



OVERVIEW



- 1.- **GOOS Regional Alliance for South East Pacific (GRASP).**
- 2.- **Southeast Pacific Tsunami Early Warning Working Group (GT-ATPS) (GT-ATPS).**
- 3.- **Workshop "Shared Access to Data on Continuous Observation of Sea Levels: Tool for Effective Regional Response to Tsunami Emergencies".**

P A T R I O T I S M

HONOR

LOYALTY

COURAGE

INTEGRITY

DUTY



GRASP Regional Observational Network

Since 2019 GRASP has worked on the implementation of this web portal that allows the integration of regional platforms that, due to different types of data transmission, among others, are not found in other observation networks, such as OceanOPS or VLIZ.



GOOS REGIONAL ALLIANCE FOR SOUTH-EAST PACIFIC (GRASP)

<http://cpps-int.org/index.php/grasp-productos>

https://coos.inocar.mil.ec/visores/red_mareografica/

PATRIOTISM

HONOR

LOYALTY

COURAGE

INTEGRITY

DUTY



VOLCÁN HUNGA TONGA-HUNGA HA'APAI

1. ANTECEDENTES GENERALES DEL EVENTO

ANTICEDENTES GENERALES DEL EVENTO
La erupción del volcán Hongo Tonga-Huanga-Puá que ocurrió el 15 de enero del año 2022 arrojó un tsunami que se propagó por todo el Océano Pacífico, causando daños a nivel local, regional y en algunas costas más lejanas. Una de las zonas más afectadas fue la provincia de Tonga, la cual está compuesta por 177 islas, de las cuales aproximadamente 36 están habitadas. El tsunami generó gajwá a Tongatapu, la isla principal del archipiélago a solo unos 95 km al sur del volcán. Según los primeros reportes, los ondas de tsunami que afectaron las costas occidentales de las islas Tongatapu, Tofoa y Fakaofo, alcanzaron un nivel de entre 15 a 20 m, mientras que se observaron inundaciones de 500 m en Nukunono y 600 m en Fofonga, ambas localidades ubicadas en la isla Haka-Fa'afanua. (2022)

Las ondas del tsunami también se propagaron a través del vasto océano hacia el noroeste del Pacífico, registrándose variaciones del nivel del mar en lugares como Alaska, costa E. de Estados Unidos, México, Centroamérica y partes de América del Sur. Incluso se registró en países del sector E, como Japón y Australia.

Esta es la primera vez que los países miembros del Sistema Internacional de Alerta y Mitigación de Tsunamis del Pacífico (IPMTS) han tenido que responder a un evento volcánico destructivo de estas características, por lo que no existen protocolos establecidos para el manejo de voto tipo de emergencia a nivel regional o internacional. Por lo anterior, los Centros de Alerta de Tsunamis Nacionales se vieron obligados a utilizar procedimientos operacionales estándar (SOP) locales para enfrentar la emergencia y de este modo resguardar la vida de las comunidades costeras.

2. VOLCÁN HUNGA-TONGA-HUNGA-HA'APU (HTHH)

El volcán HTFFH es uno de los muchos volcanes en el arco volcánico Tonga-Formosa, que se formó en respuesta a la subducción de la Placa del Pacífico debajo de la Placa Indo-Australiana. Tonga se encuentra en la parte H del sistema Tonga-Formosa, donde el volcán HTFFH y un arco al E se asientan en el borde de una caldera submarina. Los rilas y el arcofillo son las únicas características de la superficie que indican la presencia del volcán, en gran parte camuflado (Figura 1). Antes del año 2014, este compuesto por dos picos (los picos) rilas androsidios desolados, Hanga-Hanga y Hanga-Tonga, que sobresalen unos 100 m sobre el nivel del mar, pero escondido bajo el mar hoy un volcán enorme, de unos 1800 m de altura y 20 km de ancho, cuya caldera es una depresión similar a un cráter de unos 5 km de diámetro (Drown, 2013).

Los estudios publicados indican que el volcán Hunga ha tenido notables erupciones antes de la ocurrencia el 15 de enero de 2022, las que fueron registradas en los años 2015/2014, 2009, 1988, 1937 y 1912 (Ryan et al., 1972; Kusky, 2022).

