

# EQUIPAMIENTO Y FORTALECIMIENTO DE LA RED SISMOLÓGICA NACIONAL (RSN-UCR) POR MEDIO DEL TRANSITORIO I DE LA LEY N°8488

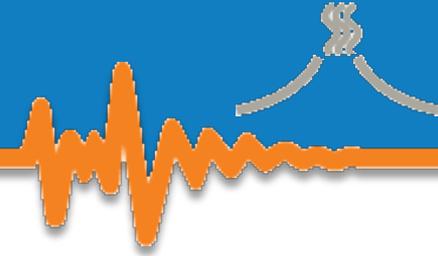
## INFORME DE AVANCE

Mauricio Mora Fernández, Ph.D.  
Coordinador



UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA

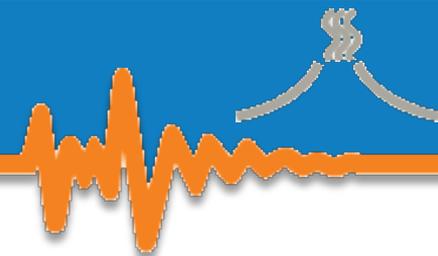




# ÍNDICE

1. PRESENTACIÓN GENERAL.
2. DESARROLLO CIENTÍFICO Y APORTES.
3. INVERSIÓN REALIZADA.
4. PERSPECTIVAS FUTURAS.
5. CONCLUSIONES.





## PRESENTACIÓN GENERAL

**La Red Sismológica Nacional (RSN: ICE-UCR) es un convenio de cooperación entre:**

**La Universidad de Costa Rica (UCR):** a través de la Sección de Sismología, Vulcanología y Exploración Geofísica de la Escuela Centroamericana de Geología, la cual opera desde 1973.

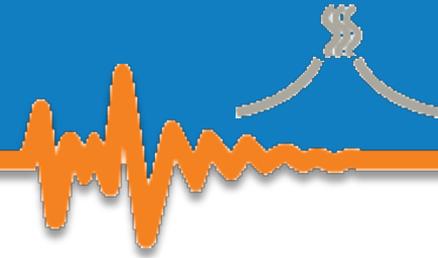


**El Instituto Costarricense de Electricidad (ICE):** a través del Área de Amenaza y Auscultación Sísmica y Volcánica, la cual opera desde 1974.



UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA



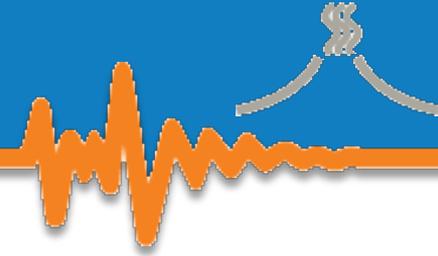


**MISIÓN:** Desarrollar conocimiento científico sobre la geodinámica interna de la Tierra - *procesos, productos e impacto*- para transferirlo a la sociedad costarricense, a través de la docencia y la acción social, de manera que pueda ser aplicado en los planes de gestión del riesgo, ordenamiento territorial y atención de emergencias en Costa Rica.

**VISIÓN:** Contribuir e incidir en la transformación del modelo de desarrollo de la sociedad costarricense hacia uno donde se fomente la cultura de la prevención y de la gestión del riesgo por sismos y actividad volcánica, a través de la investigación científica de excelencia basada en métodos y tecnologías modernas y desarrollada por un recurso humano ético, competente, innovador y comprometido a nivel institucional y social.

**OBJETIVO GENERAL:** Investigar los procesos sísmicos y volcánicos para contribuir con una adecuada gestión del territorio, promover la cultura de la prevención de desastres e incidir en el mejoramiento de la calidad de vida de la población.

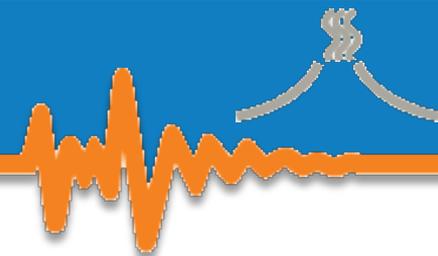




## OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Comprender desde el punto de vista geofísico y geológico la sismicidad y la actividad volcánica a nivel nacional como local mediante: el registro, el procesamiento, el análisis, la vigilancia y la documentación periódica de los procesos sísmicos y volcánicos, a partir de la implementación de sistemas y procedimientos multiparamétricos.
2. Desarrollar el conocimiento sobre las diversas amenazas geológicas (concatenadas o convergentes) relacionadas con los procesos geológicos y su impacto en la sociedad.
3. Fortalecer la investigación multidisciplinaria e interdisciplinaria en cooperación con instituciones y organismos nacionales e internacionales.
4. Contribuir a fortalecer la cultura de la prevención y de la gestión del riesgo para el desarrollo general y educativo de la sociedad a nivel nacional e internacional, mediante procesos educativos de divulgación científica.
5. Fortalecer la excelencia de la investigación con compromiso institucional y social. mediante procesos de gestión eficientes apoyados en un recurso humano competente, motivado y sensible a las necesidades de la sociedad.





## PERSONAL de la UCR

Mauricio Mora, Ph.D., Sismología Volcánica

Lepolt Linkimer, Ph.D., Sismología - Neotectónica

Wilfredo Rojas, Lic, Amenaza Sísmica - Neotectónica

Raúl Mora, M.Sc., Vigilancia Volcánica

José Francisco Valverde, Lic. Geodesia

Carlos Redondo, Analista en Sismología

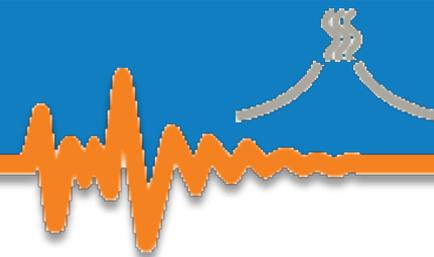
Magda Taylor, Geol., Analista en Sismología.

Luis Fernando, Ing, Instrumentación.

Erick Chichilla, Tec., Instrumentación.

Carlos Ramírez, Tec., Apoyo en Volcanología.

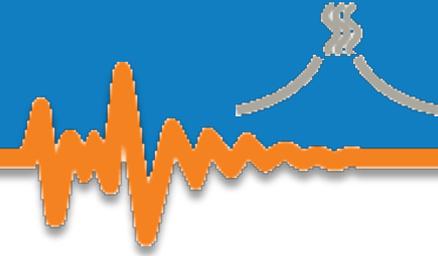




## PERSONAL del ICE

Guillermo Alvarado, Ph.D. Volcanología Física	Andrey Rodríguez, Ing., Instrumentación.
Gerardo Soto, Geol. Volcanología	Luis Madrigal, Analista en Sismología.
Ileana Boschini, M.Sc., Sismología	Marco T. Narajo, Analista en Sismología.
Rafael Barquero, Lic., Sismología	Francisco Arias, Apoyo en trabajo de campo.
Waldo Taylor, M.Sc., Sismología	Raúl Rodríguez B., Apoyo en trabajo de campo.
Alvaro Climent, Ing., Ingeniería Sísmica	Dagoberto Boniche, Apoyo en trabajo de campo.
Alberto Vargas, Lic., Geografía	Rigoberto Torres, Apoyo en trabajo de campo.
José M. Barrantes, Ing., Instrumentación.	Ricardo Sánchez, Apoyo en trabajo de campo.
Guido Calvo, Ing, Instrumentación.	

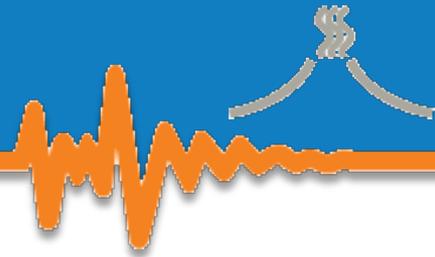




# DESARROLLO CIENTÍFICO Y APORTES

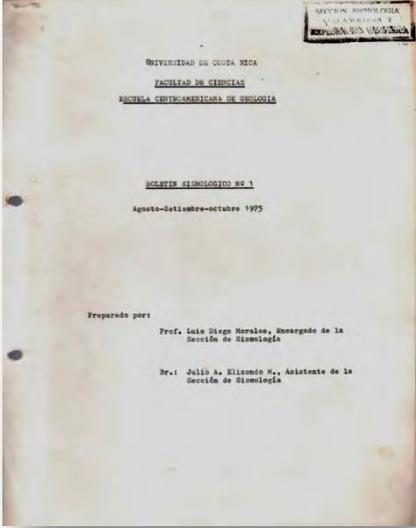
En concordancia con la misión y visión, la RSN tiene 29 años de realizar investigación científica para contribuir con un mejor ordenamiento territorial y gestión del riesgo en Costa Rica.



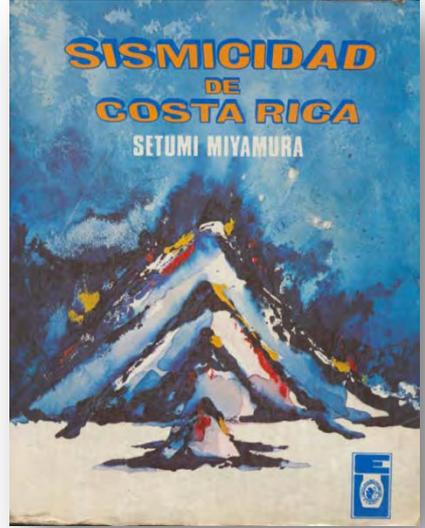


## GENERACIÓN DE CATÁLOGOS SISMOLÓGICOS:

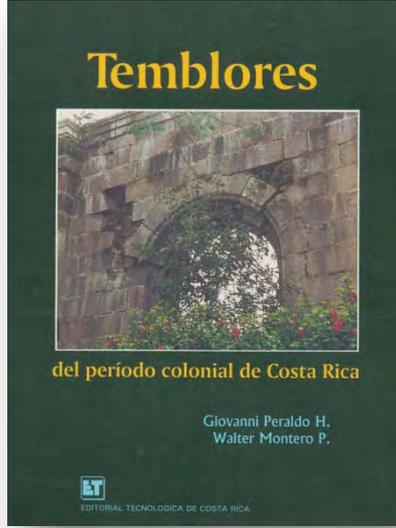
1975



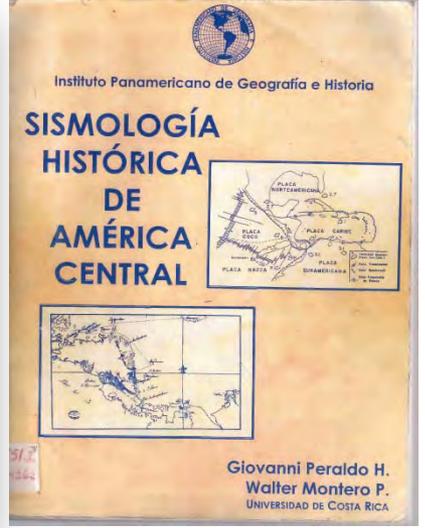
1980



1994

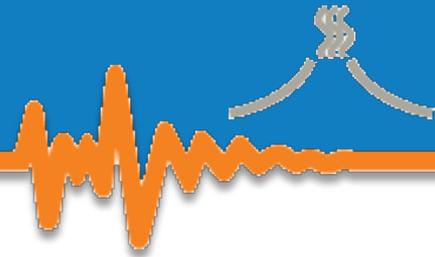


1999

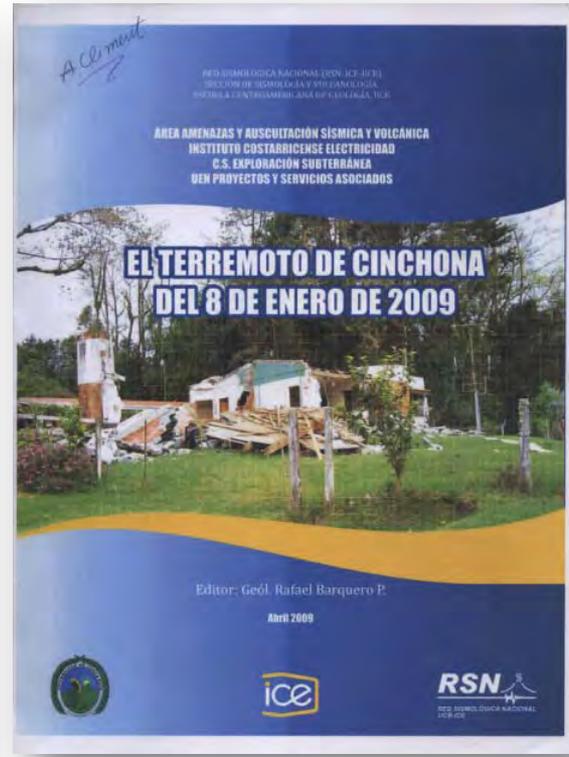
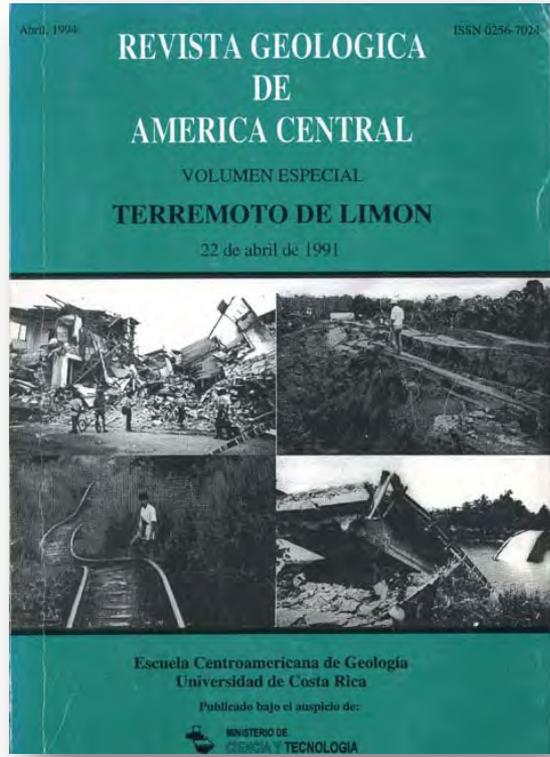


