

EJERCICIO TSUNAMI-CA 20

**Ejercicio de respuesta en caso de tsunami
para América Central: terremoto lento
y tsunami frente al golfo de Fonseca**

11 de noviembre de 2020

Volumen 1 Manual para Participantes

EJERCICIO TSUNAMI-CA 20

**Ejercicio de respuesta en caso de tsunami
para América Central: terremoto lento
y tsunami frente al golfo de Fonseca**

11 de noviembre de 2020

Volumen 1 Manual para Participantes

Las denominaciones empleadas en esta publicación y la presentación de los datos que en ella figuran no suponen, por parte de las Secretarías de la UNESCO y de la COI, opinión alguna sobre la condición jurídica de los países, ciudades, territorios o zonas, ni sobre sus autoridades, ni con respecto al trazado de sus fronteras o límites.

NOTA: Este ejercicio regional para América Central, Ejercicio Tsunami-CA 20, preparado por el Centro de Asesoramiento sobre los Tsunamis de América Central (CATAC), se basa en una amplia experiencia acumulada. En el pasado, la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) ha realizado ejercicios de respuesta en caso de tsunami para el océano Pacífico y el mar Caribe. Para cada uno de estos ejercicios se ha publicado un manual dentro de la Colección Técnica de la COI (véase: *Exercise Pacific Wave 08: A Pacific-wide Tsunami Warning and Communication Exercise, 28-30 October 2008*, [[IOC Technical Series, 82](#)]). Otra referencia importante en este ámbito es *Directrices para planificar, realizar y evaluar ejercicios sobre tsunamis de la Comisión Oceanográfica Intergubernamental de la UNESCO* ([Manuales y Guías de la COI nº58 rev](#)), documento que fue publicado en 2013 y está disponible en inglés y español.

A efectos bibliográficos, esta publicación debe citarse del siguiente modo:

UNESCO/COI. 2020. *Ejercicio Tsunami-CA 20. Ejercicio de respuesta en caso de tsunami para América Central: terremoto lento y tsunami frente al golfo de Fonseca, 11 de noviembre de 2020. Manual para participantes. Volumen 1*. París, UNESCO. (Español solamente)

Informe preparado por el Centro de Asesoramiento sobre los Tsunamis de América Central (CATAC), contacto: wilfried.strauch@ineter.gob.ni

Publicado
por la Organización de las Naciones Unidas
para la Educación, la Ciencia y la Cultura
7, Place de Fontenoy,
75352 París 07 SP, Francia
© UNESCO 2020

(IOC/2020/TS/156)

¹El resumen también está disponible en inglés.

ÍNDICE

| | Página |
|---|--------------|
| Resumen..... | (ii) |
| Summary..... | (iii) |
| 1. CONTEXTO..... | 1 |
| 1.1. JUSTIFICACIÓN..... | 1 |
| 1.2. ESCENARIO DEL TERREMOTO Y TSUNAMI..... | 2 |
| 1.2.1 Tectónica general del Pacífico de América Central..... | 2 |
| 1.2.2 Predicción de tsunamis por el CATAC..... | 3 |
| 1.2.2.1 Localización automática inmediata..... | 4 |
| 1.2.2.2 Localización automática y manual precisa..... | 4 |
| 1.2.2.3 Simulación numérica y predicción de tsunami..... | 4 |
| 1.2.2.4 Datos de los mareógrafos..... | 6 |
| 1.2.3 Escenario..... | 6 |
| 1.2.4 Impacto del terremoto..... | 8 |
| 2. CONCEPTO DEL EJERCICIO..... | 8 |
| 2.1 OBJETIVOS GENERALES..... | 8 |
| 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | 8 |
| 2.3 TIPO DE EJERCICIO..... | 9 |
| 3. PRODUCTOS DEL CATAC..... | 10 |
| 4. DESARROLLO DEL EJERCICIO..... | 12 |
| 4.1 GENERAL..... | 12 |
| 4.2 MENSAJES DEL EJERCICIO..... | 12 |
| 4.3 ACCIONES EN CASO DE UN EVENTO REAL..... | 12 |
| 4.4 PROCEDIMIENTOS PARA LA ALARMA FALSA..... | 12 |
| 4.5 RECURSOS..... | 13 |
| 4.6 TRABAJO CON LOS MEDIOS..... | 13 |
| 5. EVALUACIÓN POSTERIOR DEL EJERCICIO..... | 13 |
| 6. REFERENCIAS..... | 13 |
| ANEXOS | |
| I. MENSAJES DEL CATAC | |
| II. LISTA DE ABREVIACIONES | |

Resumen

El 11 de noviembre de 2020, a partir de las 10.00 hora local (11.00 horas en Panamá), se realizará el segundo simulacro de tsunami regional para América Central (Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá) preparado por el Centro de Asesoramiento sobre los Tsunamis de América Central (CATAC). En los últimos 10 años, la preparación para casos de tsunami en América Central ha mejorado mucho. Las instituciones de monitoreo sísmico han aumentado significativamente la cantidad de estaciones, han mejorado la calidad de los equipos y, actualmente, utilizan métodos más sofisticados para el procesamiento de los terremotos. Asimismo, las centrales de monitoreo y alerta intercambian su información en tiempo real. No obstante, ciertas situaciones requieren una buena preparación.

Este ejercicio simulará un tsunami fuerte causado por un terremoto de magnitud Mw 7,8 frente al golfo de Fonseca en el océano Pacífico de América Central. Se basa en el rompimiento de una falla enorme a lo largo de la zona de subducción de las placas tectónicas de Cocos y del Caribe y que, debido a ciertas condiciones geológicas, el movimiento se da más lentamente de lo normal. Esto resultaría en un llamado terremoto "lento" que se caracteriza por generar poca sacudida sísmica pero grandes tsunamis.

El tsunami del 1 de septiembre de 1992 en la costa del Pacífico de Nicaragua y el tsunami del 26 de agosto de 2012 en El Salvador y Nicaragua, que fueron tan peligrosos y que causaron graves desastres, tenían esta característica engañosa. La ausencia de fuertes sacudidas no proporciona la alerta natural sobre la generación de un posible tsunami a la población que se encuentra en la playa. Asimismo, las redes sísmicas tienden a subestimar inicialmente el peligro porque los métodos tradicionales de procesamiento sísmico muestran magnitudes demasiado bajas para este tipo de terremotos por lo que falla también la predicción inicial del tsunami.

El CATAC, como el PTWC (Centro de Alerta contra los Tsunamis en el Pacífico), otros centros regionales y algunos centros nacionales de alerta en caso de tsunami, utiliza métodos especiales para determinar rápidamente la magnitud correcta de los terremotos lentos. En caso de terremoto lento, las magnitudes iniciales que el CATAC publica resultarán demasiado bajas, pero irán aumentando hasta llegar al valor correcto en los mensajes siguientes. Es necesario que las instituciones de protección civil y la población en Centroamérica entiendan los terremotos lentos y no cuestionen las predicciones de un tsunami solamente porque no se haya producido una fuerte sacudida.

En el ejercicio de simulacro Tsunami-CA 20, el primer mensaje que el CATAC enviará automáticamente a los países, unos segundos después de la detección del terremoto, mostrará una magnitud de solo 5,3. Unos tres minutos después del comienzo del terremoto, el CATAC enviará una corrección en que la magnitud subirá a 6,8 y, finalmente, unos 5 minutos después de que se haya producido el terremoto, se enviará la magnitud final de 7,8 obtenida con el método del Tensor Momento sísmico. Se facilitarán los datos del terremoto y la predicción de los tiempos de llegada de las olas de tsunami y las amplitudes máximas para los diferentes segmentos de la costa. Unos 45 minutos después del terremoto se facilitarán los datos registrados por los mareógrafos en la región. Este será el último mensaje del simulacro.

En la tarde del 11 de noviembre de 2020, después del simulacro, el CATAC celebrará una reunión virtual junto con las instituciones participantes para realizar una primera evaluación del ejercicio.

Summary

The second regional tsunami drill for Central America (Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica and Panama), prepared by the Central American Tsunami Advisory Centre (CATAC), will take place on 11 November 2020 at 10 a.m. (11 a.m. in Panama). Over the past 10 years, tsunami preparedness in Central America is improving greatly. Seismic monitoring institutions have significantly increased the number of stations, improved the quality of the equipment and also use more sophisticated methods for processing earthquakes, and monitoring and warning centres exchange their information in real time. However, certain situations require a good preparation.

This exercise will simulate a strong tsunami caused by an earthquake with magnitude Mw 7.8, caused off the Gulf of Fonseca in the Pacific Ocean of Central America. It is assumed that a huge fault is broken along the subduction zone of the Cocos and Caribbean tectonic plates and that due to certain geological conditions the movement is slower than normal. This would result in a so-called "slow" earthquake that is characterized by generating little seismic shaking but large tsunamis. The disastrous tsunami of 1 September 1992 on the Pacific coast of Nicaragua and the dangerous tsunami of 26 August 2012 in El Salvador and Nicaragua had this misleading characteristic. Because of the lack of strong shaking, people on the beaches do not get the natural warning about a possible tsunami. Also the seismic networks tend to initially underestimate the danger because the traditional methods of seismic processing yield magnitudes that are too low for these earthquakes and therefore the initial prediction of the tsunami also fails.

CATAC uses – like Pacific Tsunami Warning Center, other regional centres and some national tsunami warning centres – special methods to quickly determine the correct magnitude for "slow" earthquakes. For slow earthquakes the initial magnitudes that CATAC publishes will be too low but will increase in one or two steps until the correct value is reached in subsequent messages. It is necessary that civil protection institutions and the population in Central America understand the possibility of slow earthquakes and do not question the predictions of a tsunami just because a strong jolt was not felt.

In the Tsunami-CA 20 drill, the first message that CATAC will send to countries automatically a few seconds after the earthquake is detected stipulates a magnitude of only 5.3. About three minutes after the beginning of the earthquake, CATAC will send a correction in which the magnitude goes up to 6.8 and finally about 5 minutes after the earthquake the final magnitude of 7.8 obtained with the Tsunami Moment Tensor method is sent. The data of the earthquake and the prediction of the arrival times of the tsunami waves and the maximum amplitudes for the different segments of the coast will be provided. About 45 minutes after the earthquake, data recorded by tide gauges in the region will be provided. This will be the last message of the drill.

On the afternoon of 11 November 2020, after the drill, CATAC will conduct a virtual meeting to evaluate the drill together with the institutions participating in it.

1. CONTEXTO

El 19 de agosto de 2019, se realizó el primer ejercicio de simulacro de tsunami regional para América Central (Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá), usando información preparada por el Centro de Asesoramiento sobre los Tsunamis de América Central (CATAC) (véase [CATAC, 2019](#)). Este ejercicio demostró que América Central había adquirido la capacidad de caracterizar en tiempo real los sismos tsunamigénicos y de pronosticar los parámetros de los tsunamis y la posible afectación en los diferentes países de la región.

Desde 2016, el Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales (INETER), con apoyo del Japón, ha estado trabajando para crear el Centro de Asesoramiento sobre los Tsunamis para América Central (CATAC) basándose en el centro nacional de alerta de tsunami en Nicaragua, ([Furukawa et al., 2018](#)). A partir de 2019, el CATAC adquirió la capacidad de emitir productos de tsunami basados en la evaluación sismológica del terremoto y la predicción numérica de tsunami.

El diseño del ejercicio de 2019, como el de 2020 que se prepara con el presente documento, refleja la experiencia sobre un tsunami procesado por un centro de asesoramiento que se encuentra en la región afectada. El sismólogo de turno posiblemente siente las sacudidas provocadas por el sismo tsunamigénico mientras supervisa el sistema automático y procesa los datos sísmicos. Los primeros resultados se envían a los destinatarios en los países de América Central antes de que la ruptura que causa el terremoto haya finalizado. Esto lleva consigo la necesidad de actualizar y corregir los primeros resultados en el momento de tener información más completa de la situación. Los participantes en el ejercicio deben entender esta dinámica. Un objetivo importante de este ejercicio es examinar, antes y después del ejercicio con los participantes de las instituciones de América Central, cómo en el futuro se puede facilitar la información del CATAC a fin de sensibilizar sobre esta situación cambiante en tiempo real.

1.1. JUSTIFICACIÓN

Este ejercicio regional de tsunamis se está llevando a cabo para ayudar en los esfuerzos de preparación en caso de tsunami en la región de América Central. Experiencias recientes en otras zonas del mundo, como las del océano Índico (2004), Samoa (2009), Haití (2010), Chile (2010, 2014, 2015) y Japón (2011), dan fe de la importancia de una planificación adecuada de la respuesta en caso de tsunami.

Centroamérica se encuentra entre dos océanos, el Pacífico y el Atlántico, a través del mar Caribe. El catálogo de tsunamis basado en referencias históricas para América Central enumera más de 50 tsunamis ([Molina, 1997](#); [Figura 1](#)). Un par de tsunamis en ambas costas causaron daños y víctimas a finales del siglo XX (1991 en Costa Rica-Panamá y 1992 en Nicaragua). Al menos dos sismos tsunamigénicos han golpeado las costas del Pacífico de América Central: en 1992 en Nicaragua con olas (runup) de hasta 10 metros que causó más de 170 muertos ([Kikuchi y Kanamori, 1995](#)), y otro en 2012 en El Salvador y Nicaragua, con alturas de olas de unos 4 a 5 metros ([Tenorio y Strauch, 2012](#); [Borrero et al., 2014](#)).

