

---

# Sistema de alerta contra los Tsunamis "SSWWS"

CCES Jorge E. Urbano Rosas  
Oceanógrafo Físico

---

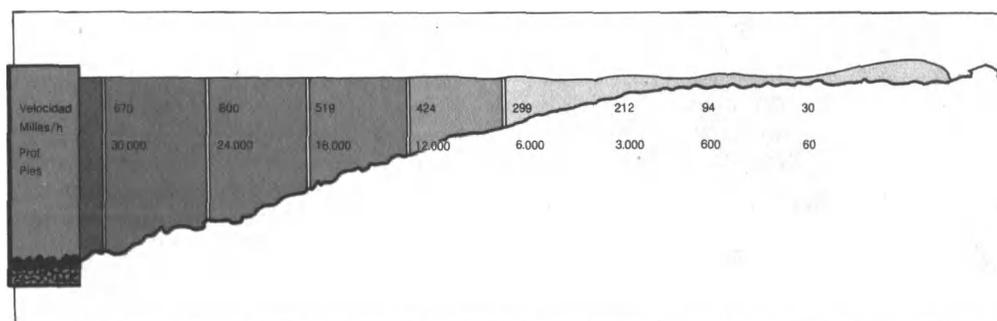


Figura No. 1. La velocidad del Tsunami es determinado por la profundidad del agua; esta relación permite calcular el tiempo de arribada de las olas a los diferentes lugares de la costa.

## ORIGEN DE LOS TSUNAMIS

El fenómeno llamado "Tsunami" está conformado por el desplazamiento de una serie de ondas oceánicas de extrema longitud y período. Mientras dichas ondas se están desplazando a través del océano, no pueden ser sentidas por las embarcaciones que navegan sobre aguas profundas, ni pueden ser vistas desde el aire. Estas ondas se hacen perceptibles a la vista únicamente en el momento en que se aproximan a las costas, y ello ocurre a causa de la relación existente entre las magnitudes de la longitud de onda, amplitud de la misma y disminución de la profundidad como consecuencia de la pendiente de las Plataformas Continentales. Cuando las ondas del Tsunami llegan a aguas de poca profundidad, se manifiestan como olas

de sorprendente altura y de una gran energía cinética que ocasionan extensos daños y desastres sobre las poblaciones costeras; la energía cinética representada por un "Tsunami" es impresionante.

En las profundidades oceánicas la longitud de dichas ondas entre cresta y cresta puede alcanzar ciento de millas, mientras que su amplitud solamente unos pocos pies; el avance de esta imperceptible serie de ondas implica el movimiento total de la sección vertical del océano, a través del cual el fenómeno pasa; otra de sus características es la velocidad de desplazamiento de las ondas, la cual en aguas profundas puede alcanzar hasta 600 millas/hora y disminuye a medida que el Tsunami se aproxima a las costas, pero incrementando notablemente su altura. Figura No. 1.