UNIVERSIDAD DE COSTA RICA



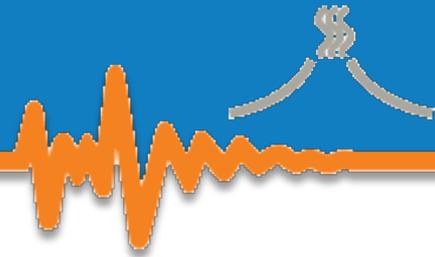


## ESTUDIOS SISMOLÓGICOS MULTI E INTERDISCIPLINARIOS:

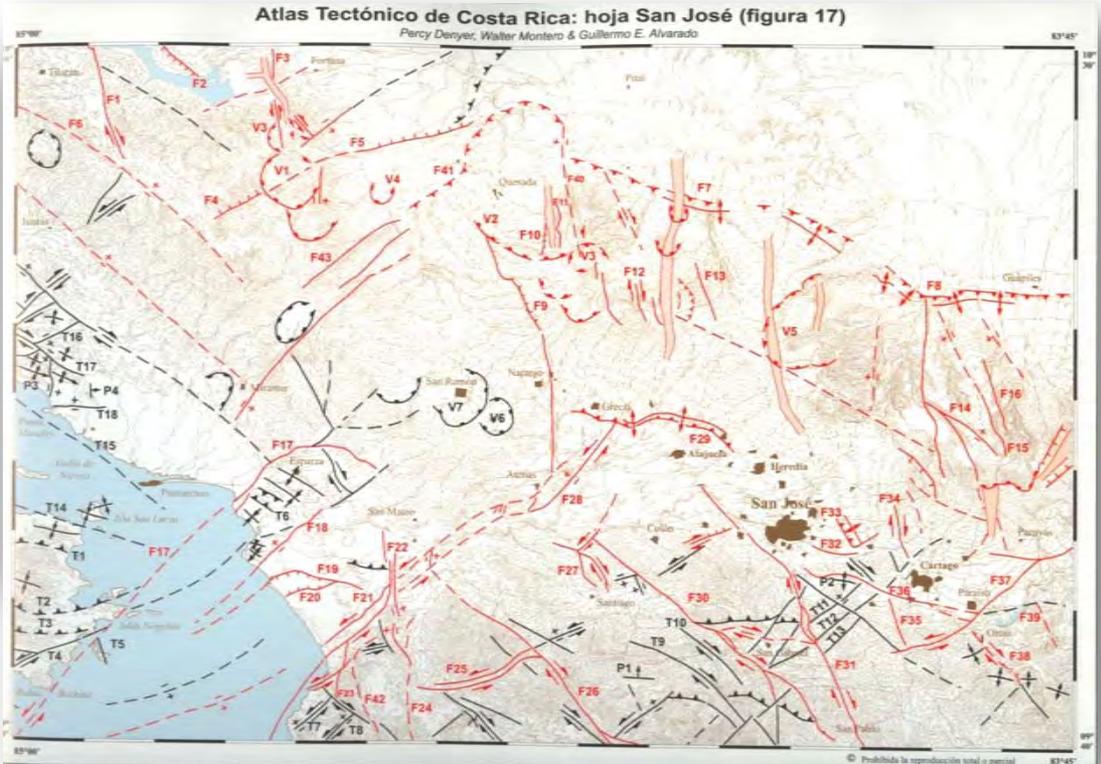
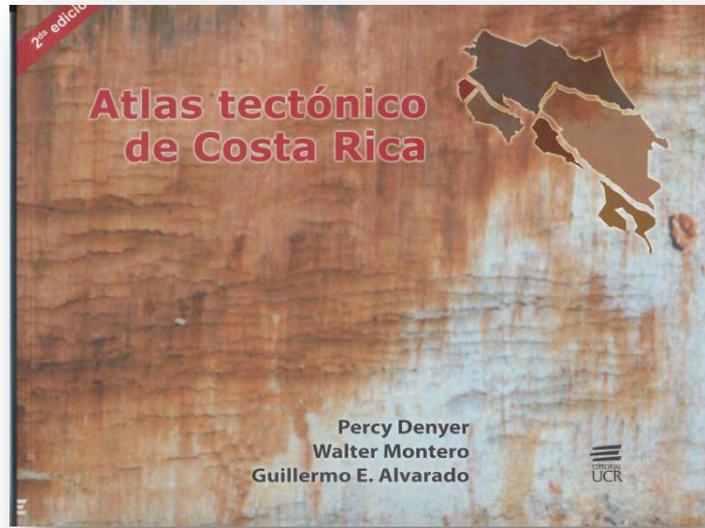


UNIVERSIDAD DE COSTA RICA



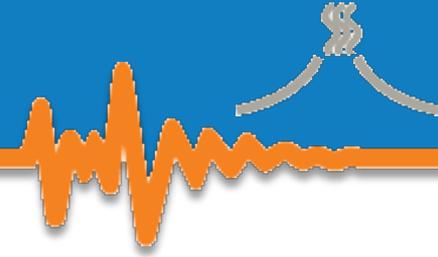


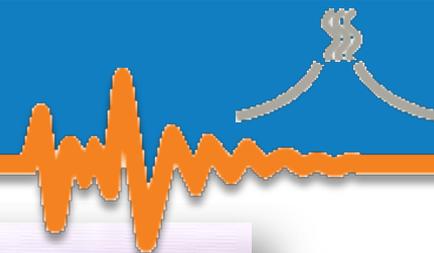
# CARTOGRAFIA DE FALLAMIENTO ACTIVO, NEOTECTÓNICA Y PALEOSISMOLOGÍA:



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA







**LA GACETA**  
Diario Oficial

La Uruca, San José, Costa Rica, jueves 4 de mayo del 2006

₡ 195,00      AÑO CXXVIII      N° 85 - 72 Páginas

### DICTAN NUEVOS MANUALES PARA ESTUDIOS DE IMPACTO AMBIENTAL

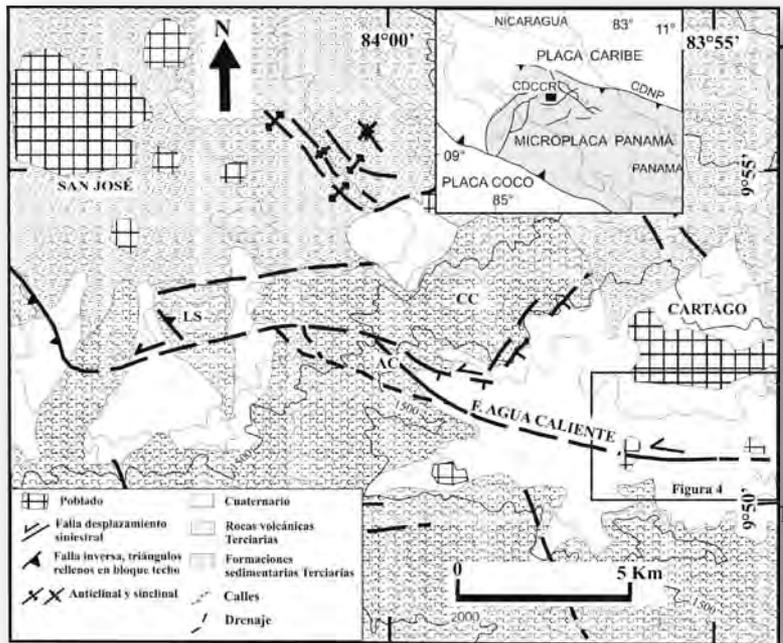
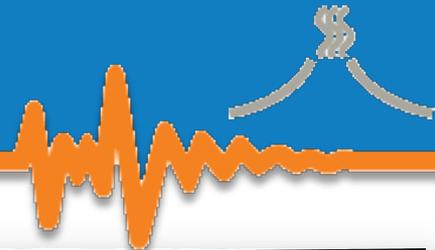
PROTOCOLO TÉCNICO

Zonificación y Restricciones al uso del Suelo Sobre O en el Ámbito Territorial Inmediato A Fallas Geológicas Activas

1. Considerandos (antecedentes y justificación)

- 1.1 Costa Rica es un país geológicamente joven, caracterizado por presentar numerosas fallas geológicas a lo largo de su territorio continental y marino. Muchas de esas fallas geológicas son fuente de actividad sísmica y neotectónica, y fuentes de un tipo de amenaza geológica denominado "potencial de ruptura en superficie" que, ha significado y puede seguir representando la generación de daños significativos a obras de infraestructura y de ocupación humana que se localicen sobre o en las áreas inmediatamente adyacentes a las trazas de falla o bien zonas de deformación que pueden presentarse en el terreno.
- 1.2 No todas las fallas geológicas que pueden identificarse en un espacio geográfico dado, califican como fallas geológicas activas, es decir, capaces de producir, con cierto grado de probabilidad, y según evidencias geológicas concretas, potencial de ruptura en superficie y por tanto conformarse como una amenaza natural a las obras de ocupación humana.
- 1.3 A nivel internacional, en algunos países, y con particularidad en el Estado de California, USA, se han dado, desde hace más de 15 años, importantes avances en el desarrollo de procedimientos técnicos para la administración del uso del territorio vinculado al tema de fallas geológicas activas. El hecho de que ambas regiones, Costa Rica y el Estado de California, presenten ciertas similitudes desde el punto de vista de su actividad geológica y en particular tectónica, permite que pueda aprovecharse en parte, con los debidos ajustes y adaptaciones necesarias, los avances y experiencias respecto a los procedimientos técnicos que, sobre este tema, se han desarrollado por parte de la autoridades geológicas de California, USA.
- 1.4 La Secretaría Técnica Nacional Ambiental (SETENA), como parte de su Manual de Evaluación de Impacto Ambiental (Manual de EIA), ha incluido una Procedimiento Técnico para la integración de la variable ambiental en los Planes Reguladores o en la Planificación del Uso del Suelo, en el que, como parte de la cartografía de la geoaptitud de terrenos, se hace necesario incluir el temas de las fallas geológicas activas y potencialmente activas dentro del territorio en análisis a fin de que este tema sea incluido a fin de promover una zonificación de uso del suelo apropiada y que prevenga, en la medida de la tecnología disponible, potenciales daños a las propiedades y a los ciudadanos, como consecuencia de la actividad geológica y





Montero & Kruse (2006)

