

PROYECTO

FORTALECIMIENTO DE PROCESOS PARA EL MANEJO DE INFORMACION SOBRE AMENAZAS Y RIESGOS EN EL NIVEL LOCAL

AUMENTO DE LAS CAPACIDADES MUNICIPALES PARA EL MANEJO
Y ANÁLISIS DE RIESGOS NATURALES MEDIANTE TECNOLOGÍAS DE
SISTEMAS DE INFORMACIÓN GEOGRÁFICA

MUNICIPALIDAD DE CAÑAS, GUANACASTE, COSTA RICA
AREA PILOTO

INFORME FINAL



COSTA RICA, 2003

**Proyecto 519 RLA 2040 RAPCA - CR
EN REVISIÓN- 4 DICIEMBRE 2003**

**PROYECTO
FORTALECIMIENTO DE PROCESOS
PARA EL MANEJO DE INFORMACION SOBRE AMENAZAS
Y RIESGOS EN EL NIVEL LOCAL**

MEJORAMIENTO DE LAS CAPACIDADES MUNICIPALES
PARA EL MANEJO Y ANALISIS DE RIESGOS NATURALES
MEDIANTE TECNOLOGIAS
DE SISTEMAS DE INFORMACION GEOGRAFICA

**MUNICIPALIDAD DE CAÑAS, GUANACASTE
AREA PILOTO
COSTA RICA**

PRESENTADO POR:

**COMISION NACIONAL DE PREVENCION DE RIESGOS
Y ATENCION DE EMERGENCIAS
CON EL APOORTE DE:**

**INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD
MUNICIPALIDAD DE CAÑAS
COMITÉ LOCAL DE PREVENCION Y EMERGENCIAS DE CAÑAS**

**INTERNATIONAL INSTITUTE FOR GEO-INFORMATION SCIENCE
AND EARTH OBSERVATION- ITC, NETHERLANDS**

UNESCO- NACIONES UNIDAS

DICIEMBRE, 2003

Participantes en diferentes fases del proyecto:

Equipo Coordinador y Análisis

Alvaro Climent (Ingeniero Civil-ICE)
Rosaura Barrantes (Promotora Social)
Jennifer Guralnick (Planificación Urbana)
Douglas Salgado D. (Geógrafo- Sección SIE-CNE)

Equipo Colaborador
Sergio Sánchez (Geógrafo- Sección SIE-CNE)
Guido Matamoros (Informático- Sección SIE-CNE)
Thais Aguilar (Médico- Centro Salud- Cañas)
Municipalidad de Cañas

Asesores Nacionales
Mario Fernández (Geólogo- Escuela de Geología-UCR)
Carlos Montero (Geógrafo, OVSICORI-UNA)

Asesores Externos
Cees van Westen, Siefko Slob (Ingenieros Geólogos)
International Institute for Geo-Information Science and Earth Observation- Netherlands

INDICE

1. INTRODUCCIÓN Y CONTEXTO GENERAL
2. ANTECEDENTES DEL PROYECTO RAPCA.
3. DESARROLLO Y GESTIÓN OPERATIVA
4. **ANÁLISIS DE GEOAMENAZAS:** CASO DE ESTUDIO: CUANTIFICACION DEL EFECTO DE LA TECTONICA Y LA SISMICIDAD DE COSTA RICA EN EL CANTO DE CAÑAS, AREA PILOTO PROYECTO RAPCA
5. CONCLUSIONES.
6. ANEXOS.

1. INTRODUCCIÓN Y CONTEXTO GENERAL

La República de Costa Rica se encuentra ubicada al Norte del Ecuador, y forma parte del Istmo Centroamericano y del Hemisferio Occidental. En latitud Norte se ubica entre los 8 grados, 2 minutos, 26 segundos y 11 grados, 13 minutos, 12 segundos. En longitud Oeste se ubica entre los 82 grados y 33 minutos, 48 segundos y 85 grados, 57 minutos, y 57 segundos.

Tiene una extensión territorial de 51 100 kilómetros cuadrados. y sus costas en el Oeste están en el océano Pacífico y por el Este en el Mar del Caribe.

Su posición hemisférica y de latitud, así como los principales sistemas orográficos, inciden directamente en la diversidad microclimática del territorio nacional. Sin embargo, se pueden definir dos climas básicos: el clima tropical húmedo y el clima tropical seco con estación lluviosa.

El eje montañoso-volcánico, compuesto por la Cordillera de Talamanca y las Sierras Volcánica Central y de Guanacaste, constituyen una gran divisoria natural sobre la cual se organiza y distribuye la red fluvial del territorio nacional. A partir de este elemento fisiográfico se forman en el país 34 cuencas hidrográficas que llegan con sus aguas a la Vertiente Atlántica y la Vertiente Pacífica. Algunos de estos ríos, que durante la estación lluviosa aumentan considerablemente su caudal, inundan estas regiones causando daños económicos y sociales a las poblaciones que se encuentran próximas a sus riberas.

También el país está expuesto a fenómenos de tipo meteorológico, tales como huracanes, tormentas, frentes fríos y marejadas que pueden causar grandes daños como inundaciones, deslizamientos y avalanchas. (ver Fig.1. mapas fisiográfico y síntesis de amenazas naturales).

A lo anterior se suman las fallas locales y la tectónica de placas que origina en algunas regiones permanentes movimientos sísmicos y actividad volcánica.

La Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias, ha sido el organismo gubernamental creado en 1969, para coordinar las acciones del Estado para la protección y salvamento de las personas, propiedades y bienes, en caso de emergencia nacional o calamidad pública, pero desde sus inicios ha carecido de un marco coherente en el campo de la prevención y mitigación de los desastres naturales, no es sino hasta finales de la década de los 80's e inicios de los 90's, que se establecen las bases para la reducción de los desastres, a través de la reorganización y ampliación de la cooperación intersectorial, no obstante en la actualidad existen una serie de aspectos que dificultan el desarrollo efectivo de procesos de prevención, tales como:

- La ocupación del suelo, en el orden nacional y local, se ha realizado en su mayor parte sin contar con políticas y estrategias urbanas y de ordenamiento territorial en la que se involucre certeramente el **riesgo** como concepto, y la incorporación de medidas para la prevención y mitigación.

La presión de las comunidades es cada vez más extensiva e intensiva, y en asocio con el estado actual del inventario de amenazas naturales, se torna un problema que requiere de la aplicación de medidas en el corto, mediano y largo plazo, con la finalidad de evitar de que ésta presión se transforme en generador de desastres en el futuro.

La necesidad de establecer nuevas políticas y estrategias de educación en materias de desastres que propicien la creación de una conciencia preventiva y la preparación de la comunidad en general, en el desarrollo de acciones consecuentes y responsables en relación al ambiente.



Fig.1. Mapa fisiográfico de Costa Rica y mapa de síntesis de amenazas naturales.

Dentro de la diversidad de fenómenos naturales que periódicamente afectan al país se encuentran los siguientes:

- Hidrometeorológicos
- Inundaciones
- Sequías
- Deslizamientos
- Sismicidad
- Vulcanismo

❖ HIDROMETEREOLÓGICAS

Representan amenazas producto de disturbios climáticos y meteorológicos como frentes fríos, vaguadas, huracanes, tormentas tropicales y que periódicamente generan emergencias y desastres cuando interactúan con los factores vulnerabilidad de las comunidades.

❖ INUNDACIONES

Son aquellas amenazas producidas por las condiciones climáticas e hidrometeorológicas o también por las acciones conjuntas de la sociedad. Se producen comúnmente en áreas aledañas a cauces fluviales y depósitos de agua, naturales y artificiales, asociado a los siguientes factores climáticos y geográficos: Morfología del Terreno, Intensidad de lluvia, Tiempo de concentración, Infiltración – saturación, Uso de suelo, Cobertura vegetal

Históricamente las zonas de mayor impacto por inundación, se ubican en la Vertiente Caribeña y Pacífica.

❖ SEQUIAS

Las amenazas de sequía se establecen en la región de Guanacaste, específicamente en la cuenca del río Tempisque y en las áreas aledañas al Golfo de Nicoya, acentuada por la actividad agropecuaria, la deforestación y el Fenómeno del Niño.

❖ DESLIZAMIENTOS

Los deslizamientos son un fenómeno relacionado con aspectos geológicos, geomorfológicos, climáticos y antrópicos. Generalmente se manifiestan en la superficie de la corteza terrestre. Su mayor efecto es sobre los cultivos, la población y la infraestructura arquitectónica creada por el hombre.

Los deslizamientos más importantes se producen en San Blas de Cartago; Tapezco en Santa Ana; Puriscal; carretera interamericana Sur-del kilómetro 109 al 125-y carretera San José - Guápiles.

SISMICIDAD

La actividad sísmica se debe a la tectónica de placas (subplacas Coco-Caribe-Nazca), y a la presencia de fallas locales que se dan a lo largo del eje longitudinal de sierras y cordilleras, de dirección sureste - noroeste. Las regiones de mayor actividad sísmica se localizan en el área Central y en el litoral Pacífico y Caribe del país, principalmente.

VULCANISMO

La cadena volcánica cuaternaria se extiende desde el centro del país (cordillera volcánica central) hacia el Noroeste (cordillera volcánica del Guanacaste), siendo los volcanes, Irazú, Poás, Arenal y Rincón de La Vieja, los que han presentado una manifiesta actividad eruptiva durante el presente siglo, causando severos daños a la infraestructura.

El proceso de reducción de desastres implica la aplicación de normas y códigos que requieren información precisa en geo-amenazas, diagnóstico y evaluaciones del riesgo en la escala local.

La necesidad de dotar a los gobiernos locales de estructuras operacionales y de las herramientas básicas para emprender la gestión de la prevención y mitigación de los desastres, introducir este concepto en la planificación local del territorio.

Bajo las perspectivas anteriores, hace falta crear los espacios para el fortalecimiento de las instancias locales, especialmente en capacitación técnica orientada al *entendimiento de los procesos generadores de desastres, de la generación y accesibilidad de la información básica para la regulación del territorio con fines preventivos.*

2. Antecedentes: Proyecto RAPCA en la zona piloto de Cañas.

La propuesta de aplicar el proyecto en el cantón de Cañas proviene de la reunión de antecedentes claves para desarrollar aplicaciones en el área de geo-información y geo-amenazas orientadas al nivel local, algunos aspectos que se consideraron fueron:

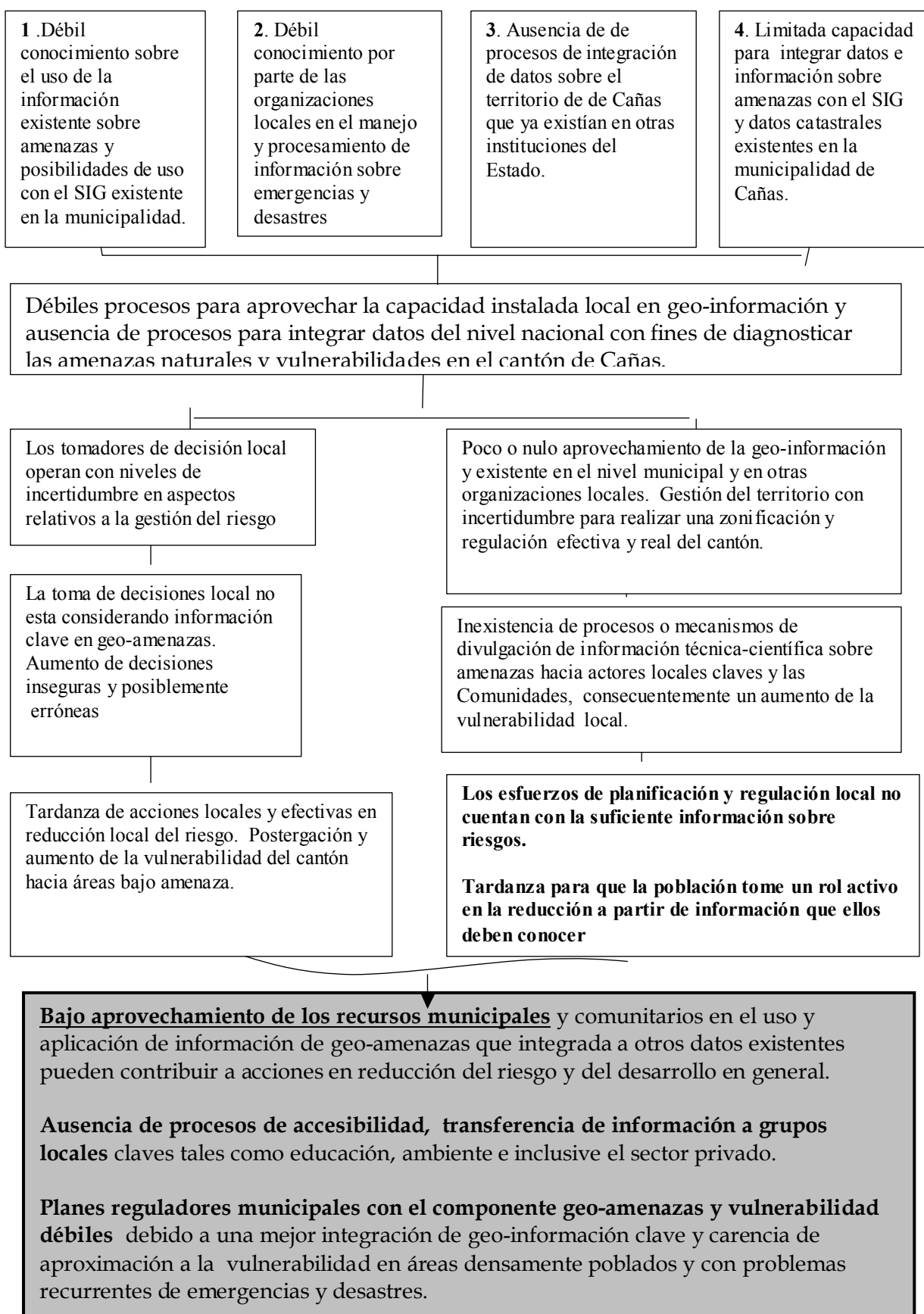
1. Organización en el campo de gestión local de riesgos. Al 2002 el cantón de Cañas, ubicado en la provincia de Guanacaste, contaba con una sólida organización estrictamente comunitaria, ad honores, interesada en el desarrollo de acciones en prevención y atención de emergencias y desastres. La existencia de un comité cuya liderazgo de la Dra. Thais Ocampo, experta en el área de la salud en Cañas, contribuyó enormemente para iniciar las gestiones no solo con las instituciones locales sino por el contrario con la misma municipalidad.
2. La existencia de un plan regulador¹ municipal al 2002 con un costo cercano a los US \$100.000 dólares que permitió reunir un compendio de geo-información no solo en formato analógico y digital.
3. Existencia de un departamento Catastral municipal, que contaba con más del 90% del catastro de Cañas actualizado, no solo registral sino digitalmente.
4. El catastro municipal debidamente geo-referenciado esta desarrollado en una plataforma de Sistema de Información Geográfica, conocida comercialmente como ARC-VIEW GIS, de la firma norteamericana Environmental Software and Research Inc.
5. Concertación con el comité para aplicar un censo utilizando la capacidad de información existente en la municipalidad de Cañas. Este censo prácticamente abarcó a la ciudad de Cañas para un total de más de 5200 fórmulas aplicadas.
6. Derivación de un acuerdo del Consejo Municipal que declara interés público el proyecto y además dota de un espacio físico de más de 100 metros cuadrados para el desarrollo logístico y operativo del proyecto,

No obstante, tres factores se consideraron estratégicos para el uso y aplicación de los SIG y el diagnóstico de amenazas en la zona piloto; **Catastro Municipal. Comité Local integrado y disponible para aplicar censo y la existencia de un conjunto de geo-datos digitales.**²

¹ El instrumento de planificación local que define un conjunto de **planos, mapas, reglamentos y cualquier otro documento, gráfico o suplemento, la política de desarrollo** y los planes para distribución de la población, **usos de la tierra**, vías de circulación, servicios públicos, facilidades comunales y construcción, conservación y rehabilitación de áreas urbanas. Ley 4220 de Planificación Urbana.

² Geo-datos digitales. Entendidos como aquellos datos e información digital referenciada a un sistema de coordenadas estándar integrados dentro de una base de datos digital y operacionalizado por un sistema de información geográfica posibilitando su despliegue gráfico, almacenamiento, recuperación, análisis espacial y salidas gráficas o cartográficas.

3. Arbol de problemas relacionado con el manejo y uso de información relacionada con SIG y Geoamenazas en la municipalidad de Cañas-Guanacaste-Costa Rica. Proyecto RAPCA-Cañas Costa Rica. (D.Salgado.D. 2003-RAPCA-prj.)



El anterior árbol de problemas se confeccionó con base en una serie de visitas realizadas a la zona de piloto y de diversas reuniones sostenidas con miembros de instituciones locales tales como Municipalidad, Salud, Agua y Avenamiento (SENARA), Educadores, organizaciones de respuesta en casos de emergencias, MINAE y activistas en el desarrollo comunitario durante la ejecución de la fase de recolección e integración de datos.

El árbol refleja cuatro debilidades mayores (ver árbol arriba) que inicialmente el proyecto RAPCA intenta transformar en fortalezas.

3. DESARROLLO Y GESTION OPERATIVA DEL RAPCA: ZONA PILOTO CAÑAS.

3.1 Aspectos Organizativos.

El proyecto fue posible debido al involucramiento de diversos agentes y actores institucionales tanto del nivel nacional como local a iniciativa destacan:

El Comité Local de Emergencias;
Municipalidad de Cañas;
Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias;
Instituto Costarricense de Electricidad;
Instituto de Vivienda y Urbanismo;
Centro de Observación de la Tierra (ITC) de Holanda;

Las actividades del proyecto iniciaron en octubre del 2002 y concluyen el 30 de septiembre del 2003.