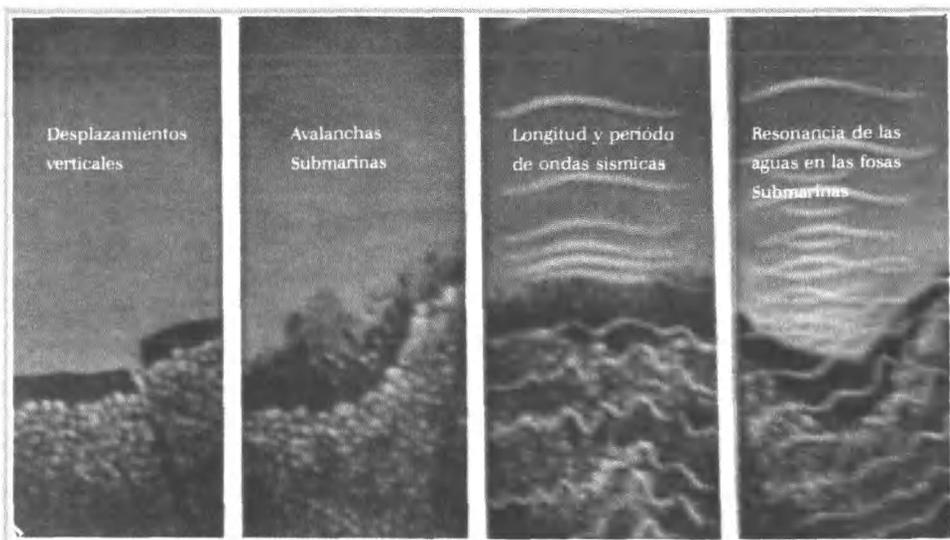


Figura No. 2. Agentes originadores de los Tsunamis.

Antes de la llegada de la primera cresta, el fenómeno es precedido por un gradual retroceso de las aguas costeras o puede ser precedido también por la elevación del nivel del agua en una medida de aproximadamente la mitad de la amplitud de la subsecuente retirada del mismo nivel. Es esta la primera advertencia material de que un peligroso Tsunami se aproxima, y debe por lo tanto considerarse un alerta contra olas cuya altura puede llegar a ser más de 100 pies y que romperán con fuerza devastadora. Los Tsunamis son originados por el desplazamiento vertical de la columna de agua del océano y su agente desplazante está relacionado con cuatro posibles causas. Figura No. 2

1. **Alteraciones sísmicas o volcánicas.** La presencia de estos fenómenos en el fondo de los océanos induce movimientos verticales en la columna de agua que de acuerdo a su intensidad pueden llegar a originar los Tsunamis.

2. **Aludes submarinos.** La producción de grandes avalanchas sobre las pendientes de las fosas submarinas del Pacífico, provoca el desplazamiento de inmensas masas de agua.

3. **Período y longitud de las ondas internas de la Tierra.** Algunos investigadores han determinado que las deformaciones del fondo del mar llegan a reforzar el período y longitud de las ondas internas de la tierra durante su desplazamiento en la interface Tierra-agua, haciendo que estas alcancen suficiente amplitud, como para llegar a producir grandes desplazamientos de masas de

agua en la superficie del océano, particularmente en la región de las fosas submarinas.

4. **Longitud y período de las ondas de temblores de Tierra.** Cuando las anteriores características se ponen en resonancia dentro de las fosas oceánicas originan desplazamientos de la superficie del mar llegando a generar los Tsunamis.

### Áreas predominantes de los Tsunamis.

Los fenómenos físicos que originan los Tsunamis están relacionados con las actividades sísmicas de la Tierra y es por ello que sobre el océano Pacífico se producen con mayor frecuencia estas gigantescas olas que causan desastres y pérdidas de vidas. El extenso océano Pacífico está rodeado por un cinturón sísmico que se dirige a lo largo de la mayor falla o fractura geológica y sobre las más profundas fosas oceánicas, este cinturón se prolonga desde el Sur de Chile a lo largo de toda la costa de Centro, Sur y Norte América, orientándose hacia el oeste sobre el Arco de las Islas Aleutianas, para continuar hacia el Sur sobre el Japón y la República Filipina; aquí se ramifica al Oeste sobre Malasia e Indonesia, y hacia el Este sobre Nueva Guinea, para terminar en el Sur-Este y Nueva Zelandia; es esta la zona de mayores características de actividad sísmica sobre el planeta. Figura No. 3.

