

Promueven:



Sociedad Geológica Española



Colabora:



Instituto Geológico y Minero de España

Patrocinan:



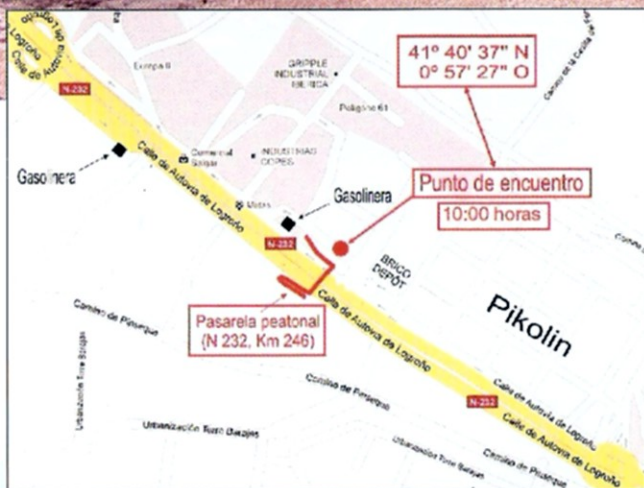
Vicerrectorado de Proyección Cultural y Social Universidad Zaragoza



# Geología 11

## Zaragoza

**DOLINAS:**  
La amenaza que viene de nuestro subsuelo



*Autores:*  
M<sup>a</sup> Asunción Soriano, Antonio Pérez,  
Andrés Pocióvi, José Luis Simón,  
Aránzazu Luzón, Oscar Pueyo, Hector Gil.  
*Imprime:*  
Imprenta Provincial de Zaragoza  
*Depósito legal:*  
Z:1.538/2011



Zaragoza  
8 de mayo 2011

## ¿Qué son las dolinas y por qué se forman?

Con el término dolina se designa una depresión con forma redondeada o elíptica en planta en cuyo fondo, en ocasiones, hay agua. Son muy abundantes en las cercanías de Zaragoza y en su entorno. Su diámetro puede estar comprendido entre uno y cientos de metros, y su profundidad, entre 1 y 20 metros. Reciben diversas denominaciones (simas, celadas, tinajas, balsas, ojos) que dependen de los lugares, de su forma y de la presencia o no de agua en su fondo. Las áreas donde más abundan son los sectores de los valles del Ebro y Gállego comprendidos entre Pinseque-Garrapinillos-Zaragoza, La Cartuja-El Burgo de Ebro, La Puebla de Alfindén-Alfajarín, Zuera y Villamayor.



Antigua dolina al sur del aeropuerto de Zaragoza.



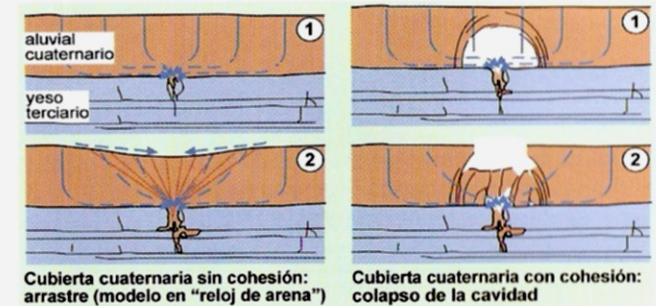
Las dolinas se forman por la disolución que produce el agua sobre las rocas de la Era Terciaria que están presentes en el subsuelo de Zaragoza. Estas rocas están formadas principalmente por yesos y sales de distinto tipo y se depositaron durante el Mioceno, hace unos 20 millones de años. Estos materiales están cubiertos localmente por depósitos cuaternarios (gravas, arenas y limos) generados por la actividad de los ríos. El agua que se filtra en la cubierta aluvial (en general, de permeabilidad elevada) suele quedar retenida al alcanzar el yeso, que es bastante impermeable. No obstante, si éste contiene fisuras, el agua penetra por ellas. La disolución causa el ensanchamiento de esas fracturas y zonas de debilidad naturales generándose conductos y galerías subterráneas.



Dolina de colapso con árboles en su interior.

El material de la cobertera puede ser arrastrado y evacuado a través de las cavidades y conductos. En el caso de una cobertera sin cohesión el modelo de respuesta es el de un material granular que reposa sobre un orificio (similar a lo que ocurre en un reloj de arena): se produce el arrastre lento de las gravas y arenas por esos conductos, se genera el hundimiento progresivo de la zona, y en superficie aparece una dolina de paredes muy tendidas y profundidad escasa. Si, por el contrario, la cubierta resiste durante un tiempo, mientras la disolución sigue agrandando las cavidades, es posible que, cuando finalmente se hunda, se forme una dolina profunda con paredes verticales o subverticales. Si el nivel freático está próximo a la superficie del terreno se produce el encharcamiento.

