

Características Generales del Tsunami Asociado al Terremoto de Arequipa del 23 de Junio del 2001 (Mw=8.2)

Julia Carpio, Yolanda Zamudio y Henry Salas
Centro Nacional de Datos Geofísicos

Resumen

En el presente estudio se evalúa y analiza las características generales del tsunami originado por el terremoto de Arequipa del 23 de Junio de 2001 (Mw=8.2). Este tsunami de carácter local afectó principalmente a la localidad de Camaná con olas que alcanzaron alturas del orden de 7 metros llegando a producir la muerte de 23 personas y cuantiosas pérdidas materiales. La interpretación de la información recolectada ha permitido elaborar mapas de replegamiento medio del nivel del mar, de inundación horizontal y vertical a la línea de costa. Asimismo, el registro del mareógrafo de Matarani (localidad de Mollendo, departamento de Arequipa) muestra que el terremoto de Arequipa fue precedido por desplazamientos asísmicos que se produjeron entre 5 a 10 minutos antes del terremoto.

Abstract

The present study evaluates and analyses the general characteristics of the tsunami originated by the June 23, 2001 Arequipa earthquake (Mw=8.2). This tsunami, of local character, mainly affected the province of Camana with waves that reached heights in the order of 7 meters, causing the death of 23 people and great material loss. The interpretation of the recorded information has enabled the making of maps of sea-level Withdrawal ("replegamiento"), and of horizontal and vertical flooding with respect to the coastline. Also, the records from the Matarani tide meter ("mareógrafo") (Mollendo city in Arequipa) shows that the Arequipa earthquake was preceded by aseismic displacements produced 5 to 10 minutes before the earthquake.

Introducción

El Perú es uno de los países de mayor sismicidad en el mundo debido al proceso de convergencia, presente en su borde Oeste, de las placas de Nazca y Sudamérica dentro del proceso conocido como subducción, el mismo que da origen a los terremotos de mayor magnitud que se haya producido en Perú (Tavera y Buforn, 2001). De acuerdo a la historia sísmica, se tiene referencia de la ocurrencia de más de 50 terremotos con magnitudes mayores a 7 que han generado tsunamis a lo largo de su costa, produciendo en su mayoría efectos netamente locales. De estos tsunamis, uno de los más grandes fue generado por el terremoto ocurrido en la región Sur de Perú el 13 de Agosto de 1868 (Mw=9.0), el mismo que produjo daños en un radio de 500 km que incluye a los departamentos de Arequipa, Moquegua y Tacna, además de las ciudades de Arica e Iquique en Chile.

Recientemente y después de 133 años (desde 1868), la región Sur de Perú es nuevamente afectada por un terremoto de magnitud elevada ($M_w=8.2$) que produjo muerte y destrucción en los departamentos de Arequipa, Moquegua, Tacna y toda la región Norte de Chile (Silgado, 1978). Este terremoto produjo intensidades regionales máximas de VII-VIII en la Escala Mercalli Modificada. Luego de aproximadamente 15 minutos de ocurrido el terremoto de Arequipa, un tsunami de carácter local produce daños y muerte en la localidad de Camaná (Arequipa) con olas que alcanzaron alturas entre 4 y 7 metros en promedio.

Después de ocurrido el terremoto del 23 de Junio, el Instituto Geofísico del Perú envía un grupo de ingenieros y técnicos a la zona afectada por el terremoto a fin de realizar la evaluación de los daños y efectos causados por el tsunami en la localidad de Camaná. En este estudio, se presenta los resultados obtenidos del análisis de la información recolectada en campo y que muestra las características generales del tsunami, además de los niveles de replegamiento del mar, de inundación y la altura máxima alcanzada por las olas del tsunami.

