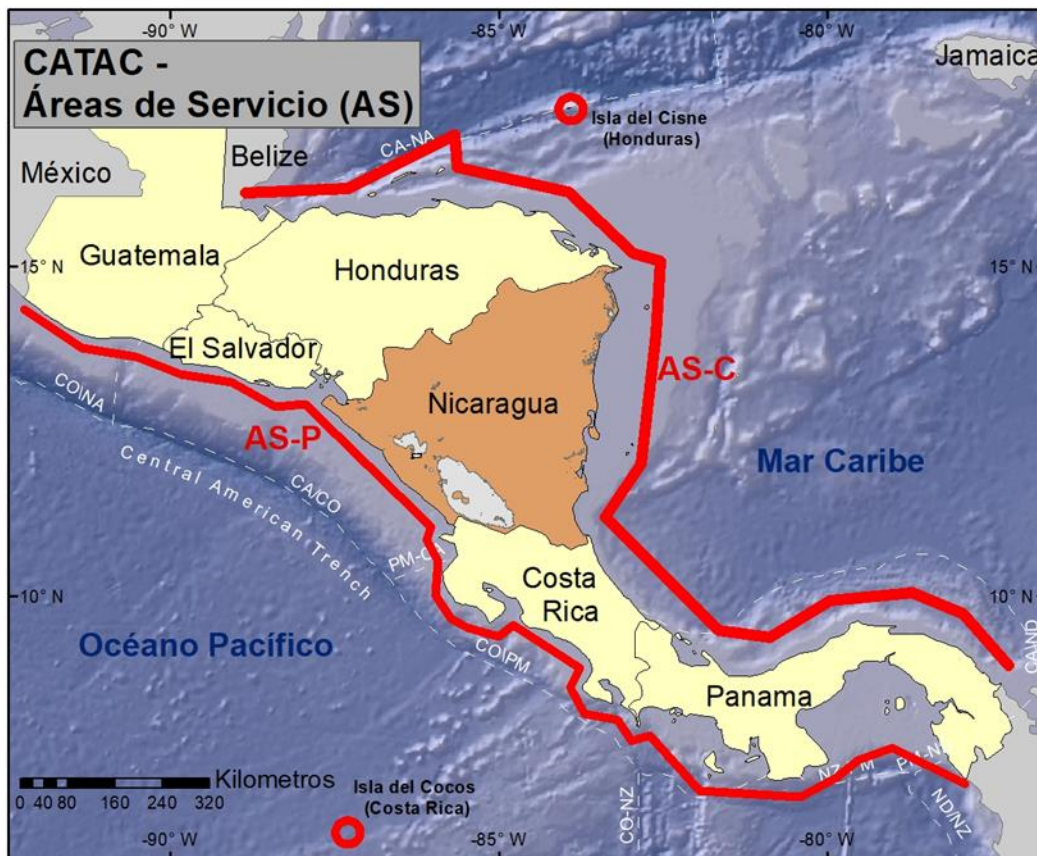




Guía de Usuario del Centro de Asesoramiento de Tsunamis para América Central (CATAC) establecido en INETER/Nicaragua - versión 2021 -

- Borrador vs. 20211026 -



Managua, Nicaragua
Noviembre de 2021

**Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER)
Centro de Asesoramiento de Tsunamis para América Central**

**Guía de Usuario del Centro de Asesoramiento de
Tsunamis para América Central – CATAC -
Versión 2021**

Elaborado: Wilfried Strauch con aportes del equipo CATAC

Fecha: 15/11/2021

Managua, Nicaragua



Equipo del CATAC, 2019

Nota: Favor, enviar observaciones y correcciones a wilfried.strauch@yahoo.com

Esta Guía del usuario se ha redactado en base a la Guía del usuario para los productos mejorados del Pacific Tsunami Warning Center para el Sistema de alerta de tsunami del Pacífico, IOC Technical Series No 1 05, edición revisada. UNESCO / COI 2014 (inglés; español) y la Guía de usuarios operativos para el Sistema de alerta y mitigación de tsunamis en el Pacífico (PTWS). IOC Technical Series No 87, Segunda Edición. UNESCO / COI 2009, la Guía de usuarios para el **NTWAC (2018)**, y la **Guía del SCSTAC**.

Contenido

Página

Resumen ejecutivo	3
1. VISIÓN GENERAL	4
1.1. Introducción	4
1.2. Gobernanza y Aprobación	6
1.3. Funcionamiento del CATAC	8
1.4. Línea de tiempo de implementación	9
2. ÁREA DE SERVICIO Y CRITERIOS DE EMISIÓN	10
3. PRODUCTOS CATAC	12
3.1. Esquema de los productos CATAC	12
3.2. Productos de texto	13
3.3. Productos gráficos	15
3.4. Línea de tiempo de emisión del producto.....	16
4. CANALES DE DISTRIBUCIÓN	17
5. PRUEBA DE COMUNICACIONES	17
6. ESTADO DE LOS PRODUCTOS CATAC	18
7. PLANTILLA A-CATAC	19
7.1. Título	20
7.2. Número de Boletín	20
7.3. Parámetros del terremoto	20
7.4. Potencial Tsunami génico	20
7.5. Bloques costeros	21
7.6. Pronóstico de amplitud y hora de llegada	21
7.7. Observación del tsunami	22
7.8. Expresiones Cualitativas para Enormes Terremotos	22
8. MODELO DE PRONÓSTICO	23
8.1. Base de datos de pronósticos de tsunamis	23
8.2. Simulación numérica en tiempo real	24
8.3. Tiempos de viaje de tsunami	25
REFERENCIAS	25
ANEXO 1. EJEMPLOS DE PRODUCTOS POR CATAC	26
ANEXO 2. EJEMPLOS DE PRODUCTO GRÁFICOS POR CATAC	27
ANEXO 3. NTWC Y TWFP EN AMÉRICA CENTRAL	30
ANEXO 4. LISTADO DE PERSONAL DEL CATAC, FEBRERO DE 2019	31
ANEXO 5. EJEMPLO DE MENSAJE DE PRUEBA GENERADO POR TOAST EN EL CATAC	32
ANEXO 6. LISTA DE PUNTOS DE PRONÓSTICO	33

Resumen ejecutivo.

En 2016, se ha establecido el Centro de Asesoramiento de Tsunamis para América Central (CATAC). El Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales en Managua, Nicaragua ha implementado los servicios de Asesoría de Tsunamis para América Central (A-CATAC) en su papel de Proveedor de Servicios de Tsunami subregional (TSP) para el Sistema de Alerta de Tsunami y Mitigación de sus Efectos en el Pacífico (PTWS) y el Sistema de Alerta de Tsunami en el Caribe (CARIBE TWS). El CATAC después estaba en desarrollo de 2016-2019 por medio de proyectos que el INETER estaba ejecutando para su reforzamiento en cooperación con JICA/Japan y COI/UNESCO. Tras el lanzamiento exitoso de los Productos Mejorados del Centro de Advertencia de Tsunamis del Pacífico (PTWC) y una serie de recomendaciones de ICG / PTWS, el CATAC homologó sus productos en 2019 para brindar a los países receptores la mayor utilidad a través de evaluaciones detalladas de amenazas de tsunami para áreas costeras locales. Tras la aprobación del ICG/PTWS XVIII (04/2019) y la confirmación por la 30^{va} Asamblea General de la COI (06/2019), CATAC inicia la emisión de los productos en una fase experimental a partir de las 18:00 UT del 22 de agosto de 2019 por correo electrónico, Whatsapp y TELEGRAM, y con su sitio Web catac.ineter.gob.ni. El período experimental de introducción y familiarización de unos 2 años de duración estaba destinado a: 1) Aumentar la capacidad del CATAC para el procesamiento de sismos y tsunamis y especialmente la capacitación de 8 sismólogos que INETER asignó adicionalmente para el servicio 24x7; 2) Respalda la capacitación sobre los productos y la implementación de las actualizaciones necesarias del Procedimiento Operativo Estándar (SOP) en los países receptores e América Central; 3) Para mejorar la capacidad instrumental de las redes sísmicas en la región por medio del proyecto para la Alerta de Terremotos en Nicaragua y América Central (EWARNICA) con la cooperación suiza. En noviembre de 2021, CATAC propone al Grupo de Trabajo de América Central iniciar con el modo de trabajo pleno y rutinario.

Esta Guía del Usuario describe los productos del CATAC y proporciona ejemplos relacionados. Además de los productos basados en texto, también están disponibles productos gráficos adicionales con más información y niveles de detalle. Estos incluyen mapas que muestran pronósticos de amplitud de tsunami en el océano profundo, pronósticos de tiempo de viaje de tsunami y amplitudes de onda máximas esperadas en áreas costeras.

1. VISIÓN GENERAL.

1.1 Situación de la amenaza por tsunami

La Costa del Pacífico de América Central es muy propensa a los y los tsunamis (Figura 1) debido a la alta sismicidad (figura 2) en los márgenes de las placas tectónicas Cocos y Caribe; mientras la Costa del Mar Caribe de esta región tiene una amenaza de tsunami considerablemente menor (Molina, 1996; Fernández et al., 2001; COI 2018). La mayor afectación por tsunami conocida en la historia causó el evento del 1 de septiembre de 1992 en la costa del Pacífico de Nicaragua con runup de hasta 10 metros.

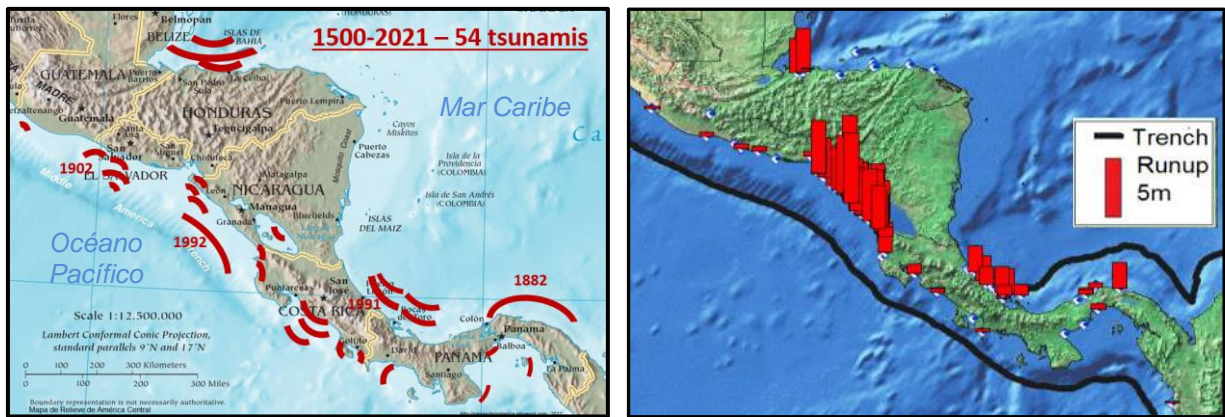


Figura 1. Ubicación de tsunamis (izquierda) y runup (derecha) en América Central a partir de 1500. Fuente: Molina, 1996; Fernández et al.,2000); NGDC/WDS, 2015; modificado

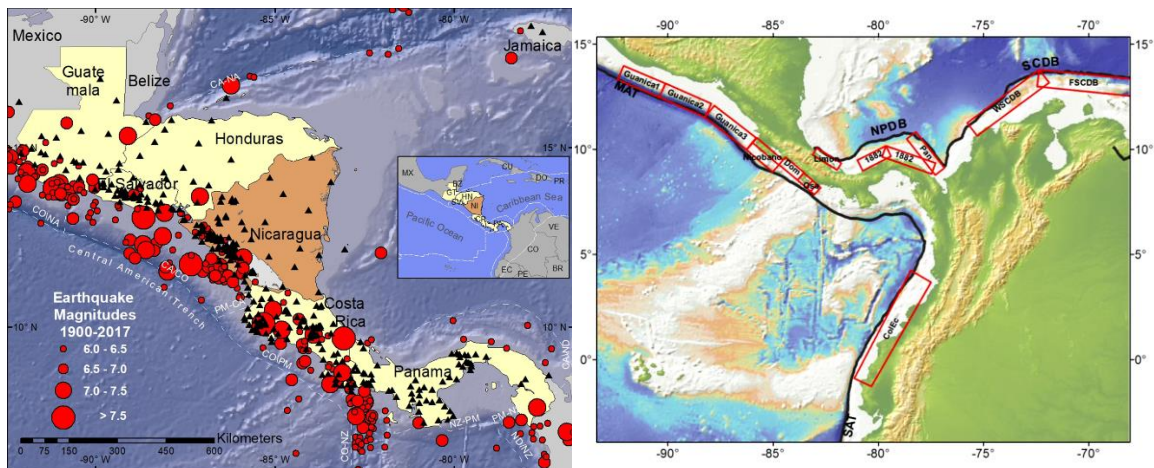


Figura 2.

- a) Sismicidad en América Central según NEIC/EEUU (Izquierda) y
- b) Mayores fuentes contribuyentes al peligro de tsunami para América Central (derecha, rectángulos rojos). Según COI (2018), COI (2020)

En el Pacífico, Guatemala, El Salvador y Nicaragua desponen de una plataforma continental

muy amplia con poca profundidad el mar lo que reduce la velocidad de las olas y aumenta el tiempo que los tsunamis necesitan para llegar a la costa. En estas costas los tsunamis entrarían dentro de unos 30 a 60 minutos después del terremoto local.

No obstante, en algunas zonas en las costas el tiempo mínimo el impacto de tsunamis locales es muy reducido lo que obliga al CATAC de enviar los mensajes de alerta dentro de pocos minutos.



Zonas con tiempo reducido para el impacto de tsunami existen donde:

- 1) La zona fuente esta muy cerca de la costa (Islas del Cisne en Honduras, Nicoya y Osa en Costa Rica; Golfo Chiriquí, Azuero y Darien en Panamá)
- 2) El fallamiento fuente entra en la costa (Norte de Guatemala, San Juan del Norte en Nicaragua, El Limon en Costa Rica)
- 3) Entre la costa y la zona fuente existen aguas muy profundas, (Golfo de Chiriquí en Panamá)
- 4) Existe un canal de mayor profundidad del mar que conecta la zona fuente con la costa (Sur de Guatemala)

.Figura 3. Zonas en América Central con un tiempo reducido del primer impacto de tsunamis locales, de menos de 10 minutos

1.2 Surgimiento de la propuesta del CATAC

Los servicios de asesoramiento sobre tsunamis para ambas costas de América Central son actualmente proporcionados por el Centro de Alerta de Tsunami para el Pacífico (PTWC). La Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) de la UNESCO adoptó la Resolución EC-XLI.6, para que los Estados Miembros alrededor de los mares regionales, según proceda, promuevan activamente el desarrollo, establecimiento y operación sostenida de Sistemas Nacionales y Subregionales de Alerta contra Tsunamis y su Mitigación (COI xxx). Los seis países de América Central y el Centro de Coordinación para la Prevención de Desastres Naturales en América Central (CEPRENAC), durante una reunión celebrada en Managua, Nicaragua el 3 de septiembre de 2003, decidieron iniciar el desarrollo de un Sistema Regional de Alerta contra los Tsunamis, y solicitaron al Grupo Internacional de Coordinación del Sistema de

Alerta de Tsunami en el Pacífico (en 2003: ICG/ITSU, hoy: ICG/PTWS) que brinde apoyo al respeto.

Actualmente, Nicaragua, El Salvador y Costa Rica ya operan Sistemas Nacionales de Alerta (NTWS) contra los Tsunamis. Pero, otros países en la región han tenido un avance más lento, aunque se han producido mejoras considerables en cuanto a las capacidades aplicables a los requerimientos de un sistema regional de alerta de tsunamis como el intercambio de datos sísmicos en tiempo real entre los países, la disponibilidad de datos sobre el nivel del mar, la cartografía de la amenaza de tsunamis y la capacitación del personal. Por eso, Nicaragua propuso, en 2015, establecer el CATAC en Nicaragua cubriendo tanto las costas del Pacífico como el Caribe en el marco de PTWS y CARIBE-EWS.

El funcionamiento del CATAC, así como su perfeccionamiento, es un proceso complejo y en curso que implica la participación activa y los compromisos de los Estados Miembros a través de sus respectivos organismos e instituciones. La provisión de los productos de asesoramiento del tsunami del CATAC tiene como objetivo permitir a los países destinatarios (Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá) que tomen acciones apropiadas contra las amenazas locales y regionales, en colaboración con el servicio proveído por el PTWC para todo el Pacífico. El desarrollo de productos de asesoramiento sobre tsunamis que tengan en cuenta las características regionales y los requisitos particulares de los Estados Miembros del CATAC es crucial para un eficaz sistema regional de alerta y mitigación de los tsunamis. En este sentido, es muy importante la participación intensa de todos los Estados Miembros en el desarrollo de los productos regionales del CATAC durante el período de diseño.

Los productos de asesoramiento del tsunami de la CATAC incorporan las habilidades de pronóstico más avanzadas, como la base de datos de escenarios de tsunamis, así como el modelado numérico en tiempo real basado en la rápida solución sismológica CMT. El punto de referencia del modelo numérico y la validación de los resultados de la predicción son esenciales. Los productos de asesoramiento del tsunami del CATAC sirven de base para el funcionamiento del CATAC a partir de 2019.

2. Gobernanza y Aprobación

2.1 Establecimiento del CATAC

El Grupo Intergubernamental de Coordinación para el Sistema de Alerta y Mitigación de Tsunami en el Pacífico (ICG/PTWS) en su reunión XIX decidió ayudar a los países centroamericanos en este proceso y estableció para este fin el Grupo de Trabajo Regional sobre el Sistema de Alerta y Mitigación contra los Tsunamis en la Costa del Pacífico de América Central (WG-CA). ICG/PTWS-XXV.1 recomendó determinar si El Salvador o Nicaragua (o ambos países en cooperación) podrían establecer un Centro Provisional de Advertencia de Tsunamis para difundir alertas a todos los países centroamericanos y la implementación de un Comité Técnico para el Desarrollo de un Sistema Regional de Alerta y Mitigación de Tsunamis.

Las siguientes reuniones del ICG/PTWS-WG-CA han desarrollado la idea para un Centro Regional de Asesoramiento de Tsunami para América Central (CATAC): La primera reunión, celebrada en Managua, Nicaragua, 04-06/11/2009; La segunda, celebrada en San Salvador, El Salvador, 28-30/09/2011; La tercera, celebrada en Managua, Nicaragua, 29/11/2014; La cuarta reunión realizada en Managua, Nicaragua, 11/02/2019. Los esfuerzos para el establecimiento de una Red Sísmica Regional Centroamericana se documentan en la Tercera Reunión del ICG/PTWS-WG-CA.

El Centro para la Coordinación de la Prevención de Desastres Naturales en América Central (CEPREDENAC) es el organismo correspondiente para la prevención de desastres dentro del Sistema de Integración Centroamericana (SICA). El Consejo de Representantes de CEPREDENAC en su reunión del 6 de febrero de 2015, decidió "reconocer dentro de las prioridades de CEPREDENAC el desarrollo del Centro de Alerta de Tsunamis en América Central (CATAC) y la creación de una Red Sísmica Regional a establecerse en la República de Nicaragua y elevarla al SICA".

Nicaragua oficializó en PTWS-XXVI, en 2015, la propuesta de establecer el CATAC en Nicaragua y de cubrir tanto las costas del Pacífico como el Caribe en el marco de PTWS y CARIBE-EWS. Reconociendo los notables avances de Nicaragua en su Sistema Nacional de Alerta y Mitigación de Tsunamis y tomando nota del ofrecimiento de Nicaragua de acoger y desarrollar el CATAC en el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER) en Managua, Nicaragua, ICG/PTWS - mediante la Recomendación ICG/PTWS-XXVI.2. - aceptó el ofrecimiento de Nicaragua de hospedar y desarrollar CATAC bajo la guía del ICG/PTWS-WG-CA, dentro del marco de ICG/PTWS, ICG/CARIBE-EWS y TOWS-WG,

En el Apéndice I de la Recomendación ICG / PTWS-XXVI.2 se definen los Términos de Referencia para un Grupo de Trabajo Subregional de América Central sobre el Establecimiento de un Centro de Asesoramiento sobre Tsunamis para América Central (TT-CATAC) con el propósito de "Asistir El Grupo de Trabajo Centroamericano en el establecimiento del CATAC hasta que tenga la capacidad de prestar servicios operacionales y el mandato "Bajo la orientación del ICG/PTWS-WG-CA, el equipo de trabajo fortalecerá la coordinación y cooperación entre los países de la CA para Establecer el CATAC ".

El Grupo Intergubernamental de Coordinación del Sistema de Alerta contra los Tsunamis y otros Riesgos Costeros para el Caribe y Regiones Adyacentes (ICG/CARIBE-EWS) aceptó también, en 2015, el ofrecimiento de Nicaragua de hospedar y desarrollar el CATAC como Servicio Subregional de Tsunami (TSP) bajo la dirección del Grupo de Trabajo Regional del PTWS para Centroamérica Costa del Pacífico y dentro del marco de ICG/PTWS, ICG/CARIBE-EWS y TOWS-WG.

La 28ª Asamblea General de la UNESCO/COI, en 2015, tomó nota del ofrecimiento de Nicaragua de acoger y desarrollar un Centro de Asesoramiento sobre Tsunamis para Centroamérica (CATAC) bajo la guía del TT-CATAC del ICG/PTWS, ICG/ CARIBE-EWS y TOWS-WG.

En 2015, Nicaragua firmó un acuerdo con Japón sobre asistencia técnica de 3 años para el fortalecimiento del CATAC, incluyendo capacitación de personal, transferencia de experiencia y conocimiento y la adquisición de equipo como estaciones sísmicas, equipo de cómputo y software sísmológico. La ejecución del proyecto comenzó en octubre de 2016 y terminó en octubre de 2019.

