

## Los poljes de Andalucía <sup>(\*)</sup>

René Lhénaff <sup>(1)</sup>

### RESUMEN

Los poljes son un elemento del modelado kárstico relativamente frecuente en Andalucía. Se presentan los conocimientos actuales sobre los poljes de las Cordilleras Béticas, estableciéndose una clasificación según sus dimensiones y su funcionamiento, y estudiando sus relaciones con la estructura. Por último, se ofrecen unas ideas sobre la evolución de algunos poljes.

**Palabras clave:** Karst, Polje, Andalucía.

### ABSTRACT

Poljes are relatively common elements of the karstic landscape in Andalucía. Some poljes of Betic Cordillera are presented and classified according to their dimensions, their hydrologic behaviour and their structural context. Some indications on polje evolution are given.

**Key words:** Karst, Polje, Andalucía.

### INTRODUCCIÓN

Los poljes son frecuentes en las montañas kársticas de Andalucía. No obstante, sólo algunos han sido estudiados en detalle, por lo que una síntesis es aún prematura. Sin embargo, si se puede ensayar una propuesta sobre su tipología, caracterizarlos en función de sus relaciones con la estructura y reconstruir las etapas mayores de su evolución.

### UNA GRAN VARIEDAD DE POLJES

Se puede, en primer lugar, clasificar los poljes andaluces en función de su tamaño. Los hay de grandes dimensiones, como el polje de Zafarraya, situado al S de la Sierra Gorda de Loja (Granada), que mide 10 km de E a O y 3,5 km de N a S. Sin embargo, la mayoría de ellos tienen de 2 a 4 km de longitud y no más de uno de anchura: son los casos de los poljes o semipoljes de la Sierra de Líbar (Llano de Líbar, Pozuelo), en la provincia de Málaga; de la Sierra de Cabra (Nava, Fuenseca), en la de Córdoba; y de la Sierra de las Nieves (Llanos de la Nava), también en Málaga. Otros son de pequeñas dimensiones, sin sobrepasar algunos centenares de metros de longitud, alcanzando como máximo un kilómetro: así son los pequeños poljes descritos por Pezzi (1977) en Sierra Gorda (Majada del Charco Negro, Casa de los Muertos); se puede citar también el existente junto al Cortijo de las Lagunas, en la Sierra de Lucena

(Córdoba), al pie de la cumbre de Alta Coloma, o los del flanco oriental de la Sierra de Líbar (Málaga) en los alrededores de la Cueva de la Pileta.

La tipología de los poljes puede estar basada también en su funcionamiento. Algunos son auténticas depresiones cerradas, con el fondo muy plano, en ocasiones presentando hums, dominados por montañas calcáreas muy karstificadas. Sus aguas son absorbidas por uno o varios ponors. Es el caso del polje de Zafarraya o el del Llano de Líbar. De cuando en cuando, los ponors pueden reexpulsar el agua y una lámina de inundación cubre entonces el fondo de la depresión, como en diciembre de 1963 ocurrió en el polje de Zafarraya. Los poljes de pequeñas dimensiones no tienen, generalmente, ponor: las aguas son absorbidas, en estos casos, de forma difusa; la lentitud de la infiltración puede explicar un exceso temporal de agua en la estación lluviosa (polje de las Lagunas).

Otros poljes son, actualmente, poljes abiertos. Sus aguas son evacuadas a través de un curso de agua subaéreo. Es el caso de los semi-poljes de la Sierra de Cabra o del de los Llanos de la Nava (Sierra de las Nieves). Sin embargo, mientras que este último está ya bien encajado y sólo presenta algunas dolinas con fondo húmedo, los primeros tienen todavía un fondo pantanoso extenso y una parte de las aguas que se estancan allí escapan del drenaje superficial, infiltrándose de forma difusa o por los ponors existentes en las calizas. En consecuencia, estos semipoljes no han cesado todos de ser funcionales. Un caso un poco particular es el del semipolje de Benaoján (Sierra de Líbar), en el cual las aguas del Arroyo de Montejaque se pierden y se infiltran de forma

\* Original en francés. Adaptación española de Juan José Durán Valsero.

<sup>(1)</sup> Institut Savoisien de la Montagne, Université de Savoie. BP 1104 F-73011. Chambéry-Cedex. Francia.

difusa; pero, tras una serie de lluvias abundantes, la escorrentía excede la capacidad de infiltración y no solamente el fondo de la depresión se ve invadido, sino que un emisario temporal se derrama por encima del umbral que cierra el polje por el S (Delannoy y Díaz del Olmo, 1986).