El evento del 14 de enero conllevó una importante explosión de ceniza y vapor, acompañada de un sismo de magnitud 8.5 a 5 km de profundidad (ODACS, 2022), y por una gran volcánica que alcanzó epicentros más de 20 km en la atmósfera. Posteriormente, el 19 de enero de 2022 a las 04:16 UTC (10:16 AM localmente), ocurrió la mayor explosión, con una columna de cenizas asociada a una actividad sísmica de magnitud 7.4, así como una gran explosión silenciosa. La explosión fue altamente energética y de gran fuerza expansiva, causada por la interacción del agua de mar y el magma que effluía con una temperatura cercana a los 1000 °C. Adicionalmente, la explosión volcánica produjo un pulso de presión barométrica, que se extendió globalmente en circuitos concéntricos desde el epicentro, volviendo a ser detectado en estaciones de monitoreo a miles de kilómetros de distancia. El fenómeno atmosférico, que se generó por la expansión del aire al escapar del volcán debido al calor de la explosión (Bakula et al., 2022).

3. ANÁLISIS DEL TSUNAMI

La violenta y explosiva erupción del volcán Hítahú del 15 de enero de 2022, generó un fuerte tsunami que se registró en todo el Océano Pacífico y en otras cuencas oceánicas, incluyendo los mares del Caribe y del Mediterráneo, lo que causó sorpresa a los expertos de los Centros de Alerta de Tsunami que monitorean el evento y a la comunidad científica, que analizó los datos registrados por los diferentes redes de sensores, como el Sistema Mundial de Navegación por Satélite (GNSS), redes de sistemas DART y estaciones de nivel del mar, como también mareógrafos.

Las primeras hipótesis apuntan a que la fuente de generación del tsunami en este caso es compleja y podría ser el resultado de una combinación de mecanismos de origen volcánico que incluyen la explosión submarina, flujo proclástico, deslizamientos submarinos, colapso de la caldera junto con el del banco de lava que interaccionan con el agua de mar circundante.

Dentro de la cuenca del colapso-Pacífico, las amplitudes máximas de tsunami registradas oscilaron dentro del rango de 0.1 a 2.0 m. De acuerdo al informe por el Centro de Alerta de Tsunami del Pacífico (PTWC) y la publicado por el Centro Nacional de Información Ambiental (NCIC) de la NOAA, las mayores amplitudes, con valores superiores a 0.9 m, fueron medidas en las estaciones de Tonga, Fiji, Nueva Caledonia, Nueva Zelandia, las Mal Cook, Vietnam, Japón, Hawái, California (EE.UU.), México, Perú y Chile. Dentro de este grupo, cabe destacar que las mayores amplitudes fueron registradas en las estaciones de Playa Navarino, Lambayeque en Perú con 2.0 m en Chafarón, en Chile con 1.56 m (Figura 3).

Además, algunas estaciones del Mediterráneo y del Caribe mostraron amplitudes máximas del orden de 0.1 m, lo que resulta notable dada la distancia y localización de dichas estaciones respecto del volcán. Adicionalmente, el tsunami también fue registrado en estaciones del océano Índico, como Indonesia, Malasia, Sri Lanka, Islas Maldivas y Sudáfrica, entre otros, con amplitud entre 0.05 y 0.1 m (ver figura 1).

Por otra parte, la fluctuación de presión atmosférica y el tsunami se registró a lo largo de la costa del Chile y zonas limítrofes, en 40 estaciones de nivel del mar de la Red Nacional, desde Antofagasta hasta O'Higgins en la Antártica Chilena. En 53 estaciones se observaron fluctuaciones del nivel del mar, muchos antes de la explosión pero el arribó del tsunami de ondas largas continuas. Respecto de la fluctuación de presión atmosférica, ésta se registró principalmente en la estación insular de Isla de Pascua a las 02:28:10 h, y posteriormente, se fue propagando sucesivamente desde sur a norte por las estaciones costeras continentales. Consecuentemente, el inicio de las fluctuaciones del nivel del mar asociadas al paso de la onda Lamb, no se registró en el mismo orden sucesivo de longitud de sur a norte en la red de estaciones.

La diferencia de tiempo entre el paso de la cresta de presión atmosférica y la primera fluctuación del nivel del mar medida en las estaciones [31], en "Tabla N° 1" presentó una gran variabilidad en los valores de tiempo registrados, los que fluctúan en el rango entre 7 y 130

minutos (Tabla N° 1). De igual forma, la diferencia entre los tiempos de arribo pronosticados por el TIT y los tiempos de arribo del *toursuri* (ondas largas) observados (502 en Tabla N° 1), se desprende que en el 86,5% de los casos, el tiempo de arribo observado es menor al pronosticado, es decir las ondas de *toursuri* fueron registradas de forma previa a lo estimado.