En 2016, Nicaragua firmó un acuerdo con Suiza sobre el desarrollo a mediano plazo de un programa para el desarrollo de la alerta temprana de terremotos para Nicaragua y Centroamérica, incluyendo mejoras de las redes sísmicas y métodos para la estimación rápida de magnitudes de fuertes terremotos que es importante para la alerta de tsunami. La primera etapa del programa se realizó en 2016-2017, la segunda etapa se ejecutó en 2018-2021, y la tercera se ejecutará en 2022-2024.

2.2 Funcionamiento del CATAC

2.2.1 Base institucional del CATAC

El Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER), ubicado en Managua, Nicaragua, es la institución responsable para la operación del CATAC. Para cumplir con los requisitos operativos y organizativos necesarios para establecer y mantener un centro subregional, el INETER concentró esfuerzos en su Dirección de Sismología y asignó a partir de 2016 una cantidad importante de presupuesto para apoyar el aumento de los recursos de observación, el personal de servicio y las instalaciones operacionales. INETER también ha solicitado apoyo internacional y ha establecido cooperación con Japón, Estados Unidos, Suiza y Alemania en relación con la alerta de tsunamis y otros temas relacionados. CATAC se beneficia en gran medida de la larga e intensa cooperación de los países centroamericanos en sismología y el intercambio de datos sísmicos. Para apoyar el fortalecimiento de la capacidad de alerta y mitigación de tsunamis en la región del CATAC, INETER también se centra en la colaboración regional y la capacitación mediante la organización de talleres de capacitación sobre modelos de tsunami y evaluación de riesgos y procedimientos operativos normalizados.

El funcionamiento del CATAC está incluido en el presupuesto del INETER, y en sus planes de desarrollo.

2.2.2 Misión y deberes del CATAC

Misión

La principal misión del CATAC es proporcionar oportunamente avisos sobre tsunamis potencialmente destructivos a los Centros Nacionales de Advertencia de Tsunamis (CNAT) y a los Puntos Focales de Advertencia de Tsunamis de los Estados Miembros del **WG-CATAC** a 24 horas por día, 7 días por semana. Para cumplir con esta misión, el CATAC está preparado para recibir y procesar continuamente datos sísmicos y del monitoreo del nivel del mar desde la región y de afuera de ella y evaluar amenazas de tsunami para los países miembros del CATAC.

Deberes

Más específicamente, los deberes del CATAC consisten en los siguientes elementos:

1. Adquirir continuamente los datos sísmicos de múltiples fuentes en tiempo real;
2. Localizar y caracterizar la fuente del terremoto mediante procesos automáticos e interactivos;
3. Decidir en base de la información sismológica si el sismo pudo haber generado un tsunami peligroso para América Central
4. Calcular el tiempo estimado de llegada (ETA) y las amplitudes de los tsunamis para los puntos de pronóstico designados que se acuerdan;
5. Difundir mensajes sismológicos y de tsunami y boletines a los NTWC y los PFAT;
4. Recibir datos de monitoreo del nivel del mar en tiempo real de múltiples fuentes para confirmar la generación de un tsunami y su gravedad;
6. Realizar pruebas de comunicación de rutina y sin previo aviso con los NTWC y NTFP;
7. Proporcionar oportunidades para actividades de educación, extensión y capacitación en la región;
8. Preparar un informe de síntesis cada vez que se produzca un tsunami destructivo y se emitan avisos; También preparar un informe anual sobre las actividades del CATAC para el WG-CATAC; preparar publicaciones en los boletines mensuales y anuales de sismología del INETER. Desarrollar y mantener el sitio web catac.ineter.gob.ni.

2.2.3 Línea de tiempo de implementación.

Actividades realizadas

Fecha		Actividad
2015	ICG/PTWS	acepta la propuesta de Nicaragua para establecer el CATAC en INETER
2016	Gobierno Nicaragua	Se establece el CATAC en INETER/Managua
2016 Nov	Gobiernos Japón y Nicaragua	Comienza el proyecto de cooperación para el reforzamiento del CATAC
2015-2016	Universidad UNAN/ INETER	Curso de posgrado en sismología de 1 año para 30 participantes
	JICA/ INETER	
2017-2019	INETER	Medidas de reforzamiento de la base instrumental/computacional/software
2019 Abr	ICG/PTWS XXVIII	Visto bueno para el funcionamiento experimental del CATAC
2019 Abr	ICG/CARIBE EWS	Visto bueno para el funcionamiento experimental del CATAC
2019 Jun	COI 30	confirma al CATAC como proveedor regional de servicios

		de tsunami
2019-Ago	INETER	Inicio del funcionamiento experimental del CATAC
2019-Ago	CATAC	Primer Ejercicio regional del CATAC
2019-Sep	CATAC	Evaluación del primer ejercicio regional
2019-Oct	INETER/ JICA	Finalización del proyecto con JICA
2019-Nov	INETER	Aumenta a 2 el número de sismólogos de turno 24x7 del CATAC
2019-Nov	CATAC	Comienza la capacitación de 8 personas para este trabajo
2019-2021	CATAC	Participación en ejercicios del PTWS y Caribe TWS
2020-Feb	CATAC	Segundo Ejercicio regional realizado
2020-Feb	CATAC	Evaluación del Segundo Ejercicio regional del CATAC
2021-Feb-Nov	EWARNICA	Instalación de 70 acelerógrafos en Centroamérica
2021-Nov	ICG/PTWS- WG-CA	Reunión del Grupo de Trabajo Regional de América Central

2.2.4 Red de estaciones sísmicas utilizadas por el CATAC

El CATAC utiliza actualmente (2021) las 140 estaciones sísmicas propias del INETER/ Nicaragua y la siguiente cantidad de estaciones proporcionadas por los países de la región: 60 del MARN/El Salvador, 18 del INSIVUMEH/Guatemala, 14 de COPECO/Honduras, 5 del OVSICORI y 22 de la UCR de Costa Rica, 1 de A. Rodríguez/Panamá y 9 del Canal de Panamá. Además, recibe directamente datos de 14 estaciones de la UNAM/México, 22 de la Red Sísmica del Servicio Geológico Colombiano. Estos datos por la transmisión directa se caracterizan por una gran rapidez de la transmisión de datos de la estación al CATAC, en normalmente menos de 10 segundos.

Otros datos sísmicos de Suramérica, Norteamérica y del Caribe entran por medio del IRIS/EEUU.

La densidad de estaciones sísmicas en América Central es, por lo general, muy alta, lo que facilita la obtención rápida y precisa de los productos del CATAC. No obstante, en Honduras y Panamá actualmente no existe cobertura suficiente para una alta calidad de los productos. Honduras fue afectada por la pandemia del Covid-2019 y la red sísmica de COPECO se cayó casi por completo por falta de mantenimiento. Pero asumimos que esto es temporal y la situación se mejorará pronto. En cuanto a Panamá, CATAC está en proceso de establecer un convenio con la Universidad de Panamá (UPA) para recibir datos sísmicos de su Instituto de Geociencias.

Obviamente, es responsabilidad de los países destinatarios del asesoramiento de tsunami del CATAC de proveer los datos necesarios. Si el país no provee los datos suficientes no va a poder recibir los productos de forma rápida y en buena calidad.

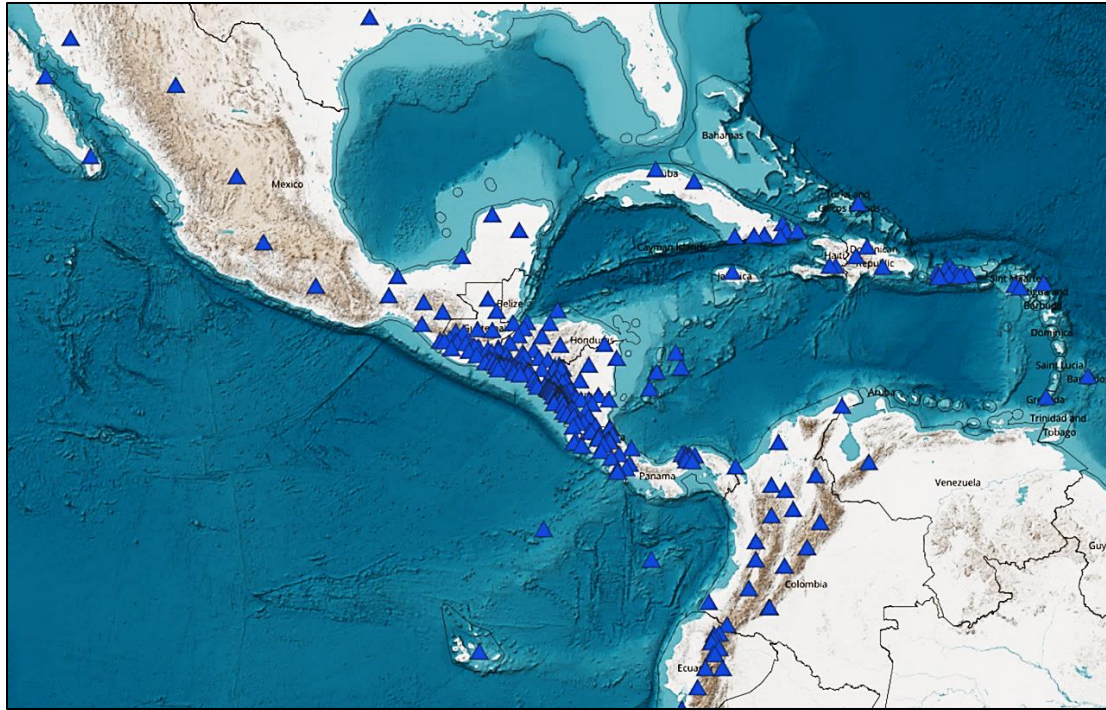


Figura 4. Ubicación de las estaciones sísmicas de los países centroamericanos y alrededores utilizadas por el CATAAC en 2021.

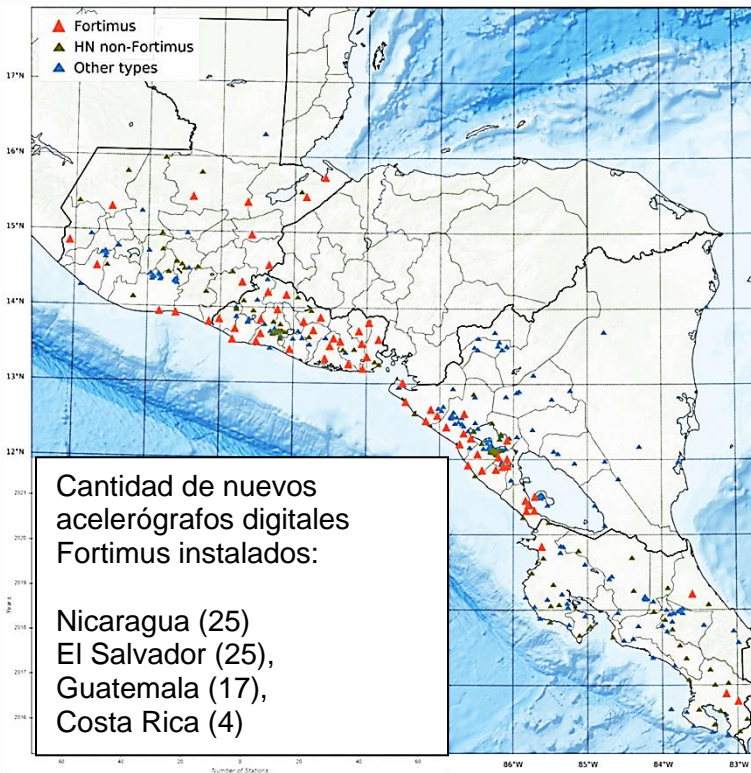


Figura 5. Ubicación de estaciones acelerográficas nuevas instaladas en 2021 para la alerta temprana de terremotos y para la alerta de tsunami (triángulos rojos)

CATAC mantiene un localizador de SeisComP para el monitoreo global de terremotos. Este sistema facilita ubicaciones y magnitudes de terremotos con magnitudes encima de 5.5 en todo el mundo. Este sistema es útil cuando se registran en Centroamérica ondas sísmicas emitidas por estos sismos. También facilita una consciencia global de la sismicidad y de zonas cercanas a los áreas de monitoreo del CATAC, como América del Sur, Este del Caribe,

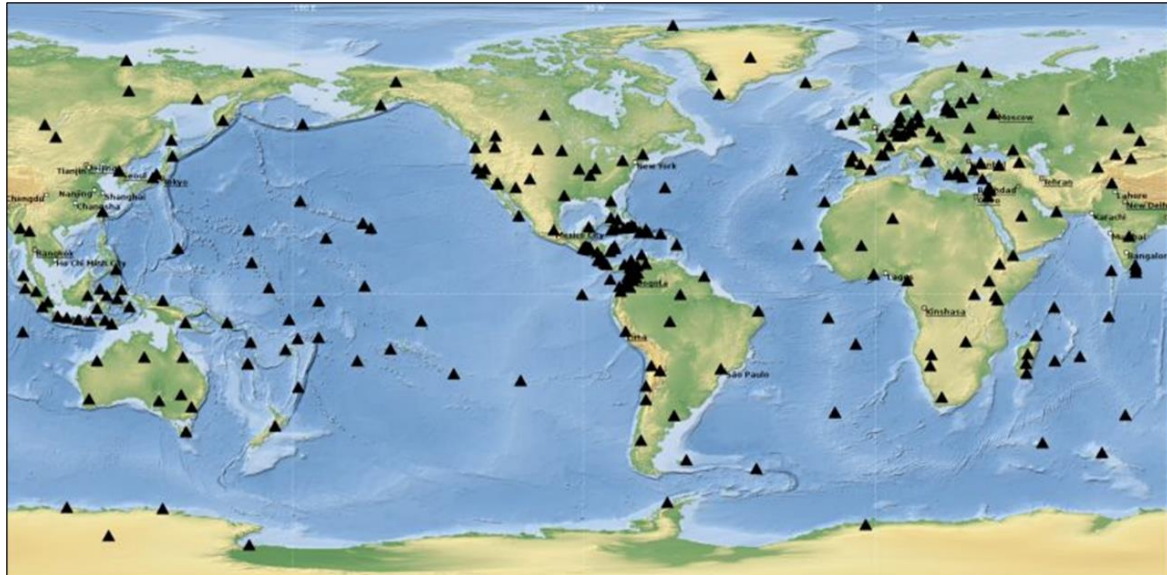


Figura 6. Ubicación de las estaciones de la red sísmica internacional utilizadas por el localizador global del CATAC

2.2.5 Redes mareográficas utilizadas

Si el tsunami es generado por un terremoto puede ser confirmado por las estaciones mareográficas o las boyas de tsunami en aguas profundas. INETER dispone de 5 estaciones mareográficas en la costa del Océano Pacífico de Nicaragua y 3 en la costa del Caribe. Por medio de Internet (<http://www.ioc-sealevelmonitoring.org/map.php>) se reciben datos de México (4), El Salvador (3), Costa Rica (2), Colombia (3), Ecuador (3), Perú (1) ubicados en las costas del Pacífico. Del marSe reciben datos mareográficos y de México (1), Belize (2), Guatemala (1), Honduras (3), Cayman Island (1), Jamaica (1) Haití (1) Costa Rica (1), Dominican Republic (1), Panama (2), Colombia (3), Aruba (1), Curacao (1). Los datos se reciben por medio de SeisComP3. Se reciben datos mareográficos también vía TideTool.



Figura 7. Mareógrafos en América Central y alrededores registrados por CATAC

2.3 Redes GPS

INETER cuenta con 25 estaciones GPS en Nicaragua y CATAc pretende desarrollar la metodología para utilizar los datos en tiempo real para el asesoramiento sobre tsunamis. Los datos con una frecuencia de tomar muestras de 1 Hz entran en tiempo real y se traspasan a

INETER mantiene un espejo sistema regional para acceder las estaciones GPS de UNAVCO en Centroamérica y el Caribe, ver



Figura 8. Estaciones GPS de UNAVCO en América Central y el Caribe que se registran en INETER

2.2.5 Facilidades del CATAc

Dentro del INETER, el CATAc forma parte de la Dirección de Sismología que maneja el Centro de Monitoreo y Alerta (CMA) para Fenómenos Geológicos (terremotos, tsunamis, fenómenos volcánicos, deslizamientos de tierra). Esta unidad ocupa un área de 250 metros cuadrados equipada con servidores de cómputo de alto rendimiento, estaciones de trabajo, hardware de comunicación, así como sistemas de soporte de decisión (DSS), facilidades para el desarrollo y mantenimiento de equipos en la central y en las estaciones de monitoreo en toda Nicaragua. Equipos e instalaciones críticos tienen múltiple redundancia de seguridad en caso de fallo fatal.



Foto 1. CATAc, Sala de Procesamiento y Alerta



Foto 2. CATAC, Sala de situación y reuniones

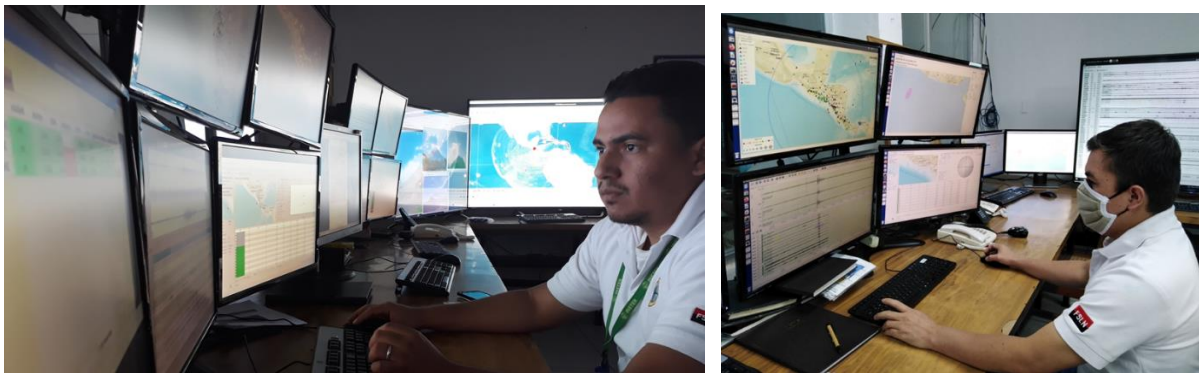


Foto 3. los sismólogos del servicio 24x7 realizan el procesamiento manual y deben publicar los resultados dentro de 2 minutos después de ocurrir el sismo.

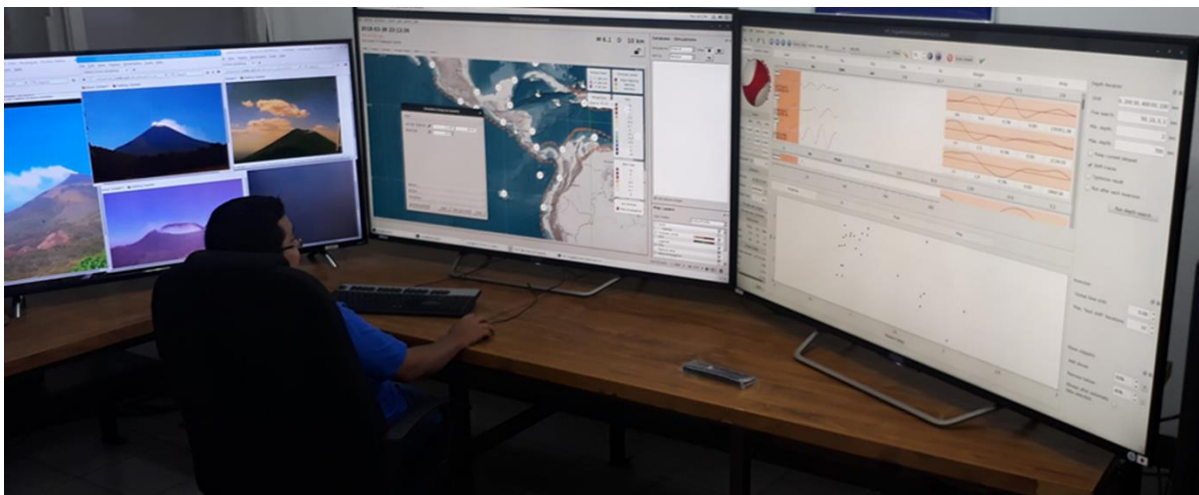


Foto 4. El cálculo de Tensor Momento y simulación numérica de tsunami es una tarea importante del sismólogo de turno del CATAC

2.2.6 Personal del CATAC

INETER/Sismología cuenta actualmente con un equipo de 20 personas (ver lista en anexo 1) para apoyar los turnos operacionales 24/7 del CATAC y monitoreo y alerta para los otros fenómenos, con 2 turnos de 12 horas en un día. CATAC/MAC desde noviembre de 2019 está realmente obligado a tener dos personas de servicio en todo momento. El personal se ha capacitado en 2017-2021. El responsable de vigilancia líder está restringido a la sala de servicio, y el personal de apoyo debe permanecer en el mismo edificio en caso de emergencia. Se designaron cuatro puestos clave, a saber, el Coordinador del CATAC, el Director del CATAC, la Directora del MAC y el Especialista en Informática del CATAC, responsables del desarrollo del SOP, las herramientas de detección / previsión y la organización del seguimiento y la alerta. Para apoyar una operación sostenida, la División de Computación y Red de INETER proporciona al CATAC cierto soporte técnico en computadoras, cable e INTERNET cuando la capacidad del CATAC no es suficiente.

A fin de mejorar la colaboración regional, se alienta firmemente a los Estados miembros del CATAC a que designen sismólogos o especialistas en tsunamis para que sean asignados al CATAC, temporalmente. Así pues, se puede llevar a cabo una cooperación bilateral para facilitar el intercambio de personal.

