 personas que integran la PEA, 43.989 poseen alguna ocupación (95.5%) y las personas no ocupadas representan un 4.5%.

De las 43.989 personas ocupadas que existen en el cantón de Pococí, un 36.5% lo hace en actividades del sector primario de la economía; un 14.2% se

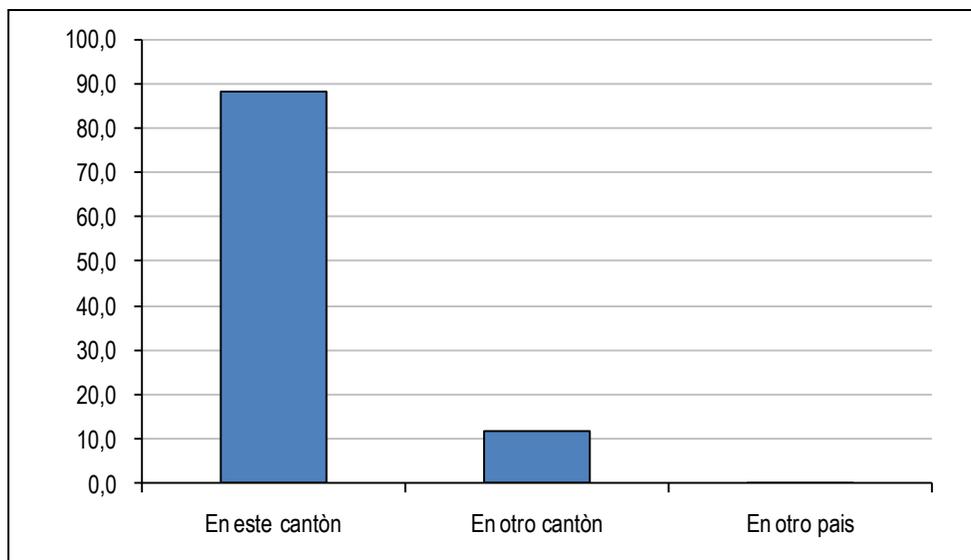
desempeña en actividades del sector secundario y un 49.3% lo hace en el sector terciario.

Las principales actividades económicas del cantón se centran en la agricultura (36.3%), la industria manufacturera (8.3%), comercio (16.9%) y la enseñanza (6.3%).

Por otra parte, de las personas ocupadas que existen en el cantón, un 5.6% son patronos; un 19.8% son trabajadores por cuenta propia; un 58.8% laboran en la empresa privada; un 11.3% lo hace en el sector público; un 3.3% trabaja en casas particulares y un 1.3% son personas que trabajan como ayudantes sin recibir pago en dinero.

Al analizar los datos del lugar de trabajo de las personas ocupadas, se tiene la información que se presenta en el gráfico N° 9.10:

GRÁFICO N° 9.10. CANTÓN POCOCÍ: DISTRIBUCIÓN DE LAS PERSONAS OCUPADAS POR LUGAR DE TRABAJO, PORCENTAJES



Fuente: Elaboración propia, datos Censo Nacional 2011 (Noviembre, 2012)

Se observa en el gráfico como el 11.6% de las personas del cantón Pococí que trabajan lo hacen fuera de esa unidad territorial, mientras que dentro del cantón labora el 88.3% de sus habitantes. Un 0.1% de las personas del cantón trabajan en otro país.

9.3.6 DATOS DE ORGANIZACIONES SOCIALES

Respecto a organizaciones sociales, en el Cantón de Pococí existen, entre otros, las siguientes:

- Asociaciones de Desarrollo en cada uno de sus distritos. Estas son organizaciones integradas por 7 miembros que se distribuyen los puestos de presidencia (1 persona), vicepresidencia (1 persona), secretaría (1 persona), tesorería (1 persona) y vocales (3 personas). Este tipo de asociaciones son de tipo formal, territorial y de base popular. Se consideran organizaciones formales porque su constitución, actuaciones, relaciones y disolución están determinadas por la Ley N° 3859 del 7 de abril de 1967 y su respectivo reglamento. Son organizaciones territoriales porque su accionar está circunscrito a un área determinada y son organizaciones de base popular porque sus afiliados son personas mayores de quince años vecinos de esa área territorial, sin distinciones de posición económica, ideológica, política, religiosa, racial o de sexo grupos (DINADECO, 2012).
- Juntas de Educación. Son órganos auxiliares de la Administración Pública en materia de educación y están conformadas por una junta directiva de 5 miembros, cuyos puestos se distribuyen en la presidencia (1 persona), vicepresidencia (1 persona), secretaría (1 persona) y vocales (2 personas). La función primordial de la Junta de Educación es asegurar la integración de la comunidad y el centro educativo. Como organismos auxiliares de la Administración Pública, la Junta tiene personalidad jurídica y patrimonio propio. Sin embargo, de conformidad con lo dispuesto por el artículo 45 de la Ley Fundamental de Educación, su actividad está subordinada a la Política Educativa vigente.
- Sub-comités de deportes. Los subcomités comunales son órganos adscritos al Comité Cantonal de Deportes y Recreación y tiene a su cargo el mantenimiento y administración de las infraestructuras deportivas municipales en cada distrito. Los subcomités comunales están integrados

por un Junta Directiva de siete miembros residentes de cada comunidad y está subordinado al Comité Cantonal de Deportes de la Municipalidad de Pococí.

9.4 CANTÓN DE SIQUIRRES

9.4.1 Introducción

En éste apartado se presentará información histórica, socio-demográfica, de vivienda y económica de la población del Cantón de Siquirres, para lo cual consultaron distintas fuentes de información, entre las que destacan:

- El sistema de consulta en línea de Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC) referente al X Censo Nacional de Población y del VI Censo Nacional de Vivienda, 2011 (<http://www.inec.go.cr>)
- Ministerio de Cultura y Juventud, para obtener datos del patrimonio histórico que existe en la totalidad del Cantón.
- El Museo Nacional para la identificación de los sitios arqueológicos registrados en el Cantón de Siquirres.
- El Área de Salud de Siquirres de la Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS), donde se consultó el Análisis de Situación Integral de Salud (ASIS).

9.4.2 Aspectos Históricos

En la época precolombina el territorio que actualmente corresponde al cantón de Siquirres conformó parte de la provincia de considerable extensión y población indígena denominada Pococí, situada entre las provincias de Suerre y Tariaca,

constituida por varios poblados. El nombre del cantón se deriva de la palabra indígena “siquiri”, que significa “colorado”. (IFAM, 2004).

Las fechas más relevantes en la historia del cantón se reseñan en el cuadro N° 9.11:

CUADRO N° 9.11. CANTÓN SIQUIRRES: FECHAS RELEVANTES EN LA HISTORIA CANTONAL

Año	Acontecimiento
1543	Llegan los primeros españoles a la zona, encabezados por Diego Gutiérrez
1875	Se funda el poblado “Milla 36” como parte de las obras de construcción del ferrocarril al Atlántico
1895	Se construye la primera ermita del lugar
1908	Se crea la primera escuela de la zona
1911	Se le confiere el título de “villa” a la población de Siquirres y se crea el cantón
1919	Se instala el servicio de alumbrado público
1920	Se instala el servicio de abastecimiento de agua por medio de cañería
1949	Se erige la parroquia en advocación a San José Patrono
1963	Se inaugura el Colegio Técnico Profesional Agropecuario de Siquirres
1970	Se le confiere el título de “ciudad” a la “villa” de Siquirres

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del atlas cantonal del IFAM (Noviembre, 2012)

Por otra parte, en lo que a patrimonio se refiere, en el Cantón de Siquirres se tienen registradas 4 infraestructuras como patrimonio histórico-arquitectónico del país, cuyos detalles se presentan en el cuadro N° 9.12:

CUADRO N° 9.12. CANTÓN SIQUIRRES: INFRAESTRUCTURAS CON DECLARATORIA DE PATRIMONIO HISTÓRICO-ARQUITÉCTONICO DE COSTA RICA

Infraestructura	Ubicación	Datos declaratoria	Valor patrimonial
Escuela José Antonio Facio de la Guardia	Distrito Siquirres 10°05'49.44"N 83°30'22.54"O	Fecha 18/08/1986 Decreto N° 17128-C La Gaceta N° 154	Antigüedad, arquitectónico, estético, histórico, simbólico

Fuente: Ministerio de Cultura y Juventud. Sistema de consulta en línea del Centro de Conservación del Patrimonio Cultural, Histórico y Arquitectónico de Costa Rica (<http://www.patrimonio.go.cr>). Noviembre 2012

En lo concerniente a sitios arqueológicos, según la información recopilada en el Museo Nacional, en el Cantón de Siquirres se tienen registrados 73 sitios, los cuales se detallan en el cuadro N° 9.13:

Cuadro N° 9.13. CANTÓN SIQUIRRES: SITIOS ARQUEOLÓGICOS REGISTRADOS POR EL MUSEO NACIONAL DE COSTA RICA

Nombre del Sitio	Clave de registro	Ubicación			Hoja Cartográfica	Tipo de Sitio
		Latitud	Longitud			
Anonillo	L-182 An	10 4 29	83 34 19	Bonilla	Habitación	

Cuadro N° 9.13. CANTÓN SIQUIRRES: SITIOS ARQUEOLÓGICOS REGISTRADOS POR EL MUSEO NACIONAL DE COSTA RICA

Nombre del Sitio	Clave de registro	Ubicación						Hoja Cartográfica	Tipo de Sitio
		Latitud			Longitud				
Bajos del Tigre	L-50 BT	10	0	47	83	32	4	Bonilla	Habitación, Taller
Bonilla	L-162 Bn	10	0	28	83	36	51	Bonilla	Funerario
Cairo	L-77 Cr	10	8	17	83	32	16	Bonilla	Arquitectónico
Calin	L-189 Cl	10	0	35	83	36	43	Bonilla	Funerario, Petroglifo
Carazo	L-159 Cr	10	2	44	83	35	2	Bonilla	Funerario, Habitación
Casasola	L-150 Cs	10	2	37	83	37	10	Bonilla	Habitación, Petroglifo
Chilillo	L-243 Chi	10	4	42	83	30	43	Bonilla	n.d
Diphó	L-153 Dp	10	1	52	83	35	33	Bonilla	Funerario, Petroglifo
El Bambusal	L-246 EB	10	4	42	83	33	28	Bonilla	Habitación
El Camino	L-242 EC	10	4	0	83	34	6	Bonilla	n.d
El Cubano	L-186 EC	10	3	30	83	34	19	Bonilla	Habitación
El Guarumo	L-221 EG	10	5	12	83	34	6	Bonilla	Habitación
El Guayacán	L-104 EG	10	3	15	83	31	47	Bonilla	Habitación
El Llano	L-163 EL	10	0	6	83	36	47	Bonilla	Funerario
El Mirador	L-244 EM	10	4	31	83	34	52	Bonilla	n.d
El Nido del Zopilote	L-252 ENZ	10	2	28	83	35	10	Bonilla	Habitación
El Pavo Real	L-236 EPR	10	4	46	83	33	38	Bonilla	n.d
El Pipal	L-219 EP	10	4	56	83	33	42	Bonilla	Habitación, Petroglifo
El Polvorín	L-237 EP	10	4	22	83	34	14	Bonilla	n.d
El Tigre	L-106 ET	10	0	52	83	32	28	Bonilla	Funerario, Habitación,
Encanto	L-149 Ec	10	0	49	83	37	15	Bonilla	Petroglifo, Camino
Estación Colombiana	n.d	10	9	20	83	34	51	Bonilla	Funerario, Habitación
Guayacán	L-161 Gy	10	5	3	83	33	21	Bonilla	Funerario
Hermosa	L-177 Hr	10	1	50	83	36	48	Bonilla	Petroglifo
Indiana	L-122 In	10	6	49	83	29	53	Matina	Funerario
Izaguirre	L-134 Iz	10	9	2	83	31	33	Bonilla	Funerario
Jabillo	L-184 Jb	10	4	51	83	34	16	Bonilla	Habitación
Jades	L-152 Jd	10	1	42	83	37	7	Bonilla	Funerario, Petroglifo
Ják	L-147 Jk	9	59	39	83	35	52	Tucurrique	Habitación, Petroglifo
Jardín	L-154 Jd	10	1	44	83	35	56	Bonilla	Funerario
Juká	L-176 Jk	10	3	21	83	35	14	Bonilla	Funerario,