En la Tabla 2 se presentan los registros de amplitudes máximas del tsunami medidos por las estaciones de la red nacional, cuyos valores máximos fluctuaron entre un mínimo de 0.06 m y un máximo de 1.56 m. La estación que presentó la mayor amplitud fue Cofradía, con 1.56 m, seguida de Chacabuco con 1.47 m y Anacoa con 1.37 m. En términos generales, el 62% de las estaciones registró amplitudes máximas dentro del rango de entre 0.5 y 1.0 m, el 20% entre 1.0 y 1.5 m, y el resto amplitudes superiores a 1.0 m y 1.5 m.

La Cibe Nacur presenta que todos los valores de amplitudes máximas de los registros, están asociados al arribo del tsunami de ondas largas generado por la erupción volcánica y no a la fluctuación inicial precedido por el paso de los ondes largos (mecedones), lo que posteriormente se acepta a la escala del largo que se propaga. Cabe destacar que los valores de amplitudes máximas se observaron en bahías que presentan resonancia. Al igual que para los otros tsunamis, la Cibe Nacur registró amplitudes máximas de 1.56 m.

Como parte de la red de mediciones sismológicas, cuyos tiempos de arribo y amplitudes máximas aparecen señalados en la Tabla 2.

Los periodos intra sismotectonicos observados en los registros del tsunami fluctuaron en torno a los 3, 11, 30, 45 y 90 minutos. No se evidencia un claro patrin respecto de los periodos que permita establecer una relación directa respecto de las ondas asociadas al sismotsunami y a las ondas largas de tsunami.

De forma complementaria, se efectuó un análisis de las señales de bioacústicas registradas en la zona de estudio para el evento de los meses November-December 1998, according to el 4 de marzo de 1999. Los resultados de este análisis se detallan en el capítulo 4. Los resultados de este análisis permitieron identificar importantes diferencias, respecto de la información, por lo tanto, en cuanto a la actividad de la *U. rostrata*, entre las zonas de estudio. Los resultados de este análisis se detallan en el capítulo 4. Los resultados de este análisis permitieron identificar importantes diferencias, respecto de la información, por lo tanto, en cuanto a la actividad de la *U. rostrata*, entre las zonas de estudio. Los resultados de este análisis permitieron identificar importantes diferencias, respecto de la información, por lo tanto, en cuanto a la actividad de la *U. rostrata*, entre las zonas de estudio.

Dentro de este contexto, el análisis preliminar de las amplitudes máximas registradas en los sistemas DART, efectuado durante la emergencia para el evento de Tonga, apoyó los procesos de evaluación y monitoreo para la toma de decisiones del SNAIM.

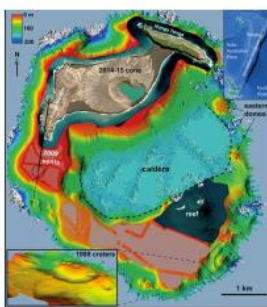


Figura 1. Imagen de la sala de carga y descarga de la zona de carga de residuos sólidos. Se muestra la plataforma de la tarima del edificio volcánico emergido, la línea superior discontinua delimita una sección transversal no documentada, que se encuentra entre 250 y 260 metros bajo la superficie. Las flechas de respuesta pasadas a lo largo del borde de la cámara son claramente visibles, el resaca fuerte de las aberturas de las erupciones de 1988 casi vapor ahogado. Los datos de mayor calidad representan profundidades superiores a 200 metros, más allá del borde del cono. Fuente: www.igs.org.

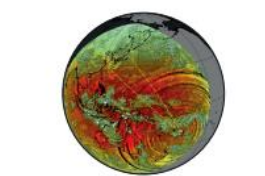


Figura 2. Amplitud y propagación de las ondas Lamb generadas por el sismo del terremoto mediano (segunda actividad) en Chile (Fuente: González et al., 2022).

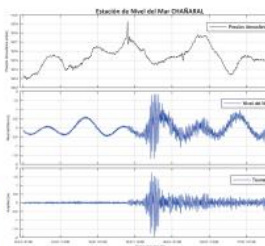


Figura 3. Registro de la variación de presión y fluctuaciones del nivel del mar producido de la erupción volcánica del HIRÁ, en la estación de Chifalá (Fuente: INM, 2022).

