

## El endorreísmo del sector central de la depresión del Ebro

MARÍA JESÚS IBÁÑEZ \*

El sector central de la depresión del Ebro se identifica con una de las zonas endorreicas más interesantes de la Península, fundamentalmente en cuanto a su extensión, reflejándose en un gran número de lagunas, estancas, charcas y balsas localizadas en amplias áreas depresivas o en extensas llanuras en cuya superficie se han excavado pequeñas cubetas que temporal o permanentemente aparecen cubiertas de agua.

A grandes rasgos, el endorreísmo de la depresión del Ebro no posee un carácter original con respecto al de las restantes zonas endorreicas peninsulares, puesto que los factores que condicionan el fenómeno son comunes en la mayor parte de los casos. Sin embargo, en detalle pueden aducirse una serie de matices diferenciadores, no sólo dentro del conjunto de la Península, sino también entre los distintos focos que integran el endorreísmo del Ebro.

Considerado a escala geológica, el endorreísmo no es un fenómeno reciente en la depresión del Ebro. El estancamiento de las aguas en el centro de la cuenca, sin drenaje exterior, quedó favorecido por el dispositivo topográfico-tectónico adquirido como consecuencia de la orogenia alpina; en efecto, ésta provocó un movimiento de elevación de las sierras pirenaicas e ibéricas, sincrónico al hundimiento de la actual depresión, que desde entonces quedó constituida como surco sedimentario de primer orden, cerrado al norte y al sur por los Pirineos y el Sistema Ibérico respectivamente, mientras que por el oeste formaba barrera el extremo oriental de la Cordillera Cantábrica, y la depresión se hallaba bloqueada hacia el Mediterráneo por la Cordillera Costera Catalana, dispuesta paralelamente a la costa. Las aguas que siguiendo las pendientes de los relieves enmar-

---

\* Depto. de Geografía de la Universidad de Zaragoza.

cantes. fluían hacia la depresión eran retenidas en el centro de la misma, carentes del desagüe actual.

En estas condiciones puede considerarse un endorreísmo terciario en la depresión del Ebro, la cual cobijó uno o varios lagos receptores de las aguas aportadas por los antecesores de los actuales cursos fluviales, y en cuyo centro se sedimentaron diversos tipos de materiales por procesos de decantación (arcillas, margas) o de precipitación (yesos, calizas, sales), materiales que en la actualidad forman la litología característica del sector central de la depresión, en oposición a las series detríticas groseras (areniscas y conglomerados) localizadas en los sectores marginales.

De este endorreísmo terciario tenemos numerosos testimonios en toda la depresión del Ebro, pero sin duda los más concluyentes son: a) Las rocas evaporitas aflorantes a lo largo del eje central de la depresión, tales como la sal de Remolinos o los yesos que se extienden por todo el sector central; estos materiales, formados bajo unas condiciones climáticas áridas o sub-áridas determinantes de una intensa evaporación y de la consiguiente precipitación de sales, son los más representativos de las antiguas cuencas lacustres. Este medio acuático de sedimentación queda también reflejado en las calizas que, coronando las muelas que marginan el fondo del valle del Ebro, constituyen la cumbre del relleno mioceno de la depresión. b) Los paleocanales, patentes en muchas de las formaciones de areniscas, pero con un espectacular desarrollo en la zona Escatrón-Caspe-Alcañiz. Estos paleocanales, cuya continuidad espacial puede aún reconstruirse, forman una red meandriforme y densa, indicio de la existencia durante el Terciario y en distintos sectores de la depresión de áreas de drenaje indeciso, con carácter pantanoso-deltaico.

Aun cuando los grandes rasgos topográficos y las características climáticas del Terciario se mantienen, con algunas variantes, en la depresión del Ebro a lo largo del Cuaternario, el endorreísmo actual no puede ser considerado como herencia del endorreísmo terciario. Sin embargo, los caracteres lito-estructurales adquiridos durante aquel período han intervenido positivamente en la aparición y pervivencia del actual endorreísmo.

Considerados individualmente, y sin hacer una enumeración exhaustiva de las charcas, lagunas, balsas y estancas que los integran, los focos endorreicos más representativos del sector central de la depresión del Ebro son los siguientes<sup>1</sup>:

---

1. DANTÍN CERECEDA hace una descripción minuciosa de cada uno de los focos endorreicos de la depresión del Ebro en su sector aragonés. DANTÍN CERECEDA, J., «Distribución y extensión del endorreísmo aragonés», Estudios Geográficos, número 8. Madrid, 1942, págs. 505-595.

—*Cinco Villas*. Entre los 300 y 480 m. de altitud, este foco se centra fundamentalmente en las proximidades de Sádaba y Ejea de los Caballeros, formado en conjunto por unas veinte lagunas, de las que pocas poseen carácter permanente. En general son de dimensiones reducidas; así, la Estanca de Bueta, una de las mayores, no supera los 750 m. en su eje mayor; sólo en los casos de las lagunas acondicionadas para embalses (Estanca de Valdelafuén y Pantano de San Bartolomé) se alcanza un kilómetro de longitud.