Cuadro N° 9.13. CANTÓN SIQUIRRES: SITIOS ARQUEOLÓGICOS REGISTRADOS POR EL MUSEO NACIONAL DE COSTA RICA

Nombre del Sitio	Clave de registro	Ubicación			Hoja Cartográfica	Tipo de Sitio
		Latitud	Longitud			
						Habitación
Krica	L-151 Kr	10 2 4	83 37 0	Bonilla		Funerario, Petroglifo
La Alegría	L-212 LA	10 8 23	83 35 5	Bonilla		Habitación
La Cascada	L-241 LC	10 4 18	83 34 47	Bonilla		n.d
La Francia	L-25 LF	10 7 48	83 33 2	Bonilla		Funerario, Habitación
La Iberia	L-4 LI	10 6 58	83 36 1	Bonilla		Funerario
La Isla	L-251 LI	10 4 49	83 34 37	Bonilla		Taller
La Junta	L-140 LJ	10 7 7	83 31 23	Bonilla		Funerario
La Máquina	n.d	10 9 41	83 34 12	Bonilla		Funerario
La Moncha	L-187 LM	10 0 52	83 35 25	Bonilla		Funerario
La Quebrada	L-232 LQ	10 4 53	83 33 30	Bonilla		Habitación
La Terciopelo	L-245 LT	10 4 3	83 34 19	Bonilla		n.d
Lagunilla	L-188 Lg	10 0 45	83 36 49	Bonilla		Funerario, Habitación
Lancaster	L-164 Lc	10 1 14	83 35 45	Bonilla		n.d
Laurel	L-179 Lr	10 4 58	83 33 44	Bonilla		Funerario, Habitación
Linda	L-148 Ld	10 1 2	83 36 49	Bonilla		Funerario
Manuel	L-156 Mn	10 2 2	83 36 25	Bonilla		Funerario
Marín	n.d	10 9 39	83 36 22	Bonilla		Funerario
Mercocha	n.d	10 9 39	83 36 38	Bonilla		Arquitectónico
Montecristo	L-157 Mn	10 2 24	83 36 6	Bonilla		Funerario, Habitación
Nubes	L-185 Nb	10 5 0	83 34 36	Bonilla		Habitación, Petroglifo
Omar	L-155 Om	10 2 3	83 36 11	Bonilla		Funerario
Orquídeas	L-191 Or	10 0 20	83 37 21	Bonilla		Funerario
Palmita	L-234 Pa	10 4 48	83 33 23	Bonilla		Habitación, Petroglifo
Palomo	L-158 PI	10 2 53	83 35 19	Bonilla		Funerario, Habitación
Pantano	L-235 Pn	10 4 34	83 34 3	Bonilla		Habitación, Taller
Pascua	L-124 Ps	10 2 14	83 36 24	Bonilla		Funerario, Habitación
Platanar	L-181 PI	10 5 1	83 33 7	Bonilla		Funerario, Habitación
Plywood	L-180 PI	10 5 14	83 34 1	Bonilla		Habitación, Petroglifo
Porvenir	n.d	10 9 5	83 36 48	Bonilla		Funerario,

Cuadro N° 9.13. CANTÓN SIQUIRRES: SITIOS ARQUEOLÓGICOS REGISTRADOS POR EL MUSEO NACIONAL DE COSTA RICA

Nombre del Sitio	Clave de registro	Ubicación			Hoja Cartográfica	Tipo de Sitio
		Latitud	Longitud			
						Habitación
Río Babilonia	L-213 RB	10 7 34	83 34 55	Bonilla		Funerario, Arquitectónico
San Antonio	L-160 SA	10 2 33	83 36 37	Bonilla		Funerario, Habitación,
Santa Rosa	n.d	10 6 31	83 25 32	Matina		Funerario
Shamarti	L-233 Sh	10 5 54	83 31 16	Bonilla		Funerario
Shoni	L-190 Sh	10 0 15	83 37 3	Bonilla		Funerario, Petroglifo
Sibón	L-220 Sb	10 5 4	83 33 58	Bonilla		Funerario, Habitación,
Siquirres	n.d	10 6 23	83 30 21	Bonilla		Funerario
Terciopelo	L-105 Tp	10 0 27	83 31 23	Bonilla		n.d
Tres Amigos	L-178 TA	10 4 58	83 33 36	Bonilla		Funerario, Habitación
Tufo	L-175 Tf	10 2 24	83 35 38	Bonilla		Funerario, Habitación
Williamsburg	L-58 Wb	10 9 43	83 35 29	Bonilla		Arquitectónico
Yutí	L-183 Yt	10 4 46	83 34 0	Bonilla		Habitación, Petroglifo

Fuente: Museo Nacional de Costa Rica. Sistema de consulta en línea base de datos "Orígenes". (Noviembre, 2012)

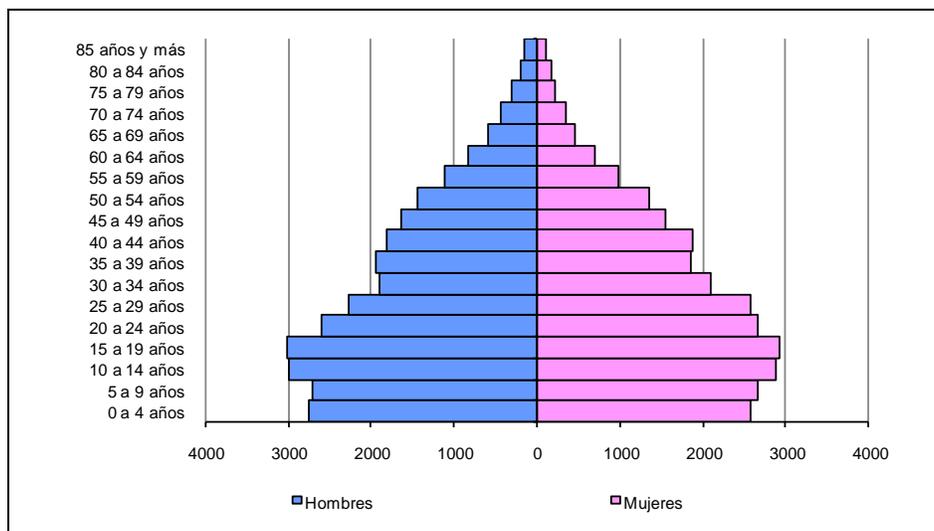
9.4.3 Aspectos Demográficos

El cantón de Siquirres tiene una extensión territorial de 860.19 kilómetros cuadrados (Km²) y el conglomerado de población que lo habita es de 56.786 personas, para una densidad de población de 66 personas por Km². Dicha población se distribuye en 6 distritos: Siquirres, Pacuarito, Florida, Germania, Cairo y Alegría. El 51.7% del territorio cantonal es zona urbana (INEC, 2011).

En lo que se refiere a la distribución de la población por sexo, en el cantón el 50.6% son hombres y 49.4% son mujeres, lo que da una razón de 103 hombres

por cada 100 mujeres. La distribución de la población por grupos de edad y sexo se presenta en el gráfico N° 9.12:

GRÁFICO N° 9.12. CANTÓN SIQUIRRES: DISTRIBUCIÓN DE LA POBLACIÓN POR GRUPOS DE EDAD SEGÚN SEXO, ABSOLUTOS



Fuente: Elaboración propia, datos Censo Nacional 2011 (Noviembre, 2012)

El gráfico permite establecer un comportamiento homogéneo en la distribución de las personas por sexo en lo que respecta a los grupos de edad.

Al hacer un análisis del lugar de nacimiento de la población que vive en el cantón de Siquirres, se tiene que el 55.5% de las personas nacieron en el cantón, un 37.7% nació en otro cantón y un 6.9% de personas nació en otro país.

En lo que se refiere a datos de seguridad social obtenidos en el Censo del 2011, en el cantón Siquirres un total de 5.878 personas (10.4%) no están cubiertas por los servicios de la Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS), cifra que está por debajo del porcentaje a nivel nacional (14.5%). Siempre sobre el tema de la CCSS, se debe indicar que en el cantón de Siquirres existe un Área de Salud de esa institución. En dicha Área de Salud las principales causas de consulta de la población son diversas, tal y como se refleja en el cuadro N° 9.11:

CUADRO N° 9.11: CANTÓN SIQUIRRES: PRINCIPALES CAUSAS DE CONSULTA SEGÚN GRUPOS DE POBLACIÓN

Niños	Adolescentes	Mujeres	Adultos	Adultos Mayores
IRAS	IRAS	IRAS	IRAS	DM
Anemia	Gripe	Micosis	Gripe	Gripe
Diarrea	Virosis	Gastritis	Gastritis	Gastritis
Piodermitis	Gastritis	Lumbalgia	Lumbalgia	Lumbalgia
Parasitosis	Parasitosis	Hipertensión	Hipertensión	Hipertensión

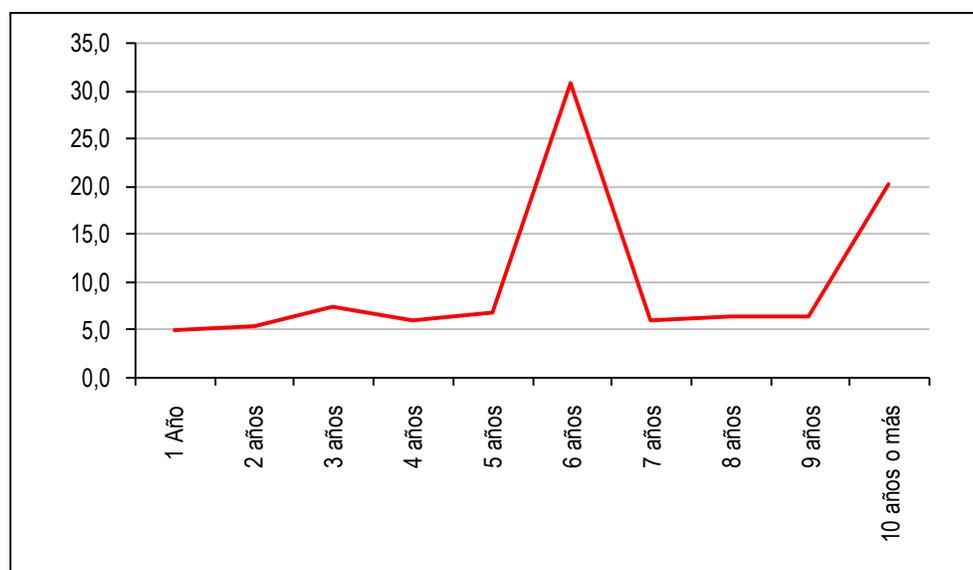
Fuente: CCSS, Dirección de Compra de Servicios. Área de Salud de Siquirres (2008)

A partir de lo anterior, el Área de Salud desarrolla actividades comunitarias tales como campañas de promoción de la salud orientada a escolares, adolescentes, padres y madres de familia, adultos mayores (CCSS: 2008).

En lo que respecta a otros problemas de salud, en el cantón de Siquirres el 10.8% de la población padece una discapacidad. Las personas del cantón que no experimentan ninguna discapacidad representan el 89.2% del total.

Respecto a datos de escolaridad, se tiene que el 7.5% de las 51.437 personas mayores de 5 años de edad del cantón no saben leer ni escribir. Dicho porcentaje de analfabetismo sugiere que el promedio de años de escolaridad de la población es limitado, lo cual se puede observar en el gráfico N° 9.13:

GRÁFICO N° 9.13. CANTÓN SIQUIRRES: AÑOS DE ESCOLARIDAD DE LA POBLACIÓN DE 5 AÑOS DE EDAD O MÁS, PORCENTAJES



Fuente: Elaboración propia, datos Censo Nacional 2011 (Noviembre, 2012)

Al analizar los niveles de instrucción de las 51.437 personas con edad escolar que viven en el cantón, un 6.0% no posee ningún nivel de instrucción; un 58.4% cursó como máximo algún nivel de educación primaria; un 28.4% participó en algún nivel de la educación secundaria; un 7.0% cursó estudios superiores y un 0.2% lo hizo en educación especial.

9.4.4 DATOS SOCIALES

El cantón de Siquirres registró para el año 2007 un Índice de Desarrollo Social (IDS) del 17.0 lo que ubicó a ese territorio en la posición número 71 entre los 81 cantones del país (MIDEPLAN, 2007).

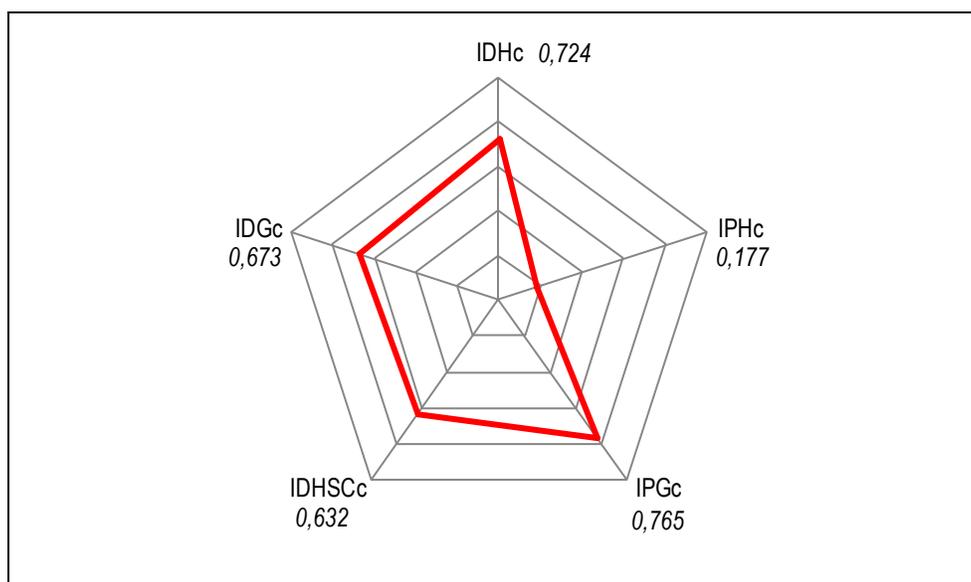
Se entiende por el IDS “un índice que comprende cuatro dimensiones: económica, participación social, salud y educación y compuesto por once indicadores relativos al consumo promedio residencial de electricidad, viviendas con acceso a Internet, mortalidad de niños menores de 5 años, bajo peso en niños y niñas, nacimientos de hijos de madres solteras menores de 19 años, cobertura de agua potable, infraestructura educativa, programas educativos especiales, escuelas unidocentes, reprobación escolar y participación electoral. Su rango de variación oscila entre 100 puntos (mejor situación) y 0 puntos (situación más desfavorable)”. Respecto a las dimensiones que integran el IDS, los datos para el cantón de Siquirres son los siguientes: económica, 10.3; participación social, 20.2; salud, 28.3 y educación, 37.5 (MIDEPLAN, 2007).