Desde el último tsunami destructivo en 1992 en Nicaragua, América Central ha experimentado un gran crecimiento demográfico y una mayor afluencia de turistas a las costas del Pacífico y del Caribe aumentando así la vulnerabilidad de la región a los tsunamis. Además de los tsunamis, la región también tiene una larga historia de terremotos destructivos. La pregunta no es si ocurrirá otro tsunami importante, sino cuando este suceda: ¿estará la región preparada para el impacto?

En los últimos diez años, la preparación en caso de tsunami en América Central ha mejorado mucho. Las instituciones de monitoreo sísmico han aumentado significativamente la cantidad de estaciones, han mejorado la calidad de los equipos y, actualmente, utilizan métodos más sofisticados para el procesamiento de los terremotos. Asimismo, las centrales de monitoreo y alerta intercambian su información en tiempo real. Se aumentó el número de mareógrafos en la región, con mayor desarrollo en Honduras y Nicaragua. El Salvador, Nicaragua y Costa Rica ya cuentan con sistemas nacionales de alerta contra los tsunamis.

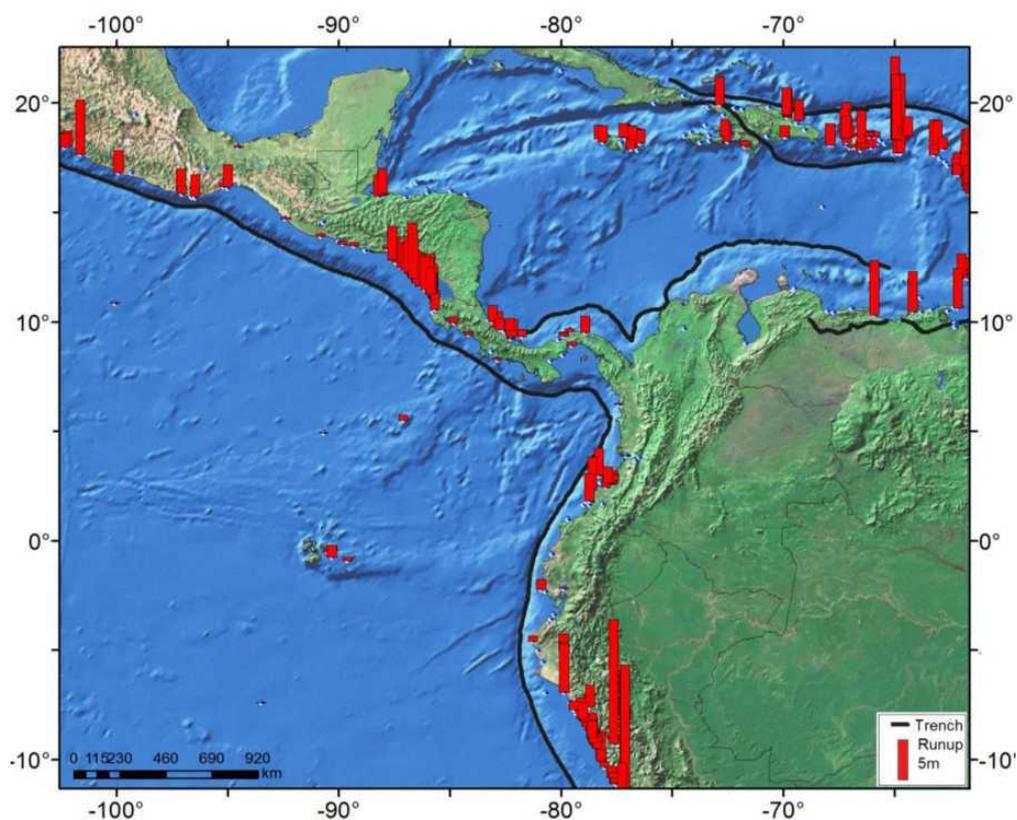


Figura 1. Impacto de tsunami a lo largo de América Central y alrededores en 500 años. Runup: altura que alcanza el tsunami en la costa. [Fernández et al \(2000\)](#) y [NGDC/WDS \(2015\)](#).

1.2. ESCENARIO DEL TERREMOTO Y TSUNAMI

Este ejercicio simulará un tsunami fuerte provocado por un terremoto de magnitud 7,8 Mw en el océano Pacífico de América Central frente al golfo de Fonseca que ha causado el rompimiento de una serie de fallas grandes a lo largo de la zona de subducción de las placas tectónicas de Cocos y del Caribe. La posibilidad de tales terremotos fue establecida recientemente por un grupo de expertos regionales e internacionales ([UNESCO/COI, 2018](#)).

1.2.1 Tectónica general del Pacífico de América Central

“La zona de subducción de América Central ha generado grandes terremotos en esta región. La interacción de la placa de Cocos, la placa del Caribe, el bloque de Panamá y la placa de Nazca (offshore Panamá) ha desencadenado principalmente tsunamis locales. Existe una gran variabilidad en las características de las rupturas sísmicas y tasas sísmicas a lo largo de este margen, que están relacionadas en parte a su estructura tectónica y a sus propiedades físicas, como el acoplamiento entre placas y el suministro de fluidos ([Audet y Schwartz, 2013](#); [Ye et al., 2013](#))”. Adaptado de [UNESCO/COI \(2018\)](#).

A lo largo del margen Pacífico de América Central la placa tectónica de Cocos se encuentra en subducción debajo de la placa del Caribe. La placa del Caribe y el bloque de Panamá chocan con una tasa de convergencia rápida que aumenta desde el norte al sur de 7,5 a 9,0 cm por año (DeMets et al., 2010). Varios estudios señalan que el fondo del océano cambia considerablemente a lo largo de la trinchera de América Central (Barckhausen et al., 1998; Hey, 1977), lo cual se relaciona con una diversidad en el origen de los segmentos de la placa. Estas variaciones cambian de una batimetría suave de la costa de Guatemala a la península de Nicoya en Costa Rica, a una batimetría más áspera desde el sur de la península de Nicoya hacia la península de Osa, debido a la presencia de montes submarinos y de la cordillera del Cocos, que entran en subducción por debajo de la placa del Caribe (Figura 2). Se recomienda consultar UNESCO/COI (2018) que proporciona información más detallada.

Si bien la ocurrencia de tsunamis con una amplitud mayor de lo que se ha documentado históricamente no ha sido demostrada por estudios científicos (paleotsunamis), el período relativamente corto que abarcan los registros históricos no permite excluir por adelantado el hecho de que se puedan producir fuertes eventos.

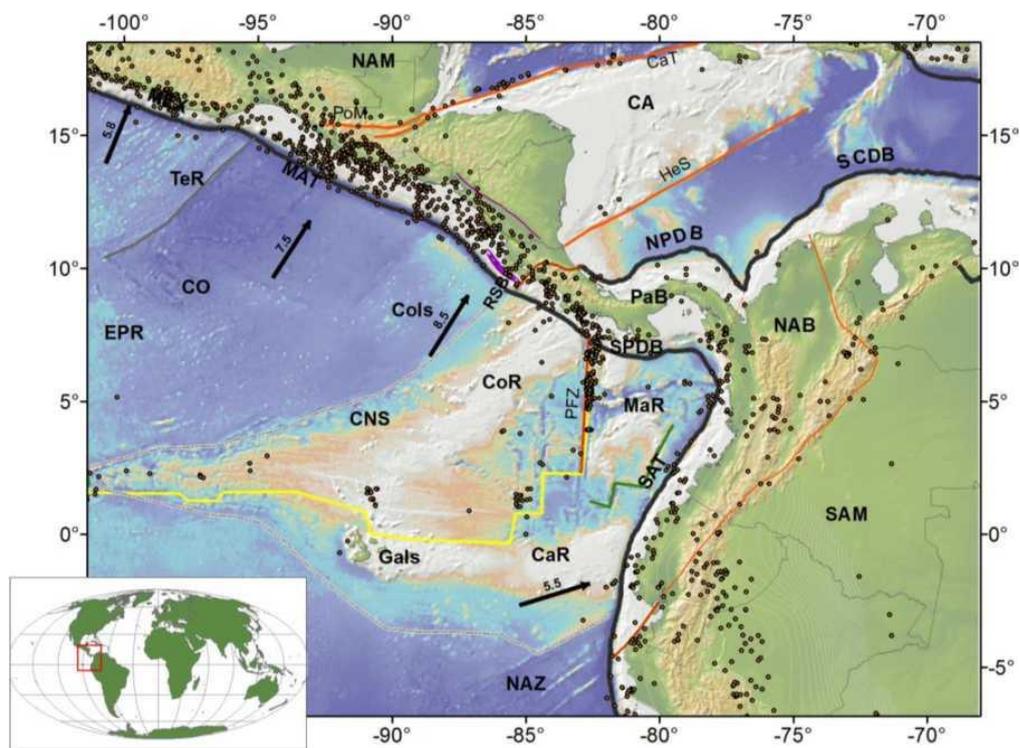


Figura 2. Visión general de las principales estructuras tectónicas.
Fuente del modelo digital de elevación (Ryan et al., 2009).

CA: Placa caribeña; CaR: Carnegie ridge; CNS: Cocos-Nazca Spreading Center origen; CO: Placa de Cocos; CDR: cresta de coco; EPR: Subida del Pacífico Oriental; Gails: Islas Galápagos; HeS: Hess Escarpadura; NAB: Bloque Andino Norte; NAM: Plato Norteamericano; NAZ: Plato Nazca; PaB: Bloque Panamá; PFZ: Zona de Fractura de Panamá; PoM: Zona de Falla del Polochic Motagua RSB: Límite del suelo oceánico rough-suave (Hey, 1977); SAM: placa sudamericana; SAT: South American Trench. Las flechas muestran el tipo de convergencia en cm/año. Los puntos amarillos muestran sismicidad $M_w > 5$. El mapa adjunto muestra el área de estudio.

1.2.2 Predicción de tsunamis por el CATAC

El sistema del CATAC dispone del registro continuo en tiempo real de las estaciones sísmicas de América Central (Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá),

además de las zonas aledañas de México, Colombia y de todo el Caribe ([Strauch et al., 2018](#)). El localizador mundial del CATAC dispone de unas 200 estaciones adicionales en todo el mundo.

El paquete SEISCOMP3 PRO ([Gempa, 2019b](#)) es el software usado para la adquisición de datos, el intercambio con otras agencias, el procesamiento de los datos sísmicos y mareográficos, la determinación de hipocentro y magnitud, la visualización de los resultados, el reprocesamiento manual, la determinación del mecanismo focal, el cálculo del tensor momento, la simulación numérica de tsunamis y el envío de mensajes a los destinatarios establecidos.

1.2.2.1 Localización automática inmediata

La primera localización automática del hipocentro se realiza inmediatamente después de haber detectado las ondas del sismo en un mínimo de 8 estaciones sísmicas usando los tiempos de arribo de las ondas P. Estos tiempos determinan el módulo SCAUTOPICK. Del módulo SCENVELOPE se obtienen las amplitudes de las ondas P para estimar la magnitud con SCVSMAG. Este proceso es tan rápido que se puede usar en un sistema de alerta temprana de terremotos y emitir una alerta antes de que lleguen las sacudidas fuertes. Para terremotos grandes, ya se puede tener una ubicación real del hipocentro antes de que termine la ruptura. En Nicaragua, esta primera información se presenta inmediatamente en pantallas instaladas en INETER, en las instituciones de protección civil y el CATAC envía rutinariamente mensajes con esta información por correo electrónico y por medio del servicio Telegram a un cierto número de funcionarios del INETER, de SINAPRED (Sistema Nacional para la Prevención, Mitigación y Atención de Desastres) y de la Defensa Civil (véase [mensaje #1](#), en el [Anexo I](#)).

1.2.2.2 Localización automática y manual precisa

La segunda localización automática del hipocentro obtiene el SeisComP uno a dos minutos después del comienzo del terremoto usando también los tiempos de arribo de las ondas P, adicionalmente de ondas S para localizar el sismo como se ha descrito anteriormente. Pero, la magnitud ML se determina con mucha más precisión con las amplitudes máximas registradas en las componentes horizontales de los sismómetros (módulo SCAUTOMAG). El resultado de este procesamiento automático es revisado por el sismólogo de turno en CATAC quien revisa o corrige esta información antes de confirmar los resultados.

1.2.2.3 Simulación numérica y predicción de tsunami

Con estos resultados, el módulo TOAST ([Gempa, 2019c](#)) realiza una evaluación preliminar de la posibilidad de tsunami partiendo de la ubicación, profundidad y magnitud y tomando los parámetros de la falla de una base de información tectónica. Los resultados como parámetros del terremoto y expresión cuantitativa de la posibilidad de tsunami se envían a los países, a más tardar, 3 minutos después del inicio del terremoto (véase [mensaje#2](#), en el [Anexo I](#)).

Después de algunos minutos, el programa SCAUTOMT ([Gempa, 2019a](#)) determina el Tensor Momento (MT, por sus siglas en inglés) con la ubicación, magnitud Mw y profundidad del centroide, es decir el lugar donde se concentra la energía sísmica emitida durante la ruptura; también proporciona los parámetros de la falla. El sismólogo de turno revisa/corrige manualmente los resultados con el módulo SCMTV y después los confirma.

Con los resultados de MT, el módulo TOAST realiza una nueva simulación numérica de tsunami con mayor precisión y confiabilidad. Los resultados se envían de nuevo a los países, incluyendo tiempos de llegada del tsunami y amplitudes en ciertos puntos de la costa y

promedios para zonas de alerta predefinidas por los países (normalmente según los límites administrativos, geográficos o considerando la distribución de la población).