Entre este foco y el más oriental de la margen izquierda del Ebro, el de Monegros, el endorreísmo no está ausente, manifestándose claramente en una zona cuya toponimia es expresiva, «desierto o llanos de La Violada».

—*Monegros*. Con carácter predominantemente temporal, y entre los 250 y 280 m. de altitud, las lagunas de Sariñena y de El Basal, ambas con unas dimensiones de 1,5 por 1 Km., son las más importantes en un tipo de paisaje llano y estepario en el que la aridez de la depresión del Ebro se manifiesta con acusada agresividad.

En la misma comarca monegrina, pero más cerca del Ebro, las lagunas de Bujaraloz-Sástago, en un número no inferior a veinticinco y entre los 320 y 360 m. de altitud, forman uno de los conjuntos endorreicos más interesantes de la depresión. De estas lagunas, varias se aproximan a 1 Km. de eje mayor (lagunas del Camarón, del Rebollón, del Pito) y una de ellas, la laguna de la Playa, posee una extensión de 3 por 2 Km.

—*Sector Tudela-Calahorra*. En la margen derecha del Ebro y entre los 300 y 360 m. de altitud se localizan las áreas endorreicas mejor desarrolladas de Navarra y Logroño, prácticamente en continuidad con el endorreísmo aragonés más occidental. Está integrado el conjunto por más de quince lagunas y balsas que rara vez poseen un kilómetro de longitud, siendo la más extensa la balsa de Purguel. Acondicionadas muchas de ellas con represa para concentración de agua (pantanos de la Nava, de Cuadra, de Purguel, etc.), hay predominio de embalses permanentes.

—*Campo de Tarazona-Borja*. En este foco las aguas estancadas son en general temporales, estando caracterizada la zona por una serie de balsas dispersas, entre las que cabe destacar la Estanca de Borja, a 400 m. de altitud, y el conjunto al noreste de Magallón. La acción antrópica, a través de una densa red de acequias para regadío, ha desfigurado considerablemente el paisaje natural.

—*Tierra de Belchite*. La balsa de El Planerón, a 250 m. de altitud y con 750 por 500 m. de ejes mayor y menor, es el máximo representante del endorreísmo de este sector, presentando una extensión más reducida La Sulfúrica de Mediana, al noroeste de esta localidad.

—*Bajo Aragón.* Se concentra fundamentalmente el endorreísmo bajoaragonés en el llamado «Desierto de Calanda», entre esta población y Alcañiz. El número de pequeñas cubetas temporalmente cubiertas por las aguas asciende a unas veinticinco, si bien sólo dos, La Estanca (la única con carácter permanente) y la Salada Grande, alcanzan dimensiones considerables, del orden de un kilómetro en su eje mayor.

Próxima al Ebro, del que dista escasamente 4 Km., La Salada de Chirprana, con una extensión de 1.000 por 750 m., y acompañada de un cortejo de charcas, es la laguna endorreica ubicada a menor altitud en la depresión del Ebro, a 150 m.

Quedan, pues, incluídas dentro del área endorreica del centro de la depresión del Ebro las manifestaciones localizadas entre los ríos Aragón y Cinca, en la margen izquierda del Ebro, y entre el Cidacos y el Guadaloque en la derecha, correspondiendo la mayor parte de los focos a Aragón, si bien el fenómeno está también representado en Navarra y en Logroño.

#### CAUSAS DEL ENDORREÍSMO

En su génesis han intervenido una serie de factores, de los cuales uno o más pueden predominar sobre los restantes, pero su combinación es la determinante del endorreísmo de la depresión. Analizados individualmente estos factores, destacan como decisivos en la aparición y pervivencia del endorreísmo actual los siguientes:

*Factor topográfico-estructural.* — Hemos apuntado ya que los focos endorreicos más representativos se localizan en las partes bajas de la depresión, en una zona coincidente con la amplia charnela de una deformación sinclinatoria relacionada con una adaptación sinsedimentaria de los materiales del Terciario superior, que colmataron la depresión y que han sido sometidos a un proceso de subsidencia lento y continuado. Así pues, frente a los buzamientos que pueden presentar las series terciarias en los bordes de la depresión, buzamientos convergentes hacia el eje del Ebro y que normalmente no sobrepasan los 10-15°, las series del centro poseen en general una marcada horizontalidad estructural, sólo interrumpida por accidentes y buzamientos locales cuyo valor rara vez supera los 3°.

Este dispositivo estructural supone una ausencia de pendientes topográficas originales, capaces de dirigir la concentración de las aguas de arroyada superficial en cauces, por lo que el proceso de erosión lineal es poco eficaz, a excepción de algunos sectores con escarpes erosivos, como son las vertientes que delimitan las plataformas o «muelas», y que se iden-

tifican con zonas de transición entre las extensas llanuras escalonadas en altitud, típico relieve del fondo de la gran cubeta del Ebro. Estas llanuras interfluviales constituyen, pues, un factor favorable al estancamiento interno de las aguas, que sólo parcialmente alcanzan las arterias fluviales alógenas procedentes del Pirineo o del Sistema Ibérico.

