

INSTITUTO COSTARRICENSE ELECTRICIDAD
UEN PROYECTOS Y SERVICIOS ASOCIADOS
C.S. EXPLORACIÓN SUBTERRÁNEA



INFORME ANUAL SISMOS SENTIDOS Y ACTIVIDAD VOLCÁNICA 2010



Editor: Géol. Rafael Barquero P.

Área Amenazas y Auscultación Sísmica y Volcánica

Enero 2011

Colaboradores:

Mauricio Mora F.
Wilfredo Rojas Q.
Waldo Taylor C.
Guillermo E. Alvarado I.
Ileana Boschini
Gerardo J. Soto
Raúl Mora
Rafael Barquero
Alberto Vargas V.
Carlos Redondo Ch.
Magda Taylor C.
Luis Fernando Barrantes
Andrey Rodríguez M.
Guido Calvo M.
Luis Madrigal
Francisco Arias U.

CONTENIDO

	Pág.
Introducción.....	04
Sismos sentidos.....	04
Magnitudes.....	06
Profundidades.....	07
Fuentes sísmicas principales.....	08
- Subducción.....	08
- Fallas locales.....	08
 Sismicidad por regiones.....	08
- Guanacaste.....	08
- Zona Norte.....	10
- Pacífico Central.....	10
- Valle Central.....	11
- Región Caribe.....	12
- Pérez Zeledón.....	13
- Zona Sur.....	13
 Actividad volcánica.....	15
- Volcán Tenorio.....	15
- Volcán Arenal.....	16
- Volcán Poás.....	17
- Volcán Irazú.....	18
- Volcán Turrialba.....	19
 Anexos:	
- Mecanismos focales sismos 2010.....	23
- Listado sismos sentidos 2010.....	24

Introducción

Durante el año 2010 la **Red Sismológica Nacional (RSN)** ubicó alrededor de 3000 sismos dentro del territorio nacional (Fig. 1) de los cuales 111 fueron reportados como sentidos por la población de Costa Rica, actividad similar a la del 2009, año en que fueron reportados 115 eventos sentidos. 49 de los sismos sentidos tuvieron magnitudes menores a 4,0 y 62 magnitudes mayores o iguales a 4,0. Los sismos de mayor magnitud en nuestro país en el 2010 fueron el sismo del 20 de mayo que se ubicó 25 km SSW de Quepos de magnitud 5,9 asociado al proceso de subducción de la placa Coco y el sismo de Zarcero del 8 de octubre, el cual tuvo una magnitud de 5,9 y una profundidad de 84 km (sismo intraplaca). Estos temblores aunque se sintieron fuertes no produjeron serios daños. De estos sismos 53 (47 %) fueron sismos superficiales (prof. < 20 km) originados por fallas locales. El proceso de subducción de las placas de Coco bajo la placa Caribe y la Microplaca de Panamá y algunas rupturas en fallas más profundas fueron responsables del 53 % restante que contabilizó 58 eventos.

En cuanto a la actividad volcánica, fue relevante durante el 2010 la intensificación de la actividad en el volcán Turrialba y algunos flujos piroclásticos en el volcán Arenal.

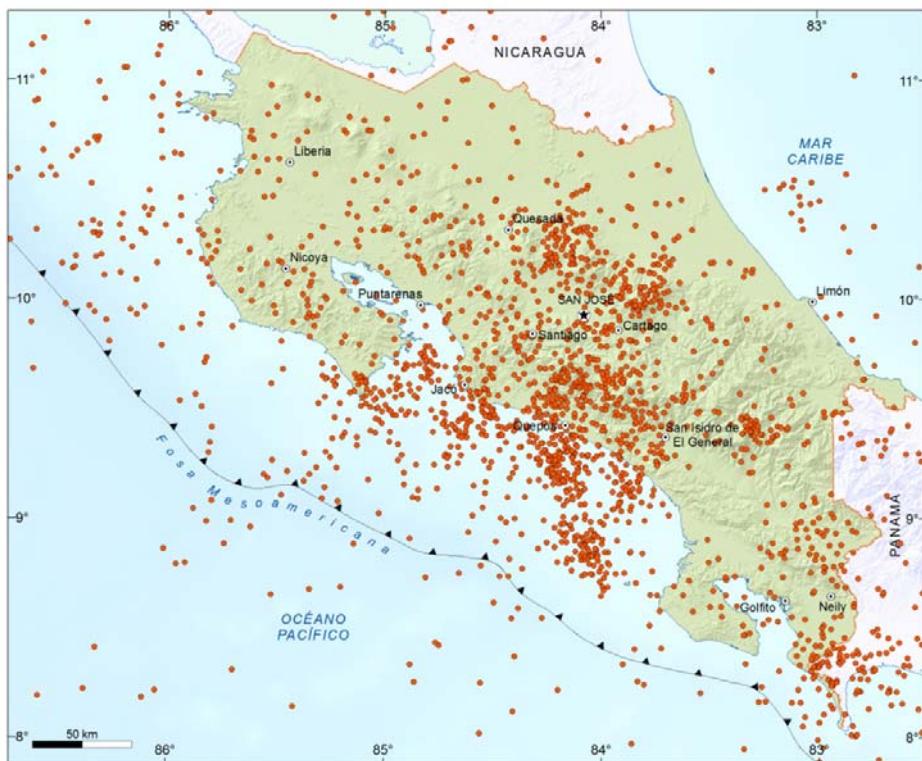


Fig. 1: Mapa de los sismos registrados y localizados durante el año 2010 por la RSN.

Sismos reportados como sentidos

En el 2010 las estaciones de la RSN registraron 111 temblores reportados como sentidos por la población (Fig. 2, cuadro 1), que por lo general son los de mayor magnitud entre los cientos de sismos que registra la RSN mensualmente. De ellos, 58 tuvieron origen en el proceso de subducción de la placa del Coco bajo la placa Caribe, por lo que son sismos generalmente de

profundidad intermedia; otros 53 se asocian con fallamiento local. Los meses con mayor cantidad de sismos sentidos fueron enero, marzo, julio y setiembre con 31, 11, 11 y 16 eventos respectivamente, y los meses con menos eventos fueron junio y diciembre con solamente 2 y 3 eventos.

Cuadro 1: Número de sismos sentidos por mes

Mes	No. sismos	Mes	No. Sismos
Enero	31	Julio	11
Febrero	4	Agosto	8
Marzo	11	Setiembre	16
Abril	6	Octubre	7
Mayo	7	Noviembre	3
Junio	2	Diciembre	3

La actividad sísmica más alta durante el año 2010 fue en el mes de enero , a raíz principalmente de un enjambre sísmico en la zona sur. Luego tendió a decaer los meses siguientes, pero en setiembre se inició otro repunte importante, pero en fuentes sísmicas diferentes, cuando se registraron 16 sismos sentidos principalmente localizados en el extremo sur de la península de Nicoya y al norte de Buenos Aires de Osa.

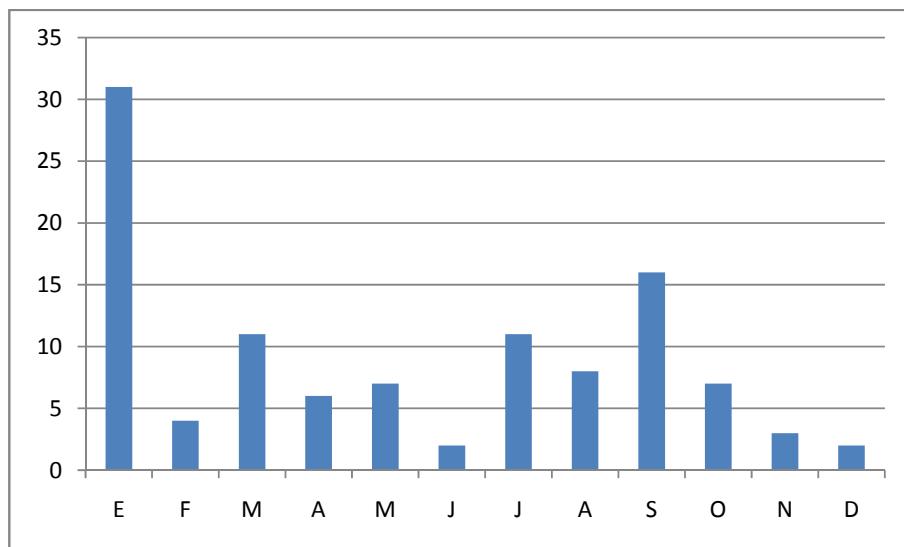


Gráfico 1: Número de sismos sentidos por mes durante el año 2010.