Dentro del marco de las nuevas propuestas para la gestión del riesgo el proyecto RAPCA, zona piloto Cañas, plantea el mejoramiento de las capacidades municipales en la generación , transferencia y uso de información para el manejo y análisis de riesgos naturales mediante tecnologías de sistemas de información geográfica (SIG).

En primera instancia la aplicación de tecnología SIG en el nivel local involucra varias pasos pero el desafío final comprende las utilizaciones de la información hacia elementos fundamentales en la planificación del territorio local y a la comprensión de los diferentes procesos naturales potenciadores de emergencias y desastres o de la configuración de condiciones de riesgo.

Como el proyecto establecía un fortalecimiento de agentes locales en el uso de geo-información se diseñó una estrategia que consideró la aplicación y análisis de técnicas participativas para el cumplimiento de actividades como la generación y el levantamiento de datos y nueva información. En este proceso de integración directa sobresalen el Comité Local de Emergencias de Cañas, la Municipalidad de Cañas, representantes de instituciones locales, sector privado y comunidades beneficiarias, y el sector educativo, este último como factor estratégico de extensión y divulgación.

3.2. Visión del proyecto

“readecuar los conceptos del uso y manejo y divulgación de la información sobre peligros, amenazas y recursos, partiendo de un fortalecimiento de las instancias que urgen del insumo sobre amenazas, aunado a la construcción de indicadores de vulnerabilidad local utilizando tecnologías vigentes, tales como sistemas de información geográfica, de esta manera posibilitar el análisis local de riesgos y su integración a la regulación del suelo con fines de prevención y mitigación de desastres.”³

3.3. Actividades principales como eje de desarrollo del proyecto

El cantón de Cañas, lo mismo que la mayoría de los cantones del territorio nacional se ve afectado por emergencias anuales en comunidades claramente definidas como el distrito de Bebedero o la comunidad de Santa Isabel arriba, entre otras, por lluvias intensas que propician crecidas, inundaciones y deslizamientos y por prácticas inadecuadas en el uso del territorio por el aumento de necesidades básicas como por falta de decisiones efectivas en la planificación del territorio.

Lo que demuestra una necesidad de propiciar acciones en el manejo del territorio a través de su conocimiento y caracterización que logre definir mediante prácticas de consenso, las causas y posibles soluciones, en un proceso integral que considere tanto los factores fiscalistas que han prevalecido en el tema de los desastres como los sociales, económicos y culturales que revalorizan el quehacer en la disminución del riesgo del cantón y de unidades integrales como las cuencas.

La selección de llevar a cabo el proyecto en el cantón de Cañas parte de dos aspectos claves; por un lado es el mismo Comité Local de Emergencias y un grupo de representantes comunitarios de vasta experiencia en el manejo y atención de emergencias, expresan la necesidad de gestionar actividades; y el que la Municipalidad de Cañas cuente con un Plan Regulador desde el año 2002 lo que facilita tanto la aplicación de técnicas y la recopilación de información de los factores de amenazas y vulnerabilidad como la gestión del riesgo a nivel local al ser un instrumento para la planificación local del territorio ⁴

Como parte de la selección del cantón y de preparación al proyecto se realizan en el cantón una serie de actividades conjuntamente entre la Municipalidad de Cañas, el Comité Local de Emergencias y la CNE.

A continuación se presenta un resumen de la mayoría de ellas:

³ Salgado, Douglas. Resumen Ejecutivo Proyecto Fortalecimiento de procesos para el manejo de información sobre amenazas y riesgos en el nivel local. CNE, noviembre 2002, pag.

⁴ Salgado, Douglas. El proyecto de Geoamenazas, Elementos para su entendimiento y ubicación dentro del contexto de gestión del riesgo. CNE, Costa Rica, 2003, pag.6.

Cuadro No.1. Resumen de principales actividades implementadas en el marco del proyecto RAPCA- Zona Piloto Cantón de Cañas, Provincia de Guanacaste, Costa Rica

ACTIVIDAD	FECHA	PARTICIPANTES
REUNIÓN CLE	22 MAYO	Tres representantes del CLE de Cañas
REUNIÓN MUNICIPALIDAD	22 MAYO	Alcalde y vice alcalde
PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN DE LA ENCUESTA	MAYO Y JUNIO	Seis miembros del Equipo de Digitadores
SESION TRABAJO CLE	28 MAYO	Ocho miembros del CLE de Cañas
REUNION COMUNAL LA LOMA	1 JUNIO	Coordinadora CLEs y tres miembros del Comité de vecinos Urbanización la Loma
SESION TRABAJO CLE	5 JUNIO	Cinco miembros del CLE de Cañas
EVALUACIÓN CON OPERADORES DE ENCUESTA	6 DE JUNIO	Seis miembros del Equipo de Digitadores
TALLER “ Análisis de vulnerabilidad y Riesgos utilizando Sistema de Información Geográfica y alternativas para aproximar una metodología de integración de geo-amenazas a planes reguladores municipales, el caso del Cantón de Cañas”.	12 Y 13 DE JUNIO	Cuarenta y cinco miembros del CLE de Cañas Municipalidad de Cañas, Representantes institucionales, comunales, Expertos externos, CNE.
PRESENTACIÓN AL CONSEJO MUNICIPAL: RESULTADOS PRELIMINARES DEL PROYECTO	24 DE JUNIO	Once miembros del Consejo Municipal de Cañas
REUNION CON CLE	26 DE JUNIO	Cuatro representantes del CLE de Cañas
VISITA COMUNAL.: CONVOCATORIA A LOS TALLERES PARA LA ELABORACIÓN DE MAPAS	3 JULIO	Un representante de siete comunidades y dos representantes del CLE de Cañas
REUNION CON CLE	9 DE JULIO	Cuatro representantes del CLE de Cañas
TALLER ELABORACIÓN DE MAPAS COGNITIVOS DE RIESGO COMUNALES	16 Y 17 DE JULIO	Veinte y ocho representantes de comunidades: Vergel, Bello Horizonte, Santa Isabel arriba y abajo, Hotel y Bebedero
TALLER “Actualización y manejo de la información sobre las amenazas y vulnerabilidad del cantón de Cañas”	22 JULIO	Treinta y cinco representantes del CLE, de la Municipalidad de instituciones, comunales y funcionarios de la CNE.
TALLER Percepción del riesgo según niños en edad escolar.	DEL 4 AL 8 DE AGOSTO	MEPT- OVSIORI – CLE – Proyecto RAPCA Escuelas Grupos Niños Maestras
TALLER II ELABORACIÓN DE MAPAS	12 Y 13 AGOSTO	Diez y ocho representantes de

COGNITIVOS DE RIESGO COMUNALES		comunidades: Vergel, Bello Horizonte, Santa Isabel arriba y abajo, Hotel y Bebedero
TALLER DE INDUCCIÓN “Recopilación de la percepción de los desastres según los niños en edad escolar”	30 DE AGOSTO	Treinta y dos maestros y maestras, directores, miembros de la dirección Regional de Educación, y representantes del CLE
TALLER “Capacitación en ArcView”	25, 26 Y 27 DE AGOSTO	Siete representantes de Municipalidad de Cañas, MEPT, Ministerio Salud, CCSS, SENARA.
SESION DE TRABAJO CLE	3 DE SETIEMBRE	Siete miembros del CLE de Cañas
SESION DE TRABAJO EQUIPO DE INFORMACIÓN	17 DE SETIEMBRE	Siete miembros del Equipo de Información, y dos representantes del departamento del SIG de la Reserva Biológica Palo Verde OET.
REUNION MUNICIPALIDAD	17 DE SETIEMBRE	Vice alcaldesa.
GIRA DE CAMPO	18 DE SETIEMBRE	Cuatro representantes del CLE de Cañas, Cuatro de la Municipalidad de Cañas, Ocho representantes comunales, uno del sector privado y dos de la CNE.
TALLER FINAL	23 DE SETIEMBRE	Treinta y cinco miembros del CLE de Cañas, Municipalidad de Cañas, representantes institucionales, comunales y funcionarios de la CNE.
TALLER CON MUNICIPALIDADES	26 DE SETIEMBRE	Cuarenta y dos representantes de las municipalidades de la Región, representantes OVSICORI, representantes OET, CNE

Fuente: CNE. Reporte Proyecto RAPCA-CR, septiembre 2003, pags. 7 y 8.

3.4. Descripción de Actividades Principales

Una descripción de las mayores actividades programadas y llevadas a cabo durante el proceso del Proyecto RAPCA se presentan a continuación:

Actividad 1.

- ❖ Levantamiento, recolección e integración de datos e información del Cantón de Cañas y su respectiva migración a formatos digitales y de sistemas de Información Geográfica .

Objetivos:

1. Esta actividad comprende el acercamiento con diferentes sectores: técnico-científico (especialistas sobre el análisis del riesgo), tomadores de decisiones local (esencialmente administradores de ejecutar el plan regulador), promotores y actores en prevención y atención de desastres (comités e instituciones de primera respuesta) y

representantes locales de la sociedad civil. Capacitar, discutir y proponer la adopción de una metodología para la evaluación de la vulnerabilidad a escala local procurando normas y métodos viables tecnológicamente desde el punto de vista de integración, seguimiento, colecta y sistematización de datos, utilizando Sistemas de Información Geográfica.

2. Construir una base de datos a partir del **censo sobre vulnerabilidad de la ciudad de Cañas, desarrollado en febrero y parte de marzo del 2003**. La construcción de la base de datos se hizo mediante la utilización de geocódigo catastral establecida por la municipalidad y utilizando un programa desarrolla en ACCESS para facilitar su conectividad con el sistema de información geográfica ARCVIEW. Esta base de datos permitirá procesar la información de 5200 propiedades y a la vez correlacionar, analizar utilizando criterios espaciales.

Actividad 2 .

- ❖ **Procesamiento digital de los datos** derivados del censo de 5200 propiedades del casco urbano del cantón de Cañas con 60 variables; en un sistema digital de ubicación espacial o Sistema de Información Geográfica que almacena, despliega y analiza la información. Con el apoyo y trabajo de seis operadores locales, capacitados y contratados.

Actividad 3.

- ❖ **Taller “ Análisis de vulnerabilidad y Riesgos utilizando Sistema de Información Geográfica y alternativas para aproximar una metodología de integración de geo-amenazas a planes reguladores municipales, el caso del Cantón de Cañas “. Fecha realización 12 y 13 junio.**

Con la participación de 45 participantes entre actores locales de instituciones locales, Municipalidad de Cañas, Comité Local de Emergencias, sector privado, comunidades, CNE y expertos en algunos fenómenos potenciadores de amenazas.

El taller tuvo 4 ejes fundamentales:

- a. El CLE como eje importante en el Proyecto y como cooperante;
- b. El Plan Regulador y Catastro Municipal; como herramientas claves para el proceso del proyecto RAPCA como para la regulación de las áreas propensas a desastres;
- c. La organización entre actores locales para la sistematización de datos e información orientadas a apoyar la toma de decisiones o a evidenciar tendencias, tales como el crecimiento urbano hacia áreas de peligro.
- d. Mostrar el potencial de la aplicación de los S.I.G. en el análisis e integración de información de geo-amenazas, incluyeron ejercicios en aplicación sísmica e inundaciones elaborados por expertos del ICE y del ITC.

Como resultados del taller se obtuvo una priorización de actividades locales conducentes a reforzar el **Plan Regulador del Cantón de Cañas en su componente de Gestión del Riesgo.**

1. Desarrollar una estrategia de capacitación sobre el Plan Regulador y el tema de amenazas y riesgos, integrando instituciones locales con la conducción del CLE.
2. Establecer en el término de dos meses plazo, la Comisión Consultiva con representación institucional y una real participación ciudadana.
3. Integrar al CLE de Cañas, como órgano fiscalizador en el tema de amenazas y riesgos en el Plan Regulador
4. Integrar a la población infantil y juvenil a través del sector educativo en el Plan Regulador y el tema de la Gestión del Riesgo.
5. Revisar y mejorar los aspectos ambientales incluidos en el actual Plan Regulador.
6. Divulgar el actual Plan de Emergencias del cantón de Cañas en los próximos tres meses para que la población lo conozca y aporte mejoras.
7. Que la municipalidad establezca en el corto plazo la señalización de las áreas de riesgo en los sitios correspondientes.
8. Revisar los instrumentos actuales en el Plan Regulador relativos al control, penalización en áreas de amenazas y riesgo.
9. Fortalecer la oficina del Comité Local de Emergencias para garantizar la divulgación permanente de información de amenazas a diferentes sectores de la población.
10. Elaborar un estudio a plazo de tres meses sobre las causas del porque la población NO se integra al Plan Regulador y en el tema de la gestión del riesgo.

Actividad 4.

- ❖ Promover con Municipios previamente seleccionados prácticas y aplicaciones de herramientas, que incluyen Sistemas de Información Geográfica, así como la estandarización de la metodología para valorizar las geo-amenazas y mitigación.

Objetivo: Elaborar con los practicantes el mapa de uso actual del suelo a una escala detallada específicamente en el distrito central del cantón de Cañas, 1:10.000 o 1:15.000 y para el resto del cantón y la Cuenca del Río Cañas a una escala 1:25.000, todos en formato analógico y digital.

Se lleva a cabo el Taller de Capacitación en Arcview, del 25 al 27 de agosto del 2003, en las instalaciones de la Comisión Nacional De Emergencias a 7 representantes del Ministerio de Educación, del Ministerio de Salud, SENARA, CCSS y Municipalidad de Cañas, Guanacaste con el apoyo de los funcionarios del Departamento de Sistema de Información de Emergencias, de la Organización CUSO y de dos practicantes de la Escuela de Geografía de la UNA.

De acuerdo al proceso desarrollado con la Municipalidad de Cañas y el Comité Local de Emergencias de Cañas se considera la necesidad de enfocar dicha capacitación a representantes de instituciones locales por las siguientes razones:

1. Al hacer un sondeo con los jefes de las instituciones locales la mayoría manifiesta la poca o nula preparación de su equipo en el manejo de Sistemas de Información Geográfica pero lo consientes que son de la necesidad de contar con dicha herramienta para lograr una mejor planificación del territorio.
2. Una vez que la Base de Datos con información sobre factores de vulnerabilidad se le transfiera a la Municipalidad, se analizó en el Taller llevado a cabo el pasado 22 de julio con representantes de instituciones locales, llevar a cabo un proceso en el que se recopile y transfiera la información con la que cuentan las instituciones locales para mejorar la base de datos y los escenarios de riesgo locales. Para la cual se requería que representantes de las instituciones se capacitarán para llevar a cabo dicha labor con mayor eficiencia.
3. La necesidad de reforzar los ejes: Información de factores de Vulnerabilidad y Amenazas del cantón, conformación del Equipo de Información que se encargará de llevar a cabo el proceso, y el fortalecimiento de las entidades involucradas en la toma de decisiones del cantón con herramientas en el tema para la planificación del territorio y la disminución de los riesgos.

Actividad 5.

- ❖ Talleres sobre Sistemas de Información Geográfica para 25 participantes de varias municipalidades vecinas a la zona piloto del Cantón de Cañas.

Objetivo: Exponer la metodología aplicada en la comunidad de Cañas a varios municipios seleccionados como prioritarios, con la intención, de que a partir de

la experiencia desarrollada, se despierte el interés de poder implementar dicha metodología en tales municipios.

La transferencia a otras municipalidades de la metodología desarrollada con el Proyecto en el cantón de Cañas se lleva a cabo en la última actividad del proceso en el mes de septiembre.

Actividad 6.

- ❖ Taller Percepción de riesgos naturales y percepción con el sector educativo del Cantón de Cañas.

Objetivo: Enfocar a la población de educadores del cantón y a los niños en edad escolar capacitarlos en el tema de la gestión del riesgo y la importancia del Plan Regulador.

Esta actividad responde al interés y apoyo de entidades como el OVSICORI, de la Dirección Regional del MEP en Cañas y del CLE tanto en el proceso mismo del Proyecto como en las actividades tanto en la atención de las emergencias y principalmente en la prevención de desastres.

Se lleva a cabo el, del 4 al 8 de agosto en las Escuelas del cantón de Cañas a través de la metodología aplicada por el OVSICORI y del trabajo conjunto entre MEPT, CLE de Cañas y Proyecto RAPCA.

Actividad 7.

- ❖ Talleres comunales para la elaboración de mapas sobre el riesgo de las comunidades

Objetivo: Elaboración de Mapas Cognitivos Comunales con la finalidad de obtener la experiencia de la comunidad en el reconocimiento de los peligros naturales y emergencias anteriores mediante la utilización integrada de técnicas de discusión, mapeo básico (croquis) generando insumos desde lo local hacia el nivel central.

Se llevan a cabo un proceso para el análisis de los factores de riesgo de las comunidades según la experiencia y conocimiento de varios de sus representantes, para ser mostrada a través de mapas conceptuales de riesgo y la definición de propuestas de las situaciones prioritarias en cada comunidad.

Se obtiene un mapa conceptuales de riesgo de las comunidades de Vergel, Bello Horizonte, Santa Isabel Arriba, Santa Isabel Abajo, Hotel, y Bebedero, para lo cual se lleva a cabo las siguientes actividades con representantes de las seis comunidades:

- a. Cuatro talleres para la elaboración de los mapas.
- b. Una gira de campo con la participación de por lo menos un representante por comunidad para la revisión de los mapas en el sitio.
- c. Y una sesión de devolución de la información y de los mapas con dos representantes de cada comunidad.