El foco de Alcañiz-Calanda no participa, sin embargo, de manera directa en la horizontalidad de las series centrales. El rejuego del domo paleozoico de Puig Moreno, aflorante en la mitad meridional de la depresión del Ebro como un pequeño umbral dentro del Terciario superior, ha provocado una laxa deformación local, también de carácter sinclinal, que centra la principal manifestación del endorreísmo bajoaragonés. Los efectos son semejantes a los ya citados en el caso de la depresión fundamental.

La horizontalidad topográfico-estructural influye asimismo indirectamente en el endorreísmo de la depresión del Ebro. Sometidas las aguas de arroyada a una fluencia muy lenta, dada la inexistencia de desniveles importantes, se produce una pérdida de caudal durante el trayecto en función de una intensa evaporación, lo que repercute en la potencia de la red hidrográfica, deficiente e incapaz de incidir y de organizar el drenaje de la zona.

*Factor litológico.* — Juega un papel fundamental tanto en la génesis de las cubetas en las que se ubican las lagunas como en la permanencia, continua o temporal, del agua en éstas. Efectivamente, la localización de lagunas, charcas y estancas se corresponde en todos los casos con un afloramiento de margas o arcillas, rocas impermeables que impiden la infiltración del agua en profundidad e imponen su estancamiento en superficie. Por otra parte, el afloramiento de estas facies margo-arcillosas está relacionado en muchos de los casos con un proceso de erosión previo, puesto que normalmente dichos materiales no constituyen la cumbre de la sedimentación terciaria en la depresión del Ebro.

Las áreas endorreicas de la depresión suponen, pues, una actividad erosiva anterior a la aparición del endorreísmo actual. ¿Cómo se ha ejercido el proceso? Cabe aquí establecer una clara diferenciación entre la génesis de unos focos endorreicos y otros.

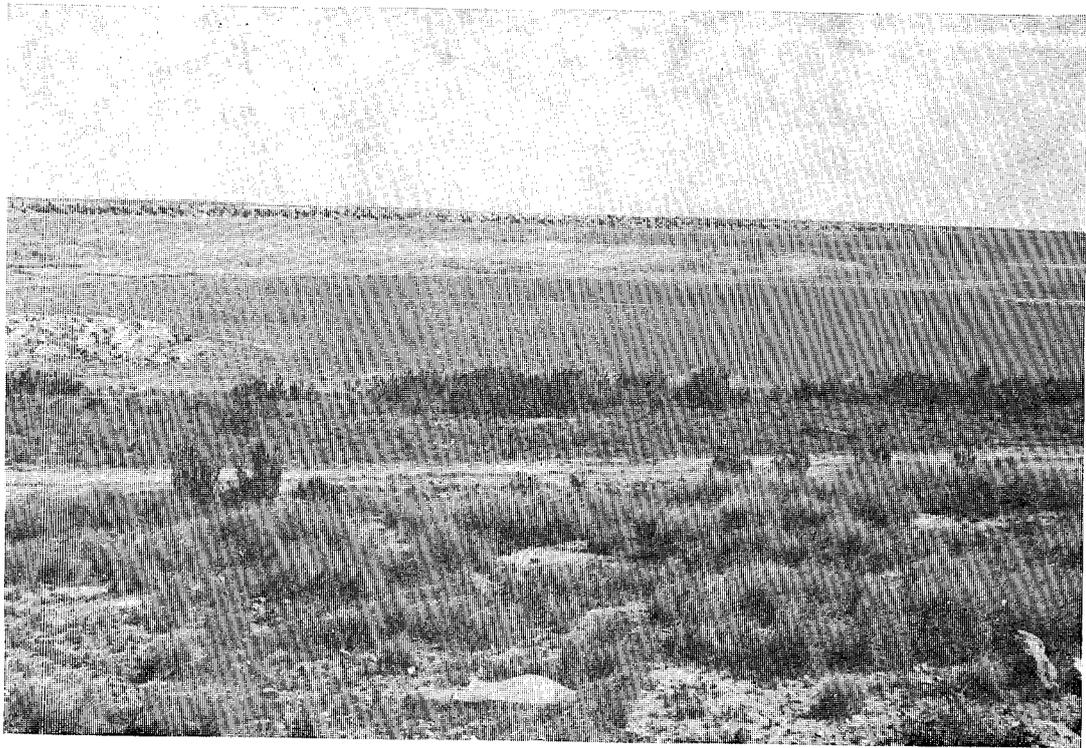
Hemos hecho ya referencia a la existencia en la depresión del Ebro de unos contrastes litológicos entre el centro y las márgenes, «cambio lateral de facies» típico de una cuenca de sedimentación. Es precisamente en las zonas de contacto entre las distintas litologías en donde se ha realizado el proceso de erosión diferencial, que ha desembocado en la aparición de algunas áreas depresivas, groseramente paralelas al eje del Ebro y de considerable extensión. A este tipo responde la ubicación de los focos

