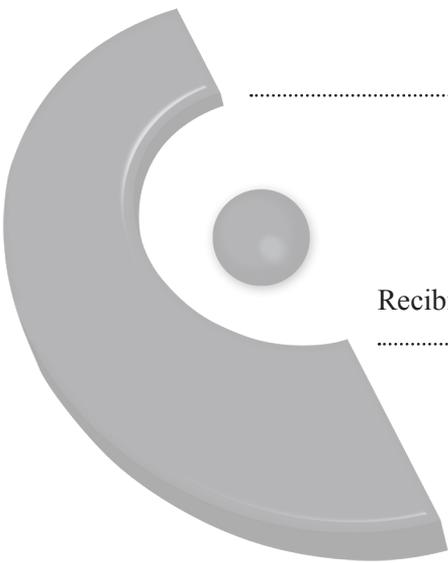


Sistema Nacional de Monitoreo de Tsunamis

National System of Tsunamis Monitoring



Silvia Chacón Barrantes
Universidad Nacional
Heredia, Costa Rica
silviachaconb@gmail.com

Recibido: 22/9/14 Aceptado: 17/8/15

Resumen: En cualquier cuerpo de agua, y más específicamente en cualquier océano, se puede generar un tsunami. Por esto, nuestro país, al tener dos costas, se encuentra expuesto a ellos. Los tsunamis no se pueden evitar ni pronosticar con más de varias horas de anticipación a su arribo, lo que hace a los centros de alerta de tsunamis indispensables en la mitigación de las consecuencias que pueden tener en las poblaciones costeras. En nuestro país, el único ente autorizado a emitir alertas es la Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias (CNE). Para otros riesgos naturales como sismos y fenómenos meteorológicos, la CNE se apoya en entes técnico-científicos que emiten su criterio acompañado de recomendaciones. Desde el 2007 la CNE ha consultado a varios oceanógrafos cuando los centros internacionales de alerta de tsunamis emitían información de un posible evento. Sin embargo, hasta el 2014 no existía un ente técnico-científico que trabajara el tema tsunami específicamente. Y en abril de este



año se fundó el Sistema Nacional de Monitoreo de Tsunamis (SINAMOT) para llenar este vacío. El SINAMOT analiza la información relacionada con sismos costeros y emite reportes para la CNE, con indicaciones del nivel de peligrosidad y recomendaciones en cada caso. Adicionalmente, el SINAMOT realiza asesorías y brinda capacitaciones en el tema tsunamis, tanto a la CNE como a otras entidades, cuando se le solicita. El SINAMOT está compuesto por dos oceanógrafos físicos del Programa RONMAC de la UNA y dos ingenieros marítimos de la Unidad de Ingeniería Marítima de Ríos y Estuarios (iMARES) del Instituto de Investigaciones en Ingeniería (INII) de la Universidad de Costa Rica (UCR). Los cuatro integrantes del SINAMOT están disponibles 24/7 para atender avisos de tsunamis. El SINAMOT cuenta con una sala de monitoreo en el Programa RONMAC-UNA, en el Departamento de Física, y los programas de cómputo que utilizan se encuentran instalados también en un servidor del INII, en el que pronto se terminará una segunda sala de monitoreo para asegurar redundancia y acceso rápido a todos sus integrantes.

Palabras clave: Tsunamis, desastres naturales, gestión del riesgo.

Abstract: Tsunamis can happen in any water body, more specifically in any ocean. Therefore, our country, having two coasts, is exposed to tsunamis. Tsunamis cannot be avoided or predicted more than a few hours before their arrival; therefore tsunami warning centers are necessary to mitigate the impact they can have on coastal populations. In our country, only the National Commission of Risk Prevention and Emergency Response (CNE) is authorized to issue warnings. For other natural hazards such as earthquakes and meteorological phenomena, the CNE bases its decisions on technical and scientific institutions that emit their assessment accompanied by recommendations. Since 2007 the CNE has consulted several oceanographers when international tsunami warning centers issued information about possible tsunamis. However, until 2014 there was not a technical institution working on tsunamis specifically. In April this year, the National Tsunami Monitoring System (SINAMOT) was founded to fill this gap. The SINAMOT analyzes information related to coastal earthquakes and issues reports to the CNE, with indications of the level of danger and recommendations in each case. Additionally, the SINAMOT provides consultancy and training related with tsunamis, both to CNE and to other entities when prompted. The SINAMOT consists of two physical oceanographers from RONMAC Program and two marine engineers from the Unit of Maritime Engineering Rivers and Estuaries (iMARES) of the Research Institute of Engineering (INII) of the University of Costa Rica (UCR). The four members of SINAMOT are available 24/7 to address tsunami warnings. The SINAMOT has a monitoring room in the

RONMAC Program in the Department of Physics a second monitory room it will soon be completed at IMARES for monitoring redundancy and ensure quick access to all its members.