Reseña Histórica

Una de las causas principales para la generación de tsunamis en todo el borde de la placa del Pacífico, es la sismicidad producida por la convergencia de ésta y las diferentes placas continentales que la circunda; por lo tanto, los países que se distribuyen alrededor del Océano Pacífico han sufrido en algún momento de su historia los efectos de un tsunami catastrófico de carácter local o transoceánico. De los 1,414 tsunamis generados por el proceso de convergencia de placas (desde el año 47 AC), 211 han tenido su origen en el borde Oeste de América Latina y de estos, 32 han sido producido por terremotos ocurridos en el extremo Oeste de Perú (Figura 1, Tabla 1). El tsunami más catastrófico del cual se tiene información fue generado por el terremoto ocurrido el 13 de Agosto de 1868 ($M_w=9.0$) en la región Sur de Perú y que ocasionó grandes daños desde la ciudad de Trujillo (región Norte de Perú) hasta la ciudad de Concepción al sur de Chile. Este tsunami viajó a través del océano afectando las playas de Japón, Nueva Zelanda, Australia, Hawaii y otras. Según la Siberian Division Russian Academy of Sciences, el tsunami más antiguo que afectó las playas del departamento de

Arequipa fue producido por el terremoto ocurrido el 22 de Enero de 1582, el mismo que habría tenido su epicentro en continente.

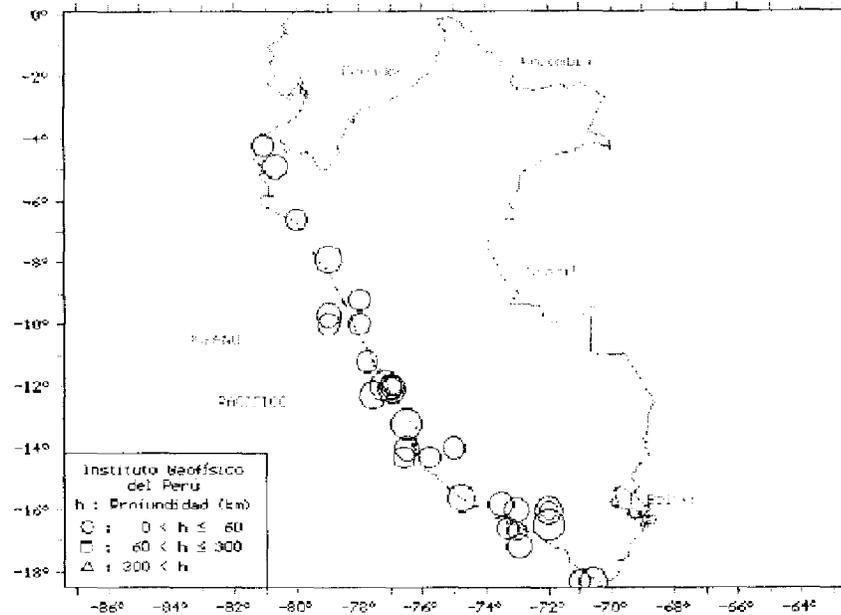


Figura 1. Distribución de los terremotos de magnitud elevada que dieron origen a importantes tsunamis en el borde oeste de Perú desde el año 1580.

Tabla 1

Parámetros de los principales terremotos que produjeron tsunami en la región sur de Perú.

Fecha (a/m/d)	Hora origen (h:m:s)	Latitud (°)	Longitud (°)	Prof. (km)	Ms	Int. (MSK)
1582/01/22	16:30:00	-16.0	-72.0	40	8.6	10
1590/ - /-	-	-17.2	-72.9	40	7.7	7
1725/03/27	00:00:00	-16.7	-73.0	50	-	7
1784/05/13	12:36:00	-16.5	-72.0	27	8.0	10
1868/08/13	21:45:00	-18.3	-70.6	25	8.8	10
1906/05/05	00:36:00	-18.3	-71.0	33	-	7
1913/07/28	6:39:00	-16.6	-73.3	30	7.0	9
1934/12/04	17:24:40	-19.5	-69.5	11	6.9	6
1942/08/24	22:50:28	-15.6	-74.7	33	8.6	10
1960/01/13	15:40:34	-16.2	-72.1	60	7.5	10

Tsunami del 23 de Junio del 2001

El último tsunami producido en Perú, es el generado por el terremoto ocurrido el día sábado 23 de Junio de 2001 ($M_w=8.2$) a horas 15 con 33 minutos (hora local). El epicentro del terremoto fue localizado sobre la línea de costa y a 82 km al NW de la localidad de Ocoña (departamento de Arequipa), siendo la profundidad del foco de 28-30 km; es decir, netamente superficial.