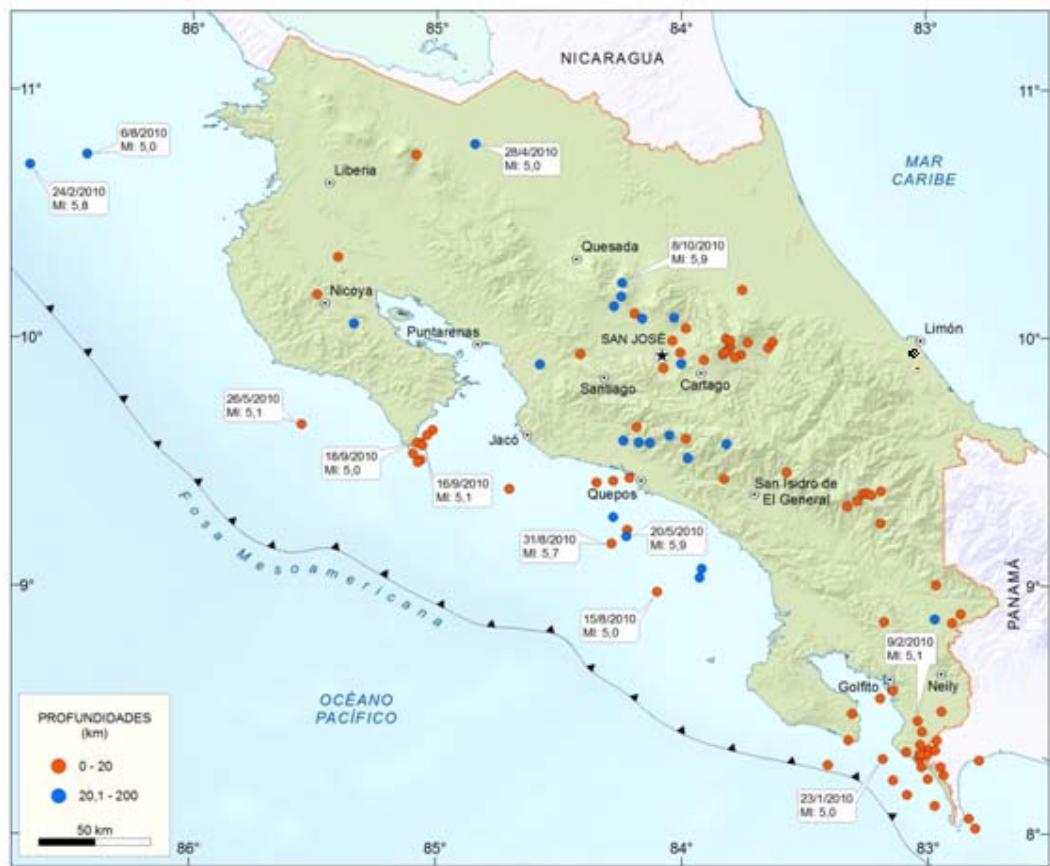


Fig. 2: Mapa de los sismos reportados como sentidos durante el 2010 en Costa Rica.

Magnitudes de los sismos sentidos

La distribución por rangos de las magnitudes de los sismos sentidos registrados en el año 2010 se muestra en el cuadro 2. Durante el año ocurrieron sismos de magnitud hasta 5.9 dentro o cerca de nuestro país y la mayoría de los eventos son de magnitudes moderadas (entre 3 y 4.9). Se registraron 14 eventos con magnitudes mayores a 5,0 y menores a 6,0 (Fig. 2). El gráfico 2 muestra los sismos con sus magnitudes durante el año 2010.

Cuadro 2: Distribución de magnitudes de los sismos sentidos en Costa Rica durante el 2010

Rango	No. sismos
2,0-2,9	4
3,0-3,9	45
4,0-4,9	47
5,0-5,9	14

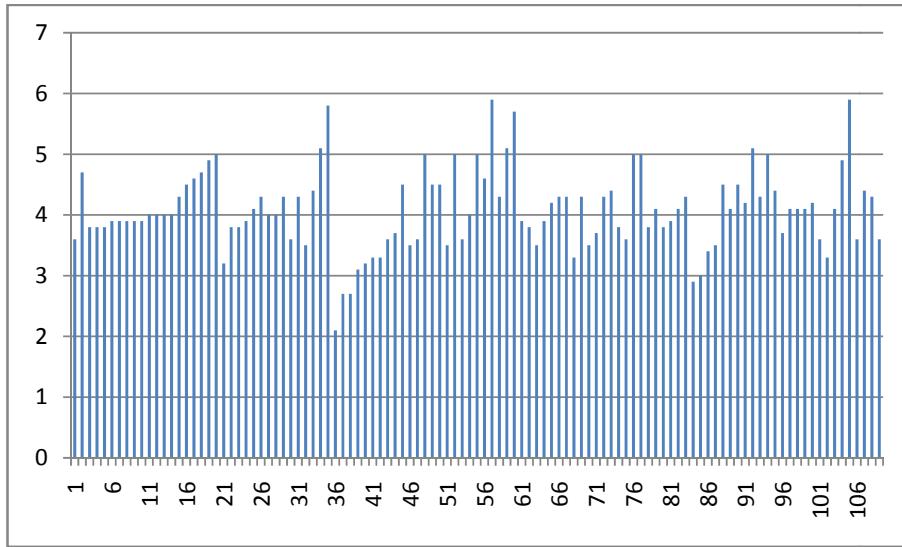


Gráfico 2: Magnitudes de los sismos sentidos del año 2010.

Profundidades de los sismos sentidos

De los 111 temblores ocurridos en el año 2010 53 son de foco superficial (0-20 km) y se deben a fallas geológicas desestabilizadas por las fuerzas tectónicas. Los otros 58 se atribuyen a la subducción de la placa del Coco bajo la placa Caribe. Estos sismos de profundidad intermedia y profunda se concentraron principalmente en el sector central del país y algunos en el pacífico norte (Guanacaste) . En el gráfico 3 se puede observar que la mayor parte de los sismos sentidos son de profundidades menores a 20 km. Hubo varios de gran profundidad (mayor a 80 km) como los sismos que ocurrieron en el mes de octubre al noreste de Zarcero. El sismo con una profundidad de 138 km ocurrió el 28 de abril, tuvo una magnitud de 5,0 y se localizó bajo San Rafael de Guatuso y por ser tan profundo no produjo daños en esa zona.

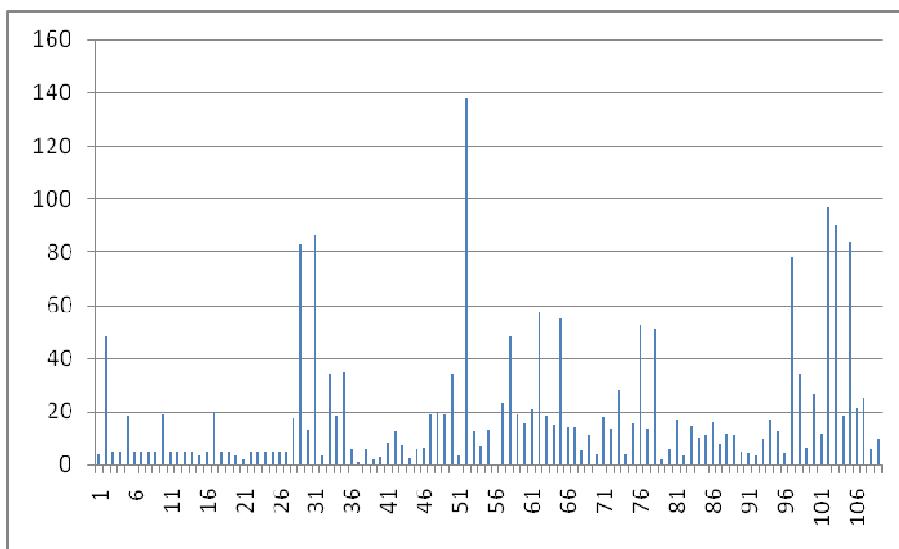


Gráfico 3: Profundidades de los sismos sentidos del año 2010.

FUENTES SÍSMICAS PRINCIPALES

Proceso de subducción de la placa del Coco bajo la placa Caribe

La interacción de las placas Coco-Caribe fue más intensa en la región de la zona sur en donde se registró varios temblores importantes. Entre los días sábado 23 y el lunes 25 de enero de 2010 , se registraron unos 60 sismos en la zona sur de Costa Rica y el suroeste de Panamá, destacando un total de 32 sismos con magnitudes mayores a 3 en la escala Richter, que son los mayormente sentidos por la población de la zona. Estos se ubicaron en la zona de la Península Burica, siendo debidos a procesos tectónicos dentro de la región del Punto Triple de interacción entre las placas, Coco, Nazca y Bloque de Panamá. Entre éstos sobresalen los dos más fuertes, sucedidos el día 23; el primero, ocurrido a las 03:09 am de magnitud local escala Richter 5,0 MI y el otro a las 08:43 am de magnitud 4,9 MI. Parte de estos eventos tienen epicentros frente a la costa oeste de la Península Burica y otros ubicados en la parte central de esa Península.

En segundo lugar de importancia estuvo la actividad sísmica del Pacífico Central, entre Herradura y Dominical donde se ubicaron 15 de los sismos sentidos del año 2010 y la sismicidad asociada a esta fuente no superó magnitudes mayores a 5,0.

La región de Guanacaste tuvo poca actividad por la subducción, se localizaron solo 5 eventos en esta región. Un sismo profundo (prof. 138 km) se produjo el día 27 de abril en San Rafael de Guatuso, este sismo fue de magnitud 5,0 y fue sentido en esa zona en forma leve dada su gran profundidad.

En la región de la Cordillera Volcánica Central se localizaron 6 eventos profundos. El sismo principal de esta serie tuvo una magnitud de 5,9 (Mw), se ubicó al NE de Zarcero y fue muy profundo (84 km) y fue seguido por varias réplicas. Esta actividad se relaciona con una ruptura profunda en la placa del Coco y se le denomina sismos intraplaca.

Fallamiento cortical

De los 51 sismos superficiales originados por fallas locales que fueron eventos sentidos las zonas en donde se registró mayor actividad fue principalmente fallas en las zonas de Cóbano, norte de Buenos Aires, macizos Irazú y Turrialba, Sabanilla, Desamparados, Zona de los Santos, norte de San Isidro de Pérez Zeledón y San Vito de Coto Brus.

SISMICIDAD POR REGIONES

Guanacaste

En la región de Guanacaste la actividad sísmica se muestra menor y más dispersa con respecto a las regiones central y sur del país. Se registraron varios sismos en la zona

de subducción de la placa del Coco bajo la placa Caribe, en la costa del Pacífico y otros cerca del extremo sureste de la península de Nicoya asociados a fallamiento de rumbo.