Keywords: tsunamis, natural disasters, risk management

Los tsunamis son ondas que se generan por una perturbación súbita de la superficie del agua. Son más comunes en los océanos y mares aunque también pueden darse en lagos. En el océano Pacífico, en general, han sucedido más del 80% de los tsunamis de los que se tiene noticia. En el mar Caribe, aunque menos frecuentes, los tsunamis también han sido destructivos, como, por ejemplo, el de Jamaica de 1692 que destruyó la capital de ese país (NGDC/WDS, 2014).

La causa más común de los tsunamis son los sismos costeros. También pueden ser provocados por deslizamientos de tierra, erupciones volcánicas, caída de meteoritos o cambios rápidos en la presión atmosférica. Los tsunamis se propagan a velocidades similares a las de un jet en océano profundo, donde generalmente no es posible observarlos a simple vista. Sin embargo, al acercarse a la costa, su velocidad disminuye y, consecuentemente, su altura se incrementa. Los tsunamis son particularmente sensibles a cambios en la profundidad del agua, por lo que ciertas morfologías costeras tienden a incrementar o disminuir su altura, como por ejemplo, puertos o bahías cerradas. Otro efecto de esta dependencia con la profundidad es la gran diferencia que puede existir en las alturas del mismo tsunami en localidades vecinas.

Si bien un tsunami dirige la mayor parte de su energía a las costas frente a su región de generación, este viaja a través de todo el cuerpo de agua en el que se genera. Los tsunamis grandes, como el de Indonesia 2004 y el de Japón 2011, han causado daños en localidades lejanas a su región de generación, y se han registrado en mareógrafos en todos los océanos, ya que estos están interconectados entre sí.

La destrucción causada en Hawaii por el tsunami de las Islas Aleutianas de 1946 provocó que se empezara a gestar lo que luego del tsunami de Chile de 1960 se convertiría en el Sistema de Alerta de Tsunamis del Pacífico (PTWS), que involucra a casi todos los países de la cuenca pacífica y cuyo centro operativo (PTWC) se encuentra en Hawaii. En el 2004, un tsunami generado en Indonesia causó casi 300,000 muertes en toda la cuenca del océano Índico, una cuenca que, a pesar de poseer

antecedentes de tsunamis, no contaba con ningún sistema de alerta internacional. Esta tragedia humanitaria puso en alerta a los países de otras cuencas y, en el 2010, se estableció en Puerto Rico el Programa de Alerta de Tsunamis del Caribe (CTWP), que luego daría lugar al Sistema de Alerta Temprana de Tsunamis y otras Amenazas Marino-Costeras del Caribe (Caribe-EWS) que utiliza también al PTWC como centro operativo. Los antecedentes de tsunamis en el mar Caribe son importantes y, al tratarse de una cuenca tan pequeña, los tiempos de viaje son muy reducidos. Por ejemplo, lo más que tardaría un tsunami generado en el Caribe en llegar a nuestras costas es cuatro horas, lo que deja un margen de tiempo muy pequeño, si es necesario realizar evacuaciones.

Costa Rica pertenece a ambos sistemas internacionales de alerta, los cuales notifican a los puntos focales (TWFP) de los países asociados, cuando sucede un sismo que podría generar un tsunami. Sin embargo, el análisis de la información del evento y las decisiones de declarar alertas o evacuar recaen en cada país. En el caso del nuestro, el punto focal oficial de tsunamis y la única entidad autorizada para declarar alertas u ordenar evacuaciones es la Comisión Nacional de Emergencias (CNE).