3. Procedimientos Operacionales

3.1 Indicadores de desempeño en la fase inicial del CATAC

En su reunión (Managua, marzo de 2017), el WG-CATAC aprobó los indicadores clave de rendimiento (KPI) del CATAC y sus valores objetivos en su fase inicial de operación. De acuerdo con las últimas redes de monitoreo que CATAC tiene acceso (septiembre de 2016), los valores objetivo de KPI pueden ser mejorados de manera consistente en un futuro próximo mediante la actualización de SOP y las instalaciones de advertencia.

Tabla 1 Indicadores de Desempeño del CATAC y los valores a alcanzar en su fase de operación inicial/experimental y en la fase completamente implementada

Indicadores de desempeño	Valores a alcanzar durante las operaciones preliminares	Valores a alcanzar después de la implementación final
1. Tiempo transcurrido desde el terremoto hasta la emisión de productos iniciales del tsunami con parámetros preliminares del terremoto	5 minutos	2 minutos
2. Probabilidad de detección de terremotos con magnitudes $M_w \geq 6.0$	100%	100%

3. Precisión de los parámetros preliminares del terremoto en: ubicación del hipocentro/magnitud/profundidad	0.3degree/0.3/<30km	0.2degree/0.2/<20km
5. Precisión del Tiempo Estimado de Llegada en caso de que se desencadene un tsunami	10% del tiempo de viaje	10% del tiempo de viaje
6. Porcentaje de Estados Miembros que reciben productos expedidos por CATAC	100%	100%
7. Porcentaje de tiempo que el CATAC está operando y es capaz de responder a un evento de tsunami	100%	100%
8. Frecuencia de las pruebas de comunicación regulares	Dos veces al año	Cuatro veces al año

3.2 Tipos de mensajes y criterios

En la reunión 25 del ICG/PTWS celebrado del 11 al 13 de septiembre de 2013, todos los Estados miembros acordaron cambiar los productos del PTWC y establecer los **Productos Nuevos Mejorados** (New Enhanced Products) desde el 1 de octubre de 2014. Dado que cada Estado miembro es soberano y responsable de tomar medidas para garantizar la seguridad de su población, los PTWC Productos Nuevos Mejorados ya no usan niveles de alerta (por ejemplo, vigilancia y advertencia) para definir los boletines de tsunami sino, en cambio, proporcionan niveles de amenaza basados en modelos numéricos. Los niveles de amenaza ahora se proporcionan como las amplitudes máximas esperadas de la ola de tsunami con respecto a la marea dentro de cuatro categorías que son: 1) menos de 0.3 m, 2) 0.3 a menos de 1 m, 3) 1 m a 3 m, y 4) mayor de 3 m.

Los Productos de Asesoramiento de Tsunami de la CATAC se adhieren a la práctica de PTWC para proporcionar una evaluación cuantitativa de amenaza de tsunami a los receptores, en lugar de advertir niveles de alerta que son más significativos para las advertencias domésticas. Según estudios numéricos realizados en la región CATAC, los tsunamis locales desencadenados en la costa del Pacífico de América Central impactarán en la costa más cercana en 30 minutos en el caso de Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua y con mucho menos tiempo en el caso de Costa Rica y Panamá, donde las olas llegan en sólo 5-10 minutos después del terremoto. Por lo tanto, no queda mucho tiempo para la respuesta de emergencia. Básicamente, el CATAC enviará el **Boletín Inicial** tan pronto como sea posible, basado principalmente en los parámetros preliminares del terremoto, como la ubicación, la magnitud y la profundidad focal. El hecho de que una parte de la costa de un Estado Miembro sea puesto en el "área de amenaza" depende de la salida relativamente conservadora de 1) la base de datos de escenarios de tsunamis o 2) del resultado de la simulación numérica en tiempo real.

El Centroid Moment Tensor (CMT - programa SCMTV) normalmente está disponible en el CATAC alrededor de 5-10 minutos después del terremoto para activar el modelo numérico. Es importante

que ahora la CMT puede producir una condición inicial más precisa lo que es crítico para el resultado de modelaje. Es especialmente importante para identificar a los terremotos lentos que pueden ocurrir en América Central. Si bien el análisis del CMT es apropiado para los tsunamis lejanos, para los tsunamis regionales y locales en la región de la CATAC, en ciertas situaciones como terremotos gigantes de magnitudes encima de 8 podría tomar demasiado tiempo proporcionar los pronósticos cuantitativos utilizando esta técnica. Por lo tanto, se adoptó también una base de datos de escenarios de tsunamis basada en los parámetros preliminares del terremoto, en combinación con modelos rápidos de tsunami, para evaluar cuantitativamente los niveles de amenaza costera en el boletín subsiguiente que aparece 3-5 minutos después del primero. Después de eso, los boletines suplementarios pueden ser emitidos cuando se produzca una importante revisión de la magnitud del terremoto. CATAC también ejecutará el modelo regional de alta resolución cuando el análisis de WCMT esté disponible, sin embargo, el propósito principal es actualizar y validar los resultados de pronóstico anteriores.

Tabla 2 Criterios adoptados por CATAC

Tipo de Boletín		Criterios	Contenido	Tiempo
Información de Tsunami	Solo un boletín	Magnitudes 6.0-6.4; o debajo tierra; o profundidad $\geq 100\text{km}$	Parámetros del terremoto EQ y la declaración 'Ningún peligro de tsunami'	1-5 min
	Solo un boletín si no se observan olas menores que se deben reportar	Magnitudes 6.5-7.0	Parámetros del terremoto y la declaración 'Ningun peligro de tsunami'	5-10 min
Mensaje de peligro de Tsunami	Boletín con predicción cuantitativa	7.1 y arriba	Parámetros del terremoto y predicción cuantitativa del nivel de la amenaza y el tiempo de arribo estimado (ETA)	3-5 min
	Suplementario con observaciones		Parámetros del terremoto, predicción cuantitativa y observaciones mareográficas	Cuando exista una revisión del terremoto o predicción de tsunami, o de observaciones
	Boletín final		Declaración de 'Tsunami no confirmado o amenaza terminada'	Ondas peligrosas han pasado o no hay observaciones significativas de tsunami

En la Información sobre Tsunami o Mensaje de Amenaza de Tsunami, el potencial tsunamigénico se proporciona basándose en parámetros preliminares del terremoto como sigue:

Tabla 3 Potencial Tsunami génico adoptado por CATAc

Magnitud (M_w)	Descripción del Potencial de Tsunami
$4.5 \leq M_w \leq 7.0$	No hay amenaza de tsunami por este terremoto
$7.1 \leq M_w \leq 7.5$	Posibilidad de un tsunami local destructivo confinado a distancias de 100-300 km del epicentro
$M_w \geq 7.6$	Posibilidad de un tsunami destructivo en toda la costa

4. Principales Sistemas de Apoyo a la Decisión para las Operaciones del CATAc

4.1 SeisComP

CATAc emplea el software SeisComP (GFZ/Potsdam, GEMPA) en la variante PRO tanto en tiempo real como para el post procesamiento de datos sísmicos. El SeisComP fue inicialmente desarrollado para la red GEOFON y ampliado en el proyecto MEREDIAN bajo la dirección de GEOFON/GFZ-Potsdam y ORFEUS. SeisComP fue diseñado como una herramienta de procesamiento de datos en tiempo real y de adquisición de datos completamente automática, incluyendo control de calidad, detección de eventos y ubicación, así como difusión de alertas de eventos. También, se implementaron funcionalidades adicionales para cumplir con los requisitos de los centros de alerta temprana 24/7. Actualmente el SeisComP esta desarrollado por la Empresa GEMPA ubicada en Potsdam, Alemania.

Una módulo clave de SeisComP3 es *SCOLV*, una interfaz gráfica de usuario que permite: Interacción con el catálogo de eventos y gestión de él; Acceso a todos los orígenes que comprende cada evento; Re-Picado manual de fases; Reubicación manual de eventos; Revisión de magnitud utilizando las formas de onda procesadas; visualización rápida de la solución, como ploteo de residuos de tiempo de cada estación, las curvas de desplazamiento y las gráficos de polaridad. Existen otras GUI que muestran resúmenes de eventos más recientes, formas de onda en tiempo real y resúmenes de calidad de datos.

Otros módulos de importancia son *SCQCV* con que se vigila la calidad de los datos sísmicos, *SCMTV* se emplea para el cálculo interactivo del Tensor Momento, TOAST es el módulo para la simulación de tsunamis.

4.2 Módulo SCMTV para el cálculo del Tensor de Momento

El módulo *SCMTV* del SeisComP PRO utiliza las ondas P, S, Superficiales y W para determinar el Tensor Momento. CATAc utiliza para este proceso registros de estaciones sísmicas de banda ancha o acelerográficas de alta calidad. Las banda ancha frecuentemente se saturan por

La fase W es una fase de largo periodo que llega antes de la onda S. Debido a la velocidad de grupo rápida de la fase W, la mayor parte de la energía de la fase W está contenida dentro de una ventana de tiempo corta después de la llegada de la onda P. La amplitud de las ondas de largo período representa mejor el potencial de tsunami de un terremoto. Al extraer la fase W del componente vertical de las ondas sísmicas, la magnitud M_w y el mecanismo de la fuente pueden deducirse para grandes terremotos mediante el algoritmo de inversión lineal. Estudios previos muestran que la inversión de la fase W produce soluciones confiables y consistentes de CMT que son necesarias para el modelaje numérico de tsunamis. Con las actuales redes sísmicas mejoradas en América Central, la solución inicial se puede producir dentro de 5-8 minutos después de la ocurrencia de terremotos de magnitud superior a 5.5 incluyendo datos de estaciones hasta 1000 kilómetros de

distancia epicentral. Centroamérica es una región muy estrecha y a veces pueden ocurrir problemas de estabilidad de soluciones debido a la cobertura azimutal insuficiente. En este caso se puede aumentar la distancia de estaciones hasta 1500 o 2000 km y repetir el cálculo.

4.4 Base de datos de escenarios de tsunamis

Se elaboró la base de datos de escenarios de tsunamis que cubre las regiones de PCATAC y ACATAC con el objetivo de utilizar los parámetros preliminares del terremoto para recuperar escenarios pre-calculados y proporcionar pronóstico en tiempo real de la amplitud del tsunami cerca de la playa.

Cada escenario cubre todo el área de monitoreo del PCATAC o ACATAC, respectivamente. La longitud de simulación es de 8 horas. Se adoptó la ecuación de momento lineal que no es adecuada para aguas muy poco profundas. Por lo tanto, los puntos de pronóstico costero se seleccionan a lo largo de la isobata 200 metros, y las amplitudes costeras a lo largo de la isobata de 5, 10, 20 y 50 metros son escaladas por la Ley de Green. Cada punto de pronóstico costero está espaciado con un intervalo de 12 minutos (aproximadamente 20 km) que cubre los países del borde del CATAAC. La amplitud de onda máxima, ETA en cada punto de pronóstico costero se almacenan en la base de datos para su recuperación rápida. Cada vez que ocurre un terremoto, los escenarios más cercanos al evento se extraen de la base de datos y luego se interpolan para obtener una predicción de amplitud costera.

4.5 Modelo de pronóstico de tsunami en tiempo real

El SEISCOMP PRO, el paquete de software sismológico utilizado en CATAAC para la detección de terremotos, localización y determinación de magnitudes se dispone también de un modelo de pronóstico de tsunamis en tiempo real basado en el módulo *TOAST* (GEMPA, <https://www.gempa.de/products/toast/>).

TOAST (Terminal de Observación y Simulación de Tsunami) es un software para la simulación de tsunamis y verificación que da una evaluación rápida de peligros. Los resultados pueden ser verificados por sensores oceanográficos como mareógrafos o boyas.

TOAST es el complemento para SeisComp3 para la implementación de un sistema de alerta de tsunami completamente funcional. Adicional a esta simulación de simulación en vuelo el interface de *TOAST* para la simulación flexible también permite la integración de bases de datos de escenarios pre-calculados existentes.

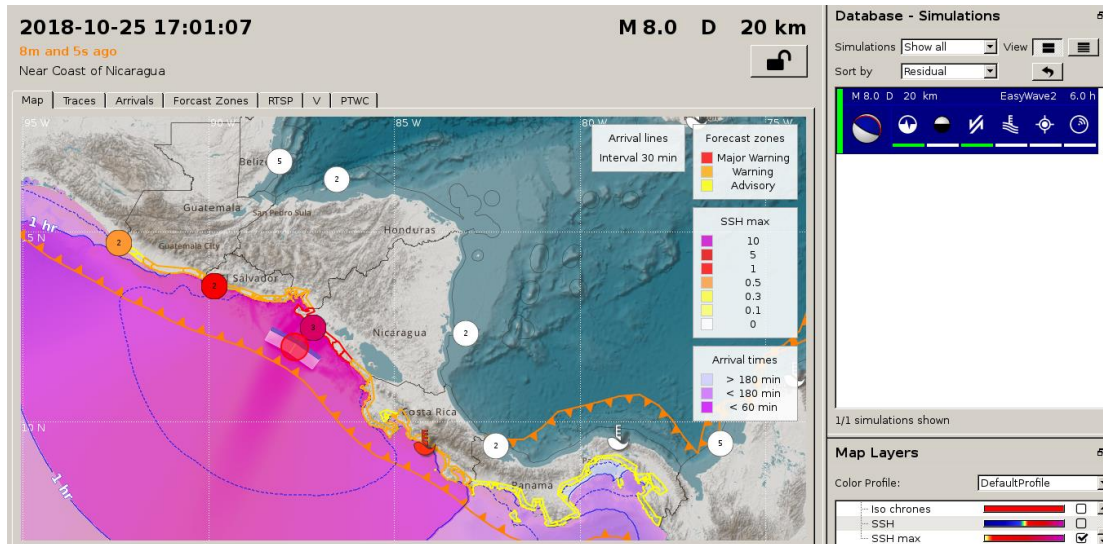


Figura 9 Simulación de la propagación del tsunami de un evento de magnitud 8.0 frente al Golfo de Fonseca, entre El Salvador y Nicaragua, realizada con TOAST

Flujo de trabajo

TOAST se conecta al sistema SeisComp3 y escucha los mensajes internos del sistema con parámetros del terremoto entrante. En caso de que llegue un hipocentro y magnitud, TOAST utiliza una fórmula de Wells & Coppersmith (1984) para generar el tamaño de ruptura basado en la magnitud. Por defecto, el área de ruptura está centrada alrededor del epicentro, y la información de strike y dip se derivan de información de falla preconfigurada. Una vez generado el área de ruptura, se activan los complementos de simulación.

EasyWave

Por defecto se utiliza EasyWave, un programa para la simulación numérica en tiempo real. El área de ruptura puede colocarse en varias posiciones preconfiguradas con respecto al hipocentro y las simulaciones para varias posiciones se pueden calcular al vuelo en paralelo. A medida que la información del terremoto está cambiando con el tiempo, con cada actualización relevante nuevas simulaciones se activan automáticamente. Pero las áreas de ruptura también se pueden generar manualmente y se pueden iniciar simulaciones utilizando estas.

TOAST proporciona diferentes perspectivas que muestran los resultados de la simulación. Se muestran las siguientes características:

- Simulado en función del tiempo Altura de la superficie del mar
- Altura simulada de la superficie del mar
- Isócronas simuladas
- Tiempos simulados de viaje por tsunami
- Llegadas estimadas de tsunamis
- Estimación de la altura de las olas costeras del tsunami
- Observaciones de la llegada de tsunamis a través de picado de inicio manual
- Observaciones de alturas/períodos de olas del tsunami mediante picado manual
- Puntos de interés y sensores oceanográficos
- Información sobre fallas
- Área de ruptura

- Parámetros sísmicos
- Progreso de la simulación
- Calidad de simulación
- Boletín

Para verificar los resultados de la simulación, *TOAST* proporciona un selector manual de inicio de tsunami, que permite seleccionar los arribos, amplitudes y períodos basados en observaciones de mareógrafo en tiempo real. La información observada se utiliza entonces para calcular la calidad de un escenario que representa la concordancia entre los valores simulado y observado.

Por ejemplo, la calidad de los sensores oceanográficos está indicada por el color del símbolo de mareógrafos en el widget de simulación. El widget de simulación muestra estos parámetros de calidad no sólo para los datos del mareógrafo, sino también para la ubicación del epicentro, profundidad, magnitud, comparación con mecanismos de ruptura preconfigurados y tensores de momento existentes. La información de calidad puede cambiar con el tiempo, ya que compara la información de simulación con la información real

Interpretación de los resultados de la base de datos y del modelo

Las incertidumbres asociadas con la base de datos del escenario de propagación del tsunami y los modelos numéricos provienen de la solución CMT, la interpolación entre escenarios vecinos, el modelado numérico de la propagación, así como de la extrapolación de la ley de Green. Cada incertidumbre puede resultar en errores grandes. Por ejemplo, los pronósticos numéricos pueden variar fácilmente por un factor de dos debido a las incertidumbres en la magnitud del terremoto, profundidad y mecanismo asumido; La Ley de Green es muy sensible a la topografía local ya la batimetría, la amplitud costera podría ser sobre o subestimada por un factor de 2-3 dependiendo de las características costeras; El efecto de la dispersión de la ola es significativo para la propagación distante del tsunami.

Por lo tanto, la capacidad de comprender los pronósticos numéricos es muy importante para los receptores nacionales para reconocer correctamente las amenazas de tsunami. Básicamente, los principales proveedores de servicios de tsunami como PTWC y NWPTAC interpretan los resultados numéricos clasificándolos en varias categorías. El NWPTAC categoriza la amplitud del tsunami en 0,5 m; 1 m; 2 m; 3 m; 4 m; 6 m; 8 m; y sobre 10 m. En el PTWC Nuevos Productos Mejorados, la previsión de amplitud costera en cada punto de pronóstico se clasifica en cuatro niveles de amenaza de <0,3 m; 0,3-1 m, 1-3 m y por encima de 3 m, que se ilustran con diferentes colores a lo largo de las costas.

4.6 SeisComp como sistema de apoyo a la toma de decisiones (DSS) adaptado para CATAAC

Los procedimientos de asesoramiento sobre tsunamis comienzan con una transmisión y un proceso rápidos de flujos de datos de observación de la Tierra, y finalizan con una difusión exitosa de los productos de asesoramiento a los receptores. Todos los procedimientos requieren la incorporación de datos sísmicos y de nivel del mar, catálogos históricos de terremotos, base de datos de escenarios de tsunamis, modelos numéricos y módulo de procesamiento de texto en un software de análisis fácil de usar para ayudar a los observadores a tomar decisiones rápidas y producir productos precisos y concisos. Un sistema eficaz de apoyo a la toma de decisiones debe adaptarse a los requisitos de los procedimientos operativos y los recursos disponibles de TSP. Básicamente, un Sistema de Apoyo a la Decisión debe lograr las siguientes funciones (módulos):

1. Recopilación, archivo, procesamiento y visualización de datos sísmicos y de nivel del mar, productos internacionales de terremotos y tsunamis en tiempo real;
2. Calcular automáticamente o interactivamente los parámetros del terremoto que podrían derivarse de los datos observados y activar la alarma en caso de superar los umbrales de los criterios;
3. Recuperación y visualización de la base de datos histórica y de escenarios para informar al vigilante de una decisión o acción apropiada;
4. Producir y difundir textos y productos gráficos a los TWFP y los NTWC.

Desde 2014, MAC estaba desarrollando continuamente paquetes de software para ayudar a los observadores a trabajar a través de toda la cadena de advertencia de una manera eficaz y eficiente. El DSS está diseñado para que el vigilante tome decisiones en términos de Procedimientos Operativos Estándar y criterios de advertencia. Los boletines de texto CATAC y los productos gráficos pueden ser finalmente generados a través de una serie de módulos funcionales que incluyen: módulo sísmico, módulo de observación de tsunamis, módulo de modelado de tsunami y base de datos de tsunamis.

El sistema recolecta información de terremotos de múltiples recursos y ayuda al tomador de decisiones a elegir los parámetros más adecuados mediante la incorporación de los modelos de modelo Slab 1.0 y de Harvard CMT de 50 años. El sistema también es capaz de visualizar datos del nivel del mar global para confirmar rápidamente la generación de tsunami. El sistema se basa en una base de datos de escenarios pre-calculada y un soporte de decisión basado en reglas que se entrega al observador a través de sofisticadas interfaces gráficas de usuario.

4.7 Interpretación de la base de datos de escenarios de tsunami y resultados del modelaje

Las incertidumbres asociadas con la base de datos del escenario de propagación del tsunami y los modelos numéricos provienen de la solución CMT, la interpolación entre escenarios vecinos, el modelaje numérico de la propagación, así como la extrapolación de la ley de Green. Cada incertidumbre puede resultar en errores grandes. Por ejemplo, los pronósticos numéricos pueden variar fácilmente por un factor de dos debido a las incertidumbres en la magnitud del terremoto, profundidad y mecanismo asumido; La Ley de Green es muy sensible a la topografía local y la batimetría, la amplitud costera podría ser sobre o subestimada por un factor de 2-3 dependiendo de las características costeras; El efecto de la dispersión de la onda no es despreciable para la propagación distante de la onda del tsunami.