Actividad 8.

- ❖ Taller “Actualización y manejo de la información sobre las amenazas y vulnerabilidad del cantón de Cañas” el día martes 22 de julio 2003 en la Hacienda La Pacífica. Con la participación de 35 representantes del Consejo Municipal, de la Municipalidad, del Comité Local de Emergencias, representantes de Instituciones Locales y del sector privado.

Se logra el intercambiar del tipo de información con que se cuenta sobre las amenazas naturales y algunos factores de vulnerabilidad del cantón de Cañas y el uso que se puede hacer de ella por cada actor individual e integralmente para la toma de decisiones inmediatas y en procesos de gestión del riesgo local. Y propiciar el compromiso y la organización local para el aporte, manejo y uso de la información como parte de las políticas de los diferentes actores locales para el logro de acciones más integrales en la disminución del riesgo del cantón a través de establecer los mecanismos de coordinación la transferencia de la información y conocimiento sobre amenazas naturales y factores de vulnerabilidad del cantón de Cañas desde los diferentes sectores y actores sociales y su integración al Plan Regulador Cantonal.

En este taller se elabora la primer propuesta de la coordinación entre actores para la transferencia y uso de la información entre los actores presentes.

Actividad 9.

- ❖ Talleres enfocadas en la definición de una metodología para el análisis y evaluación de riesgos de geo-amenazas. Total de talleres 2.

Objetivo: A partir del producto del análisis de la información del censo de la ciudad de Cañas , lograr representar gráficamente los posibles escenarios de amenaza sísmica, de inundación, inestabilidad de laderas del cantón en mención. Además, visualizar en mapas la vulnerabilidad de la infraestructura del distrito central de Cañas.

Finalmente, la información espacial será analizada, discutida y distribuida en las instituciones públicas, privadas, municipios invitados.

Actividad 10.

- ❖ Taller de Cierre del Proyecto RAPCA “Sistematización de información y fortalecimiento de la estructura organizativa, logros actuales y retos pendientes, insumos para el análisis y la gestión local del riesgo” el día 23 de septiembre del 2003 en las instalaciones de SENARA, Cañas. Con la participación de 31 representantes de la Municipalidad, el CLE, instituciones locales, comunidades y de la CNE.

Objetivo: Brindar los insumos recibidos y elaborados a lo largo del proyecto RAPCA y la distribuir los mapas elaborados por las comunidades y los de amenazas del Cantón de Cañas elaborados por el departamento de Sistemas de Información de Emergencias de la CNE, y a la vez intercambiar experiencias y lecciones aprendidas dentro del marco del proyecto RAPCA:

Actividad 11.

- ❖ Seminario de Sensibilización Municipal y divulgación de la experiencia del Proyecto RAPCA en la Municipalidad de Cañas, el día viernes 26 de septiembre en las instalaciones de la Reserva Biológica Palo Verde de la OET.

Objetivo: Promover el intercambio de conceptos en gestión local del riesgo, y estimular la utilización e integración de datos e información sobre geo-amenazas a las distintas herramientas en planificación territorial.

El taller contó con la presencia de 42 representantes de los CLE y de las municipalidades de la Región Chorotega, del OVSICORI, de la Reserva Biológica Palo Verde OET y de la CNE. Se distribuyen los mapas de amenazas de cada uno de los cantones de la región

4. CASO DE ESTUDIO: CUANTIFICACION DEL EFECTO DE LA TECTONICA Y LA SISMICIDAD DE COSTA RICA⁵ EN EL CANTON DE CAÑAS, AREA PILOTO PROYECTO RAPCA.

En el presente caso de estudio se realizó una cuantificación del efecto de la tectónica y la sismicidad de Costa Rica en la ciudad de Cañas, por medio del cálculo de la aceleración horizontal pico del terreno y de la Intensidad Mercalli Modificada (IMM), que definen el grado de amenaza sísmica en la misma. Además se obtuvieron mapas cualitativos de vulnerabilidad física de las edificaciones de la ciudad, utilizando el archivo digital del catastro de la ciudad y una base de datos relacionada, obtenida del censo e inventario realizado dentro del marco del proyecto, que incluye este estudio en particular.

De la información sismológica recopilada en las bases de datos del Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), así como de la Red Sismológica Nacional (RSN:ICE-UCR), se indica que históricamente se ha reportado la ocurrencia de varios sismos severos en la región donde se localiza la ciudad de Cañas, como por ejemplo el ocurrido el año 1950 (Ms 7,7) asociado a la subducción, o el de 1973 (Terremoto de Tilarán, Ms 6,5) asociado con el fallamiento superficial (falla Chiripa), y cuyo epicentro se ubico aproximadamente a 22 km de Cañas.

Los resultados obtenidos del análisis determinístico de amenaza indican que en el caso de ocurrir un evento sísmico de magnitud 7,7 en la península de Nicoya y asociado a la subducción, la ciudad de Cañas experimentaría una sacudida sísmica de grado VIII en la escala Mercalli Modificada y de grado VII a VIII en el caso de ocurrir en evento de magnitud 6,5 en la falla Chiripa o la Cote-Arenal. Estos valores coincidiendo con las mayores intensidades reportadas en el siglo XX en la región noroeste de Costa Rica. Ambos eventos considerados los escenarios sísmicos más adversos para la ciudad de Cañas.

De acuerdo con los valores de intensidades estimados, se podría esperar que en la ciudad de Cañas, se presenten niveles de intensidad sísmica cuya sacudida sería percibida como muy fuerte. Un 32 % del total de las edificaciones se verían afectadas considerablemente en el caso de presentarse una I(MM) de grado VII, y un 50 % en el caso de VIII. Las viviendas que se verían mayormente afectadas, será debido a problemas de diseño, malas prácticas constructivas o deterioro físico por edad y falta de mantenimiento. Efectos más severos podrían presentarse en sitios muy puntuales debido a condiciones de suelos especiales (amplificación, licuefacción, deslizamientos) o a malas prácticas de diseño y construcción de las obras o infraestructura.

⁵ La conducción del caso de Estudio estuvo bajo la coordinación del Ingeniero Alvaro Climent del I.C.E., con la colaboración del Siefko Slob y Cees van Westen del I.T.C. y de Douglas Salgado de la C.N.E.- Costa Rica

4.1. ANÁLISIS

Costa Rica es un país tectónicamente activo y de alta sismicidad, caracterizado por la ocurrencia periódica de eventos sísmicos con características destructivas (terremotos). Al igual que el resto del país, la ciudad de Cañas se encuentra localizada dentro de importantes zonas sismo-tectónicas, por lo que se considera de suma importancia el evaluar y estimar la severidad con que estas estructuras geológicas amenazan sísmicamente dicha ciudad y el efecto que la misma tendrá sobre las edificaciones.

Los eventos sísmicos pueden provocar interrupción y daños en las actividades socio-económicas e infraestructura de una región en particular. El grado de afectación está en función del grado de vulnerabilidad de las mismas. La experiencia ha demostrado que con una acertada planificación y la aplicación de medidas preventivas y correctivas para reducir la vulnerabilidad se puede minimizar el efecto de la ocurrencia de un evento sísmico. Por lo tanto, el conocer el nivel de exposición sísmica y la vulnerabilidad de las edificaciones en la ciudad de Cañas, permitirá a las instituciones correspondientes utilizar dicha información para la preparación de planes relacionados con el uso del suelo, planificación urbana e implementación del uso de normativas de diseño y construcción que aseguren un comportamiento adecuado de las estructuras cuando ocurra un evento sísmico severo en la región noroeste del país.

La toma de decisiones y planes deben de estar basados en mapas que cuantifiquen, tanto la amenaza como la vulnerabilidad y riesgo sísmico, para ello, en la actualidad se utilizan los Sistemas de Información Geográfica (SIG), que permiten realizar análisis y presentar resultados en formato de mapas georeferenciados, además de realizar operaciones y cálculos entre ellos. En este estudio se utilizó el programa SIG ILWIS (ITC, 2001) para la confección de las bases de datos y los mapas digitales, que muestran la localización, severidad y puntos críticos de las variables analizadas en esta ciudad de estudio. Se espera que estos mapas faciliten los procesos de toma de decisiones en la ciudad Cañas, contestando de una manera rápida y sencilla preguntas tales como: ¿En dónde está localizada la zona de mayor amenaza?, ¿En dónde están los sitios más adecuados para construir?, ¿Cuál es el efecto de que un evento ocurra en un sitio u otro (escenarios)?.

Los mapas que se presentan en este informe, se consideran un primer intento de cuantificar la vulnerabilidad de la ciudad de Cañas ante la ocurrencia de eventos sísmicos severos. Mapas que podrán ser mejorados y modificados en el tanto se cuente con un mejor inventario, en el futuro, de las características estructurales y condición física de las edificaciones de esta ciudad.

4.2. OBJETIVO DEL CASO DE ESTUDIO

El presente estudio tiene como objetivo cuantificar el efecto de la tectónica y la sismicidad de Costa Rica en la ciudad de Cañas, por medio de la estimación de la amenaza sísmica, la cual estará representada por valores de aceleración horizontal pico del terreno y de la Intensidad Mercalli Modificada (IMM). Además realizar un análisis preliminar de la vulnerabilidad física de las edificaciones en esta ciudad.

Además se considera como un objetivo importante, la preparación de bases de datos digitales (tablas, mapas, etc.) relacionadas al tema, utilizando un Sistema de Información Geográfico (SIG) que permitirá actualizarlas o modificarlas de una manera fácil y rápida en el futuro.

4.3. METODOLOGÍA

En este estudio se definirá primero la amenaza sísmica a que esta expuesta la ciudad de Cañas, por medio de mapas digitales. Luego se estimara la vulnerabilidad física de las edificaciones que se encuentran en ella, indicándose en forma cualitativa el grado de daños esperados, dado que un nivel de intensidad sísmica específica se presente en la ciudad de Cañas, debido a la ocurrencia de un evento sísmico severo.

La amenaza sísmica es una metodología, ya sea determinística o probabilística, que permite integrar el conocimiento sismo-tectónico de una región para determinar el grado de intensidad sísmica probable que podría ocurrir en la misma. El método probabilístico permite asociarle probabilidades de ocurrencia con estos niveles de intensidad, y el método determinístico obtener valores absolutos al evaluar diferentes escenarios sísmicos. Una explicación amplia y completa de estas metodologías puede ser encontrada en Cornell (1968), McGuire (1976), Reiter (1991), Giardini y Basham (1993), Krinitzsky *et al.* (1993), Laporte *et al.* (1994, 1995), Krinitzky (1995 a y b), Rojas *et al.* (1998), Climent y Arroyo (2002).

Para definir la amenaza sísmica en la ciudad Cañas se utilizó el método determinístico, el cual utiliza la definición de escenarios sísmicos basados en el conocimiento actual de las condiciones sismo-tectónicas de la región. Aunque se realizaron algunos cálculos probabilísticos, los resultados no se presentan en este informe. En la figura 1 se muestra el esquema simplificado de la metodología determinística, cuyo primer paso es definir las principales fuentes sísmicas o fallas con actividad sísmica y tectónica reciente y que son las que controlan la amenaza sísmica (posibilidades de infligir daño) en el sitio a evaluar, que en nuestro caso sería la ciudad de Cañas. Luego con base en la actividad neotectónica, sismicidad histórica y longitud de la falla, se define el potencial sísmico (magnitud máxima) de cada una de ellas. Conociendo el potencial sísmico y la distancia de cada una de las fuentes sísmicas al sitio a evaluar, se utiliza una ecuación de atenuación de las señales sísmicas (paso 3), para estimar el nivel de intensidad sísmica en el sitio de interés, dado que un sismo con ciertas características determinadas ocurra. En este informe, los valores de intensidad sísmica fueron representados por la aceleración horizontal pico del terreno e Intensidades Mercalli Modificada.

En el caso de la definición de la vulnerabilidad física de las edificaciones relacionada con sismos, se realizó una estimación preliminar cualitativa, considerando información disponible sobre el tipo constructivo, edad de la construcción y condición física aparente de la edificación localizada en cada lote de la ciudad de Cañas. Dicha información fue recolectada en el censo e inventario realizado específicamente para este proyecto. Para realizar esta estimación, se contó con el mapa digital de catastro y por medio del ILWIS se cruzaron las variables antes mencionadas, para obtener el mapa final de vulnerabilidad.

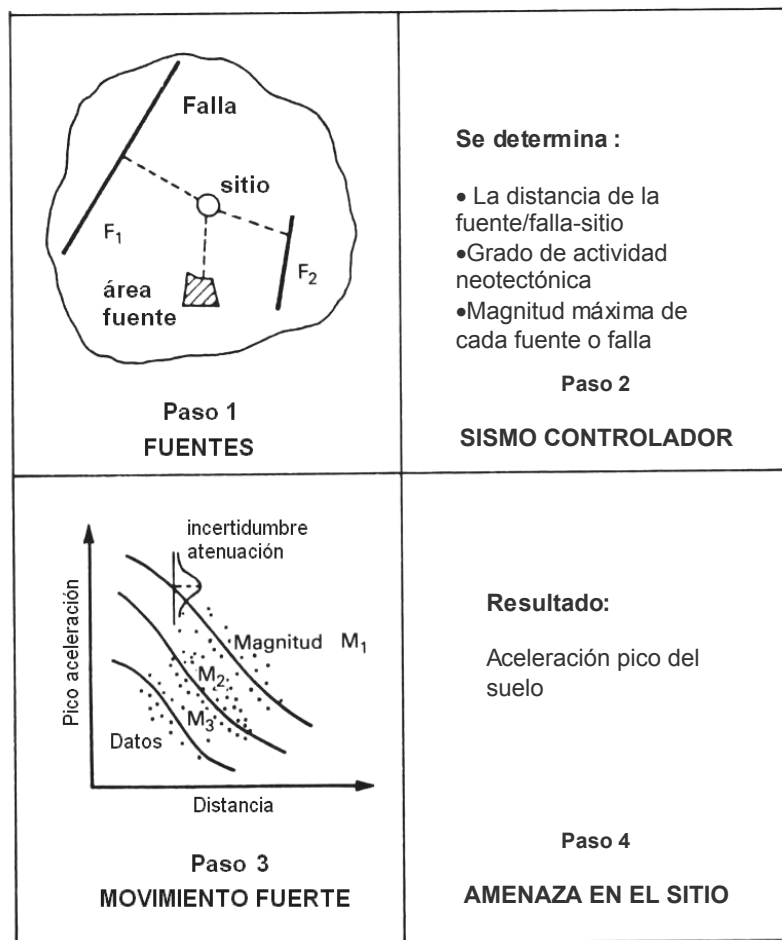


Fig. 1: Esquema simplificado para la estimación determinística de la amenaza sísmica.

4.4 TECTÓNICA Y SISMICIDAD EN LA REGIÓN DE ESTUDIO

Para la realización de este estudio se prepararon bases de datos de información sísmológica y tectónica específicas para la ciudad de Cañas, con base en los catálogos y mapas disponibles en el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), así como de información suministrada por la Red Sísmológica Nacional (RSN:ICE-UCR).

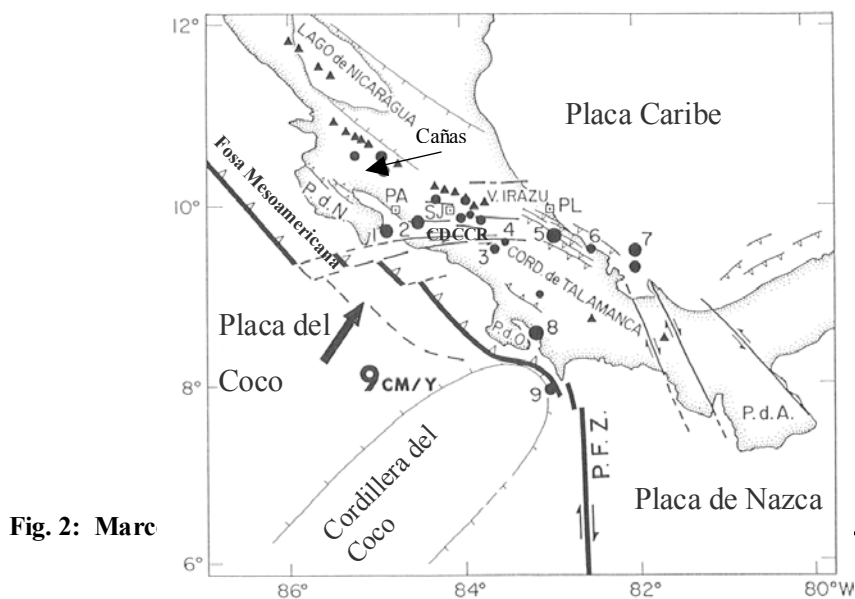
4.5 Marco tectónico regional

Costa Rica está ubicada dentro de una zona tectónicamente activa, caracterizada principalmente por el proceso de subducción de la placa del Coco bajo la placa Caribe, a lo largo de la Fosa Mesoamericana. A partir de diversas evidencias geológicas, Astorga *et al.* (1991) proponen la existencia de un importante sistema de fallas que atraviesa la parte central del país dividiéndolo en dos grandes bloques denominados Bloque Norte y Bloque Sur (Fig. 2).

Montero (2001) avala este modelo de un límite incipiente entre la microplaca de Panamá y la placa Caribe al que denomina Cinturón Deformado del Centro de Costa Rica (CDCCR), pero sugiere visualizar esta zona de deformación como una zona ancha constituida por varios sistemas de fallas con diferentes tipos de deslizamientos.