endorreicos de Cinco Villas y de Alcañiz-Calanda, si bien en este último interviene también un dispositivo sinclinal de carácter local. En el caso de Cinco Villas la depresión se abre entre las calizas de las plataformas de Plana Negra y de los Montes de Castejón, que cierran la depresión al Ebro, y las series detríticas de areniscas que entre Sádaba y Luna forman el piedemonte de las sierras exteriores en este sector. La depresión de Alcañiz-Calanda, próxima al Guadalope, queda delimitada al norte por las areniscas terciarias adosadas al flanco meridional de Puig Moreno, mientras que hacia el sur los conglomerados marginales de la cuenca del Ebro bordean la depresión endorreica según una línea NW.-SE. En ambos casos la actividad erosiva ha puesto de manifiesto un sustrato impermeable, dándose así las condiciones litológicas apropiadas para la aparición del fenómeno endorreico.

La individualización de pequeñas cubetas dentro de estas áreas depresivas principales ha sido también al parecer función de la erosión diferencial. Así, en el sector de Sádaba-Ejea las lagunas más importantes, como las de Valdefuén o San Bartolomé, se localizan en reducidas depresiones excavadas entre las acumulaciones detríticas cuaternarias, que, como grandes conos de deyección ligados a los ríos Riguel, Arba, Farasdués y Orés, se depositaron en la zona, y las series terciarias. En el caso de Alcañiz-Calanda, la presencia de paleocanales terciarios ha provocado una interesante inversión de relieve, de manera que niveles de areniscas en bancos pocos continuos enmarcan depresiones de fondo arcilloso, tal como ocurre en La Estanca o en La Salada Grande, las lagunas más representativas de este sector. Un dispositivo semejante reaparece en la zona entre Escatrón y Caspe.

Un proceso similar de erosión diferencial creemos que es el responsable de la génesis y evolución de las depresiones que cobijan las lagunas, charcas y balsas de los focos de Tudela-Calahorra y Tarazona-Borja. Estos, muy próximos al Ebro, se localizan en pleno cuaternario del Ebro o en el del curso bajo de sus afluentes, en relación bien con niveles de terrazas, bien con niveles de glacis. Las depresiones, en general individualizadas, se han excavado con frecuencia en el contacto entre los materiales terciarios y las formaciones cuaternarias, como la balsa de Gañarul o la laguna al sur de Calahorra. Se trata, pues, de cubetas de erosión diferencial que dejan en resalte, con inversión de relieve, el borde interno de los depósitos cuaternarios, los cuales hacen de barrera natural a las aguas en su posible fluencia hacia un nivel de base con carácter exorreico.

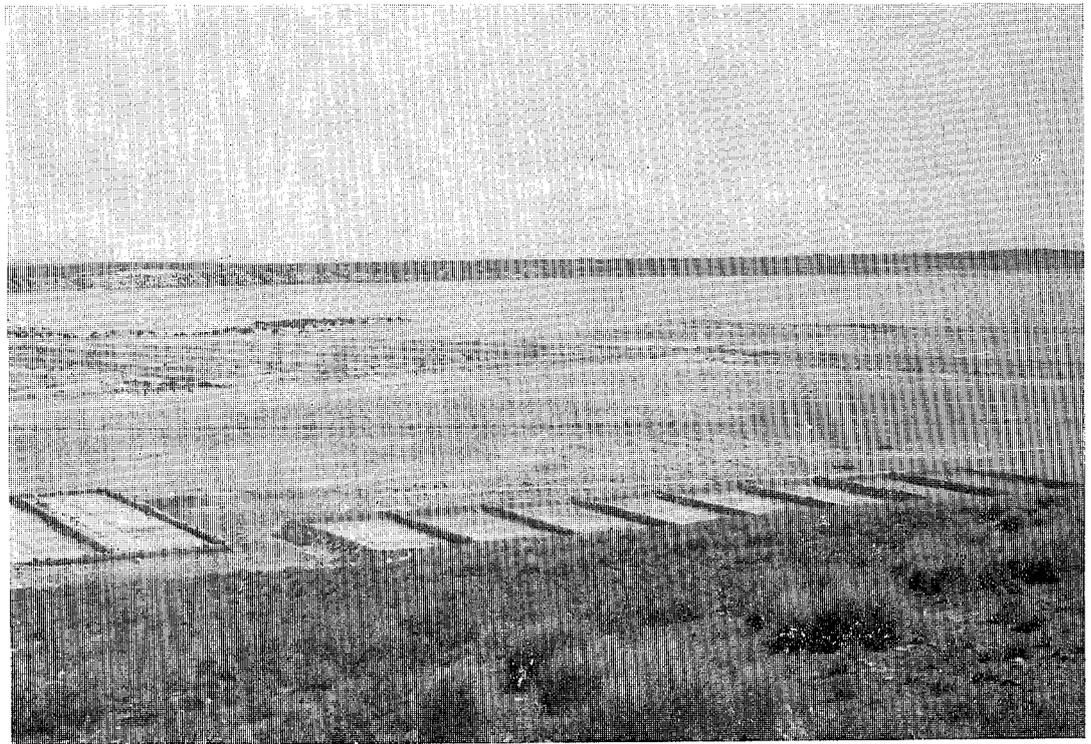
Más difícil resulta explicar la formación de algunas pequeñas cubetas localizadas en zonas sin una diferenciación litológica lateral apreciable y, más concretamente, algunas de las lagunas situadas en acumulaciones