Por lo tanto, la forma de comprender los pronósticos numéricos es muy importante para los receptores nacionales para reconocer correctamente las amenazas de tsunami. Básicamente, el CATAC interpreta los resultados numéricos clasificándolos en varias categorías. En los Productos de Asesoramiento de Tsunami del CATAC, la previsión de amplitud costera en cada punto de pronóstico se clasifica en cuatro niveles de amenaza de <0.3 m; 0,3-1 m, 1-3 m y por encima de 3 m, que se ilustran con diferentes colores a lo largo de las costas. La práctica es exactamente la misma como la de los Nuevos Productos Mejorados del PTW

4.8 Aprovechamiento de productos de Alerta Temprana de Terremotos, EEW

Desde 2016, el Servicio Sismológico de Suiza (SED) en la Universidad ETH de Zurich está proporcionando apoyo técnico y científico a Sismología/INETER para desarrollar un sistema de alerta temprana de terremoto (Earthquake Early Warning- EEW) para Nicaragua. El proyecto se

amplió a partir de 2018 también a otros países de Centroamérica.

Un objetivo principal para EEW es la estimación inmediata de la magnitud del evento sísmico en cuestión de segundos después de la rotura de la falla sísmica. Los algoritmos para la rápida estimación de la magnitud creados para EEW pueden ser útiles para la Alerta de Tsunami. También la localización rápida del evento sísmico proporcionado por EEW es importante para el la temática de los tsunamis, especialmente en aquellas regiones costeras donde los tsunamis pueden llegar unos minutos después de que el proceso de ruptura de la corteza termine.

Los esfuerzos de mitigación de tsunamis pueden ser seriamente afectados por el impacto sísmico del terremoto que generó las olas. Las instituciones de la NTWC y de Protección Civil deberían tener una estimación del nivel de afectación o destrucción, tan pronto como sea posible, para adaptar las medidas de mitigación (por ejemplo, evacuación), en consecuencia. En el mencionado proyecto EEW con SED / ETH, también se instalaron, en marzo de 2017, los procedimientos para generar y distribuir Shakemaps en tiempo casi real.

La EEW requiere de métodos muy rápidos para alertar grandes cantidades de personas sobre el impacto inminente por un terremoto.

CATAC seguirá investigando la utilidad del EEW para la alerta de tsunami en Centroamérica y promoviendo su aplicación para la alerta de tsunami.

4.9 Escenario del Impacto del Terremoto, Shakemaps

Cuando se planea la respuesta a un tsunami, es importante tener en cuenta el potencial impacto sísmico en áreas cercanas a la fuente, ya que estos impactos pueden afectar la respuesta al tsunami y aumentar el impacto del tsunami al obstaculizar la evacuación y contribuir a que los escombros sean transportados por las olas. Para el impacto del terremoto, el USGS ha desarrollado ShakeMap y la evaluación rápida de los terremotos globales para la respuesta (PAGER). El propósito principal de ShakeMap es mostrar los niveles de vibración del terreno producidos por el terremoto. Los niveles de eventos de agitación en la región se estudian en función de la magnitud del terremoto, la distancia a la fuente del terremoto, el comportamiento de la roca y del suelo en la región y la propagación de las ondas sísmicas a través de la corteza terrestre. Sobre la base de la producción de ShakeMap, PAGER estima que la población expuesta a temblores de terremoto, muertes y pérdidas económicas.

CATAC crea Shakemaps in pocos minutos después del impacto del terremoto y los proporciona por medio de su página Web a los NTWC y TWFP de América Central

5. Productos de Asesoramiento de Tsunami del CATAC

Los productos de asesoramiento del tsunami del CATAC se emiten cuando se detecta un terremoto con magnitud de momento 4.5 o mayor en uno de los Areas de Monitoreo (AM) del CATAC. Mayores detalles sobre los Productos de Asesoramiento de Tsunami del CATAC por favor refiérase al documento "**Productos de Asesoramiento de Tsunami del CATAC**".

5.1 Boletín de texto

El boletín de Texto está a disposición del público y de los NTWC. Típicamente, el producto de

texto del CATAAC contiene parámetros de terremoto, potencial tsunami génico, amplitud de tsunami y pronósticos ETA para los Puntos de Pronóstico Costeros, observaciones de tsunamis y acciones recomendadas.

5.2 Puntos de Pronóstico Costeros

La amplitud del tsunami y el tiempo estimado de llegada (ETA) se proporcionan para **xx** puntos de pronóstico costeros en la región CATAAC. Estos puntos de previsión costera son puntos elegidos por los Estados Miembros del CATAAC. Corresponden a las ciudades costeras y a los sitios de las estaciones mareográficas. En el mensaje de amenaza de tsunami, todos los puntos de pronóstico con amplitud máxima superior a 0,3 metros se enumeran en grupos según los Estados Miembros. Las estimaciones de la amplitud del tsunami se agrupan en cuatro grupos de <0,3 m; 0,3 a menos de 1 m; 1 a 3 m y más de 3 m.

5.3 Mapa de Energía de Tsunami

El mapa de energía del tsunami da la distribución de la a **amplitud** máxima de tsunami en la región CATAAC codificado con colores. La dirección del haz de energía del tsunami y las áreas amenazadas se pueden identificar fácilmente por la escala de color diferente. El los contornos del tiempo de viaje de tsunami (TTT) se muestra en líneas de color gris claro y se superponen en el mapa de energía del tsunami.

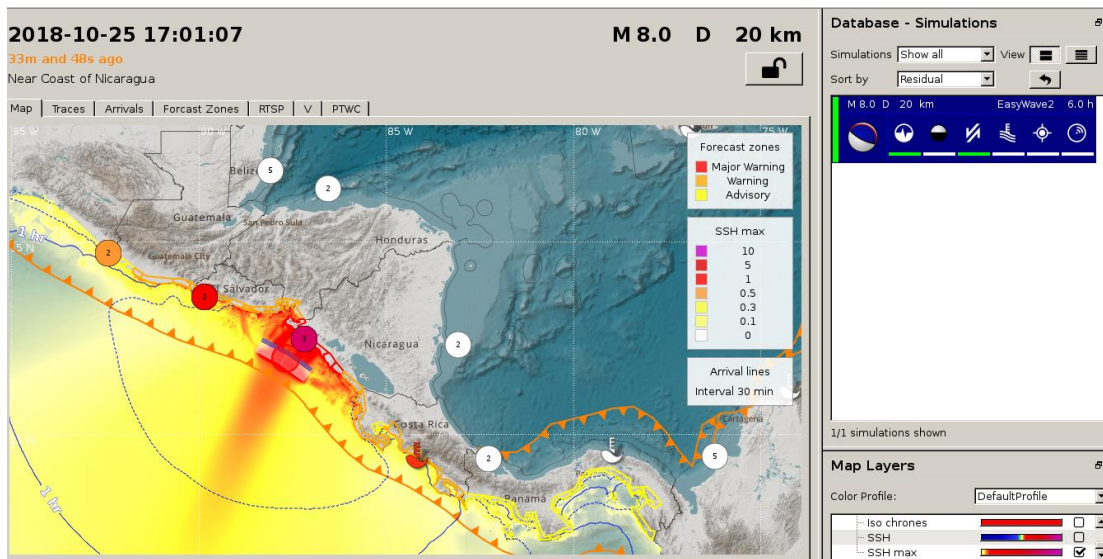


Figure 10. Radiación de energía de tsunami de un evento simulado de magnitud 8.0 frente al Golfo de Fonseca, entre El Salvador y Nicaragua, realizada con TOAST

5.4 Mapa de Predicción Costera

El mapa de previsión costera ofrece una visión detallada de la amenaza de tsunami en las costas de la región CATAAC. Divide las líneas costeras del CATAAC en una serie de sitios de salida del modelaje. Cada sitio se colorea de acuerdo con la amplitud del tsunami correspondiente a los puntos de la rejilla del modelo más cercanos al sitio. El mapa de energía del tsunami también está superpuesto en el estilo de sombreado gris con efecto iluminado y además hay líneas de contorno TTT colocadas.

6. Diseminación y Servicios

6.1 Base Informática

Los mensajes son generados con *GDS*, *QuakeLink and GIS*, que son módulos de SeisComp3 que recogen información sobre los eventos y difunden mensajes basados en plantillas a través de diversos canales de comunicación como SMS, correo electrónico, fax y web. Utilizando una tecnología plug-in, importan y filtran la información sísmica de diferentes fuentes antes de su difusión. *GDS*, *QuakeLink* y *GIS* complementan las funcionalidades de SeisComp y *TOAST* en el ámbito de la difusión de notificaciones y alertas.

- Los mensajes de texto y productos gráficos que incluyen mapas de energía de tsunamis, mapas de pronóstico costeros se envían a los NTWC/TWFP de América Central a través de correo electrónico, SMS, Whatsapp y el sitio web del CATAC protegido por contraseña.
- Se difunden adicionalmente también con una aplicación para Apple / Android (todavía en desarrollo).
- Los mensajes de texto se publican en la página web del CATAC para el público en general, juntos con material gráfico sobre el terremoto tsunami generador

6.2 Sitio Web del CATAC

El sitio web de CATAC www.catac.ineter.gob.ni (todavía en desarrollo) está diseñado tanto para los NTWC/TWFP de América Central como para el público en general. Para el público, sólo se puede acceder al boletín informativo y de texto básico sobre terremotos, mientras que los NTWC/TWFP, pueden obtener con acceso restringido información más especializada sobre parámetros sísmicos (soluciones CMT), productos gráficos de asesoramiento sobre tsunamis y datos en tiempo real. Se pueden desarrollar más coberturas a petición de los Estados Miembros del WG-CA. A largo plazo, el sitio web del CATAC puede servir como un protocolo subregional de fortalecimiento de la capacidad para ejercicios de tsunamis, la capacitación y la mitigación del riesgo de tsunamis.

a. ÁREAS DE SERVICIO Y MONITOREO Y CRITERIOS DE EMISIÓN.

CATAC tiene como objetivo apoyar a los países de América Central en la prevención y mitigación de desastres por tsunami. Por lo tanto, las áreas de servicio (AS) para las cuales CATAC emite productos son las costas de los países de América Central y de las islas de estos países en el Océano Pacífico (Área de Servicio del Pacífico, AS-P) y en el Mar Caribe (Área de Servicio del Caribe, AS-C), ver mapa en figura 3.

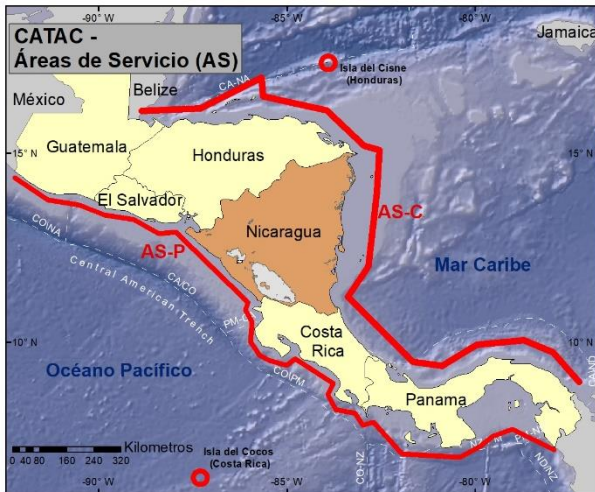


Figura 11. CATAC – Áreas de Servicio para Océano Pacífico (AS-P) y Mar Caribe (AS-C)



Figura 12. CATAC – Áreas de Monitoreo (AM)

La información de la Asesoría de CATAC (A-CATAC) se emite cuando CATAC detecta un terremoto de magnitud 6.5 o mayor en su Áreas de Monitoreo (AM) (ver Figura 4).

Para cumplir con su deber CATAC debe monitorear no solamente las áreas cerca de las costas de América Central sino también zonas más remotas. Como las Áreas de Monitoreo (AM) de CATAC se caracterizan aquellas zonas que contienen fuentes de tsunami desde donde las olas pueden alcanzar algún punto en las Áreas de Servicio (AS), es decir las costas de América Central, dentro de un tiempo de una hora después de ser generadas, ver figura 2. Estas áreas son:

- 1) La parte del Pacífico (Área de Monitoreo del Pacífico, AM-P) que consiste en la Costa Sur de México, Costa del Pacífico de América Central, la Costa Pacífica de Colombia y Ecuador al Norte de América del Sur.
- 2) La parte del Caribe (Área de Monitoreo del Caribe, AM-C), que consiste en el área entre la Costa de Yucatán (México) y Belize, la Costa del Caribe de América Central, la costa Caribe noroccidental de América del Sur, el Mar Caribe occidental al sur de Cuba y de Haití y República Dominicana.

Los datos de los informes de observación recibidos por CATAC se incluyen en los

mensajes A-CATAC posteriores según sea necesario.

Si la ubicación / magnitud de un terremoto se revisa sobre la base de datos sísmicos y / o datos de observación de tsunamis obtenidos posteriormente, se emite una A-CATAC actualizada.

Si la solución Centroid Moment Tensor (CMT) está disponible después de la emisión de la A-CATAC anterior, se proporcionan el texto de la A-CATAC y productos gráficos basados en simulación en tiempo real.

b. PRODUCTOS CATAC

El lanzamiento exitoso de los Productos Mejorados del Centro de Advertencia de Tsunamis del Pacífico (PTWC) en octubre de 2014 demostró la capacidad madura de los Estados Miembros para utilizar productos gráficos avanzados.

En reconocimiento de la importancia de proporcionar mensajes de texto convencionales, concisos y fáciles de entender, que contengan información sobre amplitudes de pronóstico para puntos de pronóstico individuales (PF) seleccionados, CATAC decidió también emitir sus productos de texto junto con productos gráficos.

El Apéndice II enumera los PF para los cuales se informan datos en productos CATAC. La lista se ha elaborado teniendo en cuenta los utilizados para los productos de PTWC y las solicitudes de los países de América Central.

Para evitar la confusión pública, los productos CATAC se proporcionan exclusivamente a las autoridades nacionales responsables de las alertas de tsunamis nacionales en el Área de Servicio (AoS) de CATAC.

Los mensajes de texto e información sismológica se publica en la pagina del CATAC catac.ineter.gob.ni.

3.1 Esquema de los productos CATAC

Los productos del CATAC se diferencian en productos sismológicos (CATAC-sismo) y productos de tsunami (CATAC-tsunami).

Los productos CATAC-sismo consisten de datos sismológicos como tiempo de origen, ubicación, profundidad del hipocentro, magnitud del sismo, mecanismo focal, Tensor

Momento.

- 1) Información sismológica inmediata automática generada con el sistema de alerta temprana de terremotos, enviada unos 10 segundos después del comienzo de sismos con magnitudes encima de 4.5
- 2) Información sismológica inmediata de sismos con magnitudes encima de 4.5 ocurridos en la zona de monitoreo confirmados manualmente.

Los productos de CATAC-tsunami consisten en mensajes de texto iniciales compilados

- 1) Evaluación de tsunami inicial basándose únicamente en un esquema de ubicación, profundidad y magnitud del terremoto.
- 2) Evaluación de tsunami basándose en la simulación de tsunami accediendo inmediatamente una base de datos de simulación de tsunami preestablecida;
- 3) Información de tsunami basándose una simulación numérica con el programa TOAST corriendo en tiempo real,

Política de distribución de los productos

El CATAC sigue al ejemplo del PTWC y publica los mensajes de texto sismológicos y de tsunami en su sitio web catac.ineter.gob.ni.

Los mensajes contienen mensajes de texto subsiguientes acompañados de productos gráficos.

Los productos serán distribuidos exclusivamente a las autoridades nacionales de los países usuarios.

Las especificaciones del producto son las siguientes:

a. Productos de texto

- Método de pronóstico.
 - Primer mensaje (y segundo mensaje en el caso de una actualización del parámetro de un terremoto) de 1) la base de datos de pronóstico de tsunamis utilizando un hipocentro determinado preliminar y una magnitud; ó 2) pronóstico de tsunami basado en simulación numérica en tiempo real
 - Mensajes subsiguientes de simulación en tiempo real utilizando la solución CMT.
- Contenido
 - Parámetros del terremoto (tiempo de origen, ubicación, magnitud).

- Potencial tsunamigénico
- Bloques costeros.
- Amplitud de previsión y hora de llegada.
- Amplitud observada y hora de llegada.
- Canales de distribución.
 - e-mail, TELEGRAM, (Aplicación para celulares en preparación)

b. Productos gráficos (mapas).

- Método de pronóstico
 - Simulación en tiempo real.
- Contenido
 - Mapa de predicción de la amplitud del tsunami en alta mar.
 - Mapa del tiempo de viaje del Tsunami.
 - Mapa de predicción de amplitud de tsunami costero.
- Canales de distribución.
 - E-mail, TELEGRAM, (Aplicación para celulares en preparación)

El apéndice I proporciona ejemplos de productos mejorados CATAAC.

3.2. Productos de texto.

3.2.1 Información del terremoto.

- a. Tiempo de origen.
- b. Coordenadas del epicentro (latitud y longitud).
- c. Ubicación (zona geográfica).
- d. Profundidad
- e. Magnitud (de momento)

3.2.2 Potencial Tsunamigénico.

El potencial tsunami génico se evalúa a partir de la magnitud **M** del terremoto

M	Probabilidad y Afectación
6.5-7.0	Muy pequeña posibilidad de tsunami local destructivo
7.1-7.5	Posibilidad de tsunami local destructivo dentro de 100 km del epicentro
7.6-7.8	Posibilidad de tsunami regional destructivo dentro de 1.000 km del epicentro
7.9-	Posibilidad de tsunami destructivo en todo el Océano

Ningún potencial tsunami génico está asociado con terremotos con epicentros muy interior de tierra firme o a profundidades de 100 km o más.

3.2.3 Tsunami amplitud estimada y hora de llegada.

Puntos de pronóstico PP

A lo largo de las costas del Pacífico y del Caribe las instituciones científicas relevantes de los países en cooperación con el CATAC han definido puntos de pronóstico PP para los cuales se estiman **el tiempo y la amplitud del tsunami y de llegada** - con los siguientes criterios:

1. Ubicación de estaciones mareográficas,
2. Puntos para en bloques costeros que reflejan límites políticos y administrativos,
2. Comunidades bajo riesgos en la costa,
3. Accidentes topográficos,
4. Puntos a partir de los cuales la velocidad aparente del tsunami en la costa varía mucho. Es decir entrada en una bahía, comienzo de una zona de baja velocidad del mar, etc..

Se estima una amplitud de tsunami y un tiempo de llegada para cada punto de pronóstico en áreas costeras (Apéndice II). Esta información se incluye en los mensajes A-CATAC con los nombres de los puntos de pronóstico y sus latitudes / longitudes en grupos de bloques costeros. ¿

Aquí, **la amplitud se define como la distancia máxima entre las crestas de las olas del tsunami y el nivel del mar sin perturbaciones**. La amplitud de tsunami estimada se muestra solo para los puntos de pronóstico que se espera experimenten tsunami con alturas 0.3 m o más. **Las clasificaciones son 0.3 - 1 m, 1 - 3 m, más de 3 metros**. Si no se espera un tsunami con una amplitud de 0.3 m o más para cualquier punto de pronóstico, el mensaje A-CATAC dice "Estimación de los puntos de pronóstico: no se esperan olas de tsunami con una amplitud de 0.3 metros o más en cualquier punto de pronóstico".

3.2.4 Observación de Tsunami

La información sobre la amplitud de la ola más grande (hasta los 0.1 m más cercanos) y otros datos sobre las olas de tsunami observados en las estaciones de mareas con enlaces telemétricos a CATAC se proporcionan según sea necesario.

3.3. Productos gráficos.

3.3.1. Mapa del tiempo de viaje del tsunami.

Esto muestra el tiempo estimado de viaje según la ubicación del terremoto (hipocentro o centroide) y la magnitud determinada.

Limitaciones

Los tiempos reales de llegada pueden diferir de los tiempos previstos por razones que incluyen:

- Incertidumbre de la fuente del tsunami (el área de deformación del fondo marino se asume a partir de la ubicación y magnitud del terremoto.)
- Incertidumbre de la batimetría alrededor del punto de observación y en otros lugares.
- Efectos no lineales en la propagación del tsunami que no se consideran en la estimación del tiempo de viaje (tales efectos pueden ser más significativos en aguas poco profundas.)
- Dificultad para determinar los tiempos de llegada de la primera ola a partir de los datos de observación del nivel del mar.

3.3.2. Mapa de pronóstico de amplitud de tsunami costero.

Esto muestra los puntos costeros individuales con colores basados en la amplitud pronosticada del tsunami en cada punto.

La mayor de las dos amplitudes de pronóstico basadas en un conjunto de fallas conjugadas determinadas a través del análisis de CMT se usa para cada punto.

Limitaciones

Las amplitudes costeras reales pueden diferir de los pronósticos por razones que incluyen:

- Incertidumbres de la fuente del tsunami (se asumen dos fallas rectangulares del análisis de CMT).
- Incertidumbres con respecto a la interacción tsunami / costera (la Ley de Green se usa como una aproximación general).

Los resultados pueden variar fácilmente por un factor de dos debido a estas incertidumbres.

3.3.3. Mapa de pronóstico de amplitud de tsunamis en alta mar

Este mapa muestra la máxima amplitud del tsunami en cada lugar en el océano

profundo.

Muestra cómo el tsunami 1) se propaga de forma direccional de la fuente del tsunami; 2) es enfocado y desenfocado por la forma del fondo marino, y 3) es disipado debido a la distancia.

Se proporcionan dos mapas basados en un conjunto de fallas conjugadas determinado a través del análisis de CMT.

Limitaciones

Las amplitudes reales de los tsunamis en el océano profundo pueden diferir de los pronósticos debido a las incertidumbres de la fuente del tsunami (se asumen dos fallas rectangulares a partir del análisis de CMT) y otros factores.

Este mapa no debe utilizarse para estimar las amplitudes o los impactos de los tsunamis costeros.

3.4. Línea de tiempo de emisión del producto.

El cronograma de emisión de A-CATAC, que se muestra a continuación, es típico pero aproximado y conservador.