Este tsunami se inició 15 minutos después de ocurrido el terremoto del 23 de Junio con el replegamiento del mar, el mismo que se produjo mayormente entre las playas de las localidades de Chala e Ilo con distancias que oscilaron entre 100 a 200 metros (Figura 2). En las playas de las localidades de Chala y Atico fue calmado y su retorno suave sin ocasionar daños; mientras que, entre Atico y Ocoña, la mar se replegó hasta 200 metros y a su retorno inundó las playas entre 30 a 50 metros por la desembocadura del río Ocoña. En la localidad de Camaná, el repliegue de la mar alcanza distancias de 200 metros y a su retorno ocasionó severos daños en las playas. Finalmente, en las localidades de Quilca, Matarani, Mollendo e Ilo, la mar se retiró entre 100 a 150 metros y a su retorno no ocasionó daños. Asimismo, en la Figura 2 se observa que las máximas distancias de repliegue se ha producido en las localidades de Atico, Ocoña y Camaná; es decir, en las proximidades del epicentro del terremoto del 23 de Junio.

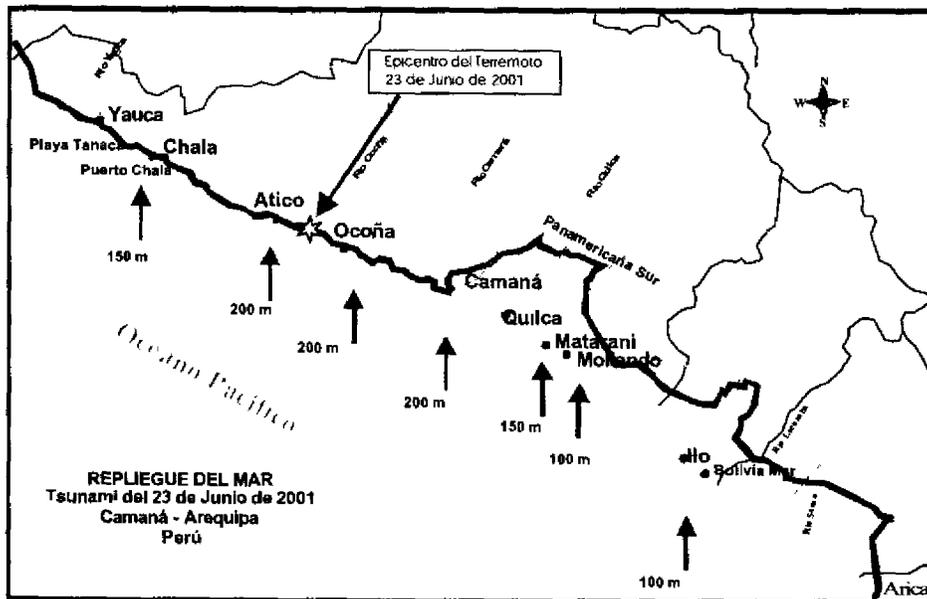


Figura 2 Niveles medios de replegamiento del mar debido al terremoto de Arequipa del 23 de Junio de 2001.

En la Figura 3 se muestra el área de la localidad de Camaná en donde el tsunami del 23 de Junio produjo mayor desastre. Las olas producidas por el tsunami alcanzaron alturas del orden de 4 a 7 metros entre las playas de La Chira y Las Cuevas en los extremos NW y SE de la localidad de Camaná respectivamente. Las olas alcanzaron alturas máximas de 7 metros en El Chiflón y la playa El Chorro en las proximidades de la desembocadura del río Camaná y de la laguna Tilimaco.

La información obtenida sobre los niveles de inundación indica que estos fueron máximos en las playas La Punta y Las Cuevas ubicadas en el extremo SE de la localidad de Camaná sobre una extensión de 23 km paralela a la línea de costa, tal como se muestra en la Figura 4. Asimismo, la inundación perpendicular a la línea de costa, osciló entre 50 y 1300 metros, siendo la máxima en el lugar denominado El Chiflón cerca al río Camaná y por cuyo valle la ola del tsunami avanzó libremente llegando a inundar y cubrir con arena más de 2000 hectáreas de terrenos agrícolas cuyos cultivos estaban próximos a su cosecha. Mientras que, en las playas más pobladas como El Chorro, La Punta y Las Cuevas ocasionó la destrucción total de 3500 edificaciones de material noble y daños moderados en otras 1000 aproximadamente, las mismas que en mayor número eran utilizadas en los periodos de verano. A consecuencia del tsunami, en la localidad de Camaná fallecieron 23 personas y otras 64 fueron reportadas como desaparecidas. Las pérdidas económicas en esta localidad han sido cuantiosas ya que toda su población subsiste de la agricultura y el comercio.