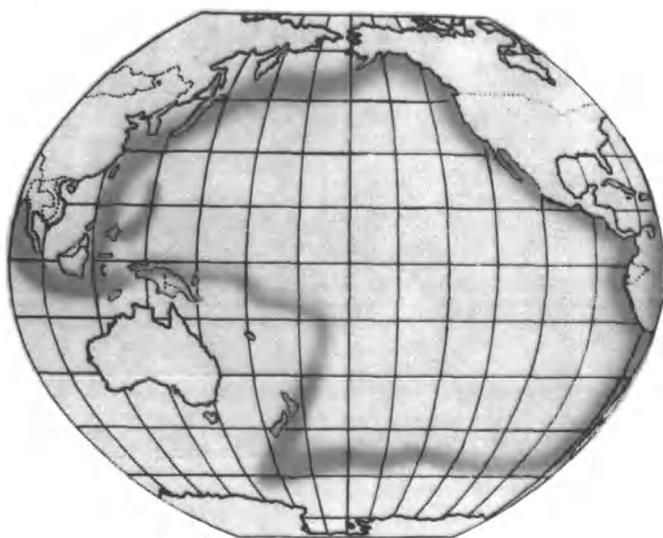


Figura No. 3. Zona de mayor actividad sísmica sobre el planeta.



Figura No. 4. Representación de la energía potencial de una onda de Tsunami.

Todas las islas y asentamientos costeros en el océano Pacífico son vulnerables a el ataque de estas ondas sísmicas, que en los años de 1868 y 1877 devastaron ciudades en el Norte de Chile y causaron muertes y daños a través del Pacífico. Una serie de ondas sísmicas originadas por la erupción del Krakatoa en 1883 ocasionó la

pérdida de 36.000 vidas por la onda de 1896. Figura No. 4.

Los japoneses, cuyas islas han sufrido por generaciones el poder destructivo de las mayores olas hasta entonces conocidas, les han dado el nombre internacional de Tsunami, palabra con la que se designa la gran marea sísmica.

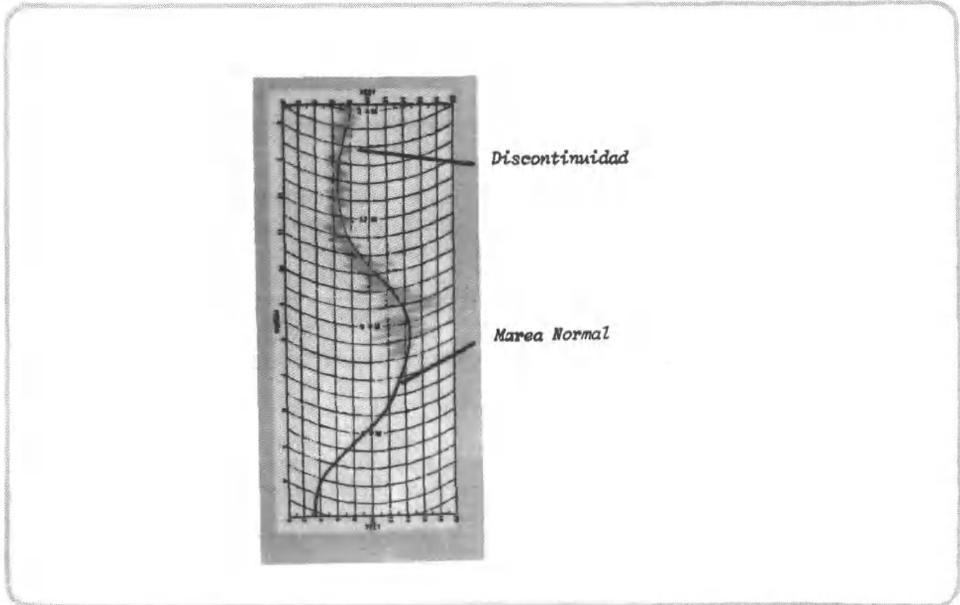


Figura No. 5. Registro de marca con la evidencia positiva de un Tsunami originado por un temblor de tierra.