Como muestra la figura 1, en nuestro país se tiene registro del arribo de al menos 23 tsunamis, 12 de ellos locales (NGDC/WDS, 2014). De estos 23 tsunamis, diez de ellos únicamente han sido percibidos por instrumentos y no por la población. Un ejemplo de esto es el tsunami de Japón del 11 de marzo de 2011 que fue registrado por el mareógrafo de Quepos con una altura máxima de poco más de 40cm (figura 2). De los tsunamis percibidos por la población, en la costa pacífica destacan el tsunami de 1854 en la Península de Osa que destruyó la Villa de Golfo Dulce, actual Puerto Jiménez (Molina, 1997); el tsunami de 1905, originado en la Península de Nicoya y que inundó el patio de la casa del administrador en la Isla del Coco (Molina, 1997); el tsunami de Nicoya de 1950, con alturas de entre 2 a 4m en la costa oeste de la Península de Nicoya (Protti, Güendel, & Malavassi, 2001); el de Cóbano de 1990, que inundó el Paseo de los Turistas y el tsunami de Nicaragua de 1992 con alturas de más de 3m en el Pacífico Norte de nuestro país (NGDC/WDS, 2014). En la costa caribeña destacan los tsunamis de Matina de 1798 y 1822 que causaron inundaciones en dicha localidad y el de Limón de 1991 con alturas de más de 3m en el Caribe Sur de nuestro país (Molina, 1997), entre otros.

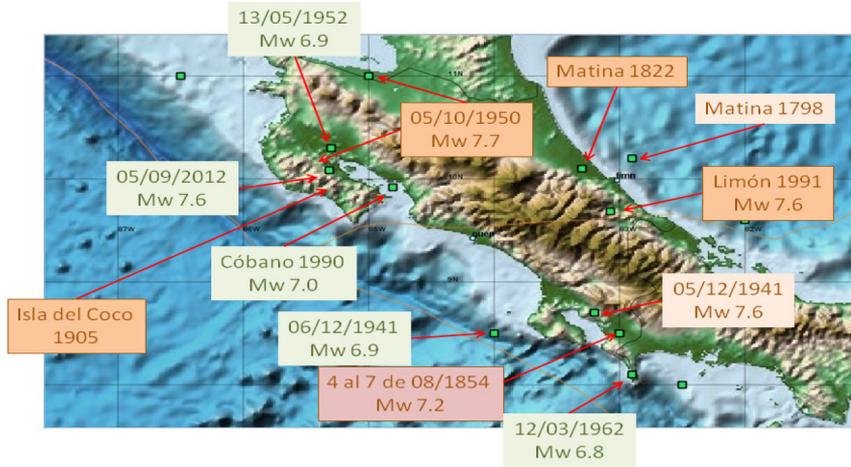


Figura 1. Localización de sismos costeros que han generado tsunamis locales en nuestro país con su correspondiente fecha y magnitud de momento sísmico cuando se cuenta con ella.

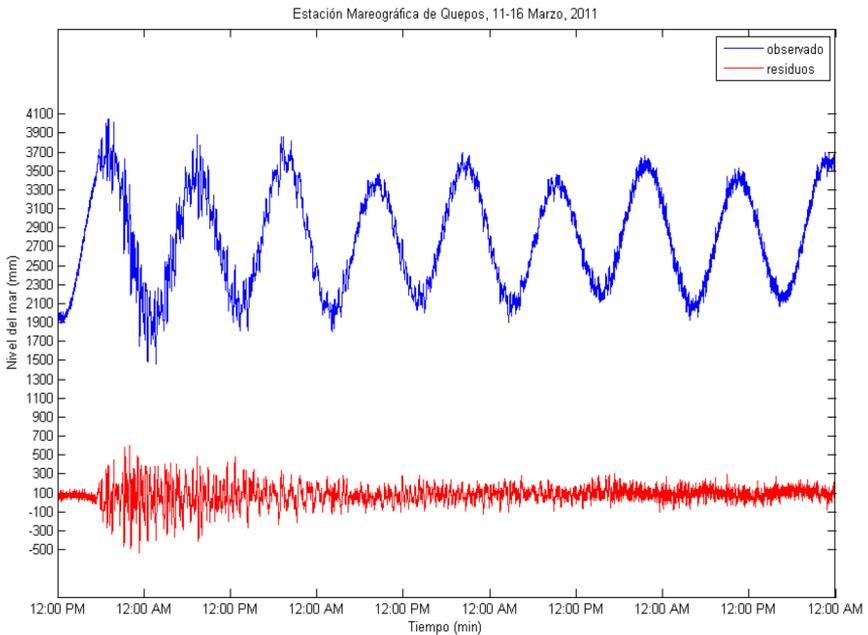


Figura 2. Registro del tsunami de Japón de 2011 en el mareógrafo de Quepos del 11 al 16 de marzo. La línea superior muestra la lectura del mareógrafo y la inferior el residuo: lo que queda después de quitar la marea, la señal del tsunami es claramente observable durante las primeras 48 horas.

