



Arqueología de datos de nivel del mar: tsunamis, secas y demás fenómenos. *Sea level data archaeology: Tsunamis and Seiches and other phenomena.*

Elena Tel⁽¹⁾, María-José González⁽¹⁾, Carmelo Ruiz⁽¹⁾ & María-Jesús García⁽¹⁾

⁽¹⁾Instituto Español de Oceaografía (IEO), C/ Corazón de María 8, 28002-Madrid, elena.tel@md.ieo.es

SUMMARY

An enormous work of data recovery is being made at the historical records of IEO tide gauges. The main objective is to avoid losses due to paper records damages and facilitate an easy access to information. In addition, a future digitalisation of near-continuous data will permit to identify high-frequencies signals like tsunamis or seiches. Identification and study importance of these phenomena is closely related with their possible impacts on coast: floodings, economical losses, etc. As example, a previous analysis of the tsunami associated to Algeria earthquake on 21-may-2003 is shown.

1. INTRODUCCIÓN

La Península Ibérica se encuentra situada en el extremo sur de la placa eurasiática. La parte más oriental de la llanura Bética, así como el mar de Alborán y la zona del Estrecho conforman una de las zonas con mayor actividad tectónica (Castellote et al., 2000). El roce entre la placa africana y la placa eurasiática hace que especialmente la zona sur de la Península sea propensa a sufrir movimientos tectónicos de diversa intensidad. Estos movimientos sísmicos en algunos casos dan lugar a ondas progresivas que se trasladan a través del océano y que son conocidas como tsunamis. La amplitud del movimiento sísmico y las dimensiones del fondo marino determinarán principalmente el carácter de la onda. Esta onda viaja a lo largo del océano hasta su disipación por rozamiento o hasta encontrar la costa donde debido a la disminución de la profundidad se amplifica (Puch, 1987).

Las seiches son también señales de alta frecuencia que presentan unas características específicas para cada puerto o bahía que están asociadas a la forma de la misma. Normalmente estas oscilaciones son debidas a causas meteorológicas: tormentas, variaciones de la presión atmosférica asociadas al paso de frentes, etc. En ciertas ocasiones y bajo determinadas condiciones la amplitud de la seiche puede verse amplificada por resonancia con la forma de la bahía provocando efectos catastróficos. Bajo la acción de una seiche se registra una súbita elevación o descenso del nivel del mar de muy corto periodo (normalmente no más de 20 minutos) y con una amplitud que puede llegar a ser mayor de 1 metro. Una vez establecidas las seiches persisten durante varias horas, disipándose lentamente por fricción (Puch, 1987). Según las regiones estas señales presentan distintas denominaciones: secas en el Levante, milghouba en el archipiélago de Malta, marrubio en la costa Sur de Sicilia, etc.

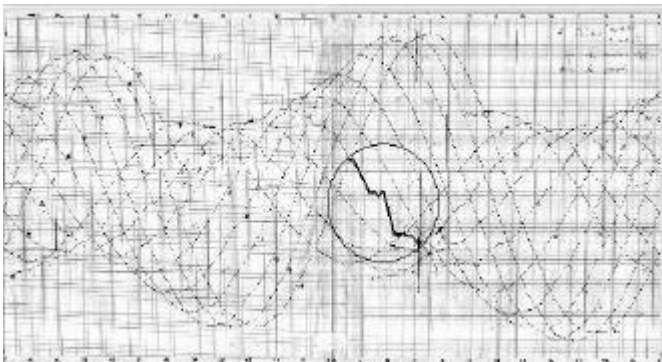


Figura 1 – Mareograma de la estación de Cadiz durante el tsunami de 14-Agosto-1978. (Tide-gauge record at Cadiz station during the tsunami on 14-Aug-1978)