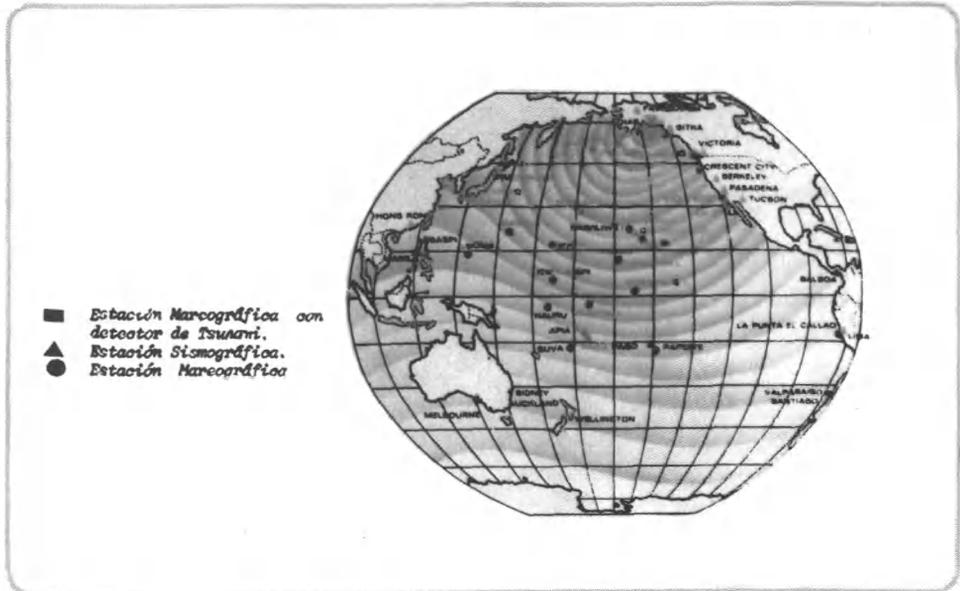


Figura No. 6. Sistema integrado de estaciones mareográficas y sismográficas.

## El caso de la Isla Oahu—Hawaii 1957

En el verano de 1957 un maremoto sacudió la región del Pacífico en que se halla la isla de Oahu, del archipiélago de las Hawaii. Poco después, miles de personas acudían a la playa de Honolulu para observar un extraño fenómeno natural; hasta donde llegaba la vista, todos los arrecifes coralinos habían quedado al descubierto, el mar se había retirado de repente a varias millas de la costa; el testimonio de una joven maestra estadounidense Marsue Fernández, que consiguió salvarse, resulta estremecedor, la joven y una colega que la acompañaba se disponían a regresar cuando sobrevino lo inesperado: "Lo vimos las dos al mismo tiempo, relataría después la joven maestra. El océano volvió a retirarse y esta vez lo hizo a gran velocidad, fue como un suspiro largo y profundo. El lugar junto al acantilado donde solíamos bañarnos había quedado completamente seco, pero a lo largo, a izquierda y derecha del foso, se veía como una muralla de agua. Entonces sentí miedo por primera vez; sin embargo Fay y yo pudimos reaccionar y echarnos a correr hacia la casa, entramos y cerramos la puerta de golpe, durante un instante permanecimos indecisas junto a la puerta posterior de la casa, sin atrevernos a recorrer los 50 metros que nos separaban de la colina y entonces fue cuando oímos un tremendo bramido, como si se hubiesen desatado al mismo tiempo mil tormentas. Me volví y ví cómo una ola parda chocaba violentamente contra los cristales de la ventana, que saltaron en mil pedazos al mismo tiempo, pude oír el crujido de las vigas al ceder bajo el empuje de las aguas. La casa empezó a desplazarse entre las más violentas sacudidas. Un instante después las cuatro estábamos en el agua, Marsue consiguió salvarse milagrosamente, pero sus tres amigas perdieron la vida, al igual que otros 173 vecinos de la pequeña localidad".