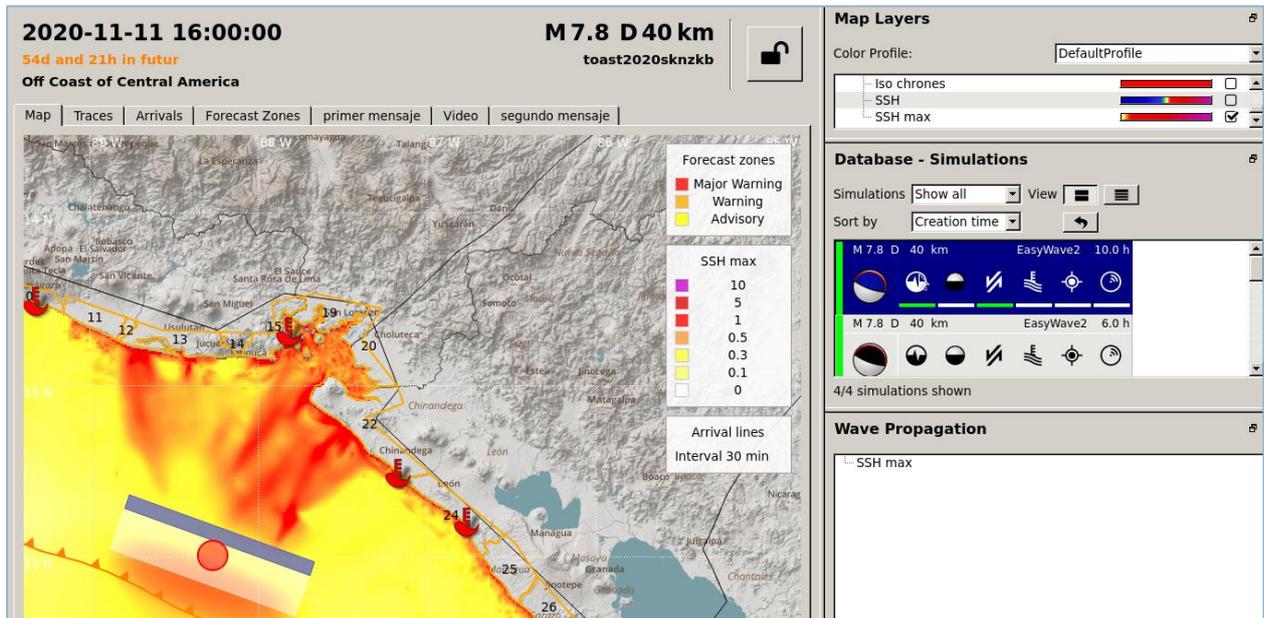


Figura 3. Interfaz del TOAST para la visualización de la máxima amplitud del tsunami

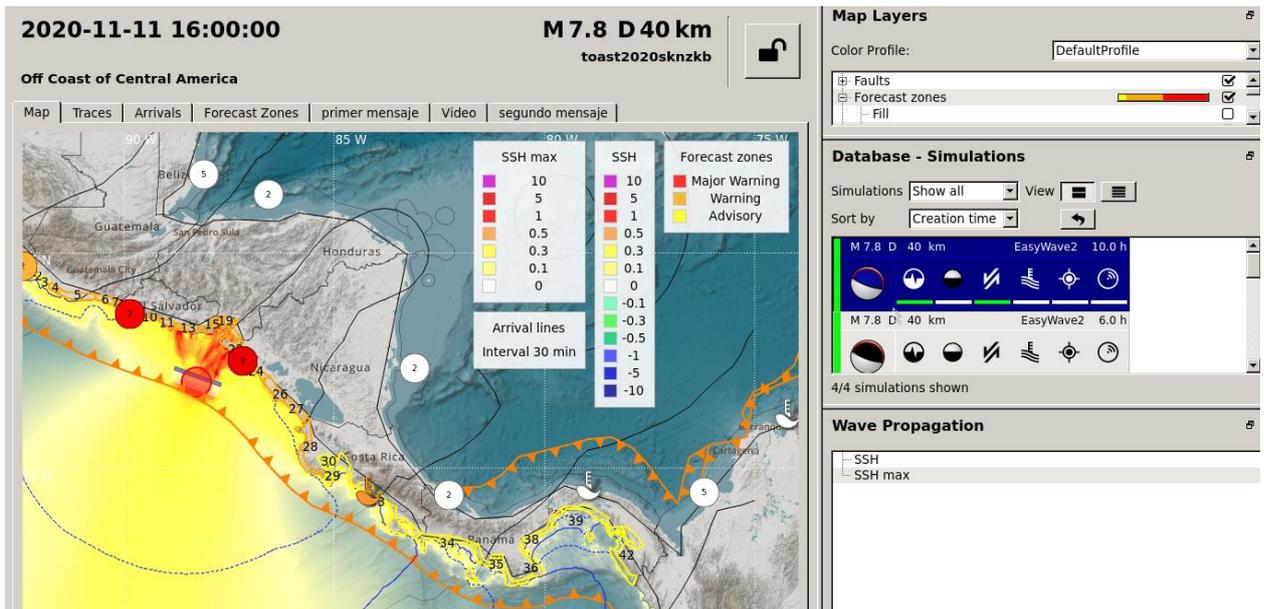


Figura 4. Interfaz del TOAST para visualizar las zonas de pronóstico

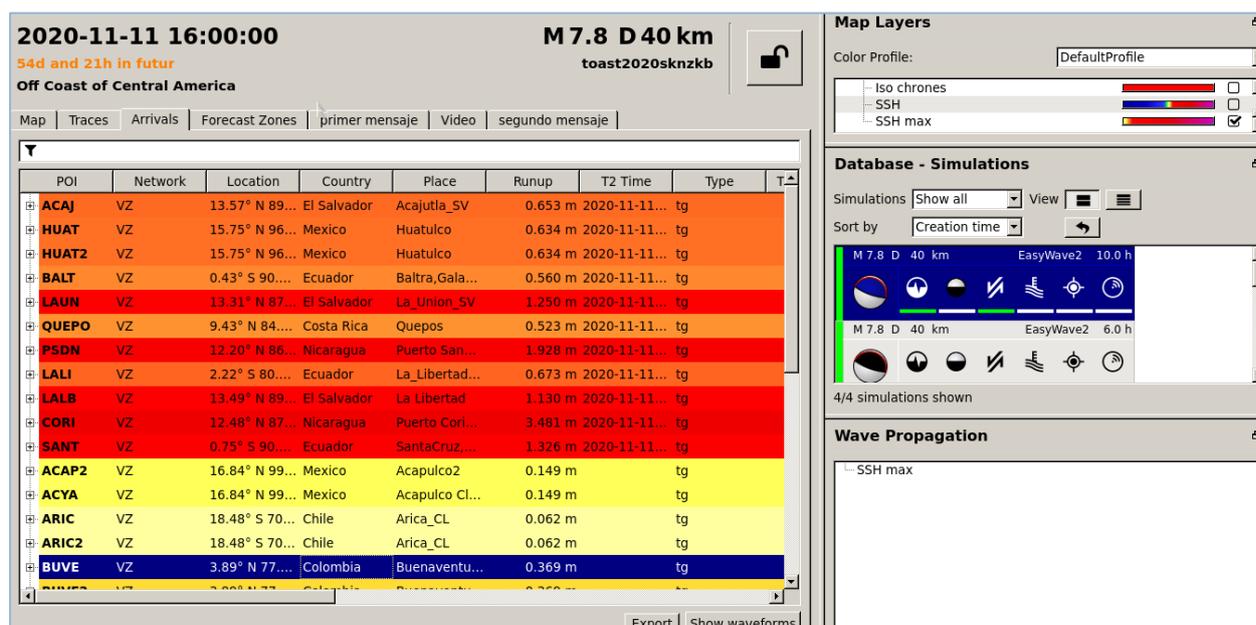


Figura 5. Interfaz del TOAST para visualizar el listado de las llegadas y amplitudes pronosticadas del tsunami en las estaciones mareográficas.

1.2.2.4 Datos de los mareógrafos

Cuando el CATAc obtiene los primeros registros de la ola de las estaciones mareográficas, se reenvía la información a los países que participan en el simulacro a través del [mensaje número tres](#), 45 minutos después del inicio del terremoto.

Mientras las primeras simulaciones de predicción del tsunami se realizan para un período de tiempo de 8 horas, se puede realizar para grandes terremotos otra simulación con un mayor período de tiempo. Usando la aceleración del cálculo con un procesador gráfico (Graphical Processor Unit, GPU). Para este cálculo, se necesitan entre algunas decenas de segundos hasta algunos pocos minutos.

1.2.3 Escenario

Al menos dos terremotos lentos también llamados sismos tsunamigénicos han ocurrido en las costas del Pacífico de Centroamérica: en 1992 en el océano Pacífico de Nicaragua ([Kanamori y Kikuchi, 1993](#); [Arcos et al., 2017](#)) y en 2012 en el océano Pacífico frente a El Salvador y Nicaragua ([Borrero et al., 2014](#)).

Este simulacro se basa en un terremoto que combina los parámetros de estos dos terremotos (1992 y 2012). Se usa la magnitud y las dimensiones de la ruptura del terremoto de 1992 pero se ubica en la posición del terremoto de 2012 (Figuras [6](#) y [7](#)).

The image shows two panels from the TOAST software. The top panel, titled 'Origin', contains three input fields: 'Latitude, longitude:' with values 12.01° and -88.27°, and 'Magnitude:' with a value of 7.80. The bottom panel, titled 'Rupture', contains three input fields: 'Length:' with a value of 127.06 km, 'Width:' with a value of 38.73 km, and 'Ratio:' with a value of 0.30. There is also a small lock icon between the Length and Width fields.

Figura 6. Configuración de ubicación, magnitud, longitud y ancho de ruptura en el TOAST

The image shows the 'Patches - provide source patches' configuration panel in the TOAST software. It includes several input fields and sliders: 'Depth:' set to 40.00 km; 'Fault plane:' set to 'Manual'; 'Strike, dip, rake:' set to 290.00°, 10.00°, and 90.00°; 'Strike align:' and 'Dip align:' are represented by horizontal sliders; 'Patch length:' set to 64 km; and 'Available patches:' set to 2/2.

Figura 7. Configuración de profundidad, strike, dip y rake en el TOAST

| | Determinación inicial automática | Localización manual | Determinación por Tensor Momento |
|--|----------------------------------|--|---|
| Fecha/tiempo | 11/11/2020 10:00:00 | 11/11/2020 10:00:00 | 11/11/2020 10:00:00 |
| Ubicación | 12.01 N 88.27 O (Epicentro) | 12.01 N 88.27 O | 12.01 N 88.27 O (Centroide) |
| Profundidad | 40 km | 40 km | 40 km |
| Magnitud | 5,3 | 6,8 | 7,8 |
| Tsunami pronosticado | Ninguno | Ínfima posibilidad de un tsunami local destructivo | El Salvador, Honduras, Nicaragua y Costa Rica, |
| Máximo del tsunami pronosticado | - | - | 4-5 metros en El Salvador, Honduras y Nicaragua |

Cuadro 1. Supuestos parámetros del terremoto y tsunamis

1.2.4 Impacto del terremoto

Si fuera un evento real, el sismólogo de turno podría ver en sus pantallas las estaciones sísmicas y acelerográficas de toda la zona comprendida entre Guatemala y Costa Rica presentando los movimientos por las ondas P y S durante unos dos minutos. Sin embargo, como se trata de un terremoto lento, las amplitudes se mantienen bajas. El sismólogo de turno podría ver como las ondas sísmicas se propagan desde el epicentro hacia el golfo de Fonseca, El Salvador, Honduras, Nicaragua y Costa Rica. Los módulos de Alerta Temprana de Terremoto instalados en las centrales sísmicas de El Salvador, Nicaragua y Costa Rica avisarían muchos segundos antes de la sacudida.

El CATAC proporcionará a los participantes del simulacro un reporte con los posibles efectos sísmicos de un terremoto de magnitud 7,8 que se usa en este ejercicio.

Asimismo, al planificar la respuesta en caso de tsunami es importante tener en cuenta el posible impacto del terremoto en zonas cercanas a la fuente, ya que estas sacudidas pueden afectar a la respuesta en caso de tsunami y aumentar los efectos del mismo al obstaculizar la evacuación debido a los escombros que serán transportados por las olas.

Para el impacto de terremotos, el USGS ha desarrollado ShakeMap y la Evaluación inmediata para responder a terremotos mundiales (PAGER, por sus siglas en inglés). El propósito principal de ShakeMap es mostrar los niveles de movimiento de tierra producidos por el terremoto. Los niveles de las sacudidas sísmicas en la región se estudian dependiendo de la magnitud del terremoto, la distancia de la fuente del terremoto, el comportamiento de la roca, el suelo en la región, y la propagación de las ondas sísmicas a través de la corteza terrestre. Basado en los resultados de ShakeMap, PAGER estima la población expuesta al terremoto, las posibles fatalidades y pérdidas económicas. Hay que tomar en cuenta que Shakemap y PAGER arrojarán resultados equivocados para terremotos lentos si no se disponen de los datos de suficientes estaciones sísmicas en la zona del impacto.

Este terremoto generaría únicamente intensidades sísmicas bajas hasta la Intensidad de Mercalli Modificada (MMI) V en El Salvador, Nicaragua y Honduras. Por ser un terremoto lento, las bajas amplitudes de las sacudidas sísmicas no causarían ninguna destrucción.