Tiempo/ minutos	
00	Un terremoto ocurre en las Áreas de Monitoreo del CATAC
<u>0.5</u>	<u>Un mensaje automático con información sismológica se envía a los destinatarios</u>
3	<u>El primer producto de texto CATAC</u> basado en información de una base de datos de pronósticos de tsunamis o la simulación en tiempo real se emite junto con datos sobre parámetros preliminares de terremoto.
	Se emite otro producto de texto A-CATAC si se actualizan los parámetros del terremoto.
8	Se obtiene la solución CMT y recalcula la simulación en tiempo real.
9	Se completa la simulación en tiempo real.
10	Se emite el segundo producto de texto A-CATAC y productos gráficos basados en simulación numérica en tiempo real.
10	CATAC recibe un producto de texto inicial de PTWC.

c. CANALES DE DISTRIBUCION

Los A-CATAC se proporcionan a través del correo electrónico, TELEGRAM, una Aplicación para teléfonos/Tablas Android (en preparación), y el sitio Web de CATAC (en desarrollo). Se recomienda encarecidamente a los usuarios que adopten múltiples canales de comunicación para garantizar la recepción.

En el sitio Web del CATAC (catac.ineter.gob.ni) se proporcionan adicionalmente datos y productos secundarios que pueden ser de interés para los usuarios como mapas interactivos, sismogramas en tiempo real.

d. PRUEBA DE COMUNICACIONES.

CATAC realiza pruebas de comunicación o simulacros aproximadamente dos veces al año en enlaces a organizaciones de usuarios. El aviso anticipado de la prueba se proporciona a través de una Carta Circular de la COI. En la prueba, se les pide a los usuarios que acusen recibo de un mensaje de prueba utilizando un formulario de informe provisto con la Circular.

e. ESTADO DE LOS PRODUCTOS CATAC.

Los Productos A-CATAC se proporcionan junto con los productos de tsunami de PTWC para ayudar a los países usuarios a tomar medidas oportunas y apropiadas contra las amenazas de tsunami. Sin embargo, es importante tener en cuenta que los productos son recomendaciones para respaldar los esfuerzos que hacen los países de América Central para alertar a las personas sobre los peligros; la emisión de los avisos de evacuación es responsabilidad de los propios países. La precisión de los tiempos de estimación de la llegada / amplitud del tsunami y el tiempo de la emisión del pronóstico dependen de cantidad y calidad de los datos sísmicos y mareográficos que los países proporcionan al CATAC y de la tecnología utilizada para la determinación del hipocentro / del CMT y del pronóstico cuantitativo del tsunami. En consecuencia, se recomienda encarecidamente a los países de América Central que mejoren y/o amplíen sus redes sísmicas, faciliten datos suficientes y usen los productos CATAC con una consideración cuidadosa de los antecedentes tecnológicos descritos en esta Guía del usuario.

CATAC hace todo lo posible para proporcionar sus productos lo más rápido posible. Sin embargo, es posible que se deba alertar a las personas antes de la emisión de la A-CATAC en el caso de grandes terremotos en las zonas costeras, ya que los tsunamis pueden llegar a tierra rápidamente.

Los productos A-CATAC no incluyen explícitamente la cancelación de advertencias en los números subsiguientes porque CATAC no emite advertencias. Las autoridades de los países interesados deberían publicarlas y cancelarlas oficialmente, ya que las características del tsunami dependen del terreno costero. Para facilitar este proceso, CATAC después entregar las primeras alertas, realizará simulaciones de tsunami para las próximas 8 a 12 horas después del terremoto y facilitará los resultados a los países.

En el caso de cualquier diferencia en la evaluación de la severidad del tsunami entre los productos PTWC y CATAC, se debe adoptar la más severa.

Las partes más importantes del sistema de operación del CATAC están duplicados para el caso de mal funcionamiento parcial. Sin embargo, la posibilidad de una falla catastrófica no puede ser eliminada inclusive por un terremoto gigante que afecta las instalaciones del CATAC. Si los productos A-CATAC no se emiten en una emergencia, los países/organizaciones usuarios de A-CATAC deben tomar las medidas apropiadas con referencia a los productos PTWC y/o usar sus propios medios o medios alternos para estimar los efectos de un fuerte terremoto posiblemente tsunami generador.

Tabla 2 Criterios adoptados por CATAC

Tipo de Boletín		Criterios	Contenido	Tiempo
Información de Tsunami	Solo un boletín	Magnitudes 6.0-6.4; o debajo tierra; o profundidad $\geq 100\text{km}$	Parámetros del terremoto EQ y la declaración 'Ningún peligro de tsunami'	1-5 min
	Solo un boletín si no se observan olas menores que se deben reportar	Magnitudes 6.5-7.0	Parámetros del terremoto y la declaración 'Ningun peligro de tsunami'	5-10 min
Mensaje de peligro de Tsunami	Boletín con predicción cantitativa	7.1 y arriba	Parámetros del terremoto y predicción cuantitativa del nivel de la amenaza y el tiempo de arribo estimado (ETA)	3-5 min
	Suplementario con observaciones		Parámetros del terremoto, predicción cuantitativa y observaciones mareográficas	Cuando exista una revisión del terremoto o predicción de tsunami, o de observaciones
	Boletin final		Declaración de 'Tsunami no confirmado o amenaza	Ondas peligrosas han

			terminada'	pasado o no hay observaciones significativas de tsunami
--	--	--	------------	---

9. PLANTILLA A-CATAC

Tabla . Producto de texto CATAC, plantilla Potencial Tsunami:

WEPA40 RJTD DDhhmm	<--- (1)
Número de Boletín de Tsunami NNN Emitido por CATAC (INETER) Emitido a las hhmmZ DD MMM YYYY Parte nn de NN Partes	<--- (2)
Parámetros Hipocentrales Tiempo de Origen: hhmmZ DD MMM YYYY Epicentro Preliminar LAT LLL[NORTH][SOUTH] LON LLL.EAST Área geográfica (Escala Regional) Área geográfica (escala más amplia) Mag: M.M[MJMA]	<--- (3)
Evaluación Potencial Tsunami génico	<--- (4)
ESTE BOLETIN ES PARA Bloque costero 1 Bloque costero 2 Bloque costero 3 ...	<--- (5)
TIEMPOS DE LLEGADA ESTIMADOS DE TSUNAMI Y AMPLITUDES DE ONDA: Bloque costero 1 UBICACION COORDINADAS HORA DE LLEGADA AMPL FP1-1 LLL[N][S] LLL.LE hhmmZ DD MMM AMPLM Bloque costero 2 UBICACION COORDINADAS HORA DE LLEGADA AMPL FP2-1 LL.L[N][S] LLL.LE hhmmZ DD MMM AMPLM FP2-2 LL.L[N][S] LLL.LE hhmmZ DD MMM AMPLM FP2-3 LL.L[N][S] LLL.LE hhmmZ DD MMM AMPLM ... AMPL-AMPLITUD MÁXIMA EN METROS DESDE NIVEL DE MAR A CRESTA ...	<--- (6)
MEDICIONES O INFORMES DE TSUNAMI	<--- (7)
UBICACIÓN COORDINADAS TIEMPO DE LLEGA AMPL STATION-1 LLL[N][S] LLL.L[E][W]	
MAXIMA OLA TSUNAMI hhmmZ DD MMM AMPLM	
STATION-2	LL.L[N][S]
] LLL.L[E][W]	
MAXIMA OLA TSUNAMI hhmmZ DD MMM AMPLM	
...	
OLA MÁXIMA DE TSUNAMI-AMPLITUD DEL NIVEL DEL MAR A CRESTA	

Observaciones	

9.1 Título.

El encabezado de los mensajes en el circuito GTS (WEPA40 RJTD) aparece en la parte superior. **DDhhmm** representa el día, hora y minuto de emisión en UTC.

9.2 Número de boletín.

NNN es el número del boletín y aumenta con cada emisión. **hhmm**, **DD**, **MMM** e **YYYY** representan la hora, minuto, día, mes y año de emisión en **UTC**. Los mensajes A-CATAC demasiado largos pueden emitirse en partes separadas. **nn** es el número de la parte y **NN** es el número total de partes. Para mensajes no separados, **nn** y **NN** son ambos 01.

9.3 Parámetros del terremoto.

Esta parte contiene los siguientes resultados:

- hora de origen.
- Coordenadas del epicentro (latitud y longitud)
- Ubicación (zona geográfica).
- Profundidad (para terremotos que ocurren a profundidades de 100 km o más).
- Magnitud de momento (o magnitud de JMA, indicada por "(MJMA)").

hhmm, DD, MMM e YYYY representan la hora, minuto, día, mes y año de origen del terremoto en UTC. LL.L y LLL.L representan la latitud y longitud del epicentro, respectivamente. Se agrega "NORTE" o "SUR" para latitud, mientras que la longitud siempre es "OESTE". El Área geográfica es la región del epicentro basada en la regionalización de Flinn-Engdahl utilizado internacionalmente en sismología, ver https://earthquake.usgs.gov/learn/topics/flinn_engdahl.php. En el futuro, CATAC cambiará a una regionalización más específica de América Central. M.M es la magnitud Mw del terremoto. La profundidad focal se incluye solo para profundidades de 100 km o más. Cuando los parámetros se revisan en un mensaje posterior, aparece "(REVISIÓN)" en la primera línea de esta parte.

9.4 Potencial Tsunamigénico.

La evaluación del potencial tsunami génico de terremotos ubicados en el Área de Monitoreo del CATAC se basa en la magnitud del terremoto de la siguiente manera:

Tabla . Criterios de CATAC para la evaluación del potencial tsunami génico

Criterios	Potencial tsunami génico
- Epicentro bien en Tierra firme - Submarino profundo (mayor de 100 km)	No hay posibilidad de un tsunami
- Sismo submarino poco profundo, - M6.5 - 7.0	Muy pequeña posibilidad de un destructivo tsunami local
- Sismo submarino poco profundo. - M7.1 - 7.5	Posibilidad de un tsunami local destructivo cerca del epicentro
- Sismo submarino poco profundo - M7.6 - 7.8	Posibilidad de un tsunami destructivo regional.
- Sismo submarino poco profundo. - M mayor de 7.9	Posibilidad de un tsunami destructivo en todo el océano.

Los mensajes iniciales del CATAC se basan en esta evaluación que requiere únicamente la ubicación y la magnitud del terremoto.

9.5 Bloques costeros.

Si se espera un tsunami con una amplitud de 0.3 m o mayor para cualquier Punto de Pronóstico PP, en esta parte se muestran los **Bloques Costeros** que contienen los PP relevantes. Si no se espera un tsunami de esta escala en ningún PP, el informe dice: "Estimación en puntos de pronóstico: no se esperan olas de tsunami con una amplitud de 0.3 metros o más en ningún punto de pronóstico". (Adición), (Revisión) o (Cancelación) se especifica como descrito a continuación (Sección 7.6) en la información subsiguiente emitida debido a las actualizaciones de los parámetros del terremoto o la observación de un tsunami inesperadamente significativo.

9.6 Pronóstico de amplitud y hora de llegada.

La amplitud del tsunami y el tiempo de llegada se estiman para cada PP costero. Las amplitudes estimadas (AMPL en metros) y los tiempos de llegada (**hhmm DD MMM en UTC**) se enumeran con los nombres (**FP1-1**, etc.) para cada PP junto con su latitud

y longitud (LL.L [N] [S] LLL.LE en grupos de bloques costeros.

Aquí, **la amplitud se define como la distancia máxima entre las crestas de las olas del tsunami y el nivel del mar sin perturbaciones**. Se estima en categorías de 0,3-1 m, 1-3 m, 3-5 m, 5-10 m y más de 10 m, y se muestra solo para los PP que se espera que experimenten tsunamis con alturas de 0.3 m o más. Si no se espera un tsunami de esta escala en ningún PP, esta parte no aparece en el mensaje.

Si es necesario agregar nuevos PP o la hora de llegada / amplitud esperada del tsunami debe cambiarse en un problema revisado debido a las actualizaciones de los parámetros del terremoto u observación de un tsunami inesperadamente significativo, se especifica (Adición) o (Revisión) en la línea de los PP relevantes. Para las PF que aparecieron en el mensaje A-CATAC anterior, pero deben eliminarse debido a la revisión, se indica (Cancelación) en la publicación revisada.

9.7 Observación del Tsunami.

La información sobre las olas de tsunami registradas en las estaciones del nivel del mar con enlaces telemétricos al **CATAC** se proporciona según sea necesario. La amplitud (**AMPL** en metros) de la ola más grande a los 0.1 m más cercanos y el tiempo de llegada (**hhmmZ DD MMM**) se enumeran junto con el nombre de la estación (ESTACIÓN-1, etc.) y su latitud y longitud (**LL.L [N] [S] LLL.L [E] [W]**).

Para minimizar la confusión entre los países / organizaciones usuarios, CATAC generalmente adopta los valores de Altura Máxima de Tsunami (medida con respecto al nivel de marea normal) para los productos de PTWC en correspondencia con los de la amplitud máxima de las olas de tsunami en los productos CATAC.

9.8 Expresiones cualitativas para terremotos gigantes.

En el caso de un terremoto gigante (M mayor de 8) cerca de América Central, los términos cualitativos "Gigante", "Grande" o "----" y la expresión de magnitud "MAG MAYOR 8" se pueden usar en las A-CATAC. Dichas expresiones se pueden mostrar cuando A-CATAC el terremoto es tan masivo que no es práctico estimar el valor de magnitud apropiado en los pocos minutos disponibles hasta que se emitan las advertencias de tsunamis nacionales. En tales casos, la estimación de la escala del tsunami se basa en una magnitud máxima posible predefinida.

Los valores de Mw generalmente se pueden determinar dentro de aproximadamente

8 minutos de un terremoto a tiempo para la emisión inicial de A-CATAC. De lo contrario, CATAC emite mensajes iniciales utilizando expresiones cualitativas con una nota que especifica que el aviso se basa en valores de magnitud predefinidos.

10.. MODELO DE PRONÓSTICO.

CATAC utiliza para advertencias cuantitativas de tsunamis -

- 1) Una base pre calculada de pronósticos de tsunamis; junto con
- 2) Una técnica de simulación numérica en tiempo real.

10.1 Base de datos de pronósticos de tsunamis.

Los escenarios de propagación de tsunamis basados en varios tipos de fallas / ubicaciones se simularon de antemano, y los datos sobre los tiempos calculados de llegada y amplitud de tsunamis se almacenaron en una base de datos junto con información sobre magnitudes y ubicaciones de hipocentro. Las supuestas ubicaciones del epicentro se muestran en la Figura 2. Para cada una, se determinan fallas con cuatro magnitudes (M8.5, 8.0, 7.5 y 7.0) y seis profundidades (0, 20, 40, 60, 80 y 100 km). Una vez que se produce un terremoto y se determina su hipocentro y su magnitud, se recupera el escenario más cercano para la formulación de A-CATAC. Específicamente, se selecciona el escenario con la ubicación de falla más cercana y las amplitudes de tsunami se estiman mediante interpolación o extrapolación relacionada con la magnitud y la profundidad. Para la simulación de propagación de tsunamis, se utiliza el modelo descrito en 8.2.

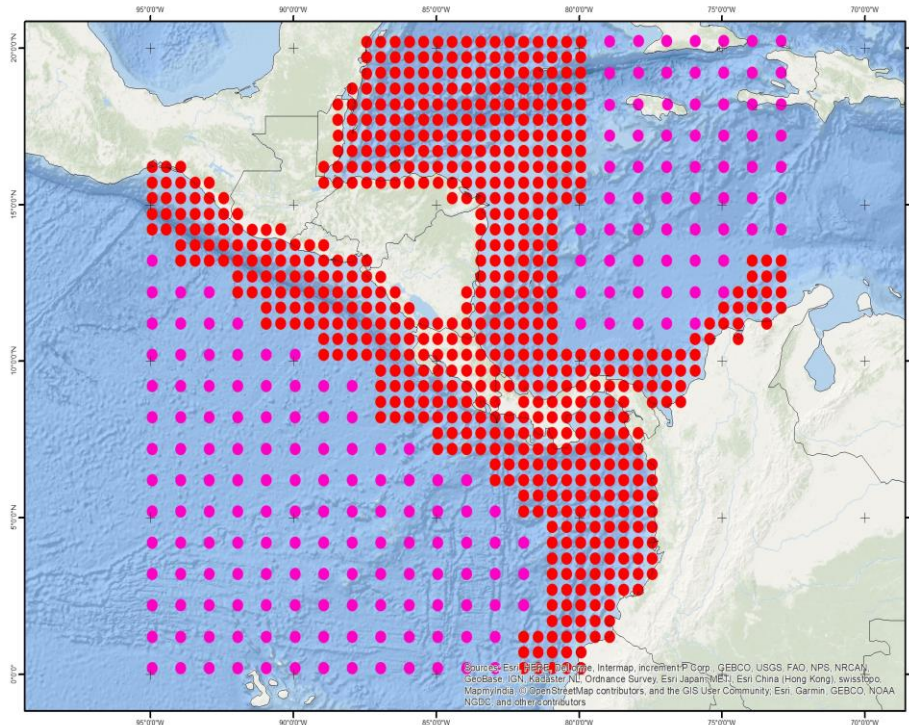


Figura 13. Ubicaciones de fallas asumidas para la base pre calculada de datos de pronóstico de tsunamis CATAC.

Esta base contiene para 829 ubicaciones de fallas en el Océano Pacífico y el Mar Caribe en separación de 0.5 o 1 grado un total de 16,580 casos de simulación con 4 Magnitudes (6.5, 7.0, 7.5, 8.0) y 5 profundidades (10, 30, 60, 80, 100km). El rumbo (strike) a partir de base de datos de sismos ocurridos en la zona. El buzamiento (dip) es de 45 grados, el ángulo de deslizamiento (rake) es de 90 grados. Si ocurre un terremoto con magnitud mayor de 8 se realiza una extrapolación en base de los valores existentes en la base.

10. 2 Simulación numérica en tiempo real.

En el cálculo de la propagación de tsunamis para la información de la base de datos de pronósticos de tsunamis y los pronósticos en tiempo real, CATAC utiliza un modelo numérico de simulación de tsunamis basado en la teoría no lineal de onda larga. Este modelo incorpora los efectos de la fuerza de Coriolis y la fricción del fondo marino, y tiene una resolución de rejilla de 1 arco-min (por ejemplo, Satake (2002)).

La teoría de la onda larga se puede aplicar cuando se considera que la longitud de onda de un tsunami excede significativamente la profundidad del mar y cuando se considera que la amplitud de la onda es mucho menor que la profundidad del mar. Sin

embargo, estas condiciones no son aplicables para tsunamis que se dirigen hacia áreas costeras en aguas poco profundas. Por lo tanto, la estimación de las amplitudes de los tsunamis en los puntos costeros se basa en el valor simulado para un punto costa afuera correspondiente de varias a varias decenas de kilómetros costa afuera usando la Ley de Green (por ejemplo, Satake (2002)). La profundidad del océano costero se establece en 1 m.

Mientras tanto, el tiempo de llegada del tsunami al punto costero determinado a partir de la simulación numérica se considera como el punto costero correspondiente sin conversión. El tiempo de llegada se define como el punto en el que la amplitud estimada inicialmente supera los 5 cm.

Cabe señalar que los tiempos de llegada y las amplitudes reales de los tsunamis pueden diferir de los datos predictivos según la topografía costera y del lecho marino, especialmente en áreas costeras donde los datos batimétricos de malla fina no se utilizan en la simulación numérica de los tsunamis. En consecuencia, aunque los tiempos de llegada estimados para cada punto de pronóstico se dan al minuto más cercano, los datos no son necesariamente precisos en el orden de un minuto. Los tsunamis pueden llegar algo antes o después de los tiempos estimados de A-CATAC.

10.3 Tiempos de viaje de tsunami.

El cálculo de los tiempos de viaje del tsunami que se muestran en los mapas de tiempo de viaje del tsunami se basa en la teoría de la onda larga, lo que significa que la velocidad de la onda se calcula a partir de la raíz cuadrada de la cantidad de profundidad del agua multiplicada por la aceleración de la gravedad. En consecuencia, los tiempos que se muestran en estos mapas pueden no coincidir con precisión con los tiempos en los mensajes de texto A-CATAC.

11. Realización de Ejercicios regionales de tsunami

11.1 Mega terremoto en la zona de subducción entre Guatemala, El Salvador y Nicaragua

Fecha del ejercicio 1: 19/08/2019

Parámetros del terremoto:

Magnitud 8.6, con fuente compleja que generaría tsunami máximo posible en América Central de

más de 20 m de altura.

El modelaje se realizó con SeisComP TOAST, en “tiempo real”

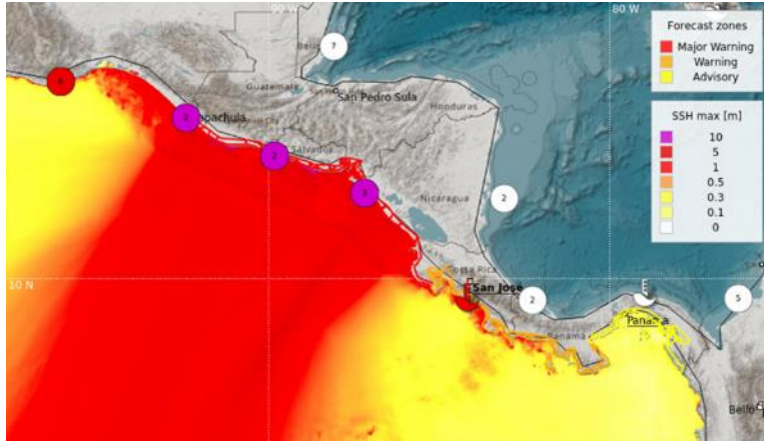


Figura 14. Mapa del tsunami del ejercicio 1

11.2 Terremoto lento de magnitud 7.6 frente al Golfo de Fonseca

Fecha de ejercicio 2: 11/11/2020

Parámetros del terremoto

M 7.6, terremoto lento y tsunami que impacta en El Salvador, Honduras y Nicaragua, Honduras, Nicaragua)

Modelaje con SeisComP TOAST

Este ejercicio se realizó bajo condiciones del COVID-2019.