## Creación del sistema de alerta contra el Tsunamis

En la mañana del 1o. de abril de 1946 un violento terremoto submarino en la pendiente Norte de la fosa de las Aleutianas, origina uno de los más destructivos Tsunamis en recientes años. Minutos después del terremoto, olas de más de 100 pies de altura destrozaban el Faro de Cabo Scotch. En menos de cinco horas las primeras olas golpearon Hawaii, estas olas eran de 55 pies. Este fue el Tsunami número 36 registrado en Hawaii en los últimos 127 años, ocasionando

las mayores pérdidas de la historia y a la vez ha sido el último destructivo para sorpresa de aquellos isleños. Para muchos el desastre de 1946 en Hawaii era otra tragedia natural, otro de aquellos conflictos entre el hombre y su planeta, en los cuales el hombre es a menudo el perdedor, pero para un grupo de científicos de "Investigaciones geofísicas y costeras de los EE. UU." no eran inevitable tales pérdidas; pensaban que el Tsunami podría ser detectado y predecido con suficiente realidad para proveer un alerta temprana a las gentes de Hawaii; el sistema proyectado comprendería sismógrafos para localizar el epicentro del temblor de tierra y mareógrafos de gas para detectar el paso del Tsunami; este último equipo debería tener la característica de distinguir la onda normal de marea de la onda del fenómeno, Figura No. 5, y se completaría con un sistema rápido de comunicaciones; nace así, el mecanismo de alerta de Tsunamis; "SSWS = Seismic Seawave Warning System", actualmente el sistema se ha perfeccionado y se ha formado un grupo de coordinación internacional el cual fue iniciado por los 12 países que más expuestos estaban al fenómeno, incluyendo Canadá, Chile, Ecuador, Francia, Guatemala, Japón, Korea, Nueva Zelanda, Perú, las Filipinas, Tailandia, Rusia y Estados Unidos. El Servicio de Meteorología de los Estados Unidos, opera en el Pacífico dos centros de alerta, uno en Palmer-Alaska y el otro cerca a Honolulu-Hawaii. El sistema está integrado por estaciones mareográficas y sismográficas distribuidas sobre el océano Pacífico. Figura No. 6 y se encuentra en experimentación la complementación del mismo, mediante la utilización de una línea de radio de 468 MHZ proveniente del sistema "GOES" — Geostationary Operacional Environmental Satellite" de los EE. UU.

El "GOES" es bien conocido por las imágenes meteorológicas que suministra y que obtiene mediante sus radares de infrarrojo; para efectos del Tsunamis, el "DCS" (Data Collection System) del GOES es alimentado desde plataformas en tierra provistas de sismógrafos, mareógrafos de gas magnetómetros, y sonoboyas que toman los datos in situ y por radio transmiten dichas observaciones al satélite el cual las retransmite a los diferentes usuarios en tierra Figura No. 7, para ello se utilizan dos formas de operación:

1. Automáticamente enviando información durante todo el tiempo.
2. Seleccionando los reportes y transmitiendo los de significativa importancia.