En lo que se refiere al Índice de Desarrollo Humano Cantonal (IDHc) desarrollado por el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), el dato para el cantón fue de 0,724 en el año 2009, lo que ubicó al cantón en la posición 62 entre los 81 cantones del país. El IDHc “mide el progreso en materia de desarrollo humano que los cantones presentan en tres dimensiones básicas: disfrute de una vida larga y saludable (esperanza de vida al nacer), acceso a la

educación (alfabetización y tasa neta de matrícula educativa) y estándar de vida (bienestar material)” (PNUD, 2011).

Otros indicadores que se desarrollan como parte del análisis del desarrollo humano cantonal son el Índice de Pobreza Humana cantonal (IPHc), cuyo valor fue de 0,177 ubicando al cantón en la posición 55 a nivel nacional. El Índice de Desarrollo relativo al Género cantonal (IDGc), que dio un valor de 0,673 y le significó la posición 64 entre los 81 cantones. El Índice de Potenciación de Género cantonal (IPGc), del cual el cantón obtuvo un valor de 0.765 y la posición 54 entre todos los cantones del país. Finalmente, el Índice de Desarrollo Humano cantonal ajustado por Seguridad Ciudadana (IDHSCc), del cual el cantón obtuvo un valor de 0.632 y la posición 66 a nivel nacional (PNUD, 2011). En el gráfico N° 9.14 se representa la situación de los IDH para el cantón Siquirres:

GRÁFICO N° 9.14. CANTÓN SIQUIRRES: ÍNDICES DEL DESARROLLO HUMANO CANTONAL



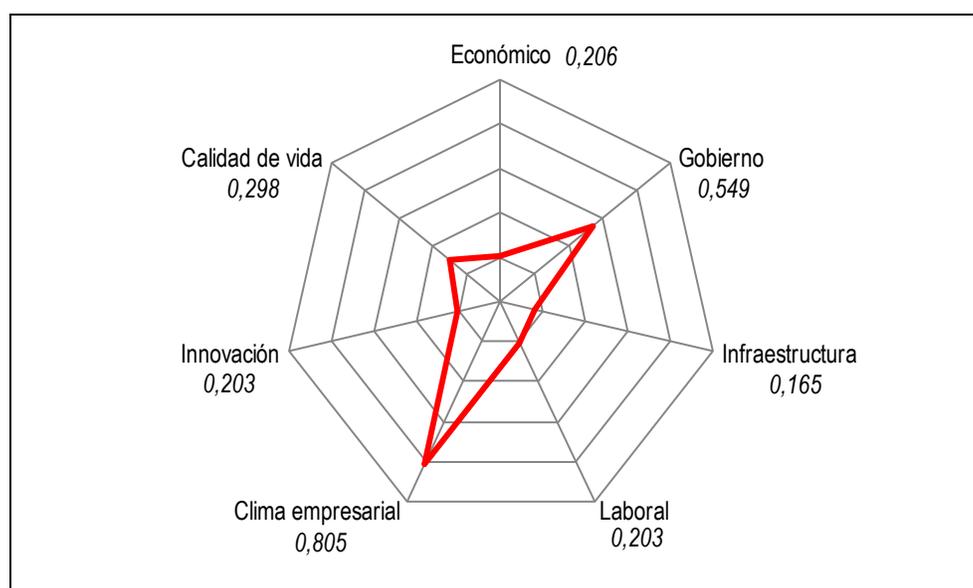
Fuente: PNUD, Atlas del Desarrollo Humano Cantonal de Costa Rica 2011

Otro índice que se podría incluir dentro de análisis del cantón es el relativo al Índice de Competitividad Cantonal (ICC), desarrollado por el Observatorio del Desarrollo de la Universidad de Costa Rica. Dicho índice “es un promedio simple de los 7 pilares normalizado entre 0 (peor situación) y 1 (mejor situación).

Los pilares son Pilar Económico, Gobierno, Infraestructura, Clima Empresarial, Clima Laboral, Capacidad de Innovación y Calidad de Vida” (ODD-UCR, 2011).

Así, se tiene que el ICC para el cantón de Siquirres correspondiente al año 2011 fue de 0,129. En el gráfico N° 9.15 se reseñan los valores para cada uno de los pilares que apoyan el cálculo del ICC:

GRÁFICO N° 9.15. CANTÓN SIQUIRRES: ÍNDICES DE COMPETITIVIDAD CANTONAL



Fuente: Observatorio del Desarrollo-UCR, Índices de competitividad cantonal 2011

En lo que se refiere a vivienda, la situación existente en el Cantón de Siquirres establece que se mantiene la práctica social de vivir en “casa independiente”, ya que de ese tipo es el 97.0% de las viviendas construidas en el cantón, tal y como se observa en el cuadro N° 9.12:

CUADRO Nº 9.12: CANTÓN SIQUIRRES: TIPOLOGÍA DE VIVIENDAS, PORCENTAJES

Tipo de vivienda	%
Casa independiente	97,0
Casa independiente en condominio	0,0
Edificio de apartamentos	1,9
Edificio de apartamentos en condominio	0,0
Tugurio	0,1
Otros	1,0
TOTAL	100.0

Fuente: Elaboración propia, datos Censo Nacional 2011 (Noviembre, 2012)

Adicionalmente se puede señalar que de las 16.206 viviendas ocupadas presentes en el cantón de Siquirres, el 65.8% son viviendas que pertenecen a alguna de las personas que habita en ellas, al tiempo que el 2.8% de las viviendas ocupadas tienen hacinamiento.

Además, en las 16.206 viviendas ocupadas existen 16.254 hogares.

El material predominante con que están construidas las viviendas ocupadas en la zona de estudio es de block de cemento o ladrillo (56.2%) y el 48.2% son viviendas en buen estado.

El 82.3% de las viviendas son abastecidas de agua por medio de un acueducto; un 98.3% de las viviendas tiene electricidad y un 93.9% de las viviendas ocupadas disponen de algún tipo de sistema para el tratamiento de aguas negras.

Respecto a telecomunicaciones, de las 16.206 viviendas ocupadas presentes en cantón de Siquirres, 6.585 tienen al menos una línea telefónica fija (40.6%); 13.305 viviendas ocupadas cuentan con al menos una línea de telefonía móvil (82.2%) y 2.351 viviendas ocupadas tienen conexión a internet (14.5%).

Finalmente, el 59.1% de las 16.206 viviendas ocupadas del cantón de Siquirres son cubiertas por el servicio de disposición de desechos sólidos por medio de un camión recolector.

DATOS ECONÓMICOS

Al analizar datos económicos y de empleo del cantón de Siquirres se tiene que de las 43.744 personas mayores de 12 años de edad, el 46.6% es población económicamente activa (PEA), mientras que un 53.4% es población económicamente inactiva (PEI).

En lo que a niveles de ocupación se refiere, de las 20.370 personas que integran la PEA, 19.634 poseen alguna ocupación (96.4%) y las personas no ocupadas representan un 3.6%.

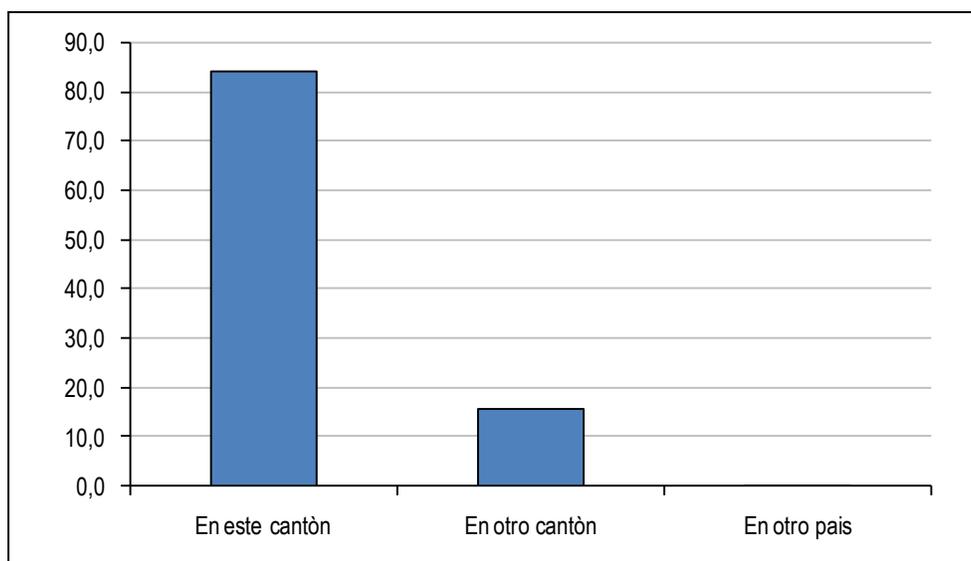
De las 19.633 personas ocupadas que existen en el cantón de Siquirres, un 44.9% lo hace en actividades del sector primario de la economía; un 16.1% se desempeña en actividades del sector secundario y un 39.1% lo hace en el sector terciario.

Las principales actividades económicas del cantón se centran en la agricultura (44.8%), la industria manufacturera (6.2%), comercio (12.5%) y la enseñanza (5.9%).

Por otra parte, de las personas ocupadas que existen en el cantón, un 3.4% son patronos; un 16.3% son trabajadores por cuenta propia; un 63.3% laboran en la empresa privada; un 13.0% lo hace en el sector público; un 2.6% trabaja en casas particulares y un 1.3% son personas que trabajan como ayudantes sin recibir pago en dinero.

Al analizar los datos del lugar de trabajo de las personas ocupadas, se tiene la información que se presenta en el gráfico N° 9.16:

GRÁFICO N° 9.16. CANTÓN SIQUIRRES: DISTRIBUCIÓN DE LAS PERSONAS OCUPADAS POR LUGAR DE TRABAJO, PORCENTAJES



Fuente: Elaboración propia, datos Censo Nacional 2011 (Noviembre, 2012)

Se observa en el gráfico como el 15.8% de las personas del cantón Siquirres que trabajan lo hacen fuera de esa unidad territorial, mientras que dentro del cantón labora el 84.0% de sus habitantes. Un 0.2% de las personas del cantón trabajan en otro país.

9.4.5 DATOS DE ORGANIZACIONES SOCIALES

Respecto a organizaciones sociales, en el Cantón de Siquirres existen, entre otras, las siguientes:

- Asociaciones de Desarrollo en cada uno de sus distritos. Estas son organizaciones integradas por 7 miembros que se distribuyen los puestos de presidencia (1 persona), vicepresidencia (1 persona), secretaria (1 persona), tesorería (1 persona) y vocales (3 personas). Este tipo de asociaciones son de tipo formal, territorial y de base popular. Se consideran organizaciones formales porque su constitución, actuaciones, relaciones y disolución están determinadas por la Ley N° 3859 del 7 de abril de 1967 y

su respectivo reglamento. Son organizaciones territoriales porque su accionar está circunscrito a un área determinada y son organizaciones de base popular porque sus afiliados son personas mayores de quince años vecinos de esa área territorial, sin distinciones de posición económica, ideológica, política, religiosa, racial o de sexo grupos (DINADECO, 2012).

- Juntas de Educación. Son órganos auxiliares de la Administración Pública en materia de educación y están conformadas por una junta directiva de 5 miembros, cuyos puestos se distribuyen en la presidencia (1 persona), vicepresidencia (1 persona), secretaría (1 persona) y vocales (2 personas). La función primordial de la Junta de Educación es asegurar la integración de la comunidad y el centro educativo. Como organismos auxiliares de la Administración Pública, la Junta tiene personalidad jurídica y patrimonio propio. Sin embargo, de conformidad con lo dispuesto por el artículo 45 de la Ley Fundamental de Educación, su actividad está subordinada a la Política Educativa vigente.
- Sub-comités de deportes. Los subcomités comunales son órganos adscritos al Comité Cantonal de Deportes y Recreación y tiene a su cargo el mantenimiento y administración de las infraestructuras deportivas municipales en cada distrito. Los subcomités comunales están integrados por un Junta Directiva de siete miembros residentes de cada comunidad y está subordinado al Comité Cantonal de Deportes de la Municipalidad de Siquirres.
- Asociación Ambientalista de Siquirres
- Asociaciones de Mujeres Microempresarias

10. Conflictos de uso del suelo y vulnerabilidad

10.1 INTRODUCCIÓN

Como se ha mencionado, el objetivo primordial del presente estudio técnico es la identificación de las comunidades humanas que se presentan en condición de vulnerabilidad a las amenazas naturales.