Desde 1991 el Programa RONMAC-UNA ha mantenido una colaboración con el PTWC referente a los datos de las estaciones mareográficas. Desde el 2005 recibimos los boletines de tsunami del PTWC y desde el año 2007 le brindamos asesoría a la CNE relativa al análisis del peligro para nuestro país de los eventos descritos en dichos boletines. En ese año se elaboró un procedimiento de comunicación entre la CNE y RONMAC para dichos efectos, el cual fue revisado y ampliado a IMARES-UCR durante el año 2013. Asimismo, fuimos acreditados los cuatro académicos (dos de la UNA y dos de la UCR) como TWFP alternos ante el PTWC y CARIBE-EWS.

Con estos antecedentes se quiso formalizar esta labor y en abril de 2014 se creó el Sistema Nacional de Monitoreo de Tsunamis (SINAMOT) como una cooperación entre las dos instancias académicas mencionadas, para la evaluación del peligro de tsunami para nuestro país ante la ocurrencia de un sismo costero. Es importante destacar que esta colaboración ya se estaba llevando a cabo y el SINAMOT viene a oficializarla y formalizarla.

Como otro dato importante, en setiembre de 2013 fundamos la Red de Investigadores en Tsunamis de Latinoamérica y el Caribe (RITLAC), a la cual pertenecemos los integrantes de SINAMOT. Esta red propicia el intercambio de investigación científica relacionada con tsunamis por medio de lista de correos, Google Groups y Facebook, y el intercambio de información durante un evento de tsunami por medio de Whatsapp y Skype. Actualmente pertenecen a la Red más de 22 personas de 13 países y se mantiene muy activa.

Método

Hasta abril del 2014 la evaluación del peligro de tsunamis en Costa Rica se había realizado de manera informal, usando exclusivamente información en páginas web y experiencia en el tema de los investigadores contactados. En dicho mes, luego de una capacitación recibida en México e impartida por el Centro Internacional de Información de Tsunamis (ITIC) y el Centro de Información de Tsunamis del Caribe (CTIC), instalamos en el Programa RONMAC cuatro programas de cómputo que permiten realizar el análisis del peligro de una manera más expedita y confiable. El mes siguiente se instalaron los mismos programas en los servidores del INII-UCR y se capacitaron los restantes investigadores que dan atención a tsunamis.

Actualmente el SINAMOT cuenta con una sala de monitoreo de tsunamis en la UNA y se espera contar con otra en la UCR a partir del próximo mes. La sala de monitoreo de la UNA está equipada con tres computadoras

y cinco pantallas de 32” que permiten visualizar mejor la información necesaria para la toma de decisiones.

Adicionalmente al equipo y programas de cómputo se elaboraron procedimientos operativos para el funcionamiento general de SINAMOT y para el análisis del peligro, de forma que este se haga en forma estandarizada.

El procedimiento general de funcionamiento de SINAMOT se muestra con un diagrama en la figura 3. Cada vez que sucede un sismo costero de magnitud de momento mayor a 6, el SINAMOT es informado por varios medios: programa de cómputo CISN, aplicación para iOS Earthquake and Tsunami, correo electrónico y mensaje de texto del PTWC y llamada telefónica o radial de Base Cero de la CNE. En caso de sismos locales, los integrantes de SINAMOT reciben además mensajes de texto del Laboratorio de Ingeniería Sísmica (LIS) de la UCR, del OVSICORI-UNA y un correo electrónico de la Red Sísmológica Nacional de la UCR-ICE. Dado que la notificación de un sismo costero constituye el mecanismo de activación de SINAMOT es primordial que haya redundancia en este paso.