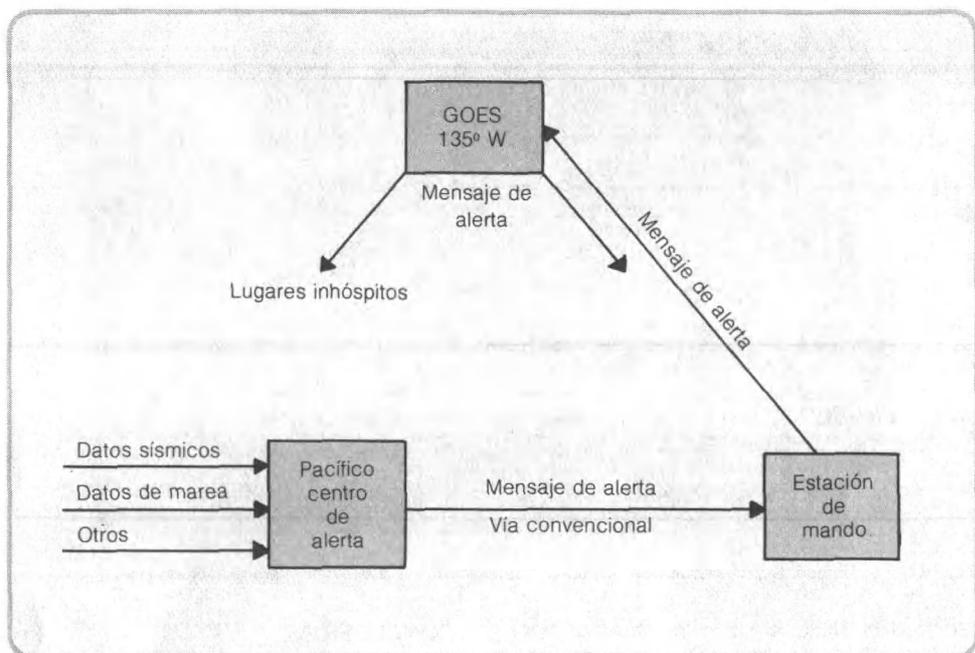


Figura No. 7. Alerta de desastres para el Pacífico.

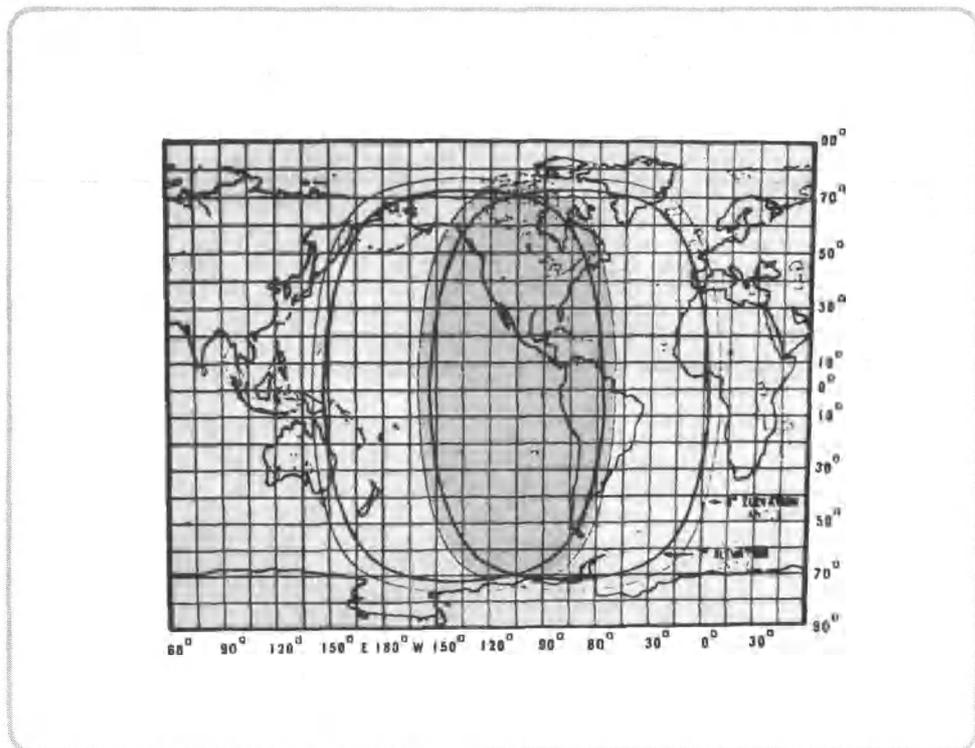


Figura No. 8. Área de cubrimiento del sistema del satélite GOES.