Un sismo se reportó frente a las costas de Guanacaste el día 24 de febrero con una magnitud de 5,6 y asociado al proceso de subducción. Otro sismo se produjo el día 27 de abril en San Rafael de Guatuso, este sismo fue de magnitud 5,0 y fue profundo (138 km) asociado a la subducción por lo que no se sintió muy fuerte, sino leve.

El día 26 de mayo un nuevo sismo fue sentido principalmente en Guanacaste, con una magnitud de 5,1 y asociado a la subducción de la placa del Coco nuevamente. En julio se registró in evento Bijagua de Upala y en Nicoya también se registró otro sismo asociado, en este caso, a la subducción de la placa Coco

Durante el mes de agosto del 2010 se reportó un sismo sentido en el Pacífico Norte, asociado a la subducción de la placa Coco bajo la placa Caribe.

Seis de eventos se produjeron en la zona del Pacífico Norte en setiembre, al SE de Cóbano, asociados a un sistema de fallamiento de rumbo y sinestral en el piso oceánico del Golfo de Nicoya en la falla denominada como “**falla Barranca**” (Fig. 3). El sismo principal ocurrió el día 16 de setiembre con una magnitud de 5,1 Mw. Este sismo, aunque alarmó a las poblaciones de Cóbano, Paquera, Cabuya y Montezuma, solo produjo daños leves en algunas construcciones y caída de objetos. Esta falla se volvió a reactivar en diciembre con un sismo de magnitud 4,1. En la península de Nicoya se registró otro evento el día 26 de setiembre al SE de Mansión (M 4,1) pero asociado a la subducción.

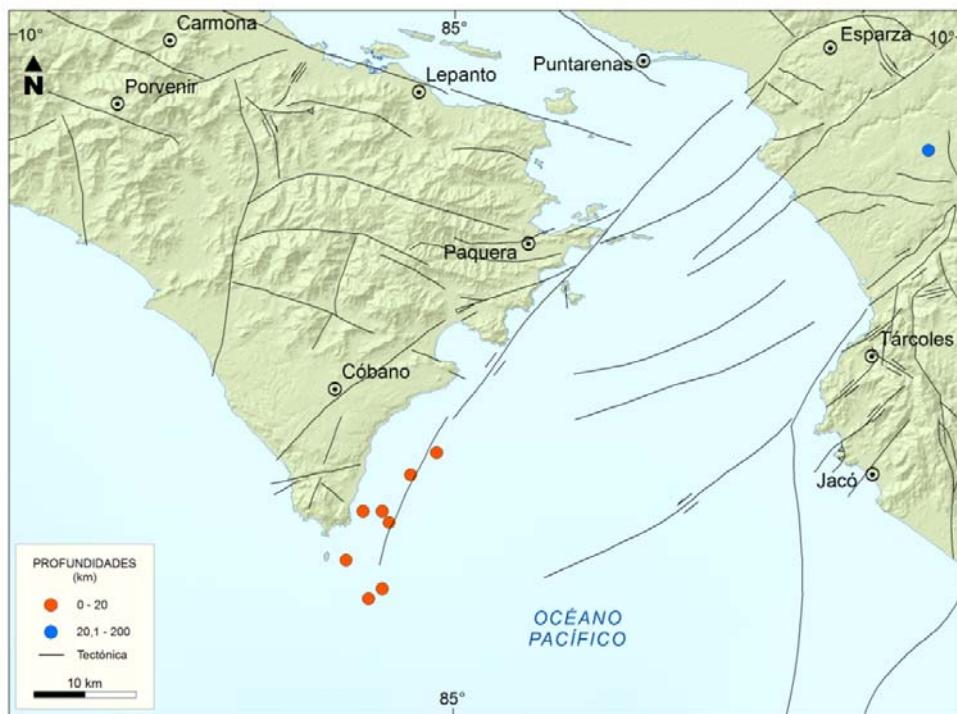


Fig. 3: Actividad sísmica al SE de la península de Nicoya.

Zona Norte

El día 8 de octubre se sintió un fuerte temblor en casi todo el territorio nacional y particularmente en el Valle Central. Este sismo tuvo una magnitud de 5,9 (Mw), se ubicó al NE de Zarcero y fue muy profundo (84 km) y fue seguido por varias réplicas. Esta actividad se relaciona con una ruptura profunda en la placa del Coco y se le denomina sismos intraplaca. Aunque el sismo se sintió fuerte en el Valle Central (Intensidad V) no produjo daños.

Pacífico Central

En esta región se localizaron 19 de los sismos sentidos. El día 22 enero se ubicó 17 km al NE de Quepos (M 4,7), sismo profundo relacionado con el proceso de subducción de la placa del Coco bajo la placa Caribe y también otro el día 28 en Carrizal de Alajuela (M 4,3) asociado a la subducción. Otro sismo se presentó el día 8 febrero con una magnitud de 4,4; sismo profundo asociado con el proceso de subducción de la placa del Coco bajo la placa Caribe en la zona de Quepos.

Durante el mes de abril del 2010 se reportaron otros sismos sentidos en el pacífico central, siendo el primer evento del mes el del día 1º de abril, sismo sentido en forma moderada en la zona del Pacífico central que se ubicó al sur de Playa Dominical y tuvo una magnitud de 5.0. Otros dos sismos de magnitud 4,5 se produjeron esta misma localidad (Pacífico Central) en los días 8 y 11 de abril (Dominical y Parrita). Estos sismos se asociaron a la subducción de la placa del Coco bajo la placa Caribe.

El día 20 de mayo se reportó otros dos sismos localizados al SW de Quepos (M 5,9) y al sur de Parrita (M 4,3) asociados al proceso de subducción de la placa del Coco bajo la placa Caribe. El día 31 de mayo un nuevo sismo en la zona de Quepos (M 5,7) fue sentido en esa zona y el Valle Central, asociado nuevamente a la subducción. Solamente se reportaron algunos daños en supermercados en Quepos por la caída de mercadería de estantes a raíz del sismo del 20 de mayo.

Durante el mes de junio del 2010 se reportaron dos sismos sentidos ambos en la zona del Pacífico Central. El primer evento del mes fue el del día 21 de junio, sismo sentido en forma moderada en la zona del Pacífico Central y tuvo una magnitud de 3,9. Otro sismo se produjo el día 30 de junio en la misma zona con una magnitud de 3,8. Estos sismos se asociaron al proceso de subducción de la placa del Coco bajo la placa Caribe. Ambos temblores fueron sentidos en forma moderada en la zona del Pacífico central y no provocaron daños.

Durante el mes de agosto del 2010 se reportaron 2 sismos sentidos en el pacífico central. asociados a la subducción de la placa Coco bajo la placa Caribe. De ellos, los del 6 y 15 de agosto, fueron los de mayor magnitud del mes (MI 5,0), sin embargo, por ser sismos profundos no produjeron daños.

En el mes de octubre también tuvieron lugar otro sismo sentido, se ubicó al SW de Dominical (Mag. 4,2) asociado a la subducción de la placa del Coco.

En la zona de Los Santos dos sismos de magnitudes moderadas (3,6) asociados a fallamiento local se registraron los días 5 y 14 de octubre al SW de San Marcos de Tarrazú. Estos fueron percibidos en forma leve en la zona de los Santos.

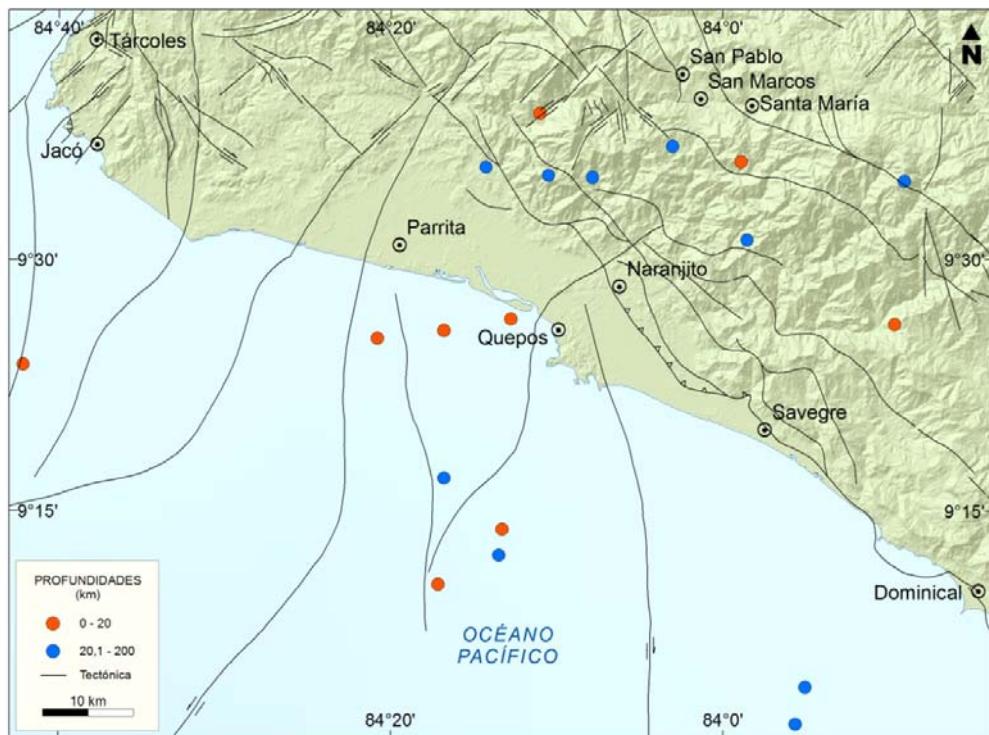


Fig. 4: Sismos sentidos en la zona del Pacífico Central durante el año 2010.