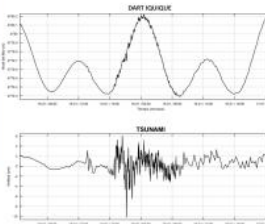
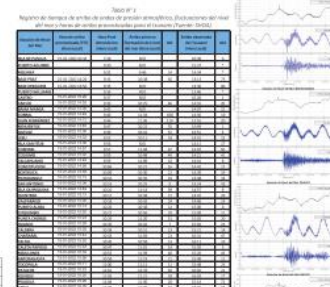


Figure 5. Regressions of mean air temperature on climate data for the 1963-2002 period.



811. *Spencer et al.* *Severe pneumonia with equal mortality: gross factors related to*

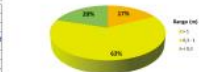


Figura 4. Distribución porcentual del riesgo de complicaciones neonatales en las embarazadas de menor edad. (Fuente: INEGI, 2002)



Variable	Univariate OR (95% CI)	Adjusted OR (95% CI)	Univariate OR (95% CI)	Adjusted OR (95% CI)	Univariate OR (95% CI)
----------	---------------------------	-------------------------	---------------------------	-------------------------	---------------------------

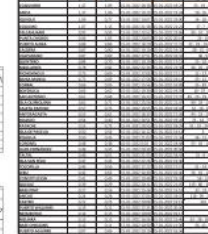
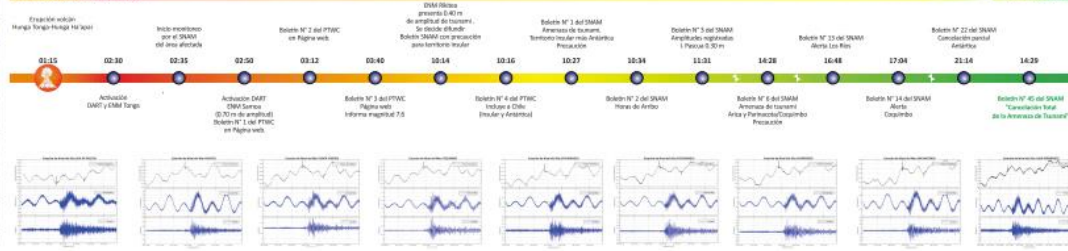


Tabla N° 3
Registro de arribadas nidícolas y nupciales de aves marítimas en las islas
(NART) para el verano del 15 al enero de 2002 (Fuente: MAM).



1998

3.5 de marzo de 2022 | Hora Local - UTC-3



PATRIOTISM

HONOR

LOYALTY

COURAGE

INTEGRITY

DUTY



Workshop



- Following the January 15 Tsunami Emergency resulting from the eruption of the Hunga Tonga – Hunga Ha'apai Volcano, and as part of the activities of the Southeast Pacific Tsunami Early Warning Working Group (GT-ATPS), The Hydrographic and Oceanographic Service (SHOA) of the Chilean Navy hosted the workshop "**Shared Access to Data on Continuous Observation of Sea Levels: Tool for Effective Regional Response to Tsunami Emergencies**".