Con los resultados de la investigación efectuada y presentados en este documento hasta ahora, quedan claros dos aspectos fundamentales.

En primer lugar, que un gran parte del espacio geográfico en análisis presenta un condición de susceptibilidad a algún tipo de amenaza natural.

En segundo lugar, que en ese mismo territorio se asienta una serie de comunidades humanas, que hacen que dichas construcciones y sus habitantes pasen a presentar una condición de riesgo a esas amenazas y peligros naturales identificados.

En el presente capítulo se hace un recuento integral de esta situación y además, se efectúa una discusión sobre los principales conflictos de uso del territorio y los factores que conducen a que se dé o bien, se aumente una condición de vulnerabilidad dada.

El capítulo se organiza según tres elementos básicos a saber:

- Identificación de las comunidades en riesgo a amenazas naturales.
- Conflicto de uso de la tierra por actividades agrícolas respecto a amenazas naturales.
- Conflicto de uso de la tierra por actividades urbanas, respecto a amenazas naturales.

10.2 COMUNIDADES EN RIESGO A AMENAZAS NATURALES (VISIÓN INTEGRAL)

En los mapas presentados en los capítulos previos se presentan los mapas de amenazas naturales para el área de estudio, en el que sea sobrepuesto la totalidad de las áreas urbanizadas identificadas según el mapa de uso actual elaborado conforme a los ortofotos del Programa de Regularización y Catastro.

No obstante, debido a la resolución que tiene el mapa digital, el mismo puede ser observado con gran detalle mediante un sistema de información geográfico o en su defecto, mediante un documento impreso de mayores dimensiones.

Este elemento es relevante de recalcar en la medida de que al estar toda la información digitalizada y ordenada en un sistema de información geográfico, la ubicación de cada obra de infraestructura o de construcción está debidamente georeferenciada y puede ser sobrepuesta a las ortofotos, con lo cual es perfectamente posible identificar hasta las casas individuales y su condición de vulnerabilidad a los diferentes tipos de amenazas naturales cartografiadas.

Como se puede observar, esta información es una gran utilidad no solo para la elaboración de los planes reguladores, sino también para realizar labores concretas de gestión PREVENTIVA del riesgo.

El análisis detallado del mapa deja claro que existe una importante cantidad de construcciones localizadas en alguna de las categorías de zonas de riesgo a avalanchas y deslizamientos, flujos de gravedad activos e inundaciones y avalanchas.

La obtención de esta información es de gran valor estratégico para el establecimiento de acciones concretas para controlar y disminuir la vulnerabilidad.

10.3 CONFLICTO DE USO DE LA TIERRA POR ACTIVIDADES AGRÍCOLAS RESPECTO A AMENAZAS NATURALES

La identificación del déficit de áreas boscosas resulta un indicador crítico, en particular para una zona que presenta alta vulnerabilidad a los procesos de deslizamientos.

10.4 CONFLICTO DE USO DE LA TIERRA POR ACTIVIDADES URBANAS RESPECTO A AMENAZAS NATURALES

Como puede deducirse de los datos analizados existen construcciones en zonas de alto y muy alto riesgo a las amenazas naturales, lo que implica que significa que un porcentaje alto del total de área construida dentro del espacio geográfico en estudio se presenta bajo estas condiciones.

Lo anterior se puede traducir en el sentido de que por lo menos un tercio del total de la población del área de estudio, se presentan en condiciones de vulnerabilidad alta y muy alta a las amenazas naturales que caracterizan el área de estudio.

Este dato, confirma la gran importancia de realizar gestión preventiva del riesgo, en dos sentidos, tomar acciones concretas respecto a esa población y además, evitar que nueva población se instale en dichas condiciones de riesgo.

11. Análisis de vulnerabilidad

11.1 INTRODUCCIÓN

Tal y como se señaló en el Capítulo anterior, cerca de un tercio de la población de las comunidades que residen en el área de estudio presentan una condición de vulnerabilidad.

Esto significa que las construcciones donde viven o laboran se localizan en espacios geográficos susceptibles al desarrollo de amenazas naturales como deslizamientos, inundaciones, avalanchas o actividad de fallas geológicas activas, es decir, condiciones de alto y muy alto riesgo.

Es de gran importancia señalar que la identificación de esa condición no implica, de forma automática, que dichas construcciones deban evacuarse y las personas trasladarse hacia otros sitios menos vulnerables.

Aunque esa podría considerarse una condición ideal, no necesariamente es la más viable.

La lógica de la aplicación de la gestión del riesgo, en este caso, implica, en primer lugar, hacer la labor hasta ahora realizada, que significa analizar las condiciones geológicas del área de estudio a fin de identificar las amenazas naturales, no solo al nivel de enlistarlas, sino de identificarlas de forma sistemática en un mapa, con su debida categorización.

De esta manera, es posible reconocer para la totalidad del área de estudio, donde se presentan las áreas más susceptibles a que se desencadenen fenómenos de amenazas naturales.

Una vez hecho este reconocimiento, se procede a sobreponer el respectivo mapa de uso del suelo, principalmente construcciones y se delimitan las comunidades que se presentan en condiciones de vulnerabilidad a esas

amenazas naturales, a fin de establecer las acciones de mitigación y minimización de riesgo necesarias para disminuir esas condiciones de vulnerabilidad.

Debido a que la legislación vigente en nuestro país señala que solo se puede dar un proceso de desalojo o evacuación de un espacio geográfico dado susceptible a una amenaza, cuando se presente una condición de peligro inminente, y tomando en cuenta los resultados del presente estudio referente a la extensión del territorio que es susceptible a fenómenos de amenazas naturales, es claro que el enfoque de gestión preventiva del riesgo que se debe llevar a cabo se dirige a la aplicación de los siguientes cuatro lineamientos estratégicos:

1. USOS DEL SUELO Y PERMISOS DE CONSTRUCCION

Incorporación de la información generada a las decisiones sobre usos del suelo y permisos de construcción nuevos, a fin de **CONDICIONAR** los mismos a la incorporación de medidas concretas de prevención referente a la localización y características de las obras a construir. Esto dentro de una filosofía de desarrollo de “construcciones seguras” y en cumplimiento de lo que exige la Ley Nacional de Emergencias.

2. DIVULGACIÓN Y CAPACITACION A COMUNIDADES

Establecer un plan de acción concreto a fin de promover un proceso de información a las comunidades y pobladores vulnerables a cierto tipo de amenaza natural, así como sus comités de emergencia locales, a fin de que conozcan las condiciones de susceptibilidad a las amenazas naturales que tiene el espacio geográfico en que habitan o trabajan y que aprendan a reconocer condiciones de peligro y que sepan las medidas que deben tomar ante situaciones de emergencia.

Esto último dentro de la filosofía japonesa de “convivir con el riesgo”, en el buen sentido de que representa reconocer la situación y saber qué hacer ante una situación de emergencia.

3. IDENTIFICACION Y CALIFICACION DEL PELIGRO INMINENTE

Realizar trabajos de estudios más detallados en zonas de mayor peligro (como deslizamientos activos, fallas geológicas) ya identificados en este estudio, a fin de delimitar con mayor precisión su área de afectación y calificar por un método cuantitativo o semicualitativo estandarizado si se encuentra o no en una condición de peligro inminente y si las obras de construcción o actividades humanas dentro de ese espacio geográfico dado requieren ser trasladadas de forma permanente de ese terreno.

4. INCERCIÓN DE RESULTADOS EN LOS PLANES REGULADORES

Incorporar los resultados del presente estudio en la elaboración o actualización de los planes de ordenamiento territorial (planes reguladores cantonales o parciales) a fin de establecer usos del suelo acordes con las condiciones de vulnerabilidad identificados, así como un plan de gestión de riesgo que conlleve la implementación de medidas correctivas de corto, mediano y largo plazo a fin de REVERTIR las condiciones de vulnerabilidad y de susceptibilidad a las amenazas naturales que se presentan en un espacio geográfico dado.

La integración de estos lineamientos estratégicos como parte de la gestión municipalidad, en particular, la gestión ambiental y territorial del gobierno local, son fundamentales para avanzar en la dirección correcta en lo concerniente a la gestión preventiva del riesgo.

En lo que sigue, se presenta un resumen de la condición de riesgo que presenta cada uno de los territorios de los cantones analizados en el presente estudio, con énfasis en dos de las amenazas naturales que más los afectan, como son los deslizamientos y las inundaciones.

Se presentan mapas individualizados de los cantones para esos temas a fin de visualizar de mejor forma la extensión de las áreas susceptibles a amenazas naturales y con el claro objetivo de que esa información sea útil para la implementación de los cuatro lineamientos estratégicos señalados anteriormente.

12. Estrategias de intervención estatal

12.1 INTRODUCCIÓN

De conformidad con los resultados obtenidos en el presente estudio y dada la realidad de las condiciones de susceptibilidad a amenazas naturales que presenta el territorio analizado, es clara la necesidad de que se dé una efectiva intervención de las autoridades del estado dentro del marco de una eficiente gestión del riesgo.

En el Capítulo anterior se delinearon los cuatro pasos estratégicos que deberían orientar la intervención estatal en el proceso.

En la Tabla 12.1 se sintetizan dichos pasos y se agregan además, las instituciones estatales y las organizaciones sociales que deberían jugar un papel activo en el desarrollo de acciones concretas.

Como parte de la Tabla 12.1, se incluyen también, las acciones concretas que deberían emprenderse para implementar el objetivo de cada paso estratégico señalado. Se aclara que dichas acciones no serían las únicas, por el contrario, representarían el inicio de un proceso que deberá completarse por medio de un proceso iterativo.

En lo que sigue, se presentan una serie de lineamientos técnicos para temas específicos y que representan problemas muy importantes de gestión de riesgo en el área de estudio. Esos lineamientos técnicos, son complementarios a lo señalado en la Tabla 12.1 y de igual manera, no pretenden ser exhaustivos, sino que el inicio de aportación de soluciones para la solución de los mismos.

Se definen propuestas de lineamientos para temas clave como deslizamientos activos, planes de gestión preventiva del riesgo, restauración de suelos y recuperación de bosques, aplicación de buenas prácticas agrícolas, política de construcción segura y la introducción del tema en los planes reguladores.

Tabla 12.1

Síntesis de pasos estratégicos a aplicar como parte de la intervención estatal en la disminución de las condiciones de vulnerabilidad de las comunidades del área de estudio

No.	PASOS ESTRATÉGICOS	EXPLICACIÓN	ACCIONES CONCRETAS	ACTORES CLAVE
1.	USOS DEL SUELO Y PERMISOS DE CONSTRUCCION	<p>Incorporación de la información a las decisiones sobre usos del suelo y permisos de construcción nuevos, a fin de CONDICIONAR los mismos a la incorporación de medidas concretas de prevención referente a la localización y características de las obras a construir.</p> <p>Esto dentro de una filosofía de desarrollo de “construcciones seguras” y en cumplimiento de lo que exige la Ley Nacional de Emergencias.</p>	<p>Manual de procedimientos municipales para usos del suelo y permisos de construcción incorporando datos de gestión del riesgo.</p> <p>Coordinación con empresas aseguradoras para que se tome en incorpore el tema de gestión del riesgo dentro de sus procedimientos.</p>	<p>CNE IFAM Municipalidad</p>
2.	DIVULGACIÓN Y CAPACITACION A COMUNIDADES	<p>Establecer un plan de acción concreto a fin de promover un proceso de información a las comunidades y pobladores vulnerables a cierto tipo de amenaza natural, así como sus comités de emergencia locales, a fin de que conozcan las condiciones de susceptibilidad a las amenazas naturales que tiene el espacio geográfico en que habitan o trabajan y que aprendan a reconocer condiciones de peligro y que sepan las medidas que deben tomar ante situaciones de emergencia.</p> <p>Esto último dentro de la filosofía japonesa de “convivir con el riesgo”, en el buen sentido de que representa reconocer la</p>	<p>Manual de capacitación sobre gestión de riesgo para las comunidades.</p> <p>Instructivo para elaboración de planes de emergencia para comunidades vulnerables en función de los resultados del estudio.</p> <p>Acompañamiento a los comités de emergencia locales y las organizaciones comunales para elaboración de planes de emergencia y sistemas de alerta temprana.</p>	<p>Asociaciones comunales Municipalidad IFAM / CNE</p>

No.	PASOS ESTRATÉGICOS	EXPLICACIÓN	ACCIONES CONCRETAS	ACTORES CLAVE
		situación y saber qué hacer ante una situación de emergencia.		
3.	IDENTIFICACION Y CALIFICACION DEL PELIGRO INMINENTE	Realizar trabajos de estudios más detallados en zonas de mayor peligro (como deslizamientos activos, fallas geológicas) ya identificados en este estudio, a fin de delimitar con mayor precisión su área de afectación y calificar por un método cuantitativo o semicualitativo estandarizado si se encuentra o no en una condición de peligro inminente y si las obras de construcción o actividades humanas dentro de ese espacio geográfico dado requieren ser trasladadas de forma permanente de ese terreno.	Elaboración, discusión y formalización de un procedimiento estandarizado para calificación de zonas más susceptibles a amenazas naturales y calificarlas en su condición de peligro inminente. Estudio neotectónico para fallas geológicas activas para definir con mayor precisión las zonas de seguridad correspondientes.	Municipalidad CNE Universidades
4.	INCERCIÓN DE RESULTADOS EN LOS PLANES REGULADORES	Incorporar los resultados del presente estudio en la elaboración o actualización de los planes de ordenamiento territorial (planes reguladores cantonales o parciales) a fin de establecer usos del suelo acordes con las condiciones de vulnerabilidad identificados, así como un plan de gestión de riesgo que conlleve la implementación de medidas correctivas de corto, mediano y largo plazo a fin de REVERTIR las condiciones de vulnerabilidad y de susceptibilidad a las amenazas naturales.	Capacitación y transferencia de información a las oficinas de planificación y de gestión ambiental de las municipalidades para incorporar los resultados de los estudios a los planes reguladores en elaboración y modernización.	Municipalidades IFAM CNE Comunidades INVU

12.2 ESTRATEGIA PARA DESLIZAMIENTOS ACTIVOS

Como se ha descrito previamente en este estudio, para el territorio en análisis se identificaron un importante número de deslizamientos y flujos de gravedad que se encuentran activos.