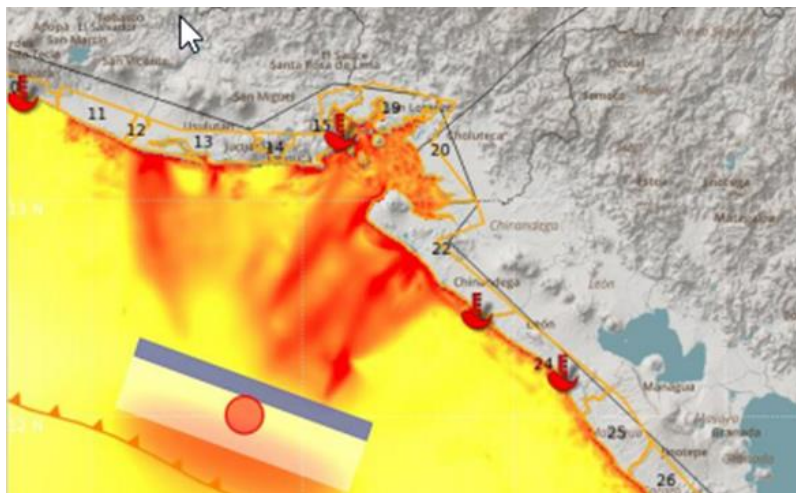


Figura 15. Mapa del tsunami del ejercicio 2

Otros 2 ejercicios programados no se realizaron debido a las condiciones de COVID-2019

REFERENCIAS

Satake, K. 2002. Tsunamis. Manual Internacional de Sismología de Terremotos e Ingeniería, Parte A, III-28. Prensa academica.

UNESCO, COI Series Técnicas No. 87 "Guía de Usuarios Operacionales para el Sistema de Alerta y Mitigación de Tsunamis en el Pacífico (PTWS)", Segunda Edición, Anexo II, 2011.

ANEXO 1. EJEMPLOS DE PRODUCTOS CATAC MEJORADOS.

- a.** Primer producto de texto (cuando se esperan tsunamis costeros con alturas de 0.3 m o más)

- b.** Primer producto de texto (cuando no se esperan tsunamis costeros con alturas de 0,3 m o más)

- c.** Primer producto de texto (cuando ML se considera subestimado y Mw no está disponible de manera oportuna)

- d.** Primer producto de texto (cuando la profundidad es de 100 km o más)

- e.** Segundo producto de texto (con observaciones de tsunami)

ANEXO 2. EJEMPLOS DE PRODUCTOS GRÁFICOS POR CATAAC

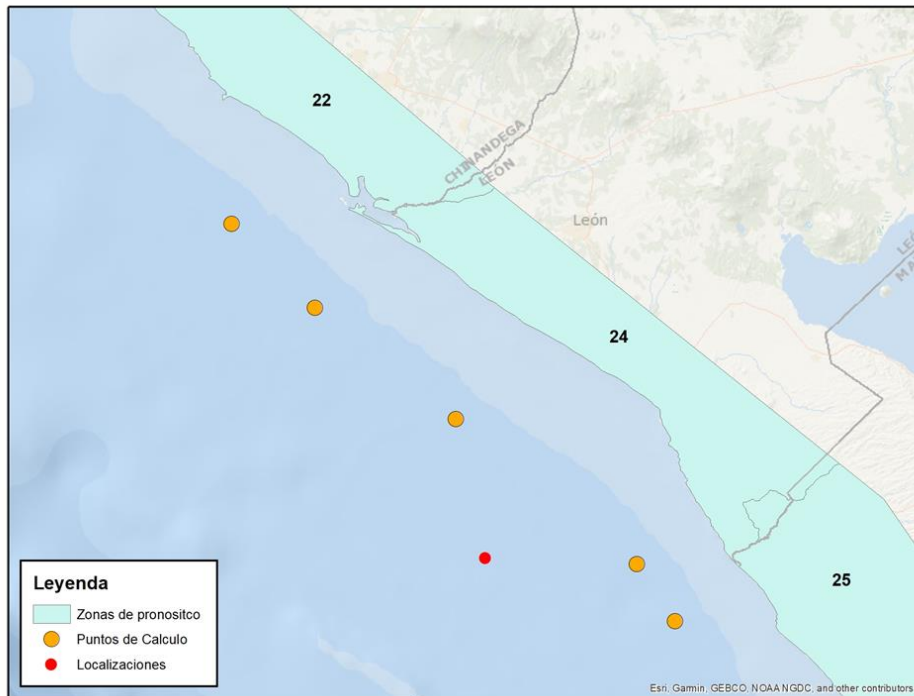
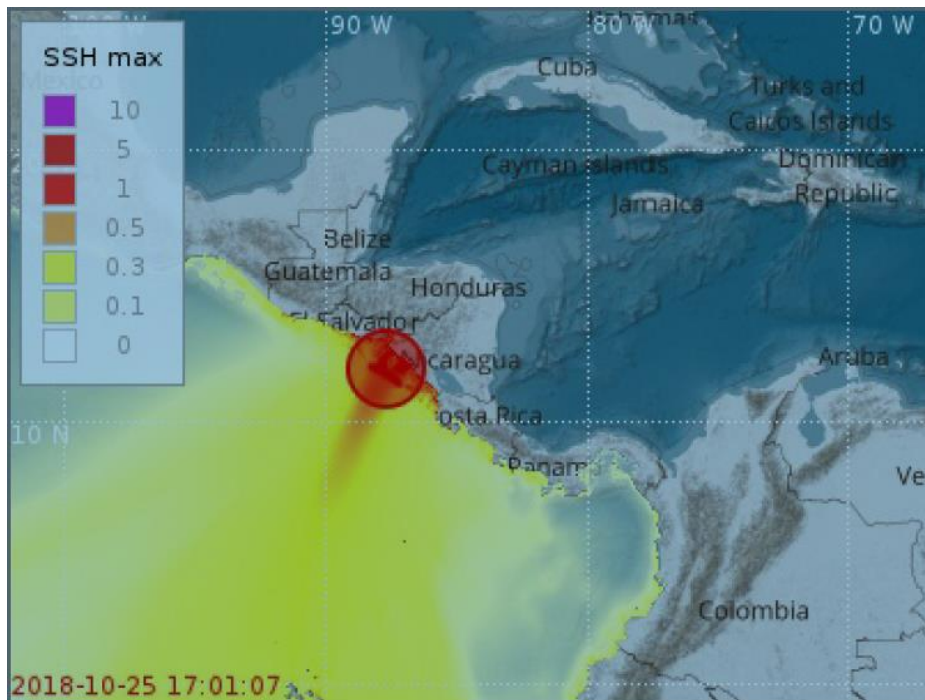


Figura 1. Bloques costeros y Puntos de Pronóstico en la costa. Puntos de pronóstico a 50 m de profundidad. Definición de zonas de pronóstico a nivel de departamental. Obtención de Máximos valores para 70 zonas de pronóstico. Para 130 puntos de pronóstico en costa del Pacífico y del Caribe.



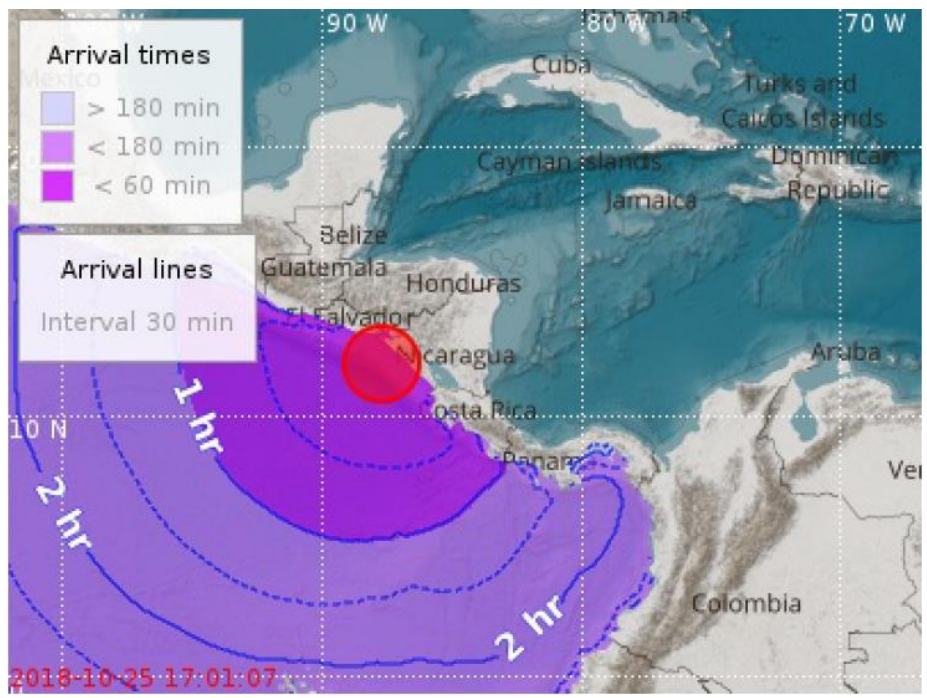


Figura 2. CATAc Pronóstico de tiempo de arribo del tsunami

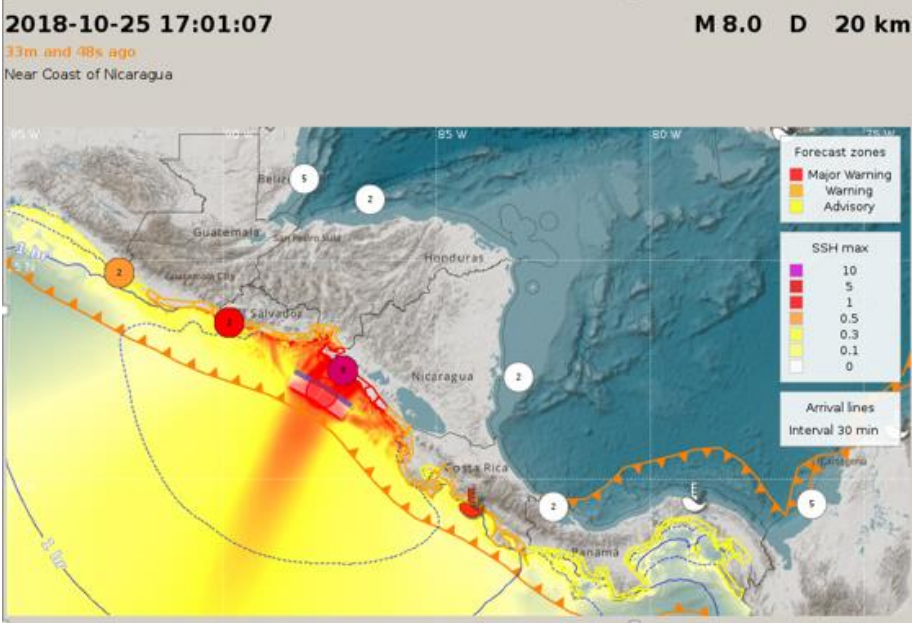


Figura 3. CATAc Pronóstico de Amplitud costera de tsunami

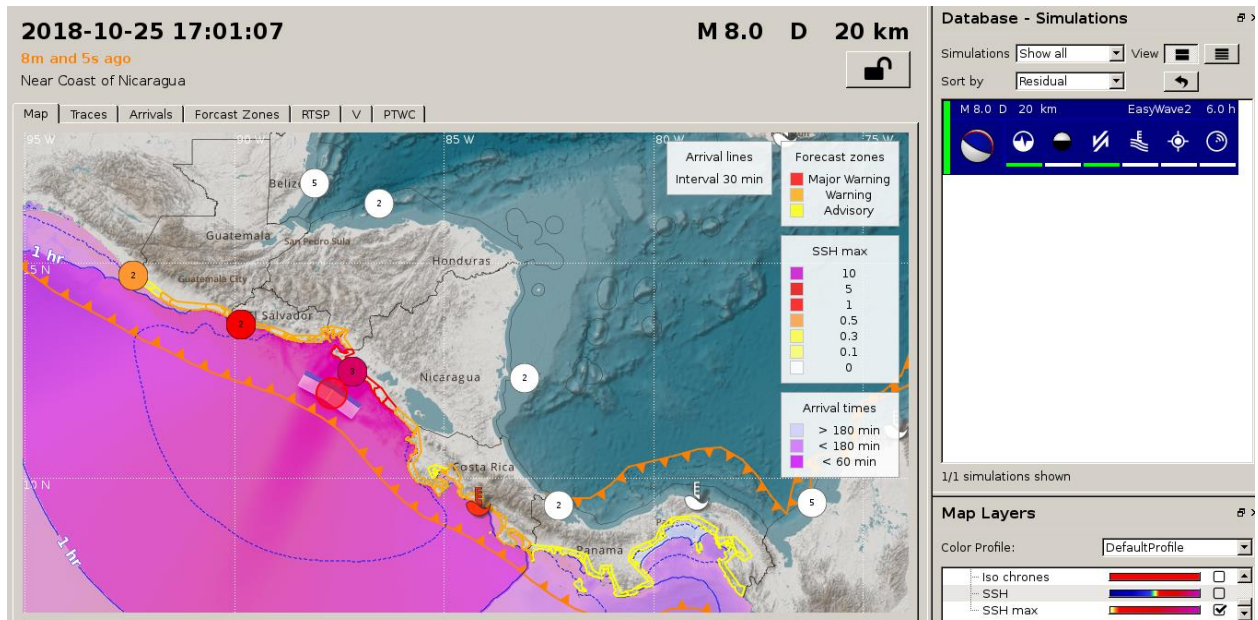


Figura 4. CATAC Pronóstico de amplitud de tsunami en el mar profundo

Anexo 3. NTWC y TWFP en América Central

I. NTWC o Instituciones responsables para el monitoreo científico

1) Nicaragua: INETER, CATAC/Dirección de Sismología

Para Nicaragua, el CATAC funge como NTWC emitiendo mensajes al Gobierno de Nicaragua, al Centro de Operaciones de Emergencias (CODE) del Sistema Nacional para la Prevención Mitigación y Atención de Desastres (SINAPRED) y de Defensa Civil del Ejército de Nicaragua acorde los SOP nacionales de Nicaragua. Se pretende que, a partir de 2022, INETER envíe directamente mensajes de Terremotos y Tsunamis a la población.

2) El Salvador: Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales (MARN), Dirección General del Observatorio Ambiental (MARN-DGOA)

3) Guatemala: Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología (INSIVUMEH)

4) Honduras: Comisión Permanente de Contingencias (COPECO). En Honduras no existe una institución científica con la capacidad de evaluar la amenaza de tsunami. COPECO mantiene la red sísmica del país.

5) Costa Rica: Sala de Monitoreo de Tsunamis de la Universidad Nacional (SINAMOT)

6) Panamá: Instituto de Geociencias de la Universidad de Panamá (IGC-UPA)

II. TWFP u Organizaciones encargadas para emitir Alertas de Tsunami a la población

1) Nicaragua: Sistema Nacional para la Prevención Mitigación y Atención de Desastres (SINAPRED) / Defensa Civil del Ejército de Nicaragua. Se pretende que a partir de 2022 INETER envíe directamente mensajes de Terremotos y Tsunamis a la población.

2) El Salvador: Ministerio de Gobernación, Dirección General de Protección Civil y Prevención y Mitigación de Desastres (DGPC)

3) Guatemala: Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres (CONRED)

4) Honduras: Comisión Permanente de Contingencias (COPECO)

5) Costa Rica: Comisión Nacional de Prevención de Riesgos y Atención de Emergencias (CNE)

6) Panamá: Sistema Nacional de Protección Civil (SINAPROC)

III. Institución regional de protección civil

1) CEPREDENAC; Centro de Prevención de Desastres en América Central

Anexo 4. Listado de personal del CATAC, Noviembre de 2021

#	Nombre y apellido	24x7	Función / experiencia
1	Dr. Wilfried Strauch	-	Asesor INETER, Coordinador CATAC
2	MSc Emilio Talavera	X	Director Sismología/CATAC
3	Lic. Virginia Tenorio	-	Director de la Central de Monitoreo, sismología, tsunami, sismología volcánica
4	Ing. Miguel Flores	X	Informático, sistemas digitales, Sismología, Tsunami
5	Ing. Norwin Acosta	-	Modelaje Tsunami, SIG
6	MSc Greyving Argüello	X	Sismología, Geofísica, Tsunami
7	MSc Amilcar Cabrera	X	Sismología, Matemática, Tsunami
8	MSc Petronila Flores	X	Sismología, Geología, Tsunami,
9	MSc Martha Herrera	X	Sismología, Electrónica, Tsunami, Comunicación Digital, Sismometría
10	MSc Domingo J. Namendi	X	Sismología, Electrónica, Tsunami, Comunicación Digital, Sismometría
11	MSc Ulbert Grillo	X	Sismología, Tsunami, Electrónica, Comunicación Digital, Sismometría
12	Ing. Fernando García	X	Sismología, Tsunami, Electrónica, Comunicación Digital, Sismometría
13	Ing. Jaqueline Sánchez	X	Sismología, Tsunami, Informática
14	Ing. Juan Carlos Guzmán	X	Sismología, Tsunami, Informática
15	Tec. Allan Morales	X	Sismometría, Tsunami, Electrónica
16	Tec. Antonio Acosta	X	Sismometría, Tsunami, Electrónica
17	Ing. Ana Rodríguez	X	Sismología, Tsunami, SIG
18	Ing. Milton Espinoza	X	Sismología, Tsunami, SIG
19	Lic. Wesly Rodríguez	X	Geofísica, Sismología, Tsunami

X – se desempeña como sismólogo de turno 24x7

Además:

Consultor: Ing. Gerzon González (programación, IT)

ANEXO 5. Ejemplo de Mensaje de prueba generado por TOAST en el CATAC

CATAC (INETER)
Magnitud : 8.0 SR
Fecha : 10/25/2018
Hora : 17:01:07 UTC
Latitud : 11.98 N
Longitud : 87.69 W
Profundidad : 20 Km
ID evento : toast2018vamn1x M
Location : Near Coast of Nicaragua
Evaluacion:
Existe Posibilidad de Tsunami en las Siguietes Áreas:

T2 T1 T3 T4 Estatus Altura
PAÍS UBICACIÓN

2018-10-25 17:46:37 2018-10-25 17:01:07 2018-10-25 17:54:07 2018-10-25 23:01:07 Tsunami 5.08m
NICARAGUA LEON
2018-10-25 17:47:37 2018-10-25 17:01:07 2018-10-25 21:44:37 2018-10-25 23:01:07 Tsunami 3.49m
NICARAGUA CARAZO
2018-10-25 17:50:37 2018-10-25 17:01:07 2018-10-25 20:28:37 2018-10-25 23:01:07 Tsunami 3.03m
NICARAGUA MANAGUA
2018-10-25 17:52:07 2018-10-25 17:01:07 2018-10-25 18:06:07 2018-10-25 23:01:07 Tsunami 3.03m
NICARAGUA CHINANDEGA
2018-10-25 17:55:07 2018-10-25 17:01:07 2018-10-25 20:05:07 2018-10-25 23:01:07 Tsunami 2.51m
NICARAGUA RIVAS
2018-10-25 18:55:07 2018-10-25 17:01:07 2018-10-25 22:53:07 2018-10-25 23:01:07 Tsunami 2.24m
HONDURAS ISLA DEL TIGRE
2018-10-25 18:19:37 2018-10-25 17:01:07 2018-10-25 18:46:07 2018-10-25 23:01:07 Tsunami 2.13m
EL SALVADORCONCHAGUITA
2018-10-25 18:32:37 2018-10-25 17:01:07 2018-10-25 19:19:37 2018-10-25 23:01:07 Tsunami 2.11m
EL SALVADORLA UNION
2018-10-25 17:42:37 2018-10-25 17:20:29 2018-10-25 21:16:07 2018-10-25 23:01:07 Tsunami 2.08m
COSTA RICA GUANACASTE
2018-10-25 19:22:37 2018-10-25 17:08:23 2018-10-25 19:54:07 2018-10-25 23:01:07 Tsunami 2.01m
HONDURAS VALLE
2018-10-25 18:04:07 2018-10-25 17:01:07 2018-10-25 19:53:37 2018-10-25 22:37:07 Tsunami 1.97m
EL SALVADORUSULUTLAN
2018-10-25 18:20:37 2018-10-25 17:01:07 2018-10-25 18:50:07 2018-10-25 22:45:37 Tsunami 1.95m
EL SALVADORMEANGUERA DEL GOLFO
2018-10-25 17:53:37 2018-10-25 17:01:07 2018-10-25 21:43:37 2018-10-25 22:52:37 Tsunami 1.92m
EL SALVADORSAN MIGUEL
2018-10-25 18:08:07 2018-10-25 17:04:07 2018-10-25 18:15:07 2018-10-25 22:57:37 Tsunami 1.90m
EL SALVADORSAN VICENTE
2018-10-25 18:11:07 2018-10-25 17:12:35 2018-10-25 22:41:07 2018-10-25 23:01:07 Tsunami 1.90m
EL SALVADORLA PAZ
2018-10-25 19:24:37 2018-10-25 17:01:07 2018-10-25 22:27:07 2018-10-25 23:01:07 Tsunami 1.87m
HONDURAS CHOLUTECA
2018-10-25 18:34:07 2018-10-25 17:01:07 2018-10-25 18:39:37 2018-10-25 23:01:07 Tsunami 1.62m
EL SALVADORISLA PUNTA ZACATE
2018-10-25 18:12:07 2018-10-25 17:01:07 2018-10-25 18:57:37 2018-10-25 22:54:07 Tsunami 1.48m
NICARAGUA FARALLONES DE COSIGUINA
2018-10-25 18:00:37 2018-10-25 17:35:43 2018-10-25 22:08:37 2018-10-25 22:51:07 Tsunami 1.45m
EL SALVADORLA LIBERTAD
2018-10-25 19:46:07 2018-10-25 17:48:29 2018-10-25 21:32:07 2018-10-25 23:01:07 Tsunami 1.25m
GUATEMALA SANTA ROSA
2018-10-25 18:10:37 2018-10-25 17:59:35 2018-10-25 18:17:37 2018-10-25 22:48:37 Tsunami 1.16m