### Paleosismología en Cartago

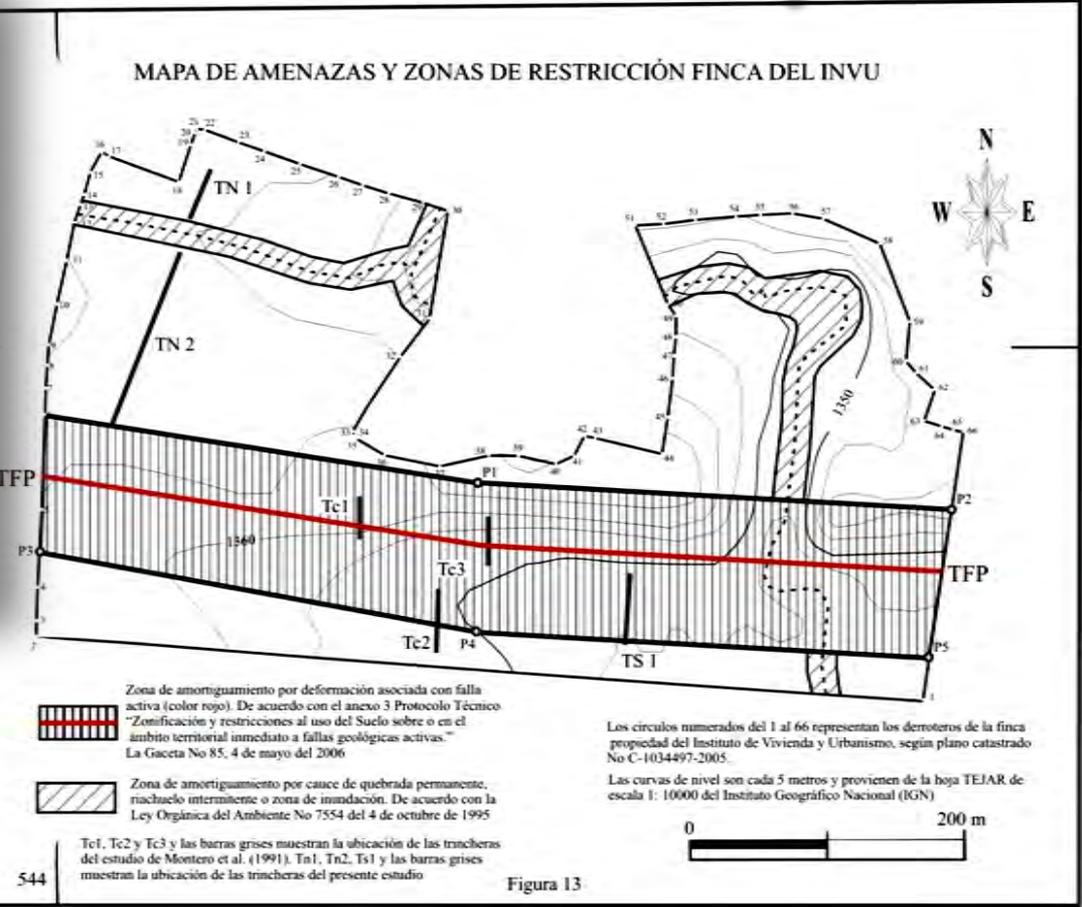
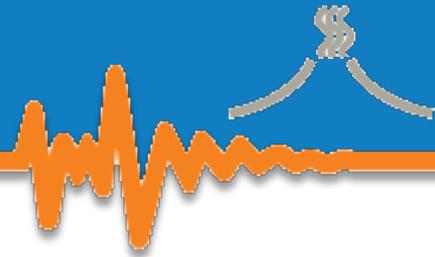


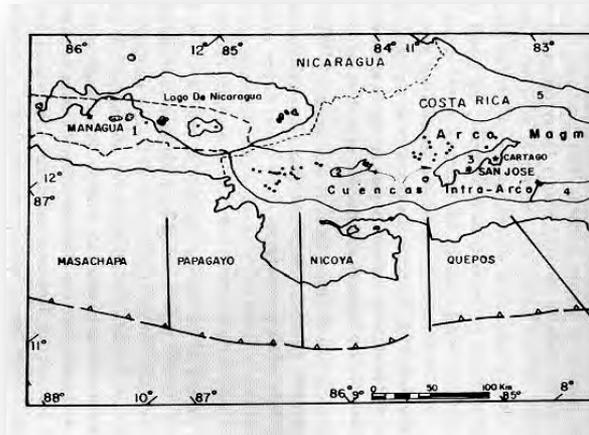
Figura 13



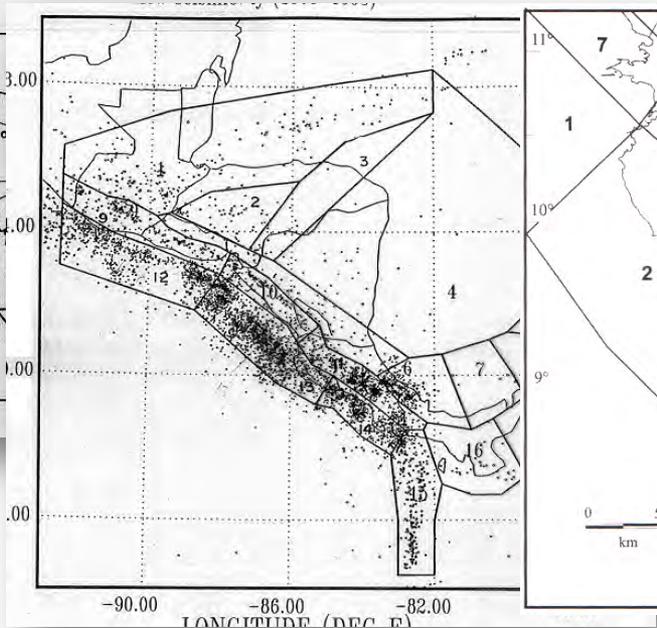


## ESTUDIOS DE AMENAZA SÍSMICA PARA COSTA RICA Y AMÉRICA CENTRAL

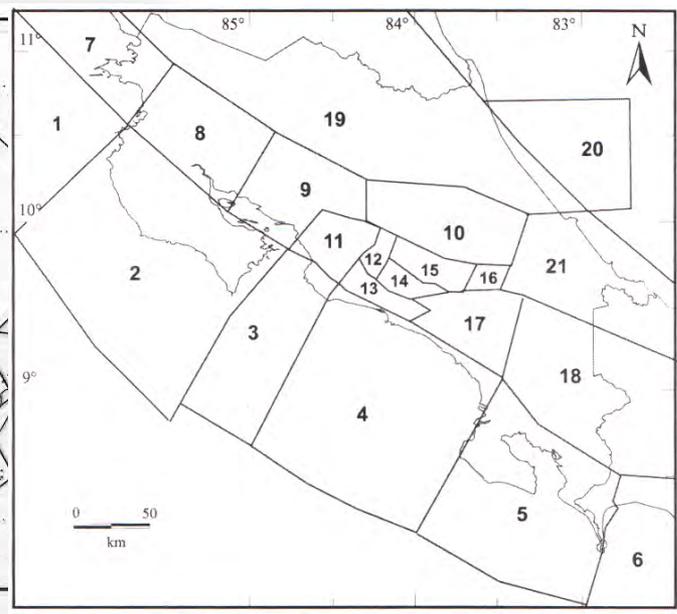
Montero y Morales, 1985

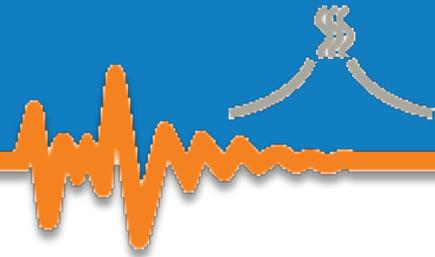


Rojas et al, 1993



Fernández y Rojas (2000)







### Proyecto Resis II

## Evaluación de la amenaza sísmica en Costa Rica

Informe preparado por:  
Álvaro Climent<sup>1,3</sup>, Wilfredo Rojas<sup>1,2</sup>,  
Guillermo E. Alvarado<sup>1,3</sup> y Belén Benito<sup>4</sup>

Red Sismológica Nacional (RSN:ICE-UCR)<sup>1</sup>  
Escuela Centroamericana de Geología (UCR)<sup>2</sup>  
Instituto Costarricense de Electricidad (ICE)<sup>3</sup>  
Universidad Politécnica de Madrid<sup>4</sup>

Mayo 2008  
 



### PROYECTO RESIS II

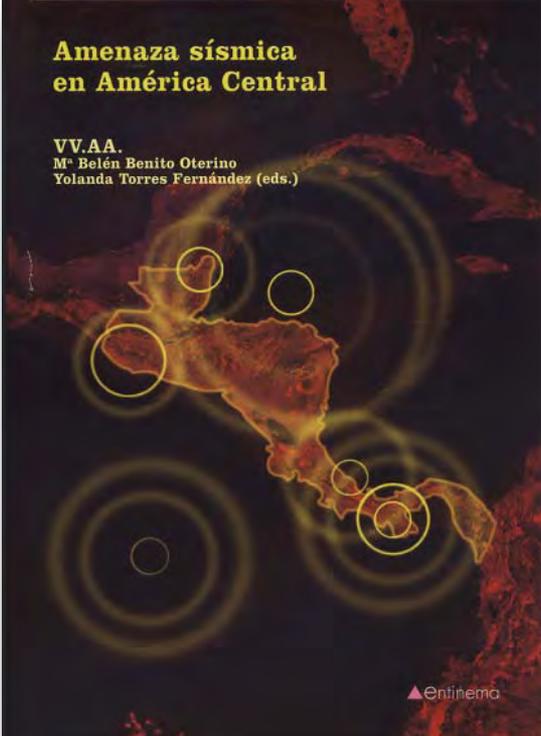
## Evaluación de la Amenaza Sísmica en Centroamérica

Informe preparado por:  
Guatemala: Enrique Molina  
El Salvador: Griselda Marroquín  
Honduras: José Jorge Escobar  
Nicaragua: Emilio Talavera  
Costa Rica: Wilfredo Rojas y Álvaro Climent  
Panamá: Eduardo Camacho Astigarrabia  
España: Belén Benito  
Noruega: Conrad Lindholm

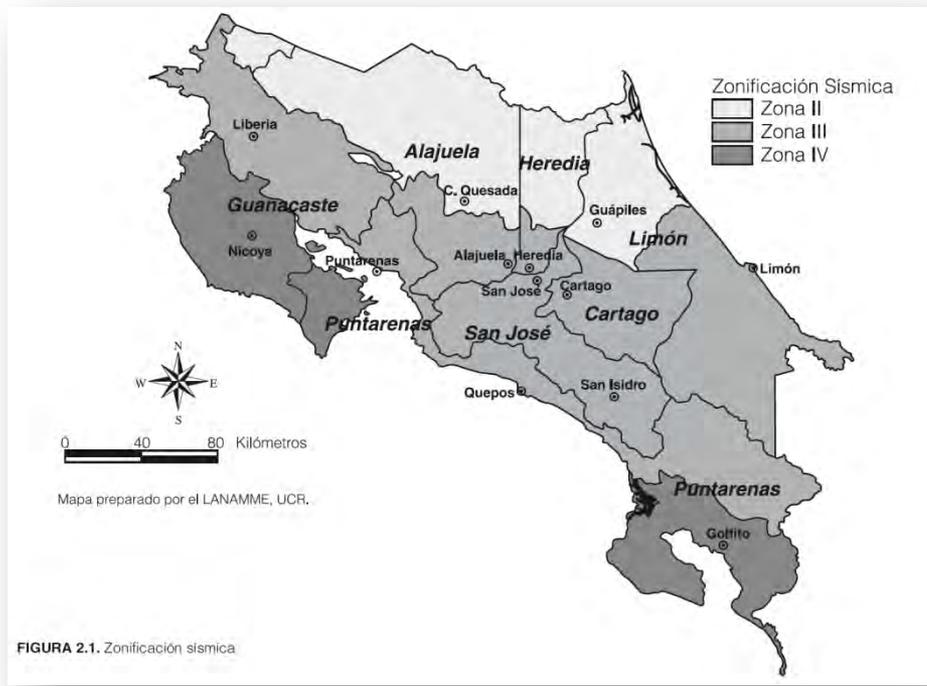
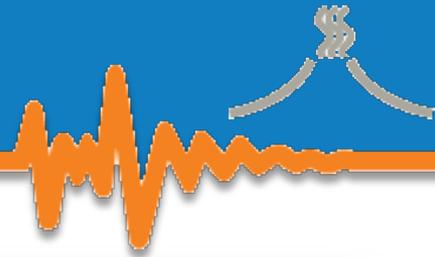
Abril de 2008

## Amenaza sísmica en América Central

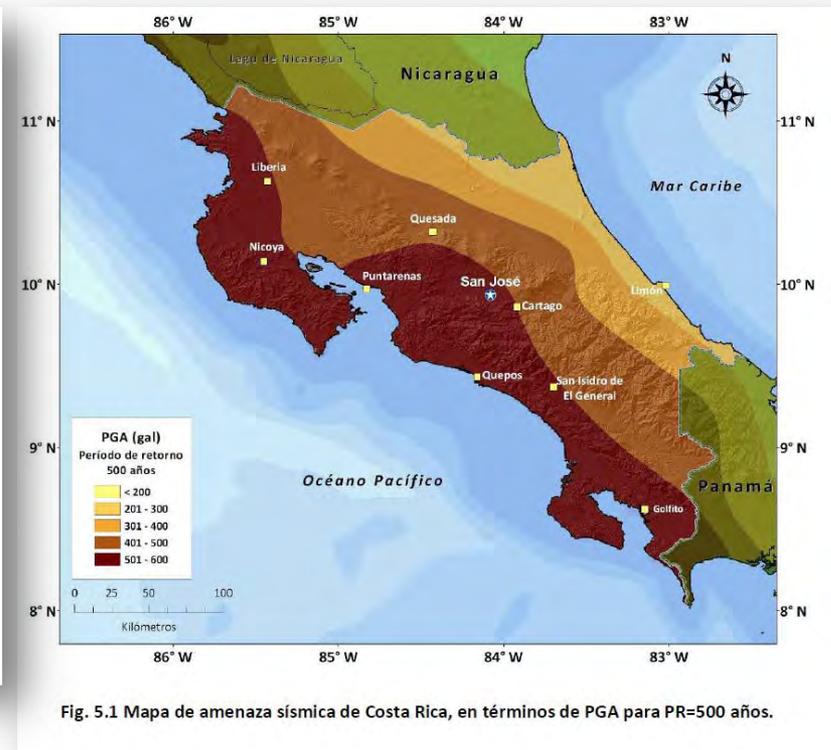
VV.AA.  
M<sup>a</sup> Belén Benito Oterino  
Yolanda Torres Fernández (eds.)