Como parte del estudio se identificaron y localizaron dichos deslizamientos, incluyendo aquellos que afectan la red vial nacional y cantonal del área de estudio.

Debido a que se encuentran activos dichos deslizamientos representan una fuente de amenaza no solo para los terrenos localizados pendiente abajo, hacia donde se desplaza la masa y el flujo que se podría derivar del mismo, sino también de los terrenos aledaños pendiente arriba, dado que si el deslizamiento crece, podría afectar dichas propiedades (ver Figura 12.1).

Ante esto, se hace necesario desarrollar una serie de medidas principales para los diferentes deslizamientos, como son:

1. Realizar la delimitación y demarcación del área afectada, de ser posible con mayores estudios técnicos. Es muy importante registrar la delimitación en los mapas, debido a que la vegetación con el tiempo recubre la zona afectada y con ello, encubre su fácil identificación.
2. No permitir el desarrollo de construcciones en el área delimitada como de afectación directa o potencial del deslizamiento. En el caso de que ya se encuentren construcciones, promover el traslado a otros sitios más seguros.
3. Ejecutar obras mínimas de estabilización del deslizamiento, particularmente relacionadas con el manejo de drenajes de aguas superficiales y otras obras que emanen de los estudios técnicos.
4. No permitir construcciones dentro del valle de inundación o paso de avalancha de la quebrada o río que drena el área del deslizamiento. En caso de que ya existan construcciones establecer un plan de emergencias para las mismas y dado el caso, su traslado.

12.3 IMPLEMENTACIÓN DE PLANES DE GESTIÓN PREVENTIVA DEL RIESGO

Como se ha indicado previamente, la clave de una efectiva gestión PREVENTIVA del riesgo es la transferencia de información a los actores clave del proceso, dentro de los cuales se destacan los gobiernos locales y las comunidades vulnerables.

Transferencia de información que no solo debe limitarse en la entrega de mapas de amenazas, sino a la entrega de herramientas que permitan manejar de forma efectiva dicha información técnica para que se traduzca en medidas concretas que disminuyan la vulnerabilidad de las comunidades en riesgo.

Al respecto, tomando en cuenta lo avanzado, y a fin de no realizar repeticiones innecesarias, la principal recomendación que puede hacerse es que se continúe y refuerce el proyecto conjunto que tiene la CNE y el IFAM en este tema (ver Figura 12.2 y Tabla 12.2).



Fig. 12.1 Portada del Proyecto de coordinación interinstitucional sobre “Capacitación y transferencia de información sobre Gestión del Riesgo preventiva a las municipalidades”.

12.4 RESTAURACIÓN DE SUELOS Y RECUPERACIÓN DE BOSQUES

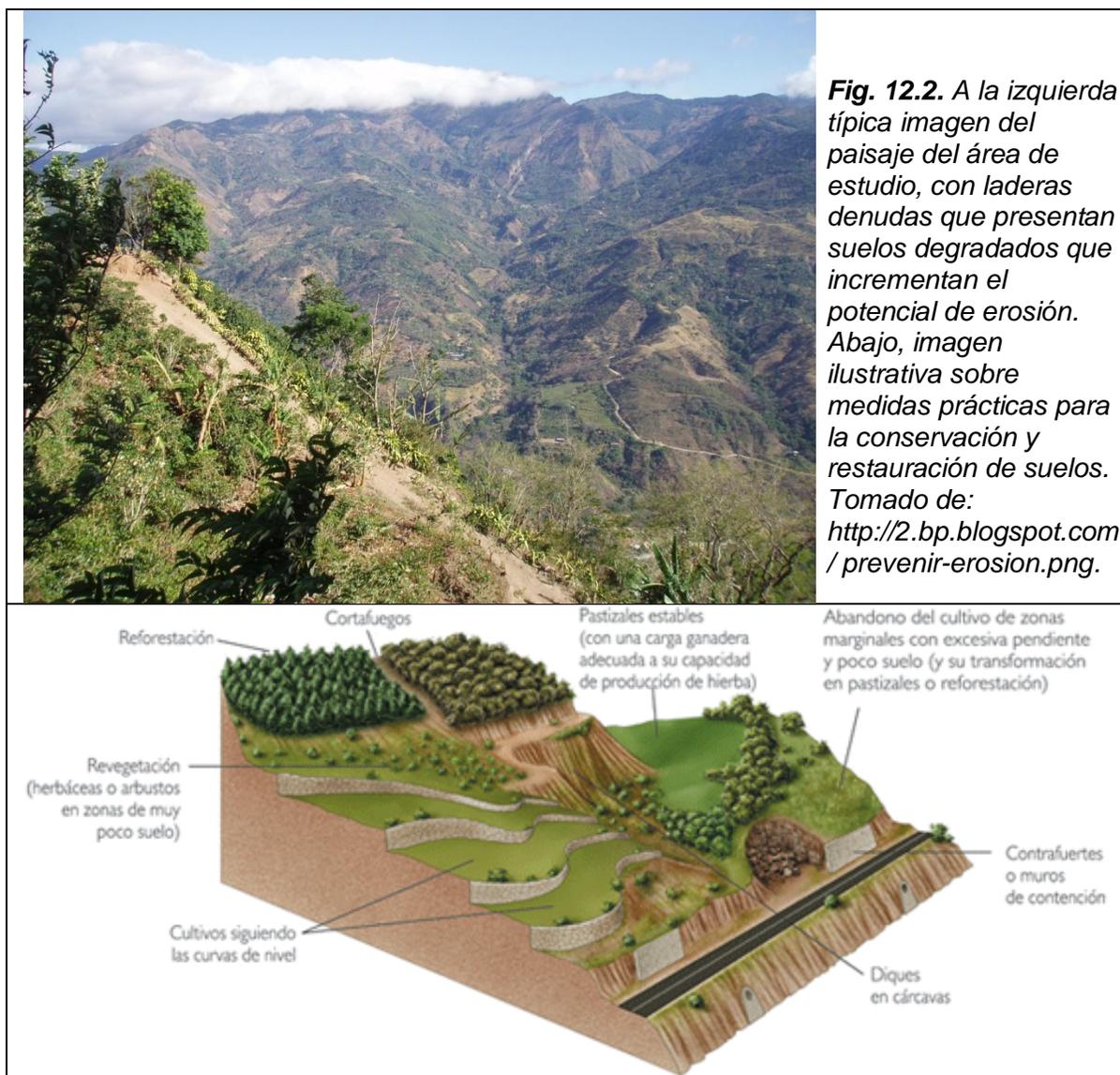
Como se ha argumentado en este estudio, posiblemente el mayor problema ambiental que tiene el área de estudio fue la intensa deforestación que se realizó desde finales del siglo XIX y durante el siglo XX.

Se ha señalado que poco más de dos terceras partes de las tierras de aptitud forestal han sido desprovistas de su cobertura boscosa natural (ver Figura 12.2).

Tabla 12.2

Objetivos específicos del Proyecto promovido por el Gobierno de Costa Rica, por medio de un acuerdo interinstitucional IFAM - CNE

No.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS DEL PROYECTO
1.	Procesar e individualizar la información de zonificación ambiental generada por la aplicación del Decreto Ejecutivo No. 32967 – MINAE, en combinación con la base cartográfica y de fotografía del Programa de Regularización y Catastro, a nivel del cantón del interés y según los tipos de amenazas naturales identificados.
2.	Desarrollo de la base cartográfica de amenazas naturales a nivel cantonal, a partir de la información con que cuenta la Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias, para las diferentes tipos de amenazas naturales a la escala disponible, tanto en forma digital como impresa.
3.	Caracterización estadística del cantón según los tipos de amenazas naturales presentes en el cantón.
4.	Elaboración de un Manual descriptivo de tipos de amenazas presentes en el cantón.
5.	Elaboración de una guía de cómo desarrollar un Plan Municipal de Gestión del Riesgo, según las características de cada cantón
6.	Desarrollo de una capacitación y transferencia de información hacia la Municipalidad, que integre el Concejo Municipal, la Unidad de Gestión Ambiental y Territorial de la Municipalidad o su similar y miembros de la comunidad, a fin de que la información generada y transferida sea base para el desarrollo y actualización permanente del Plan Cantonal de Municipal de Gestión del Riesgo.



La ausencia de cobertura boscosa genera una importante cadena de impactos, dentro de los que se incluyen: aumento de la capacidad erosiva del agua de lluvia y de escorrentía superficial, erosión del suelo, particularmente de sus capas fértiles (desertificación), pérdida de la capacidad de infiltración de agua y por tanto disminución de recarga de los acuíferos en el subsuelo superior, disminución en la producción de oxígeno y pérdida de retención de carbono, así como aumento de la susceptibilidad a procesos de movimiento gravitacional en masa (deslizamientos) así como otros procesos erosivos, como desarrollo de cárcavas y reptación entre otros.

En consideración de lo anterior, la restauración y conservación de suelos de los terrenos de aptitud forestal del área de estudio representa una acción preventiva clave para disminuir la vulnerabilidad y dar mayor sostenibilidad ambiental al espacio geográfico aquí analizado.

En este contexto las principales acciones que se recomienda seguir son:

1. Realizar una campaña divulgativa y de concientización a los propietarios de terrenos en esa condición a fin de que implementen acciones concretas de restauración y conservación de suelos, así como de regeneración de cobertura boscosa.
2. Considerar como parte del proceso gradual de restauración de suelos y bosques, una mecanismo “gana – gana” por medio del cual, los propietarios tengan incentivos para cumplir ese objetivo. Uno de estos elementos puede corresponder con el pago de servicios ambientales. Otro elemento importante podría ser el desarrollo de cultivos “intermedios” que además de restaurar paulatinamente el suelo, generen un insumo útil al propietario. La posibilidad de utilizar estos terrenos de aptitud forestal para el cultivo de plantas como el *Jatropha* u otros similares para la producción de biocombustibles podría ser analizada dentro de este tema.
3. Las propuestas de desarrollo de fincas, mientras no se cuente con un plan de ordenamiento territorial que integre la variable ambiental, debe partir de la elaboración de un Plan Ambiental de Desarrollo según lo establece la Legislación Ambiental vigente, de manera tal que el diseño de obras se ajuste estrictamente a criterios ambientales y de gestión del riesgo.
4. Los planes de ordenamiento territorial deberán incorporar planes de acción concretos para la restauración y conservación de suelos, así como de la recuperación de cobertura boscosa.

La finalidad última de esta acción es recuperar los bosques naturales como todavía se observan en algunos sectores del área de estudio y que, podrían dar a la misma, además de disminuir su vulnerabilidad un mayor potencial ecoturístico.

12.5 INTENSIFICACIÓN DE APLICACIÓN DE BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS

Tanto las zonas de aptitud forestal como otras zonas de menor pendiente pero de relieve significativo en el área de estudio, y que presentan actividades productivas como la agricultura (principalmente café) y ganadería, muestran debido a las limitadas condiciones de geoaptitud de los terrenos y, en muchos casos, a la ausencia de buenas prácticas agrícolas, condiciones de alto susceptibilidad al desarrollo de procesos erosivos y deslizamientos.

Como consecuencia de lo anterior, también aquí se hace indispensable, como medida estratégica de corto, mediano y largo plazo, para la disminución de la vulnerabilidad, la aplicación de buenas prácticas agrícolas.