Valle Central

En San Isidro de Heredia se registró un sismo el día 11 de enero que tuvo una magnitud de 3,6 y fue asociado a fallamiento local. El 30 de enero en San Juan de Dios de Desamparados, de magnitud 3,6 asociado a fallamiento y otro al NW de San Isidro de Heredia, sismo profundo asociado al proceso de subducción (M 4,3). No se reportaron daños por los sismos sentidos durante el mes. Otro sismo tuvo lugar el día 5 de febrero y se ubicó en Guácimo de Atenas y tuvo una magnitud de 3,5 y se asocia a fallamiento local.

Durante el mes de marzo del 2010 se reportaron otros eventos, siendo el principal evento del mes el del día 5 de marzo, sismo sentido fuerte en San José, que se ubicó en Sabanilla de Montes de Oca y tuvo una magnitud de 4,5. Otro sismo de magnitud 3,5 se produjo en esta misma localidad en día 13 de marzo. Estos sismos se asociaron a la falla Cipreses. Otra actividad sísmica importante tuvo lugar en Pacayas de San Rafael de Oreamuno de Cartago en donde se registró un enjambre sísmico, algunos de esos eventos reportados como sentidos en la zona de Pacayas y Oreamuno, principalmente el día 2 de marzo. Estos sismos tuvieron magnitudes moderadas y se originaron en

fallamiento local. El día 30 de abril se registró un nuevo sismo sentido en la zona del volcán Irazú (Mag. 3,6) asociado a fallamiento. Otro sismo de magnitud 4,0 se produjo el día 12 de mayo en el Bajo de la Honduras. Estos sismos se asociaron a fallamiento.

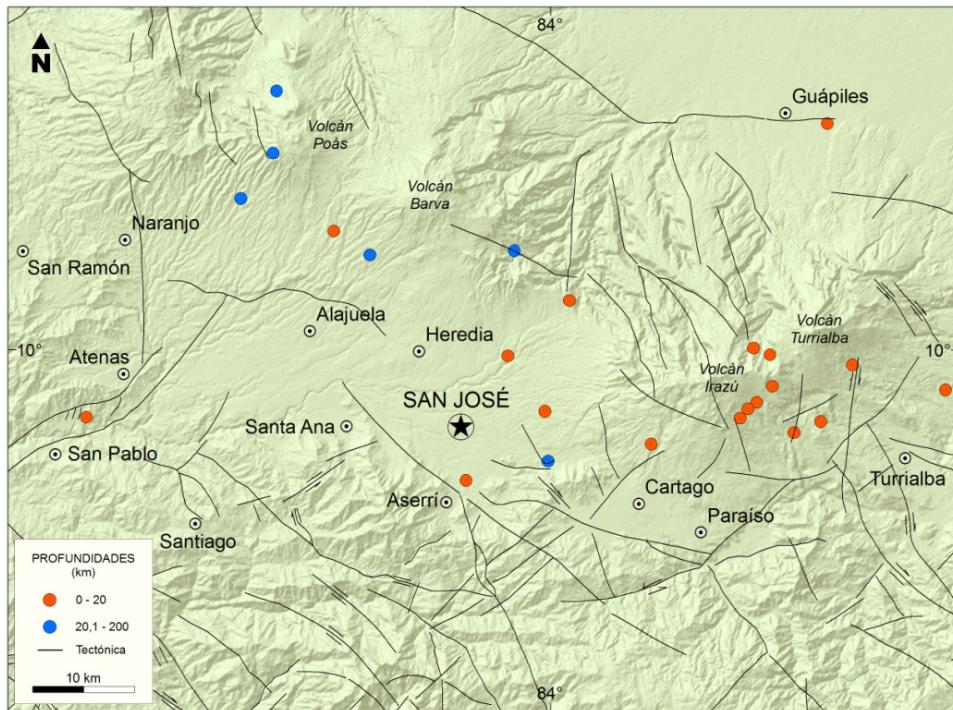


Fig. 5: Sismos sentidos durante el 2010 localizados dentro del Valle Central.

En julio también se registraron sismos en la zona norte de Cartago asociados a fallamiento local y el mes terminó con un sismo por falla local en San Jerónimo de Moravia (Mag. 3,8).

El día 24 de setiembre se reportó otro sismo sentido en el Valle Central; este sismo se ubicó cerca de Tres Ríos, tuvo una magnitud de 4,1 y fue asociado a una fractura profunda en la placa Coco (Fig. 5).

Región Caribe

Se registró actividad sísmica principalmente en Turrialba, cerca y en los alrededores del macizo del volcán Turrialba. Otra actividad sísmica importante tuvo lugar en la región Caribe con un sismo sentido el día 21 de abril localizado cerca de Guápiles (M 3,5) asociado a fallamiento local (Fig. 6).

El día 12 de mayo, se reportó un sismo sentido en forma moderada en la zona del Caribe que se ubicó frente a la costa Caribe de Nicaragua y tuvo una magnitud de 5.0. En Sixaola se reportó un sismo de magnitud 4,6 que se produjo el día 13 de mayo al SW de Sixaola, en el Caribe. Este sismo se asocia a fallamiento.

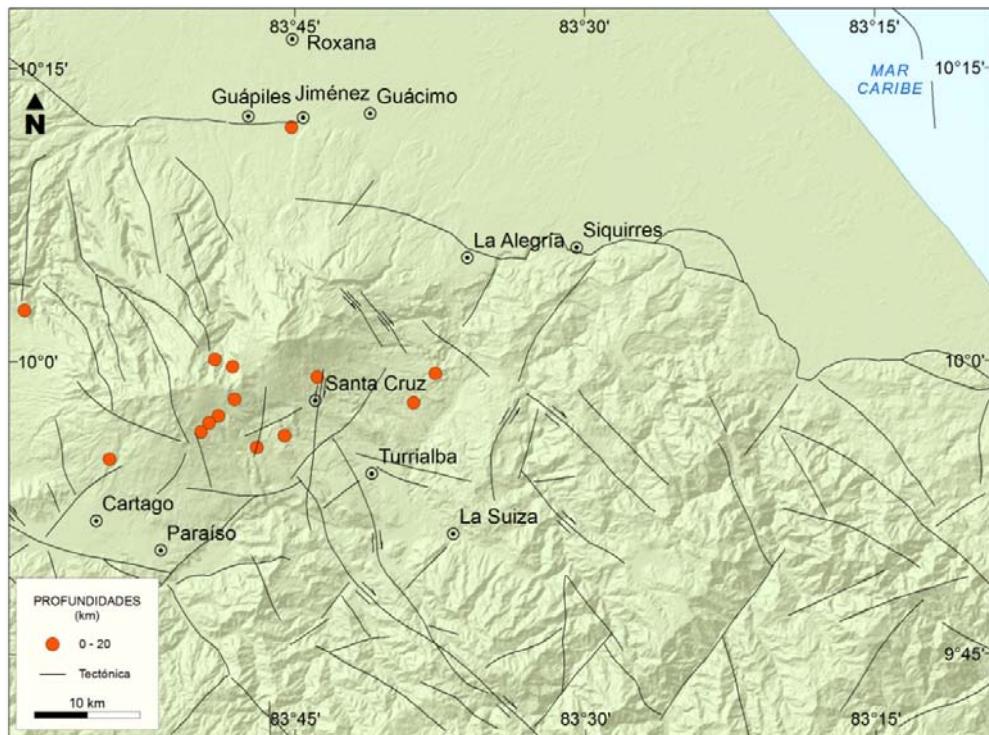


Fig. 6: Sismos sentidos localizados en la región Caribe durante el año 2010.

Cerrando el 2010, el día 29 de diciembre se registró un sismo cerca de la ciudad de Limón el cual tuvo una magnitud de 4,6 y se originó en fallamiento local.

San Isidro de Pérez Zeledón

El 20 de marzo se reportó otro sismo sentido en Santa Eduviges de Pérez Zeledón (Mag. 3,6).

Zona Sur

Durante el mes de enero del 2010 se reportaron 31 sismos sentidos en el país, siendo la principal actividad del mes en la zona Sur de Costa Rica. Entre los días sábado 23 y el lunes 25 de enero de 2010, se registraron unos 60 sismos en la zona sur de Costa Rica y el suroeste de Panamá, destacando un total de 26 sismos con magnitudes mayores a 3,8 en la escala Richter, que son los mayormente sentidos por la población de la zona. Estos se ubicaron en la zona de la Península Burica, siendo debidos a procesos tectónicos dentro de la región del Punto Triple de interacción entre las placas, Cocos, Nazca y Bloque de Panamá. Entre éstos sobresalen los dos más fuertes, sucedidos el día 23; el primero, ocurrido a las 03:09 am de magnitud local escala Richter 5,0 M_l y el otro a las 08:43 am de magnitud 4,9 M_l. Parte de estos eventos tienen epicentros frente a la costa oeste de la Península Burica y otros ubicados en la parte central de esa Península. El día 29 se registró un sismo relacionado con fallamiento local en Sabalito con magnitud de 4,0 (Fig. 7).

Otro evento se registró el día 9 de febrero, se ubicó cerca de Laurel, en la zona sur y tuvo una magnitud de 5,1 y se sintió fuerte en dicha zona del país, aunque no causó daños. Durante el mes de julio del 2010 se reportaron 5 eventos que se produjeron en la zona sur del país en Golfito, Pto. Armuelles, Laurel, y San Vito. El mayor de ellos fue el del 29 de julio con una magnitud de 4,4. Todos estos sismos tuvieron intensidades moderadas (IMMmax. III) y no generaron daños. También en la zona sur, en agosto se registraron dos eventos sentidos al NE de San Vito de Coto Brus, asociados a fallamiento.

