

Determinación del nivel freático del agua subterránea de una isla mediante imágenes del altímetro ASTER

E. Caselles, C. Pitarch y V. Caselles

*Departamento de Física de la Tierra y Termodinámica. Facultad de Física.
Universidad de Valencia. 46100 Burjassot (Valencia)*

Resumen

Para determinar el nivel freático del agua subterránea se usan, normalmente, medidas tomadas desde avión, determinaciones mediante resistímetros o realizando perforaciones. Esta forma de proceder requiere, aproximadamente, la toma de una muestra por hectárea, lo que alarga y encarece considerablemente este tipo de estudios. Sin embargo, la teledetección espacial constituye una herramienta ideal para determinar el nivel freático del agua subterránea. Así, en este trabajo, hemos utilizado las medidas obtenidas por el altímetro del satélite ASTER. El nivel freático del agua subterránea de una isla viene determinado, de forma aproximada, por la diferencia entre el nivel de cada punto de la isla y el que tenga el agua del río en ese momento. Así, el nivel freático del agua subterránea de una isla será, por tanto, variable a lo largo del año. Como zona de estudio hemos elegido una isla del Danubio, situada en las proximidades de la población de Roseti, en el partido judicial de Calarasi, en Rumania. Las coordenadas geográficas de la isla son: entre 44° 07' y 44° 13' de latitud Norte y entre 27° 19' y 27° 34' de longitud Este. El nivel freático del agua subterránea para la zona de estudio, determinado el 30 de junio de 2008, resultó tener un valor variable entre 1 y 8 m. Estos resultados se validaron mediante un mapa topográfico de la zona y la toma de muestras «in situ» en los diferentes pozos de la isla. El RMS resultante fue de 1 m.

Palabras clave: nivel freático, agua subterránea, altímetro, ASTER, isla, Danubio.

Abstract

Water table depth determination using aster altimeter data over an inland

To determine the water table depth it can be normally used airborne measurements, resistimeters determinations or perforation analyses. This way of procedure requires, approximately, taking a sample per hectare, which is expensive and time-consuming. However, remote sensing constitutes an ideal tool for determining water table depth. Then, in this work we have used the measurements carried out by the altimeter of ASTER satellite. The water table depth of an island can be approximately determined by means of the difference between the altitude of each point in the island and the altitude of the river in this moment. So, the water table depth of an island is variable trough the year. As study area we have selected an island of the Danube, located near the Roseti village, Calarasi district, in Romania. The geographical coordinates of the island are: between 44° 07' and 44° 13' N latitude and between 44° 07' and 44° 13' E longitude. The water table depth, measured on 30 June, 2008, was variable between 1 and 8 m. These results were validated using a topographical map of the area and taking some in situ samples at the island wells. An RMS of 1 m was obtained.

Key words: water table depth, ground water, altimeter, ASTER, island, Danube.

* Autor para la correspondencia: eduardo.caselles@uv.es
Recibido: 21-09-11; Aceptado: 30-01-12.

Introducción

La toma rutinaria de muestras del nivel freático del agua subterránea utiliza vuelos de avión, análisis con resistímetros o simplemente perforaciones. Estos métodos de diagnóstico han sido aceptados como consecuencia de la investigación básica llevada a cabo y el ingente número de pruebas que se han hecho desde su establecimiento. Una gran mayoría de los planes medioambientales y agrícolas requieren análisis del nivel freático. Las muestras de suelo son normalmente el resultado de promedios de 15 a 20 muestras individuales que se han tomado en zonas de 12 a 20 ha.

En algunos casos, como en zonas en las que se realiza agricultura de precisión, se recomienda tomar una muestra cada hectárea. Sin embargo, y aunque los análisis del nivel freático son muy necesarios, son muy costosos y laboriosos a la vez.

Por ello, mediante la teledetección y proyectos como GRACE (Gravity Recovery and Climate Experiment), un experimento de observación y análisis de los cambios en el clima de la NASA, se puede monitorizar vía satélite las diferencias en el nivel subterráneo del agua. Posibilitando procesos de análisis menos costosos y estudios en lugares aislados o de difícil acceso (Rodell and Famiglietti, 2002; Becker, 2006; Rodell *et al.*, 2007; Strassberg *et al.*, 2007; Abbel-Hady an Karbs, 1971; Reutov and Shutko, 1992).

El objetivo de este artículo es proporcionar mapas de nivel freático para una isla del Danubio.

Metodología y resultados

No se disponía de mapas geológicos ni de mapa de usos de suelos, por ello se utilizaron imágenes ASTER de la isla. ASTER (Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer) es un instrumento a bordo del satélite Terra, puesto en órbita en Diciembre de 1999 como parte del Sistema de Observación de la Tierra (EOS) de la NASA. La Tabla 1 muestra información sobre las características del altímetro incluido en el ASTER.