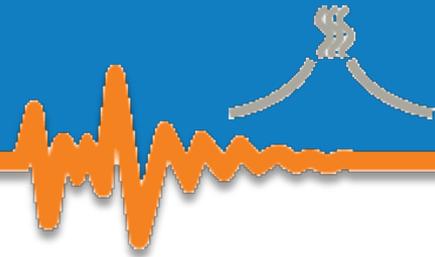
Entinemo



Código sísmico (2002)



Climent et al (2008)  
RESIS II



### Microzonificación Sísmica de San José, Costa Rica

Terremotos

Fallas

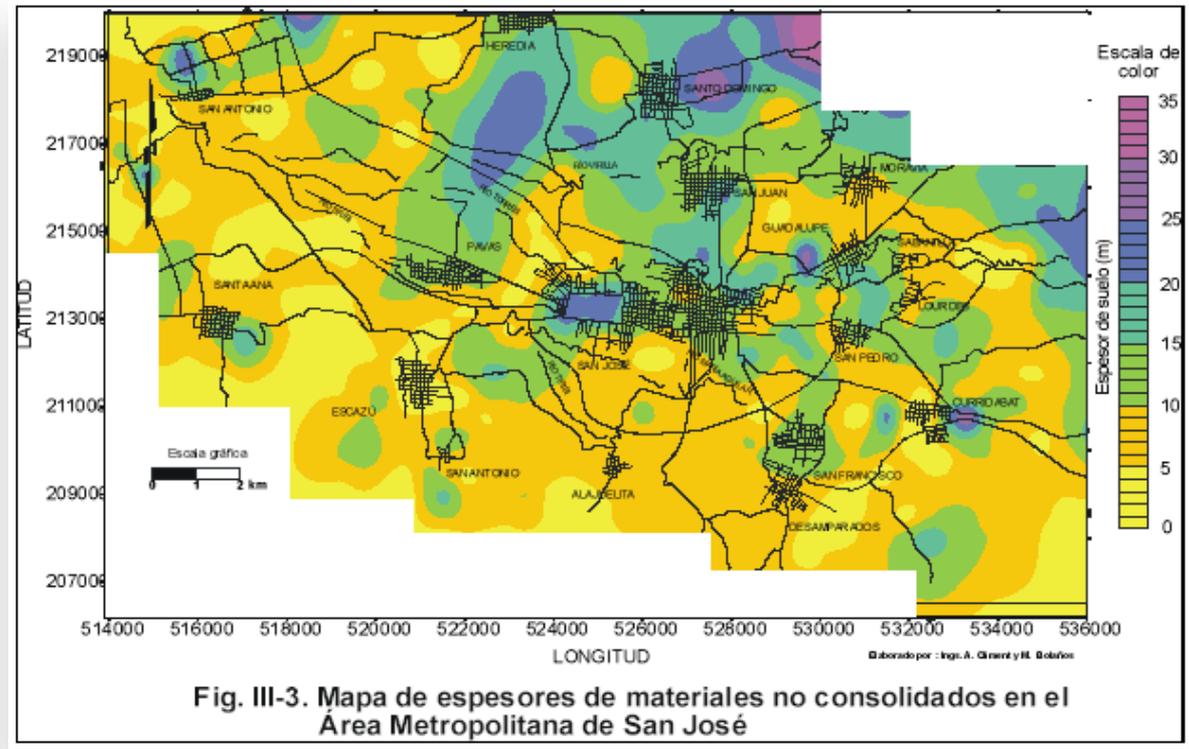
Crecimiento poblacional

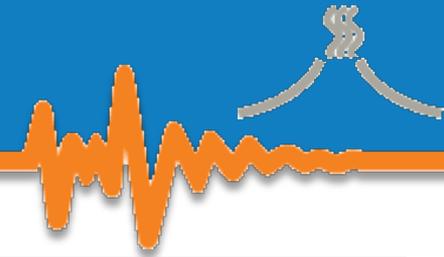
Periodos de suelo

Espectros de Respuesta

Victor Schmidt  
Aarón Moya  
Álvaro Climent  
Wilfredo Rojas  
Ileana Boschini

Créditos • Índice • Salir





# 1998

La RSN deviene la sede del Centro Sismológico de América Central (CASC) el cual opera y provee información sísmica para la región centroamericana y el mundo.

Proyecto tomará en cuenta a los países centroamericanos

## UCR abre centro sismológico

SEBASTIÁN MALVARDO BRENDEL  
La República

La escuela de Geología de la Universidad de Costa Rica (UCR) es ahora la sede de un nuevo Centro Sismológico y un sistema de alerta contra tsunamis —la gigantesca ocasionada por un terremoto—, que mantendrá vigilancia y recolectará información de todas las ciudades centroamericanas.

El laboratorio, que está ubicado en el segundo piso de la Escuela de Geología, desempeñará varias funciones, entre las que se encuentran determinar los parámetros de los terremotos que se presentan en la región centroamericana, y funciones durante 24 horas.

También permitirá recopilar, almacenar y promover datos sismológicos regionales a los centros de investigación de otras naciones, y será un punto de es-



Carlos Redondo es uno de los investigadores del nuevo centro sismológico que inauguró la Escuela de Geología de la Universidad de Costa Rica.

cuadro para investigadores de todas partes del mundo, interesados en temas relacionados con la sismología.

Sergio Paniagua, director de la Escuela Centroamericana de Geología, explicó que se adjudicó esta sede a la UCR como reconocimiento por sus 25 años de trabajo continuo en el área de la sismología.

Acerca del mantenimiento económico del proyecto, explicó que operará con fondos de la Agencia Noruega para el Desarrollo (NORAD), además del Centro para la Prevención de Desastres Naturales en América Central (CEPRENAC), con sede en Panamá.

### AGILIDAD EN LOS SERVICIOS

El representante de la Escuela Centroamericana de Geología explicó que por medio del nuevo

centro sismológico, se podrán determinar en forma rápida y ágil los epicentros de eventos significativos en América Central.

En caso de temblores de gran fuerza, dará una alerta y recogerá datos de todas las redes de Centroamérica para luego producir documentos con la información y en forma inmediata hacerlos llegar a distintos lugares.

Paniagua citó como ejemplo que el Centro Sismológico tendrá la capacidad de determinar si debido a un sismo se podría originar un terremoto continental o un maremoto en la parte centroamericana.

Añadió que en caso de presentarse uno de estos hechos, cuentan con 25 minutos para alertar al país donde se encuentra la costa y que toda la información que produzca el centro, se hará llegar por Internet hasta Noruega.

### Centro Sismológico Regional Una pantalla al mundo para los sismos

Luis Fernando Cordero M.

Coordenadas geográficas, ubicación, magnitud, tiempo de duración, entre otros parámetros importantes para la toma de decisiones por parte de las autoridades de emergencias, serán posibles de conocer rápidamente, gracias a un nuevo sistema para la recolección automática y detección de eventos sísmicos que opera en el nuevo Centro Sismológico de América Central (CSAC). Recientemente inaugurado en la Universidad de Costa Rica, mantendrá vigilancia y recolectará información de todas las ciudades centroamericanas durante las 24 horas del día.

Está financiado por la Agencia Noruega para el Desarrollo (NORAD), a través del Centro de Coordinación para la Prevención de los Desastres Naturales en América Central (CEPRENAC). El compromiso de la Universidad de Costa Rica es apoyar al Centro con más profesionales, un mejor acceso telefónico e Internet, así como equipo de cómputo complementario, personal de apoyo e instalaciones.

minación rápida de los parámetros de terremotos en la región, y recopilar, almacenar y proveer los datos sismológicos regionales a los centros de investigación y al público en general.

Paniagua dijo que el Centro será un lugar de reunión de investigadores del istmo y de otras partes del mundo, interesados en los diversos e interesantes aspectos de la sismología y tectónica del istmo. Para su operación, el Centro recibe en formato digital un "paquete" de señales de tres componentes emanados de sistemas de Banda Ancha, conocidos como telesismos, que se encuentran en cada país centroamericano.

También se incorporan otras señales con la red de sus estaciones sinomográficas permanentes, obteniendo una mejor y más grande cobertura de información. Las señales llegan a Costa Rica mediante el sistema de Internet o a través de Modem.

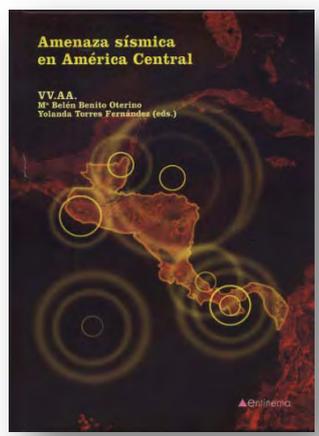
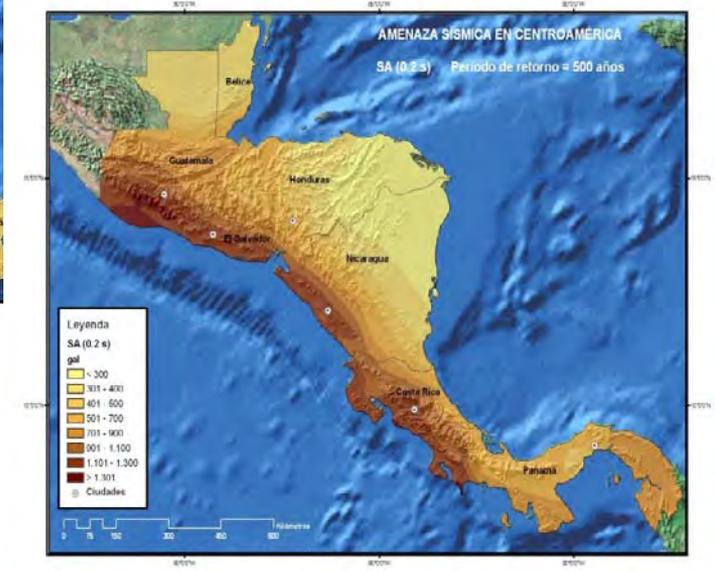
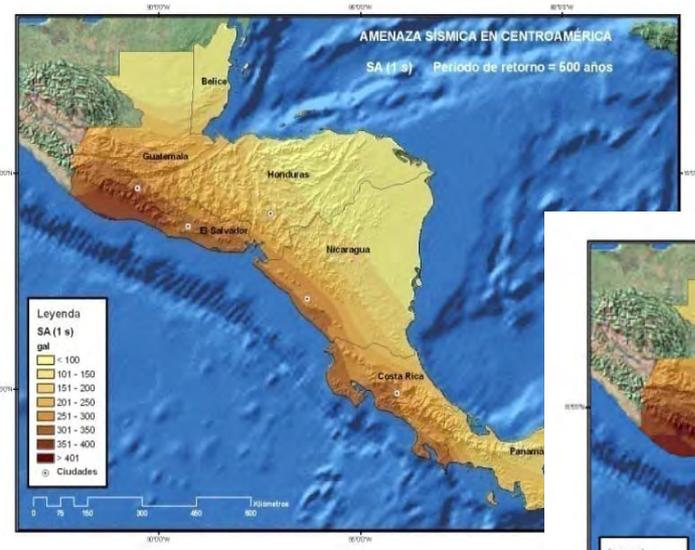
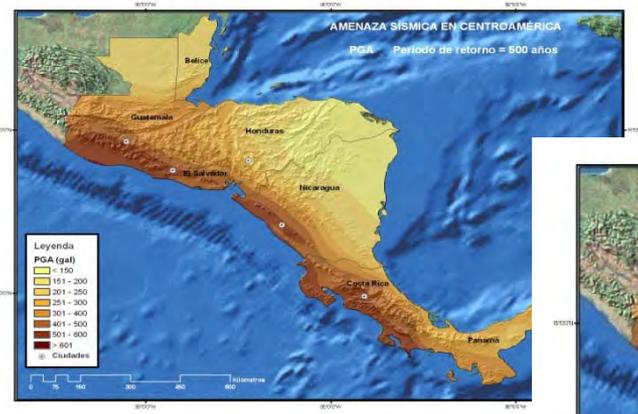
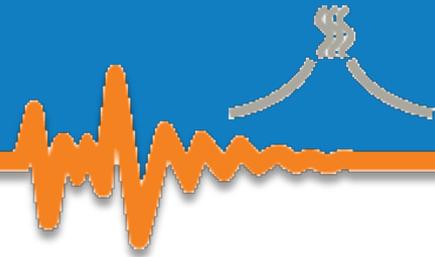
En el C S A C participan instituciones de investigación tales como el INSIVUMEH de Guatemala, el CIG de El Salvador,

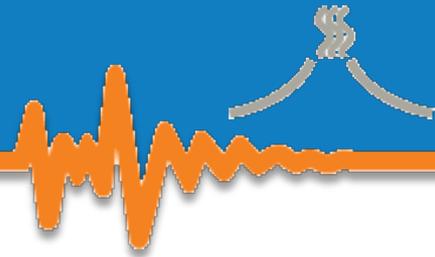
el técnico Carlos Redondo explicó que el Centro tendrá la misión de optimizar la información sísmológica centroamericana, analizar, transferir datos, uniformarlos y emitir boletines con base en la información disponible.