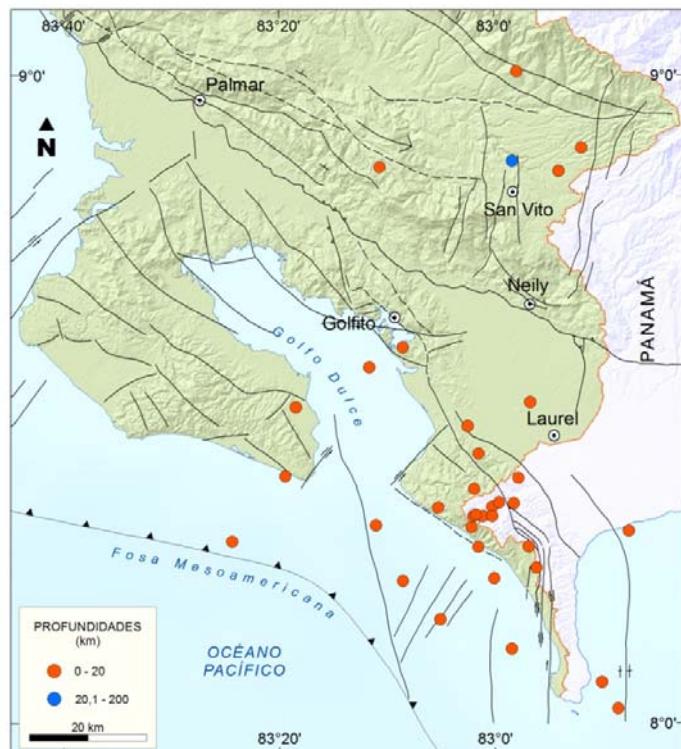


Fig. 7: Actividad sísmica en la zona sur en el 2010.

En agosto la actividad más importante fue la registrada el día 27 de agosto 20 km al norte de Buenos Aires, provincia de Puntarenas en donde un enjambre sísmico alarmó un poco a las poblaciones vecinas. Los sismos se ubicaron cerca del cerro Dúrika, en la parte alta de la cordillera de Talamanca. En setiembre en Buenos Aires de Puntarenas, se registraron 6 réplicas más de la actividad que se inició en esa zona en agosto de 2010 (Fig. 8). Esta actividad también está asociada a fallamiento local.

Este enjambre sísmico está relacionado con el fallamiento local de tipo normal de las cabeceras del Río Telire, donde en otras ocasiones se ha registrado sismicidad. El análisis de mecanismo focal para los dos principales eventos, indica fallamiento normal, relacionado a fuerzas gravitacionales, posiblemente debidas a los sistemas de fracturas, por el proceso de levantamiento de la Cordillera de Talamanca.

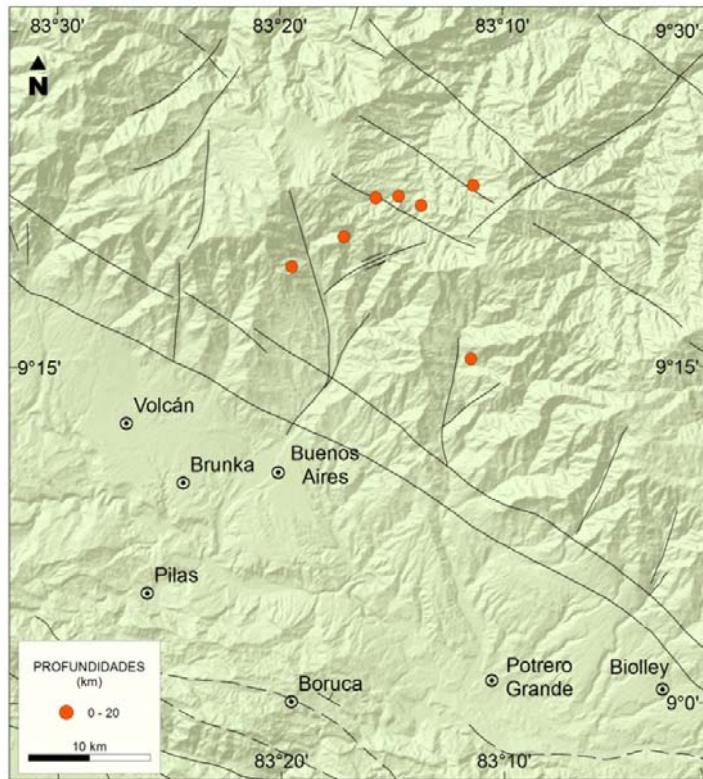


Fig. 8: Enjambre sísmico al norte de Buenos Aires.

ACTIVIDAD VOLCÁNICA

Volcán Tenorio

El volcán Tenorio ha aumentado la actividad sísmica en los últimos años y muy especialmente en el primer semestre del 2010 (Fig. 9). Además, el día 6 de julio a las 9:44 p.m. se produjo un sismo de magnitud $Mc= 3,4$ a una profundidad de 4,2 km que fue sentido en Bijagua de Upala y alrededores. Posteriormente se registraron algunas réplicas (24 sismos) que sugieren que se trata de una falla de rumbo N-S. Las profundidades de estos eventos del año 2010, en su gran mayoría, no sobrepasan los 10 km. Esto hace pensar que podemos estar ante el ascenso de magma o por lo menos una transferencia de esfuerzos en la parte superior de la corteza que ya está alcanza fallas locales como la que se activo el pasado 6 de julio (W. Taylor, OSIVAM).

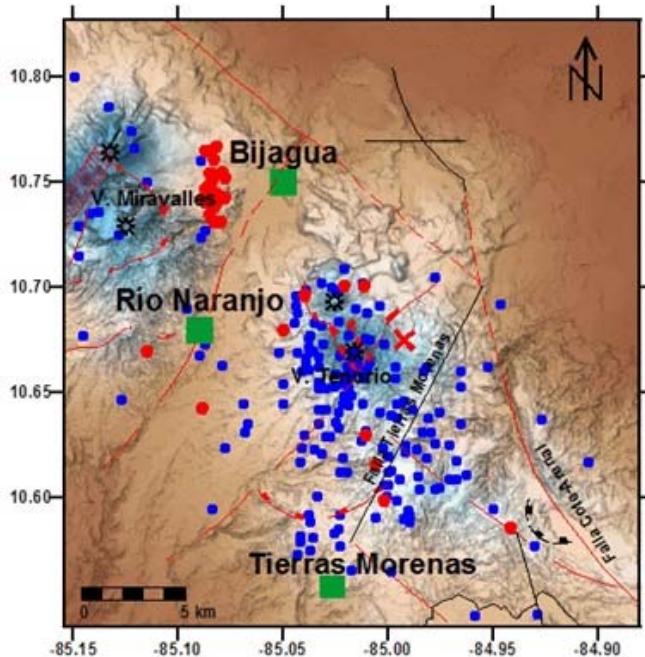


Fig. 9: Distribución de los sismos en el volcán Tenorio y alrededores durante el 2010.

Volcán Arenal

La actividad del Arenal durante el mes de mayo 2010 presentó las mismas características de los últimos meses: intensa actividad fumarólica desde la cima (Fotos 1-2), coladas de lavas blocosas cortas con una baja tasa de efusión, que provocan deslizamientos de rocas, y explosiones estrombolianas moderadas, siempre dentro del patrón de normalidad de los últimos 10 años de la actividad, que se prolonga desde julio de 1968 (casi 42 años continuos).

Dado que la lava se mantiene con una baja tasa de extrusión de cerca de $0,1 \text{ m}^3/\text{s}$ (un tercio de la tasa en la década de los 1990), las coladas ($< 1 \text{ km}$ de longitud) se mantienen en las partes del cono de alta pendiente ($>35^\circ$), desde donde con frecuencia de minutos ocurren deslizamientos de las rocas del frente blocoso de las lavas, y llegan a formar abanicos de bloques sueltos en la parte media del cono (entre 800-1000 m s n.m.). Estos depósitos están muy engrosados (decenas de m) entre 1 y 2 km de distancia del cráter activo.

El lunes 24 de mayo en la mañana empezaron a ocurrir pequeños flujos piroclásticos originados en el frente de colada de lava activo, hacia el sector sur-suroeste del volcán.

La colada de lava estaba entrampada en un obstáculo topográfico de una lava previa, de modo que al superar la barrera topográfica y por efecto de la fuerza de gravedad, los deslizamientos de bloques del frente se tornaron más voluminosos y gradaron sucesivamente a flujos piroclásticos, de los cuales se contaron 15 hasta la 1

de la tarde de ese día. Como resultado, parte de ese sector sufrió una intensa erosión por parte de los flujos.



Foto 1 y 2: Izquierda: Gases y cenizas finas emitidas por los flujos piroclásticos del 24 de mayo a las 12:10. Sector sur-suroeste del volcán. Derecha: Frente de un flujo piroclástico del 24 de mayo a las 12:10. Fotos de Luis Madrigal (OSIVAM, ICE).

Posteriormente a esta actividad, el frente de colada de lava se activó y emitió continuos bloques que se transportaron por gravedad ladera abajo, rebotando y rodando hasta depositarse en los abanicos de bloques cerca de los 800-900 m de altitud. Los bloques, con interiores incandescentes por las altas temperaturas (cerca de 1000 °C), fueron vistos “al rojo vivo” incluso en horas diurnas. Por otra parte, el conducto, al quedar relativamente liberado de la coraza de lava superior, ha permitido una actividad explosiva más intensa, con frecuentes explosiones estrombolianas, que proyectan bloques y cenizas hasta un altura de 200-300 m sobre el cráter. Los bloques caen en proyección balística en la periferia del cráter y las cenizas son transportadas por los vientos alisios predominantes, que van principalmente hacia el oeste. No obstante, con la entrada de los vientos del Pacífico, hay también proyección de ceniza hacia el norte y hacia el noreste del volcán (W. Taylor, G.J. Soto, OSIVAM).