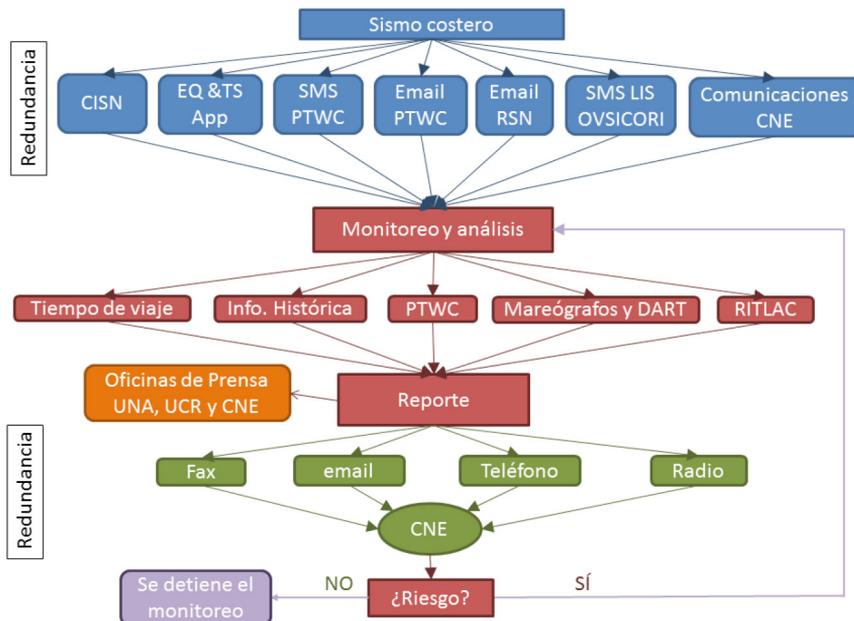


Figura 3. Diagrama del Procedimiento Operativo Estandarizado General.

Una vez activado el SINAMOT, se procede al monitoreo y análisis del peligro de tsunami. Los procedimientos estandarizados establecidos para esto toman en cuenta la cuenca en la que sucedió el sismo: pacífica, caribeña o atlántica; el tiempo estimado de viaje del tsunami; la localización y características del sismo; la información histórica disponible de tsunamis provenientes de la misma región; información suministrada por el PTWC; registros de nivel del mar disponibles hasta el momento; información suministrada por los demás integrantes de RITLAC; el estado de la marea a la hora estimada de arribo del tsunami; hora del día; época del año, entre otras variables científicas y sociológicas.

Posteriormente, se emite un primer reporte para la CNE, el que debe darse pocos minutos después de recibir la notificación del sismo y por varios canales: correo electrónico, fax, teléfono y radio. Este reporte constituye una herramienta técnico-científica para la toma de decisiones que le compete a la instancia mencionada. El reporte se envía también a las oficinas de prensa de la CNE, de la UNA y la UCR y se publica un resumen en la página de Facebook de SINAMOT. Se continúa con el monitoreo de las variables mencionadas, y se emiten reportes a la CNE cada media hora o cada vez que surja información que lo amerite. Dicho monitoreo se suspende una vez que se ha comprobado que ha pasado el peligro, sea que el tsunami haya afectado a nuestro país o no.

Después, el evento atendido se ingresa a la base de datos del SINAMOT, lo que nos permite llevar un registro de las características de los eventos atendidos, su manejo y sus consecuencias.

A pesar de todo lo expuesto, de nada sirve notificar a tiempo a la población de la llegada de un tsunami, si esta no sabe qué tiene que hacer. Por esto, el Sistema Nacional de Monitoreo de Tsunamis también brindará capacitaciones en el tema cuando se le solicite, y realizará divulgación por medio de redes sociales, ya sea preventiva o cuando haya eventos.

Logros obtenidos

Desde la creación formal de SINAMOT en abril de 2014 hasta el 21 de setiembre de 2014, se ha dado atención a 32 boletines del PTWC, 28 de ellos correspondientes al océano Pacífico y 4 de ellos al Caribe (figura 4a). Del total de boletines sobre sismos costeros, 6 de ellos generaron tsunamis (figura 4b) y 28 se recibieron en horas no laborales: noches y fines de semana (figura 4c). Uno de estos boletines correspondió a un sismo cerca

de la frontera con Panamá que fue sentido por algunas personas en el Valle Central; sin embargo, no por los integrantes de SINAMOT; el resto de los boletines correspondieron a sismos no sentidos en el territorio nacional.

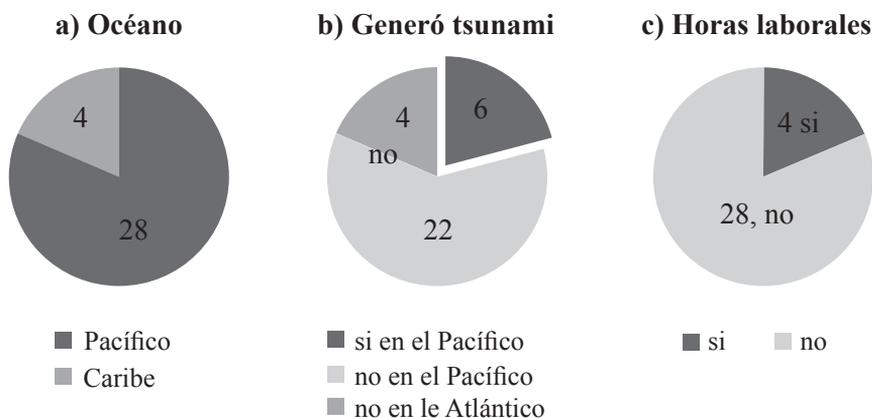


Figura 4. Boletines recibidos desde la creación de SINAMOT clasificados por (a) océano Pacífico y mar Caribe, (b) si el sismo generó tsunami y (c) si el boletín se recibió en horas laborales.