2. CONCEPTO DEL EJERCICIO

2.1 OBJETIVOS GENERALES

El objetivo de este ejercicio es mejorar la eficacia del sistema de alerta contra los tsunamis en América Central. El ejercicio ofrece una oportunidad para la gestión de emergencias de toda la región a fin de que puedan ejercer sus líneas operativas de comunicación, revisar sus procedimientos de respuesta en caso de tsunami y promover la preparación para estos eventos. Resulta fundamental regular el ejercicio de los planes de respuesta para mantener la preparación en caso de emergencia. Este ejercicio se basa en América Central, donde los tsunamis son poco frecuentes pero cuando golpean pueden tener consecuencias nefastas. Se alienta a todas las organizaciones para la gestión de emergencias (OME) a que participen.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Cada organización puede establecer sus objetivos para el ejercicio dependiendo de su nivel de participación en el escenario. A continuación, se presentan los objetivos específicos del ejercicio:

1. Ejecutar y evaluar las operaciones del sistema de alerta contra los tsunamis en América Central:
 - Validar la emisión de productos de información sobre tsunamis del CATAC.
 - Validar la recepción de los productos de información sobre los tsunamis por los puntos focales de alerta contra los tsunamis (TWFP, por sus siglas en inglés) o los centros nacionales de alerta contra los tsunamis (NTWC, por sus siglas en inglés).
 - Validar los conocimientos y entender la situación específica que lleva a la generación de un tsunami por un terremoto lento.

2. Evaluar la utilización de los productos de información del CATAC:
 - Validar la preparación de las instituciones para responder a un tsunami causado por un terremoto lento.
 - Validar la disponibilidad operacional de los TWFP/NTWC o de los TWFP y de las Oficinas Nacionales de Gestión de Desastres (NDMO, por sus siglas en inglés).
 - Mejorar la preparación operativa. Antes de realizar el ejercicio, asegurarse de que se han desarrollado herramientas y planes de respuesta, incluidos materiales para la educación pública.
 - Validar que la difusión de alertas e información/asesoramiento mediante los TWFP y los NTWC es precisa y oportuna, tanto para los organismos nacionales pertinentes como para el público en general.
 - Evaluar el estado de la ejecución del proyecto piloto sobre “Tsunami Ready” en los países de América Central.

2.3 TIPO DE EJERCICIO

El ejercicio debe llevarse a cabo de tal manera que las comunicaciones y la toma de decisiones en los diferentes niveles de la organización se ejercen y se lleven a cabo sin alarmar al público en general. Sin embargo, se anima a las organizaciones para la gestión de emergencias (OME) a que se ejerciten hasta el nivel de probar sistemas locales de notificación como el Sistema de Alerta de Emergencia (EAS, por sus siglas en inglés), las sirenas o los altavoces. Los ejercicios estimulan el desarrollo, la capacitación, las pruebas y la evaluación de los planes de desastre y los procedimientos normalizados de operaciones (SOP, por sus siglas en inglés). Los países de la región han participado en el desarrollo de los procedimientos normalizados de trabajo desde 2017, y deberían utilizar los materiales y la experiencia adquirida para ayudar a guiar la preparación y realización de los ejercicios. Las instituciones que participen en el ejercicio pueden utilizar sus propios ejercicios de simulacros con un enfoque de riesgos múltiples (por ejemplo: inundaciones, huracanes, tsunamis, terremotos, etc.) como marco para llevar a cabo TSUNAMI-CA 20.

Los ejercicios pueden realizarse en varias escalas de magnitud y sofisticación. Los siguientes son ejemplos de los tipos de ejercicios realizados por las OME:

1. Ejercicio de orientación (Seminario): Un ejercicio de orientación sienta las bases para un programa exhaustivo de ejercicios de tsunami. Se trata de un evento planificado, desarrollado para reunir a personas y funcionarios con un papel o interés en la planificación de la respuesta ante peligros múltiples, resolución de problemas, desarrollo procedimientos normalizados de operaciones, e integración y coordinación de recursos. Un ejercicio de orientación tendrá un objetivo específico y subobjetivos por escrito y deberá resultar en la elaboración de un plan de acción acordado.

2. Ejercicio de simulacro: El simulacro es una actividad planeada que prueba, desarrolla o mantiene las habilidades en un procedimiento único o limitado de respuesta a emergencias. Los simulacros generalmente involucran respuesta de departamentos u organismos individuales. Los entrenamientos pueden incluir notificaciones internas o actividades de campo.
3. Ejercicio de simulación: El ejercicio de simulación es una actividad planificada en la que participan funcionarios locales. Se presenta al personal clave y a las organizaciones con responsabilidades en la gestión de desastres con situaciones de emergencia simuladas. Suele ser informal, en una sala de conferencias, y está diseñado para suscitar un debate constructivo entre los participantes.

Los participantes examinarán y tratarán de resolver los problemas basándose en planes y procedimientos, si existen. Se anima a los individuos a que discutan las decisiones en profundidad con énfasis en la resolución lenta de problemas, más que en la toma de decisiones rápida y en tiempo real. Un ejercicio de simulación debe tener metas específicas, objetivos y una narración del escenario.

4. Ejercicio funcional: Un ejercicio funcional es una actividad planificada y diseñada para probar y evaluar las capacidades organizativas. También se utiliza para evaluar la capacidad de un sistema de gestión de emergencias de la comunidad mediante la prueba del Plan de Operaciones Emergencia (EOP, por sus siglas en inglés). Se basa en una simulación de una situación de emergencia realista que incluye una descripción de la situación (narrativa) con las comunicaciones entre los actores (participantes) y los simuladores (dirigentes de simulación). El ejercicio funcional proporciona a los actores (tomadores de decisiones) una experiencia simulada de estar en un evento de desastre mayor. Debería desarrollarse en un lugar de coordinación apropiado (por ejemplo, centro de operaciones de emergencia, centro de mando, puesto de mando, centro de control principal, etc.) e involucrar a todos los miembros apropiados designados por el plan. Organismos internos y externos (gobierno, sector privado y agencias de voluntarios). Requiere de actores, controladores, simuladores y evaluadores. Se simulará el tráfico de mensajes insertados por el equipo de control para la respuesta/acción de los actores en tiempo real. Puede o no incluir evacuaciones públicas. Un ejercicio funcional debe tener metas específicas, objetivos y la narración de un escenario.
5. Ejercicio integral: Un ejercicio integral es la culminación de un programa gradual de ejercicios progresivo. El ejercicio integral es una actividad planificada en un entorno "desafiante" que abarca la mayoría de las funciones de la gestión de emergencias. Este tipo de ejercicio implica la movilización y el despliegue efectivo del personal adecuado y los recursos necesarios para demostrar las capacidades operativas. Los Centros de Operación de Emergencia y otros centros de mando deben ser activados. Un ejercicio integral es el ejercicio de mayor envergadura, el más costoso y complejo. Puede incluir o no la participación del público y las evacuaciones.

3. PRODUCTOS DEL CATAC

Las acciones y productos del CATAC serían las siguientes:

| Tiempo después de OT (min) | Observación | Automático o manual | #Mensaje | Productos a enviar a los destinatarios en los países (NTWC, NTFP) |
|----------------------------|---|---------------------|----------|---|
| 1 | SeisComP3 (Virtual Seismologist) deriva epicentro (frente al golfo de Fonseca), profundidad, y magnitud ML 5,3. Evaluación: "No hay posibilidad de tsunami considerando la magnitud, la profundidad y la ubicación del sismo." | A | 1 | Texto: OT, Lat, Lon, Mag |
| 3 | Localización manual por ST. La magnitud derivada de Ondas S y/o superficiales llega a 6,8. Evaluación: "Existe una muy pequeña posibilidad de un tsunami local." | M | 2 | Texto: OT, Lat, Lon, M, Peligro |
| 4 | Shakemap (EEWD) presenta bajas aceleraciones desde El Salvador a Costa Rica. | A | | |
| 5 | MT determina la magnitud de 7,8. Significa peligro para toda Centroamérica. | A | | Texto: OT, Lat, Lon, M, Peligro |
| 5 | TOAST arroja los resultados de tsunami en correspondencia a estos nuevos valores M7,8. Se envían a los países. "Advertencia de tsunami está en efecto para las costas del Pacífico de El Salvador, Nicaragua, Honduras, Costa Rica y Guatemala." ST se sorprende que un terremoto de 7,8 no genere sacudida sísmica. Consulta con Director del CATAC. Interacción con sismólogo de turno del MARN/El Salvador. Se llega a la conclusión de que se trata de un terremoto lento | M | 3 | Texto: OT, Lat, Lon, M, Peligro Predicción de llegada y amplitudes máximas Gráficos: amplitudes de tsunamis, tiempos de llegada, zonas de peligro |
| | Entran varias llamadas por teléfono y mensajes por Whatsapp dudando de la magnitud del terremoto y de las predicciones de tsunami porque no se sintió el sismo fuertemente. | A | | Interacción de los ST por Teléfono y Whatsapp con instituciones en los países explicando lo del terremoto lento |
| 12 | Entra el correo del PTWC que confirma la magnitud M7,8 del terremoto. | | | |
| 45 | Se obtienen registros en las estaciones mareográficas de El Salvador, Honduras, Nicaragua. Se envían a los países. | M | 4 | Texto: Horas de llegada y amplitudes de tsunamis en estaciones mareográficas de América Central - Último mensaje - |

Cuadro 2. Acciones y productos del CATAC

Abreviaciones: ST- Sismólogo de Turno; MT-Módulo de Tensor Momento; OT-Tiempo de Origen; Lat, Lon, Prof, Mag: Latitud, Longitud, Profundidad, Magnitud; DB-TSU-Base de Datos de simulaciones numéricas de tsunami del CATAC; TOAST-Módulo para simulación numérica de tsunami; FinDer-Módulo para la definición rápida de epicentro y magnitud para alerta temprana de terremotos asumiendo extensión lineal de la ruptura. Se basa en frecuencias altas; A, M: Envío Automático o Manual.

En el simulacro se supone que el CATAC tiene la capacidad de realizar el cálculo del Tensor Momento 5 minutos después del comienzo del terremoto usando la fase W que se encuentra en el tren de la onda P antes de la onda S. Eso se basa en afirmaciones de los autores del software SCAUTOMT, [Weber et al. \(2019\)](#): “Las soluciones típicamente estables y robustas se encuentran sólo de 5 a 35 minutos después del tiempo de la fuente, dependiendo de la geometría de la red de estaciones”. Para un terremoto frente al golfo de Fonseca, el CATAC dispone de unas 20 estaciones de banda ancha en Nicaragua, El Salvador y Guatemala en menos de 400 km de distancia con una brecha de aproximadamente 180 grados. No se ha tenido la experiencia con terremotos reales, por lo que no se sabe si esta afirmación es correcta para un terremoto fuerte en esta zona.

4. DESARROLLO DEL EJERCICIO

4.1 GENERAL

El ejercicio fue desarrollado en 2020 por el CATAC en comunicación con los miembros del Grupo de Trabajo Regional para América Central (WG-CA, por sus siglas en inglés).

4.2 MENSAJES DEL EJERCICIO

| Fecha | Hora de América Central | Hora de Panamá | Tipo de producto | Método de transmisión |
|------------|-------------------------|----------------|--|-----------------------|
| 11/11/2020 | 10:00 | 11:00 | -Ocurre el Terremoto- Se envía Mensaje 0 (inicial) | Email |
| 11/08/2020 | 10:01 | 11:01 | Mensaje#1 | Email |
| 11/11/2020 | 10:03 | 11:03 | Mensaje#2 | Email |
| 11/11/2020 | 10:05 | 11:05 | Mensaje#3 | Email |
| 11/11/2020 | 10:45 | 11:45 | Mensaje#4 | Email |

Cuadro 3. Línea de tiempo de mensajes emitidos por el CATAC

4.3 ACCIONES EN CASO DE UN EVENTO REAL

En caso de que se produzca un evento real durante el ejercicio, las instituciones de monitoreo y alerta y las agencias de protección civil deben dar plena prioridad a estos eventos y adoptar una decisión si cancelan el simulacro.

El CATAC en la fecha de TSUNAMI-CA 20 todavía no se encuentra en su fase activa y por lo tanto no requiere de consideración especial.

4.4 PROCEDIMIENTOS PARA LA ALARMA FALSA

Durante los ejercicios de respuesta en caso de desastre, puede ser que el público o los medios de comunicación interpreten el evento como real. Por eso, todas las entidades participantes deben establecer procedimientos para abordar las posibles preocupaciones del público o de los medios de comunicación en relación con este ejercicio o en caso de que los medios de comunicación o el público interpreten este ejercicio de forma errónea.

4.5 RECURSOS

Las instituciones participantes tendrán notificación previa del ejercicio y podrían optar por establecer un grupo de trabajo especial para el simulacro a fin de permitir que las actividades básicas normales continúen ininterrumpidamente. Sin embargo, se solicita que se desplieguen niveles de recursos realistas para reflejar algunos de los problemas que se puedan plantear en un evento real.

Las preguntas sobre el ejercicio pueden ser dirigidas a los miembros del CATAC responsables de la preparación del TSUNAMI-CA 20:

- Dr. Wilfried Strauch, wilfried.strauch@yahoo.com, Cel./Whatsapp +505 892 462 34
- MSc Emilio Talavera, emilio.talavera@gf.ineter.gob.ni, Cel. +505 885 233 62
- Ing. Norwin Acosta, norwin.acosta@gf.ineter.gob.ni, Cel. +505 860 712 86

4.6 TRABAJO CON LOS MEDIOS

Una de las ventajas de la realización de ejercicios es que proporciona un lugar para promover la conciencia sobre la amenaza de los tsunamis. Muchas personas que residen en las costas de América Central pueden desconocer la existencia de un sistema regional de alerta contra los tsunamis. También, pueden ignorar que las autoridades nacionales disponen de protocolos para la emisión de alertas de tsunami y no saber la respuesta adecuada en caso de tsunami. Por lo tanto, las comunidades pueden desear invitar a los medios de comunicación locales a participar en el ejercicio para promover la conciencia sobre los peligros y los protocolos para tsunamis locales.