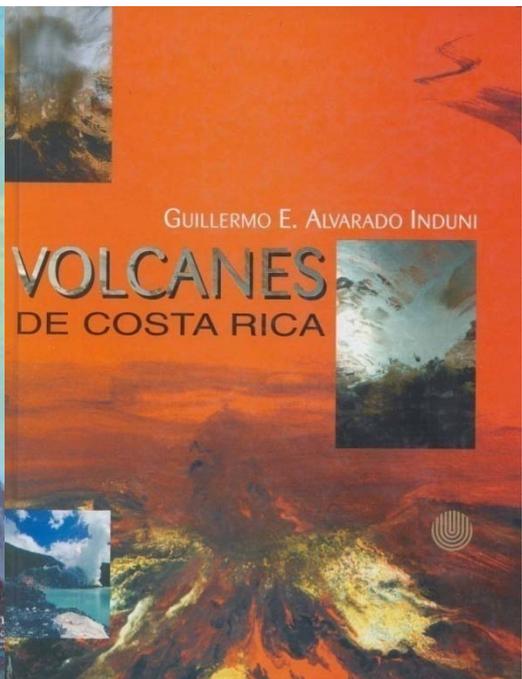
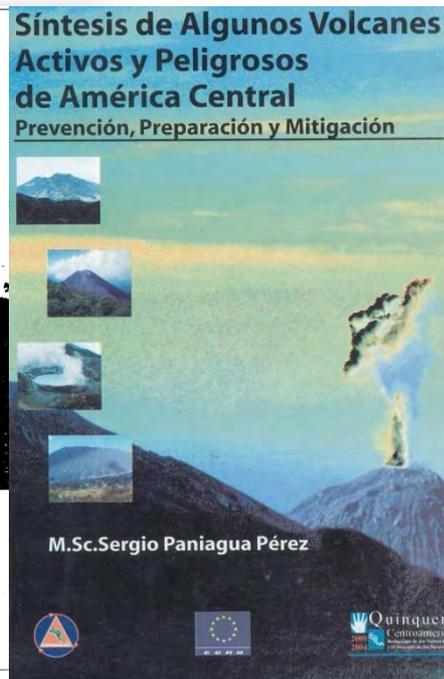
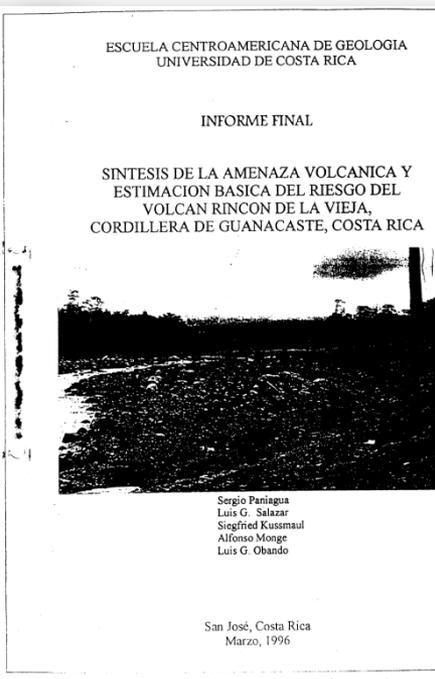
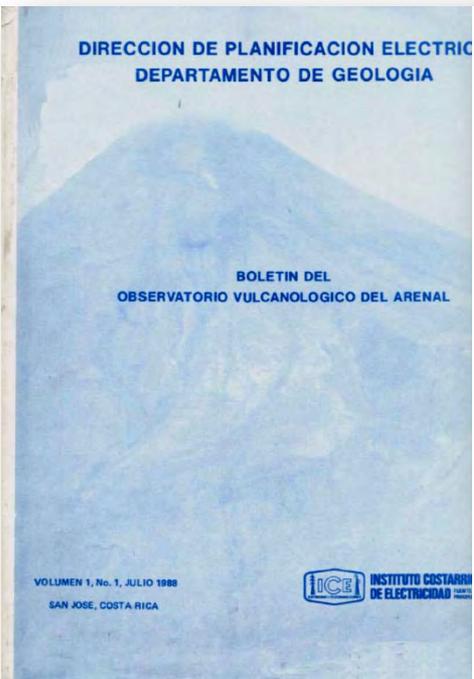
UNIVERSIDAD DE COSTA RICA





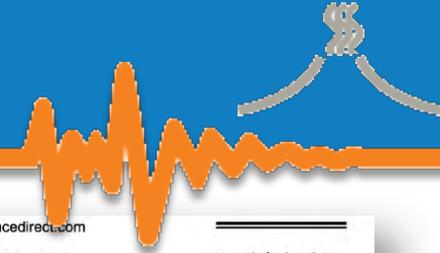


### ESTUDIOS VULCANOLÓGICOS PARA COSTA RICA Y AMÉRICA CENTRAL:



UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA





ELSEVIER

Available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)



ScienceDirect

Journal of volcanology  
and geothermal research

Journal of Volcanology and Geothermal Research 157 (2006) 254–269

[www.elsevier.com/locate/jvolgeores](http://www.elsevier.com/locate/jvolgeores)

### Eruptive history of Arenal Volcano, Costa Rica, 7 ka to present

Gerardo J. Soto\*, Guillermo E. Alvarado

Área de Amenazas y Auscultación Sísmica y Volcánica, Instituto Costarricense de Electricidad, Apdo 10032-1000, San José, Costa Rica

Received 30 June 2005; accepted 28 March 2006

Available online 5 June 2006

#### Abstract

New tephra-stratigraphic studies of Arenal volcano have been used to update its volcanic history. Deposits of major eruptions are renamed AR-1 to AR-22 (from older to younger, in stratigraphic order), extending from 7 ka B.P. to 1968 A.D. Arenal tephra overlie regional tuffs that are >20,000 years old. Isopachs and characteristics of the most relevant and recognized fall deposits are presented. Among Arenal eruptions, plinian events like AR-20, AR-15, AR-12 and AR-9, were the most relevant, with tephra volumes up to 0.44 km<sup>3</sup>. These plinian eruptions are separated by periods of 750–1080 years. Also 8 subplinian, 7 violent strombolian and 2 vulcanian eruptions have been recognized and correlated in Arenal's tephra sequence. Tens of other minor explosive eruptions resembling in size to AR-22, which occurred in July 1968, have been recognized. Lava cycles have generally followed the plinian eruptions. Typical erupting volumes for these cycles have been in the order of ~0.7 km<sup>3</sup>. The estimated total volume of tephra fall is ~4.5 km<sup>3</sup>. The rate of total volcanics erupted is ~2.7 km<sup>3</sup> ka<sup>-1</sup> (0.086 m<sup>3</sup> s<sup>-1</sup>). The tephra sequence previous to AR-9 (3200 B.P.–7000 B.P.) has no dark soils, whereas the overlying sequence does. It is presumed to be a consequence of regional climatic changes from a dry environment to a rainy tropical one.

© 2006 Elsevier B.V. All rights reserved.

**Keywords:** Arenal volcano; eruptive history; tephra stratigraphy; lava fields; eruptive rate



ELSEVIER

Available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)



ScienceDirect

Journal of volcanology  
and geothermal research

Journal of Volcanology and Geothermal Research 157 (2006) 9–33

[www.elsevier.com/locate/jvolgeores](http://www.elsevier.com/locate/jvolgeores)

### The 1968 andesitic lateral blast eruption at Arenal volcano, Costa Rica

Guillermo E. Alvarado<sup>a,\*</sup>, Gerardo J. Soto<sup>a</sup>, Hans-Ulrich Schmincke<sup>b</sup>,  
Louise L. Bolge<sup>c</sup>, Mari Sumita<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Observatorio Sismológico y Volcanológico de Arenal y Miravalles (OSIVAM), Instituto Costarricense de Electricidad (ICE), Apdo. 10032-1000, Costa Rica

<sup>b</sup> SFB 574, University of Kiel and Leibniz Institute for Marine Science (IFM-Giömmar), Wischhofstrasse 1-3, 24148 Kiel, Germany

<sup>c</sup> Boston University, Department Earth Sciences, 685 Commonwealth Ave., Boston, MA 02215, USA

Received 6 June 2005; accepted 28 March 2006

Available online 5 June 2006

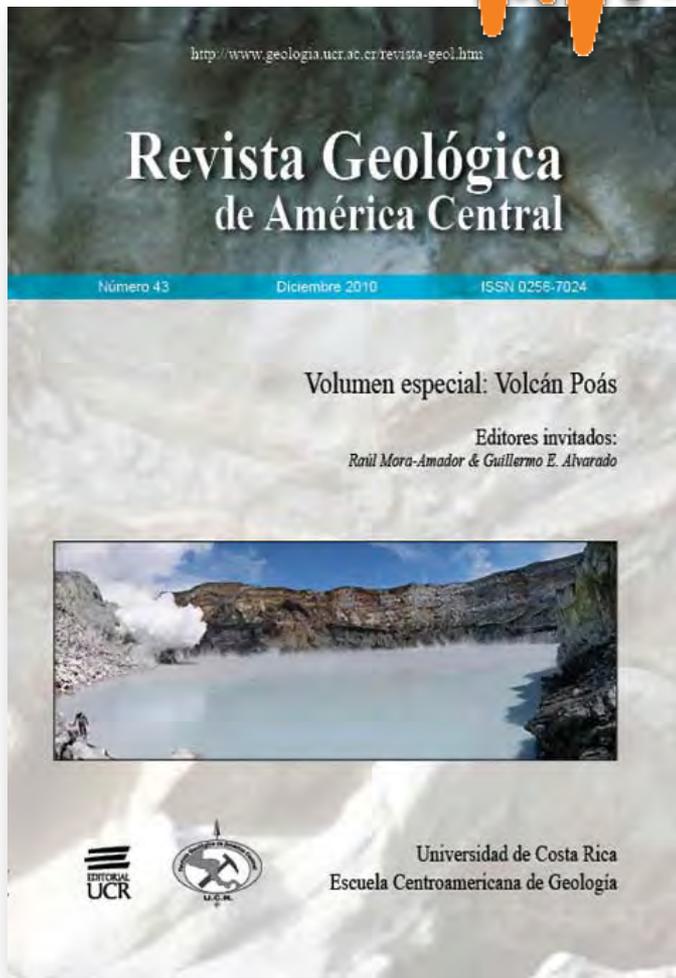
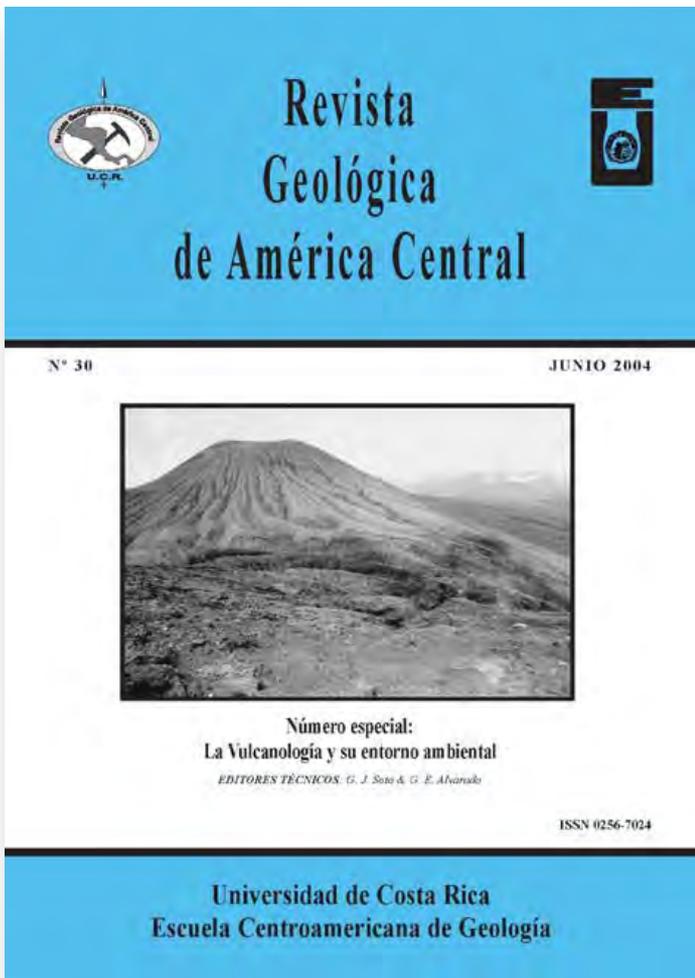
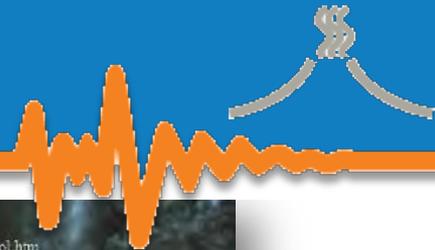
#### Abstract