Laguna endorreica de carácter temporal en el paraje de «Las Seltas», al Sur de Bujaraloz. De forma casi circular, la cubeta queda bien delimitada por una pequeña cornisa calcárea.



Vista parcial de la Laguna de Gañarul, al Este de Borja, localizada en el contacto entre el cuaternario detrítico y las series terciarias de la depresión del Ebro.



Laguna de La Playa, excavada en los niveles de calizas y yesos constatables en el escarpe marginal de la laguna. En primer plano, las salinas.



Vista de conjunto de una de las depresiones endorreicas en el foco de Alcañiz-Calanda. Destaca la tonalidad blanquecina de la costra de sal que cubre el fondo de una de las lagunas desecadas (Salada de la Jabonera de las Torrazas).

cuaternarias. Dentro de este tipo resaltan la laguna de Sariñena, próxima a la confluencia de los ríos Alcanadre-Flumen, y la balsa del Planerón, al norte del río Aguas Vivas; cabría también citar algunas de las ubicadas en los focos citados en el párrafo anterior. En nuestra opinión, el origen de estas cubetas puede atribuirse a un proceso erosivo ejercido a expensas de afloramientos locales, en el techo de distintos niveles cuaternarios, de facies arenosas o limosas poco coherentes, indentadas con facies detríticas groseras, lo que supondría una diferencia de resistividad a la erosión favoreciendo la excavación de los materiales menos diagenizados; una vez esbozada la depresión, su evolución ha podido proseguir por retroceso de las series detríticas marginales del alvéolo originario.

Genéticamente destaca, por los procesos que en él han intervenido, el foco de Bujaraloz-Sástago. A 320-360 m. de altitud, las cubetas integrantes de esta área endorreica se han excavado sobre una plataforma estructural de marcada horizontalidad, constituida por niveles calcáreos en la cumbre y niveles yesíferos y margosos en profundidad. En la superficie calcárea de la plataforma se han abierto una serie de alvéolos aprovechando un dispositivo tectónico peculiar; en efecto, una red de diaclasas<sup>2</sup> de orientación NW.-SE. han sido las líneas de debilidad a expensas de las cuales se han generado dichos alvéolos, los cuales pueden ser considerados como verdaderas dolinas, bien enmarcadas por escarpes de escaso salto, y en algunos casos enlazadas lateralmente, originando depresiones alargadas de dirección NW.-SE., de acuerdo con las líneas tectónicas (depresión en que se ubica la Salina de la Muerte, o depresiones al sur de Bujaraloz).

La litología constituye, pues, en todos los casos un factor de primer orden en la génesis y evolución de los centros endorreicos. La diferenciación morfológica de las distintas cubetas es función, sobre todo, de la diversidad de litologías en que aquéllas se han excavado.

*Factor climático.* — La depresión del Ebro en su sector central, y muy especialmente en Aragón, se identifica con una de las áreas peninsulares de más marcada aridez. Este aspecto es fundamental en el endorreísmo de la depresión, puesto que, admitiendo unas características morfolíticas idénticas a las ya existentes, una mayor humedad climática, determinante de un caudal hídrico más elevado en la actual red endorreica, podría conducir al exorreísmo de dicha red.

Aunque resulta difícil cuantificar la combinación de los distintos elementos climáticos que intervienen en el fenómeno endorreico, es eviden-

2. QUIRANTES, J., «Nota sobre las lagunas de Bujaraloz-Sástago», *Geographica*, enero-diciembre, 1965, pág. 31.

te que el hecho que más directamente contribuye a la aridez es el escaso volumen anual de precipitaciones, consecuencia del efecto de «sombra pluviométrica» producida por la barrera montañosa que enmarca la depresión y que es responsable de que los ciclones atlánticos lleguen a ésta prácticamente desecados. Esto se refleja en los valores pluviométricos anuales<sup>3</sup> correspondientes a estaciones localizadas dentro del conjunto endorreico de la depresión, y que oscilan entre los 300 mm. de Alagón y los 449 mm. de Tudela, siendo el valor medio de 370 mm., aproximadamente.