La región al sureste de la península de Nicoya (P. d. N. en la fig. 2) se caracteriza por la presencia de irregularidades batimétricas como la Cordillera del Coco que provoca una disminución en la profundidad de la fosa oceánica y un menor ángulo de subducción. En la región sur del país, existe otro rasgo tectónico importante que es la Fractura de Panamá, la cual separa las placas del Coco y Nazca. La condición de borde convergente activo de placas provoca el desarrollo de importantes caracteres geomorfológicos por los esfuerzos compresivos que se originan en la interacción de las placas Coco y Caribe, dando lugar a complejos sistemas de fallas al interior del país.

A nivel regional, en el caso específico de Costa Rica, se puede decir que, principalmente, la tectónica está regida por dos grandes sistemas que interactúan entre sí: a) El proceso de subducción de la placa del Coco bajo la Placa Caribe y b) El sistema de fallamiento local al interior del continente.



4.6 Proceso de subducción

La introducción de la placa del Coco debajo de la Caribe origina una zona de sismicidad que se extiende en profundidad, desde la fosa hacia el interior del país, que se conoce como "Zona de Benioff", en la cual se producen los sismos más fuertes que ocurren en Costa Rica, y que pueden causar daños importantes en las regiones costeras cercanas al epicentro y daños menores hacia el interior del país. Además, la actividad entre estas dos placas genera complejos sistemas de fallas hacia el continente.

Esta fuente sísmica es una de las más importantes, dado que se caracteriza por grandes liberaciones de energía en forma de terremotos de magnitudes altas ($M_s \geq 7,7$) que pueden generar intensidades máximas de grado VIII o IX en la zona epicentral y, además, por su profundidad son sentidos en una región más amplia que los originados en fallas locales. Los hipocentros de los eventos sísmicos generados por esta fuente se localizan en la zona sísmica de Benioff, la cual buza bajo la corteza continental hasta profundidades máximas de unos 200 km. Históricamente, esta fuente ha generado importantes sismos como los de 1916, 1939, 1950, 1978 y 1990 en la región noroeste del país. En el pacífico norte del país, a este proceso de subducción se le han identificado dos zonas sísmicas: Papagayo y Nicoya, las cuales coinciden con áreas de ruptura conocidas (Morales, 1985), y tienen potencial para generar un sismo importante ($M=7,7$) a mediano plazo (Barquero, 1990).

4.7 Sistemas de fallamiento

Los esfuerzos compresivos generados por el proceso de subducción producen sistemas de fallas de carácter regional, predominantemente de tipo inverso y de rumbo a nivel de la corteza continental. Además de dichas estructuras, muchas otras fallas locales con dimensiones más pequeñas, se encuentran presentes hacia el interior del país. Estas fallas se caracterizan por la generación de sismos de magnitudes locales intermedias ($5,0 \leq M_L \leq 6,5$) con foco superficial ($5 \leq Z \leq 20$ km), condición que hace que los mismos sean generalmente más destructivos cuando ocurren cerca de centros de población.

Se consideró que en la región Chorotega de Costa Rica, en la cual se encuentra la ciudad de Cañas, hay cuatro fallas activas locales más importantes a tomar en consideración: a) Chiripa, b) Cote-Arenal, c) Bagaces y c) Caño Negro (Fig. 3). Aunque en la región hay evidencia de otras estructuras cuaternarias, se consideró que las anteriores, de acuerdo con el conocimiento actual, representan adecuadamente el nivel de amenaza sísmica en la zona. La estadística de temblores en esta región, estima que un sismo de magnitud hasta de 6,5 puede ocurrir a mediano plazo, en los próximos 20 años (Barquero, 1990)

Falla Chiripa: La identificación de esta falla en la zona suroeste del lago de Arenal fue posible gracias a los registros sismológicos obtenidos por la Red Sismológica de Arenal instalada de 1974 a 1978, mediante la cual se pudieron localizar gran cantidad de réplicas del terremoto de Tilarán de abril de 1973. Es una falla de rumbo NNW de unos 20 km de longitud. El mecanismo focal elaborado por Matumoto et al. (1978) muestra una solución de tipo transcurrente sinistral, uno de cuyos planos nodales concuerda con la dirección del alineamiento de los epicentros de las réplicas del terremoto Tilarán. Este fallamiento está asociado con la deformación cortical que resulta de los esfuerzos compresivos regionales de rumbo NE originados por el proceso de subducción. A esta falla se le podría asociar también el terremoto de Guatuso de 1911 y de Cañas de 1853 (Alvarado, 1989). Montero (1984) estimó un período de recurrencia de 60 años, para sismos de magnitudes intermedias (6,0-6,5) en la región donde se localiza esta falla.

Falla Cote-Arenal: Falla de traza semi-curvilínea con rumbo NW-SE hasta WNW-SSE que se extiende por más de 20 km con el bloque sur descendido. A unos 7,3 km de la represa de Sangregado por la carretera hacia Nuevo Arenal, se ha observado un extenso afloramiento en donde se evidencia una clara tectónica normal que afecta casi a toda la secuencia de tefras del Arenal de los últimos 3 000 años. No ha sido posible evaluar posibles movimientos transcurrentes (horizontales). La falla principal ha desplazado unos 5,4 m verticalmente a un nivel de paleosuelo rico en materia orgánica. De este nivel se obtuvo una fecha con radiocarbono de 1370 ± 215 años A.C. Basándose en que la falla se ha desplazado 540 cm en 3 000 años, se obtuvo una velocidad de aproximadamente 0,18 cm/año lo cual la califica como una falla de alta actividad. Esta falla también pudo haber sido la fuente del terremoto de Guatuso de 1911 (Alvarado, 1989).

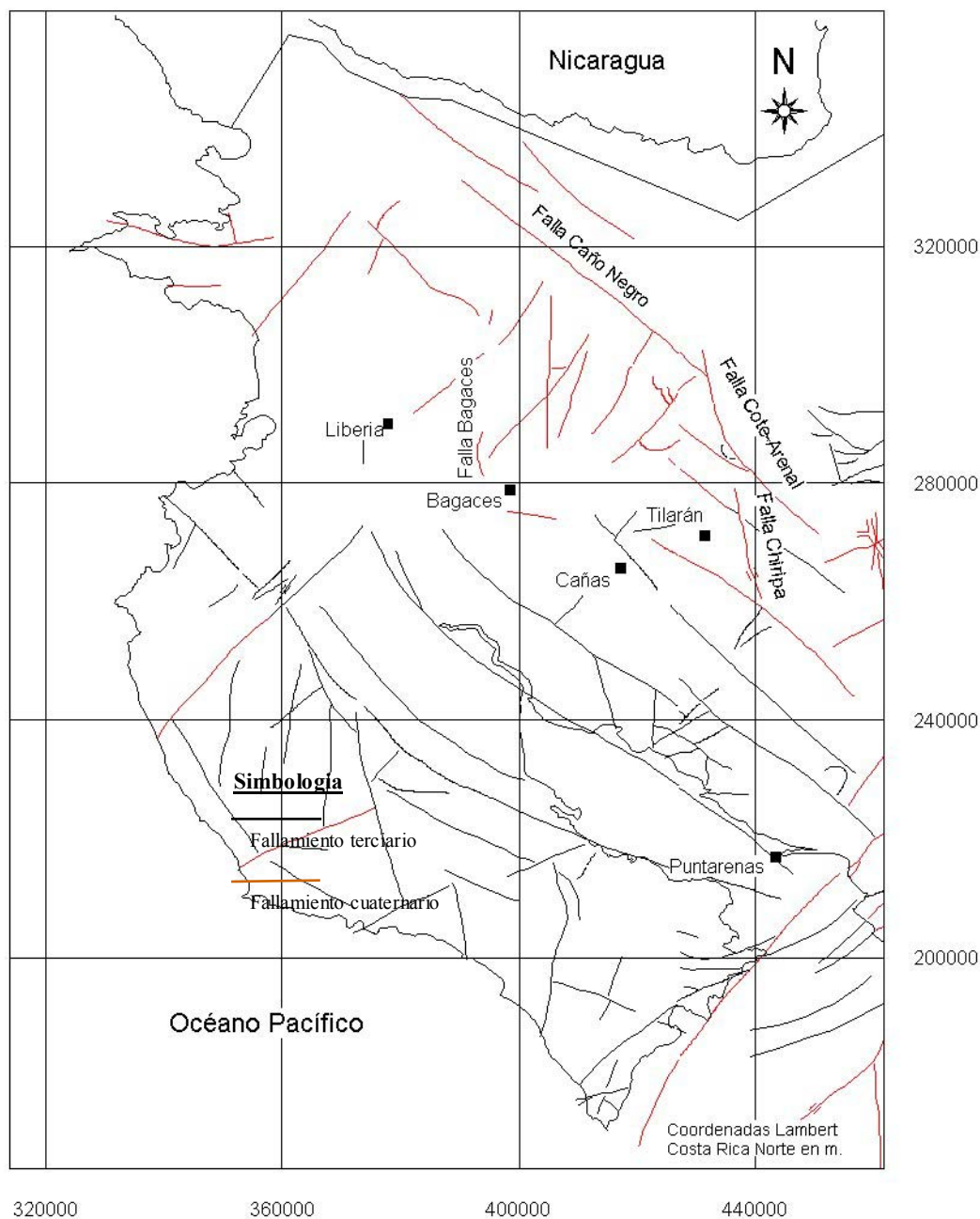


Fig. 3: Tectónica relacionada al fallamiento superficial en la región donde se ubica la ciudad de Cañas.

Falla Bagaces: Falla perteneciente al sistema N-S y NNE-SSW de fallas normales que constituyen la estructura del graben Fortuna-Peje. Esta falla, cuya parte de su traza se observa en un alineamiento geológico de rumbo NNE-SSW cerca de Bagaces, parece ser la fuente de los terremotos de 1935 y 1941 (Montero y Alvarado, 1988).

Falla Caño Negro: Falla de rumbo NW-SE de unos 50 km de longitud cuyo escarpe se distingue claramente en las fotografías aéreas y que parece ser una prolongación del graben (depresión tectónica limitada por fallas) de Nicaragua.

Los mecanismos focales elaborados con temblores recientes, presumiblemente asociados con esta fuente, confirman la existencia de una falla normal orientada NW-SE con componente en coincidencia con el escarpe observado en fotografía aérea. No se han podido encontrar evidencias directas de esta falla en el campo, ya que posiblemente estén cubiertas por suelos, aluviones, lahares y espesa vegetación (Barquero, 1990).

4.8 Sismicidad Histórica

Los terremotos históricos más importantes de Costa Rica han sido documentados por varios autores (Miyamura, 1980; Morales, 1983; Montero, 1989; Rojas, 1993; White y Harlow, 1993; Peraldo y Montero, 1994, entre otros).

Desde 1900 hasta el presente se han registrado 25 eventos sísmicos importantes ($M_s > 5,5$) en la región NW de Costa Rica localizados entre la fosa mesoamericana y el arco volcánico (Tabla 1), algunos de ellos tuvieron como fuente el fallamiento local y otros el proceso de subducción de la placa del Coco bajo la Caribe. Históricamente, los que han causado mayores daños materiales y humanos, debido a su poca profundidad y cercanía de los centros de población, son los originados por las fallas locales, aún cuando sus magnitudes son menores que los originados por la subducción. En la figura 4 se presenta el mapa con la ubicación epicentral de los más importantes de ellos, en color azul los relacionados a la subducción y en verde al callamiento local.

Dentro de los sismos de mayor magnitud asociados con fallamiento superficial se pueden citar los eventos de 1941 y 1935 que han sido asociados con la falla Bagaces, el de 1911 a la falla Cote-Arenal, el de 1973 a la falla Chiripa. En el caso de la subducción, algunos de los sismos mayores ocurridos en esta fuente son el de 1916 y 1983 asociados con la zona sísmica de Papagayo, y una serie de eventos como los de 1916, 1950 y 1978 relacionados con la zona sísmica de Nicoya. Debido a ellos en la zona donde se localiza la ciudad de Cañas se ha reportado Intensidades Mercalli Modificada máximas de grado VII, este valor máximo podría variar si se incluyeran terremotos más antiguos a los mencionados.

A continuación se presenta una pequeña descripción de los principales eventos sísmicos históricos ocurridos en la región noroeste de Costa Rica en el siglo XX.

Terremoto de 1916:

Fecha: 27 de febrero de 1916, Localización: Latitud $10,7^\circ$ N Longitud $85,88^\circ$ W

Magnitud: 7,5, Intensidad epicentral: superior IX R.F.

Origen: Subducción, zona sísmica de Papagayo.

Tristán (1916) lo reporta causando gran cantidad de daños en la región noroeste de Costa Rica, con un área epicentral entre la bahía Culebra, Península Santa Elena y Punta Gorda. Daños en Sardinal, en El Coco con colapso parcial o total de construcciones.

Tabla 1: Sismicidad histórica en la región noroeste de Costa Rica

Fecha	Latitud	Longitud	Magnitud	Localización epicentral
21-06-1900	10°00,00'	85°30,00'	7,2	Pen. de Nicoya
20-01-1905	09°51,00'	84°40,80'	6,7	Mata de Limón
10-10-1911	10°36,00'	84°56,00'	6,5	Laguna Cote
27-02-1916	10°42,00'	85°52,80'	7,5	Golfo Papagayo
24-04-1916	10°21,00'	85°12,00'	7,3	Pen. de Nicoya
04-03-1924	09°51,00'	84°33,60'	7,0	Orotina
01-08-1935	10°34,50'	85°14,70'	5,5	Bagaces
21-12-1939	10°08,40'	84°36,00'	7,3	Miramar
22-12-1939	09°48,00'	84°31,80'	6,7	San Mateo
27-10-1940	09°45,00'	84°30,00'	6,7	San Mateo
06-12-1941	10°30,00'	85°15,00'	5,5	Bagaces
05-10-1950	10°00,00'	85°30,00'	7,7	Pen. de Nicoya
13-05-1952	10°18,00'	85°18,00'	6,9	Pen. de Nicoya
14-04-1973	10°27,50'	84°54,00'	6,5	Tilarán
02-10-1973	10°03,00'	85°29,40'	5,0	Pen. De Nicoya
25-02-1976	10°00,00'	85°28,20'	5,9	Pen. De Nicoya
23-08-1978	09°45,60'	85°34,20'	7,0	SW de Sámara
23-08-1978	09°53,40'	85°30,00'	7,0	SW de Sámara
01-05-1981	09°34,20'	85°01,20'	5,4	Golfo de Nicoya
29-09-1983	10°35,40'	85°54,00'	5,7	Golfo de Papagayo
02-03-1988	09°31,77'	84°52,30'	5,7	Golfo de Nicoya
25-03-1990	09°36,24'	84°56,76'	6,5	Golfo de Nicoya
01-03-1991	10°49,20'	84°48,00'	5,8	Guatuso
16-03-1991	09°43,20'	85°39,60'	6,3	Frente Pen. de Nicoya
20-07-2000	09°11,40'	85°28,20'	6,2	Océano Pacífico

Terremoto de Bagaces de 1935:

Fecha: 01 de agosto de 1935, Hora: 10:08 (L.T.)

Localización: Latitud 10,5° N Longitud 85,5° W (ISS)

Magnitud: 5,5, Profundidad: 10-15 km, Intensidad epicentral: VII,
Origen: F. Bagaces

Este terremoto ocasionó daños principalmente en Bagaces, en donde hubo destrucción total o parcial de casas, se escucharon ruidos subterráneos y se reportaron también algunos daños en Liberia; en Cañas se sintió muy fuerte, pero no produjo daños materiales, en San José, Heredia y Cartago fue sentido fuerte y prolongado.

Terremoto de Bagaces de 1941:

Fecha: 06 de diciembre de 1941, Localización: Latitud 10,5° N Longitud. 85,25° W

Magnitud: 6,0, Profundidad: 10-15 km, Intensidad epicentral: VIII

Origen: Falla Bagaces.

Este terremoto ocasionó daños considerables en Bagaces en donde unas 100 casas quedaron inhabitables, el techo de la iglesia colapsó, las oficinas de la Jefatura Política, Municipalidad y Telégrafo también quedaron dañados. Otros datos de intensidades según Montero y Alvarado (1988) son: en Montano

VII, en Montenegro VI-VII, en Salitral VII, Liberia, La Fortuna de Bagaces VI, Bebedero VI.

Terremoto de 1950:

Fecha: 5 de octubre de 1950, Localización: Latitud 10,0° N Longitud 85,50° W

Magnitud: 7,7, Origen: Subducción, Zona Sísmica de Nicoya.

Este terremoto originó daños en construcciones de Puntarenas, Nicoya, San Ramón, Filadelfia, Santa Cruz y otros poblados en la península de Nicoya, y de la costa pacífica central del país y en el Valle Central Occidental (Montero, 1984).

Terremoto de Tilarán de 1973:

Fecha: 14 de abril de 1973, Hora: 03:35 (L.T.), Magnitud: $M_b = 5,7$ $M_s = 6,5$

Localización: Latitud 10,35° N Longitud 84,88° W, Profundidad: 10 km
Intensidad epicentral: VIII (MM), Origen: falla Chiripa

Los daños, debidos a este terremoto, estuvieron concentrados dentro de una área de 150 km² y los deslizamientos mayores, generados por la sacudida sísmica, se produjeron dentro de un área de 20 km², fueron responsables de la muerte de 23 personas y de daños a los caminos vecinales (Mora y Morales, 1986). Los fracturamientos observados están relacionados todos con deslizamientos gravitacionales y ninguna de las fracturas tenía más de unas decenas de metros de longitud (Plafker, 1973).