The magmatic andesitic eruption of Arenal volcano on July 29–31, 1968, after centuries of dormancy, produced three new fissural craters (A, B and C) on its western flank and a multilayered pyroclastic deposit emplaced by complex transport mechanisms. The explosions were initially triggered by a volatile oversaturated (4–7 wt.% H<sub>2</sub>O) magma. Several lines of evidences suggest a small blast surge, where a wood-rich pyroclastic deposit was emplaced as a ground layer, followed by several units of coarse-grained (Md<sub>0</sub> between -0.65 and -5.40) tephra deposits (LU: lapilli units, DAU: double ash units), LU-1, -2, -3, DAU-1 and -2 consist of unconsolidated and well- to poorly sorted vesiculated bombs and lapilli of andesite, some blocks, ash and shredded wood. The individual units are possibly correlated with the major explosions of July 29. The thickness of the deposits decreases with the distance from the volcano from 5.6 m to a few centimeters. On average, 90% of the components are juvenile (10% dense andesite and 90% vesicular). These coarse-grained beds were deposited in rapid succession by a complex transport process, involving normal fallout, strong ballistic trajectories with a lateral hot (~400 °C) blast surge (LU, equivalent to A<sub>1</sub>). Ballistic and coarse tephra sprayed in a narrow (85°) area within about 5.5 km from the lowest crater, and a high (ca. 10 km) eruption column dispersed airfall fine lapilli-ash >100 km from the volcano. Ash-cloud forming explosions, producing thin pyroclastic surge and muddy phreatomagmatic fallout deposits (FLAU, equivalent to A<sub>2</sub> and A<sub>3</sub>), closed the blast surge sequence. The successive explosions on July 30–31 mainly produced block and ash flows, and widely dispersed ash fall. The total volume of pyroclastic material is calculated as 25.8±5.5×10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> (9.4±2.0×10<sup>6</sup> m<sup>3</sup> DRE). A model is proposed to explain the peculiarities of the formation, transportation and emplacement of the blast deposits. The intrusion of the presumed andesitic cryptodome possibly happened through an active thrust fault, favoring not only the formation of the lowest crater A, but also the low-angle explosive events. Prior to the eruption, several minerals were settling to the bottom of the magma chamber as is suggested by the increase of incompatible elements towards the bottom of the stratigraphic section. The major elements indicate that some crystal redistribution occurred and the maximum concentration of Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, and Eu, and Sr support plagioclase enrichment in early phases of the eruption (top of LU-1 and DAU-1). From the about 20 recognized prehistoric and historic blast deposits in the world, approximately half were produced by sector collapse of the volcano and the other half by sudden decompression of cryptodomes or lava-dome collapses. The recent blasts (1888–1990s) elsewhere have an apparent recurrence of one event/decade, compared to just a



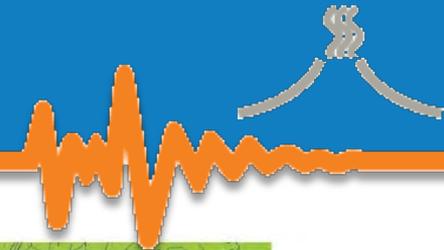
UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA





UNIVERSIDAD DE COSTA RICA





### Actividad del volcán Turrialba (2007-2011) y perspectivas de amenaza volcánica

Gerardo J. Soto<sup>1</sup> & Mauricio Mora<sup>2</sup>

1: Área de Amenazas y Auscultación Sísmica y Volcánica  
Instituto Costarricense de Electricidad; katmirodriguez@yahoo.com

2: Escuela Centroamericana de Geología  
Universidad de Costa Rica; mmumora@geologia.ucr.ac.cr

#### Resumen

El volcán Turrialba es uno de los volcanes activos de Costa Rica, cuya última erupción se registró entre 1864-66. A partir de marzo de 1996, la actividad sísmica en el Turrialba ha registrado algunos picos, y la actividad fumarólica y sísmica se han intensificado desde el 2007. Una crisis freática-fumarólica ocurrió en enero del 2010, con erupción de ceniza no magmática a través de una nueva boca fumarólica. El sistema volcánico del Turrialba es complejo: dos posibles cuerpos magmáticos (somero y profundo) en desgasificación, un sistema hidrotermal somero, y fallas activas. No se puede saber cuánto durará la actividad exhalativa y sísmica acentuadas desde el 2007, ni su evolución futura, y sus causas son motivo de debate. La sismicidad observada entre abril 2009 y abril 2011 refleja un proceso de presurización y despresurización general del sistema hidrotermal. Se hipotetiza que la actividad que se presentó entre el 2009 y 2010 ocurrió por el sobrecalentamiento y presurización del sistema hidrotermal, sea por un posible ascenso de un pequeño cuerpo magmático y sus gases en profundidad o bien, un mejor intercambio de calor entre el cuerpo magmático antiguo y el sistema hidrotermal a consecuencia del rompimiento del sello de este cuerpo. Las observaciones de los gases emitidos durante este periodo, y la comparación con depósitos de erupciones pasadas, han permitido construir un mapa de peligros volcánicos por balística, caída de ceniza y lluvia ácida, que muestran que las áreas más susceptibles de ser afectadas por erupciones futuras serían hacia el oeste y suroeste del volcán, incluyendo el Valle Central occidental, con hasta 1.5 millones de personas afectadas.

Palabras clave: Volcán Turrialba, sismicidad volcánica, peligro volcánico.

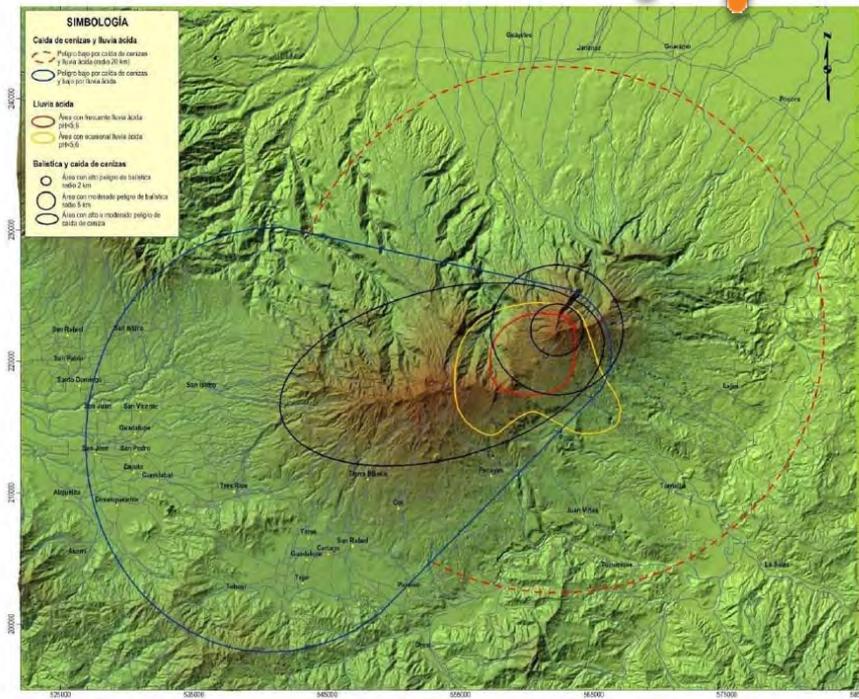


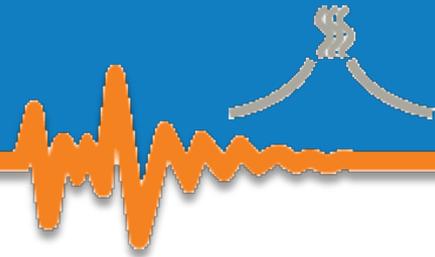
Figura 13: Mapa de amenaza volcánica por balística, caída de ceniza y lluvia ácida, modificado de Soto et al. (2010), con base en nueva información discutida en el texto.

**Enviado a: Costa Rica en el tercer milenio: desafíos y propuestas para la reducción de vulnerabilidad ante los desastres – Preventec UCR**

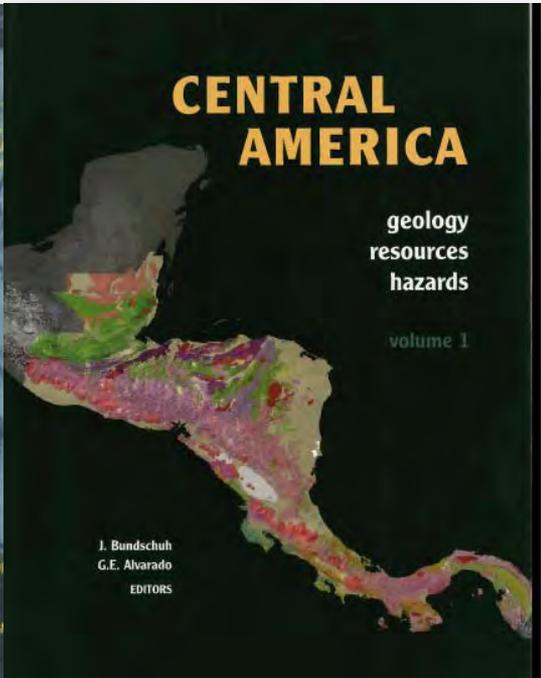
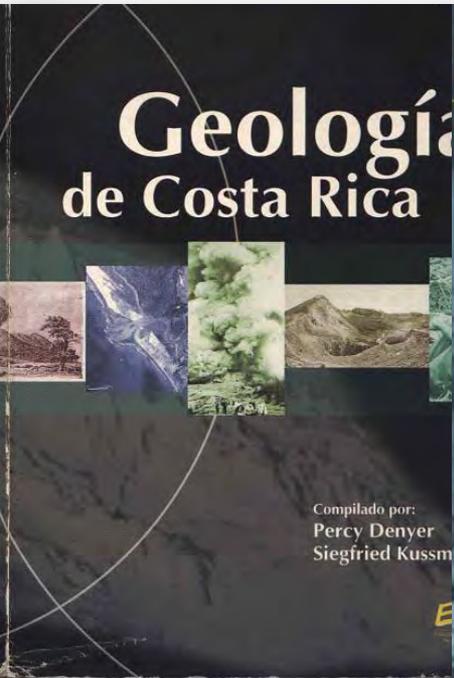
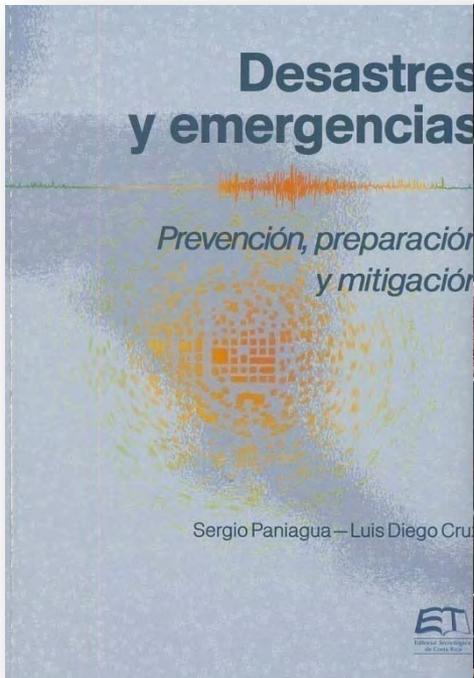


UNIVERSIDAD DE COSTA RICA



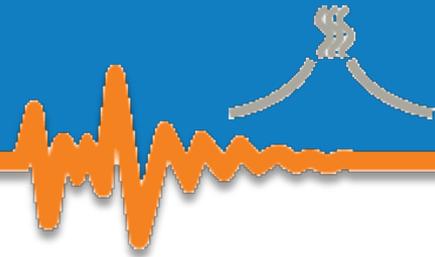


## DIVULGACIÓN:



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA





2008

Se firma un nuevo convenio de cooperación entre el ICE y la UCR para formar la RSN

**CONVENIO ESPECIFICO DE COOPERACIÓN CIENTÍFICA Y TÉCNICA  
ENTRE EL INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD Y  
LA UNIVERSIDAD DE COSTA RICA  
CON-058-08**

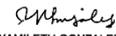
Entre nosotros, la **UNIVERSIDAD DE COSTA RICA**, cédula jurídica número "cuatro-cero cero cero cero cuarenta y dos mil ciento cuarenta y nueve", en adelante "UCR", representada por la señora **YAMILETH GONZÁLEZ GARCÍA**, mayor de edad, divorciada, Doctora en Historia, con cédula de identidad dos-doscientos cuarenta y seis- quinientos cincuenta y cinco, vecina de Montelimar, en su condición de **RECTORA** con facultades de representante judicial y extrajudicial en concordancia con el artículo 40 inciso a) del Estatuto Orgánico de la UCR, ejerciendo la representación judicial y extrajudicial de la UCR, en concordancia con el artículo cuarenta inciso a) del Estatuto orgánico de esta universidad; y el **INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD**, entidad autónoma de este domicilio cédula jurídica cuatro- cero cero cero-cero cuarenta y dos mil ciento treinta y nueve, en adelante denominado "ICE", representado en este acto por el señor **JOSE JOAQUÍN AZOFEIFA SAAVEDRA**, mayor, casado una vez, ingeniero electromecánico, cédula de identidad número siete-cero cuarenta y tres-cuatrocientos cincuenta y uno, vecino de San José, Sabanita de Montes de Oca, en mi condición de Subgerente del Sector Electricidad del **INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD**, entidad autónoma de este domicilio, con cédula jurídica cuatro- cero cero cero-cero cuarenta y dos mil ciento treinta y nueve, con facultades de Apoderado General sin límite de suma, acordamos suscribir el presente **Convenio de Cooperación Técnica y Científica** para regular la operación de la Red Sismológica Nacional (RSN: ICE - UCR), con fundamento en el artículo 2 inciso "c" de la Ley de Contratación Administrativa y el numeral 130 de su Reglamento, de la Ley N°7169 denominada "De Promoción del Desarrollo Científico y Tecnológico" en sus artículos 3 incisos b), d), i); 4 incisos c) d), g), h), j), k, l) y 93, así como por los antecedentes y clausulado que a continuación se exponen:

YYS

Pág. 1 de 9



En aceptación de lo anterior, ambas partes en las condiciones indicadas, manifestamos nuestra conformidad y firmamos en San José a las ocho horas del día quince de julio del año dos mil ocho.