En todos los países, los medios de comunicación también pueden prestar apoyo en la creación de la conciencia que conduce al ejercicio y así evitar falsas alarmas. Se debe facilitar a los medios de comunicación folletos informativos que hayan sido preparados por los organismos locales, agencias regionales e internacionales. También es una buena oportunidad para distribuir o preparar guías para los medios de comunicación masiva.

Las redes sociales han sido reconocidas como un medio muy importante para la difusión de información y productos sobre los tsunamis. Se alienta a los países de América Central a que compartan información sobre el ejercicio TSUNAMI-CA 20 a través de este medio.

5. EVALUACIÓN POSTERIOR DEL EJERCICIO

La tarde del 11 de noviembre de 2020, el Grupo de Trabajo de América Central del Grupo Intergubernamental de Coordinación del Sistema de Alerta contra los Tsunamis y Atenuación de sus Efectos en el Pacífico (ICG/PTWS) junto con el CATAC realizarán una reunión virtual con las instituciones participantes para hacer una evaluación inmediata del simulacro. Se informará a las instituciones participantes y al ICG/PTWS sobre los resultados.

6. REFERENCIAS

Arcos, N. et al. (2017). "The Legacy of the 1992 Nicaragua Tsunami" en sitio *EOS*. [En línea] vol. 98, disponible en: <https://eos.org/features/the-legacy-of-the-1992-nicaragua-tsunami>

Audet, P. y S. Schwartz, (2013) "Hydrologic control of forearc strength and seismicity in the Costa Rican subduction zone" en *Nature and Geoscience*. Vol. 6, pp. 852 – 855. (DOI: [10.1038/ngeo1927](https://doi.org/10.1038/ngeo1927))

- Barckhausen, U., Roeser, H.A. y R. von Huene, (1998) "Magnetic signature of upper plate structures and subducting seamounts at the convergent margin off Costa Rica" en *Journal of Geophysical Research*. Vol. 103, número B4, pp. 7079–7093. (<https://doi.org/10.1029/98JB00163>)
- Borrero, J.C. et al., (2014) "Observations and Modeling of the August 27, 2012 Earthquake and Tsunami affecting El Salvador and Nicaragua" en *Pure and Applied Geophysics*. Vol. 171, número 12, pp. 3421–3435. ([doi:10.1007/s00024-014-0782-2](https://doi.org/10.1007/s00024-014-0782-2))
- CATAC, (2019) *Guía de Usuario para el Centro de Asesoramiento de Tsunamis para América Central – CATAC – Borrador, julio 2019*. Managua, INETER.
- deMets, C., Gordon, R.G. y D.F. Argus, (2010) "Geologically current plate motions" en *Geophysical Journal International*. Vol. 181, número 1, pp. 1–80. ([doi:10.1111/j.1365-246X.2009.04491.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-246X.2009.04491.x))
- Fernandez, M. et al., (2000). "Tsunamis and tsunami hazards in Central America" in *Natural Hazards*. Vol. 22, número 2, pp. 91–116. ([doi:10.1023/A:100810260062](https://doi.org/10.1023/A:100810260062))
- Furukawa, N. et al., (2018) "Progress of the Japanese-Nicaraguan Project for the Establishment of the Central American Tsunami Advisory Center (CATAC)" en *Seismological Research Letters*. 2018 Seismology of the Americas Meeting, Latin American and Caribbean Seismological Commission LACSC and Seismological Society of America, 14–17 May 2018, Miami, Florida, volumen 89, número 2B.
- Gempa, (2019a) "Moment Tensor Tutorial Video" en sitio *Gempa GmbH*. [En línea] disponible en: <https://www.gempa.de/news/?t=mt> [último acceso: 23 de julio de 2019].
- Gempa, (2019b) "Professional monitoring of local, regional and teleseismic seismicity" en *Gempa GmbH*. [En línea], disponible en <https://www.gempa.de/products/seiscomp3-pro/> [último acceso: 23 de julio de 2019].
- Gempa, (2019c) "TOAST at a glance" en *Gempa GmbH*. [En línea], disponible en <https://www.gempa.de/products/toast/> [último acceso: 23 de julio de 2019]
- Hey, R., (1977) "Tectonic evolution of the Cocos-Nazca spreading center" en *GSA Bulletin*. Volumen 88, número 10, pp. 1404–1420. ([https://doi.org/10.1130/0016-7606\(1977\)88<1404:TEOTCS>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1130/0016-7606(1977)88<1404:TEOTCS>2.0.CO;2))
- Kanamori, H. y M. Kikuchi, (1993) "The 1992 Nicaragua earthquake: a slow tsunami earthquake associated with subducted sediments" en la revista *Nature*. Volumen 361, pp. 714–716 (<https://doi.org/10.1038/361714a0>)
- Kikuchi, M. y H. Kanamori, (1995) "Source characteristics of the 1992 Nicaragua tsunami earthquake inferred from teleseismic body waves" en *Pure and Applied Geophysics*. Volumen 144, nº 3–4, pp. 441–453. ([doi:10.1007/BF00874377](https://doi.org/10.1007/BF00874377))
- Kyriakopoulos C. et al., (2019) "Dynamic Rupture Scenarios in the Brawley Seismic Zone, Salton Trough, Southern California" en *Journal of Geophysical Research: Solid Earth*. Abril de 2019, American Geophysical Union. (<https://doi.org/10.1029/2018JB016795>)
- Kyriakopoulos C., (2019) "Dynamic Rupture Model Simulation" en sitio *EurekaAlert!*. University of Texas at Austin, Texas Advanced Computing Center [video] (<https://www.eurekaalert.org/multimedia/pub/202664.php>)

- Molina, E., (1997) *Tsunami Catalogue for Central America 1539-1996: Reduction of natural disasters in Central America, Earthquake Preparedness and Hazard Mitigation (Phase II)*. University of Bergen, Institute of Solid Earth Physics, Technical Report No. II 1-04.
- NGDC/WDS, (2015) “Tsunami Global Map” en sitio *ITIC*. [En línea], disponible en: <http://itic.ioc-unesco.org/index.php>
- Ryan, W.B.F. et al., (2009) “Global Multi-Resolution Topography synthesis” en *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*. Vol. 10, nº 3. ([doi:10.1029/2008GC002332](https://doi.org/10.1029/2008GC002332))
- Strauch W., (2018) “Towards an Earthquake and Tsunami Monitoring and Early Warning System for Nicaragua and Central America” en *Seismological Research Letters*. Vol. 89, nº 2A (<https://doi.org/10.1785/0220170193>)
- Tenorio, V. y W. Strauch, (2012) “Evaluación del terremoto del 26 de agosto, 2012, en el Océano Pacífico entre El Salvador y Nicaragua” en *Boletín Sismos y Volcanes de Nicaragua*. INETER, Dirección de Sismología, agosto de 2012, p. 22–48.
- UNESCO/COI, (2018) *Peligro de tsunami en América Central: eventos a lo largo de la historia y posibles fuentes, San José (Costa Rica), 23 y 24 de junio de 2016*. París, UNESCO, 50 pp ([IOC/2018/WR/278](https://doi.org/10.1017/9789231042781)).
- Weber, B. et al., (2019) *Moment Tensor analysis for monitoring local seismicity and teleseismic earthquakes in SeisComp3*. American Geophysical Union, Fall Meeting 2019, abstract #S11G-0434 (<https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2019AGUFM.S11G0434W/abstract>)
- Ye, L., Lay, T. y H. Kanamori, (2013) “Large earthquake rupture process variations on the Middle America megathrust” en *Earth and Planetary Science Letters*. Vol. 381, pp. 147–155. ([doi:10.1016/j.epsl.2013.08.042](https://doi.org/10.1016/j.epsl.2013.08.042))

ANEXO I

MENSAJES DEL CATAAC

**Centro de Asesoramiento sobre los Tsunamis de América Central (CATAAC)
Ejercicio de respuesta en caso de tsunami para América Central –
TSUNAMI-CA-20, 11 de noviembre de 2020**

Mensajes del CATAAC

El mensaje 0 (cero) será el único mensaje de ejercicio transmitido desde el Centro de Asesoramiento sobre los Tsunamis de América Central (CATAAC), excluyendo los mensajes especiales 1–4 que se tratan en el Manual del ejercicio disponible en el sitio web <http://catac.ineter.gob.ni/>

Mensaje 0

¡Este es sólo un mensaje de prueba relacionado con el Ejercicio de CATAAC, TSUNAMI-CA-20!

Centro de Asesoramiento de Tsunami para América Central - CATAAC

XXXXXXXXX ESTE ES SOLO UN EJERCICIO XXX

Aviso: Mensaje de inicio del simulacro TSUNAMI-CA-20 para los países de América Central

Publicado: 2020-11-11 10:00:00 Hora de Centroamérica
2020-11-11 11:00:00 Hora de Panamá

Este mensaje se está utilizando para iniciar TSUNAMI-CA-20, el ejercicio de tsunami para la costa del Pacífico de América Central.

Este será el único mensaje de ejercicio transmitido desde el Centro de Asesoramiento de Tsunami para América Central (CATAAC), excluyendo los mensajes especiales de correo electrónico que se discuten en el manual del ejercicio.

El manual es disponible en el sitio web <http://catac.ineter.gob.ni/>

El propósito del ejercicio es proporcionar asesoría a la gestión de emergencias.

Es un escenario realista para poner a prueba los planes de respuesta ante tsunamis en los países de América Central

XXXXXXXXX ESTE ES SOLO UN EJERCICIO XXX

Mensaje 1

¡Este es sólo un mensaje de prueba relacionado con el Ejercicio del CATAC, TSUNAMI-CA-20!

Centro de Asesoramiento de Tsunami para América Central - CATAC

XXXXXXX ESTE ES SOLO UN EJERCICIO XXX

AVISO: Este mensaje se envía como apoyo a los países de América Central. Las autoridades nacionales son responsables de determinar el nivel de alerta y efectuar las medidas adecuadas para su país.

Mensaje automático sobre sismo ocurrido:

Información preliminar de sismo

Hora de emisión: Noviembre 11,2020 10:01:00 Hora de América Central
: Noviembre 11,2020 11:01:00 Hora de Panamá

PARAMETROS DEL SISMO

Tiempo de Origen: Noviembre 11,2020 10:00:00 Hora de América Central
: Noviembre 11,2020 11:00:00 Hora local de Panamá
Epicentro : 12.01 N 88.27 O
Región : Frente al Golfo de Fonseca
Profundidad : 40 Km
Magnitud : 5.3 Mp

Evaluación: No hay posibilidad de tsunami considerando la magnitud, la profundidad y la ubicación del sismo.

Los parámetros se calculan usando datos recibidos en tiempo real, con el aporte de estaciones sísmicas de observatorios sismológicos de América Central (INSIVUHEH, MARN, COPECO, INETER, OVSICORI, ICG-UPA, ACP, RSN-UCR-ICE), y de la red sismológica global.

Esta es una información automática y puede contener errores.

Favor consultar nuestra página web: <http://catac.ineter.gob.ni/gaps/eqview/>

XXXXXXX ESTE SOLO ES UN EJERCICIO XXX

Mensaje 2

¡Este es sólo un mensaje de prueba relacionado con el Ejercicio del CATAC, TSUNAMI-CA-20!

.....

Centro de Asesoramiento de Tsunami para América Central - CATAC

XXXXXXXX ESTE ES SOLO UN EJERCICIO XXX

AVISO: Este mensaje se envía como apoyo a los países de América Central. Las autoridades nacionales son responsables de determinar el nivel de alerta y efectuar las medidas adecuadas para su país.

Boletín sobre tsunami N° 1

Publicado: 2020-11-11 10:03:00 Hora de Centroamérica
2020-11-11 11:03:00 Hora de Panamá

Un terremoto ha ocurrido con los siguientes estos parámetros preliminares:

Magnitud : 6.8 ML
Fecha : 11/11/2020
Hora : 10:00:00 Hora Centroamérica,
11:00:00 Hora Panamá
Latitud : 12.01 Norte
Longitud : 88.27 Oeste
Profundidad : 40 Km
Ubicación : Frente al Golfo de Fonseca

Evaluación: Existe una muy pequeña posibilidad de un tsunami local destructivo considerando la magnitud, la profundidad del hipocentro, y la ubicación del terremoto.

Acciones recomendadas: Se urge tomar acciones inmediatas para la protección de la población en las costas del Pacífico de El Salvador, Honduras y Nicaragua, cerca del epicentro.

Se proveerá de mayor información en los próximos minutos.

Información adicional: Información detallada de sismos y tsunamis se encuentra en el sitio web <http://catac.ineter.gob.ni/>

XXXXXXXX ESTE SOLO ES UN EJERCICIO XXX

Mensaje 3

¡Este es sólo un mensaje de prueba relacionado con el Ejercicio del CATAC, TSUNAMI-CA-20!

Centro de Asesoramiento de Tsunami para América Central - CATAC

XXXXXXX ESTE ES SOLO UN EJERCICIO XXX

AVISO: Este mensaje se envía como apoyo a los países de América Central. Las autoridades nacionales son responsables de determinar el nivel de alerta y efectuar las medidas adecuadas para su país.