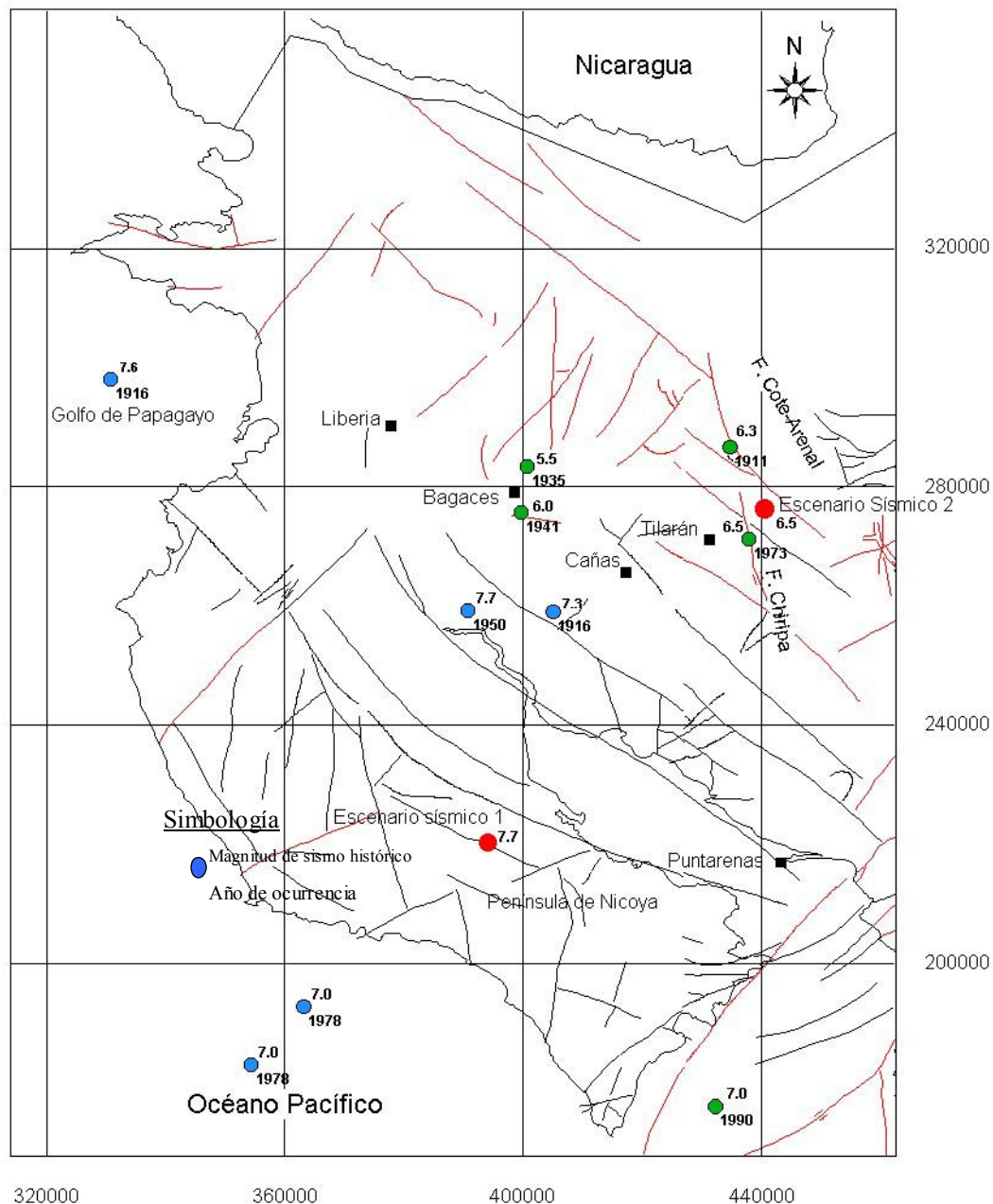


Fig. 4: Sismos históricos severos ($M_s \geq 6,0$) en el periodo 1900-2000, en la región donde se ubica la ciudad de Cañas y localización de los escenarios sísmicos.

4.9. ESTIMACIÓN DE LA AMENAZA SÍSMICA

Como se indico anteriormente, en este estudio la amenaza sísmica (grado de exposición) será determinada con base en la definición de escenarios sísmicos específicos, basados en el conocimiento de la sismicidad histórica y el potencial de generar sismos de cada una de las fallas o fuentes sísmicas seleccionadas. En la figura 5 se presenta el esquema simplificado de la metodología seguida utilizando sistemas de información geográfico.

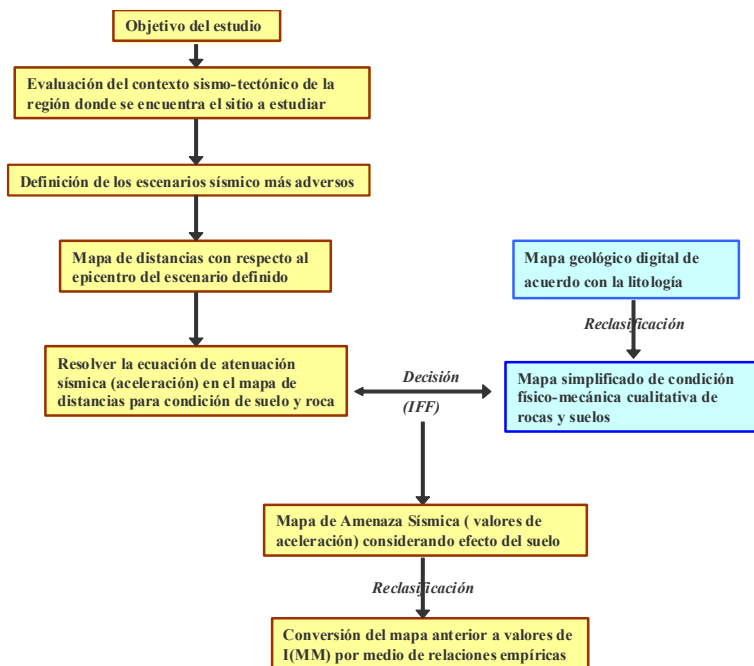


Fig. 5: Esquema simplificado para la estimación de la amenaza sísmica determinística utilizando un SIG.

Con base en la información sísmo-tectónica presentada en los apartados anteriores para la región noroeste de Costa Rica, se pueden establecer cuatro posibles escenarios sísmicos que podrían tener un impacto importante en la ciudad de Cañas. El primero es un sismo que hipotéticamente ocurriría en la zona sísmica denominada Nicoya (zona de subducción), el cual tendría una magnitud máxima de 7,7 y una profundidad promedio de 30 km bajo la península de Nicoya. El segundo un sismo que sería originado en la zona sísmica de Papagayo (subducción) con una magnitud de 7,7 y ocurriendo a una profundidad promedio de 40 km. El tercer y cuarto escenario serían sismos originados en una falla local. Estos eventos tendrían una magnitud máxima de 6,5 y una profundidad promedio de 12 km. El primero asociado con las fallas Cote-Arenal o con la Chiripa y el segundo a la fallas Bagaces o la Caño Negro. Es conveniente indicar que posiblemente hay otras fallas cercanas, igualmente activas y potencialmente dañinas, pero no tan estudiadas, y cuyos efectos para nuestro estudio serían similares a los acá analizados.

De los cuatro escenarios antes planteados, finalmente se seleccionaron dos como los que presentan condiciones más adversas para la ciudad de Cañas: 1) Un evento de magnitud 7,7 relacionado a la subducción en la península de Nicoya y, 2) Un evento de magnitud 6,5 ocurriendo en la zona donde se encuentran las fallas Chiripa y Cote-Arenal. En la figura 4 se muestran las localizaciones epicentrales de estos dos escenarios sísmicos, que fueron descritos con mayor detalle anteriormente.

Definidos los escenarios sísmicos, se preparo en ILWIS un mapa de distancias, para cada uno tomando como referencia el epicentro de los mismos,

y en ellos se resolvió la ecuación de atenuación de las señales sísmicas, obteniéndose un mapa raster de valores de aceleración horizontal pico del terreno. Para el cálculo se utilizó la ecuación propuesta por Climent *et al.* (1994) para la región de América Central. Esta ecuación permite obtener valores de aceleración horizontal pico tanto para condición de suelo como de roca, y esta representada por la siguiente expresión:

$$\ln A = -1.687 + 0.553 \cdot M - 0.537 \cdot \ln(r) - 0.00302 \cdot r + 0.327 \cdot S + \ln \epsilon$$

donde: A Aceleración horizontal pico en m/s^2
M Magnitud momento (M_w)
r Distancia hipocentral
S S es 0 para sitios de roca y 1 para suelos
 $\ln \epsilon$ término relacionado con el error de estimación (0,75)

La ecuación anterior relaciona el nivel de aceleración con el tamaño del sismo (magnitud), la distancia de ocurrencia del evento y la condición de la geología superficial local del sitio a evaluar. Con base en los escenarios sísmicos se obtuvieron los valores de **M** y del mapa de distancias los de **r**; y la condición de sitio fue obtenida por medio de mapas geológicos disponibles de la región, reclasificando las diferentes unidades litológicas de acuerdo con su condición físico-mecánica cualitativa. El mapa resultante se puede considerar como una gruesa macrozonificación. En el caso de este último parámetro, para estudios posteriores se recomienda complementar esta información con mapas de espesores de suelos, y en la medida que se pueda con pruebas geofísicas que suministren valores de la velocidad de la onda **P** y **S** para poder preparar un mapa más detallado y preciso.

Dado que los escenarios sísmicos seleccionados tienen un carácter regional con respecto a la ciudad de Cañas, en las figuras 6 y 7 se presenta a manera ilustrativa el entorno regional de amenaza sísmica (en valores de aceleración), en el cual se encontraría la ciudad de Cañas en el caso que los escenarios sísmicos planteados ocurrieran. En estos mapas la condición de sitio fue incluida con base en la mapa geológico 1:500000. En la Tabla 2 se presenta de una manera cualitativa, como pueden interpretarse los valores de aceleración que aparecen en estos mapas y su relación con $I(MM)$ (según Wald *et al.*, 1999).

Tabla 2: Relación entre escalas de intensidad y percepción de la sacudida sísmica.

$I(MM)$	Rango Acel. (g)	Como se percibe la sacudida
VI	0,08 – 0,15	Fuerte
VII	0,15 – 0,30	Muy fuerte
VIII	0,30 – 0,60	Severamente
IX	0,60 – 1,20	Violentamente

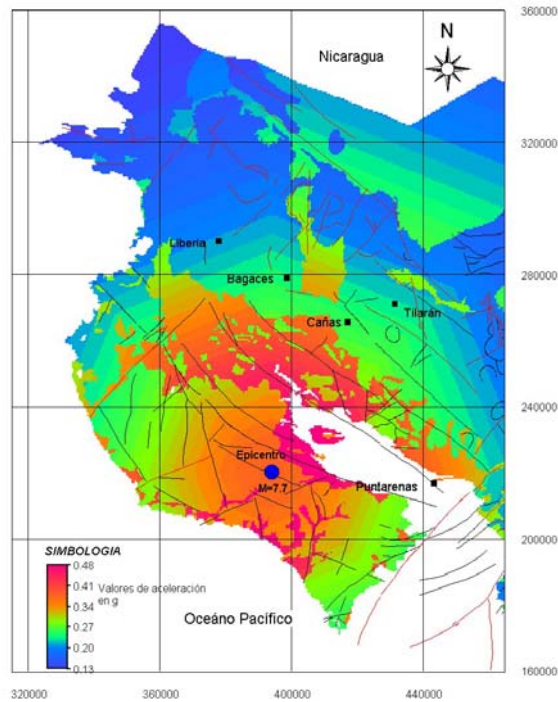


Fig. 6: Amenaza sísmica en la región noroeste de Costa Rica, dado que ocurre un sismo de magnitud 7,7 en la península de Nicoya y asociado a la subducción (Escenario 1).

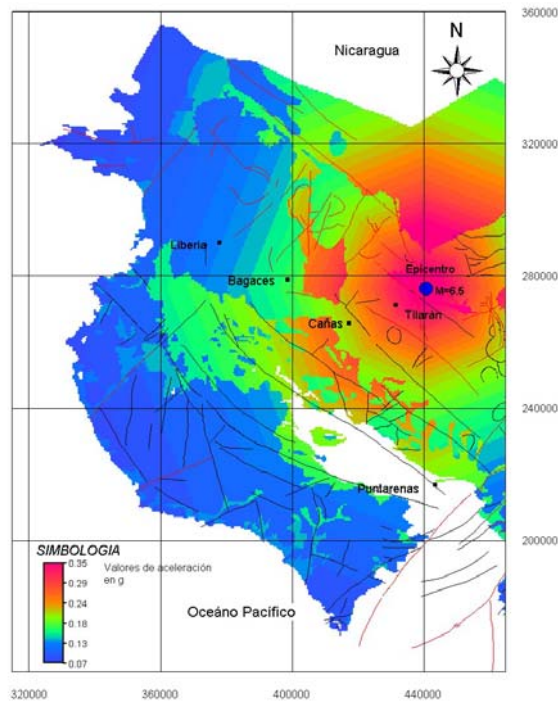


Fig. 7: Amenaza sísmica en la región noroeste de Costa Rica dado que ocurre un sismo de magnitud 6,5 en la falla Chiripa o Cote-Arenal (Escenario 2).

Del mapa de la figura 6, correspondiente con un sismo que tendría lugar en la península de Nicoya, se nota que en general toda la región noroeste del país presentaría aceleraciones superiores al 10 % de g, que las aceleraciones máximas variarían entre 0,5 y 0,6 g, en la zona epicentral, y valores entre 0,05 y

0,10 g en las zonas más alejadas hacia el norte del epicentro. Esto significaría que la sacudida sísmica sería percibida a partir de niveles considerados como fuertes, y que los niveles más altos estarían localizados principalmente en la zona epicentral y zonas clasificadas como de suelos blandos en las llanuras de inundación de los ríos, especialmente en la del Tempisque. En el caso de la ciudad de Cañas, se esperaría niveles de aceleración alrededor de 0,30 g y las variaciones con respecto a ese valor estarían en función de la variación de la condición de los suelos localmente.

En el caso de presentarse un evento sísmico en las falla Chiripa o la Cote-Arenal (Fig. 7), en la zona epicentral se pueden esperar aceleraciones horizontales pico entre 0,4 y 0,5 de g y de 0,25 g en promedio en la ciudad de Cañas. Debido a que la zona epicentral de este evento se encontraría en una zona montañosa, se considera que existe el potencial de formación de crecidas o avalanchas en algunos ríos de la zona por represamiento de sus cuencas, especialmente si el sismo ocurre durante la época lluviosa. En el caso de Cañas podría verse afectada por el represamiento en la cuenca alta del río Cañas y la correspondiente avalancha río abajo.

Ya ha sido planteado el contexto regional en el cual se encuentra la ciudad de Cañas en el caso de ocurrir los eventos antes mencionados. El efecto en la ciudad propiamente, dependerá en buena medida de las condiciones locales de sitio, ya que es bien conocido, y ampliamente aceptado que existe un efecto de la geología superficial sobre los movimientos sísmicos, el que puede ser en algunos casos muy importante. Los materiales no consolidados (suelos blandos) modifican las características de los movimientos sísmicos con respecto al comportamiento en roca o suelo firme, especialmente en lo referente a la duración del movimiento, la amplitud de la señal y la distribución frecuencial de la energía (Bard, 1995).

Para efectos de incluir esta condición en los mapas finales de amenaza sísmica de la ciudad de Cañas, se preparó un mapa de macrozonificación simplificado de la condición físico-mecánica cualitativa de suelos y rocas (Fig. 8) basado en el mapa geológico 1:50 000 disponible (en los mapas de amenaza regional se utilizó el mapa geológico 1: 500 000), y el cual fue reclasificado de acuerdo a la litología. Dadas las limitaciones de este estudio, no se realizaron estudios de detalle para corroborar los espesores de estos sedimentos y su zonificación. Sin embargo, dado que la ciudad se ubica en el ápice del abanico aluvial de los ríos Cañas y Bebedero, puede que existan algunos cañones o gargantas profundas rellenas con sedimentos aluviales antiguos, y que debido a su ubicación geomorfológica y de geología fluvial se considere que la ciudad de Cañas se ubica sobre sedimentos recientes con potencial de amplificación, como condición más adversa.

En los mapas de las figuras 9 y 10 se presentan los mapas de amenaza sísmica en la ciudad de Cañas en valores de Intensidad Mercalli Modificada, considerando el efecto de la geología local superficial. Para obtener estos mapas, los valores de aceleración horizontal pico fueron convertidos a valores de I(MM) por medio de relaciones empíricas propuestas en Wald *et. al* (1999).