Al ser señales de alta frecuencia, los estudios de comportamiento de niveles medios del mar filtran estos procesos que en algunos casos tienen gran repercusión en la población. Los mareógrafos de la red del IEO llevan funcionando desde 1943 y han recogido estos fenómenos. Son mareógrafos de flotador que funcionan mediante un mecanismo de relojería, formado por un tambor, sobre el cual se hace la inscripción de las variaciones de nivel gracias a los movimientos ascendentes y descendentes del flotador que está en el agua. En la actualidad, a los mareógrafos se les ha añadido un codificador proporcionándoles así una salida digital que se almacena directamente en una memoria; también se guarda un archivo digital de datos históricos espaciados cada 10 min. Asimismo se conservan los registros históricos en papel que datan del establecimiento de las estaciones mareográficas. En breve se pretende llevar a cabo una cuidadosa labor de arqueología de los datos con un triple objetivo:

- Evitar la pérdida por deterioro de los rollos impresos salvaguardando los datos en un medio electrónico,
- Facilitar de esta forma el acceso a la búsqueda de estas señales u otro tipo de información.
- Digitalizar en el futuro los datos y tener un registro detallado que permita el estudio sistemático de estos fenómenos.



Figura 2 – Mareógrafo de flotador. (Tide-gauge)



En la fig 1 puede apreciarse la incidencia en el registro mareográfico del terremoto del 14-agosto-1978 en Cadiz. La superposición de los registros correspondientes a varios días dificulta la labor de recopilación de la información. Esto puede verse aún más claramente en el caso de la fig 3 donde para apreciar la influencia de las seiches es ha sido preciso limpiar el fondo del papel de registro.

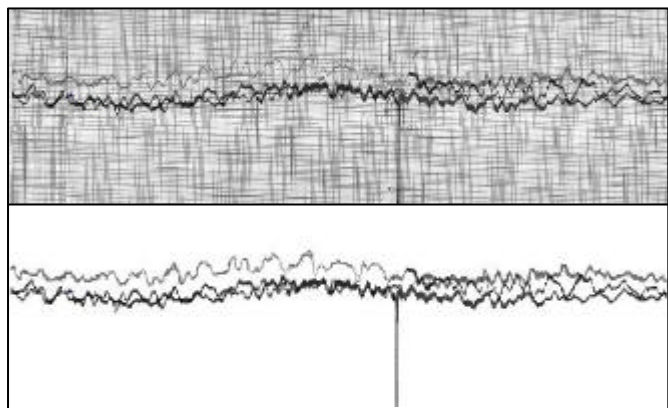


Figura 3 – Mareograma de la estación de Palma durante una seiche (línea superior del registro).. (Tide gauge record at Palma during a seiche that can be observed at the top line of the record)

2. EL TSUNAMI DE PALMA DEL 21 MAYO 2003

Como ejemplo de lo que se puede estudiar consideremos el tsunami provocado por el terremoto de Argelia que tuvo lugar el 21 de Mayo 2003, a las 18.44.19 (USGS, 2003). El tsunami llegó a Palma a las 19.41 y tuvo una amplitud de 1.17m entre su máximo y su mínimo, frente al rango de marea que oscila entre. 15 – 20 cm.

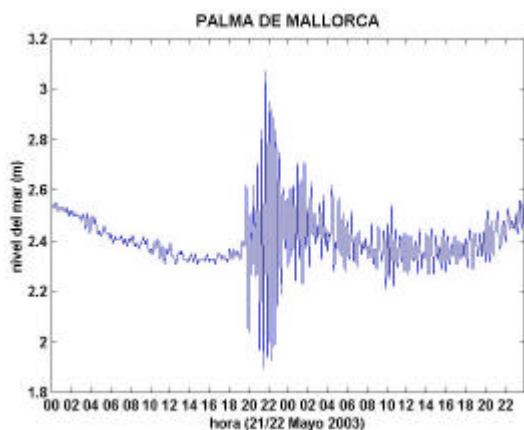


Figura 4 – Mareograma de la estación de Palma durante el tsunami. (Tide-gauge record at Palma station during the tsunami)

Para hacer un análisis espectral de la señal significativo es preciso considerar que el registro del mareógrafo presenta un comportamiento muy diferente durante los primeros momentos del tsunami que después del paso del mismo hasta que recupera su patrón normal. La fig. 5 muestra el análisis espectral de tres periodos: el primero anterior al paso del tsunami, el segundo durante la llegada del tsunami propiamente dicha y el tercero en la fase de decaimiento. Se puede apreciar la gran cantidad de energía que transporta la onda tsunami (cerca de 0.3 metros frente a los 0.006 del periodo anterior) en un ciclo de 22-23 minutos. Asimismo, en la fase de decaimiento puede apreciarse como la energía asociada al ciclo de 22-23 min (amplitud 0.05 m) ha disminuido y se ha repartido en otras frecuencias del espectro.