Boletín sobre tsunami N° 2

Publicado: 2020-11-11 10:05:00 Hora de Centroamérica
2020-11-11 11:05:00 Hora de Panamá

Una advertencia de tsunami está en efecto para las costas del Pacífico de El Salvador, Nicaragua, Honduras, Costa Rica, Guatemala

Un terremoto ha ocurrido con los siguientes parámetros:

Magnitud : 7.8 MT
Fecha : 11/11/2020
Hora : 10:00:00 Hora de Centroamérica,
11:00:00 Hora de Panamá
Latitud : 12.01 Norte
Longitud : 88.27 Oeste
Profundidad : 40 Km
Ubicación : Frente al Golfo de Fonseca

Evaluación: Posibilidad de tsunami regional destructivo dentro de 1.000 km del epicentro.

Por magnitud, profundidad y ubicación del terremoto existe la posibilidad de que se haya producido un fuerte tsunami que afectaría con mayor intensidad a las costas más cercanas. Las autoridades nacionales deben tomar acciones correspondientes a sus planes de respuesta. Las sacudidas sísmicas registradas son muy bajas y consideramos que se trata de un terremoto tsunami que no fue sentido muy fuertemente por la población.

Predicción de tsunami basado en simulación numérica
(Umbral=0.6 metros, AM: Amplitud máxima en metros):

| PAIS | ZONA | Arribo del umbral | Estado | AM/m |
|-------------|----------------------|---------------------|---------|------|
| NICARAGUA | CHINANDEGA | 2020-11-11 10:55:30 | Tsunami | 4.48 |
| EL SALVADOR | USULUTLAN | 2020-11-11 11:02:30 | Tsunami | 5.17 |
| EL SALVADOR | CONCHAGUITA | 2020-11-11 11:28:00 | Tsunami | 2.22 |
| EL SALVADOR | LA UNION | 2020-11-11 11:03:00 | Tsunami | 2.61 |
| HONDURAS | ISLA DEL TIGRE | 2020-11-11 11:42:00 | Tsunami | 2.35 |
| HONDURAS | VALLE | 2020-11-11 11:53:00 | Tsunami | 2.80 |
| EL SALVADOR | SAN VICENTE | 2020-11-11 11:06:00 | Tsunami | 1.56 |
| HONDURAS | CHOLUTECA | 2020-11-11 12:10:30 | Tsunami | 3.25 |
| NICARAGUA | CARAZO | 2020-11-11 11:01:30 | Tsunami | 1.61 |
| EL SALVADOR | MEANGUERA DEL GOLFO | 2020-11-11 11:22:30 | Tsunami | 2.34 |
| NICARAGUA | LEON | 2020-11-11 10:52:30 | Tsunami | 1.91 |
| EL SALVADOR | LA PAZ | 2020-11-11 10:09:00 | Tsunami | 1.30 |
| NICARAGUA | FARALLONES/COSIGUINA | 2020-11-11 11:15:00 | Tsunami | 1.42 |
| EL SALVADOR | ISLA PUNTA ZACATE | 2020-11-11 11:37:30 | Tsunami | 3.00 |
| NICARAGUA | MANAGUA | 2020-11-11 10:56:30 | Tsunami | 1.23 |
| EL SALVADOR | SAN MIGUEL | 2020-11-11 10:55:30 | Tsunami | 1.20 |
| NICARAGUA | RIVAS | 2020-11-11 10:58:30 | Tsunami | 1.12 |

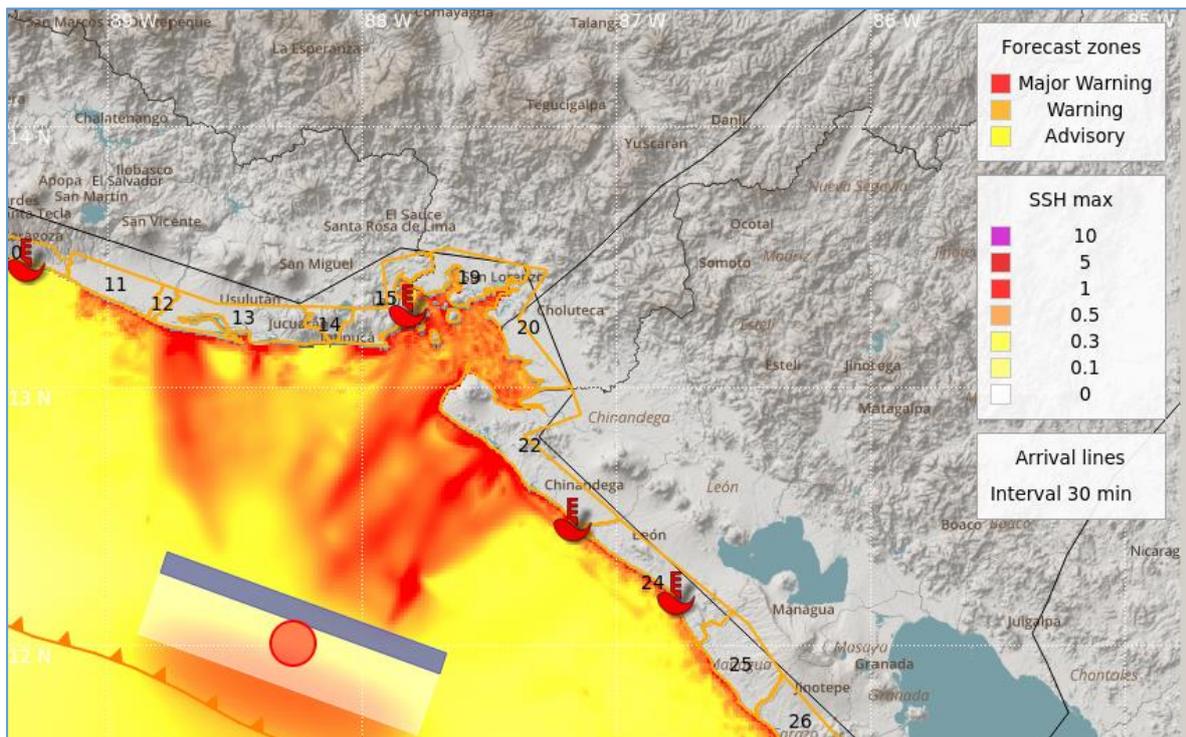
| | | | | |
|-------------|---------------|---------------------|---------|------|
| EL SALVADOR | LA LIBERTAD | 2020-11-11 13:04:00 | Tsunami | 1.13 |
| GUATEMALA | SANTA ROSA | 2020-11-11 14:34:00 | Tsunami | 1.18 |
| COSTA RICA | GUANACASTE | 2020-11-11 11:23:00 | Tsunami | 2.50 |
| GUATEMALA | JUTIAPA | 2020-11-11 11:06:30 | Tsunami | 0.99 |
| EL SALVADOR | SONSONATE | 2020-11-11 13:16:00 | Tsunami | 1.15 |
| GUATEMALA | SUCHITEPEQUEZ | 2020-11-11 19:11:30 | Tsunami | 0.85 |
| EL SALVADOR | AHUACHAPAN | 2020-11-11 11:06:00 | Tsunami | 0.91 |
| GUATEMALA | ESCUINTLA | 2020-11-11 16:15:30 | Tsunami | 0.93 |

Resultado gráfico: Revise en los gráficos de abajo, las zonas de pronóstico codificados con colores según altura de los tsunami, para las zonas costeras del Océano Pacífico de América Central.

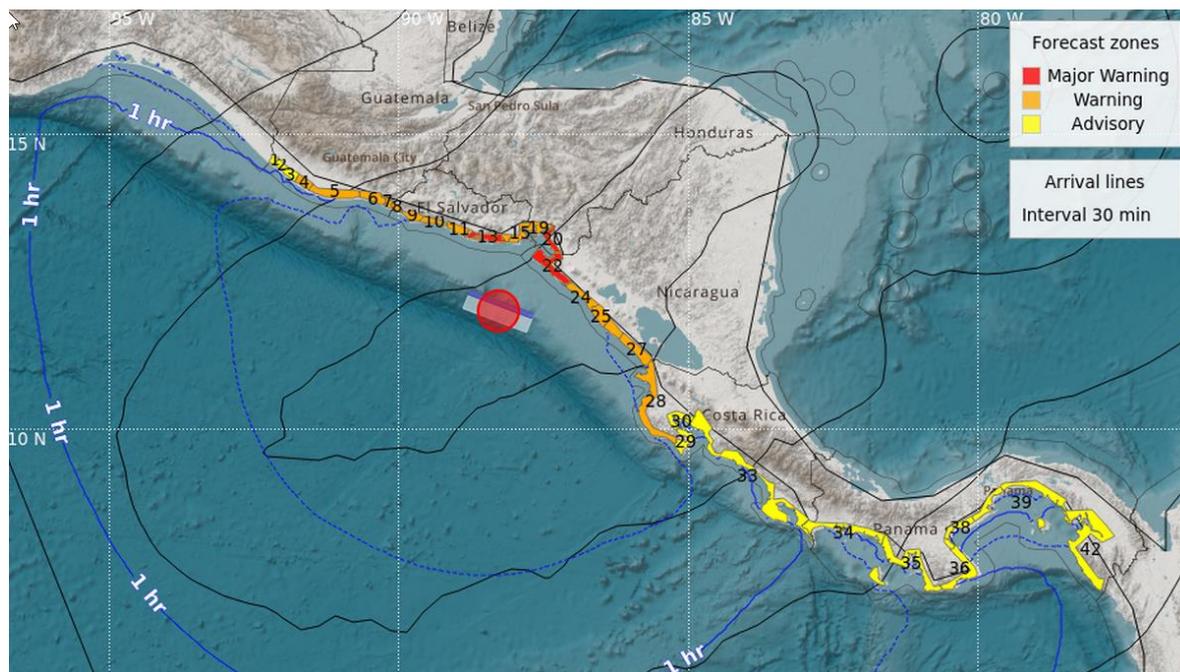
Actualizaciones: Se proveerá más información en los próximos minutos. Los países podrán recibir adicionalmente, mensajes del Centro de Alerta de Tsunami para el Pacífico (PTWC). En caso de diferencias entre los resultados de CATAAC y del PTWC, recomendamos preferir de manera conservativa las estimaciones que corresponden a un mayor peligro.

Información adicional: Detalles del sismo y tsunami se encuentran en el sitio web <http://catac.ineter.gob.ni/>

XXXXXXXXX ESTE ES SOLO UN EJERCICIO XXX



Alturas máximas



Alturas máximas, zonas de pronóstico, líneas de tiempo de llegada con intervalos de 30 minutos

Mensaje 4

¡Este es sólo un mensaje de prueba relacionado con el Ejercicio del CATAC, TSUNAMI-CA-20!

¡Este es el último mensaje del Ejercicio!

Centro de Asesoramiento de Tsunami para América Central - CATAC

XXXXXXX ESTE ES SOLO UN EJERCICIO XX

AVISO: Este mensaje se envía como apoyo a los países de América Central. Las autoridades nacionales son responsables de determinar el nivel de alerta y efectuar las medidas adecuadas para su país.

Boletín sobre tsunami N° 03

Publicado: 2020-11-11 10:45:00 Hora de Centroamérica
2020-11-11 11:45:00 Hora de Panamá

Se ha registrado un tsunami que está afectando a las costas del Pacífico de los países de América Central.

Mediciones en estaciones del nivel del mar:

| Código | Coordenadas | Ubicación | País | Hora | Amax/m |
|--------|---------------|----------------|-------------|-------|-----------|
| ASSN | 12.62N 87.340 | Aserradores | Nicaragua | 10:35 | 2.15 |
| CORI | 12.48N 87.160 | Corinto | Nicaragua | 10:41 | 1.38 |
| PSDN | 12.20N 86.760 | Puerto Sandino | Nicaragua | 10:42 | 3.62 ACAJ |
| | 13.57N 89.830 | Acajutla | El Salvador | 10:39 | 3.52 |
| LALB | 13.48N 89.310 | La Libertad | El Salvador | 10:38 | 3.84 |

Actualizaciones: Se proveerán otros mensajes cuando entre más información de las estaciones del nivel del mar.

Mensajes del PTWC: Los países podrán recibir adicionalmente, mensajes del Centro de Alerta de Tsunami para el Pacífico (PTWC).

En caso de diferencias entre los resultados de CATAC y del PTWC, recomendamos preferir de manera conservativa, las estimaciones que corresponden a un mayor peligro.

Información adicional: Información detallada del sismo y tsunami se encuentra en el sitio web <http://catac.ineter.gob.ni/>

XXXXXXX ESTE ES SOLO UN EJERCICIO XX

¡Este es el último mensaje del Ejercicio!