Volcán Poás

La temperatura del lago intracraterico se mantuvo en 53 grados Celsius con un grado de acidez de cero (la acidez más extrema posible) durante el año.

El domo ubicado en el centro del cráter presentó temperaturas de más de 600 grados Celsius con un punto máximo de 633 grados. Estas altas temperaturas provocan que el lago este en constante evaporación y que en dos años el nivel haya descendido 20 metros en total. Es por eso que ahora los turistas pueden apreciar desde el mirador estructuras geológicas del cráter que antes no se apreciaban por estar cubiertas por el agua ácida. El lago presenta constantes burbujeos y se aprecian natas de sedimentos y azufre flotando en el lago, proveniente de las piscinas de azufre ubicadas en el fondo del mismo.



Foto 3: Toma muestras de azufre y líticos hidrotermalizados que el lago del Poás lanza con sus erupciones freáticas. Al fondo, al lado izquierdo, el domo emanando gases a alta temperatura (R. Mora).

Durante el mes de mayo del 2010 se observaron al menos 6 erupciones freáticas provenientes de la Laguna Caliente del volcán Poás. Posiblemente la erupción más fuerte, fue la ocurrida el 29 de mayo del 2010. Esta erupción generó “chorros” de lodo que bañaron parte de las paredes del intracráter, especialmente hacia el sector Sur y Oeste (R. Mora).

Volcán Irazú

No mostró cambios importantes durante el 2010 salvo un incremento importante en la actividad sísmica de tipo tectónico en las fallas que rodean al macizo, tanto por el norte como por el sur. Muchos de esos sismos fueron reportados como sentidos en la zona cercana al volcán, pero fueron de magnitudes moderadas (menores a 4).



Foto 4: Cráter del volcán Irazú.

Volcán Turrialba

En el mes de enero fue importante la actividad que se reportó en el volcán Turrialba la cual se incrementó a partir del día 5 de enero y lanzó gases y alguna ceniza que puso en alerta a las autoridades de la Comisión Nacional de Emergencias (CNE) y a los científicos de la Red Sismológica Nacional (RSN), que incrementaron las medidas de seguridad y el monitoreo más detallado de la evolución de esta actividad (Fotos 5).



Foto 5: Fuertes emanaciones gaseosas del volcán Turrialba durante el año 2010.

Enjambres tectónicos con epicentros a lo largo de un rasgo tectónico principal (una zona al SW con cráteres, fallas, conos piroclásticos y fumarolas) fueron registrados durante todo el año (Fig. 10). Entre los principales focos de actividad sísmica que se han detectado destacan principalmente un grupo grande de sismos al NE del macizo del Turrialba, otro al norte del volcán Irazú, probablemente relacionado con la falla Río Sucio y otras aledañas y otro grupo por el sector sur, SE y SW del Irazú, por las localidades de Cot y Pacayas de Cartago en donde se localizan varias fallas pequeñas y también otros sismos cerca del cráter del Turrialba y hacia el sector sur-suroeste del mismo, que coinciden con la falla Ariete.

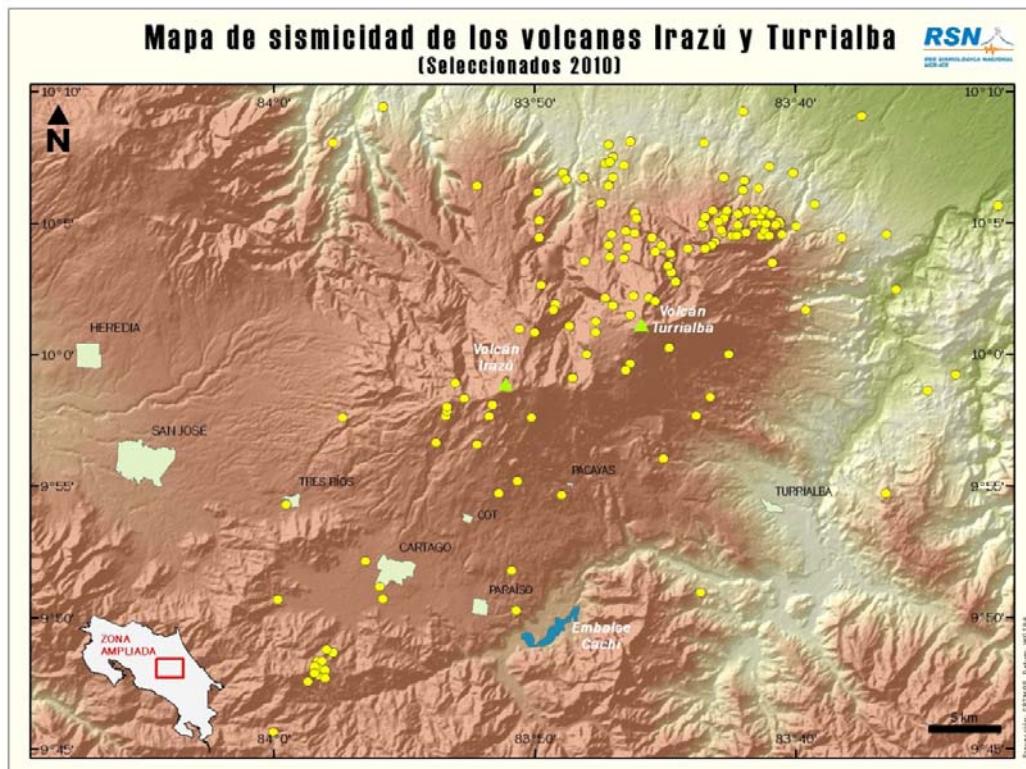


Fig. 10: Actividad sísmica en la zona Irazú-Turrialba en el 2010 (R. Barquero).

La lluvia ácida ($\text{pH} < 5$) ha afectado notablemente $\sim 50 \text{ km}^2$ en el flanco occidental. El 5-6 de enero del 2010, ceniza lítica fue eruptada debido a una actividad fumarólica-freática fuerte de un nueva abertura en el sector sur de la pared interna del cráter suroeste (Foto 5). Las cenizas muy finas se distribuyeron al suroeste y el oeste, alcanzando como trazas de polvo de roca hasta poblaciones de las afueras orientales de San José (hasta a 35 km desde el volcán) (Fig. 11).

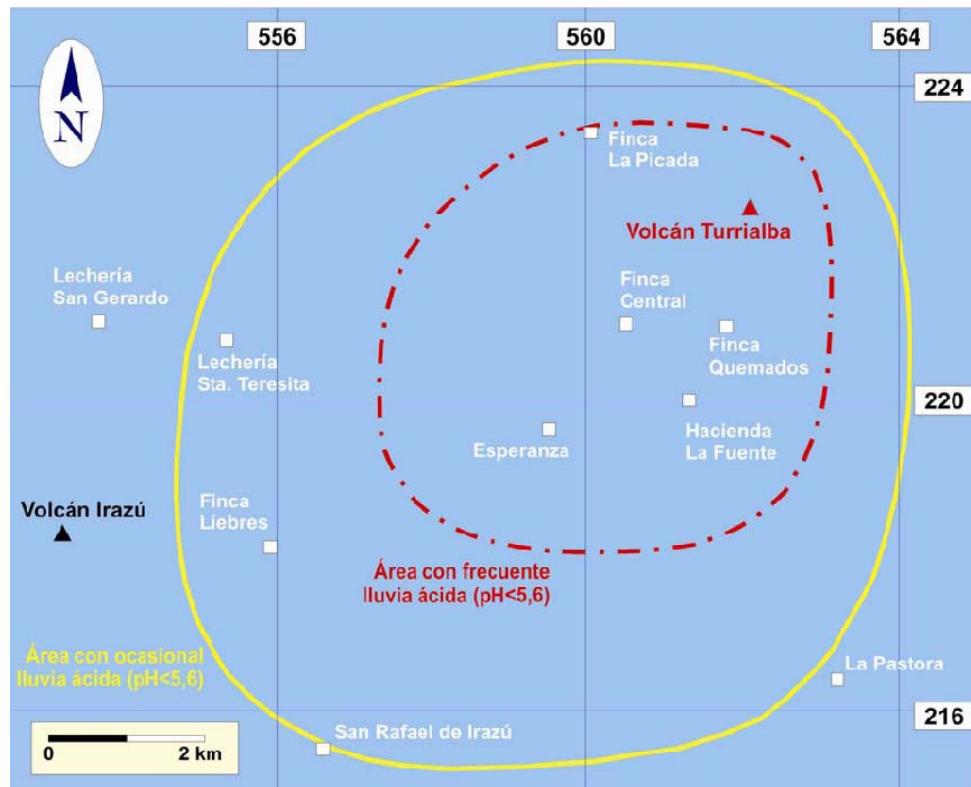


Fig. 11: Distribución de la lluvia ácida en los alrededores del volcán Turrialba (G.J. Soto).

Futuras erupciones (que podrían ocurrir en un plazo de meses a décadas), freáticas o magmáticas, representan una amenaza mayor para granjas y albergues a 5 km alrededor del volcán y amenazas significativas a la agricultura, los potreros y las telecomunicaciones y líneas vitales (viales y eléctricas) en el lado occidental del volcán, hasta varias decenas de kilómetros. La erupción más grande probable afectaría hasta 1,5 millones de personas y el transporte aéreo, porque el principal aeropuerto internacional costarricense está dentro de la región de dispersión de ceniza.