El nivel freático en una isla viene altamente afectado por el nivel de agua del río, en nuestro caso por el nivel de las aguas del Danubio. En el peor de los escenarios, el nivel freático sería el mismo que el del río (Boluda, 2010). Así determinando la diferencia entre la altura de un punto cualquiera y la altura de las aguas del Danubio podemos conocer fácilmente el nivel freático de las aguas en ese punto.

Mapa del nivel freático del agua subterránea de la Isla del Danubio

El mapa del nivel freático del agua subterránea de la isla del Danubio viene dado en la Figura 1. Así, tenemos 8.279 ha con un nivel freático de 2 metros o menos, 1.504 ha con un nivel freático de 3 metros, 1.095 con un nivel freático de 4 metros, 812 ha con un nivel freático de 5 metros, 649 ha con un nivel freático de 6 metros, 506 ha con un nivel freático de 7 metros y 976 ha con un nivel freático de 8 o más metros.

Tabla 1. Características del altímetro del ASTER

Características	VNIR	SWIR	TIR
Rango espectral	Banda 1: 0,52-0,60 μm Banda 2: 0,63-0,69 μm Banda 3: 0,76-0,86 μm	Banda 4: 1,600-1,700 μm Banda 5: 2,145-2,185 μm Banda 6: 2,185-2,225 μm Banda 7: 2,235-2,285 μm Banda 8: 2,295-2,365 μm Banda 9: 2,360-2,430 μm	Banda 10: 8,125-8,475 μm Banda 11: 8,475-8,825 μm Banda 12: 8,925-9,275 μm Banda 13: 10,25-10,95 μm Banda 14: 10,95-11,65 μm
Resolución espacial	15 m	30 m	90 m
Frecuencia de muestreo (Mbits/s)	62	23	4,2
Resolución transversal (km)	± 318	± 116	± 116
Ancho de imagen (km)	60	60	60

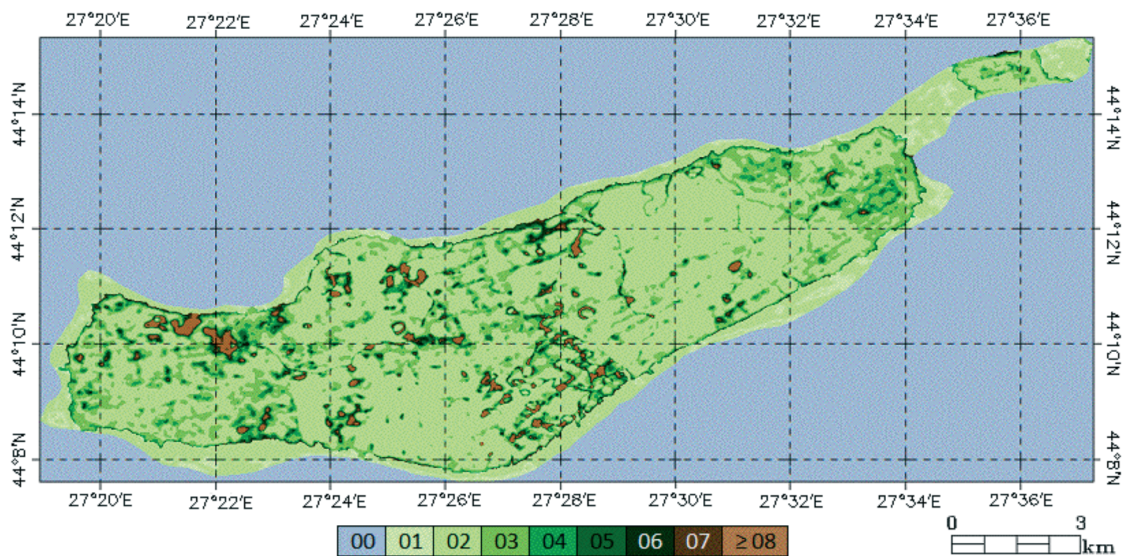


Figura 1. Mapa del nivel freático del agua subterránea de la isla del Danubio obtenido con el altímetro del ASTER. Este mapa se realizó el 30 de junio de 2008. Las unidades son metros.

Como la altura de la superficie de la isla se ha medido utilizando un altímetro localizado a bordo de un satélite, ha sido necesario filtrar las medidas para eliminar los datos erróneos.

En nuestro caso los errores en alturas fueron causados por grupos de álamos situados en los bordes de la isla.