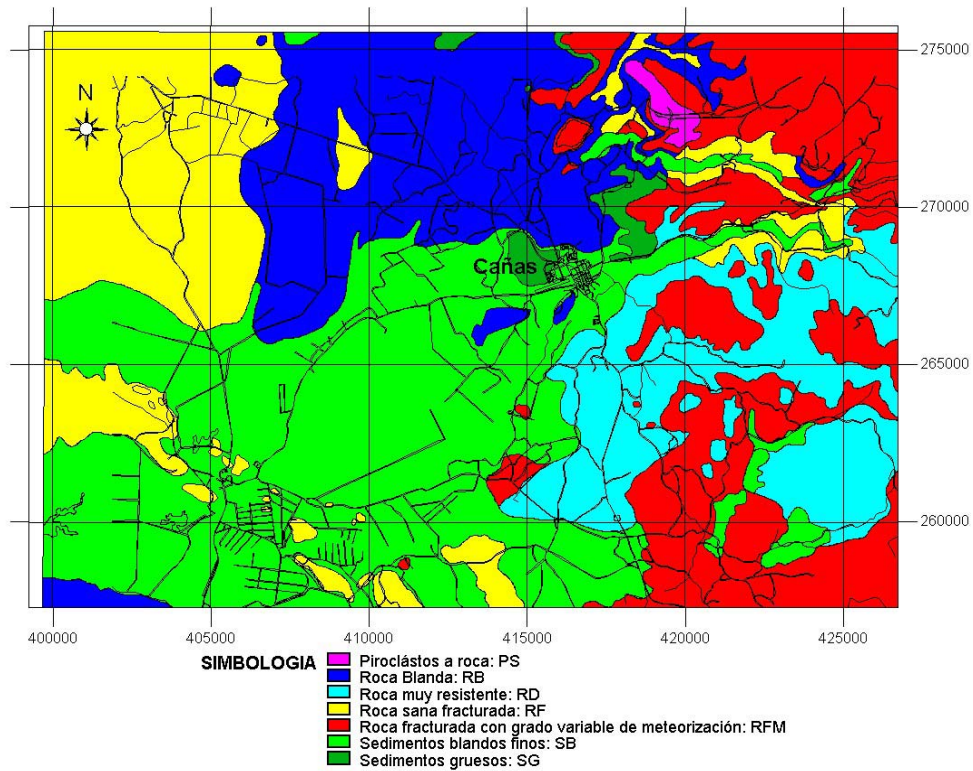


Fig. 8: Mapa de condición físico-mecánica cualitativa de los suelos y rocas en la ciudad de Cañas y alrededores.

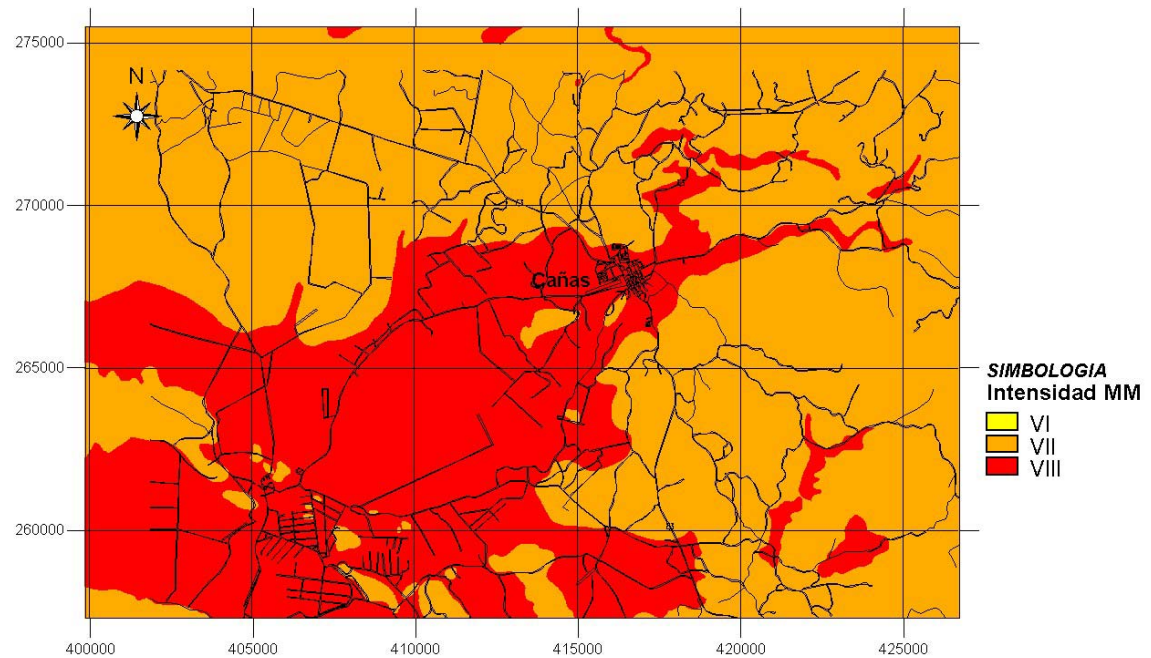


Fig. 9: Mapa de amenaza sísmica en valores de Intensidad MM en ciudad la de Cañas de acuerdo al escenario sísmico 1.

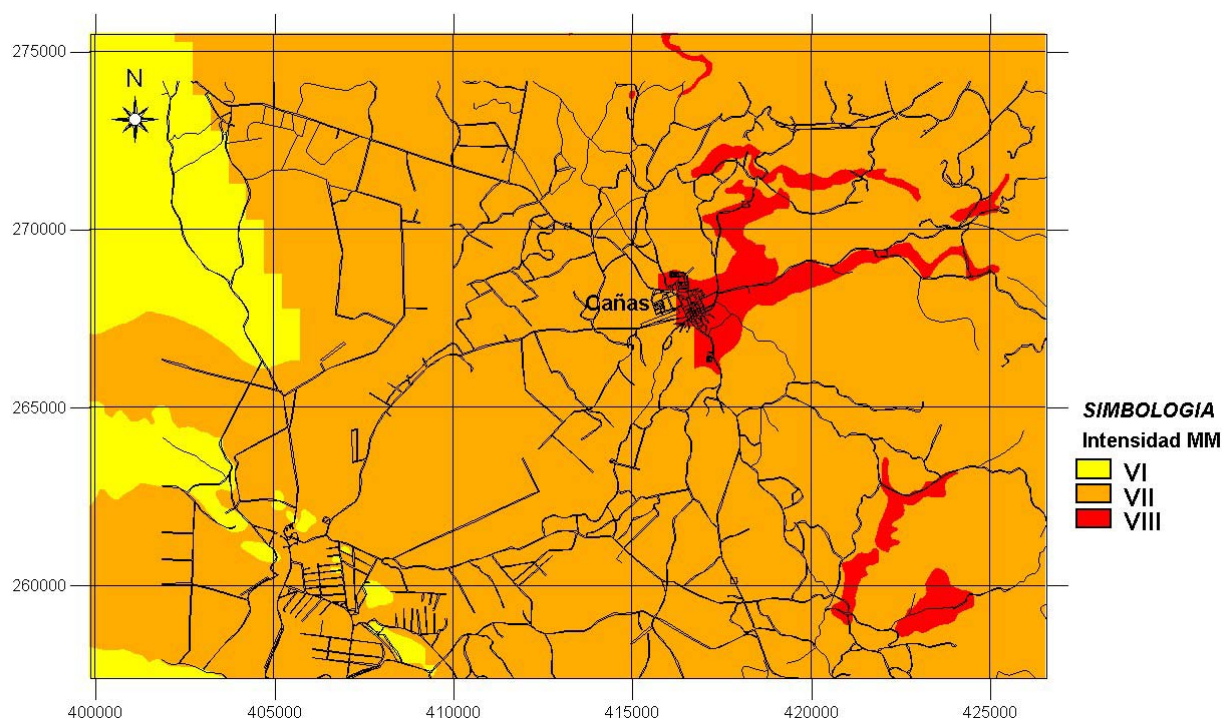


Fig. 10: Mapa de amenaza sísmica en valores de Intensidad MM en la ciudad de Cañas de acuerdo al escenario sísmico 2.

De acuerdo a los dos escenarios sísmicos evaluados en este informe, se ha estimado que en el caso de ocurrir el evento sísmico en la Península de Nicoya y asociado a la subducción, la ciudad de Cañas se vería afectada por sacudidas sísmicas representadas por Intensidades Mercalli Modificada de grado VIII en la mayoría de la ciudad. En el caso de que ocurriera el sismo en la Falla Chiripa o Cote-Arenal por intensidades de grado VII en la parte oeste y de grado VIII en la parte este de la ciudad acorde con la distribución de los mapas de las figuras 9 y 10.

4.10 Vulnerabilidad de las Edificaciones

Dado que se disponía del Catastro Municipal, lote por lote, en formato digital ArcView, además de información relacionada con cada uno de ellos, obtenida de la encuesta e inventario realizado a principios del año 2003, como parte de este proyecto, se decidió realizar un análisis preliminar de vulnerabilidad física de las edificaciones localizadas en la ciudad de Cañas.

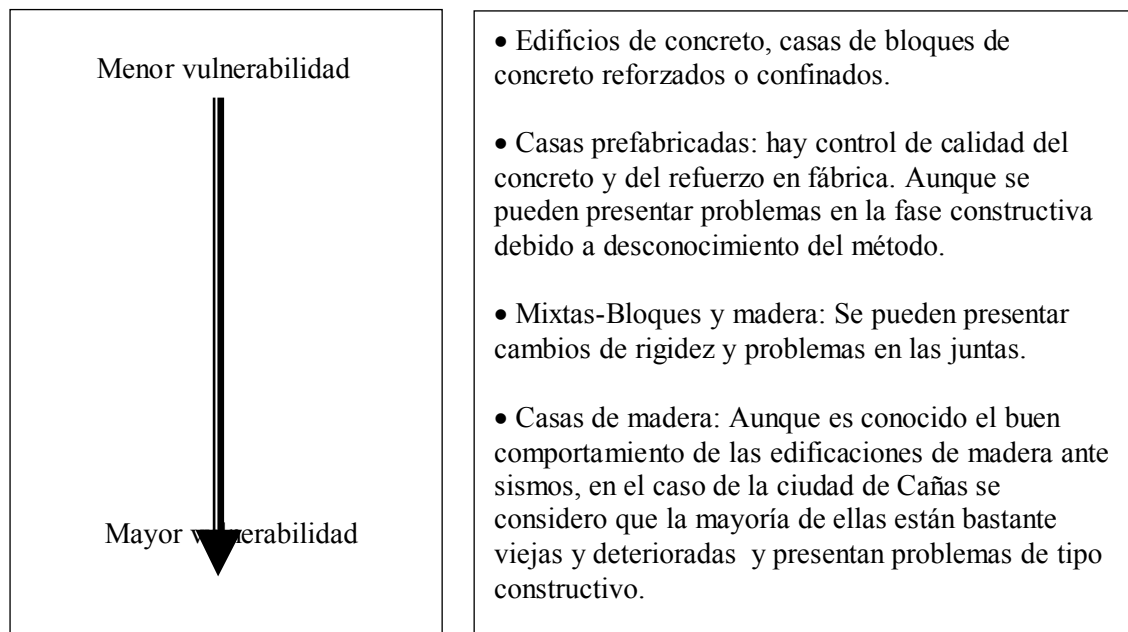
Debido a que en Costa Rica no se cuenta con funciones de vulnerabilidad o matrices de daño para edificaciones tipo, en vez de utilizar las desarrolladas en otros países, se decidió realizar un análisis cualitativo de la vulnerabilidad física, basado en consideraciones sobre el comportamiento de los diferentes sistemas constructivos ante sismos, calidad del diseño y construcción, edad, condición física aparente, y a relaciones empíricas desarrolladas a nivel mundial referentes al nivel de daños esperados de acuerdo al tipo de estructura y el nivel de intensidad sísmica (Sauter, 1989; Kramer, 1996; Wald *et. al*, 1999). En la

figura 11 se presentan los diferentes tipos constructivos identificados en la ciudad de Cañas.



Fig. 11: Edificaciones tipo identificadas en la ciudad de Cañas.

Para efectos de realizar el análisis, se consideró inicialmente que las edificaciones tipo de la ciudad de Cañas, presentan una vulnerabilidad física, ante sismos, menor o mayor de acuerdo al orden en que se presentan a continuación. Es conveniente indicar que esta valoración es específica para esta ciudad y de este estudio en particular.



La vulnerabilidad de estas edificaciones además estará influenciada por la edad de las mismas y el aspecto o condición física aparente, de tal forma que edificaciones más viejas y más deterioradas presentan mayor vulnerabilidad y lo contrario en el caso de edificaciones más recientes y de una buena condición física aparente. Otro aspecto que fue considerado a la hora de evaluar la edad, fue que el primer Código Sísmico de Costa Rica, que da la normativa de diseño antisísmico, fue publicado en el año 1986, por lo que se esperaría un mejor diseño de la estructuras a partir de dicho año. Los niveles de daños esperados representados como mayor, considerable, moderado a menor y menor

Utilizando la base de datos lote por lote, se prepararon los mapas temáticos relacionados a tipo constructivo (TC), edad (ED) y condición física aparente (CFA) (ver Anexo I). Luego los mapas fueron cruzados entre sí, primero TC con ED y luego TC con CFA, para ambas combinaciones se obtuvieron niveles de daño para I(MM) de VII y VIII, de acuerdo a los resultados del estudio de amenaza sísmica. Los mapas resultantes de estas dos combinaciones fueron cruzados, luego las combinaciones fueron reclasificadas escogiéndose la peor condición y obteniéndose los mapas finales de vulnerabilidad física ante sismos que se muestran en las figuras 12 y 13. Es importante indicar, que debido a la representación de estos mapas lote por lote, en algunos casos se puede generar una falsa indicación de grandes áreas vulnerables o riesgosas, cuando realmente lo que se encuentra es la presencia de pequeñas y únicas construcciones ubicadas en grandes lotes, por lo que se debe tener cuidado a la hora de interpretar estos mapas, especialmente en estos casos.

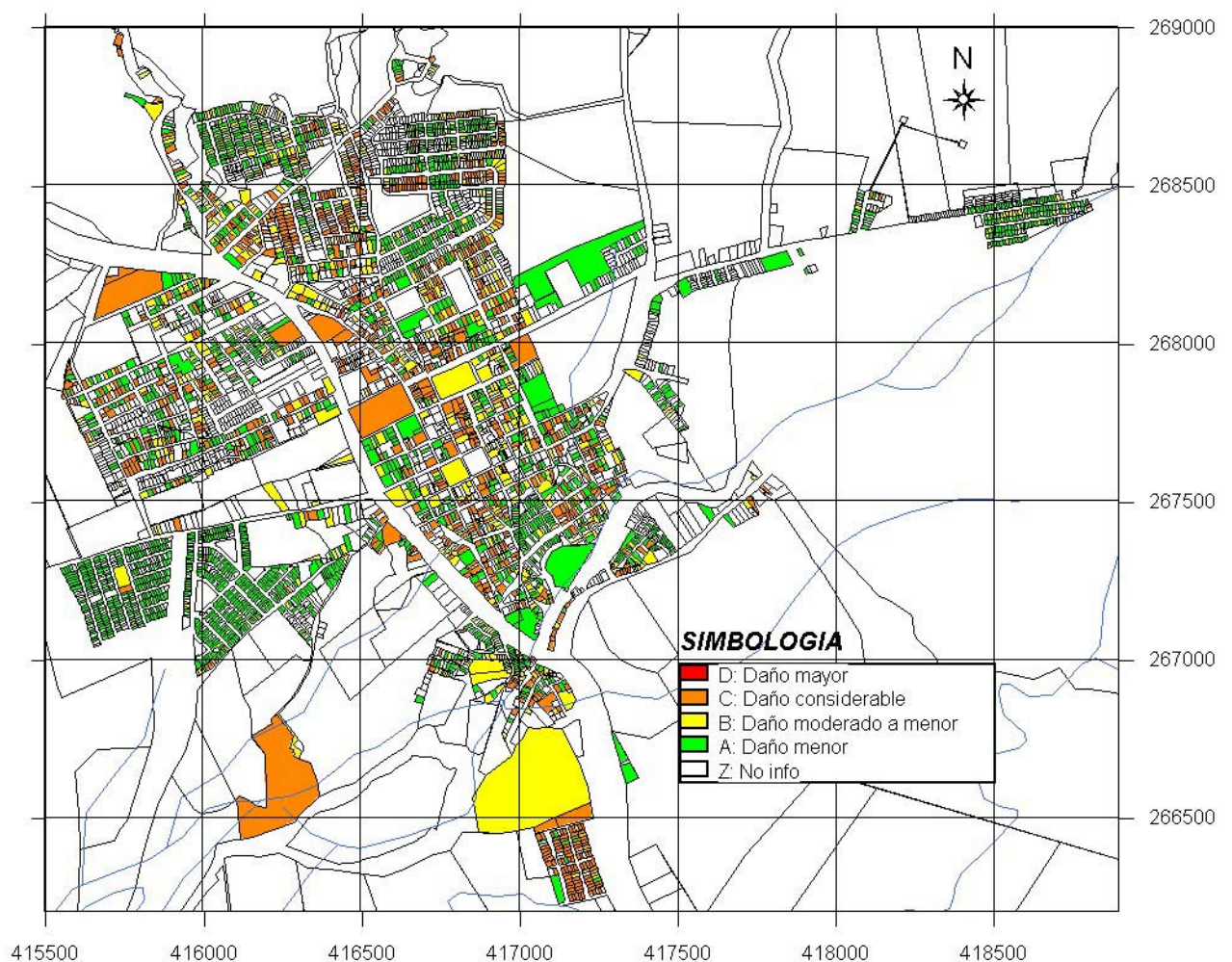


Fig. 12: Mapa de riesgo sísmico en la ciudad de Cañas, cuantificado de acuerdo a la cantidad de daños esperados, dado que se presenta una Intensidad MM VII.

De acuerdo al mapa de la Figura 12 y a la estadística calculada, en el caso de presentarse una intensidad de grado VII Mercalli Modificada en la ciudad de Cañas, no se esperaría la ocurrencia de daños mayores en las edificaciones, un 68 % del total de ellas sufriría daños menores y un 32 % daños de

consideración, por lo que un 25 % de la población se vería afectado de manera importante y de diferentes formas. Para el grado de intensidad VII (MM) los daños considerables están relacionados con edificaciones muy pobremente diseñadas y construidas.