Registro del Mareógrafo de Matarani

La estación Mareográfica del puerto de Matarani esta ubicada en el muelle de la Empresa Nacional de Puertos, siendo este el más próximo al epicentro del terremoto y del cual se cuenta con un registro confiable de lo ocurrido con el nivel medio del mar antes y después del terremoto del 23 de Junio. En la Figura 5, se observa que aproximadamente 9 minutos antes de producirse el terremoto del 23 de Junio (15h 33m); es decir, a las 15h con 24 minutos la marea sufrió un desnivel de aproximadamente 2.5-2.8 metros para luego aumentar su amplitud como indicación de que se había producido el terremoto y de la llegada de la primera ola del tsunami que afectó a la localidad de Camaná. Durante el desarrollo del tsunami y según la

información obtenida, en el puerto de Mataraní, el nivel medio del mar osciló entre 2.5 y 3.2 metros.

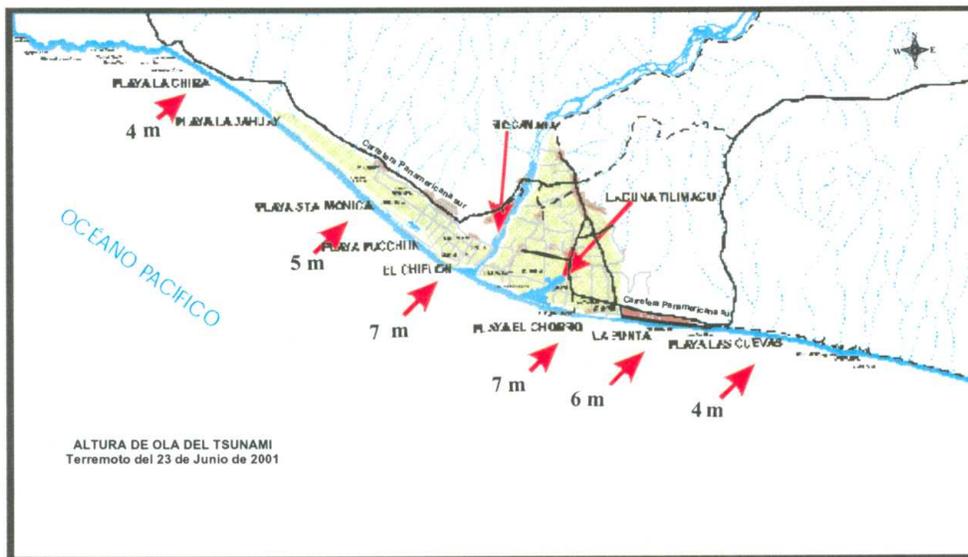


Figura 3. Distribución de los valores de altura máxima de la ola producida por el tsunami generado por el terremoto de Arequipa del 23 de Junio de 2001 en la localidad de Camaná.