Es claro que en la zona ya existen iniciativas en este sentido, promovidas por diferentes entidades públicas e incluso privadas. No obstante, se considera altamente recomendable que dichas entidades, entre las que se destaca el Ministerio de Agricultura y Ganadería, reciban información técnica como la aquí generada a fin de que fortalezcan sus programas y en lo principal, prioricen los mismos en aquellas áreas más vulnerables.

12.6 IMPLEMENTACIÓN DE POLÍTICA DE CONSTRUCCIÓN SEGURA

Esta política tiene como fundamento primordial el hecho de que las construcciones, tanto las existentes, como las nuevas, cuenten con los elementos de seguridad ambiental básicos, de manera tal que se generen los mínimos

efectos de la construcción al ambiente y los mínimos efectos del ambiente en la construcción (ver Figura 12.3).

Dentro de este contexto se sugiere que los gobiernos locales implementen esta política como parte del proceso de trámite de usos del suelo y de permisos de construcción, en lo referente a nuevos desarrollos.

Como parte de este proceso se debe contemplar, en virtud de las dimensiones y características de esos nuevos desarrollos, la realización de estudios técnicos específicos según sea el caso y de forma paralela al proceso de evaluación de impacto ambiental que debe llevarse a cabo.



Fig. 12.3 Concepto básico de "Construcción Segura", cuya finalidad es que todas las construcciones cuenten con los elementos de seguridad ambiental básicos, de manera tal que se generen los mínimos efectos de la construcción al ambiente y los mínimos efectos del ambiente en la construcción.

Mientras tanto, para construcciones ya existentes, lo que se sugiere es que además de implementar planes de emergencia en zonas de riesgo, se fomente la valoración técnica de construcciones y se suscite el desarrollo de acciones de

mantenimiento y mejora de su condición estructural y también de gestión ambiental. De forma simultánea, se recomienda que los gobiernos locales, con apoyo del IFAM y de la CNE promuevan el desarrollo de seguros contra desastres, los cuales deberían desarrollarse en consideración de la condición de riesgo imperante y la existencia de planes de emergencia.

12.7 INCORPORACIÓN DE LA GESTIÓN DEL RIESGO EN LOS PLANES DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL

Como se ha señalado previamente, posiblemente la acción estratégica más relevante que debe realizarse en el área de estudio es la elaboración y desarrollo de planes de ordenamiento territorial (planes reguladores con la variable ambiental integrada y debidamente aprobada por la Secretaría Técnica Nacional Ambiental).

La elaboración de esos planes de ordenamiento territorial requiere que se incorpore, tal y como lo establece la Ley Nacional de Emergencias, la gestión del riesgo. Al respecto una gran cantidad de la información aquí generada contribuye con las municipalidades para realizar dicha tarea.

Empero dicha introducción no debe realizarse de forma aislada, sino combinándose con otros factores ambientales, como los factores hidrogeológicos, biológicos, edafológicos y sociales (antrópicos), tal y como lo señala la metodología establecida en el Decreto Ejecutivo No. 32967 – MINAE.

En este aspecto resulta muy importante seguir una estrategia de desarrollo sostenible de uso del suelo como el que se indica en la Figura 12.4, que se aplicó en los estudios ambientales para el Plan Regional de la Gran Área Metropolitana (PRUGAM), y que fueron aprobados por la SETENA en el mes de Junio del 2009.

La formalización de los planes de ordenamiento territorial, en el menor plazo posible, es clave para consolidar la serie de planes de mediano y largo plazo que deben implementarse para minimizar la condición de vulnerabilidad de las comunidades.

No obstante, es importante que los gobiernos locales tengan claro que el uso de la información técnica que se ha generado como insumo para los mismos y mientras dichos planes se formalizan por parte de las entidades correspondientes, se hace necesario que se guarden las precauciones del caso y se respeten los resultados de dichos estudios al momento en que se den usos del suelo y permisos de construcción en sus territorios jurisdiccionales.

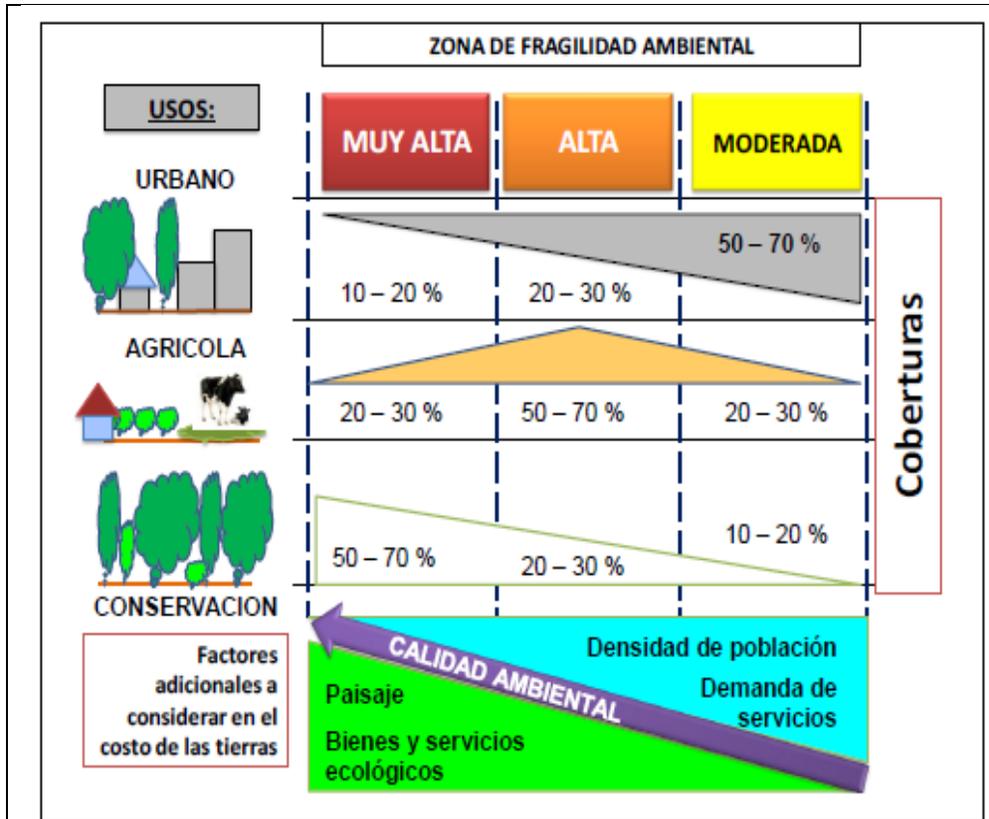


Fig. 12.4 Modelo de uso sostenible del territorio que sirve de plataforma para promover el desarrollo urbano intensivo en zonas de moderada fragilidad y condicionado en zonas de alta y muy alta fragilidad.

Finalmente, es importante señalar que debido a la promulgación de leyes ambientales durante los últimos 15 años, como son la Ley Orgánica del Ambiente, que contiene lineamientos vinculantes de Política de Ordenamiento Territorial, así como la Ley Forestal que contiene importantes alcances en lo referente a restricciones al uso del suelo por cobertura forestal y áreas de protección de áreas de recarga y manantiales; la Ley de Biodiversidad que también tiene lineamientos de ordenamiento territorial y mandatos claros de recuperar ecosistemas degradados como por ejemplo las áreas de aptitud forestal y también, la Ley de Uso, Manejo y Conservación de Suelos que establece mandatos y acciones a

tomar en cuenta para el uso sostenible de los suelos de un territorio; los planes de ordenamiento territorial ya no se limitan únicamente a la componente urbana, sino que requieren ser más integrales y bien fundamentados a fin de que garanticen un desarrollo verdaderamente sostenible de las comunidades humanas y del ambiente y los recursos naturales.

13. Conclusiones y recomendaciones

13.1 CONCLUSIONES PRINCIPALES

Los resultados técnicos del presente estudio comprueban que el territorio de los cantones de Guácimo, Pococí y Siquirres, presentan importantes áreas susceptibles a las amenazas naturales tales como los deslizamientos, flujos gravitacionales, avalanchas, inundaciones y fallas geológicas activas.

El estudio realizado permitió, con la aplicación metodológica del decreto ejecutivo no. 32967 – MINAE, realizar un cartografiado sistemático de todas las fuentes de amenaza, con lo cual es posible realizar una efectiva gestión preventiva del riesgo.

Como parte de los estudios, y en consideración de las ortofotos del Programa de Regularización y Catastro, del año 2008, fue posible elaborar un mapa de uso actual, en particular de las áreas urbanas donde reside o laboran personas.

La sobreposición, por medio de un sistema de información geográfica, del mapa de construcciones sobre el mapa de amenazas naturales identificadas, permite reconocer las condiciones de riesgo de las mismas y con ello, fijar la serie de medidas de intervención estatal para disminuir las condiciones de vulnerabilidad de las comunidades en riesgo.

El desarrollo de otros mapas temáticos para el área de estudio, ha permitido ampliar el diagnóstico del mismo, desde el punto de vista de amenazas naturales y además han aportado datos clave para entender mejor la seria condición de riesgo que presenta el territorio analizado, su origen y también las medidas estratégicas de corto, mediano y largo plazo que deberán implementarse en los próximos años para reducir la vulnerabilidad a las amenazas naturales.

13.2 RECOMENDACIONES

En consideración de los resultados del presente estudio, se señalan las siguientes recomendaciones:

- 1) Dar la mayor divulgación posible a la información aquí generada, tanto el informe como el conjunto de mapas producidos, y en particular a las municipalidades y comunidades del área de estudio, junto con las propuestas concretas de acción de intervención aquí sugeridas (ver Anexo 1).
- 2) Dar continuidad al proyecto de gestión preventiva del riesgo promovido por el IFAM y la CNE a fin de que las municipalidades cuenten con el apoyo institucional requerido para que puedan tomar acciones concretas en materia de gestión del riesgo y disminución de vulnerabilidad a las amenazas naturales de las comunidades del área de estudio, conforme a los lineamientos de intervención aquí señalados.
- 3) Promover una coordinación interinstitucional con otras entidades de gobierno a fin de que se conozcan los resultados del estudio y se incorporen sus resultados a la gestión institucional de esas instancias.
- 4) Reajustar los mapas de amenazas naturales de la CNE para los cantones cubiertos, acompañando el mapa cantonal en cuestión con una explicación detallada que mejore su entendimiento y aplicación.

14. Referencias Bibliográficas

- AGUILAR, A., 1984: Sismicidad del 3 al 9 de setiembre de 1980 y su relación con la cabecera del Río Navarro, Cartago.- Tesis de Licenciatura (unpublished), ECG- Univ. de Costa Rica, 166 pp.
- AGUILAR, A. & MORALES, L.D., 1993: Evidencias sismotectónicas del SFTCR.- Memoria IV Congreso Geológico Nacional, pp30-31, San José.
- ANGEVINE, Heller & Paola, 1990: Quantitative Sedimentary Basin Modeling. AAPG Continuing Education
- APPEL, H. (1990): Geochemie und K/Ar-Datierung an Magmatiten in Costa Rica, Zentralamerika.- 149pp. Diplomarbeit (unpublished); Johannes-GutenbergUniversität; Mainz.
- APPEL, H., Wörner, G., Alvarado, G., Rundle, C., & Kussmaul, S., 1994: Age relations in igneous rocks from Costa Rica. Profil 7:63-69, Stuttgart.
- ARIAS, O. & DENYER, P., 1991: Revista Geológica de América Central Nº 12: Aspectos neotectónicos y geológicos de Pococí y alrededores. -págs. 83-95, Editorial de la Univ. de Costa Rica, San José.
- ASM (2006). Análisis de Situación Integral de Salud del Área de Salud de Guácimo de la Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS).
- ASP (2006). Análisis de Situación Integral de Salud del Área de Salud de Pococí de la Caja Costarricense de Seguro Social (CCSS).
- ASTORGA, A.; 1987: El Cretácico Superior y el Paleógeno de la vertiente Pacífico de Nicaragua meridional y Costa Rica septentrional: Origen, evolución y dinámica de cuencas profundas relacionadas al margen convergente de Centroamérica. Tesis de Licenciatura, Universidad de Costa Rica: 250 p.
- ASTORGA, A.; 1990: La Formación Loma Chumico (Complejo de Nicoya, Costa Rica) y su relación con la evolución cretácica del margen oeste del "paleo-

plateau" Caribe. VII Congreso Geológico de América Central (19-23 Noviembre 1990), San José, Costa Rica, Resumen 128.

ASTORGA, A., 1994: El Mesozoico del sur de América Central: consecuencias para el origen y evolución de la Placa Caribe. Profil 7:171-233, Stuttgart.

ASTORGA; A., 1997: El Puente Istmo de América Central y La Evolución de la Placa Caribe (con énfasis en el Mesozoico). Tesis Doctoral Universidad de Stuttgart.-320 pp

ASTORGA, A.; FERNÁNDEZ, J.A.; BARBOZA, G.; CAMPOS, L.; OBANDO, J.; AGUILAR, A. & OBANDO, L.G; 1989: Cuencas Sedimentarias de Costa Rica: evolución Cretácico Superior - Cenozoica y Potencial de Hidrocarburos. Symposium on the Energy and Mineral Potential of the Central American - Caribbean Region, San José, Costa Rica, March 6-9, 1989, Circumpacific Council: 23p.