En el caso del mapa de la Figura 13, se puede resumir indicando que de presentarse una intensidad de grado VIII Mercalli Modificada en la ciudad de Cañas, se esperaría que se presenten daños mayores en un 30 % y que un 28 % del total de edificaciones sufra daños de consideración, viéndose afectado un 50 % de la población. El resto de las edificaciones sufrirían daños menores. Para el grado de intensidad VIII los daños mayores y considerables están relacionados con edificaciones pobremente diseñadas y construidas. Se esperaría entonces que aquellas construcciones que hayan sido bien construidas y diseñadas para resistir cargas horizontales debido a sismo, sufran daños leves o moderados, fácilmente reparables y no estén propensas a colapso.

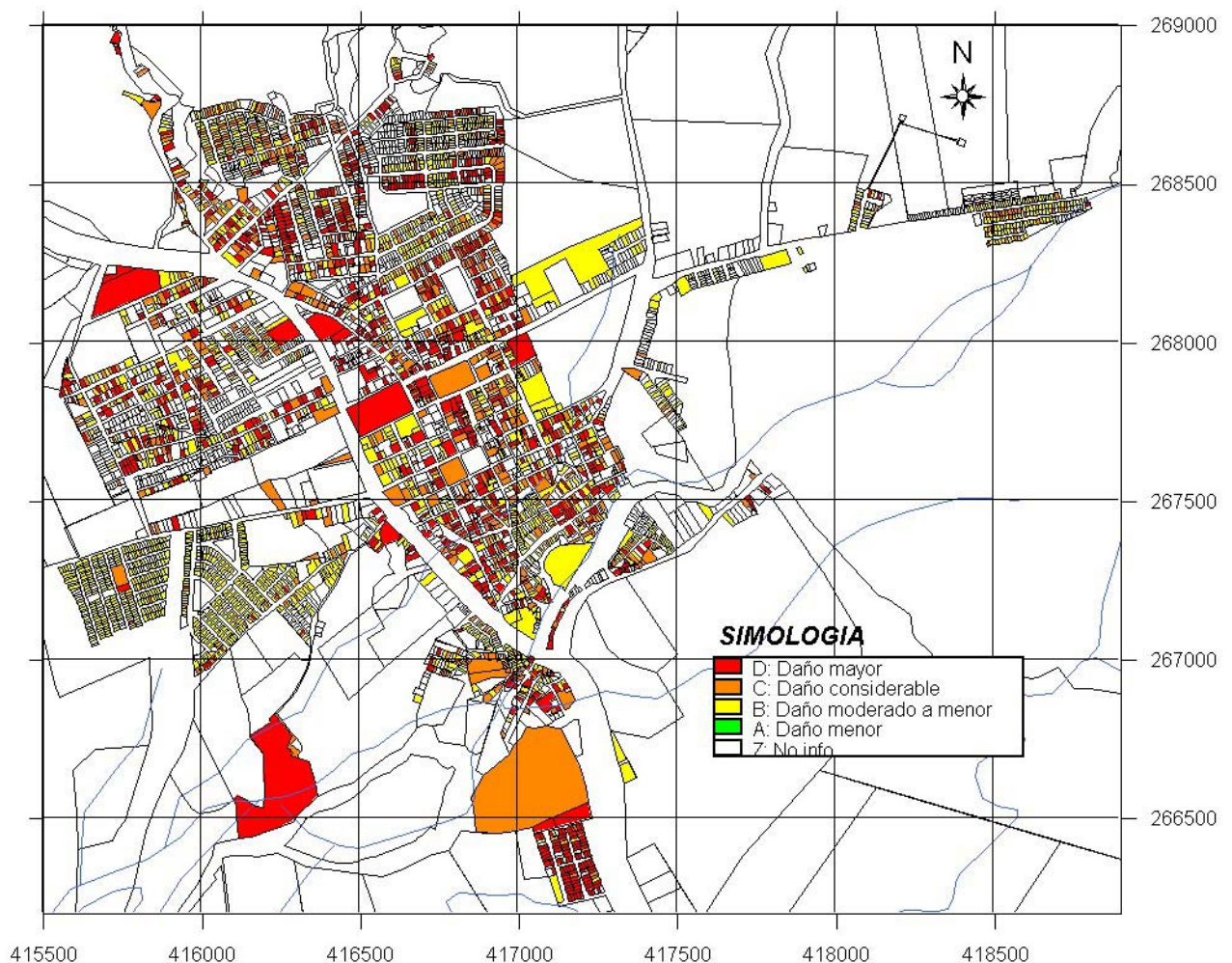


Fig. 13: Mapa de riesgo sísmico en la ciudad de Cañas, cuantificado de acuerdo a la cantidad de daños esperado, dado que se presenta una Intensidad MM VIII.

Se considera conveniente indicar que en la ciudad de Cañas las edificaciones que aparecen con estimación de daños indicados como mayores o considerables, posiblemente presentan problemas constructivos y deterioro por falta de mantenimiento, especialmente en las casas de madera, las cuales en general son bastante viejas. Una de las principales maneras de mitigar y reducir estos efectos, dado que ocurre un sismo severo, es la de mejorar la calidad del diseño civil y las prácticas constructivas utilizadas en nuevas edificaciones y reforzando las ya existentes.

Finalmente se preparó un mapa de vulnerabilidad de la ciudad de Cañas considerando la combinación de la ocurrencia de sismo y la generación de fuego (Fig. 14). Para realizar este mapa se partió de los mapas temáticos tipo constructivo y tipo de energía utilizada para cocinar (ver Anexo I), considerando que las casas de madera son más vulnerables al fuego que las casa de concreto, y que el uso de cocinas que usan madera y gas para cocinar son más propensas a generar fuego que las que usan electricidad. En el Anexo I se incluye también un mapa de vulnerabilidad considerando solo la variable fuego y tipo constructivo (Fig. I-5). No se incluyó en este mapa la ubicación de la estación de bomberos ni la distribución de los hidrantes disponibles.

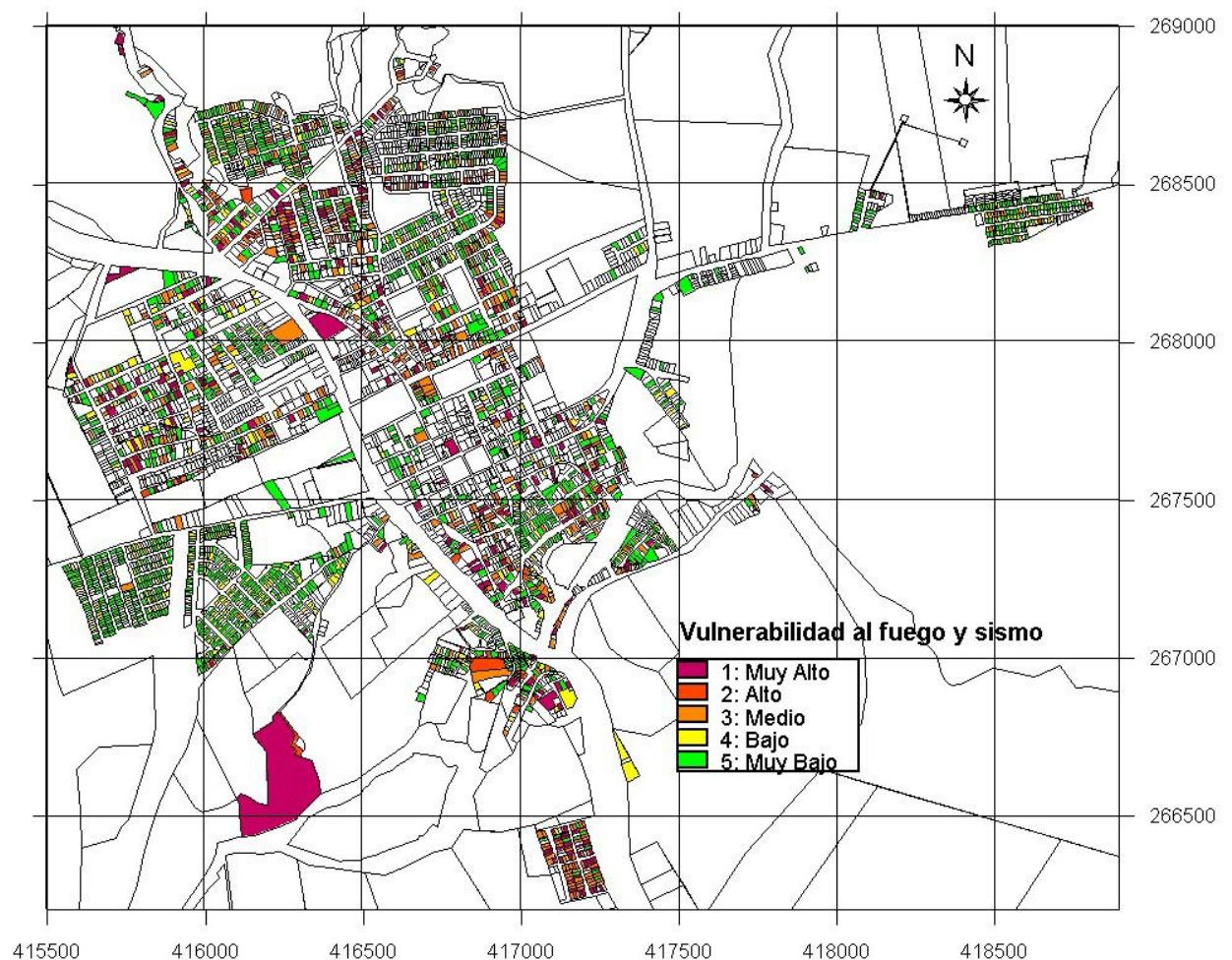


Fig. 14: Mapa de vulnerabilidad de la ciudad de Cañas considerando sismo y fuego.

4.11. CONCLUSIONES DEL CASO DE ESTUDIO

Del estudio determinístico de amenaza sísmica, se estimó que de ocurrir sismos de magnitud 7,7 y 6,5 en la zona de subducción (Península de Nicoya) y en la falla Chiripa o la Cote-Arenal respectivamente, en la ciudad de Cañas el terreno y edificaciones estarían expuestos a sacudidas sísmicas del grado VII y VIII de la escala Mercalli Modificada, por lo que las mismas serían percibidas por las personas de muy fuerte a severamente. En el caso de presentarse una intensidad de grado VII (MM), no se esperaría la ocurrencia de daños mayores en las edificaciones, un 68 % del total de ellas sufriría daños menores y un 32 % daños de consideración, por lo que un 25 % de la población se vería afectado de diferentes formas. En el caso de presentarse una intensidad de grado VIII, se esperaría que se presenten daños mayores en un 30 % y que un 28 % del total de edificaciones sufra daños de consideración, viéndose afectado un 50 % de la población. El resto de las edificaciones sufrirían daños menores. Efectos más severos podrían presentarse en sitios muy puntuales debido a condiciones especiales de los suelos o a deslizamientos en las regiones montañosas vecinas.

La menor o mayor vulnerabilidad física de la edificaciones en la ciudad de Cañas, es un reflejo de la calidad del diseño civil ante sismos y de los métodos constructivos utilizados. Los niveles de daños esperados e identificados como mayores o considerables, en los mapas de las figuras 12 y 13, indican que en estos lotes se presentan problemas constructivos y gran deterioro físico de las edificaciones. Lo anterior debido al envejecimiento, falta de mantenimiento, deterioro y falta de reforzamiento de las mismas, especialmente en las casas de madera que son muy viejas.

Los sismos son eventos naturales, cuya ocurrencia no puede ser evitada, por lo tanto aquellas regiones, zonas o ciudades que estén expuestas a ellos deben de estar preparados para mitigar sus efectos reduciendo la vulnerabilidad física de las edificaciones y líneas vitales.

4.12.RECOMENDACIONES CASO DEL ESTUDIO

Para efectos de reducir la vulnerabilidad de cualquier tipo de proyecto de infraestructura a desarrollarse en la ciudad de Cañas, debido al impacto adverso de los efectos directos e indirectos de la ocurrencia de un evento sísmico, se recomienda diseñar y construir en forma correcta para disminuir la vulnerabilidad física. Lo anterior siguiendo la normativa nacional, como el Código Sísmico de Costa Rica 2002 y apoyándose en recomendaciones internacionales. A la vez establecer los controles del caso para que se cumpla con las especificaciones, cantidades y dimensionamientos propuestos en estos códigos de diseño.

Que las autoridades de la ciudad de Cañas utilice la información presentada en este informe, como el detonante para desarrollar planes de mitigación ante eventos sísmicos, que incluyan como punto importante la concientización de la población civil de la importancia de que sus viviendas y edificaciones estén bien

construidas y se les de el mantenimiento y reforzamiento civil del caso, para efectos de reducir la vulnerabilidad de las mismas, y por lo tanto asegurar sus vidas.

La vulnerabilidad debido a la ocurrencia de efectos secundarios disparados por eventos sísmicos, podrá ser disminuida, si con respecto a los proyectos a desarrollar, se indica claramente la ubicación de zonas de laderas potencialmente inestables, depósitos marinos con potencial de licuefacción y valles de inundación, ya que estas condiciones locales aumentan el potencial de daños debido a la ocurrencia de un evento sísmico severo.

Es conveniente que los resultados aquí presentados sean complementados con estudios de vulnerabilidad de las líneas vitales en la región, que permitan tener una idea clara de la continuidad de la prestación de los servicios de electricidad, agua potable, telecomunicaciones, carreteras, puentes, etc.

5. Algunas conclusiones preliminares del RAPCA- Cañas, Costa Rica.

Aunque la experiencia centralizada de la CNE en recolección de datos e información de múltiples e instituciones e individuos ha contribuido en la formación de un valioso e importante acervo sobre amenazas naturales y otras variables del territorio orientado a apoyar la toma de decisiones con relación a la gestión del riesgo o de insumo a programas, proyectos y actividades en el área de los desastres, aun hace **falta un mayor esfuerzo por diseminar esta información en la escala local y capacitar a los cuadros técnicos necesarios para su uso**, a su vez incorporarla a los diversos procesos cotidianos de regulación del entorno en cada comunidad.

Otras de las debilidades que se han observado en Costa Rica especialmente cuando se presentan eventos destructivos o generadores de desastres, evidentes **vacíos de información**, geo-información y la poca información existente sobre variables de amenaza, vulnerabilidad y recursos, en muchas de estas comunidades **posiblemente esta centralizada, generalmente en instituciones del Estado que difícilmente transfieren hacia niveles locales**, consecuentemente retroceso en una **efectiva toma de decisiones no solo en aspectos de atención en el desastre, sino también en la planificación local en general en la etapa pre y post - desastre**.

En la actualidad aproximadamente existen más de 50 instituciones y organizaciones que manejan o han implementado un **sistema de información geográfica**, sin embargo mucho de los datos e información georeferenciada no cuenta con estándares, posee diferentes formatos y escalas, no cuenta con catálogos o de metadatos, además de múltiples restricciones para su uso y aplicación, accesibilidad y divulgación.

El proyecto RAPCA aplicado en Costa Rica en la zona piloto denominada Municipalidad de Cañas, Región de Guanacaste ha venido demostrar la necesidad de dotar de herramientas para el desarrollo de procesos de transferencia y uso de información sobre amenazas, vulnerabilidad y riesgos.

RAPCA-Cañas 2002-2003 demuestra que es necesario desarrollar una políticas y estrategias nacionales con la finalidad de aumentar o crear fortalezas locales en el manejo de información sobre amenazas e indicadores de vulnerabilidad local, así como la potenciación para que las autoridades locales y los tomadores de decisión territorial, finalmente quienes administran el municipio, cuenten con información de calidad y precisión en temas sensibles como ambiente, vulnerabilidad física-social y riesgos naturales.

Algunos resultados preliminares del proyecto RAPCA-Cañas, Costa Rica, establece que el fortalecimiento local y la generación de capacidades comunitarias será posible si:

- Gobiernos locales con alta propensión a desastres especialmente por sus condiciones de multi-amenaza aprovechan las capacidades en recursos

humanos locales y las capacidades informáticas disponibles. Se recomienda orientar primeramente los procesos para aumentar destrezas locales en el levantamiento del territorio local y promover el desarrollo de capacidades en creación, mantenimiento y seguimiento de geo-bases de datos o sistemas de información geográfica locales.

- Creación de indicadores básicos de vulnerabilidad a escala, mediante una metodología nacional, uniforme, congruente y sistemática. La metodología debe establecer indicadores de vulnerabilidad básicos, obtenidos mediante criterios técnicos sencillos, bajo un esquema de recolección sencillo, de bajo costo, y de generación de bases de datos para su registro, seguimiento y control.
- Concertación con el gobierno local para el desarrollo de las áreas para la gestión de información y análisis del riesgo utilizando el recurso humano local y mejora de la capacidad instalada existente. Esto redundará en una apropiación de los datos localmente, por tanto mayor impulso e involucramiento de actores u organizaciones claves.
- Divulgar y utilizar la información existente sobre amenazas a través de comités locales de prevención y atención de emergencias u otras organizaciones en las áreas de educación y ambiente.
- Utilizar la información sobre amenazas existente a escala local con fines de regulación y control de uso del suelo en áreas de riesgo. Esencialmente en medidas de mitigación no estructural, tales como zonificación territorial y otras medidas acordadas y concertadas localmente, no impuestas desde los niveles centrales o por la tecnocracia central.
- Generar insumos para apoyar procesos de ordenamiento del territorio y de la autorización de construcción de obras físicas (urbanizaciones, vías, hotelera, pública, etc.) en áreas seguras o exentas de peligros naturales. Esto significa darle un mayor dinamismo a los Sistemas de Información Geográfica que integren geo-amenazas (geohazards info).
- credibilidad de estos sistemas tecnocráticos, además de obtener un mayor provecho social, especialmente por los altos costes de instalación y mantenimiento de los sistemas.
- Mayor acceso y divulgación. Posiblemente esta será una fase que deberá remarcarse en los futuros proyectos de SIG y Geo-amenazas en los niveles locales. Cuando esta fase esta bien encaminada y se comparan socialmente sus productos, los resultados derivados con el uso de estas herramientas serán catalogados como de una gran utilidad y función para la comunidad, por tanto sobrevivirán en el futuro, en especial por la defensa de los usuarios, que verán en ellos beneficios a su seguridad física y social.