Semáforo volcánico

Durante todos los meses del año se mantuvo vigilancia sobre los principales volcanes de Costa Rica y se les asignó un estado de alerta según lo muestra el semáforo volcánico (G.J. Soto):

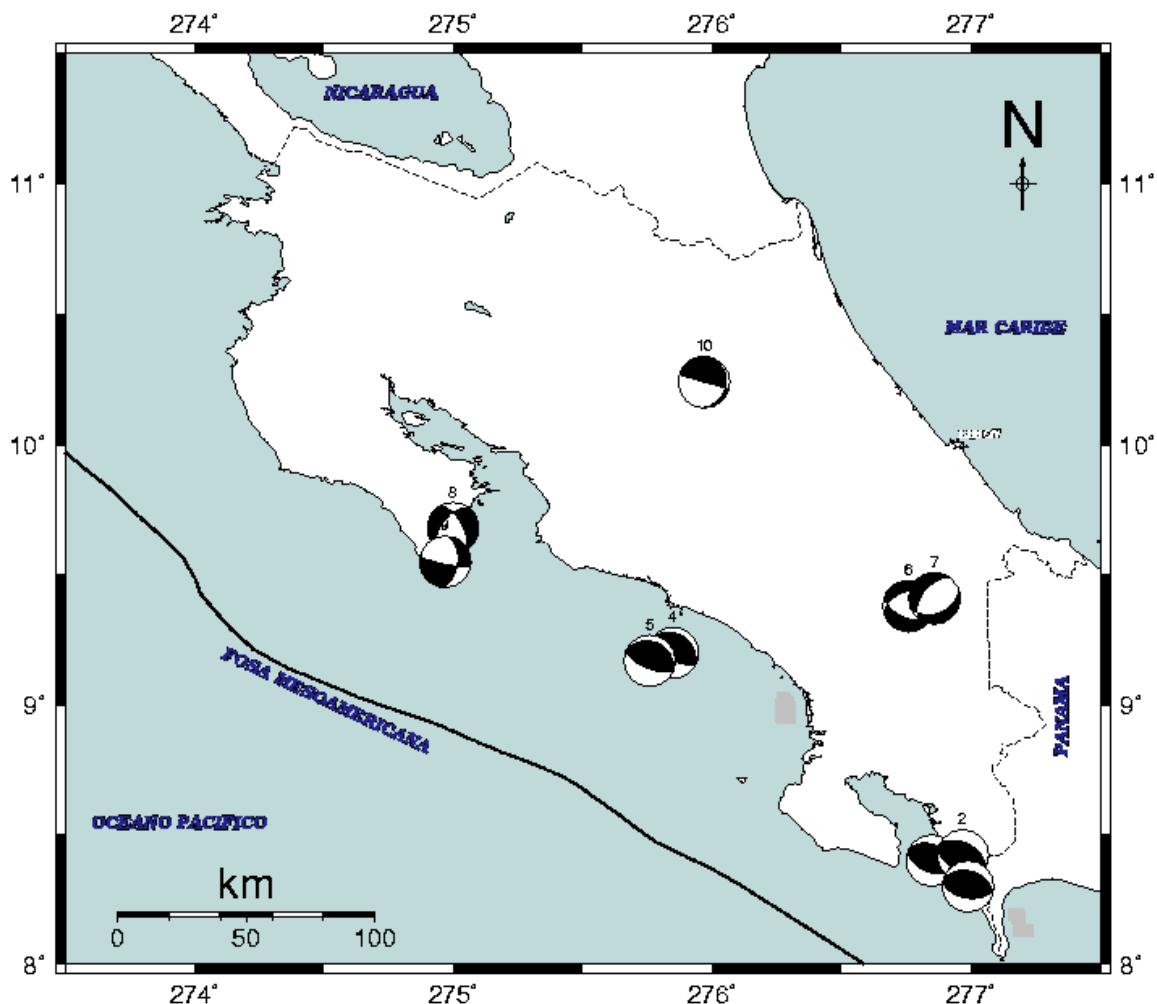
**Estadios de alerta volcánica en Costa Rica
“Semáforo volcánico” – Diciembre del 2010
Usado por la Red Sismológica Nacional (RSN: UCR-ICE)**




NIVEL	COLOR	DEFINICIÓN	DESCRIPCIÓN DETALLADA	CASOS
1 	Blanco ("apagado") 	1a) Volcán dormido	Activo en el Holoceno, pero sin actividad en el momento.	Orosi, Cacao, Miravalle, Chato, Platanar, Porvenir, Barva, Hule, Cacho Negro
		1b) Volcán activo con comportamiento estable o "normal"	Un volcán activo (con fumarolas, sismicidad de fondo o ambas) que puede registrar procesos menores moderados de emisión de gases y diferentes manifestaciones de actividad en superficie que afectan fundamentalmente la zona más inmediata o próxima al cráter activo, pero no representa mayor peligro para las poblaciones y actividades económicas (agricultura y turismo) de su zona de influencia.	Tenorio, Irazú, Rincón de la Vieja
2 	Verde 	2a) Cambios en el comportamiento de la actividad volcánica	Variaciones en la actividad normal y en sus niveles instrumentales de actividad que indican que el proceso es o puede ser inestable y puede evolucionar aumentando esos niveles en días o semanas. Pueden registrarse fenómenos que pueden alterar la vida cotidiana o normal de las poblaciones (p.ej. lluvia ácida) en la zona de influencia volcánica.	Turrialba
		2b) Eruptivo estable	Comportamiento eruptivo estable (explosivo, efusivo o ambos), con posibles cambios que indican que puede evolucionar aumentando esos niveles en días o semanas, sin variaciones significativas.	Poás Arenal
3 	Amarillo 	Erupción probable o cambios fuertes en la erupción en el término de días, semanas o pocos meses	Cuando el análisis de los indicadores de la vigilancia señale variaciones significativas en el desarrollo del proceso volcánico, los cuales pueden evolucionar en días, semanas o pocos meses antes de desencadenar en erupción de carácter explosivo, flujos piroclásticos, lavas o laharas dañadores.	Ninguno
4 	Rojo 	Erupción inminente, en curso intenso o cambio dramático en la erupción	Cuando la vigilancia del fenómeno volcánico permita evidenciar cambios que indiquen la probabilidad próxima de erupción explosiva o lávica intempestivas o cuando el evento eruptivo explosivo está sucediendo como tal en aumento de fases previas. La probabilidad puede establecerse por la comparación con los antecedentes instrumentales inmediatos que tenga el volcán dentro de su historial. El tiempo de preparación y respuesta es muy corto (horas a semanas).	Ninguno

Anexo 1: MECANISMOS FOCALES SISMOS DEL AÑO 2010 EN COSTA RICA

Fecha	Hora	LAT	LON	PROF	MAG	STR	DIP	SLIP	No.
23/01/2010	09:08	8.36	-83.02	12	5.3	299	39	98	1
23/01/2010	14:36	8.42	-83.03	15	4.8	104	42	79	2
23/01/2010	20:22	8.33	-83.01	12	5	287	38	96	3
20/05/2010	22:16	9.2	-84.2	24	5.9	303	25	97	4
01/06/2010	03:26	9.17	-84.24	22.7	6	293	26	91	5
27/08/2010	11:38	9.383	-83.192	11	3.9	253	44	-119	6
27/08/2010	20:16	9.416	-83.146	3.5	4.1	219	52	-109	7
16/09/2010	15:27	9.689	-85.063	3.5	5.1	217	54	-37	8
16/09/2010	16:36	9.613	-85.038	4.4	4.2	102	83	-140	9
09/10/2010	01:54	10.24	-84.33	94.7	5.8	14	16	178	10



Anexo 2: LISTADO DE LOS SISMOS SENTIDOS DEL AÑO 2010 (RSN)

Fecha	HM	LAT	LON	PROF.	MAG.	Epicentro
11/01/2010	00:57	10.105	-84.193	4	3.6	2.6 km al norte de San Isidro de Heredia
22/01/2010	09:49	9.582	-84.131	48	4.7	17 km al NNE de Quepos
23/01/2010	03:08	8.306	-83.184	3	5.0	Frente costa oeste de la Península Burica
23/01/2010	03:23	8.488	-83.308	18	3.8	Zona de Punta Burica
23/01/2010	03:42	8.281	-83.407	20	4.6	Zona de Punta Burica
23/01/2010	04:24	8.32	-83.018	15	4.0	Zona de Punta Burica
23/01/2010	04:43	8.161	-83.085	15	3.8	Zona de Punta Burica
23/01/2010	04:55	8.303	-83.036	15	4.0	Zona de Punta Burica
23/01/2010	05:30	8.382	-83.324	19	3.9	Zona de Punta Burica
23/01/2010	05:35	8.362	-83.032	15	3.9	Zona de Punta Burica
23/01/2010	06:19	8.333	-83.088	15	3.8	Zona de Punta Burica
23/01/2010	08:36	8.224	-83.001	15	4.7	Zona de Punta Burica
23/01/2010	08:43	8.023	-82.81	15	4.9	Zona de Punta Burica
23/01/2010	11:34	8.22	-83.142	13	4.3	Zona de Punta Burica
23/01/2010	12:04	8.379	-82.963	15	3.9	Zona de Punta Burica
23/01/2010	14:16	8.334	-83.004	15	3.9	Zona de Punta Burica
23/01/2010	14:19	8.341	-82.993	15	4.0	Zona de Punta Burica
23/01/2010	14:22	8.32	-83.004	5	4.5	Zona de Punta Burica
23/01/2010	14:41	8.34	-82.971	5	4.0	Zona de Punta Burica
23/01/2010	16:14	8.416	-83.025	15	3.9	Zona de Punta Burica