PATRIOTISM

HONOR

LOYALTY

COURAGE

INTEGRITY

DUTY



New station status 2022-09-29



PATRIOTISM

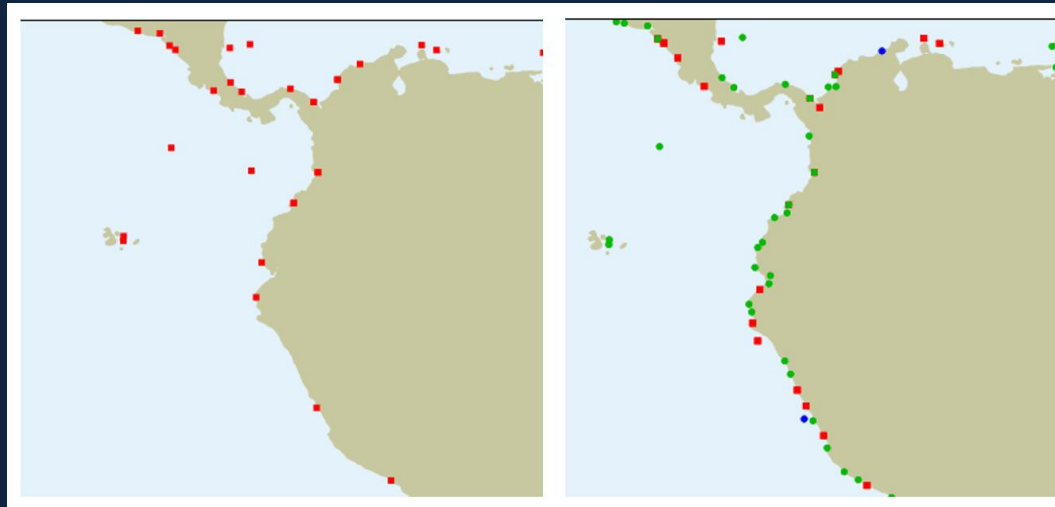
HONOR

LOYALTY

COURAGE

INTEGRITY

DUTY



Status at 2022-09-29 19:53 GMT : 1028 stations listed ordered by created																
Show: Active stations		Info: Performance statistics														
Code	GLOSS ID	Country	Location	Connection	Added to system	Observations per 7 days			Observations past month			24h Ratio	Sample int.	Avg. delay per 24h	Transmit Interval	View
						Arrived	Expected	Ratio	Arrived	Expected	Ratio					
pGrau		Perú	Puerto Grau,Tacna	web	2022-09-29 18:24:22		10080	-			-	-	1'		5'	[open]
IloM		Perú	Ilo,Moquegua	web	2022-09-29 18:14:28		10080	-			-	-	1'		10'	[open]
puna		Ecuador	Puná	web	2022-09-29 17:58:15		10080	-			-	-	1'		1h	[open]
pbol		Ecuador	Puerto Bolívar	web	2022-09-29 17:54:03		10080	-			-	-	1'		1h	[open]
bcar		Ecuador	Bahía de Caráquez	web	2022-09-29 17:52:21		10080	-			-	-	1'		1h	[open]
Chala		Perú	Chala,Arequipa,PE	web	2022-09-29 16:53:22		10080	-			-	-	1'		10'	[open]
SJuan		Perú	San Juan de Marcona,Ica	web	2022-09-29 16:31:07		10080	-			-	-	1'		10'	[open]
Pisco		Perú	Pisco,Ica	web	2022-09-29 16:23:24		10080	-			-	-	1'		10'	[open]
CÁzul		Perú	Cerro Azul, Cañete	web	2022-09-29 16:21:35		10080	-			-	-	1'		5'	[open]
Huach		Perú	Huacho,Lima	web	2022-09-29 16:17:18		10080	-			-	-	1'		5'	[open]
Huarm		Perú	Huarmey,Ancash	web	2022-09-29 16:14:27		10080	-			-	-	1'		5'	[open]
Chimb		Perú	Chimbote,Ancash	web	2022-09-29 16:11:24		10080	-			-	-	1'		10'	[open]
salav		Perú	Salaverry,Trujillo	web	2022-09-29 16:03:20		10080	-			-	-	1'		10'	[open]
Lobos		Perú	IsalaLobos,Chiclayo	web	2022-09-29 15:58:04		10080	-			-	-	1'		10'	[open]
turb		Colombia	Turbo	ftp	2022-09-29 15:15:58		10080	-			-	-	1'		10'	[open]
isfu		Colombia	Isla Fuerte	ftp	2022-09-29 15:11:47		10080	-			-	-	1'		10'	[open]
Bayo		Perú	Bayovar,Piura	web	2022-09-29 15:05:49		10080	-			-	-	1'		5'	[open]
Paita		Perú	Paita,Piura	web	2022-09-29 14:51:16		10080	-			-	-	1'		10'	[open]
mant		Ecuador	Manta	web	2022-09-29 14:48:39		10080	-			-	-	1'		1h	[open]
esme		Ecuador	Esmeraldas	web	2022-09-29 14:25:13		10080	-			-	-	1'		1h	[open]
lacr		Perú	La Cruz (Jica)	web	2022-09-29 05:36:44		10080	-			-	-	1'		5'	[open]
slor		Ecuador	San Lorenzo	web	2022-09-29 00:32:51		10080	-			-	-	1'		1h	[open]
sola		Colombia	Bahia Solano	ftp	2022-09-28 17:15:11		10080	-			-	-	1'		10'	[open]

PATRIOTISM

HONOR

LOYALTY

COURAGE

INTEGRITY

DUTY