Cuando la profundidad de la dolina supera la del nivel freático de la zona, la depresión contiene agua. En algunos casos, se han utilizado como áreas de recreo por sus propietarios. En otros han sido rellenadas y posteriormente urbanizadas.



En los cortes del terreno se aprecia que sobre los materiales terciarios se disponen sedimentos cuaternarios. En este lugar se observa además una estructura de hundimiento en embudo. La disolución producida en los yesos terciarios ha causado colapso y arrastre de los sedimentos cuaternarios que los recubren.

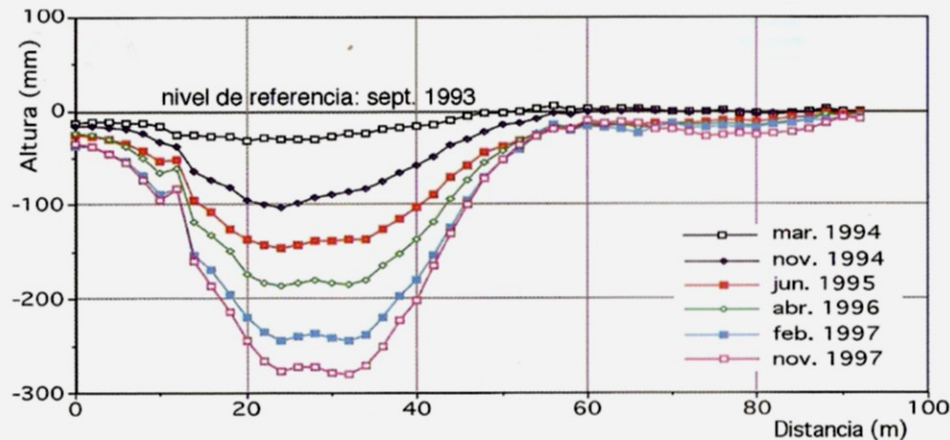
## ¿Se detiene la actividad de las dolinas?

Un buen método para determinar la presencia de dolinas es la utilización de fotografías aéreas y de mapas topográficos de diversas épocas. Mediante su estudio, se puede hacer el seguimiento de su evolución en las cercanías de Zaragoza en, al menos, los últimos 100 años. La zona ha estado dedicada a labores agrícolas y los agricultores convivían con las dolinas. Si tenían poca profundidad nivelaban la zona rellenándola. Si se producían colapsos, plantaban árboles o dejaban que evolucionaran de forma natural siendo colonizadas por vegetación. Ahora bien, a partir de los años 70 se urbanizaron grandes áreas. Para ello se procedió al relleno y nivelado de las dolinas y a menudo se construyó sobre ellas.

Puesto que el proceso de disolución del yeso permanece activo y se produce en el subsuelo, siendo las dolinas una manifestación superficial del mismo, al cabo de unos años muchas construcciones aparecen seriamente dañadas. Las conducciones sufren roturas repetidas, los edificios presentan zonas de hundimiento, fracturas e incluso colapsos en su interior. Todo ello obliga a la reparación continua de estos daños e incluso a la declaración de ruina y demolición de los edificios. Si se evita construir sobre o en las inmediaciones de las dolinas, una fracción importante de esos gastos económicos puede evitarse.

Fotografía aérea del año 1999 de una zona muy activa de la autovía de Logroño entre Pikolín y la Venta del Olivar. Con un círculo se señalan dolinas y con un cuadrado naves que por los graves daños que presentaban se demolieron.

El centro de las dolinas se hunde a velocidades del orden de varios centímetros por año. El perfil muestra el hundimiento progresivo de una dolina en la zona industrial de la autovía A-68, al oeste de Zaragoza, entre 1993 y 1997 (Soriano y Simón, 2002).



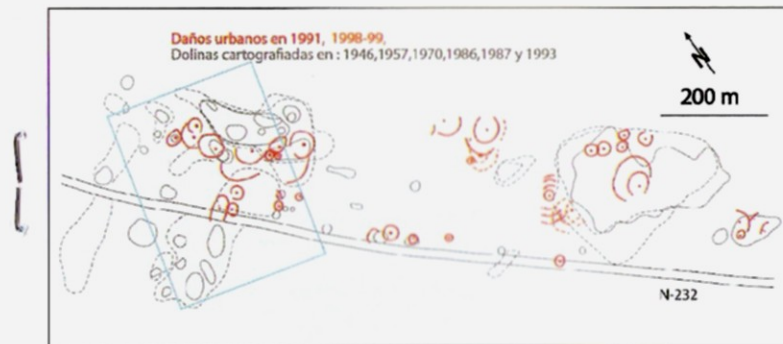
En algunas áreas la formación continuada de dolinas afecta también a vías de comunicación lo que obliga a reparaciones frecuentes de su pavimento.



En algunos casos la formación de dolinas ha provocado el hundimiento de la solera de naves industriales. Afortunadamente, hasta el momento, no se han producido desgracias personales.