ASTORGA, A.; FERNÁNDEZ, J.A.; BARBOZA, G.; CAMPOS, L.; OBANDO, J.; AGUILAR, A. & OBANDO, L.G; 1991: Cuencas sedimentarias de Costa Rica: evolución geodinámica y potencial de hidrocarburos. - Rev. Geol. Amér. Central, 13: 25-59.

ASTORGA, A.; FERNÁNDEZ, J.A.; BARBOZA, G.; CAMPOS, L.; OBANDO, J.; AGUILAR, A. & OBANDO, L.G; 1995: Sedimentary basins of Costa Rica: Late Mesozoic-Cenozoic evolution and hydrocarbon potential. -Circum-Pacific Council for Energy and Mineral Resources, Earth Science Series, 16. Miller, R.L.; Escalante, G., Reinemund, J.A. & Bergin, M.J. (Eds.): Energy and Mineral Potential of the Central American-Caribbean Region. Springer - Verlag, Berlin.

ASTORGA, A. & CAMPOS, L. (2001): El cartografiado de geoaptitud de los terrenos (Mecanismo catalizador para sintetizar y facilitar la contribución de las Ciencias Geológicas en el Ordenamiento Territorial). – Revista Geológica de América Central, 24: 103, 110, San José.

- ASTORGA, A. (2000): Geología Ambiental. En: Denyer, P. & Kussmaul, S. (Eds): Geología de Costa Rica. Editorial Tecnológica de Costa Rica: 457 - 467.
- ASTORGA, A., 1987: El Cretácico Superior y el Paleógeno de la vertiente pacífica de Nicaragua meridional y Costa Rica septentrional: origen, evolución y dinámica de las cuencas profundas relacionadas al margen convergente de Centroamérica.-Tesis Lic. ECG-UCR, 250p.
- ASTORGA, A., 1994: El Mesozoico del Sur de América Central: consecuencias para el origen y evolución de la Placa Caribe. Profil 7: 171-234.
- ASTORGA, A., 1997: El puente-Ístmico de América Central y la evolución de la Placa Caribe (con énfasis en el Mesozoico). Profil 12:1-201.
- ATWATER, T.;1989: Plate Tectonic history of the northeast Pacific and western North America.-In: Winterer, E.L., Hussong, D.M. & Decker, R.W. (Eds.): The Geology of North America: The Eastern Pacific Ocean and Hawaii.- Geol.Soc.Amér., N.:21-72.
- BANDY, O.L. & CASEY, R.E. 1973: Reflector horizons and paleobathymetric history, eastern Panama. -Geol.Soc.Amer.Bull., 84: 3081-3086.
- BARQUERO, R. & ROJAS, W., 1993:Sismicidad inducida por los terremotos de Cóbano (1990) y Limón (1991) en el Valle Central.-Memoria IV Congreso Geológico Nacional, 28 de Junio-3 de Julio 1993, pp35-36 , San José.
- BAUMGARTNER, P.O., MORA, C.R., BUTTERLIN, J., SIGAL, J., GLACON, G., AZEMA, J. & BOURGOIS, J., 1984: Sedimentología y paleogeografía de Cretácico y Cenozoico del litoral pacífico del Costa Rica. Rev. Geol. Amér. Central, 1: 57 -136.
- BELLON, H. & TOURNON, J., 1978: Contribution de la géochronometrie K-Ar á l'étude du magmatisme de Cr, Amérique Central.- Bull. Soc. Geól. France 7, XX (6): 955-959.
- BERGOEING, J.P.,1982: Dataciones radiométricas en algunas muestras de CR.- Inf. Sem. IGN en.-jun.1982:71-86, SJ-CR.

- BERRANGE, J. (1969): Reconnaissance geology of the Tapantí Quadrangle, Talamanca Cordillera, Costa Rica. - Report No. 37 of Geological Sciences Overseas Division, 72pp, 1 map, London.
- BOND & KOMINZ, 1984: Construction of tectonic subsidence curves for the early paleozoic miogeocline, southern Canadian Rocky Mountains: implications for subsidence mechanisms, age of breakup, and crustal thinning.- Geol. Soc. Amer. Bull. 95, pp.155-173
- BOTTAZZI, G., FERNÁNDEZ, J.A. & BARBOZA, G., 1994: Sedimentología e historia tectono-sedimentaria de la Cuenca de Limón Sur.- Profil 7: 351-391, Stuttgart.
- BOUYASSE, P., 1984: The Lesser Antilles island arc; structure and geodynamic evolution, in Biju-Duval, B., and Moore, J.C. Initial reports of the Deep Sea Drilling Project, Volume 78a: Washington, D.C., U.S., Government Printing Office, p. 83-103.
- BOWLAND, C.L. & ROSENCRANTZ, E., 1988: Upper crustal structure off the western Colombian Basin, Caribbean Sea. -Geol. Soc. Amer. Bull., 100: 534-546.
- BRENES, J. & GÜENDEL, F., 1993: Actividad sísmica organizada por la interacción de las Fallas San Antonio de Belén- Escazú y Santa Bárbara de Heredia. Memoria IV Congreso Geológico de Costa Rica, 25-26 pp, San José.
- BROWNE H.L. 1961: Paleontological and stratigraphic Report of Limon Province, Costa Rica and Northeastern Panama.- Government Report (GR CR-59) (unpublished); Union Oil Co.
- BURKE, K., 1988: Tectonic Evolution of the Caribbean. Ann. Rev. Earth Planet. Sci., 16: 201 -230.
- BURKE, K., Cooper, C., Dewey J.F., Mann, P. & Pindell, J.L, 1984: Caribbean tectonics and relative plate motions. – En: Bonini, W.E., Hargraves, R.B.

- &Shagam, R. (Eds.): The Caribbean-South American plate boundary and regional tectonics. Geological Society of America Memoir 162: 31-64.
- BURKE, K., FOX, P.J. & SENGÖR, A.M.C., 1978: Bouyant ocean floor and the evolution of the Caribbean. *Journal Geophysics Resources*, 83: 3949 - 3954.
- CAMACHO, E., 1991: El Tsunami del 22 de Abril de 1991 en Bocas Del Toro, Panama.- *Rev. Geo. Amér. Central*, vol. esp. Terremoto de Limón: 61-64
- CAMPOS, L. 1987: Geología de la Fila Asunción y zonas aledañas, Atlántico Central, Costa Rica. -78pp., Tesis de Licenciatura (unpublished), Universidad de Costa Rica, San José.
- CAMPOS, L. (1995): Entorno geológico Regional y Aspectos generales de Amenaza sísmica en los proyectos Hidroeléctricos del Instituto Costarricense de Electricidad en la Cuenca Limón Sur, 4 Partes: I: Geología de la Cuenca Limón Sur. -33 pags, 1 mapa geológico y un perfil geológico a escala 1:100.000 , 8 Figs. ; II: Geología del área de influencia de los Proyectos Hidroeléctricos Angostura , Guayabo , Pacuare , Siquirres y Ayil.- 28 pags., 4 mapas geológicos a escala 1: 50.000 (Hojas Tucurrique, Bonilla, Matina y Barbilla) y un perfil geológico a escala 1:50.000, 4 figs.; III: Sismicidad histórica en el área de los Proyectos Hidroeléctricos Angostura , Guayabo y Pacuare.-12 pags., 1 tabl., 1 fig. ; IV: Revisión del Informe del Consultor Dr. J.P. Soulás y conclusiones y recomendaciones globales.-7 págs.
- CAMPOS, L., 2001: Geology and basins history of middle Costa Rica: an intraoceanic island arc in the convergence between the Caribbean and the Central Pacific Plates. - *Tübinger Geowissenschaftliche Arbeiten (TGA)*, Reihe A, Band 62 . Tübingen.
- CASE, J.E. & HOLCOMB, T.L., 1980: Geologic-tectonic map of the Caribbean region. U.S. Geological Survey Miscellaneous Investigations Map I-1100, scale 1:2,500,000.

- CASE, J.E (1974): Oceanic crust of Eastern Panama: Geological Society from American Bulletin, v.85p. 645-652.
- CASE, J.E., MACDONALS, W.D., AND FOX, P.J.1990: Caribbean Crustal Provinces; Seismic and gravity evidence, in deno, G., and Case, J.E, eds, The Caribbean region: boulder, Colorado, Geological Society of America, The Geology of North America, v. H.
- CASE, J.E., HOLCOMBE, T.L. & MARTIN, R.G. 1984: Map of geologic provinces in the Caribbean region, in Bonnini, W.E. Hargraves, R.B. & Shagam, R., The Caribbean-South American Plate boundary and regional tectonics: Geological Society of American Memoir 162, 1-30
- CCSS (2007). Dirección de compra de servicios de salud: información básica del Área de Salud de Guácimo. San José, Costa Rica: Caja Costarricense de Seguro Social.
- CCSS (2007). Dirección de compra de servicios de salud: información básica del Área de Salud de Cariari. San José, Costa Rica: Caja Costarricense de Seguro Social.
- CCSS (2007). Dirección de compra de servicios de salud: información básica del Área de Salud de Pococí. San José, Costa Rica: Caja Costarricense de Seguro Social.
- CERVANTES, J.F. AND SOTO, G.J. (1988): Sedimentación y volcanismo trasarco plio-cuaternarios en el área de Siquirres, Costa Rica.-Ciencia & Tecnología ,12(1-2):19-26, San José.
- CFIACR (2002): Código Sísmico de Costa Rica 2002. Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos de Costa Rica. Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- COATES, et al., 1992: Closure of the Isthmus of Panama: The near-shore marine record of Costa Rica and Western Panama. – Geol.Soc.Amer.Bull., 104:814-828.

- CORRIGAN, J., MANN, P. & INGLE, J.C., 1990: Forearc response to subduction of the Cocos Ridge, Panama-Costa Rica. –Geol. Soc. Amer. Bull., 102: 628-652.
- DE BOER, J. Z., DRUMMOND, M.S., BORDELON, M.J., DEFANT, M.J., BELLON, H., & MAURY, R.C., 1995: Cenozoic magmatic phases of the Costa Rican island arc (Cordillera de Talamanca), in Mann, P., ed., Geologic and Tectonic Development of the Caribbean boundary in Southern Central America: Boulder, Colorado, Geological Society of America Special Paper 295.
- DE METS, C., GORDON, R.G., ARGUS, D.F. & STEIN, S., (1990): Current plate motions. Geophysical Journal .92: 315-318
- DENGO, G. 1962a: Tectonic-igneous sequence in Costa Rica.-Geol. Soc. Amer. :Petrologic studies, a volume to honor A.F. Buddington: 133-161 .
- DENGO, G. 1968 (2nd ed., 1973): Estructura geológica historia tectónica y morfología de América Central.- Centro Regional de Ayuda Técnica, México / Buenos Aires: 55 p.
- DENGO, G. 1983: MidAmerica: tectonic setting for the Pacific margin from southern Mexico to northwestern Colombia.- Centro de estudios Geológicos de América Central: 90 p.
- DENGO, G. (1985): MidAmerica; tectonic setting for the Pacific margin from southern Mexico to northwest Columbia.- In: Nairn, A.E.M. & Stehli, F.G. (Eds.) (1985): The ocean basins and margins, Vol. 7, 123-180.
- DENYER, P., & ARIAS, O., 1990 a: Geología de la hoja Abra (mapa).- IGN (1:50 000), SJ. Rev. Geol. Amér. Central 12:1-5
- DENYER, P., & ARIAS, O., 1990 a: Geología de la hoja Candelaria (mapa).- IGN (1:50 000), SJ. Rev. Geol. Amér. Central 12:1-5
- DENYER, P., & ARIAS, O., 1990 a: Geología de la hoja Carraigres (mapa).- IGN (1:50 000), SJ. Rev. Geol. Amér. Central 12:1-5

- DENYER, P & ARIAS, O. (1991): Estratigrafía de la región central de Costa Rica.-
Rev. Geol. Amér., 12:1-5.
- DENYER, P., ARIAS, O. & PERSONIUS, S. (1991): Efecto tectónico del terremoto
de Limón.- Rev. Geol. Amér. Central, vol. esp. Terremoto de Limón: 29-38
- DENYER, P. & ALVARADO, G., 2003: Mapa Geológico de Costa Rica 2007.-
Escala 1:400 000. Librería Francesa.
- DENYER, P. & ARIAS, O., 1991: Estratigrafía de la región central de Costa Rica.-
Rev. Geol. Amér. Central, 12:1-59.
- DENYER, P.; MONTERO, W.; ALVARADO, G., 2003: Atlas tectónico de Costa
Rica.- 79 págs. Editorial de la Univ. de Costa Rica, San José.
- DI MARCO, G., 1994: Les terrains accrétés du sud du Costa Rica:
evolution tectonostratigraphique de la marge occidentale de la plaque
Caraïbe. Mémoires de Géologie (Lausanne), 20, 184 p.
- DONNELLY, T.W., 1989: Geologic History of the Caribbean and Central America.
– In: BALLY, A.W. & PALMER, A.R. (Eds.): The Geology of North America
–An overview-. The Geology of North America, v.A.: 299-322. Geol. Soc.
Amer.
- DONNELLY, T., 1994: The Caribbean Cretaceous basalt association: a vast igneous
province that includes the Nicoya Complex of Costa Rica. Profil 7:17-46.
- EDGAR, N.T, SAUNDERS, J.B., and others (1973): Initial reports of the Deep Sea
drilling Project: Washington, D.C., U.S. Government Printing Office, v.15, pp
417-471
- EINSELE, G. (1992): Sedimentary basins.-Springer Verlag
- ESCALANTE, M.G., 1966: Geología de la Cuenca superior del Río Reventazón,
CR: - Publ. Geol. ICAITI (1): 59-70, Guatemala.
- ESCALANTE, G. (1990): The Geology in Southern Central America and western
Colombia, in Dengo, G., and Case, J.E., eds., The Caribbean Region

Boulder, Colorado, Geological Society of North America, The Geology of North America

FERNÁNDEZ, J.A. & TEJERA, R.A.(1984): Informe geológico de la hoja topográfica Cahuita.- Inf. Técn. Refinadora Costarricense de Petróleo (RECOPE): 26pp., San José, Costa Rica.