Si los totales pluviométricos son bajos, el problema se acentúa al considerar el reparto de las lluvias a lo largo del año. En efecto, el máximo de precipitaciones corresponde a los meses de mayo-junio y septiembre-octubre, períodos en los que las temperaturas son suficientemente elevadas como para que los valores de evapotranspiración potencial sean altos, entre 674 mm. en Borja y 975 mm. en Sariñena y, por supuesto, superiores al volumen de agua caída. La eficacia de las lluvias otoñales y primaverales queda, por lo tanto, considerablemente disminuída.

Aplicando dos índices que permiten clasificar objetivamente el sector central de la depresión del Ebro dentro de los marcos de humedad-aridez, los resultados son similares, quedando reflejados en el siguiente cuadro:

<i>Estación</i>	<i>Índice de De Martonne (1942)</i>	<i>Índice de Thornthwaite</i>
Zaragoza .....	9'09	57'5
Tudela .....	14'09	40'1
Gallur .....	9'92	55'6
Alagón .....	8'65	61'5
Escatrón .....	9'86	56'6
Caspe .....	8'63	59'3
Sariñena .....	11'84	60'3
Bujaraloz .....	11'04	48'4
Paracuello de M. ....	12'62	46'7
Tarazona .....	12'21	49'0
Borja .....	13'63	38'6
Epila .....	10'59	56'5
Alcañiz .....	11'62	50'7
Calanda .....	11'50	52'4

3. Los datos climáticos han sido obtenidos de: LISO, M. y ASCASO, A., «Introducción al estudio de la evapotranspiración y clasificación climática de la cuenca del Ebro», Anales de la Estación Experimental de Aula Dei, XXV aniversario, vol. 10, núms. 1-2, 1969.

Aun partiendo en ambos casos de datos diferentes (DE MARTONNE —1942— de valores de precipitación y temperatura, y THORTHWAITE de valores de evapotranspiración potencial y real), los índices expresados conducen a la inclusión del clima regional dentro de los climas semiáridos<sup>4</sup> con marcado déficit de agua, déficit que oscila entre 260 mm. en Borja y 588 mm. en Sariñena, siendo el valor medio de 420 mm. anuales.

Globalmente, los déficits más acusados se constatan durante los meses de junio a septiembre, coincidiendo con el mínimo pluviométrico estival propio de los climas mediterráneos. Durante este período el posible «stock» hídrico de los meses invernales es restituído a la atmósfera por el proceso de evapotranspiración, activado éste por las elevadas temperaturas del verano.

Las consecuencias del déficit de agua son decisivas en la pervivencia del endorreísmo, ya que a partir de ese déficit se producen una serie de fenómenos en cadena. La escasa agua sobrante para el arroyamiento en los períodos de lluvia se canaliza a través de cauces poco impresos, divagantes y que con frecuencia se pierden antes de alcanzar el nivel de las lagunas o estancas. Este drenaje deficitario, nulo durante la estación estival, se opone a la existencia de cursos de agua activos, de manera que todo proceso de incisión lineal y de erosión remontante queda bloqueado, y con ello el posible desagüe de estas aguas interiores hacia arterias principales exorreicas.

Por último, dentro del factor climático, otro elemento, el viento, participa activa aunque indirectamente en el endorreísmo de la depresión del Ebro. Los vientos, con predominio de los de componente NW., recorren longitudinalmente la depresión, renovándose así de manera continuada un aire no saturado capaz de absorber, total o parcialmente, el agua estancada en superficie o almacenada en el suelo. Con su acción desecante, el viento acentúa, en consecuencia, el grado de aridez.

La acción del viento ha podido intervenir asimismo en la génesis de determinadas áreas depresivas. La orientación de algunas de éstas es claramente NW.-SE., correspondiéndose, pues, con la dirección del viento dominante en la cuenca del Ebro, por lo que localmente en la excavación de las citadas depresiones de erosión diferencial el viento puede haber sido un agente de erosión importante, sobre todo en los sectores en los

---

4. Según la fórmula de DE MARTONNE (1942), los índices de las zonas semiáridas varían de 5 a 20, siendo los índices inferiores a 5 propios de zonas desérticas. Para THORNTHWAITE, la transición entre un clima seco semihúmedo y un clima semiárido se sitúa en el valor 35, acentuándose la aridez a medida que el valor del índice aumenta.

que un dispositivo tectónico-estructural previo favoreció su actividad. Tal sería el caso de las depresiones enmarcadas por paleocanales en el foco del Bajo Aragón, o las excavadas a partir de las líneas de diaclasación NW.-SE. en el sector de Bujaraloz-Sástago. Por lo tanto, y sin tratar de generalizar, algunas de las cubetas endorreicas podrían ser consideradas como depresiones hidroecólicas.

Resumiendo, las áreas endorreicas del centro de la depresión del Ebro son el resultado de una interferencia de factores diversos que se manifiestan en la zona y que en síntesis son: 1) horizontalidad topográfica y estructural, favorable al estancamiento de las aguas por falta de una fluencia dirigida; 2) contrastes litológicos, permitiendo una erosión diferencial eficaz en las líneas de contacto; 3) presencia de niveles impermeables en el fondo de las depresiones, impidiendo la infiltración de las aguas estancadas y de escorrentía superficial; 4) déficit de agua, reflejado en la aridez de la zona y en el escaso caudal de la red endorreica, incapaz de incidir y evolucionar hacia un exorreísmo.