Nave industrial con graves afecciones (fracturas y deformación en muro y ventanas), que hubo que demoler.



El análisis de diversas fotografías aéreas a lo largo del tiempo muestra que parte de las infraestructuras urbanas se construyeron sobre antiguas dolinas y que los daños generados en las mismas se producen dentro o en las zonas marginales de aquellas depresiones.

## Un viaje por el pasado ¿Son las dolinas sólo un fenómeno reciente?

Los cortes artificiales del terreno (graveras, taludes de carreteras, ferrocarriles,...), en depósitos cuaternarios de la zona permite ver la estructura interna de los mismos y comprender los fenómenos que ocurrían cuando se sedimentaban. Con frecuencia se observan formas en cubeta, embudo y tubos con paredes verticales cuyas dimensiones son muy variadas, es decir, morfologías como las que se desarrollan en las dolinas actuales. Los procesos de disolución que causaron la formación de esas antiguas dolinas afectaron a los materiales cuaternarios durante y posteriormente a su sedimentación. Se han encontrado dolinas de este tipo en materiales depositados a lo largo de todo el Cuaternario en el valle del Ebro. Dichas dolinas no son activas hoy día, ya que están recubiertas por depósitos más recientes que permanecen intactos. Son, por tanto, paleodolinas.



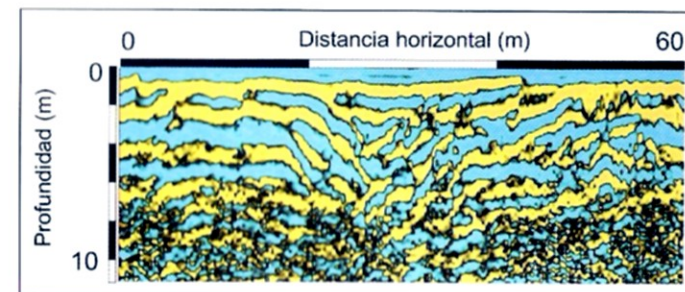
Paleodolina cuyo relleno en cubeta tiene una edad de unos 70.000 años (Luzón et al., 2008).

## Bibliografía:

- Luzón, M.A., Pérez, A., Soriano, M.A., Pocoví, A., 2008. Sedimentary record of Pleistocene paleodolines evolution in the Ebro Basin (NE Spain). *Sedimentary Geology* 205, 1-13.
- Pueyo-Anchueta, Ó., Casas-Sainz, A.M., Soriano, M.A. Pocoví-Juan, A. (2010) A geophysical survey routine for the detection of doline areas in the surroundings of Zaragoza (NE Spain) *Engineering Geology* 114, 382-396.
- Simón, J.L., Soriano, M.A., Arlegui, L.E., Caballero, J. 1998. *Estudio de riesgos de hundimientos kársticos en el corredor de la carretera de Logroño*, 77 pp. + 11 mapas. Ayuntamiento de

## Mirando al futuro ¿Se puede predecir si hay peligro de hundimiento?

Mediante el uso de distintas herramientas geofísicas (gravimetría, prospección geomagnética, prospección electromagnética y georradar) que detectan variaciones en las propiedades de los materiales del subsuelo, es posible determinar si en éste se están desarrollando cavidades antes de que se manifiesten en superficie y se generen las dolinas. De esta manera, se puede predecir las zonas donde pueden formarse depresiones en un futuro. También permiten determinar aquellas dolinas de hundimiento lento que se han estado rellenando de forma sistemática a lo largo de los años (fundamentalmente por los agricultores). La normativa urbanística de Zaragoza delimita las áreas de peligro en las que no puede edificarse, y prescribe la realización de estudios del subsuelo de este tipo para garantizar su seguridad.



Un equipo de georradar consta de un emisor de ondas radar y de un receptor que recoge la parte de esta señal que penetra en el terreno y se refleja en determinados niveles llamados reflectores. El registro continuo permite obtener "perfiles" del terreno donde se aprecian diferencias de penetración de la señal, de la velocidad de propagación y de la disposición de los reflectores.



- Zaragoza, Zaragoza. Disponible en la página web: <http://www.zaragoza.es/contenidos/urbanismo/pgouz/memoria/anejos/anejo03/anejo032.pdf>
- Simón J.L., Soriano, M.A., Pocoví, A., Arlegui, L.E., Casas, A.M., Liesa, C.L., Luzón, M.A., Pérez, A., Pueyo, Ó., Pueyo, E., Mochales, T., Gracia, F.J. y Ansón, D. (2009) Riesgo de subsidencia kársticas en áreas urbanas: el caso de Zaragoza. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra* 17.3, 303-315.
- Soriano, M.A., Simón, J.L., 2002., Subsidence rates and urban damages in alluvial dolines of the central Ebro basin (NE Spain). *Environmental Geology*, 42, 476-484.