Por último, algunos poljes, hoy completamente secos, no son funcionales. Es el caso de los poljes de la Sierra Gorda de Loja, o los del flanco oriental de la Sierra de Líbar, cerca de la Cueva de la Pileta. Se trata en todos los casos, de poljes colgados en montañas muy karstificadas: las aguas se infiltran siempre de forma generalmente difusa, con una velocidad suficiente para que su fondo permanezca seco. Pero esto no ha sido así siempre: en la parte meridional del polje de la Majada del Charco del Negro, por ejemplo, la Cueva Horadada, situada a unos 40 m por encima de la depresión, fue probablemente un antiguo ponor de este polje, cuyo fondo descendió rápidamente en relación con el progreso de la karstificación interna del macizo y se vió acribillado de dolinas.

### **POLJES ESTRECHAMENTE CONDICIONADOS POR LA ESTRUCTURA**

Los poljes andaluces están localizados según unos condicionantes estructurales muy precisos. Se pueden clasificar, a este respecto, en tres categorías:

- Los poljes *sinclinales*, cuyo ejemplo tipo es el de Villaluenga del Rosario, en la Sierra de Grazalema (Cádiz). Las calizas jurásicas están plegadas en un sinclinal pinzado en el fondo del cual se conservan las margocalizas cretácicas. La depresión sinclinal, que separa la Sierra del Cañllo y la de Ubrique (Cádiz), ha sido ocupada en otro tiempo por un río; pero actualmente este río se pierde en la sima de Villaluenga situada en frente de esta localidad. El valle se dividió entonces en dos depresiones, escalonadas entre sí unos 40 m.

- Los poljes ligados a *fosas tectónicas* son los más frecuentes. Los más característicos son los del corazón de la Sierra de Líbar: se alojan en fosas o semifosas hundidas, en el seno del pliegue en cofre del macizo montañoso. A favor de estas depresiones estructurales, las margocalizas cretácicas se han conservado en el fondo de los poljes que están dominados por grandes vertientes de calizas jurásicas. En el caso de la Sierra de Cabra, las cosas son más complejas, dado que los poljes se inscriben en unas estructuras cabalgadas que recortan las fallas normales. La superposición anormal de unidades subbéticas con dominante calcárea, por medio de un cojín de rocas impermeables, ha favorecido la génesis de los poljes, en la medida que gracias a las fallas que desplazan verticalmente a las masas calizas de los dos mantos, estas entran en contacto y ofrecen un potencial kárstico bastante considerable; además, la intercalación de capas



Vista aérea del polje de Zafarraya (Sierra Gorda, Granada).



Panorámica del polje de Benaoján (Málaga).

impermeables ha creado condiciones favorables para la aparición de una lámina de inundación; por último, las fallas han condicionado el desarrollo de las redes subterráneas.

Los pequeños poljes son los que más frecuentemente están relacionados con las fallas. Se pueden poner, como ejemplo, los poljes del flanco oriental de la Sierra de Líbar, todos ellos situados en el ángulo de falla contrario, donde está conservada una lámina de margo calizas cretácicas. Igualmente, el polje de las Lagunas, en la Sierra de Lucena, se ha formado en la parte culminante del macizo de calizas liásicas, al pie de una falla normal que recorta oblicuamente un anticlinal, y que ha permitido la conservación de un afloramiento de margas toarcienses en el ángulo de falla.

- Los poljes ligados a las *estructuras imbricadas*. Se pueden adscribir a este tipo los pequeños poljes de la Sierra Gorda de Loja, que se localizan al pie de los escarpes de cabalgamiento de las calizas jurásicas sobre las margocalizas cretácicas; su dibujo en planta sigue fielmente el dispositivo estructural y se alinea en ocasiones con fallas normales que recortan más o menos oblicua-

mente el cabalgamiento. Más complejo es el polje de Zafarraya, que se encuentra alojado en un sistema de escamas: la depresión se inscribe en la escama de Zafarraya, imbricada entre la vertiente S de las calizas jurásicas del vasto domo anticlinal de la Sierra Gorda de Loja, y la escama de calizas jurásicas, prácticamente vertical, de la Sierra de Alhama; la unidad de Zafarraya, formada por potentes dolomías y calizas onduladas, y soportando al S unas margas grises, ocupa una posición relativamente deprimida. El polje está limitado por el este por una falla meridiana y está interceptado hacia el sur por unos flyschs que se apoyan en la escama de Alhama.

Está claro, por tanto, que los poljes tienen un origen tectónico. Pero su génesis es, generalmente, el resultado de una evolución compleja.

## GÉNESIS Y EVOLUCIÓN DE LOS POLJES

La colocación de las estructuras no es suficiente para que se desarrolle un polje: es necesario que la karstificación se desarrolle para que, poco a poco, las aguas encuentren una salida subterránea. Parece, además, que en algunos casos, la neotectónica no es ajena en relación con el cierre de estas depresiones.

