

# *La estación geodinámica de la Cueva de los Verdes (Lanzarote): Primeros resultados de las experiencias realizadas\**

Por R. VIEIRA, J. FERNÁNDEZ y C. de TORO

*Instituto de Astronomía y Geodesia C.S.I.C. - U.C.M.  
Facultad de Ciencias Matemáticas  
Ciudad Universitaria 28040 MADRID.*

## **Abstract**

A new geodynamic station was installed by the Instituto de Astronomía y Geodesia in Lanzarote Island. In this work the first results of the analysis of gravity tidal variations and tide-gauge are presented.

## **Resumen**

En el presente trabajo se recogen los primeros resultados que, tanto en mareas gravimétricas como en mareas oceánicas, se han obtenido con los sensores instalados por el Instituto de Astronomía y Geodesia en la zona norte de la Isla de Lanzarote. En la introducción se hace una breve descripción de los objetivos de las instalaciones y del estado actual de las mismas.

## **1. INTRODUCCION**

En mayo de 1987 entró en funcionamiento, en su primera fase, la estación geodinámica que el Instituto de Astronomía y Geodesia está instalando al norte de la isla de Lanzarote, en el interior de túnel de origen volcánico que partiendo del volcán de la Corona, en dirección E. y tras recorrer unos 6 km bajo la superficie actual de dicha isla, se sumerge en el océano en una longitud, aún no muy bien definida pero próxima a los 2 km. Este túnel, uno de los más importantes y largo del mundo, de entre los de origen volcánico, presenta unas excelentes condiciones como lugar de instalación de la instrumentación necesaria para la investigación geodinámica. Los objetivos de estas instalaciones científicas son muy diversos pero podemos citar, por su importancia, algunos de ellos. En primer lugar y como macroobjetivo de cuantas investigaciones venimos realizando en las Islas Canarias, figura la contribución de las mismas al mayor conocimiento del volcanismo y como consecuencia a la predicción de posibles erupciones. Con este motivo se han instalado una serie de sensores para el registro continuo de determinados parámetros físicos que, de acuerdo con los métodos que en la actualidad se vienen empleando para la vigilancia de zonas de la corteza potencialmente activas, parecen adecuados para esta misión de vigilancia. La posible variación en el tiempo de estos parámetros nos va a permitir

\* Presentada en la Sesión Científica del 4 de mayo de 1988.

llegar a un mejor conocimiento de la estructura y dinámica de la isla. Por último, esperamos que la estación de Lanzarote llegue a constituir un laboratorio de primera línea en cuanto a la instalación de nuevos instrumentos, consecuencia no sólo de nuestra investigación instrumental sino también de la de otros grupos nacionales e internacionales que ya nos han hecho llegar su interés en el tema.

En la actualidad la estación se configura en tres módulos interdependientes y conectados entre sí. El primero de dichos módulos es el laboratorio instalado en el interior del túnel en la zona denominada Cueva de los Verdes, aproximadamente a unos 2 km, en dirección hacia el volcán, desde la entrada a la cueva. Este laboratorio, en el que ya se encuentran funcionando los primeros instrumentos, será el lugar de auscultación en donde se irán montando los sensores que tengamos disponibles en las diversas etapas. En la actualidad se encuentra en funcionamiento, un gravímetro LaCoste Romberg mod. G cuya salida se registra de forma continua con el fin de estudiar las variaciones periódicas de la gravedad; un equipo de sismica de corto periodo con registro digital; termómetros de precisión para registro continuo de la temperatura de la roca en las proximidades de la estación; equipos para control climático con registros de presión, temperatura y humedad; sistema de tiempo y de alimentación para casos de fallos en el suministro eléctrico, etc. El segundo módulo, situado en la confluencia del túnel con el océano, está constituido por un mareógrafo de presión con registro analógico. El emplazamiento del mareógrafo, sin ruidos derivados de vientos y oleaje, es, como hemos podido comprobar en los varios meses de registro ya obtenidos, ideal para el estudio del nivel medio del mar y de sus posibles variaciones. Por último, el tercer módulo, que aún no es operativo, es el centro de control y de recogida de información, y está situado en la Casa de los Volcanes de Lanzarote. En este laboratorio se ha instalado el ordenador de control y otros elementos auxiliares.

En este trabajo damos cuenta de los resultados obtenidos hasta momento en la estación de mareas gravimétricas y en la mareográfica. Tanto en uno como en otro caso existen ya suficientes datos como para poder realizar una primera interpretación aunque ésta deba considerarse como provisional.

## 2. MAREAS GRAVIMÉTRICAS EN LANZAROTE

El año de registro continuo de las variaciones de la gravedad observado en la Cueva de los Verdes con un gravímetro LaCoste Romberg mod. G transformado en instrumento de masa estática (Van Ruymbeke, 1985), se ha analizado mediante los programas de cálculo habitualmente utilizados en nuestras investigaciones de mareas. Los resultados obtenidos presentan las siguientes peculiaridades de interés:

- 1) La serie es de una gran calidad, posiblemente la mejor de las ya numerosas observaciones realizadas hasta la fecha desde el inicio de estas investigaciones en 1973. Esto se debe a las inmejorables condiciones del emplazamiento y al buen mantenimiento de la estación. Los datos perdidos se han debido a causas ajenas a la propia estación y a su mantenimiento.