GUATEMALA JUTIAPA

2018-10-25 18:11:37 2018-10-25 17:57:59 2018-10-25 18:15:07 2018-10-25 22:03:07 Tsunami 1.04m

EL SALVADORAHUACHAPAN

2018-10-25 20:25:37 2018-10-25 18:13:05 2018-10-25 20:17:07 2018-10-25 23:01:07 Tsunami 1.03m

GUATEMALA SUCHITEPEQUEZ

2018-10-25 18:00:07 2018-10-25 17:48:44 2018-10-25 22:46:37 2018-10-25 23:01:07 Tsunami 1.00m

EL SALVADORSONSONATE

2018-10-25 18:20:07 2018-10-25 17:48:13 2018-10-25 22:56:37 2018-10-25 23:01:07 Tsunami 0.71m

GUATEMALA ESCUINTLA

2018-10-25 18:12:37 2018-10-25 17:58:53 2018-10-25 18:43:37 2018-10-25 21:18:07 Tsunami 0.64m

COSTA RICA ISLA DEL COCO

2018-10-25 17:44:37 2018-10-25 17:35:17 2018-10-25 20:37:07 2018-10-25 23:01:07 Tsunami 0.64m

COSTA RICA PUNTARENAS

2018-10-25 22:49:37 2018-10-25 18:15:35 2018-10-25 22:57:37 2018-10-25 22:54:37 Tsunami 0.58m

GUATEMALA SAN MARCOS

2018-10-25 22:22:07 2018-10-25 17:47:29 2018-10-25 22:51:07 2018-10-25 23:01:07 Tsunami 0.56m

COSTA RICA PUNTARENAS

2018-10-25 20:02:37 2018-10-25 17:49:13 2018-10-25 22:36:37 2018-10-25 23:01:07 Tsunami 0.54m