El polje de Villaluenga del Rosario ofrece una demostración simple de lo dicho: el sinclinal en el cual está inscrito el polje ha estado recorrido por un curso de agua aéreo que ha desmontado ampliamente las margocalizas cretácicas. Con el proceso de karstificación, la red se ha desorganizado, y el tramo del curso de aguas arriba, ha sido absorbido por la Sima de Villaluenga. El polje así originado se ha desarrollado entonces a expensas de las calizas, como lo muestra la *banquette* de corrosión kárstica que se encuentra hoy colgada a unos 15 m por encima del fondo actual del polje. Según las investigaciones de Delannoy y Díaz del Olmo (1986), las aguas absorbidas por las calizas alcanzan una red subterránea de trazado caprichoso, pero que se alinea más o menos groseramente con el eje del sinclinal, para alcanzar la surgencia de Ubrique.

Incluso, las fosas o semifosas que se alinean en el eje de la Sierra de Lívar, han sido drenadas originariamente hacia el N, como sugiere el abatimiento mediante rellanos de los afloramientos de margocalizas cretácicas en esa dirección. Allí también, estas margocalizas han sido ampliamente eliminadas antes que las depresiones se transformaran en poljes: el encajamiento ha permitido, en efecto, el despeje de umbrales calizos entre las diversas depresiones y estos, ralentizando la incisión de las aguas, han favorecido las pérdidas en las calizas, en detrimento de la escorrentía superficial. Estas pérdidas hídricas de las aguas suponen, no obstante, el desarrollo anterior de un endokarst evolucionado. La existencia de un capital kárstico puede ser examinada aquí, habida cuenta de la génesis en dos tiempos de la Sierra de Lívar: después del

plegamiento, que se puede datar como Burdigalense (Lhénaff, 1977), el mar ha inundado el relieve, como lo prueban las molasas de la Cuenca de Ronda, que afloran hasta una altitud de 800 m en el extremo N del macizo montañoso; el volumen del relieve era modesto por aquel entonces, pero la karstificación pudo desarrollarse.

Un levantamiento post-tortonense del macizo, al tiempo que el vecino sinclinal del Guadiaro se acusaba, como muestran las deformaciones de las molasas de la Cuenca de Ronda, provocó una reactivación de la erosión además de una profundización del endokarst. Es verosímil, por tanto, que los poljes colgados del entorno de la Cueva de la Pileta hayan sido funcionales; pero el hundimiento de los conductos subterráneos (las galerías de la Cueva de la Pileta) detuvo pronto la evolución. Mucho más encajados en la masa montañosa, los poljes del Llano de Lívar y de Pozuelo se han originado, sin duda, mucho más tardíamente. Su evolución está además marcada por la presencia de una *banquette* de corrosión colgada a 10 m, y de dos ponors escalonados en el polje de los Llanos de Lívar. Delannoy *et al.* (1989) han podido datar en 140.000 años las concreciones que tapizan la entrada del ponor que se abre al nivel de esta *banquette*.

De igual forma, existen trazas de aplanamiento parcial en la Sierra de Cabra, que permiten reconstruir una



Polje de los Llanos de Lívar (Sierra de Lívar, Málaga-Cádiz).



Polje de la Nava (Sierra de Cabra, Córdoba).

génesis en dos tiempos (Lhénaff, 1977): plegamiento fini-burgaliense y levantamiento postortonense. Es, sin embargo, esta segunda fase la que ha sido decisiva para la génesis de los poljes. Es la que ha permitido a la erosión abatir la barrera kárstica de rocas impermeables que rodeaban el macizo por el N y por el O y, por tanto, profundizar el endokarst. Parece que, inicialmente, el polje de la Nava estaba drenado hacia el O por el valle del cual se encuentran los restos colgados a una altitud notable; pero este valle desemboca sobre la Sima de Cabra. Esta pérdida está sin duda en el origen del cierre del polje y de la formación de una *banquette* de corrosión colgada a 60 m. Una gran dolina de hundimiento, cerca del Cortijo de la Majada, se abre en una segunda *banquette*, situada a 30 m por encima del fondo de la depresión: se corresponde con una segunda fase de abatimiento de la barrera kárstica. Estas fases pueden ponerse en relación con las etapas de erosión del piedemonte, ligadas a las oscilaciones climáticas cuaternarias. No se dispone todavía, sin embargo, de dataciones para establecer correlaciones verosímiles.