- 2) Los valores obtenidos para los factores de amplitud y desfases de los principales armónicos del potencial lunisolar, presentan desviaciones del orden de más de 1% en amplitud y varios grados en fase, sobre los calculados de acuerdo con los modelos teóricos habitualmente utilizados. Esto puede deberse a dos causas,

ambas de gran interés; por un lado a la mala modelización del efecto oceánico, deducido a partir de las cartas de Schwiderski, y que en principio parece necesario mejorar al igual que en su día se hizo con la zona próxima a la Península Ibérica (Vieira, et al. 1986 a y b). Otra causa que debe ser estudiada con sumo cuidado es la influencia del modelo de Tierra. En Yanshin A. L. et. al. (1985), se hace un interesante estudio de la relación entre la estructura geotectónica de la zona en estudio y la respuesta a las fuerzas de mareas, sugiriendo que las anomalías están correlacionadas con la movilidad de la astenosfera y/o la litosfera. El espesor de la corteza y el flujo térmico son de los factores tenidos en cuenta en dicho estudio, ambos presentan singularidades de interés en Lanzarote, isla con notables anomalías geotérmicas y corteza no continental. Por todo lo anterior y una vez bien modelado el efecto oceánico, será del mayor interés comprobar los resultados obtenidos a la luz del trabajo de Yanshin.

3) El registro continuo de las variaciones de la gravedad nos va a permitir estudiar la posible variación temporal de las amplitudes y fases de los armónicos de mareas en sus diversas frecuencias, esta posible variación estaría relacionada con cambios en las propiedades físicas de las capas superiores de la Tierra en la zona próxima a la estación y por tanto con la posibilidad de ascenso de magma y de erupciones. Un inconveniente importante es la imposibilidad de mantener durante mucho tiempo el registro de gravedad dado el programa de toma de datos previsto para los gravímetros en los próximos años.

### 3. MAREAS OCEANICAS EN LOS JAMEOS DEL AGUA

En mayo de 1987 se instaló un mareógrafo de presión en el lago de los Jameos del Agua. Dicho lago tiene por superficie la intersección del tubo volcánico con la superficie libre del océano. El régimen de mareas en su interior responde a la marea normal de la latitud de la estación, condicionada por la dinámica de un fluido en el interior de un tubo inclinado con el que está conectado a través de pequeños hundimientos a una profundidad de aproximadamente 50 m, y a más de 1500 m de la línea de costa, según se desprende de los trabajos espeleológicos realizados por diversas expediciones. La calidad de los registros obtenidos es extraordinaria ya que el lago está protegido de las normales fuentes de ruido de los mareógrafos convencionales. A partir de los análisis efectuados, podemos adelantar que el efecto tubo produce un retraso de mareas en el interior del túnel de aproximadamente 45 minutos, afectando también a las amplitudes de los correspondientes armónicos. Como consecuencia de estos resultados se realizará próximamente una nueva experiencia situando un mareógrafo en el exterior, muy próximo a la entrada del tubo en el mar, con objeto de poder realizar una comprobación de las diferencias antes señaladas y estudiar, por el problema inverso, la geometría de la parte sumergida del tubo volcánico.

La determinación del nivel medio del mar en el lago, referido a un punto fijo externo, y sus posibles variaciones en el tiempo, constituye la aportación de los estudios mareográficos a la vigilancia de posibles erupciones volcánicas (Corrado et al., 1981). Estas investigaciones están subvencionadas por el Consejo Superior de Investigaciones Científicas en su proyecto ID-451 y cuentan con la colaboración del Cabildo Insular de Lanzarote.

**BIBLIOGRAFIA**

- CORRADO, G; LUONGO, G.; «Ground Deformation Measurements in Active Volcanic Areas Using Tides Gauges». Bull. Volcanol. Vol. 44-3; 505-511.
- VAN RUYMBEKE, M.; (1985) «Transformation of nine LaCoste-Romberg gravimeter in feedback system». Bull. Inf. Marées Terrestres, 93, 6202-6228.
- VIEIRA, R.; TORO, C. and MEGÍAS, R. (1986 a) «Ocean Tides in nearby of Iberian Peninsula. Part I:  $M_2$  Iberia Map». Proc. of the Tenth Int. Symp. on Earth Tides (Ed. R. Vieira) C.S.I.C. Madrid. 679-696.
- VIEIRA, R; TORO, C. and FERNÁNDEZ, J. (1986, b) «Ocean Tides in the nearby of Iberian Peninsula. Part II:  $S_2$  Iberia Map». Proc. of the Tenth Int. Symp. on Earth Tides (Ed. R. Vieira) C.S.I.C. Madrid. 697-706.
- YANSHIN, A. L.; MECHIOR, P.; KEILIS-BOROK, V.I.; DE BEKER, M.; DUCARME, B. and SADOVSKY, A. M. (1986) «Global distribution of tidal anomalies and an attempt of its geotectonic interpretation». Proc. of the Tenth Int. Symp. on Earth Tides. (Ed. R. Vieira) C.S.I.C. Madrid 731-755.