FERNÁNDEZ, J.A., BOTTAZZI, G., BARBOZA, G. & ASTORGA, A., 1991: Tectónica y estratigrafía de la Cuenca Limón Sur. Rev. Geol. Amér. Central, vol. esp. Terremoto de Limón: 15-28.

FISCHBURN, H., 1960: Compilación geológica de la Provincia de Limón. - Compañía Petrolera de Costa Rica. Mapa a escala (1:100.000); San José, Costa Rica (unpublished).

FISHER, S.P. & PESSAGNO, E.A., 1965: UpperCretaceousstrata of northwesternPanama. AAPG Bull., 49: 433-444.

FISCHER, R. 1980: Recent tectonic movements of the Costa Rican Pacific coast.- Tectonophysics 70: 25-33

FISCHER, R., 1981: El desarrollo paleogeográfico del Mioceno de Costa Rica.- Anales II Congreso Latinoam. de Paleont.: 565-579, Porto Alegre.

FISCHER, R, 1985: La fauna de la formación Turrúcares (Mioceno, Valle central, Costa Rica). - Geologica et Palaentologica, 19: 191-225

FOMUDE (2009). Plan de desarrollo humano local del Cantón de Guácimo. San José. Costa Rica. Agosto, 2009.

FOMUDE (2009). Plan de desarrollo humano local del Cantón de Guácimo. Recuperado del sitio web del Proyecto de Fortalecimiento Municipal y Descentralización (http://www.fomude.go.cr/index.php?option=com_docman&Itemid=191). Enero, 2012.

FOMUDE (2009). Plan de desarrollo humano local del Cantón de Pococí. Recuperado del sitio web del Proyecto de Fortalecimiento Municipal y

Descentralización

(http://www.fomude.go.cr/index.php?option=com_docman&Itemid=191).

Enero, 2012.

FOMUDE (2009). Plan de desarrollo humano local del Cantón de Siquirres. San José. Costa Rica. Agosto, 2009.

FRISCH, W., MESCHEDE, M. & SICK, M., 1992: Origin of the Central American ophiolites: evidence from paleomagnetic results. - Geol. Soc. Amer Bull 104: 1301-1314.

GARDNER, T.H., Verdonck, D., Pinter, N.M., Slingerland, Furlong, K.P., Bullard, T.H. & Wells, S.G. (1992): Quaternary uplift astride the aseismic Cocos Ridge, Pacific coast, Costa Rica. - Geol. Soc. Amer. Bull., 104: 219-232.

GOOSSENS, P.J., ROSE, W.I. & DECIO FLORES, J.R., 1977: Geochemistry of tholeiites of the basaltic igneous complex of northwestern South America. - Geol. Soc. Amer. Bull. 88: 1711-1720.

MORALES, L. D. & MONTERO, W., 1984: Revista Geológica de América Central: Los temblores sentidos en Costa Rica durante: 1973-1983, y su relación con la sismicidad del país. 29-56 págs. Editorial de la Univ. Costa Rica, San José.

GÜENDEL, F. & PACHECO, J., 1993: La secuencia sísmica de 1990-91 en la región central de Costa Rica : Evidencia para la existencia de una frontera de microplaca conectando en cinturón deformado de Panamá y la Fosa Mesoamericana. Memoria IV Congreso geológico Nacional, 26-27 pp , San José.

HAQ, B.U., HARDENBOL, J. & VAIL, P., 1988: Mesozoic and Cenozoic Chronostratigraphy and Cycles of sea-level change. Society of Economic Paleontologists and Mineralogists, Special Publication 42: 71-108.

I.F.A.M. (2004). Atlas cantonal de Costa Rica. Instituto de Fomento y Asesoría Municipal. San José, Costa Rica.

- I.N.E.C. (2004). Documento metodológico del Censo Nacional de Población. Instituto Nacional de Estadística y Censos, Área de Censos y Encuestas. San José, Costa Rica.
- I.N.E.C. (2012). X Censo Nacional de Población y VI de Vivienda 2012. Cifras Preliminares de Población y Vivienda. San José, Costa Rica
- INEC (2011). Sistema de consulta en línea del X Censo Nacional de Población y del VI Censo Nacional de Vivienda, 2011 (<http://www.inec.go.cr>)
- MCJ (2012). Sistema de consulta en línea del Centro de Investigación y Conservación del Patrimonio Cultural de Costa Rica (<http://www.patrimonio.go.cr>)
- MCJ (2012). Sitios declarados como patrimonio histórico, cultural o arquitectónico de Costa Rica. Recuperado del sitio web del Ministerio de Cultura y Juventud (www.mcj.go.cr). Enero, 2012.
- MENDE, A. (2001): Sedimente und Architektur der Forearc-und Backarc-Becken von Südost-Costa Rica und Nordwest-Panamá.- Profil 19, 1-130, Stuttgart (Alemania).
- MIDEPLAN. (2007). Índice de Desarrollo Social 2007. San José: MIDEPLAN.
- MIDEPLAN-COMEX. (2007). Decreto Ejecutivo N° 34160 "Define Índice de Desarrollo Social denominado IDS" . San José: Imprenta Nacional - La Gaceta N° 250 del 28 de Diciembre del 2007.
- MNCR (2012). Base de datos de sitios arqueológicos "Orígenes". Recuperado del sitio web del Museo Nacional (<http://origenes.museocostarica.go.cr/busquedaGeneral.aspx>). Enero, 2012.
- MNCR (2012). Sistema de consulta en línea del Museo Nacional de Costa Rica, base de datos arqueológica "Orígenes" (<http://origenes.museocostarica.go.cr>)

- MONTERO, W., 2001: Revista Geológica de América Central N° 24: Neotectónica de la Región Central de Costa Rica: Frontera oeste de la microplaca de Panamá. 29-56 págs, Editorial de la Univ. Costa Rica, San José.
- MONTERO, W., CAMACHO, E., ESPINOZA, A. & BOSCHINI, I., 1994: sismicidad & marco neotectónico de Costa Rica y Panamá.- Rev.Geol. Amér. Central, vol. Especial Terremoto de Limón, pp 73-82.SJ.
- MONTERO, W.; PANIAGUA, S.; KUSSMAUL, S. & RIVIER, F., 1992: Revista Geológica de América Central N° 14: Geodinámica interna de Costa Rica. 1-12 págs. Editorial de la Univ. Costa Rica, San José.
- ODD-UCR, (2012). Índice de Competitividad Cantonal Costa Rica, 2006-2011. San José, Costa Rica: Universidad de Costa Rica, Observatorio del Desarrollo.
- PNUD (2011). Atlas del desarrollo humano cantonal, 2011. San José, Costa Rica: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Universidad de Costa Rica
- PROTTI, M., GÜENDEL, F. & McNALLY, K., 1995: Correlation between the age of the subducting Cocos Plate and the geometry of the Wadati-Benioff zone under Nicaragua and Costa Rica.- In Mann, P. (Ed): Geologic and Tectonic development of the Caribbean Plate Boundary in Southern Central America. –Geol. Soc. Spec. Paper 295 (309-326), Boulder Colorado.
- RED SISMOLÓGICA NACIONAL: (RSN: ICE-UCR) 1996/1997: Revista Geológica de América Central N° 19/20: Resumen de la actividad sísmica y volcánica de Costa Rica en 1995- págs. 187-191, Editorial de la Univ. de Costa Rica, San José.
- RED SISMOLÓGICA NACIONAL: ICE-UCR, 1986: Revista Geológica de América Central N°5: Resumen de la actividad sísmica y volcánica de Costa Rica. 103-108 págs. Editorial de la Univ. de Costa Rica, San José.
- RED SISMOLÓGICA NACIONAL: ICE-UCR, 1987: Revista Geológica de América Central N°6: Resumen de la actividad sísmica y volcánica de Costa Rica. 121-126 págs. Editorial de la Univ. de Costa Rica, San José.

- RED SISMOLÓGICA NACIONAL: ICE-UCR, 1988: Revista Geológica de América Central N°10: Resumen de la actividad sísmica y volcánica de Costa Rica. 101-106 págs. Editorial de la Univ. de Costa Rica, San José.
- RED SISMOLÓGICA NACIONAL: ICE-UCR, 1989: Revista Geológica de América Central N°11: Resumen de la actividad sísmica y volcánica de Costa Rica. 99-104 págs. Editorial de la Univ. de Costa Rica, San José.
- RED SISMOLÓGICA NACIONAL: ICE-UCR, 1992: Revista Geológica de América Central N°14: Resumen de la actividad sísmica y volcánica de Costa Rica en 1991. 97-101 págs. Editorial de la Univ. de Costa Rica, San José.
- RED SISMOLÓGICA NACIONAL: ICE-UCR, 1994: Revista Geológica de América Central N° 17: Resumen de la actividad sísmica y volcánica de Costa Rica en 1993. 105-107 págs. Editorial de la Univ. de Costa Rica, San José.
- RED SISMOLÓGICA NACIONAL: ICE-UCR, 1998: Revista Geológica de América Central N° 21: Resumen de la actividad sísmica y volcánica de Costa Rica en 1996. 105-109 págs. Editorial de la Univ. de Costa Rica, San José.
- RED SISMOLÓGICA NACIONAL: (RSN: UCR-ICE), 2001: Revista Geológica de América Central N° 25: Actividad sísmica y volcánica 1997-2000. 107-113 págs. Editorial de la Univ. de Costa Rica, San José.
- RED SISMOLÓGICA NACIONAL: ICE-UCR, 2002: Revista Geológica de América Central N°26: Resumen de la actividad sísmica y volcánica de Costa Rica durante el año 2001. 101-105 págs. Editorial de la Univ. de Costa Rica, San José.
- SCHMIDT, H. & SEYFRIED, H. (1991): Depositional sequences and sequences boundaries in fore-arc coastal embayments: case histories from Central America.- Spec. Publ. IntAss. Sediment.12:241-258.
- SINTON, C.W., DUNCAN, R.A. & DENYER, P., 1997: Nicoya Peninsula: a single suite of Caribbeanoceanicplateau magmas. Journal of GeophysicalResearch 102 (B/): 15507-15520.

SPRECHMANN, P., 1984: Manual de Geología de Costa Rica, vol.1 Estratigrafía.-
Edit. UCR, S.J., 320p.

SPRECHMANN, P., ASTORGA, A., CALVO, C. & FERNANDEZ, J.A., 1994:
Stratigraphic chart of the sedimentary basins of Costa Rica, Central
America.- Profil 7: 427-433, Stuttgart.

Tournon, J., 1984: Magmatismes du Mesozoique a l'Actuel en Amérique Centrale:
L'Exemple de Costa Rica, des ophiolites aux andesites. Ph.D tesis. Paris,
Université Pierre et Mmarie Curie, 335p.

WILLIAMS, H., 1952: Volcanic history of the meseta Central Occidental, CR.- Univ
Calif. Publ. in Geol. Sciences 29 (4): 145-180.

Anexo 1

Plan de divulgación y capacitación con las municipalidades sobre los resultados del estudio

Como parte del presente estudio técnico, el consultor responsable y parte del equipo consultor indicado realizarán durante el transcurso del mes de febrero y marzo del 2013 una serie de talleres de discusión, capacitación y divulgación en los cinco cantones del área de estudio.

Para ello, se ha identificado los puntos focales en las respectivas municipalidades a fin de organizar los talleres indicados en los que se invitarán a miembros representantes de las fuerzas vivas de las comunidades.

Como parte de la capacitación se elaborará, en coordinación con la Licda. en Psicología E. Chávez, documentos divulgativos sobre los resultados del estudio a fin de multiplicar el alcance de dichos talleres.

Cronograma propuesto de ejecución

	FEBRERO				Marzo			
Semanas:	06	07	08	09	10	11	12	13
Taller Guácimo		X						
Taller Pococí				X				
Taller Siquirres						X		