<p>POR UCR</p>  <p>DRA. YAMILETH GONZALEZ GARCÍA RECTORA</p>	<p>POR ICE</p>  <p>ING. JOSÉ JOAQUÍN AZOFEIFA SAAVEDRA SUBGERENTE SECTOR ELECTRICIDAD</p>
---	--

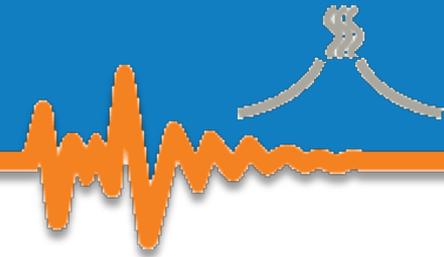


DIRECCIÓN DE CONTRATACIÓN ADMINISTRATIVA  
ICE  
DIRECTOR



INSTITUTO COSTARRICENSE DE ELECTRICIDAD  
ICE

9 de 9



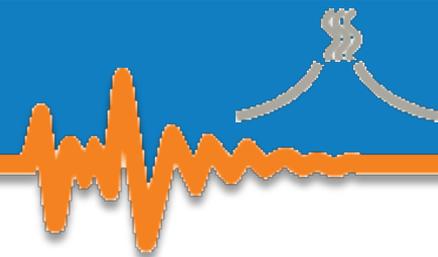
## Red sísmica UCR – ICE

UCR	ICE
14 estaciones de periodo corto.	Alrededor de 120 estaciones de periodo corto.
10 estaciones de banda ancha. (incluyendo la Isla del Coco).	9 proyectos hidroeléctricos con auscultación acelerométrica.



UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

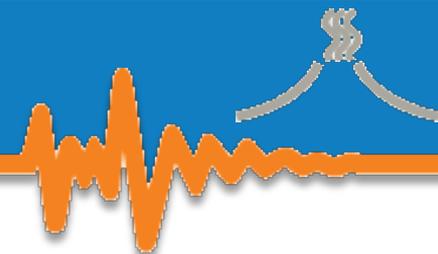




## UCR – ICE VOLCANO MONITORING

UCR	ICE
Estaciones de banda ancha y de periodo corto en los volcanes Poás, Irazú, Arenal y Turrialba.	Observatorio Sismológico de Arenal y Miravalles (OSIVAM) el cual ausculta los volcanes: Rincón de la Vieja, Arenal, Tenorio y Miravalles.
Mediciones geoquímicas.	Mediciones geoquímicas.
Mediciones geodésicas en el volcán Turrialba.	Mediciones geodésica en los volcanes Arenal y Miravalles.
Sensores remotos: medición de temperatura por medio de imágenes infrarojas.	





# INVERSIÓN REALIZADA

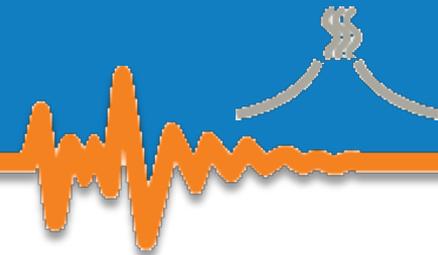
## 2009

Se recibe el financiamiento para la RSN - UCR proveniente de la Ley N°8488.



UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA



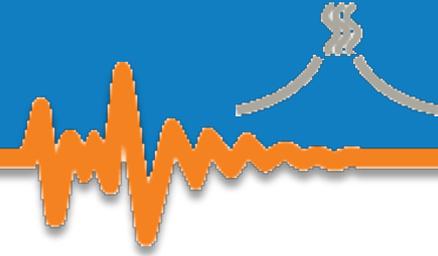


La primera etapa de modernización equivale a una inversión de alrededor de ₡ 450.000.000,00 (US\$ 875.000,00) con el fin de cumplir con las siguientes acciones estratégicas:

## Acciones estratégicas

1. Establecer una red sísmica de banda ancha digital.
2. Reforzamiento de la red sísmica analógica para redundancia y operatividad en caso de crisis.
3. Establecer un Centro de Datos moderno, automático y de alta calidad para la adquisición, procesamiento y almacenamiento de los datos sísmicos basado en software libre.
4. Mejorar y ampliar la capacidad tecnológica y líneas de investigación en Sismología y Vulcanología.
5. Mejorar la capacidad de divulgación de los productos científicos.





## Establecer una red sísmica de banda ancha digital

Adquisición de estaciones de banda ancha 15 GURALP (diez de 120s y cinco de 350s con sus digitalizadores y módulos de comunicación).

Adquisición de enlaces *ethernet* para la conectividad de los instrumentos.



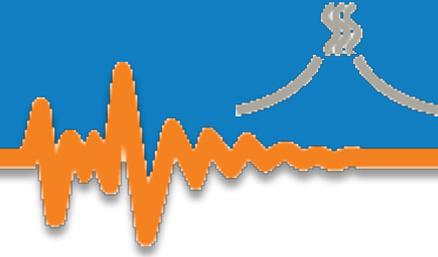
350s BB



120s BB



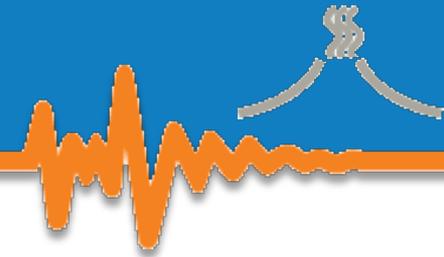
Módulos EAM



## Establecer una red sísmica de banda ancha digital

Mejoramiento de la infraestructura mediante el aprovechamiento de las facilidades regionales de la UCR. Este proceso de inició en las sedes de San Ramón y Tacaes UCR:





### Reforzamiento de la red sísmica analógica para redundancia y operatividad en caso de crisis

Mejoramiento de la conectividad y de los sistemas de digitalización analógica.

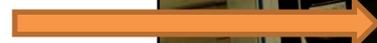
Estación	Nombre	Coordenadas		Sensor (*)	Estado	Ubicación	Se mantiene para BA	Requerimientos	Conectividad
		Latitud	Longitud						
LCH0	Los Chiles	11°04,450'	84°41,810'	PC	ESPERA	Policia	SI	Acondicionar y mejorar pilar	Por definir
TRT1	Tortuguero	10°35,840'	83°41,970'	PC	OPERACION	Privado	NO	Listo	OP
VCR	Vista de Mar	10°07,590'	85°37,870'	PC	OPERACION	ICE	ICE no; buscar sitio alterno	Acondicionamiento por definir	Por comprobar via sede Santa Cruz
JCR	Jicaral	9°50,990'	85°06,710'	PC	OPERACION	Privado	SI	acondicionar y mejorar pilar	Por comprobar via escuela
CGA2	Cerro Gallo	10°00,970'	84°27,930'	PC	OPERACION	Privado	NO	NO APLICA	NO APLICA
TRB1	Turubares	9°54,872'	84°26,892'	PC	OPERACION	Colegio	SI	acondicionar con tanque + contenedor	Via colegio ADSL
SJS	San José	9°56,350'	84°03,250'	BA	OPERACION	UCR	SI	acondicionar caseta en sede central	Internet institucional
VPS4	Volcán Poás	10°09,911'	84°13,693'	PC	OPERACION	Privado	NO	NO APLICA	NO APLICA
LI0C	Limon	9°58,780'	83°05,570'	PC	OPERACION	Privado	SI; buscar sitio alterno	Acondicionamiento por definir	Por definir
LCR2	La Lucha	9°44,530'	84°00,180'	BA	OPERACION	UCR	SI	Listo	Via ADSL ICE
BUS	Buena Vista	9°33,320'	83°45,500'	BA	OPERACION	ICE	SI	Acondicionamiento por definir	Por comprobar via CENCE
QCR	Quepos	9°25,670'	84°09,920'	PC	OPERACION	CCSS	NO	NO APLICA	NO APLICA
ACR	Golfito	8°39,230'	83°10,080'	PC	OPERACION	ICE	NO	NO APLICA	NO APLICA
PTJ1	Puerto Jiménez	8°32,140'	83°18,140'	BA	OPERACION	MINAET	SI	Listo	Via ADSL MINAET
ICCO	Isla del Coco	5°32,620'	87°03,400'	BA	ESPERA	MINAET	SI	Listo	Via RACSA
ARE1	Volcán Arenal	10°27,660'	84°43,130'	BA	OPERACION	MINAET	SI	Listo	Enlace + ADSL privado
CRZ1	La Cruz	11°04,340'	85°38,110'	PC	OPERACION	ICE	NO	NO APLICA	NO APLICA
VTR0	Volcán Turrialba	10°01,040'	83°45,610'	PC	OPERACION	MINAET	NO	NO APLICA	NO APLICA
URS0	Urusca	9°50,100'	83°46,690'	PC	OPERACION	Privado	SI	Acondicionar y mejorar pilar	Por comprobar via volcán Irazú
VPS5	Volcán Poás			BA	OPERACION	MINAET	SI	Acondicionamiento del bunker	Por definir
TRT2	Tortuguero			BA	OPERACION	Privado	SI	listo	falta
ICR2	Volcán Irazú			BA	OPERACION	MINAET	SI	listo	Por definir via Paraiso
CIMA	Volcán Turrialba			BA	OPERACION	MINAET	SI	listo	Enlace + via CENCE
DRK0	Dúrika			BA	OPERACION	Privado	SI	listo	Enlace + ADSL privado
A494	Palo Verde (borehole)			PC	OPERACION	MINAET	NO	listo	ADSL privado
Por definir	Sede San Ramón			BA	NUEVA	UCR	SI	En construcción	Internet institucional
Por definir	Sede Tacarcos, Grecia			BA	NUEVA	UCR	SI	En construcción	Internet institucional

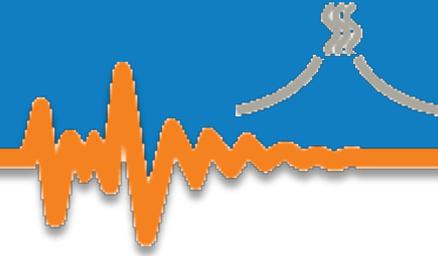
(\*) PC = Periodo corto; BA = Banda ancha sismómetro GURALP CMG-6TD.