Para todos estos sismos, el SINAMOT generó al menos un reporte para la CNE, el cual fue enviado por correo electrónico y confirmado por teléfono. Ninguno de los 6 tsunamis generados en este período de tiempo representó un riesgo para nuestro país

Asimismo, la Red de Investigadores en Tsunamis de Latinoamérica y el Caribe (RITLAC) rindió sus frutos al proveernos información sobre los 7 sismos costeros que se dieron en la región en el período mencionado y generaron boletín de tsunami. En estos casos se dio un intercambio de mensajes instantáneos con uno o varios integrantes de la Red en el país donde ocurrió el sismo, los cuales nos proveyeron de información más amplia y rápidamente.

Finalmente la página de Facebook de SINAMOT (www.facebook.com/sinamot.cr) ya cuenta con más de 1800 seguidores y sus informaciones sobre sismos costeros y divulgación científica son muy bien recibidas entre los usuarios.

Discusión

Si bien no hay datos específicos de pérdida de vidas en los registros existentes de tsunamis en el país, estos sí han causado daños materiales. En algunos casos dichos daños se pudieron haber evitado, si se hubiera contado con el aviso respectivo. Asimismo, en varias ocasiones en nuestro país ha cundido el pánico en la población ante noticias de agencias internacionales que indican que nuestro país está en alerta de tsunami cuando no es así. Y siempre queda la interrogante de si en siglos anteriores, la falta de reportes de muertes o daños correspondientes a tsunamis lejanos se debió no a la ausencia de estas consecuencias sino a la incapacidad de relacionarlas con el evento respectivo, debido a la escasez y aislamiento de las poblaciones costeras en nuestro país en esas épocas.

SINAMOT se ha creado con el objetivo de llenar esos vacíos. Hemos ofrecido un análisis rápido del peligro para nuestro país de un eventual tsunami, lo cual ha sido de mucha utilidad para la CNE. Adicionalmente, hemos ofrecido a la población un punto de referencia donde buscar información, lo cual ha sido muy bien recibido.

Se suma a ello, el control constante que, por parte nuestra, ha hecho que el procedimiento operativo estandarizado general se cumpla, sobre todo en lo concerniente al monitoreo de sismos costeros durante horas no laborales. Si bien antes de la creación del SINAMOT la mayoría de sus integrantes respondían a consultas de la CNE en el tema de tsunamis, nunca se les llamaba fuera de horas laborales, ya que nadie monitoreaba los sismos costeros a esas horas, haciendo completamente

posible que un tsunami arrasara nuestras costas mientras la población se encontraba durmiendo, por falta de controles.

Cabe destacar que en muchas ocasiones no se toman medidas preventivas ante desastres naturales hasta que no sucede uno de ellos, como, por ejemplo, la fundación del PTWC, el Programa de Alerta de Tsunamis del Océano Índico y las medidas preventivas ante tsunami que tiene Nicaragua desde que sufrió las consecuencias de un tsunami en 1992. Sin embargo, en algunos casos aprendemos de errores y carencias ajenas y nos preparamos antes de que nos suceda y para que no nos suceda, como es el caso del Sistema de Alerta de Tsunamis del Caribe y el SINAMOT.

Concluyendo, si bien los procedimientos estandarizados del SINAMOT junto con su sala de monitoreo es algo que no quisiéramos tener que usar nunca, nos sentimos satisfechos de estar mejor preparados para cuando la emergencia se presente.

Referencias

- Molina, E. (1997). *Tsunami Catalogue for Central America*. Bergen: Institute of Solid Earth Physics, University of Bergen.
- NGDC/WDS. (2014). *Global Historical Tsunami Database*. (National Geophysical Data Center / World Data Service) Retrieved 2014, from http://www.ngdc.noaa.gov/hazard/tsu_db.shtml
- Protti, M., Güendel, F., & Malavassi, E. (2001). *Evaluación del potencial sísmico de la Península de Nicoya*. Heredia, Costa Rica: EFUNA.