Considerados individualmente, ninguno de estos factores son decisivos en el endorreísmo de la depresión del Ebro, si bien en nuestra opinión la aridez climática interviene de manera determinante, ya que ni el dispositivo topográfico-estructural ni la litología podrían impedir un drenaje normal, de tipo exorreico, en el caso de que un caudal hídrico suficiente transformase en positiva la potencia neta de la red hidrográfica, capaz así de activar la erosión lineal y de establecer una jerarquización. Sin embargo, es evidente que la estructura, y en particular la litología, colaboran positivamente con el factor climático; de forma indirecta, por los cambios laterales de facies y por la existencia de determinados fenómenos tectónicos, y directamente por la presencia de un sustrato margo-arcilloso impermeable. Efectivamente, en relación a este último punto, y aun partiendo de hipotéticos valores pluviométricos más elevados que los reales, la ausencia de niveles impermeables conduciría a una fuerte pérdida de agua por infiltración y, consecuentemente, a la ineficacia de las precipitaciones.

#### CARACTERÍSTICAS DE LAS LAGUNAS ENDORREICAS

En un estudio analítico de los distintos focos endorreicos puede establecerse una serie de matices diferenciadores, no sólo desde el punto de vista genético, sino también desde el morfológico, como queda reflejado en la fisonomía de las lagunas. Así, frente a un mayor encajamiento de los alvéolos en el sector de Bujaraloz-Sástago, en donde los fondos depresivos se hallan delimitados por un pequeño escarpe bien marcado,

muchas de las cubetas excavadas a partir de niveles detríticos del terciario, como las del sector de Alcañiz-Calanda o las de Cinco Villas, no poseen unos límites claros, pasándose sin solución de continuidad de los fondos margo-arcillosos de las lagunas a los interfluvios que indecisamente las cierran. Pero aun admitiendo estas diferencias, algunos rasgos son comunes a la mayor parte de cubetas y lagunas endorreicas, pudiendo citarse como más representativos los caracteres siguientes:

—Se trata de lagunas de reducida extensión, que con frecuencia poseen menos de un kilómetro cuadrado de superficie, y de escasa profundidad, en muchos casos inferior a un metro, por lo que normalmente el agua estancada sólo forma una lámina. Algunas lagunas son, sin embargo, excepción; por ejemplo, la de Sariñena (unos 4 m.), la de La Playa (4-6 m.) y, en general, aquéllas que han sido acondicionadas por el hombre para servir de embalses, tal como La Estanca de Alcañiz (14 m. de profundidad, aproximadamente).

—Predominan las lagunas temporales, pues dada la poca profundidad de las aguas, el proceso de evaporación absorbe con rapidez el agua estancada, procedente casi exclusivamente de las precipitaciones. No obstante, existen casos en que, a pesar de una acusada disminución de volumen en los momentos de estiaje, la desecación no es total. En esta permanencia del agua en las lagunas intervienen con frecuencia condicionamientos locales, ajenos directamente al clima; así, la laguna de Mediana está alimentada por aguas subterráneas; la de Sariñena recibe aportes de un nivel acuífero, a partir de resurgencias situadas en el contacto entre la amulación aluvial permeable y un basamento margoso impermeable; y hay que mencionar también las ya citadas lagunas y estancas que han sido represadas antrópicamente para embalsar las aguas provenientes de acequias alimentadas en general por ríos pirenaicos o ibéricos.

—Normalmente, las lagunas endorreicas poseen carácter salino, debido a una concentración de sales aportadas en solución por las aguas de arroyada superficial, que en su recorrido se cargan de elementos procedentes de la leixiviación de los materiales aflorantes. Estas sales, sulfatos y cloruros fundamentalmente, permanecen disueltas en el agua, no pudiendo ser evacuadas por falta de drenaje externo. La salinidad es mayor en las lagunas temporales, descendiendo el valor en las de aguas permanentes, en particular en aquellas lagunas alimentadas artificialmente por aguas dulces procedentes de arterias fluviales; éste es el caso de La Estanca de Alcañiz, a la que se canaliza agua del Guadalope y en la que el grado de salinidad es muy bajo, inferior a 1 g./l., frente a los 21'5 g./l. de la Salada Grande, próxima a aquélla.

La toponimia de las áreas endorreicas es particularmente expresiva de esta salinidad: Balsa del Agua Salada (N. de Corella), Salina del Camarón o Salina del Rollico (N. de Sástago), Laguna Salada (SW. de Chiprana), etc. De ahí la frecuente identificación de los términos «salada» y «laguna».