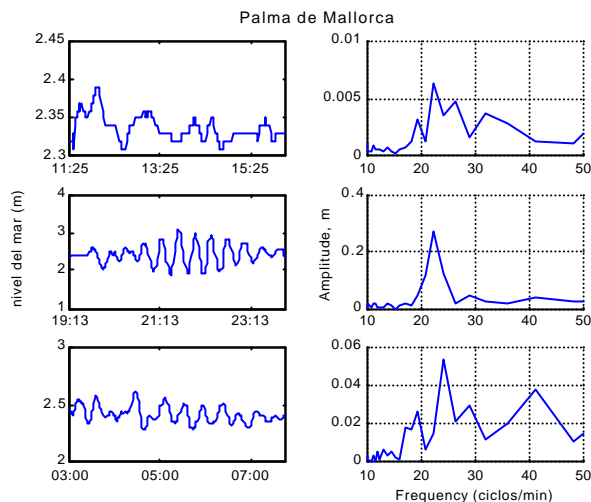


Figura 6 – Analisis espectral de la señal de tsunami del 21-Mayo-1978.(Spectrum analysis of the tsunami signal on 21-May 2003..)

La transformada de Fourier ha demostrado a lo largo del tiempo su utilidad para calcular las frecuencias de oscilación de los eventos, sin embargo este análisis no nos muestra nada más que le promedio de oscilación, y no el decaimiento de la misma en el tiempo, que es fácilmente apreciable en la imagen del mareograma; por ello es preciso apreciar la señal en distintos tramos con un comportamiento más homogéneo. Para solucionar este problema se puede utilizar un análisis de wavelets (Emery & Thompson, 2001) que muestra la evolución de los ciclos. Así en la fig 6a, puede apreciarse el comienzo del tsunami y el posterior decaimiento de la señal una vez pasada la onda. Las ampliaciones sucesivas (fig. 6b, 6c) dan una visión más detallada del evento.

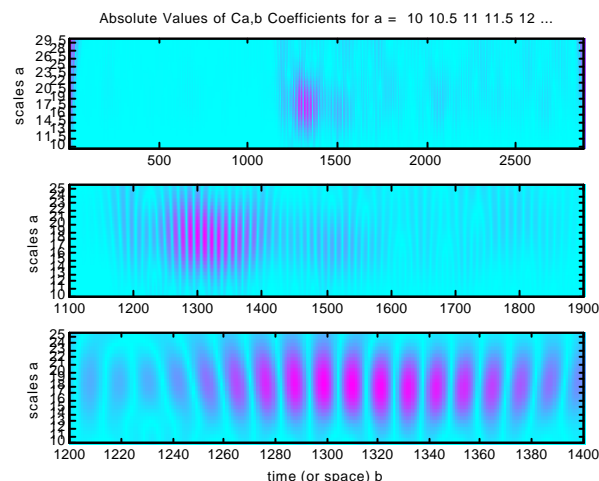


Figura 6 – Analisis de wavelet de la señal de tsunami del 21-Mayo-1978.(Spectrum analysis of the tsunami signal on 21-May 2003..)

3. REFERENCIAS

- Castellote, M., Fleta, J., Giménez, J., Goula, X., Soro, M., Suriñach, E., Talaya, J y Térmens, A. (2000) "CuaTeNeo GPS Network to monitor crustal deformations in the SE of the Iberian Peninsula". The Tenth General Assembly of the WEGENER Project. *Boletín ROA* 3/2000.
- Emery, W.J., Thomson, R.E. (2001). "Data analysis methods in physical oceanography" Ed. Elsevier, pp. 500.
- Puch, D.T. (1987) "Tides, surges and mean sea level: a handbook for engineers and scientists". Wiley and Sons, ed.
- USGS Earthquake Hazards Program. (2003).
http://neic.usgs.gov/bulletin/03_EVENTS/eq_030521