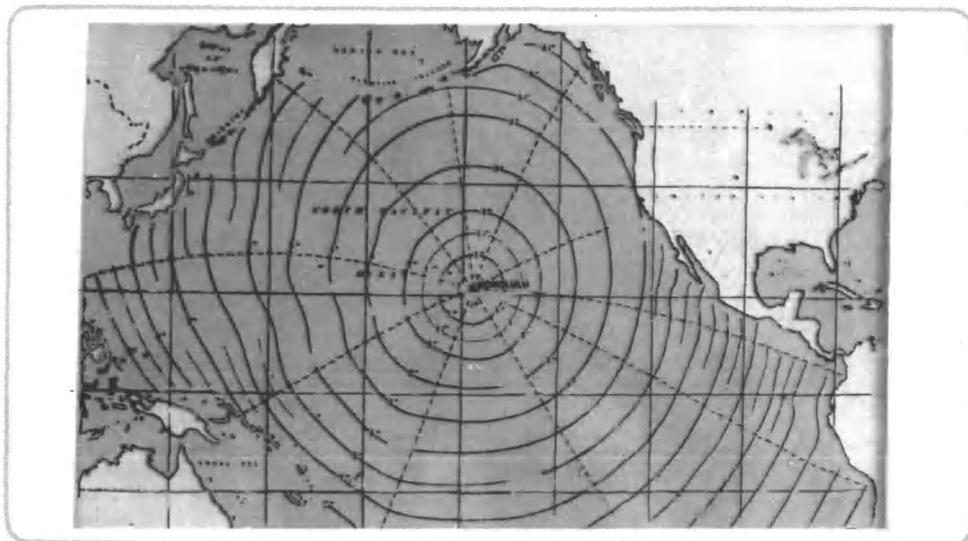


Figura No. 9. Tiempo de propagación de un Tsunami referenciado a la estación mareográfica de Honolulu.

El Servicio Nacional de Investigaciones por satélite (E.E.U.U.) mantiene en operación dos GOES sobre el Ecuador, uno sobre el Meridiano de 75°W y otro sobre el de 135°W Este. Figura No. 8. El satélite que se encuentra más al oeste cubre la totalidad de la cuenca del Pacífico permitiendo una cobertura general del área de origen de los Tsunamis. Las estaciones receptoras en tierra están conformadas por sistemas que les permiten recibir la señal de alerta mediante un alta voz en su propio idioma "Talking Chip", este sistema a su vez puede ser conectado con las emisoras de radio local para difundir de inmediato un alerta general en la población.

En la actualidad se está recibiendo desde estaciones mareográficas, equipadas con instrumentos de transmisión de datos, información relacionada con la evolución del nivel del mar, y esto por conducto del sistema de Satélite GOES; dichas estaciones se encuentran localizadas en Antofagasta y la isla de Pascua (Chile), en la Punta (Perú), y en la isla de Baltra (Ecuador); la disponibilidad de estos datos en tiempo real resulta muy fecunda en muchos campos de la oceanografía y la meteorología. Son ya 22 las naciones miembros del grupo internacional de coordinación del sistema de alerta contra los Tsunamis en el Pacífico; como parte del sistema de alerta se dispone de un atlas descriptivo de las velocidades de propagación del Tsunami de acuerdo a los posibles epicentros y referenciados a las diferentes estaciones detectoras. Figura No. 9.

## CONCLUSION

La parte más difícil al iniciar un alerta por aproximación de un Tsunami no es la detección del mismo, se ha comprobado que es el establecimiento de una rápida y real comunicación a través del área principalmente afectada por el fenómeno.

Colombia es un país con costa en el Pacífico y se encuentra afectado por los cambios que produce la Placa de Nasca en el mismo; una muestra de éllo fue el terremoto local producido el 12 de diciembre de 1979 y que dio origen a un Tsunami local, trayendo considerables pérdidas y daños en el área de Tumaco. Lo anterior implica la imperiosa necesidad de pasar a formar parte del grupo coordinador internacional de alerta contra los Tsunamis. Igualmente se recomienda entre las medidas preventivas educar la población costera, difundiendo entre ella las medidas y procedimientos que se deben seguir una vez confirmada la aproximación de un Tsunami.

## BIBLIOGRAFIA

- U.S. Department of Commerce. Coast and Geodetic Survey - The Story of The Seismic Sea-wave Warning System.
- Intergovernmental Oceanographic Commission - Unesco "Tsunami Newsletter".
- U.S. Army Coastal Engineering Research Center - Shore Protection Manual - Volumen II.
- Selecciones del Reader's Digest - "El Gran Libro de los Océanos".