24/01/2010	03:56	8.32	-83.033	15	3.8	Zona de Punta Burica
24/01/2010	07:46	8.297	-82.793	15	4.1	Zona de Punta Burica
24/01/2010	09:24	9.94	-83.831	2	3.2	3 km al Noreste de Pacayas
24/01/2010	22:12	8.273	-82.948	15	3.9	Zona de Punta Burica
24/01/2010	22:14	8.24	-82.936	15	4.3	Zona de Punta Burica
24/01/2010	23:45	8.272	-83.026	15	3.8	Zona de Punta Burica
25/01/2010	01:17	8.322	-83.029	15	4.0	Zona de Punta Burica
28/01/2010	01:10	10.084	-84.161	83	4.3	Carrizal de Alajuela
28/01/2010	08:59	8.888	-82.865	17	4.0	8 km al NE de Sabalito
30/01/2010	19:47	9.885	-84.075	13	3.6	San Juan De Dios de Desamparados
31/01/2010	14:54	10.088	-84.032	86	4.3	8 Km NW San Isidro de Heredia
05/02/2010	16:27	9.9406	-84.413	3	3.5	Guácimos de Atenas
08/02/2010	08:50	9.584	-84.175	34	4.4	14 km al NNE de Quepos
09/02/2010	12:22	8.459	-83.042	18	5.1	14 km al Oeste de Laurel
24/02/2010	21:14	10.698	-86.663	34.7	5.8	110 km oeste de la Península de Santa Elena
01/03/2010	18:20	9.598	-83.982	12.5	3.3	8 km al suroeste de Santa María de Dota, zona de los Santos.
01/03/2010	19:12	9.987	-83.731	5.8	2.7	San Rafael, Pacayas, Oreamuno
01/03/2010	19:13	9.968	-83.802	2.1	3.7	San Rafael, Pacayas, Oreamuno
01/03/2010	19:36	9.954	-83.816	7.1	3.6	San Rafael, Pacayas, Oreamuno
01/03/2010	19:39	9.965	-83.648	6.1	2.1	7 km al Noroeste de Turrialba
01/03/2010	19:43	10.002	-83.819	2.7	3.2	San Rafael, Pacayas, Oreamuno
01/03/2010	19:46	9.937	-83.759	1.9	3.1	San Rafael, Pacayas, Oreamuno

01/03/2010	19:48	9.927	-83.783	0.7	2.7	San Rafael, Pacayas, Oreamuno
01/03/2010	19:55	9.948	-83.824	8.3	3.3	San Rafael, Pacayas, Oreamuno
05/03/2010	22:49	9.995	-84.038	6	4.5	1 km Noroeste de Sabanilla
13/03/2010	23:20	9.946	-84.005	6.2	3.5	1 km W San Ramón de Tres Ríos
30/03/2010	19:11	9.436	-83.828	19	3.6	10 km SW Santa Eduviges P. Z.
01/04/2010	14:50	19.018	-83.861	20	5.0	25 km al sur de Dominical
08/04/2010	14:37	9.43	-84.28	18.4	4.5	8 km al sur de Parrita
11/04/2010	00:28	9.038	-83.928	34	4.5	25 km al sur de Dominical.
21/04/2010	00:24	10.2	-83.753	3.4	3.5	4.4 km al SE de Guápiles
28/04/2010	18:46	10.787	-84.844	138	5.0	15 km al norte de San Rafael de Guatuso
30/04/2010	08:43	9.996	-83.804	12.9	3.6	5 km al NE del Volcán Irazú
12/05/2010	07:56	11.356	-82.955	13	5.0	Frente a la Costa Atlántica de Nicaragua.
12/05/2010	19:15	9.232	-84.222	6.8	4.0	7 km al norte del Bajo de La Hondura
13/05/2010	03:58	9.422	-84.347	4.2	4.6	25 km al suroeste del Sixaola
20/05/2010	16:16	9.206	-84.225	23	5.9	25 km al sur-suroeste de Quepos
21/05/2010	01:59	9.417	-82.343	48	4.3	11 km al sur de Parrita
26/05/2010	06:46	9.655	-85.55	18.4	5.1	25 km al sur de Sámara
21/06/2010	17:12	9.592	-84.238	21	3.9	13 km al NE de Parrita
30/06/2010	01:46	9.52	-83.976	57	3.8	24 km al Noroeste de Quepos
02/07/2010	06:16	8.581	-83.142	18	3.5	8 Km al sur de Golfito
06/07/2010	21:44	10.744	-85.085	15	3.9	Bijagua de Upala

08/07/2010	10:31	9.9	-84.579	55	4.2	6 km al suroeste de Orotina
13/07/2010	01:53	8.115	-82.974	14	4.3	22 km al sur de Puerto Armuelles
13/07/2010	01:53	8.115	-82.974	14	4.3	22 km al sur de Puerto Armuelles
22/07/2010	05:51	9.917	-83.91	5.6	3.3	3 km al sur de Llano Grande, Cartago
22/07/2010	12:39	8.496	-82.945	11.1	4.3	5 km al noroeste de Caucho, Puntarenas.
27/07/2010	07:00	9.932	83.859	4	3.5	2 km al noroeste de Santa Rosa, Cartago
27/07/2010	09:00	10.179	-85.488	17.8	3.7	5 km al noroeste de Nicoya, Guanacaste
28/07/2010	15:53	8.55	-83.194	13.5	4.3	9.6 km al SW de Golfito, Puntarenas.
29/07/2010	08:31	8.868	-82.972	28.2	4.4	5 km al N de San Vito de Coto Brus.
31/07/2010	09:29	10.044	-83.983	4	3.8	6 km al NW de San Jerónimo de Moravia
03/08/2010	20:56	9.99	-83.629	15.6	3.6	12 km al NE de Santa Cruz de Turrialba
06/08/2010	11:33	10.742	-86.431	52.8	5.0	82 km al NW de Playa del Coco
15/08/2010	06:36	8.981	-84.1	13.8	5.0	40 km NW de Dominical
16/08/2010	04:47	9.578	-83.818	51	3.8	19 km al SE de Santa María de Dota
16/08/2010	19:20	8.858	-83.177	2	4.1	Fila Anguciana, 25 km al Norte de Golfito
24/08/2010	13:51	9.633	-85.015	6	3.8	12 km al sureste de Cóbano
27/08/2010	05:38	9.256	-83.191	16.7	3.9	19 km al NE de Buenos Aires, Puntarenas
27/08/2010	14:16	9.325	-83.325	14.5	4.3	27 km al NE de Buenos Aires, Puntarenas
31/08/2010	21:26	9.177	-84.286	15.6	5.7	25 km al sur de Puerto Quepos
02/09/2010	06:10	9.376	-83.262	11	3	Ujarrás de Buenos Aires
02/09/2010	07:23	9.385	-83.189	7.8	3.5	14 km NE de Buenos Aires

02/09/2010	08:19	9.347	-83.286	10	2.9	11 km NNE Ujarrás de Buenos Aires
02/09/2010	09:58	9.377	-83.245	15.9	3.4	5 km NNE Ujarrás de Buenos Aires
06/09/2010	21:32	9.441	-84.213	12	4.5	5 km NW de Quepos
09/09/2010	03:25	9.37	-83.228	11	4.1	15 km NE Ujarrás de Buenos Aires
12/09/2010	07:26	9.006	-82.965	5	4.5	20 km norte San Vito Coto Brus
16/09/2010	09:27	9.581	-85.063	3.5	5.1	26 km SE de Paquera
16/09/2010	10:34	9.613	-85.038	4.4	4.2	12 km SE de Cóbano
18/09/2010	02:58	9.513	-85.063	9.5	4.3	20 km SE de Cóbano
18/09/2010	16:09	9.581	-85.08	16.6	5	12 km SE de Cóbano
20/09/2010	00:40	8.852	-82.9	12.9	4.4	9 km NE de San Vito de Coto Brus
24/09/2010	03:19	9.571	-85.057	4.7	3.7	14 km SSE de Cóbano
24/09/2010	09:03	9.902	-84.002	78	4.1	2 km SW de Tres Ríos
26/09/2010	16:49	10.063	-85.338	34.6	4.1	6 km SE de Mansión de Nicoya
27/09/2010	08:33	9.538	-85.095	6.2	4.1	16 km al sur de Cóbano
03/10/2010	20:29	9.075	-83.918	26.4	4.2	20 km SSW de Dominical
05/10/2010	19:53	9.646	-84.184	11.8	3.6	8.5 km SW de Llano Bonito, San Marcos de Tarrazú
08/10/2010	19:54	10.229	-84.244	84	5.9	17 km NE de Zarcero
08/10/2010	21:16	10.174	-84.247	97	3.3	16 km este de Zarcero
08/10/2010	23:15	10.134	-84.276	90	4.1	14 km SE de Zarcero
08/10/2010	21:25	8.064	-82.835	18	4.9	24 km Sur de Puerto Armuelles, Panamá
14/10/2010	06:09	9.613	-84.051	21.5	3.6	4 km SE San Lorenzo de Tarrazú
12/11/2010	04:56	9.283	-84.28	25	4.4	20 km SW de Quepos
22/11/2010	08:32	9.462	-83.574	9.7	3.6	10 km NE de Rivas de P.Z.
22/11/2010	01:12	9.396	-84.702	6	4.3	25 km SSW de Jacó
07/12/2010	11:12	09.504	-85.075	2.5	4.1	5 km SE Cabo Blanco
08/12/2010	12:27	10.331	-85.403	2.1	3.9	20 km SE Filadelfia, Gte.
29/12/2010	11:13	09.956	-83.029	6.0	4.6	4 km Sur de Limón