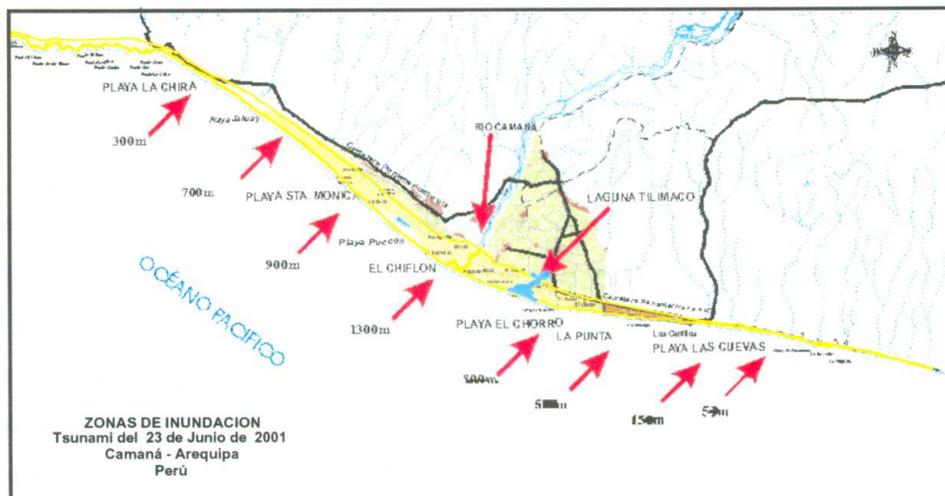


Figura 4. Niveles medios de inundación producidos en las localidades de Camaná debido al tsunami producido por el terremoto de Arequipa del 23 de Junio de 2001.

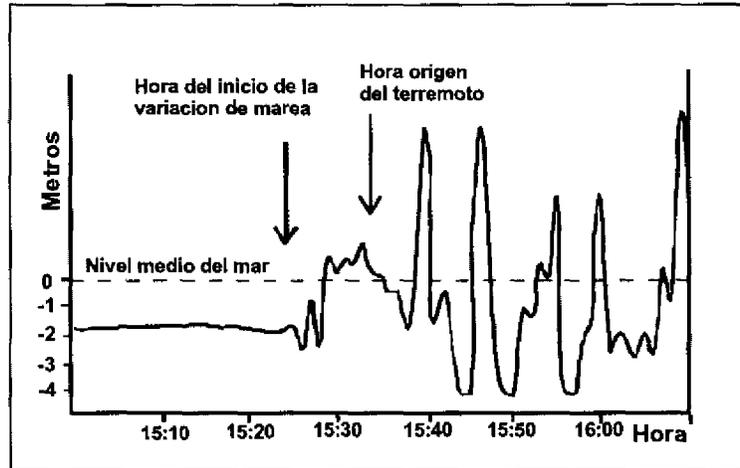


Figura 5 Registro del mareograma que muestra la variación del nivel medio del mar debido al terremoto de Arequipa del 23 de Junio de 2001
Mareografo del puerto de Matarani en Arequipa

Discusión y Conclusiones

De acuerdo al total de la información analizada y evaluada, el tsunami producido por el terremoto del 23 de Junio fue de carácter netamente local, debido principalmente a que los mayores efectos del mismo se concentraron de manera puntual en las playas de la localidad de Camaná. En esta localidad se observó que el nivel máximo de replegamiento del mar fue de 200 metros, la inundación perpendicular a la línea de costa de 1300 metros y paralela a línea de costa de 23 km. La altura máxima de la ola del tsunami fue de 7 metros.

Por otro lado, la información obtenida indica que los volúmenes de agua afectados por el terremoto en las localidades de Chala, Atico y Ocoña formaron corrientes de agua que discurrieron en dirección SE; mientras que, en las localidades de Mollendo y Matarani lo hacían en dirección NW. Estas apreciaciones permiten sugerir que el tsunami que afectó a la localidad de Camaná se formó debido al choque de ambas corrientes de agua, de ahí que las olas del tsunami se propagasen casi perpendicular a la línea de costa, según información proporcionada por observadores directos.

La información obtenida del personal que labora en el puerto de Matarani, indica que la mar se retiró en promedio una distancia de 50 metros aproximadamente entre 5 y 10 minutos antes de producirse el terremoto, siendo el suceso notorio debido a que el

muelle que estaba en construcción quedo prácticamente vacío llegando a verse el fondo del mismo con un desnivel de 3.5-4 metros. Esta observación sustenta la información obtenida del mareógrafo de Matarani. La variación del nivel medio del mar, previo al terremoto, sugiere que se produjo un movimiento asísmico entre las placas de Nazca y Sudamérica alrededor de las localidades de Mollendo e Ilo para luego producirse el terremoto a 370 km de distancia en dirección NW paralela a la línea de costa.

Bibliografía

Silgado, E. (1978). Historia de los sismos más notables ocurridos en el Perú (1513-1974). Boletín N°3, Serie C, Geodinámica, INGEOMIN, 129 p.

Tavera y Buforn (2001). Revista de Física, UCM, España, N°10, 187-219.