El proyecto RAPCA- Cañas demuestra que los procesos locales en reducción de desastres implican la aplicación de normas y códigos **que requieren información precisa en geo-amenazas, diagnóstico y**

evaluaciones del riesgo en la escala local, pero una gran parte integración, transferencia de conocimiento, discusión y concertación de los resultados obtenidos con herramientas de proceso y análisis de geo-información, aumentar la capacidad local parece ser una alternativa viable para concertar verdaderas actividades y acciones en reducción del riesgo.

Parcialmente el proyecto concluye en la necesidad de dotar a los gobiernos locales de estructuras operacionales y de las herramientas básicas para emprender actividades en gestión de la prevención y mitigación de los desastres, introducir este concepto y sus herramientas en la planificación local del territorio en Costa Rica puede mostrar resultados positivos en los próximos 4 a 6 años.

Bajo estos resultados parciales del RAPCA-Cañas, *hace falta crear los espacios para el fortalecimiento de actores locales*, especialmente en capacitación técnica y discusión orientada al entendimiento y adopción de los procesos control, regulación y ordenamiento en aquellas áreas altamente propensas a emergencias y desastres, además del fomento de *políticas y procesos transparentes en la generación* y accesibilidad de la información básica como una **forma abierta** para aquellos grupos y actores *que pueden significar cambio* ante una problemática que ocupa los últimos lugares de la agenda nacional y local, *pero no contrapuesta a problemas como la vivienda, empleo, educación y salud.*

En el futuro cercano la nueva información sobre áreas de peligros y la estimación del riesgo encontrará oponentes “poderosos” tales como los “políticos populistas” que bajo sin ningún criterio fundamentado técnica o científico intentarán descalificar los esfuerzos realizados por organismos serios, tanto en el área académica como en el sector gubernamental y local.

Efectivamente los SIG, utilizados apropiadamente, demostrarán los errores que la sociedades con sus diversos grupos de intereses se contraponen a las leyes y orden natural, los SIG y las **geo-amenazas prácticamente muestran los conflictos actuales y futuros.**

La experiencia ha demostrado que la integración de técnicos y científicos con interlocutores del nivel local tiene efectos positivos, y aleja el tradicional enfoque en el cual la prevención solo puede ser vista y realizada por tecnócratas o estrictamente por científicos, por el contrario, demuestra que participación, sensibilización, transferencia y apropiación de datos e información significa ir a soluciones conjuntas.

RAPCA demuestra que es posible integrar obtener un mejor aprovechamiento del catastro municipal, y que este comprende una herramienta valiosa para aproximar escenarios de vulnerabilidad mediante aplicaciones de bajo coste y de metodologías relativamente sencillas para la colecta de datos e información clave.

Un análisis de detallado de los resultados y aplicaciones logradas en el área piloto de Cañas, usando tecnologías SIG y una aproximación metodológica sobre estimación de vulnerabilidad se presentara en el informe final.

De acuerdo al proceso desarrollado por el proyecto RAPCA y los resultados hasta la fecha obtenidos se plantean como pendientes las siguientes acciones:

- a) Transferencia de información,
- b) Mejorar la base de datos y la red para su mantenimiento y uso.
- c) Priorizar las áreas y los datos.
- d) Recopilar la información pendiente y con mayor detalle de las situaciones prioritarias. fortalecimiento de recursos y herramientas del SIG y en gestión local del riesgo.
- e) Divulgación de la información con los actores locales.
- f) Puesta en práctica de los espacios en la toma de decisiones.
- g) priorización y corrección de las situaciones de riesgo actuales.
- h) Plan regulador en práctica, utilizando esta información.
- i) Plan de Desarrollo Local para corregir las situaciones en riesgo y la prevención.

Crear escenarios a escala local tanto en la parte sísmica, inundaciones y deslizamientos, unido a la problemática ambiental de la cuenca del Río Cañas-Lajas

Y construir:

- a) Diagnóstico local, que de los insumos para
- b) EL Plan de Prevención y Mitigación en el Cantón de Cañas, y a su vez,
- c) Las correcciones al contenido del Plan Regulador y las sugerencias para organización local que lo fiscaliza,
- d) Y los insumos para el Plan de Desarrollo Local.

Con el establecimiento de una red de radiocomunicación comunitaria y participativa con apoyo de las instituciones para observar y monitorear con responsabilidad compartida aspectos hidrometeorológicos del río Cañas como herramientas y elementos para el desarrollo de un Sistema de Alertas.

Con capacitación comunitaria que incluye:

- ✓ Manejo de información e interpretación de datos,
- ✓ Creación de escenarios locales,
- ✓ Mecanismos para la discusión y el consenso,
- ✓ Gestión Local del Riesgo
- ✓ Papel de los diferentes actores
- ✓ Liderazgo
- ✓ PMP
- ✓ Entre otros.
- ✓

A través de procesos que garantice:

- ✓ Fortalecer las capacidades
- ✓ Tomar la responsabilidad
- ✓ Establecer los mecanismos de coordinación y articulación

REFERENCIAS

- Alvarado, G., 1989: Consideraciones neotectónicas recientes en los alrededores de la Laguna de Arenal, Costa Rica. Boletín del Observatorio Vulcanológico del Arenal, 2(3):6-21.
- Astorga, A., Fernández, J.A., Barboza, G., Campos, L., Obando, J., Aguilar, A. y Obando, L. G., 1991: Cuencas Sedimentarias de Costa Rica: Evolución geodinámica y potencial de hidrocarburo. Rev. Geol. Amér. Central. 13: 25-59.
- Bard, P., 1995: Local Effects on Strong Ground Motions. Basic Physical Phenomena and Estimation Methods for Microzonation Studies. International Training Course on Seismology and Seismic Hazard Assessment. Managua, Nicaragua. 33 pp.
- Barquero, R., 1990: Sismicidad y tectónica de la región NW de Costa Rica, con énfasis en la zona del Proyecto Geotérmico Miravalles. Tesis de Licenciatura, Escuela C.A. de Geología, Univ. de Costa Rica, 90 pp.
- Boschini, I. 1985: Informe preliminar de la actividad sísmica en la zona cercana al volcán Miravalles, abril-mayo 1985. Inf. Int. ICE. 3 págs.
- Climent, A., Taylor, W., Ciudad Real, M., Strauch, W., Villagrán, M., Dahle, A., Bungun, H. 1994: Spectral strong motion attenuation in Central America. Tech. Report No. 2-17 NORSAR. 63 pp.
- Climent, A. y Arroyo, I., 2002: P.H. Boruca, Estudio de Amenaza Sísmica. Inf. Interno ICE. C.S. Exploración Subterránea, PySA. 27 pp + figs.
- Cornell, C.A., 1968: Engineering Seismic Hazard Analysis. Bull. Seismic. Soc. Amer., 58,(5), 1583-1606.
- Giardini, D. y Basham, P. (eds.), 1993: Global Seismic Hazard Assessment Program. Istituto Nazionale di Geofisica, Annali di Geofisica, Special issue, UN/IDNDR. XXXVI, 3-4: vi + 257 pp.
- Gutenberg, B y Richter, C., 1954: Seismicity of the Earth and Associated Phenomena. Hajner. New York.
- ITC, 2001: ILWIS 3.0 Academic. User's Guide. Unit Geo Software Development Sector Remote Sensing & GIS, IT Department. International Survey and Earth Sciences (ITC). Enschede, The Netherlands.
- Jacob, K. H., Pacheco, J. y Santana, G., 1991: Seismology and Tectonics. En Costa Rica Earthquake of April 22, 1991-Reconnaissance Report. Earthquake Spectra, Supplement B to Volumen 7. 15-33.
- Kramer, S., 1996: Geotechnical Earthquake Engineering. Prentice-Hall. Civil Engineering and Engineering Mechanics Series. 653 pp.
- Krinitzsky, E.L. Gould, J.P. y Edinger, P.E., 1993. Fundamentals of earthquake-resistant construction. -John Wiley & Sons, Inc., New York, xxviii + 299 pp.
- Krinitzsky, E. L., 1995a: State of the Art for Assessing Earthquake Hazard in the United States. Selection of Earthquake Ground Motions for Engineering. U.S. Army Corps of Engineers. Report 29. 54 pp.

Krinitzsky, E. L., 1995b: Deterministic versus probabilistic seismic hazard analysis for critical structures. *Engineering Geology* 40:1-7.

Laporte, M., Lindholm, C., Bungum, H. y Dahle, A., 1994: Seismic hazard for Costa Rica. Technical Report No. 2-14, RONDICA Project. Kjeller, Noruega. 73 pp.

Laporte, M., Barquero, R. y Climent, A., 1995: Estudio de amenaza sísmica para los P.H. Peñas Blancas y Laguna Hule y el P.G. Miravalles III. Inf. Interno ICE. 56 pp.

Matumoto, T., Liaw, H.B., Guendel, F., Avila, G. y Olivares, E., 1978: Análisis de datos pasivos red sismográfica de Guanacaste. Inf. Interno ICE. 26 pp.

McGuire, R.K., 1976: FORTRAN Computer Program for Seismic Risk Analysis, USGS, Open File Report 76-67.

Miyamura, S. 1980: Sismicidad de Costa Rica. Ed. Univ. de Costa Rica. 190 pp.

Montero, W., 1984: Sismicidad y riesgo sísmico del Proyecto Sandillal, Provincia de Guanacaste, Costa Rica. Inf. Interno ICE, 52 pp..

Montero, W., 1989. Sismicidad histórica de Costa Rica 1638-1910. *Geof. Int.*, Vol. 28-3 , pp 531-559.

Montero, W., 2001: Neotectónica de la región central de Costa Rica: frontera oeste de la microplaca de Panamá. *Rev. Geológica de América Central*, 24:29-56.

Montero, W. y Alvarado, G. E., 1988: Los terremotos de Bagaces de 1935 y 1941: Neotectonismo transversal a la Cordillera Volcánica de Guanacaste, Costa Rica. *Ciencia y Tecnología*: 12(1-2):69-87.

Mora, S. y Morales, L.D., 1986: Los sismos como fuente generadora de deslizamientos y su influencia sobre la infraestructura y líneas vitales de Costa Rica. 4° Seminario Latinoamericano de Ingeniería Sismo-resistente. Seminario de Ingeniería Estructural. Colegio Federado de Ingenieros y Arquitectos, 3-8 noviembre de 1986, San José, 201-214.

Morales, L.D., 1983. Riesgos geológicos asociados con terremotos en los alrededores del Golfo de Nicoya. *Bresensia* 21:93-117.

Morales, L.D., 1985: Las zonas sísmicas de Costa Rica y alrededores. *Rev. Geol. de Amér. Central*, 3:69-101.

Peraldo, G. y Montero, W., 1994: Temblores del período colonial de Costa Rica.- Ed. Tecnológica de Costa Rica. 162 pp.

Plafker, G. 1973: Field reconnaissance of the effects of the earthquake of april 1973 near Laguna de Arenal, Costa Rica. *Bull. Seismol. Soc. Amer.* 63:1847-1856.

Red Sismológica Nacional: Boletín sismológico de Costa Rica (1984-2002).

Reiter, L., 1991. *Earthquake Hazard Analysis, Issues and Insights*. Columbia University Press, New York. X+254 pp.

Rojas, W., Bungum, H. y Lindholm, C., 1993: A catalog of historical and recent earthquakes in Central America. -NORSAR report, 77 pp.

Rojas, W., Lindholm, C., Bungum, H., Boschini, I., Climent, A., Barquero, R., Alvarado, G., Soto, G., Montero, W., Fernández, M., Protti, M., Moya, A., Esquivel, L. y Schmidt, V., 1998: Seismic Hazard Analysis for the Metropolitan Area of the Central Valley, Costa Rica. Technical Report, Norsar, Norway. 58 pp.

Sauter, F., 1989: Fundamentos de Ingeniería Sísmica 1. Introducción a la Sismología. Editorial Tecnológica de Costa Rica. 271 pp.

Tristán, J.F., 1916: The Costa Rica Earthquake of February 27, 1916.- Bull. Seism. Soc. Amer. 4:332-335.

Wald, D., Quitoriano, V., Heaton, T. y Kanamori, H., 1999: Relations between Peak Ground Acceleration, Peak Ground Velocity, and Modified Mercalli Intensity in California. Earthquake Spectra, Volume 15, No. 3, pp. 557-564.

White, R. A., and D. H., Harlow, 1993: Destructive upper-crustal earthquakes of Central America since 1900, Bull. Seismol. Soc. Amer., vol. 83, No. 4:1115-1142.



ANEXOS

**TALLER PRESENTACION RESULTADOS PARCIALES EN ABRIL DEL 2003-09-09 -
PROYECTO RAP-CA – CAÑAS-GUANACASTE- ORGANIZACIONES E INSTITUCIONES
INVOLUCRADAS
CON LA PARTICIPACION DE EXPERTOS NACIONALES E INTERNACIONALES**

ENTIDADES INVITADAS 43	ASISTENCIA JUEVES 12 33	ASISTENCIA VIERNES 13 34
Municipalidad de Cañas Municipalidad de Tilarán Consejo Municipal de Cañas Liga de Municipalidades Instituto de Fomento y Asesoría Municipal –IFAM- Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias –CNE- Comité Regional de Emergencias Comité Local de Emergencias de Cañas Comité Local de Emergencias de Tilarán Equipo de operadores RAPCA Cruz Roja de Cañas CR Cuerpo de Bomberos de Cañas Policía de Tránsito de Cañas Guardia Rural de Cañas Agencia del Instituto Costarricense de Electricidad de Cañas ICE Agencia del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados de Cañas AYA Ministerio de Salud de Cañas MS Caja Costarricense de Seguro Social de Cañas CCSS Casa Presidencial Ministerio de Planificación MIDEPLAN Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo INVU	Municipalidad de Cañas Municipalidad de Tilarán Consejo Municipal de Cañas Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias –CNE- Comité Regional de Emergencias Comité Local de Emergencias de Cañas Equipo de operadores RAPCA Cruz Roja de Cañas CR Cuerpo de Bomberos de Cañas Policía de Tránsito de Cañas Guardia Rural de Cañas Agencia del Instituto Costarricense de Electricidad de Cañas ICE Agencia del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados de Cañas AYA Ministerio de Salud de Cañas MS Caja Costarricense de Seguro Social de Cañas CCSS Casa Presidencial Ministerio de Planificación MIDEPLAN Instituto Nacional de Vivienda y Urbanismo Ministerio de Obras Públicas y Transportes MOPT Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, riego y avenamiento SENARA Comunidad de Hotel de Cañas Comunidad de Bebedero de Cañas	Municipalidad de Cañas Municipalidad de Tilarán Consejo Municipal de Cañas Instituto de Fomento y Asesoría Municipal –IFAM- Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias –CNE- Comité Local de Emergencias de Cañas Comité Local de Emergencias de Tilarán Equipo de operadores RAPCA Cruz Roja de Cañas CR Cuerpo de Bomberos de Cañas Policía de Tránsito de Cañas Guardia Rural de Cañas Agencia del Instituto Costarricense de Electricidad de Cañas ICE Agencia del Instituto Costarricense de Acueductos y Alcantarillados de Cañas AYA Ministerio de Salud de Cañas MS Caja Costarricense de Seguro Social de Cañas CCSS Area de Conseración Arenal – Tempisque ACA Casa Presidencial Ministerio de Planificación MIDEPLAN Ministerio de Obras Públicas y Transportes MOPT Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, riego y avenamiento SENARA Comunidad de Hotel de Cañas Comunidad de Bebedero de

Ministerio de Obras Públicas y Transportes MOPT Servicio Nacional de Aguas Subterráneas, riego y avenamiento SENARA Comunidad de Hotel de Cañas Comunidad de Bebedero de Cañas Comunidad de Bello Horizonte de Cañas Comunidad de Santa Isabel de Cañas Comunidad Libertad de Cañas Comunidad Bergel de Cañas Aquacorporación Internacional S.A. Ingenio Taboga Consultora Pro Ambiente Hacienda la Pacífica Colegio Universitario para el Riego y el Desarrollo del Trópico Seco CURDTS Universidad Nacional UNA Universidad de Costa Rica UCR Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica OVSICORI Instituto Geográfico IG Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences ITC Oficina de Cooperación Japonesa JICA	Comunidad de Bello Horizonte de Cañas Hacienda la Pacífica Colegio Universitario para el Riego y el Desarrollo del Trópico Seco CURDTS Universidad Nacional UNA Universidad de Costa Rica UCR Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica OVSICORI Instituto Geográfico IG Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences ITC Oficina de Cooperación Japonesa JICA	Cañas Comunidad de Bello Horizonte de Cañas Aquacorporación Internacional S.A. Hacienda la Pacífica Colegio Universitario para el Riego y el Desarrollo del Trópico Seco CURDTS Universidad Nacional UNA Universidad de Costa Rica UCR Observatorio Vulcanológico y Sismológico de Costa Rica OVSICORI Instituto Geográfico IG Institute for Aerospace Survey and Earth Sciences ITC Oficina de Cooperación Japonesa JICA
--	--	---

Jueves 12 de junio 2003 45 participantes
Viernes 13 de junio 2003 41 participantes