COSTA RICA ISLA TORTUGA

ANEXO 6. LISTA DE PUNTOS DE PRONÓSTICO

Costa Rica Abangaritos 10.1167 -85.0167 4

Costa Rica Agua Buena 8.4167 -83.3833 4

Costa Rica Agujas 9.7167 -84.6500 4

Costa Rica Ballena 9.1000 -83.7000 4

Costa Rica Bananito Sur 9.8667 -83.0000 4

Costa Rica Barmouth Este 10.1167 -83.2333 4

Costa Rica Bonifacio 9.7833 -82.9167 4

Costa Rica Brasilito 10.4167 -85.7833 4

Costa Rica Brasilito 10.9833 -85.6833 4

Costa Rica Cabo Blanco 9.9333 -85.0000 4

Costa Rica Cabuya 9.6000 -85.0833 4

Costa Rica Cahuita 9.7333 -82.8500 4

Costa Rica Carrillo 9.8333 -85.3333 4

Costa Rica Catorce Millas 10.0833 -83.2000 4

Costa Rica Coco 10.5500 -85.7000 4

Costa Rica Colorado 10.1833 -85.1167 4

Costa Rica Colorado 10.7833 -83.6000 4

Costa Rica Comadre 9.7167 -82.8333 4

Costa Rica Conventillos 11.0833 -85.6833 4

Costa Rica Coronado 9.0500 -83.6167 4

Costa Rica Corozal 9.9833 -85.1667 4

Costa Rica Corralillo 9.8833 -84.7167 4

Costa Rica Culebre 10.6500 -85.6500 4

Costa Rica Curu 9.7833 -84.9333 4

Costa Rica Dominical 9.2500 -83.8667 4

Costa Rica El Tigre 10.7167 -85.6167 4

Costa Rica Esterillos Este 9.5167 -84.5167 4

Costa Rica Garza 9.9000 -85.6500 4

Costa Rica Golfito 8.6333 -83.1667 4

Costa Rica Goschen 10.1667 -83.3167 4

Costa Rica Guerra 8.7667 -83.6167 4

Costa Rica Hacienda Santa Elena 10.9333 -85.8333 4

Costa Rica Hatillo 9.3000 -83.9000 4

Costa Rica Islita 9.8500 -85.4000 4

Costa Rica Jabilla 9.8167 -85.3000 4

Costa Rica Jaco 9.6167 -84.6333 4

Costa Rica La Abuela 9.7000 -85.0167 4

Costa Rica La Palma 8.6667 -83.4667 4

Costa Rica Las Mantas 9.7000 -84.6667 4

Costa Rica Lepanto 9.9333 -85.0333 4

Costa Rica Los Organos 9.8167 -84.9000 4

Costa Rica Madrigal 8.4500 -83.5167 4

Costa Rica Mal Pais 9.6167 -85.1500 4

Costa Rica Manzanillo 9.7000 -85.2000 4

Costa Rica Marbella 10.0833 -85.7667 4

Costa Rica Matapalo 9.3333 -83.9667 4

Costa Rica Mexico 9.9833 -83.1333 4

Costa Rica Moin 10.0000 -83.0833 4

Costa Rica Montezuma 9.6500 -85.0667 4

Costa Rica Muneco 9.5500 -84.5500 4

Costa Rica Naranjo 9.9333 -84.9667 4

Costa Rica New Castle 9.9167 -83.0500 4

Costa Rica Nuevo Colon 10.5167 -85.7333 4

Costa Rica Palo Seco 8.6000 -83.4167 4

Costa Rica Paquera 9.8167 -84.9333 4

Costa Rica Paraiso 10.1833 -85.8000 4

Costa Rica Parismina 10.3000 -83.3500 4

Costa Rica Pigres 9.7833 -84.6333 4

Costa Rica Pital 9.7333 -84.6333 4

Costa Rica Pochotal 9.5833 -84.6167 4

Costa Rica Pochota 9.7500 -85.0000 4

Costa Rica Pochote 10.1500 -85.2833 4

Costa Rica Puerto Carazo 10.2167 -85.2500 4

Costa Rica Puerto Coyote 9.7833 -85.2667 4

Costa Rica Puerto Jimenez 8.5333 -83.3000 4

Costa Rica Puerto Limon 9.9833 -83.0333 3

Costa Rica Puerto Manzanillo 9.6333 -82.6500 4

Costa Rica Puerto Quepos 9.4167 -84.1500 4

Costa Rica Puerto Thiel 10.0333 -85.2000 4

Costa Rica Puerto Viejo 9.6333 -82.7500 4

Costa Rica Puerto Viejo 10.3833 -85.8167 4

Costa Rica Punta Trinidad 10.0333 -85.7500 4

Costa Rica Puntarenas 9.9667 -84.8500 3

Costa Rica Quebrada Nando 9.7667 -85.2333 4

Costa Rica Quebrada Seca 9.8500 -85.3500 4

Costa Rica Quepos 9.4500 -84.1500 4

Costa Rica Refundores 10.3333 -85.8500 4

Costa Rica Rincon 8.6833 -83.4833 4

Costa Rica Rio Grande 9.6833 -85.0333 4

Costa Rica Rio Madre 10.0000 -83.1500 4

Costa Rica San Andres 9.8500 -82.9667 4

Costa Rica San Pedro 9.9667 -85.1500 4

Costa Rica San Rafael 10.2167 -83.3333 4

Costa Rica San Vicenta 9.7333 -85.0167 4

Costa Rica Santa Marta 9.9667 -85.6667 4

Costa Rica Santa Teresa 9.6500 -85.1833 4

Costa Rica Santiago 9.6667 -85.1833 4

Costa Rica Tarcoles 9.7667 -84.6167 4

Costa Rica Tigre 8.5500 -83.3667 4

Costa Rica Tuba Creek 9.7667 -82.9000 4

Costa Rica Uvita 9.1500 -83.7500 4

Costa Rica Venado 10.1667 -85.8167 4

Costa Rica Villalta 9.7333 -85.2000 4

Costa Rica Zancudo 8.5333 -83.1333 4

Costa Rica Zapotal 10.5000 -85.8000 4

Costa Rica Parismina 10.3156 -83.3515 0

Costa Rica Limon 9.9969 -83.0237 0

Costa Rica Puerto Viejo de Talamanca 9.6589 -82.7532 0

Costa Rica Manzanillo 9.6340 -82.6625 0

Guatemala Agua Caliente 15.6833 -88.5833 4

Guatemala Astillero 13.8500 -90.3500 4

Guatemala Barra de la Gabina 13.7667 -90.1833 4

Guatemala Barra del Jiote 13.7833 -90.2167 4

Guatemala Barra Madre Vieja 14.0167 -91.4333 4

Guatemala Cabeza de Vaca 15.8833 -88.9500 4

Guatemala Cambalache 15.9167 -88.5667 4

Guatemala Champerico 14.2833 -91.9167 3

Guatemala Chapeton 13.8333 -90.3333 4

Guatemala Chicago 14.0833 -91.6000 4

Guatemala Churirrin 14.1167 -91.6667 4

Guatemala El Arrenal 13.9167 -90.5833 4

Guatemala El Carrizal 13.9167 -90.9667 4

Guatemala El China 14.4167 -92.0500 4

Guatemala El Gariton 13.9167 -90.6000 4

Guatemala El Pumpo 13.9000 -90.5000 4

Guatemala El Semillero Barra Nahual. 14.0500 -91.5167 4

Guatemala Estero Lagarto 15.9333 -88.6000 4

Guatemala Hawaii 13.8667 -90.4000 4

Guatemala La Barrita 13.9167 -90.9167 4

Guatemala La Barrita 13.7667 -90.1667 4

Guatemala La Graciosa 15.8667 -88.5333 4

Guatemala La Isla 13.9167 -90.5167 4

Guatemala La Muerte 13.8500 -90.3667 4

Guatemala La Pimienta 15.8333 -88.4667 4

Guatemala La Romana 15.7167 -88.6000 4

Guatemala La Verde 14.1833 -91.7500 4

Guatemala Las Escobas 15.6833 -88.6333 4

Guatemala Las Lagunas 13.9833 -91.3500 4

Guatemala Las Lisas 13.8000 -90.2667 4

Guatemala Las Quechas 13.9000 -90.5167 4

Guatemala Livingston 15.8167 -88.7500 4

Guatemala Machacas 15.7667 -88.5333 4

Guatemala Macho Creek 15.7667 -88.7167 4

Guatemala Manglar 15.8833 -88.5000 4

Guatemala Nueva Venecia 14.0500 -91.5333 4

Guatemala Papaturre 13.9333 -90.6000 4

Guatemala Pato Creek 15.9167 -88.6000 4

Guatemala Pioquinto 15.7833 -88.5667 4

Guatemala Puerto Barrios 15.7167 -88.6000 3

Guatemala Puerto San Jose 13.9333 -90.8333 4

Guatemala Puerto Viejo 13.9333 -90.7000 4

Guatemala Punta del Cabo 15.9500 -88.5667 4

Guatemala Punta Herreria 15.8167 -88.7333 4

Guatemala Quehueche 15.8500 -88.7833 4

Guatemala Rio Blanco 15.8167 -88.7667 4

Guatemala Rio Salado 15.8000 -88.7167 4

Guatemala Rio San Carlos 15.7333 -88.6833 4

Guatemala San Francisco Madre Vieja 14.0333 -91.4500 4

Guatemala San Francisco del Mar 15.8333 -88.4167 4

Guatemala San Jose Buena Vista 13.8167 -90.3167 4

Guatemala San Jose Rama Blanca 13.9333 -91.2333 4

Guatemala San Juan 15.8500 -88.8833 4

Guatemala San Manuel 15.7000 -88.5833 4

Guatemala San Pedro 13.8167 -90.2833 4

Guatemala Santa Maria 15.7833 -88.6833 4

Guatemala Santa Rose 13.9333 -90.8000 4

Guatemala Sarstun 15.8833 -88.9167 4

Guatemala Sipacate 13.9333 -91.1500 4

Guatemala Tahuexco 14.1000 -91.6167 4

Guatemala Tecojate 13.9667 -91.3500 4

Guatemala Tulate 14.1500 -91.7000 4

Guatemala Livingston 15.7453 -88.6172 0

Guatemala Puerto Barrios 15.7453 -88.6172 0

Guatemala Punta de Manabique 15.7453 -88.6172 0

Honduras Agua Dulce 15.7833 -86.6333 4

Honduras Alligator Nose 16.4333 -86.2833 4

Honduras Amalapa 13.2667 -87.6500 4

Honduras Amapala 15.8500 -85.5500 4

Honduras Auaspani 15.2333 -84.8667 4

Honduras Auasta 15.2667 -84.8167 4

Honduras Aurata 15.4000 -84.1500 4

Honduras Awijjaratora 15.2500 -84.6000 4

Honduras Baja Mar 15.8833 -87.8500 4

Honduras Balfate 15.7667 -86.3833 4

Honduras Banda del Norte 16.0167 -85.9333 4

Honduras Barra 15.3833 -83.7167 4

Honduras Barra de Aguan 15.9667 -85.7500 4

Honduras Barra del Cruta 15.2333 -83.4167 4

Honduras Barra del Motagua 15.7000 -88.2333 4

Honduras Barra Patuca 15.8000 -84.2833 4

Honduras Barra Ulua 15.9167 -87.7167 4

Honduras Boca Cerrada 15.7667 -87.2000 4

Honduras Boca del Toro 15.7500 -87.0500 4

Honduras Bruner 15.9500 -84.9500 4

Honduras Bruner 15.9333 -84.9000 4

Honduras Burgoc 15.7500 -86.9667 4

Honduras Cabo de Homos 15.7667 -86.8167 4

Honduras Casautara 15.0333 -83.2167 4

Honduras Cauquira 15.3167 -83.5833 4

Honduras Cayos Arriba 16.4833 -85.8667 4

Honduras Cedeno 13.1667 -87.4333 4

Honduras Chachaguala 15.7167 -88.1000 4

Honduras Clauro 15.6167 -84.0833 4

Honduras Clubquimuna 15.0333 -83.2667 4

Honduras Cocal Tusi 15.8333 -84.5500 4

Honduras Cocobila 15.9000 -84.8000 4

Honduras Colorado 15.8167 -87.3000 4

Honduras Cuero 15.7500 -87.1167 4

Honduras Dapat 15.3333 -83.6167 4

Honduras Diamond Rock 16.4167 -86.3000 4

Honduras Dixon's Cove 16.3500 -86.5000 4

Honduras El Benk 15.1000 -83.3167 4

Honduras El Cacao 15.7833 -86.5333 4

Honduras El Naranjo 13.3833 -87.7333 4

Honduras El Ojochalito 13.1333 -87.3667 4

Honduras El Paraiso 15.7500 -87.6500 4

Honduras El Peru 15.7833 -86.7500 4

Honduras El Porvenir 15.8333 -87.9333 4

Honduras El Saldado 16.4833 -85.9167 4

Honduras El Triunfo de la Cruz 15.7667 -87.4333 4

Honduras El Zapone 15.8000 -86.5500 4

Honduras El Zapone 15.8667 -86.9000 4

Honduras First Bight 16.3833 -86.4000 4

Honduras Flowers Bay 16.2833 -86.6167 4

Honduras Gallinero 13.3167 -87.7500 4

Honduras Guanaja 16.4500 -85.8833 4

Honduras Guasita 15.5333 -83.5333 4

Honduras Guipo 13.1167 -87.4000 4

Honduras Huarta 15.8500 -84.6167 4

Honduras Iriona 15.8833 -85.2167 4

Honduras Ivias 15.8500 -84.8500 4

Honduras Jonesville 16.4000 -86.3667 4

Honduras Kanko 15.2000 -83.3667 4

Honduras Karasunta 15.1000 -83.3167 4

Honduras Kaskira 15.3667 -83.6833 4

Honduras Kiaskira 15.3500 -83.7167 4

Honduras Kokota 15.2833 -84.8500 4

Honduras La Auencia 15.7333 -86.8833 4

Honduras La Ceiba 15.7833 -86.8000 3

Honduras La Laguna 15.9500 -85.9167 4

Honduras La Laguna 16.4667 -85.9167 4

Honduras La Negra 13.3667 -87.6000 4

Honduras La Virgen 15.2833 -83.5000 4

Honduras Landa 15.8667 -85.5833 4

Honduras Las Palmas 13.4500 -87.5833 4

Honduras Liano Largo 13.3833 -87.7500 4

Honduras Limon 15.8500 -85.4667 4

Honduras Masca 15.6667 -88.1333 4

Honduras Middgeton 16.4000 -86.4333 4

Honduras Miranda 15.8333 -86.2333 4

Honduras Mokobila 15.8167 -84.4333 4

Honduras Mud Hole 16.3333 -86.5667 4

Honduras Nakunta 15.2000 -84.7833 4

Honduras Nuevo Armenia 15.8000 -86.5167 4

Honduras Oak Ridge 16.4000 -86.3500 4

Honduras Omoa 15.7667 -88.0333 4

Honduras Pakwi 15.1333 -83.3500 4

Honduras Palkaka 15.3167 -84.8667 4

Honduras Palmerson Point 16.4000 -86.4500 4

Honduras Palmira 15.7333 -86.9000 4

Honduras Paro 15.9000 -84.8167 4

Honduras Pital 15.9000 -86.0333 4

Honduras Prumnitara 15.3333 -83.6667 4

Honduras Pueblo Nuevo 15.9667 -84.9833 4

Honduras Puerto Castilla 16.0167 -86.0333 4

Honduras Puerto Cortes 15.8500 -87.9500 3

Honduras Puerto Lempira 15.2500 -84.7833 3

Honduras Pulpito 16.4167 -86.2333 4

Honduras Punta Blanca 16.4333 -86.3500 4
 Honduras Pusuaya 15.4333 -83.8500 4
 Honduras Quiancan 15.3000 -83.5667 4
 Honduras Quienquita 15.7500 -86.9167 4
 Honduras Ras 15.8667 -84.7000 4
 Honduras Ratlaya 15.5333 -83.9833 4
 Honduras Raya 15.0667 -83.3000 4
 Honduras Roatan 16.3333 -86.5167 3
 Honduras Salado Barra 15.7500 -87.0333 4
 Honduras Salatu 15.7667 -86.4500 4
 Honduras San Juan 15.7333 -87.5000 4
 Honduras San Lorenzo 13.4165 -87.4500 4
 Honduras San Luis 15.0000 -83.2167 4
 Honduras Sandy Bay 16.3500 -86.5833 4
 Honduras Santa Rosa de Aguan 15.9500 -85.7167 4
 Honduras Tauwanta 15.3000 -84.8500 4
 Honduras Tela 15.7667 -87.4667 3
 Honduras Titi 15.0833 -83.3167 4
 Honduras Tocamacho 15.9833 -85.0167 4
 Honduras Tomabe 15.7500 -87.5500 4
 Honduras Travesia 15.8667 -87.9000 4
 Honduras Trujillo 15.9167 -85.9667 3
 Honduras Tusidaksa 15.1167 -83.3333 4
 Honduras Twimawala 15.2833 -83.4833 4
 Honduras Uhibila 15.4833 -83.9167 4
 Honduras Usibila 15.2167 -83.3667 4
 Honduras Venus 15.7833 -86.5167 4
 Honduras Veracruz 15.6833 -88.1167 4
 Honduras Viena 15.9333 -85.8500 4
 Honduras Vuelta Grande 15.9500 -85.7667 4
 Honduras Walpatara 15.2167 -83.4000 4
 Honduras West End 16.3000 -86.6137 4
 Honduras Yahurabila 15.4000 -83.8000 4
 Honduras Yamanta 15.2667 -83.4333 4
 Honduras Zacate 15.7500 -86.9833 4
 Honduras Omoa 15.7814 -88.0511 0
 Honduras Puerto Cortez 15.8232 -87.9403 0
 Honduras Tela 15.7841 -87.4807 0
 Honduras El Triunfo de La Cruz 15.7841 -87.4807 0
 Honduras La Ceiba 15.7841 -87.4807 0
 Honduras Isla Utila/Pumpkin Hill 16.1229 -86.8825 0
 Honduras Isla Utila/Utila 16.0968 -86.8968 0
 Honduras Isla Roatan/West Bay 16.2767 -86.6003 0
 Honduras Isla Roatan/Roatan 16.2767 -86.6003 0
 Honduras Isla Roatan/Sandy Bay 16.3317 -86.5673 0
 Honduras Isla Roatan/Punta Gorda 16.4164 -86.3658 0
 Honduras Isla Roatan/Oakridge 16.3900 -86.3533 0
 Honduras Isla Roatan/Camp Bay Beach 16.4293 -86.2907 0
 Honduras Isla Roatan/Isla Barbareta 16.4303 -86.1425 0
 Honduras Isla Guanaja/Jim Bodden 16.4532 -85.9162 0
 Honduras Isla Guanaja/Aeropuerto 16.4532 -85.9162 0
 Honduras Isla Bonacca 16.4420 -85.8857 0
 Honduras Isla Guanaja/ Mangrove B. 16.5008 -85.8685 0
 Honduras Isla Guanaja/ Savannah B. 16.4841 -85.8444 0
 Honduras Isla del Cisne 17.4014 -83.9436 0
 Honduras Cayos Cochino Grande 15.9702 -86.4718 0
 Honduras Trujillo 15.9349 -85.9652 0
 Honduras Limón 15.8675 -85.5006 0
 Honduras Punta Piedra 15.8891 -85.2406 0
 Honduras Iriona 15.8891 -85.2406 0
 Honduras Lempira(Kaski) 15.3796 -83.6849 0
 Nicaragua Amerisco 11.1833 -83.8667 0
 Nicaragua Aposentillo 12.6333 -87.3667 0
 Nicaragua Ariswatla 13.4000 -83.5833 0
 Nicaragua Auastara 14.3833 -83.2333 0
 Nicaragua Banco Brown Abajo 12.4500 -83.7333 0
 Nicaragua Barra de Wawa 13.8833 -83.4667 0
 Nicaragua Barra del Rio 11.2833 -83.8833 0
 Nicaragua Bismuna Tara 14.7500 -83.4167 0
 Nicaragua Bluefields 12.0167 -83.7667 0
 Nicaragua Bluefields 12.0400 -83.7700 0
 Nicaragua Brito 11.3500 -85.9667 0
 Nicaragua Cabo Gracias a dios 14.9833 -83.1667 0
 Nicaragua Cayos Misquitos 14.3665 -82.7433 0
 Nicaragua Cano Mocho 12.1167 -83.8167 0
 Nicaragua Casares 11.6500 -86.3500 0
 Nicaragua Corinto 12.4833 -87.1833 0
 Nicaragua Corn Island 12.1766 -83.0317 0
 Nicaragua Little Corn Island 12.2898 -82.9759 0
 Nicaragua Dakura 14.4000 -83.2167 0
 Nicaragua El Carmen 12.3500 -86.9667 0
 Nicaragua El Chaparral 12.2833 -86.8833 0
 Nicaragua El Corali 12.0167 -83.8167 0
 Nicaragua El Naranjo 11.0833 -85.7167 0
 Nicaragua El Ostional 11.1000 -85.7667 0
 Nicaragua El Porvenir 14.9833 -83.2000 0
 Nicaragua El Realejo 12.5333 -87.2000 0
 Nicaragua El Soccoro 11.2167 -85.8167 0
 Nicaragua El Transito 12.0500 -86.7000 0
 Nicaragua Escameca 11.1667 -85.8000 0
 Nicaragua Fatima 12.5667 -87.2333 0
 Nicaragua Greystown 14.4500 -83.2833 0
 Nicaragua Haulover 13.7000 -83.5167 0
 Nicaragua Haulover 12.3167 -83.6667 0
 Nicaragua Jiquilillo 12.7333 -87.4333 0
 Nicaragua Kakabila 12.4000 -83.7333 0
 Nicaragua Karawala 12.8833 -83.5833 0
 Nicaragua Krukira 14.1667 -83.3167 0
 Nicaragua Kuanwala 13.3167 -83.6000 0
 Nicaragua Kukra Hill 12.1333 -83.7000 0
 Nicaragua La Aldina 11.4667 -86.1167 0
 Nicaragua La Barra 12.9000 -83.5333 0
 Nicaragua La Fe 12.4667 -83.7500 0
 Nicaragua La Flor 11.1333 -85.7833 0
 Nicaragua Laguna de Perlas 12.3333 -83.6833 0
 Nicaragua Lamlaya 14.0167 -83.4167 0
 Nicaragua Li-Dakira 14.4667 -83.2667 0
 Nicaragua Linda Vista 12.4500 -87.1667 0
 Nicaragua Maderas Negras 12.5833 -87.2833 0
 Nicaragua Masachapa 11.7833 -86.5167 0
 Nicaragua Mokey Point 11.6000 -83.6667 0
 Nicaragua Nandairne 11.2667 -85.8667 0
 Nicaragua Ninayeri 14.4667 -83.2833 0
 Nicaragua Orinoco 12.5500 -83.7167 0
 Nicaragua Pahara 14.3833 -83.3000 0
 Nicaragua Paredones 12.5500 -87.2333 0
 Nicaragua Playa Grande 12.2167 -86.7333 0
 Nicaragua Petacaltepe 12.7000 -87.3833 0
 Nicaragua Pochomil 11.7667 -86.5000 0
 Nicaragua Potosi 13.0167 -87.5333 0
 Nicaragua Prinzapolka 13.3167 -83.6167 0
 Nicaragua Puerto Arturo 12.8500 -87.5000 0
 Nicaragua Puerto Cabezas 14.0333 -83.3833 0
 Nicaragua Puerto Cabezas 14.0800 -83.3800 0
 Nicaragua Puerto Isabel 13.3667 -83.5667 0
 Nicaragua Punta Gorda 11.4667 -83.8833 0
 Nicaragua Punta Marshall 12.5667 -83.7000 0
 Nicaragua Salinas Grandes 12.2500 -86.8500 0
 Nicaragua San Antonio 12.0667 -83.8833 0
 Nicaragua San Juan de Nicaragua 10.9167 -83.7167 0
 Nicaragua San Juan del Sur 11.2500 -85.8667 0
 Nicaragua San Luis 11.8833 -86.5833 0
 Nicaragua San Miguel 12.5833 -87.2667 0
 Nicaragua Sandy Bay Sirpi 12.9667 -83.5333 0
 Nicaragua Santa Emilia 11.4500 -86.0667 0
 Nicaragua Set Net 12.4333 -83.5000 0
 Nicaragua Tasbapauni 12.6833 -83.5500 0
 Nicaragua Tawantara 13.3833 -83.5667 0
 Nicaragua Tuapi 14.1000 -83.3333 0
 Nicaragua Tupilapa 11.6167 -86.3333 0
 Nicaragua Waingka Laya 14.4500 -83.3167 0
 Nicaragua Walpa 12.9333 -83.5333 0
 Nicaragua Walpasiksa 13.4667 -83.5500 0
 Nicaragua Wankluma 13.2167 -83.5833 0
 Nicaragua Wounta 13.5500 -83.5500 4
 Nicaragua Uskira 14.4833 -83.2833 0
 Panama Aguadilla 7.4500 -78.1167 4
 Panama Alligator Creek 8.8333 -81.5667 4
 Panama Almirante 9.2833 -82.4000 4
 Panama Anachukuna 8.7000 -77.5500 4
 Panama Ancon 8.7833 -79.5500 4
 Panama Armila 8.6667 -77.4667 4
 Panama Bahía Azul 9.1667 -81.9000 4
 Panama Bajo del Pueblo 8.4333 -80.0333 4
 Panama Bajo Grande 8.3833 -78.1500 4
 Panama Balboa 8.9333 -79.5500 4
 Panama Batipa 8.3167 -82.2500 4

Panama Belen 8.8667 -80.8667 4
 Panama Bella Vista 9.2167 -82.3000 4
 Panama Berlanga 8.6833 -79.7833 4
 Panama Big Creek 9.3667 -82.2500 4
 Panama Bique 8.9000 -79.6667 4
 Panama Boca de Daria 8.9500 -82.0167 4
 Panama Boca de Parita 8.0167 -80.4500 4
 Panama Boca del Drango 9.4167 -82.3167 4
 Panama Bocas del Toro 9.3333 -82.2500 3
 Panama Boquita 8.2833 -82.3333 4
 Panama Brujas 8.5667 -78.5167 4
 Panama Buena Vista 9.2000 -82.1333 4
 Panama Buena Vista 8.3833 -78.2333 4
 Panama Buenaventura 9.5333 -79.6667 4
 Panama Cacique 9.6000 -79.6167 4
 Panama Calabacito 7.5500 -81.2167 4
 Panama Can Can 9.5167 -79.6833 4
 Panama Cana Blanca 8.1500 -82.9000 4
 Panama Cana Brava 7.7167 -81.1167 4
 Panama Cana Chiriquicito 8.9833 -82.1500 4
 Panama Cangrejal 8.3167 -82.2000 4
 Panama Carreto 8.7833 -77.5833 4
 Panama Carrizales 8.3167 -82.6333 4
 Panama Cascajal 8.6667 -77.4000 4
 Panama Cativa 9.3500 -79.8500 4
 Panama Cayo de Coco 9.2833 -82.2667 4
 Panama Chepillo 8.8833 -78.8500 4
 Panama Chimán 8.7000 -78.6167 4
 Panama Chiriqui Grande 8.9500 -82.1333 4
 Panama Cillico Creek 9.0667 -82.2833 4
 Panama Chuchecal 8.2167 -82.1667 4
 Panama Cocalito 7.3167 -77.9833 4
 Panama Colon 9.3667 -79.9000 4
 Panama Concholon 8.2333 -78.9167 4
 Panama Corocita 7.7333 -81.4833 4
 Panama Cruces 8.7167 -79.7500 4
 Panama Cusapin 9.1667 -81.8833 4
 Panama Don Bernardo 8.4000 -79.0833 4
 Panama El Atrocho 8.1000 -82.8833 4
 Panama El Barquito 8.3000 -78.9500 4
 Panama El Cano 8.9333 -81.9833 4
 Panama El Cedro 8.2333 -82.2333 4
 Panama El Chacarero 8.1333 -81.7167 4
 Panama El Charco 8.9667 -79.0167 4
 Panama El Chumico 7.4333 -80.1000 4
 Panama El Coco 7.7833 -81.2167 4
 Panama El Espino 8.4000 -80.1000 4
 Panama El Nance 8.5167 -79.9333 4
 Panama El Peru 8.1000 -81.6833 4
 Panama El Porvenir 9.5500 -78.9833 4
 Panama El Rompio 7.9667 -80.3500 4
 Panama El Salto 7.4333 -80.9000 4
 Panama El Tapao 9.1000 -82.2833 4
 Panama El Torno 8.0000 -81.6000 4
 Panama El Trapiche 7.4833 -81.7333 4
 Panama El Suspiro 8.3500 -78.9500 4
 Panama El Viejito 9.1500 -80.2500 4
 Panama Finca Pino 8.3333 -82.7667 4
 Panama Finca Sesenta y Uno 9.4500 -82.4833 4
 Panama Finca Uno 9.4667 -82.5000 4
 Panama Fish Creek 9.0167 -82.2667 4
 Panama Fuerte Kobbe 8.9167 -79.5833 4
 Panama Garachine 8.0667 -78.3667 4
 Panama Garza 9.1167 -82.3000 4
 Panama Gonzalo Vasquez 8.4167 -78.4500 4
 Panama Goyo Diaz 8.7000 -78.6000 4
 Panama Guacalito 8.2333 -82.2000 4
 Panama Guanabano 8.2500 -82.9000 4
 Panama Guera 8.6000 -78.5167 4
 Panama Hope Well 9.1833 -82.2333 4
 Panama Icacal 9.2000 -80.1500 4
 Panama Isla Grande 9.6333 -79.5667 4
 Panama Isla Mamey 8.4333 -78.8667 4
 Panama Isla Tigre 9.4333 -78.5500 4
 Panama Jaque 7.5167 -78.1667 4
 Panama Jim Creek 9.3000 -82.1167 4
 Panama Juan Franco 8.9833 -79.5167 4
 Panama Jutica 9.3333 -82.1667 4
 Panama Kuba 8.9167 -77.7167 4
 Panama La Albina 8.3333 -80.1833 4
 Panama La Arena 7.9167 -81.5833 4
 Panama La Barqueta 8.3000 -82.5667 4
 Panama La Boca de Chame 8.6000 -79.7667 4
 Panama La Boca de Rio Viejo 9.4167 -79.8000 4
 Panama La Calzada 7.8333 -80.3167 4
 Panama La Candelaria 7.7333 -80.1500 4
 Panama La Carretera 9.3667 -82.2667 4
 Panama La Catina 8.3833 -78.3833 4
 Panama La Chumicosa 8.4333 -80.0167 4
 Panama La Concepcion 7.6667 -80.1000 4
 Panama La Concepcion 9.5667 -79.0667 4
 Panama La Corocita 7.7333 -81.1333 4
 Panama La Esmeralda 8.2667 -78.9333 4
 Panama La Estancia 7.9500 -81.5833 4
 Panama La Garita 7.5167 -80.0000 4
 Panama La Isleta de Esteban 8.6833 -78.6167 4
 Panama La Josefa 8.3667 -78.3833 4
 Panama La Miel 7.4333 -80.0833 4
 Panama La Miel 8.6667 -77.3833 4
 Panama La Mina 8.4833 -79.0000 4
 Panama La Palma 8.4000 -78.1500 4
 Panama La Paz 8.4000 -78.3667 4
 Panama La Playa 8.1667 -81.8333 4
 Panama La Playa 7.4333 -80.8333 4
 Panama La Quebrada 8.4833 -78.1667 4
 Panama La Seca 7.3333 -80.8833 4
 Panama Lagarto 7.4667 -78.1500 4
 Panama Laguna 8.3667 -78.1667 4
 Panama Las Cucharitas 7.8000 -80.2333 4
 Panama Lima 9.6167 -79.5667 4
 Panama Limoncito 7.3833 -80.4000 4
 Panama Limones 7.6167 -80.9500 4
 Panama Loma Mojica 8.8500 -79.7667 4
 Panama Loma Partida 9.1500 -82.1833 4
 Panama Los Alpes 9.3500 -82.2667 4
 Panama Los Chiricanos 8.9667 -82.2167 4
 Panama Los Guabitos 7.8167 -81.0167 4
 Panama Los Hatillos 8.8000 -79.7833 4
 Panama Los Llanos 8.5167 -79.9500 4
 Panama Los Ranchitos 7.3000 -80.8833 4
 Panama Macca Bite 9.2500 -82.1500 4
 Panama Maguegandi 9.3500 -78.4167 4
 Panama Majagual 8.3167 -82.7667 4
 Panama Maje 8.6667 -78.5833 4
 Panama Mamey 7.7667 -81.4833 4
 Panama Mamey 8.4000 -78.9667 4
 Panama Mamimulo 8.9833 -77.7833 4
 Panama Mamitupo 9.1833 -77.9833 4
 Panama Man Creek 8.9167 -82.0667 4
 Panama Mandinga 9.4500 -79.0667 4
 Panama Mansukum 9.0333 -77.8167 4
 Panama Maranon 8.2833 -82.1667 4
 Panama Maria Chiquita 9.4500 -79.7500 4
 Panama Maria Grande 9.4500 -79.7667 4
 Panama Mariabe 7.5833 -80.0667 4
 Panama Marzo 8.3667 -78.8500 4
 Panama Mateo 7.4833 -80.0167 4
 Panama Medina del Este 8.4000 -78.8667 4
 Panama Mellicita 8.1667 -82.9000 4
 Panama Miguel de la Borda 9.1500 -80.3167 4
 Panama Mimitimbi Bluff 9.4333 -82.2833 4
 Panama Miramar 9.0000 -82.2500 4
 Panama Mogocenega 8.3167 -78.1667 4
 Panama Muturi 9.1167 -81.9167 4
 Panama Navagandi 9.0167 -77.8000 4
 Panama New Guinea 9.3167 -82.1667 4
 Panama No Tolente 8.9333 -81.9000 4
 Panama Nuevo Chagres 9.2333 -80.0833 4
 Panama Nuri 8.9167 -81.8167 4
 Panama Otoque Oriente 8.6000 -79.6000 4
 Panama Paja Verde 8.3167 -80.4000 4
 Panama Pajonal 8.6167 -79.8667 4
 Panama Palenque 9.5833 -79.3667 4
 Panama Palo Grande 8.8667 -79.2167 4
 Panama Panama 8.9700 -79.5300 0
 Panama Patino 8.2500 -78.2833 4
 Panama Paunch 9.3833 -82.2500 4
 Panama Pedasi 7.5333 -80.0333 4
 Panama Pena Blanca 8.8967 -79.7833 4
 Panama Perrecenega 8.3500 -78.1667 4
 Panama Pigeon Creek 9.2500 -82.2667 4
 Panama Pilon 9.1833 -80.2000 4
 Panama Piloncito 9.1833 -80.2167 4
 Panama Pito 8.6833 -77.5333 4
 Panama Pitshis Creek 9.1833 -82.3333 4
 Panama Pixvae 7.8333 -81.5833 4
 Panama Playa Bugori 9.1167 -81.9000 4

Panama Playa Colorada 9.0500 -81.7667 4	Panama Rosarito 7.8500 -81.5667 4	Panama Palmas Bellas 9.2333 -80.0880 0
Panama Playa Colorada 8.6667 -78.6167 4	Panama Saboga 8.6167 -79.0667 4	Panama Colon 9.3558 -79.9068 0
Panama Playa Floral 8.4167 -78.9667 4	Panama San Carlos 8.4833 -79.9667 4	Panama Puertobelo 9.5553 -79.6570 0
Panama Playa Gallinaza 9.1333 -81.9167 4	Panama San Buenaventura 8.5000 -78.5000 4	Panama Isla Grande 9.6369 -79.5635 0
Panama Playa Mananti 8.9500 -82.0000 4	Panama San Miguel 8.4500 -78.9333 4	Panama Viento Frio 9.5857 -79.4073 0
Panama Playon Chico 9.3000 -78.2333 4	Panama San Miquelito 9.0333 -79.5000 2	Panama Palenque 9.5742 -79.3603 0
Panama Portobelo 9.5500 -79.6500 4	Panama Santa Ana Arriba 7.9333 -80.3667 4	Panama El Porvenir 9.5597 -78.9477 0
Panama Porvenir 9.3500 -82.2333 4	Panama Santa Catalina 7.6333 -81.2667 4	Panama Islas de Porvenir 9.6056 -78.7000 0
Panama Pueblo Viejo 9.1833 -80.1833 4	Panama Santa Catalina 8.7667 -81.3333 4	Panama Isla Tigre 9.4345 -78.5211 0
Panama Puerto Armuelles 8.2833 -82.8667 3	Panama Santa Clara 8.3833 -80.1167 4	Panama Playon Chico 9.3098 -78.2328 0
Panama Puerto Barrero 7.8833 -81.1500 4	Panama Santa Isabel 9.5333 -79.1833 4	Panama Achutupu 9.2001 -77.9875 0
Panama Puerto Escondido 8.0167 -78.4167 4	Panama Secretario 9.0500 -81.8500 4	Panama Ustupo 9.1370 -77.9249 0
Panama Puerto Escondido 8.9833 -81.7667 4	Panama Senon 8.4167 -78.1500 4	El Salvador Acajutla 13.5833 -89.8333 3
Panama Puerto Mariato 7.6667 -81.0000 4	Panama Sevilla 8.2500 -82.4000 4	El Salvador Conchaguita 13.2333 -87.7667 4
Panama Puerto Naranjo 7.2667 -80.9167 4	Panama Shark Hole 9.2167 -82.2167 4	El Salvador Condadillo 13.2000 -87.9333 4
Panama Puerto Obaldia 8.6667 -77.4167 4	Panama Short Cut 9.3333 -82.1833 4	El Salvador El Limon 13.2500 -88.4167 4
Panama Puerto Pilon 9.3667 -79.7833 4	Panama Sukunya 8.8333 -77.6333 4	El Salvador El Majahual 13.5000 -89.3667 4
Panama Puerto Pina 7.5833 -78.1833 4	Panama Taimati 8.1500 -78.2333 4	El Salvador El Naranjo 13.1833 -88.2500 4
Panama Puerto Ventura 9.4500 -82.4500 4	Panama Tarascon 9.2500 -80.0500 4	El Salvador El Porvenir 13.7167 -90.0500 4
Panama Punta Alegre 8.2833 -78.2500 4	Panama Tembladera 8.6833 -79.7667 4	El Salvador El Sunzal 13.5000 -89.3833 4
Panama Punta Chame 8.6500 -79.7000 4	Panama Terminal del Plan 9.1833 -80.2000 4	El Salvador Garita Palmera 13.7333 -90.0833 4
Panama Punta de Burica 8.0333 -82.8833 4	Panama Ticantiqui 9.4000 -78.4667 4	El Salvador La Libertad 13.8167 -89.3333 3
Panama Punta del Medio 9.2500 -80.0667 4	Panama Tubuala Numero Uno 8.9167 -77.7333 4	El Salvador La Union 13.3333 -87.8500 3
Panama Punta Laurel 9.1500 -82.1333 4	Panama Ustupo 9.1333 -77.9333 4	El Salvador Las Piedras 13.5333 -89.6333 4
Panama Punta Mala 7.4667 -80.0000 4	Panama Ustupo Yantupo 9.1167 -77.9333 4	El Salvador Los Jiotes 13.4500 -87.8500 4
Panama Punta Robalo 9.0333 -82.2500 4	Panama Varadero 7.2833 -80.9000 4	El Salvador Mejicanos 13.7333 -89.2000 2
Panama Quebrada de Tallo 8.0833 -82.8833 4	Panama Veraguas 8.8667 -80.9000 4	El Salvador Metalio 13.6167 -89.8833 4
Panama Quebrada Grande 9.1333 -80.3667 4	Panama Viento Frio 9.5833 -79.4000 4	El Salvador Monte Verde 13.4167 -87.8833 4
Panama Quebrada la Yeguada 7.6833 -80.1167 4	Panama Playa Boca del Drago 9.4178 -82.3322 0	El Salvador Montecristo 13.2500 -88.8000 4
Panama Rafaelito 8.2500 -78.9167 4	Panama Bocas del Toro 9.4178 -82.3322 0	El Salvador Punta Remedios 13.5333 -89.8000 4
Panama Rio Alejandro 9.3833 -79.7833 4	Panama Kusapin 9.1834 -81.8866 0	El Salvador Salinas de Sisiguayo 13.2833 -88.6833 4
Panama Rio Azucar 9.4333 -78.6333 4	Panama Veraguas 8.8735 -80.9050 0	El Salvador Sitio de Santa Lucia 13.2833 -88.5500 4
Panama Rio Canaverl 9.0167 -81.7167 4	Panama Cocolé del Norte 9.0784 -80.5715 0	