El polje de Zafarraya, por último, ofrece un ejemplo del papel de la neotectónica: la estructura en escamas imbricadas es antigua, puesto que un brazo de mar tortoniense que comunicaba con la Cuenca de Granada invadió la depresión (Lhénaff, 1968). Las molasas que se depositaron en este mar fosilizaron el relieve hasta alrededor de los 1.200 m, y en su prolongación se elaboró un aplanamiento parcial en las calizas jurásicas de la Sierra Gorda. Después de la retirada del mar, las molasas han sido ampliamente desmontadas, gracias al encajamiento de una red hidrográfica que debía franquear la sierra de Alhama por la escotadura del Boquete de Zafarraya y por el umbral de Azafranera.

Simultáneamente, las aguas debían infiltrarse en las calizas y ejercer a la vez una corrosión química y una abrasión mecánica, gracias a las arenas que les suministraban las molasas. El desarrollo del endokarst ha terminado por desviar en su provecho todas las aguas, y claramente las del Arroyo de la Madre que atraviesa la depresión de E a O y se sume en un ponor al NO del polje. Este desvío ha sido facilitado por un probable rejuego tectónico: unos sondeos han revelado que el encajamiento máximo del polje en las margas grises de la escama de Zafarraya se encuentran a 70 m por debajo del Boquete de Zafarraya; ahora bien, por una parte, las láminas de superficie tortoniense situadas en la margen del polje han sido plegadas en ligero sinclinal en el eje de la depresión, y, por otra parte, existen deformaciones que afectan al piedemonte plio-pleistoceno de la Sierra de Tejada, en la prolongación del polje. Se puede pensar, por tanto, que el cierre del polje está ligado a una deformación tardía, sin poder descartar, sin embargo, la hipótesis de un encajamiento hacia atrás del Boquete de Zafarraya, ligado a un antiguo ponor situado en el contacto con las calizas de la

Sierra de Alhama. La evolución del polje ha beneficiado, a continuación, el abatimiento de la barrera kárstica que constituyen los flyschs situados al S de la Sierra de Alhama, debido a un levantamiento neotectónico del conjunto de las montañas litorales. Se encuentran acopladas hacia los 900-1.000 m de altitud, en el flanco S de la cresta de Alhama, algunas tobas calcáreas, en particular en el emplazamiento de una falla de desgarre que recorta, más al N, la falla que limita el polje por el O; estas tobas están actualmente colgadas a 200-300 m por encima de las fuentes actuales del Río Guaro, y las fuentes que las han originado están en nuestros días absolutamente secas.

Quedan por tanto incertidumbres sobre la génesis y evolución de los poljes. Y muchos pequeños poljes no han sido todavía estudiados hasta el presente. Por tanto, desde la actualidad se puede comprender que las estructuras, con frecuencia complejas, de la Cordillera Bética, crean unas condiciones favorables para la formación de los poljes, pero que estos no aparecen más que tras una larga evolución, en el curso de la cual el desarrollo de un endokarst profundo permite el cierre de las depresiones, eventualmente con la ayuda de una deformación neotectónica (Lhénaff, 1986). Sin embargo, la progresión en profundidad del endokarst priva a los poljes, situados en posición de mayor altura (colgados), de su lámina de inundación: dejan entonces de ser funcionales y se degradan poco a poco. En ocasiones, el abatimiento de las barreras kársticas contribuye al hundimiento del endokarst, pero puede a la larga favorecer el establecimiento de un drenaje superficial por erosión regresiva: los poljes, convertidos en poljes abiertos entonces, pueden continuar siendo parcialmente funcionales, pero tienden progresivamente a secarse y perder su especificidad. Así se explica la gran diversidad de los poljes de Andalucía.

## REFERENCIAS

- DELANNOY, J.J. y DÍAZ del OLMO, F. (1986): La Serranía de Grazalema (Málaga-Cádiz). Karst et cavités d'Andalousie, *Karstologia Mémoires*, 1, 55-70.
- DELANNOY, J.J.; DÍAZ del OLMO, F. y PULIDO BOSCH, A. (1989): *Reunión Franco-Española sur les Karsts Méditerranéens d'Andalousie Occidentale. (Cordillères Bétiques-Sierra Morena)*. Livret-Guide, 218 p.
- LHÉNAFF, R. (1968): Le poljé de Zafarraya (Province de Grenade). *Mélanges de la Casa de Velázquez*, IV, 5-25.
- LHÉNAFF, R. (1977): *Recherches géomorphologiques sur les Cordillères Bétiques centro-occidentales (Espagne)*. Thèse Univ. Paris, 713 p.
- LHÉNAFF, R. (1986): Les grandes poljés des Cordillères Bétiques andalouses et leurs rapports avec l'organisation endokarstique. Karst et cavités d'Andalousie, *Karstologia Mémoires*, 1, 101-112.
- PEZZI, M.C. (1977): Morfología kárstica del sector central de la Cordillera subbética. *Cuadernos Geográficos de la Universidad de*