En relación con esta salinidad, las superficies de las lagunas presentan en los períodos de sequía (invierno y, sobre todo, verano) una costra de sal, de tonalidad blanquecina, que proporciona un aspecto muy particular a los centros endorreicos. Debido a que la evaporación potencial supera en mucho el volumen de agua precipitada, muy concretamente durante la estación estival, los movimientos ascendentes de agua en el suelo son los dominantes, produciéndose, en consecuencia, una concentración de sales en superficie que forman un depósito salino continuo si la desecación es total. En algunos casos, este depósito fue antiguamente explotado, teniéndose constancia del hecho ya a finales del siglo XVIII, tal como atestigua ASSO respecto a la Salada Grande; y hasta nuestros días han sido explotadas las salinas de la laguna de La Playa.

La costra salina es, sin embargo, poco potente en general, oscilando entre algún milímetro y un centímetro. En los períodos de lluvia, durante los cuales las lagunas se cubren de agua, las sales son disueltas de nuevo, produciéndose así una alternancia estacional del depósito ligada a las variaciones de precipitación y temperatura.

—Las lagunas tienden a concentrarse en conjuntos, por lo que se hace referencia a «focos endorreicos», integrados por una serie de pequeñas cubetas que oscilan en número, entre cinco y veinticinco aproximadamente, en función, sobre todo, de las condiciones locales que son las que determinan su menor o mayor multiplicidad por procesos de erosión diferencial. Una amplia área depresiva engloba, pues, un elevado número de depresiones secundarias, cada una de las cuales cobija una laguna, estanca, charca o balsa.

—La tendencia general en la evolución de estas lagunas es a una colmatación progresiva de las hondonadas en que se alojan. En efecto, como consecuencia de los sucesivos procesos de relleno de agua-desecación se produce, junto con las sales, una deposición de partículas detriticas de pequeña granulometría (arcillas, limos y arenas, preferentemente), transportadas por las aguas de arroyada y que, debido a la inexistencia de cursos que drenen las lagunas, no pueden ser evacuadas de éstas. Esto conduce a una lenta colmatación de las depresiones endorreicas, constatable en los momentos de aguas bajas en los lodos y detritus que cubren los fondos lagunares, y en los depósitos tipo playa localizados en

las orillas de muchas de las lagunas, explicando estos últimos la toponimia aplicada a la laguna de La Playa. Otros hechos hablan también en favor del proceso de colmatación, destacando la existencia de pequeños conos deltaicos emergidos, como el construido en el sector noroeste de la Laguna de Sariñena.

#### EDAD DEL ENDORREÍSMO

Ya hemos apuntado en párrafos anteriores que el endorreísmo actual de la depresión del Ebro ha de ser considerado como un fenómeno independiente respecto del endorreísmo terciario. Se trata de un fenómeno cuaternario, relativamente reciente, como lo demuestra el hecho de que las cubetas en las que se localizan las lagunas endorreicas se hallen con frecuencia excavadas a expensas de niveles cuaternarios, que rara vez se corresponden con las acumulaciones más antiguas.

La revisión de la cronología de los depósitos cuaternarios en algunos de los focos endorreicos nos conduce a las siguientes apreciaciones: el cuaternario que cierra la Laguna de Corella hacia el Cidacos, y el que margina algunas de las lagunas al sur de Tudela corresponde a un cuaternario medio; en Chiprana, la Laguna Salada tiene bloqueado su drenaje hacia el Ebro por una colina aluvial del cuaternario antiguo, a 80-85 m. de altitud relativa; en el sector Alcañiz-Calanda, el cuaternario que discontinuamente se interpone entre el Guadalope y el área endorreica se identifica con un cuaternario medio; la Laguna de Sariñena se ubica en una pequeña depresión abierta a partir de un nivel aluvial del Cuaternario medio, a 35-40 m. de altitud relativa, en la zona de confluencia Alcanadre-Flumen; en Cinco Villas las lagunas se escalonan a diferentes niveles cuaternarios.

Puede, pues, afirmarse que la excavación de las cubetas se produjo fundamentalmente durante el Cuaternario medio y reciente, pues aun en los casos en que las acumulaciones marginales de las lagunas coincidan con un Cuaternario antiguo, el proceso de erosión diferencial generador de las cubetas ha tenido que ser posterior a la acumulación del depósito e incluso a su diagenización.

#### CONCLUSIÓN

El endorreísmo es, sin duda, uno de los fenómenos de mayor impronta en el paisaje del sector central de la depresión del Ebro, reflejándose claramente en dos aspectos: 1) En la morfología de la zona, puesto que el endorreísmo determina una anomalía en el relieve al producirse

una desconexión entre talwegs e interfluvios, los cuales, evolucionando de manera anárquica, conducen a la aparición de un tipo de relieve de amplias colinas interfluviales y depresiones mal definidas, estas últimas alojando las lagunas. 2) En los caracteres biogeográficos del centro de la depresión que traducen la salinidad y el déficit hídrico de los suelos, ya que éstos, poco desarrollados y fuertemente pulvulentos, sólo soportan una vegetación esteparia y halófila que contribuye a acentuar la sensación de aridez que ofrece este sector de la depresión del Ebro.