ANEXO II

LISTA DE ABREVIACIONES

| | |
|-----------------|---|
| CATAC | Centro de Asesoramiento sobre los Tsunamis de América Central |
| COI | Comisión Oceanográfica Intergubernamental (UNESCO) |
| EAS | Sistema de Alerta de Emergencia |
| EOP | Plan de Operaciones de Emergencia |
| GPU | Procesador gráfico |
| ICG/PTWS | Intergubernamental de Coordinación del Sistema de Alerta contra los Tsunamis y Atenuación de sus Efectos en el Pacífico |
| INETER | Instituto Nicaragüense de Estudios Territoriales |
| MT | Tensor Momento |
| NDMO | Oficinas Nacionales de Gestión de Desastres |
| NGDC/WDS | Centro Nacional de Datos Geofísicos/Sistema Mundial de Datos Geofísicos |
| NTWC | Centro nacional de alerta contra los tsunamis |
| OME | Organizaciones para la gestión de emergencias |
| PTWC | Centro de Alerta contra los Tsunamis en el Pacífico |
| SINAPRED | Sistema Nacional para la Prevención, Mitigación y Atención de Desastres (Nicaragua) |
| TWFP | Punto focal de alerta contra los tsunamis |
| UNESCO | Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura |
| WG-CA | Grupo de Trabajo Regional para América Central |

IOC Technical Series

| No. | Title | Languages |
|------------|--|----------------------|
| 1 | Manual on International Oceanographic Data Exchange. 1965 | (out of stock) |
| 2 | Intergovernmental Oceanographic Commission (Five years of work). 1966 | (out of stock) |
| 3 | Radio Communication Requirements of Oceanography. 1967 | (out of stock) |
| 4 | Manual on International Oceanographic Data Exchange - Second revised edition. 1967 | (out of stock) |
| 5 | Legal Problems Associated with Ocean Data Acquisition Systems (ODAS). 1969 | (out of stock) |
| 6 | Perspectives in Oceanography, 1968 | (out of stock) |
| 7 | Comprehensive Outline of the Scope of the Long-term and Expanded Programme of Oceanic Exploration and Research. 1970 | (out of stock) |
| 8 | IGOSS (Integrated Global Ocean Station System) - General Plan Implementation Programme for Phase I. 1971 | (out of stock) |
| 9 | Manual on International Oceanographic Data Exchange - Third Revised Edition. 1973 | (out of stock) |
| 10 | Bruun Memorial Lectures, 1971 | E, F, S, R |
| 11 | Bruun Memorial Lectures, 1973 | (out of stock) |
| 12 | Oceanographic Products and Methods of Analysis and Prediction. 1977 | E only |
| 13 | International Decade of Ocean Exploration (IDOE), 1971-1980. 1974 | (out of stock) |
| 14 | A Comprehensive Plan for the Global Investigation of Pollution in the Marine Environment and Baseline Study Guidelines. 1976 | E, F, S, R |
| 15 | Bruun Memorial Lectures, 1975 - Co-operative Study of the Kuroshio and Adjacent Regions. 1976 | (out of stock) |
| 16 | Integrated Ocean Global Station System (IGOSS) General Plan and Implementation Programme 1977-1982. 1977 | E, F, S, R |
| 17 | Oceanographic Components of the Global Atmospheric Research Programme (GARP) . 1977 | (out of stock) |
| 18 | Global Ocean Pollution: An Overview. 1977 | (out of stock) |
| 19 | Bruun Memorial Lectures - The Importance and Application of Satellite and Remotely Sensed Data to Oceanography. 1977 | (out of stock) |
| 20 | A Focus for Ocean Research: The Intergovernmental Oceanographic Commission - History, Functions, Achievements. 1979 | (out of stock) |
| 21 | Bruun Memorial Lectures, 1979: Marine Environment and Ocean Resources. 1986 | E, F, S, R |
| 22 | Scientific Report of the Intercalibration Exercise of the IOC-WMO-UNEP Pilot Project on Monitoring Background Levels of Selected Pollutants in Open Ocean Waters. 1982 | (out of stock) |
| 23 | Operational Sea-Level Stations. 1983 | E, F, S, R |
| 24 | Time-Series of Ocean Measurements. Vol.1. 1983 | E, F, S, R |
| 25 | A Framework for the Implementation of the Comprehensive Plan for the Global Investigation of Pollution in the Marine Environment. 1984 | (out of stock) |
| 26 | The Determination of Polychlorinated Biphenyls in Open-ocean Waters. 1984 | E only |
| 27 | Ocean Observing System Development Programme. 1984 | E, F, S, R |
| 28 | Bruun Memorial Lectures, 1982: Ocean Science for the Year 2000. 1984 | E, F, S, R |
| 29 | Catalogue of Tide Gauges in the Pacific. 1985 | E only |
| 30 | Time-Series of Ocean Measurements. Vol. 2. 1984 | E only |
| 31 | Time-Series of Ocean Measurements. Vol. 3. 1986 | E only |
| 32 | Summary of Radiometric Ages from the Pacific. 1987 | E only |
| 33 | Time-Series of Ocean Measurements. Vol. 4. 1988 | E only |
| 34 | Bruun Memorial Lectures, 1987: Recent Advances in Selected Areas of Ocean Sciences in the Regions of the Caribbean, Indian Ocean and the Western Pacific. 1988 | Composite E, F, S |
| 35 | Global Sea-Level Observing System (GLOSS) Implementation Plan. 1990 | E only |

(continued)

| | | |
|----|---|----------------------|
| 36 | Bruun Memorial Lectures 1989: Impact of New Technology on Marine Scientific Research. 1991 | Composite E, F, S |
| 37 | Tsunami Glossary - A Glossary of Terms and Acronyms Used in the Tsunami Literature. 1991 | E only |
| 38 | The Oceans and Climate: A Guide to Present Needs. 1991 | E only |
| 39 | Bruun Memorial Lectures, 1991: Modelling and Prediction in Marine Science. 1992 | E only |
| 40 | Oceanic Interdecadal Climate Variability. 1992 | E only |
| 41 | Marine Debris: Solid Waste Management Action for the Wider Caribbean. 1994 | E only |
| 42 | Calculation of New Depth Equations for Expendable Bathymetographs Using a Temperature-Error-Free Method (Application to Sippican/TSK T-7, T-6 and T-4 XBTS. 1994 | E only |
| 43 | IGOSS Plan and Implementation Programme 1996-2003. 1996 | E, F, S, R |
| 44 | Design and Implementation of some Harmful Algal Monitoring Systems. 1996 | E only |
| 45 | Use of Standards and Reference Materials in the Measurement of Chlorinated Hydrocarbon Residues. 1996 | E only |
| 46 | Equatorial Segment of the Mid-Atlantic Ridge. 1996 | E only |
| 47 | Peace in the Oceans: Ocean Governance and the Agenda for Peace; the Proceedings of <i>Pacem in Maribus</i> XXIII, Costa Rica, 1995. 1997 | E only |
| 48 | Neotectonics and fluid flow through seafloor sediments in the Eastern Mediterranean and Black Seas - Parts I and II. 1997 | E only |
| 49 | Global Temperature Salinity Profile Programme: Overview and Future. 1998 | E only |
| 50 | Global Sea-Level Observing System (GLOSS) Implementation Plan-1997. 1997 | E only |
| 51 | L'état actuel de l'exploitation des pêcheries maritimes au Cameroun et leur gestion intégrée dans la sous-région du Golfe de Guinée (<i>cancelled</i>) | F only |
| 52 | Cold water carbonate mounds and sediment transport on the Northeast Atlantic Margin. 1998 | E only |
| 53 | The Baltic Floating University: Training Through Research in the Baltic, Barents and White Seas - 1997. 1998 | E only |
| 54 | Geological Processes on the Northeast Atlantic Margin (8 th training-through-research cruise, June-August 1998). 1999 | E only |
| 55 | Bruun Memorial Lectures, 1999: Ocean Predictability. 2000 | E only |
| 56 | Multidisciplinary Study of Geological Processes on the North East Atlantic and Western Mediterranean Margins (9 th training-through-research cruise, June-July 1999). 2000 | E only |
| 57 | Ad hoc Benthic Indicator Group - Results of Initial Planning Meeting, Paris, France, 6-9 December 1999. 2000 | E only |
| 58 | Bruun Memorial Lectures, 2001: Operational Oceanography – a perspective from the private sector. 2001 | E only |
| 59 | Monitoring and Management Strategies for Harmful Algal Blooms in Coastal Waters. 2001 | E only |
| 60 | Interdisciplinary Approaches to Geoscience on the North East Atlantic Margin and Mid-Atlantic Ridge (10 th training-through-research cruise, July-August 2000). 2001 | E only |
| 61 | Forecasting Ocean Science? Pros and Cons, Potsdam Lecture, 1999. 2002 | E only |
| 62 | Geological Processes in the Mediterranean and Black Seas and North East Atlantic (11 th training-through-research cruise, July- September 2001). 2002 | E only |
| 63 | Improved Global Bathymetry – Final Report of SCOR Working Group 107. 2002 | E only |
| 64 | R. Revelle Memorial Lecture, 2006: Global Sea Levels, Past, Present and Future. 2007 | E only |
| 65 | Bruun Memorial Lectures, 2003: Gas Hydrates – a potential source of energy from the oceans. 2003 | E only |
| 66 | Bruun Memorial Lectures, 2003: Energy from the Sea: the potential and realities of Ocean Thermal Energy Conversion (OTEC). 2003 | E only |

| | | |
|-----|---|-------------------------------|
| 67 | Interdisciplinary Geoscience Research on the North East Atlantic Margin, Mediterranean Sea and Mid-Atlantic Ridge (12 th training-through-research cruise, June-August 2002). 2003 | E only |
| 68 | Interdisciplinary Studies of North Atlantic and Labrador Sea Margin Architecture and Sedimentary Processes (13 th training-through-research cruise, July-September 2003). 2004 | E only |
| 69 | Biodiversity and Distribution of the Megafauna / Biodiversité et distribution de la mégafaune. 2006 Vol.1 The polymetallic nodule ecosystem of the Eastern Equatorial Pacific Ocean / Ecosystème de nodules polymétalliques de l'océan Pacifique Est équatorial Vol.2 Annotated photographic Atlas of the echinoderms of the Clarion-Clipperton fracture zone / Atlas photographique annoté des échinodermes de la zone de fractures de Clarion et de Clipperton Vol.3 Options for the management and conservation of the biodiversity — The nodule ecosystem in the Clarion Clipperton fracture zone: scientific, legal and institutional aspects | E F |
| 70 | Interdisciplinary geoscience studies of the Gulf of Cadiz and Western Mediterranean Basin (14 th training-through-research cruise, July-September 2004). 2006 | E only |
| 71 | Indian Ocean Tsunami Warning and Mitigation System, IOTWS. Implementation Plan, 7–9 April 2009 (2 nd Revision). 2009 | E only |
| 72 | Deep-water Cold Seeps, Sedimentary Environments and Ecosystems of the Black and Tyrrhenian Seas and the Gulf of Cadiz (15 th training-through-research cruise, June–August 2005). 2007 | E only |
| 73 | Implementation Plan for the Tsunami Early Warning and Mitigation System in the North-Eastern Atlantic, the Mediterranean and Connected Seas (NEAMTWS), 2007–2011. 2007 (<i>electronic only</i>) | E only |
| 74 | Bruun Memorial Lectures, 2005: The Ecology and Oceanography of Harmful Algal Blooms – Multidisciplinary approaches to research and management. 2007 | E only |
| 75 | National Ocean Policy. The Basic Texts from: Australia, Brazil, Canada, China, Colombia, Japan, Norway, Portugal, Russian Federation, United States of America. (Also Law of Sea Dossier 1). 2008 | E only |
| 76 | Deep-water Depositional Systems and Cold Seeps of the Western Mediterranean, Gulf of Cadiz and Norwegian Continental margins (16 th training-through-research cruise, May–July 2006). 2008 | E only |
| 77 | Indian Ocean Tsunami Warning and Mitigation System (IOTWS) – 12 September 2007 Indian Ocean Tsunami Event. Post-Event Assessment of IOTWS Performance. 2008 | E only |
| 78 | Tsunami and Other Coastal Hazards Warning System for the Caribbean and Adjacent Regions (CARIBE EWS) – Implementation Plan 2013–2017 (Version 2.0). 2013 | E only |
| 79 | Filling Gaps in Large Marine Ecosystem Nitrogen Loadings Forecast for 64 LMEs – GEF/LME global project Promoting Ecosystem-based Approaches to Fisheries Conservation and Large Marine Ecosystems. 2008 | E only |
| 80 | Models of the World's Large Marine Ecosystems. GEF/LME Global Project Promoting Ecosystem-based Approaches to Fisheries Conservation and Large Marine Ecosystems. 2008 | E only |
| 81 | Indian Ocean Tsunami Warning and Mitigation System (IOTWS) – Implementation Plan for Regional Tsunami Watch Providers (RTWP). 2008 | E only |
| 82 | Exercise Pacific Wave 08 – A Pacific-wide Tsunami Warning and Communication Exercise, 28–30 October 2008. 2008 | E only |
| 83. | <i>Cancelled</i> | |
| 84. | Global Open Oceans and Deep Seabed (GOODS) Bio-geographic Classification. 2009 | E only |
| 85. | Tsunami Glossary | E, F, S |
| 86 | Pacific Tsunami Warning System (PTWS) Implementation Plan | <i>Electronic publication</i> |