Nuevo sistema



Antiguo sistema QNX

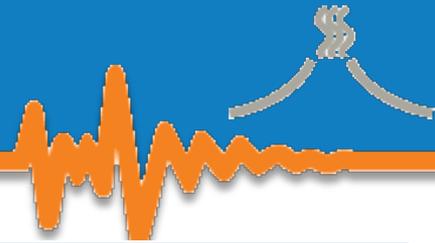




## Establecer un Centro de Datos moderno, automático y de alta calidad para la adquisición, procesamiento y almacenamiento de los datos sísmicos basado en software libre

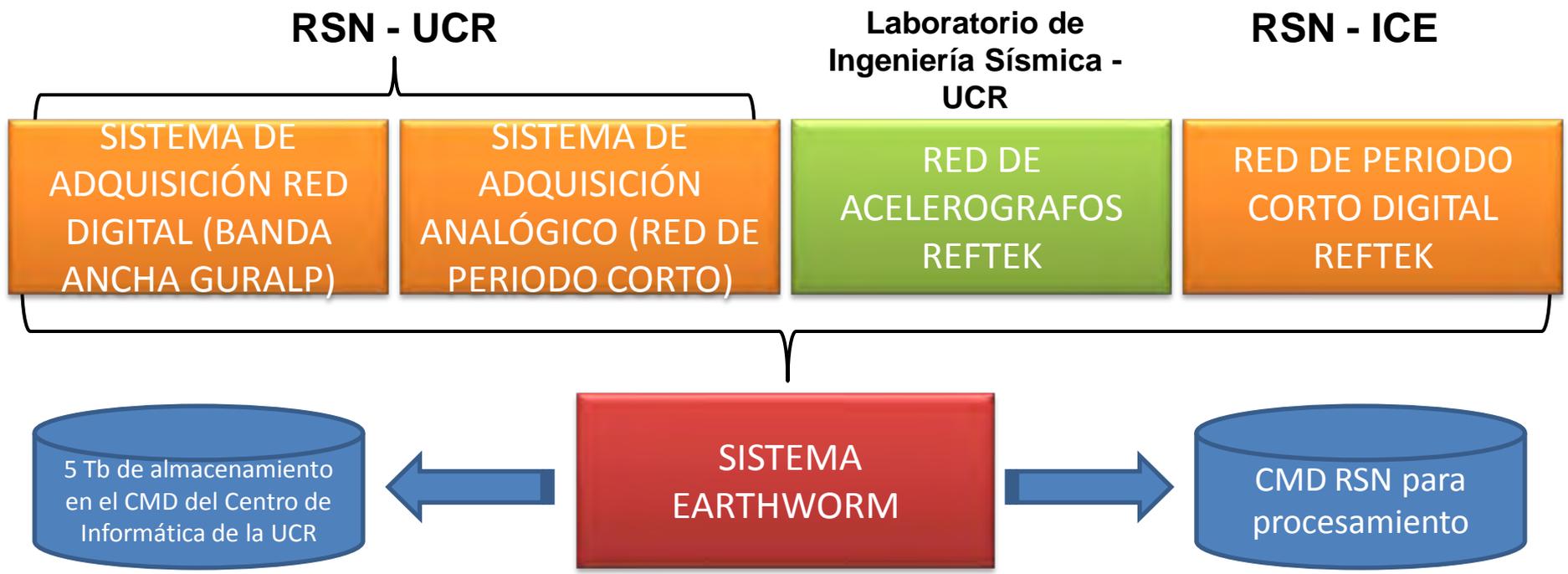
Adquisición de nuevos servidores , 3 de datos y 1 web server, 8 estaciones científicas, 3 PC para administración, sistemas UPS, 2 Pantallas LCD TV para visualización de datos. Se está en proceso del ensamblaje.

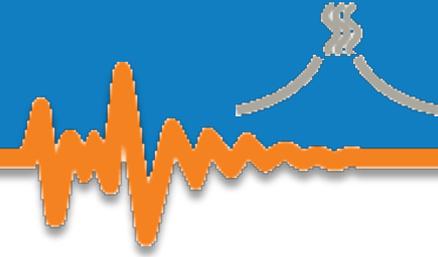




**Establecer un Centro de Datos moderno, automático y de alta calidad para la adquisición, procesamiento y almacenamiento de los datos sísmicos basado en software libre**

La interconexión entre las redes sísmicas de la UCR y el ICE se completó. En el caso del LIS se tienen estaciones de prueba interconectadas hasta que se realice la instalación de estaciones conjuntas.





## Mejorar y ampliar la capacidad tecnológica de investigación en Sismología y Vulcanología

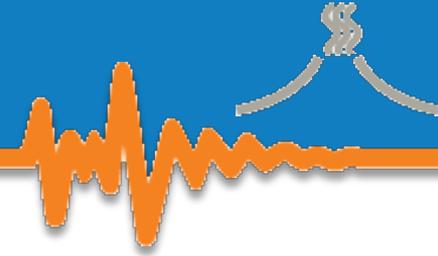
Adquisición de un sistema GNSS R5 Trimble para mediciones geodésicas

### Monumento de medición en el Volcán Turrialba



### Estudio de la Falla Aguacaliente: Proyecto del Centro de Investigaciones en Ciencias Geológicas (CICG) y RSN



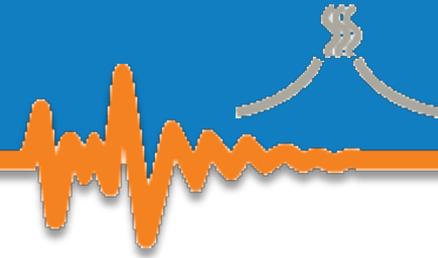


## Mejorar y ampliar la capacidad tecnológica de investigación en Sismología y Vulcanología

Establecer una red de medición permanente de temperatura basado en cámaras infrarojas FLIR A320 complementado por un sistema móvil de alta resolución FLIR P660 y un pirómetro óptico de alta temperatura.

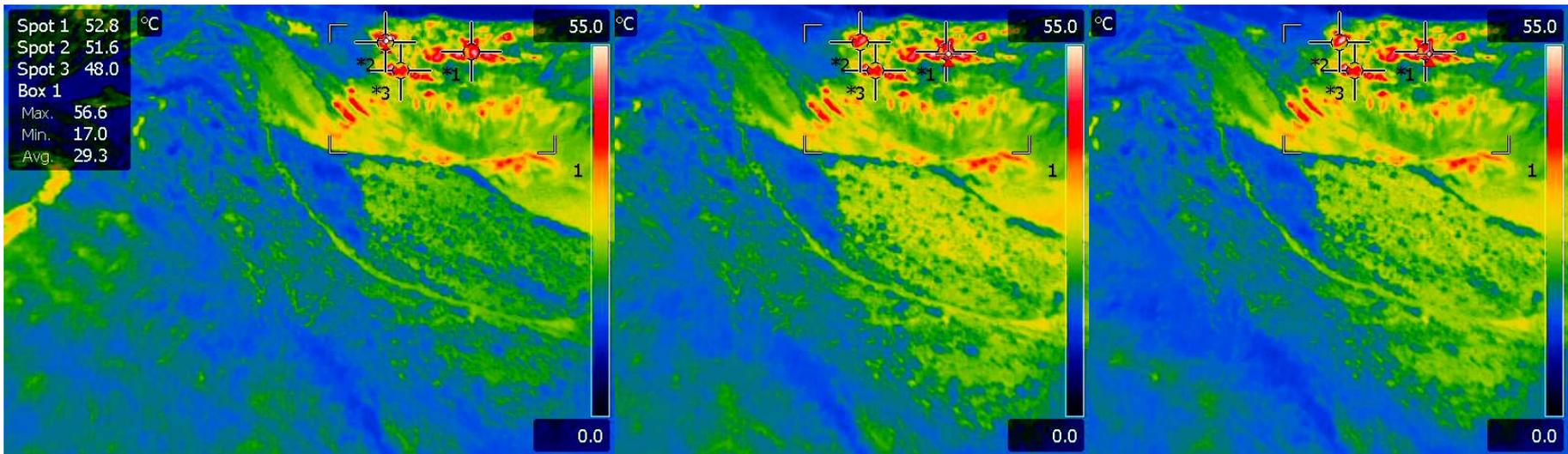
### Instalación de la cámara termográfica FLIR A320 en el Volcán Turrialba

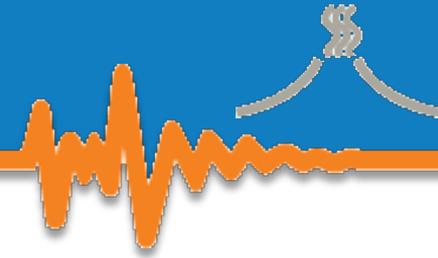




Este sistema ya es operacional gracias a la colaboración del ICE quien provee el enlace internet hasta la UCR. Se está en la etapa final de puesta en marcha del sistema de adquisición y rutina de procesamiento, así como la puesta a disposición del público via cbersito de la RSN.

Ejemplo de una secuencia de imágenes infrarojas del Volcán Turrialba:

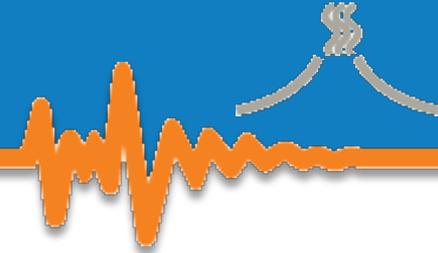




## Mejorar y ampliar la capacidad tecnológica de investigación en Sismología y Vulcanología

Modernización del laboratorio de geoquímica para investigación vulcanológica: 2 cromatógrafos para gases ácidos, una capilla para gases ácidos, purificador de agua y otros insumos.

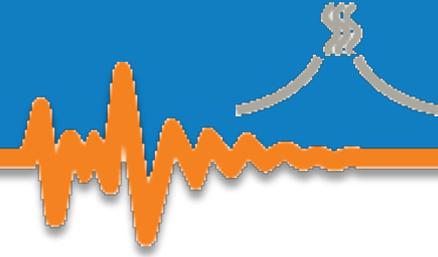




## Desde el punto de vista operativo, a corto plazo (menos de un año), las siguientes acciones deben ser terminadas con el fin de terminar con la primera fase de inversión:

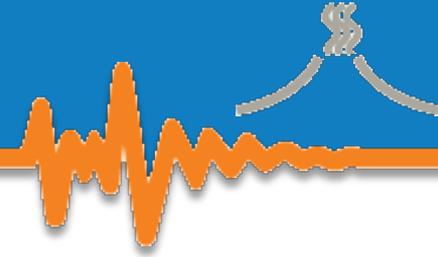
1. Instalación de los nuevos sismómetros de banda ancha: Ya se han instalado 3 (La Lucha, Volcán Turrialba, Sede Tacares).
2. Consolidación Centro de Manejo de Datos de la RSN:
  - a. *Implantación del nuevo software.*
  - b. *Calibración de la red sísmica para el cálculo de la magnitud momento ( $M_w$ ) como parámetro estándar.*
  - c. *Realizar las mejoras al espacio físico: 1. instalación de respaldo eléctrico, 2. mejoras en la red internet, mejoras inmediatas al espacio físico).*
  - d. *Planeamiento de la ampliación de la infraestructura básica de la RSN.*
3. Consolidar la interconexión **en tiempo real** de la RSN con agencias sismológicas de Centroamérica y del mundo.
4. Finalizar con la puesta a punto del nuevo Laboratorio de Geoquímica.
5. Consolidar la red de cámaras infrarojas en los volcanes activos.
6. Consolidar un nuevo y moderno ciber sitio para una divulgación más eficiente de los productos de la RSN para las instituciones y público en general.





# Perspectivas futuras





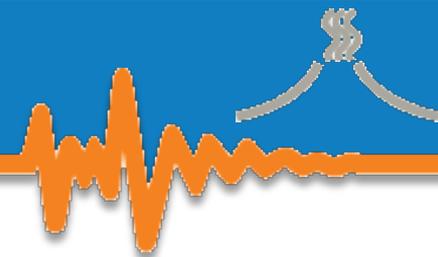
## Metas operativas a mediano plazo (menos de 3 años)

Operar una red sísmica robusta y confiable que permita la atención pronta de crisis y la generación de insumos y productos de utilidad en materia de amenaza sísmica, estudio del fallamiento activo y procesos tectónicos en Costa Rica.

Operar instrumentación que permita comprender la dinámica de los volcanes activos en Costa Rica y dar un seguimiento adecuado a su actividad, así como reforzar la capacidad de la RSN de continuar brindando insumos y productos de utilidad en materia de amenaza volcánica.

Establecer un robusto y eficiente servicio de información sísmica y volcánica para las instituciones y público en general.





## RETOS CIENTÍFICOS

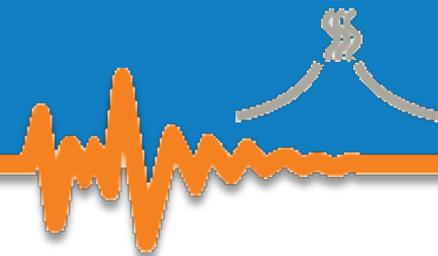
Implementar nuevos descubrimientos metodológicos y tecnológicos en materia de procesamiento de datos sismológicos y vulcanológicos en tiempo real.

Sistematizar la investigación sobre el fallamiento activo en Costa Rica desde la instrumentación, neotectónica, paleosismología.

Sistematizar la investigación entorno a la formación, evolución, impacto y dinámica de los volcanes.

Continuar con el mejoramiento del conocimiento sobre la evolución tectónica de Costa Rica.





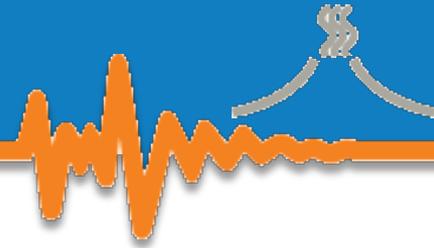
## RETOS DESDE LA PERSPECTIVA DE LA GESTIÓN DEL RIESGO

Demostrar como la investigación sismológica, vulcanológica y procesos concatenados permiten aumentar la resiliencia.

Necesidad de promover un enfoque multiamenaza y multidisciplinario en el análisis de la amenaza.

Colaborar en el establecimiento de programas de información y educación en conjunto con las autoridades de protección civil para mejorar la preparación ante procesos sísmicos, volcánicos y procesos concatenados.





# MUCHAS GRACIAS

*“Estrategias de prevención eficaces no sólo ahorrarían decenas de miles de millones, sino que salvarían decenas de miles de vidas”.*

**Kofi Annan, Secretario General de Naciones Unidas.**