Validación de resultados

Para validar los resultados obtenidos, hemos usado un mapa topográfico del Servicio Topográfico de la Unión Soviética que nos ha gentilmente proporcionado el Instituto Cartográfico de Cataluña. A partir de éste hemos obtenido, siguiendo el mismo procedimiento, un nuevo mapa del nivel freático del agua subterránea de la isla del Danubio (Fig. 2).

El mapa topográfico de la URSS se realizó en el verano de 1991. Como la altitud de la isla no ha experimentado cambios en el tiempo, consideramos que el mapa topográfico y la imagen ASTER son perfectamente comparables.

Se observa una buena correspondencia entre ambos mapas salvo en la parte sur situada alrededor de los 44° 9' N y 27° 26' E donde los valores de la Figura 1 son menores que los de la Figura 2. Ello puede ser debido a trabajos realizados en la isla durante el periodo transcurrido entre las fechas de los dos mapas.

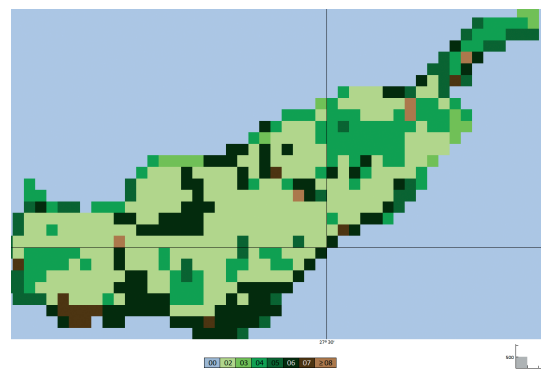


Figura 2. Mapa del nivel freático obtenido a partir del mapa topográfico de la Unión Soviética de 1991. Las unidades son en metros.

El nivel freático del agua subterránea para la zona de estudio, determinado el 30 de junio de 2008, resultó tener un valor variable entre 1 y 8 m. Estos resultados se validaron además con la toma de 10 muestras «in situ» llevadas a cabo en los días más próximos posible a la fecha establecida para el estudio, en los diferentes pozos existentes en la isla. El RMS resultante fue de 1 m.

Conclusiones

Para determinar el nivel freático del agua subterránea se usan, normalmente, medidas tomadas desde avión, determinaciones mediante resistímetros o perforaciones. Esta forma de

proceder requiere, aproximadamente, la toma de una muestra por hectárea, lo que alarga y encarece considerablemente este tipo de estudios. Sin embargo, la teledetección espacial constituye una herramienta ideal para determinar el nivel freático del agua subterránea. Así, en este trabajo, hemos utilizado las medidas obtenidas por el altímetro del satélite ASTER.

El nivel freático del agua subterránea de una isla viene determinado, de forma aproximada, por la diferencia entre el nivel de cada punto de la isla y el que tenga el agua del río en ese momento. Por tanto, dicho nivel freático será variable a lo largo del año.

Como zona de estudio hemos elegido una isla del Danubio, situada en las proximidades de la población de Roseti, en el partido judicial de Calarasi, en Rumania. El nivel freático del agua subterránea para la zona de estudio, determinado el 30 de junio de 2008, resultó tener un valor variable entre 1 y 8 m. Estos resultados se validaron mediante un mapa topográfico de la zona y la toma de muestras «in situ» en los diferentes pozos de la isla. El RMS resultante fue de 1 m.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la GV (proyecto PROMETEO/2009/086) y al MICINN (pro-

yecto CGL2010-17577) la financiación recibida.

Referencias

- ABDEL-HADY, M., & KARBS, H. H. 1971. Depth to ground-water table by remote sensing. *Journal of the Irrigation and Drainage Division* 97: 355-367.
- BECKER, M. W. 2006. Potential for Satellite Remote Sensing of ground Water. *Ground Water* 44: 306-318.
- BOLUDA, R., 2010. Personal Communication.
- REUTOV, E., A., & SHUTKO, A. M. 1992. Estimation of the depth to a shadow water table using microwave radiometry. *International Journal of Remote Sensing* 13: 2223-2232.
- RODELL, M., & FAMIGLIETTI, J. S. 2002. The potential for satellite-based monitoring of groundwater storage changes using GRACE: the High Plains aquifer, Central US. *Journal of Hydrology* 263: 245-256.
- RODELL, M., CHEN, J., KATO, H., FAMIGLIETTI, J. S., NIGRO, J., & WILSON, C. R. 2007. Estimating ground water storage changes in the Mississippi River basin (USA) using GRACE. *Hydrogeology Journal* 15: 159-166.
- STRASSBERG, G., SCANLON, B. R., & RODELL, M. 2007. Comparison of seasonal terrestrial water storage variations from GRACE with groundwater-level measurements from the High Plains Aquifer (USA). *Geophysical Research Letters* 34: L14402. doi: 10.1029/2007GL030139