(continued)

| | | |
|------|--|---|
| 87. | Operational Users Guide for the Pacific Tsunami Warning and Mitigation System (PTWS) – Second Edition. 2011 | E only |
| 88. | Exercise Indian Ocean Wave 2009 (IOWave09) – An Indian Ocean-wide Tsunami Warning and Communication Exercise – 14 October 2009. 2009 | E only |
| 89. | Ship-based Repeat Hydrography: A Strategy for a Sustained Global Programme. 2009 | E only |
| 90. | 12 January 2010 Haiti Earthquake and Tsunami Event Post-Event Assessment of CARIBE EWS Performance. 2010 | E only |
| 91. | Compendium of Definitions and Terminology on Hazards, Disasters, Vulnerability and Risks in a coastal context | <i>Under preparation</i> |
| 92. | 27 February 2010 Chile Earthquake and Tsunami Event – Post-Event Assessment of PTWS Performance (Pacific Tsunami Warning System). 2010 | E only |
| 93. | Exercise CARIBE WAVE 11 / LANTEX 11—A Caribbean Tsunami Warning Exercise, 23 March 2011 | |
| | Vol. 1 Participant Handbook / Exercice CARIBE WAVE 11 —Exercice d’alerte au tsunami dans les Caraïbes, 23 mars 2011. Manuel du participant / Ejercicio Caribe Wave 11. Un ejercicio de alerta de tsunami en el Caribe, 23 de marzo de 2011. Manual del participante. 2010 | E/F/S |
| | Vol. 2 Report. 2011 | E only |
| | Vol. 3 Supplement: Media Reports. 2011 | E/F/S |
| 94. | Cold seeps, coral mounds and deep-water depositional systems of the Alboran Sea, Gulf of Cadiz and Norwegian continental margin (17th training-through-research cruise, June–July 2008) | E only |
| 95. | International Post-Tsunami Survey for the 25 October 2010 Mentawai, Indonesia Tsunami | E only |
| 96. | Pacific Tsunami Warning System (PTWS) 11 March 2011 Off Pacific coast of Tohoku, Japan, Earthquake and Tsunami Event. Post-Event Assessment of PTWS Performance | E only |
| 97. | Exercise PACIFIC WAVE 11: A Pacific-wide Tsunami Warning and Communication Exercise, 9–10 November 2011 | |
| | Vol. 1 Exercise Manual. 2011 | E only |
| | Vol. 2 Report. 2013 | E only |
| 98. | Tsunami Early Warning and Mitigation System in the North-Eastern Atlantic, the Mediterranean and connected seas. First Enlarged Communication Test Exercise (ECTE1). Exercise Manual and Evaluation Report. 2011 | E only |
| 99. | Exercise INDIAN OCEAN WAVE 2011 – An Indian Ocean-wide Tsunami Warning and Communication Exercise, 12 October 2011 | E only |
| | Vol. 1 Exercise Manual. 2011 | |
| | Supplement: Bulletins from the Regional Tsunami Service Providers | |
| | Vol. 2 Exercise Report. 2013 | |
| 100. | Global Sea Level Observing System (GLOSS) Implementation Plan – 2012. 2012 | E only |
| 101. | Exercise Caribe Wave/Lantex 13. A Caribbean Tsunami Warning Exercise, 20 March 2013. | E only |
| | Volume 1: Participant Handbook. 2012 | |
| | Volume 2: Final Report | |
| 102. | Tsunami Early Warning and Mitigation System in the North-Eastern Atlantic, the Mediterranean and Connected Seas — Second Enlarged Communication Test Exercise (CTE2), 22 May 2012. | E only |
| | Vol. 1 Exercise Manual. 2012 | |
| | Vol. 2 Evaluation Report. 2014 | |
| 103. | Exercise NEAMWAVE 12. A Tsunami Warning and Communication Exercise for the North-eastern Atlantic, the Mediterranean, and Connected Seas Region, 27–28 November 2012. | E only |
| | Vol. 1: Exercise Manual. 2012 | |
| | Vol. 2: Evaluation Report. 2013 | |
| 104. | Seísmo y tsunami del 27 de agosto de 2012 en la costa del Pacífico frente a El Salvador, y seísmo del 5 de septiembre de 2012 en la costa del Pacífico frente a Costa Rica. Evaluación subsiguiente sobre el funcionamiento del Sistema de Alerta contra los Tsunamis y Atenuación de sus Efectos en el Pacífico. 2012 | Español solamente (resumen en inglés y francés) |

| | | |
|------|--|-----------------------|
| 105. | Users Guide for the Pacific Tsunami Warning Center Enhanced Products for the Pacific Tsunami Warning System, August 2014. Revised Edition. 2014 | E, S |
| 106. | Exercise Pacific Wave 13. A Pacific-wide Tsunami Warning and Enhanced Products Exercise, 1–14 May 2013. Vol. 1 Exercise Manual. 2013 Vol. 2 Summary Report. 2013 | E only |
| 107. | Tsunami Public Awareness and Educations Strategy for the Caribbean and Adjacent Regions. 2013 | E only |
| 108. | Pacific Tsunami Warning and Mitigation System (PTWS) Medium-Term Strategy, 2014–2021. 2013 | E only |
| 109. | Exercise Caribe Wave/Lantex 14. A Caribbean and Northwestern Atlantic Tsunami Warning Exercise, 26 March 2014. Vol. 1 Participant Handbook. 2014 Vol. 2 Evaluation Report. 2015 (English only) | E/S |
| 110. | Directory of atmospheric, hydrographic and biological datasets for the Canary Current Large Marine Ecosystem, 3 rd edition: revised and expanded. 2017 | E only |
| 111. | Integrated Regional Assessments in support of ICZM in the Mediterranean and Black Sea Basins. 2014 | E only |
| 112. | 11 April 2012 West of North Sumatra Earthquake and Tsunami Event - Post-event Assessment of IOTWS Performance | E only |
| 113. | Exercise Indian Ocean Wave 2014: An Indian Ocean-wide Tsunami Warning and Communication Exercise. Vol.1 Manual Vol. 2 Exercise Report. 2015 | E only |
| 114. | Exercise NEAMWAVE 14. A Tsunami Warning and Communication Exercise for the North-Eastern Atlantic, the Mediterranean, and Connected Seas Region, 28–30 October 2014 Vol. 1 Manual Vol. 2 Evaluation Report – Supplement: Evaluation by Message Providers and Civil Protection Authorities | E only |
| 115. | Oceanographic and Biological Features in the Canary Current Large Marine Ecosystem. 2015 (<i>revised in 2016</i>) | E only |
| 116. | Tsunami Early Warning and Mitigation System in the North-Eastern Atlantic, the Mediterranean and Connected Seas. Third Enlarged Communication Test Exercise (CTE3), 1st October 2013. Vol. 1 Exercise Manual Vol. 2 Evaluation Report | E only |
| 117. | Exercise Pacific Wave 15. A Pacific-wide Tsunami Warning and Enhanced Products Exercise, 2–6 February 2015 Vol. 1: Exercise Manual; Vol. 2: Summary Report | E only |
| 118. | Exercise Caribe Wave/Lantex 15. A Caribbean and Northwestern Atlantic Tsunami Warning Exercise, 25 March 2015 (SW Caribbean Scenario) Vol. 1: Participant Handbook Vol. 2: Summary Report | E only |
| 119. | Transboundary Waters Assessment Programme (TWAP) Assessment of Governance Arrangements for the Ocean Vol 1: Transboundary Large Marine Ecosystems; <u>Supplement</u> : Individual Governance Architecture Assessment for Fifty Transboundary Large Marine Ecosystems Vol 2: Areas Beyond National Jurisdiction | E only |
| 120. | Transboundary Waters Assessment Programme (TWAP) – Status and Trends in Primary Productivity and Chlorophyll from 1996 to 2014 in Large Marine Ecosystems and the Western Pacific Warm Pool, Based on Data from Satellite Ocean Colour Sensors. 2017 | E only |
| 121. | Exercise Indian Ocean Wave 14, an Indian Ocean wide Tsunami Warning and Communications Exercise, 9–10 September 2014 | <i>In preparation</i> |
| 122. | Tsunami Early Warning and Mitigation System in the North-Eastern Atlantic, the Mediterranean and Connected Seas. Sixth Communication Test Exercise (CTE6), 29 July 2015. Vol. 1: Exercise Manual Vol. 2: Evaluation Report | E only |

(continued)

| | | |
|------|---|------------------------|
| 123 | Preparing for the next tsunami in the North-Eastern Atlantic, the Mediterranean and Connected Seas – Ten years of the Tsunami Warning System (NEAMTWS). 2017 — <i>Cancelled</i> | (see IOC/INF-1340) |
| 124 | Indicadores Marino Costeros del Pacífico Sudeste / Coastal and Marine Indicators of the Southeast Pacific (SPINCAM) | E/S |
| 125 | Exercise CARIBE WAVE 2016: A Caribbean and Adjacent Regions Tsunami Warning Exercise, 17 March 2016 (Venezuela and Northern Hispaniola Scenarios) Volume 1: Participant Handbook Volume 2: Final Report | E only |
| 126 | Exercise Pacific Wave 16. A Pacific-wide Tsunami Warning and Enhanced Products Exercise, 1-5 February 2016. Volume 1: Exercise Manual. Volume 2: Summary Report | E only |
| 127 | Experiencias locales de manejo costero integrado: casos piloto SPINCAM en el Pacífico Sudeste. (ICAM Dossier nº9) | S only |
| 128. | Exercise Indian Ocean Wave 2016: An Indian Ocean-wide Tsunami Warning and Communications Exercise, 7–8 September 2016 Vol 1: Participant Manual Vol. 2: Exercise Report | E only |
| 129 | What are Marine Ecological Time Series telling us about the Ocean – A status report | E only |
| 130 | Tsunami Watch Operations – Global Service Definition Document | E only |
| 131 | Exercise Pacific Wave 2017. A Pacific-wide Tsunami Warning and Enhanced Products Exercise, 15-17 February 2017. Volume 1: Exercise Manual Volume 2: Exercise Report | E only |
| 132. | 2nd March 2016 Southwest of Sumatra Earthquake and Tsunami Event Post-Event Assessment of the Performance of the Indian Ocean Tsunami Warning and Mitigation System; <u>Supplement</u> : Tsunami Service Provider Bulletins and Maps | E only |
| 133. | Exercise CARIBE WAVE 17. A Caribbean and Adjacent Regions Tsunami Warning Exercise, 21 March 2017 (Costa Rica, Cuba and Northeastern Antilles Scenarios). Volume 1: Participant Handbook Volume 2: Final Report | E only |
| 134. | Tsunami Exercise NEAMWave17 – A Tsunami Warning and Communication Exercise for the North-eastern Atlantic, the Mediterranean, and Connected Seas Region, 31 October – 3 November 2017 Volume 1: Exercise Instructions. 2017 Volume 2: Evaluation Report. 2018 Supplement: Evaluation by Message Providers and Civil Protection Authorities | E only |
| 135. | User's Guide for the Pacific Tsunami Warning Center Enhanced Products for the Tsunami and other Coastal Hazards Warning System for the Caribbean and Adjacent Regions (CARIBE-EWS), October 2017 | E only |
| 136. | Exercise CARIBE WAVE 18. Tsunami Warning Exercise, 15 March 2018 (Barbados, Colombia and Puerto Rico Scenarios). Volume 1: Participant Handbook. 2017 Volume 2: Final Report | E only |
| 137. | The Ocean is losing its breath: declining oxygen in the world's ocean and coastal waters | (under preparation) |
| 138. | Exercise Indian Ocean Wave 2018: An Indian Ocean-wide Tsunami Warning and Communication Exercise, 4–5 September 2018 Volume 1: Exercise Manual & Supplements Volume 2: Exercise Report. 2019 | E only |
| 139. | Exercise Pacific Wave 2018. A Pacific-wide Tsunami Warning and Enhanced Products Exercise, September to November 2018. Volume 1: Exercise Manual. Volume 2: Summary Report | E only |
| 140 | Analysis of transboundary Water Ecosystems and Green and Blue Infrastructures: Intercontinental Biosphere Reserve of the Mediterranean: Andalusia (Spain) – Morocco | E F S |

| | | |
|-----|--|-----------------------|
| 141 | Exercise Caribe Wave 2019. A Caribbean and Adjacent Region Tsunami Warning Exercise, 14 March 2019. Volume 1: Participant handbook. Volume 2: Summary Report | E only |
| 142 | Users' Guide for the Northwest Pacific Tsunami Advisory Center (NWPTAC) – Enhanced Products for the Pacific Tsunami Warning System. 2019 | E only |
| 143 | Capacity Assessment of Tsunami Preparedness in the Indian Ocean, Status Report, 2018 + Supplement: National Reports | E only |
| 144 | Indian Ocean Tsunami Warning and Mitigation System (IOTWMS): Medium Term Strategy, 2019–2024 | E only |
| 145 | IOTWMS Users Guide for National Tsunami Warning Centres | (under preparation) |
| 146 | Definition of Services provided by the Tsunami Service Providers of the IOTWMS | E only |
| 147 | <i>The Global Ocean Observing System 2030 Strategy</i> (IOC Brochure 2019-5) | (See GOOS Report 239) |
| 148 | Ejercicio TSUNAMI-CA 19. Un simulacro de tsunami para Centroamérica, 19 de agosto de 2019. Volumen 1, Manual para participantes. | S only |
| 149 | User's Guide for the South China Sea Tsunami Advisory Center (SCSTAC) products for the South China Sea Tsunami Warning and Mitigation System | E only |
| 150 | Limitations and Challenges of Early Warning Systems: A Case Study from the 28 September 2018 Palu-Donggala Tsunami | E, Bahasa |
| 151 | Exercise CARIBE WAVE 20. Tsunami Warning Exercise, 19 March 2020 (Jamaica and Portugal). Volume 1: Participant Handbook Volume 2: Summary Report | E only |
| 152 | Technical Report on the status of coastal vulnerability in central African countries (ICAM Dossier no 10) | E, F |
| 153 | Exercise Indian Ocean Wave 2020: An Indian Ocean-wide Tsunami Warning and Communication Exercise, 6–20 October 2020. Volume 1: Exercise Manual Supplement 1: TSP Bulletins for Scenario 1 South of Java Supplement 2: TSP Bulletins for Scenario 2 Andaman Islands Supplement 3: TSP Bulletins for Scenario 3 Off Coast of Pakistan Volume 2: Exercise Report | E only |
| 154 | La contribución de las actividades marítimas a la economía de los países del Pacífico Sur | S only |
| 155 | Exercise Pacific Wave 2020: A Pacific-wide Tsunami Service Provider Communications Exercise, 5 November 2020 Volume 1: Exercise Manual | E only |
| 156 | Ejercicio Tsunami-CA 20 – Ejercicio de respuesta en caso de tsunami para América Central: un terremoto lento y tsunami frente al golfo de Fonseca, 11 de noviembre de 2020. Vol.1: Manual para participantes | S only |