

RASGOS FÍSICOS Y FACTORES REGULADORES DEL SALADAR DE ALTOBORDO (LORCA, MURCIA)

Antonio Merlos Martínez
Francisca Navarro Hervás
Tomás Rodríguez Estrella
Universidad de Murcia

RESUMEN

Se analizan los rasgos físicos y medioambientales de un tipo de cncptohumedal continental, así como los factores que han intervenido decisivamente en su génesis y evolución tales como: geológicos, geomorfológicos, hidrogeológicos y antrópicos; estos últimos son los principales responsables del retroceso de este ecosistema. Se trata de un saladar que, a pesar de su grado de fragmentación y retroceso actual, sigue conservando los rasgos característicos de estos medios, como: semiendorreísmo, salinización del suelo, vegetación halófila y avifauna característica.

Palabras clave: Cncptohumedal, semiendorreísmo, sobreexplotación de acuíferos, acción antrópica.

ABSTRACT

Physical and environmental features of continental marshes are analyzed. So the controlling (geology, geomorphology, hydrogeology and human) factors on its genesis and evolution. Human factors are the main cause of the ecosystem backward. maintain the characteristic features of these environments. Temporal swamping, soil salinization, halofit vegetation and representative water birds.

Key words: Continental marsh, temporal swamping, aquifers overexplotation, human impact.

INTRODUCCIÓN

El Saladar de Altopordo constituye un ejemplo de criptohumedal continental asociado a una llanura de inundación, en el conjunto de humedales del Valle del Guadalentín. según la clasificación de **RAMÍREZ DÍAZ y col. (1992)**. Está definido por una variedad de saladares que designa unos ecosistemas heterogéneos, con frecuencia fragmentados. que



FIGURA 1. Vista parcial del Saladar de Altobordo.

sin poseer una lámina de agua en superficie, sí presentan un sustrato saturado que permite el desarrollo de especies vegetales freatófilas y halófilas (Fig. 1) (BERNÁLDEZ, 1987; BERNÁLDEZ Y MONTES, 1989).

Este saladar se enmarca en la parte más deprimida de la depresión prelitoral, desde Puerto Lumbreras a Lorca, y ocupa una superficie muy fragmentada.

El encharcamiento se produce sólo en épocas de máxima pluviosidad, permaneciendo a lo largo de varios días para desaparecer después, dejando una superficie grisácea-blanquecina (eflorescencias salinas) con algunos milímetros de espesor.

Antecedentes

Durante el **siglo XIX** destacan sobre todo dos autores que incluyen en sus obras referencias a este espacio geográfico; estos son **MUSSO Y FONTES (1847)**, que consideran el difícil aprovechamiento agronómico de los campos de Lorca, a causa de la presencia del salobre y centrándose en la zona del Saladar explican cómo los habitantes habían solucionado el problema de infertilidad de estas tierras desviando agua del río Guadalentín y cubriendo de tarquín la zona salobre, mejorando sustancialmente su rentabilidad.

En 1850, MADOZ, refiriéndose a la zona de Lorca, pone de manifiesto la planitud del valle y la buena calidad de la tierra de campo y huerta, resultando ser una aproximación al entorno geográfico que rodea al Saladar.

En las últimas décadas de este siglo han aparecido algunas reseñas sobre la zona, así como de su problemática, por parte de diversos autores. **GIL OLCINA (1971)** hizo

referencia al cultivo de barrilla en el Saladar de Lorca y las producciones que se obtenían, con un máximo apogeo en el siglo XVIII, cuando la demanda de sosa era grande y se precisaba de esta planta para su elaboración; también señaló la importancia de las formaciones vegetales halófilas. Respecto a las aguas subterráneas y su aprovechamiento puso de manifiesto el ritmo creciente en apertura de pozos, sobre todo, a partir de la segunda mitad del siglo XX, en función de la sustitución del gas-oil por la electricidad.

MUNUERA RICO (1991) presenta las condiciones de insalubridad de este lugar y la necesidad imperiosa de llevar a cabo un programa de saneamiento a principios del siglo XX. Esta condición no es única ni exclusiva del Saladar de Altobordo, ya que de manera generalizada dicha práctica de «saneamiento» se extendió por otras zonas del Sureste peninsular, como ocurrió en el Bajo Vinalopó (Alicante), del que hizo referencia **BOX AMORÓS** (1987).

En el caso de Altobordo, el proceso de saneamiento derivó, en principio, en el aumento de la superficie cultivable, lo que trajo consigo, finalmente, una sobreexplotación de los recursos hídricos del subsuelo.

La creciente preocupación por buscar una solución a los problemas derivados del aprovechamiento de este ecosistema ha adquirido mayor consistencia desde hace algunos años. Es el caso del «**II Seminario sobre Gestión de Acuíferos Sobreexplotados y Comunidades de Usuarios: El Alto Guadalentín**», celebrado en Lorca los días 27 al 29 de mayo de 1988. En él se consideró la situación agronómica de la zona en estrecha relación con la escasez de agua y la necesidad imperiosa de buscar nuevas vías de abastecimiento pero sin aumentar la superficie regada.

Con una perspectiva más acorde a su defensa y conservación **RODRÍGUEZ ESTRELLA Y LÓPEZ BERMÚDEZ** (1991) hicieron mención al Saladar de Lorca, resaltando la problemática de sobreexplotación del Acuífero del Alto Guadalentín, así como el proceso de regresión al que se ve sometido el Saladar.

Un año más tarde, y basándose en criterios ecológicos, aparece el inventario sobre: «**Los humedales de la Región de Murcia. Tipificación, Cartografía y Plan de Gestión para la Conservación**»), elaborado por el **Área de Ecología** del Departamento de Biología Animal y Ecología (1992) de la Universidad de Murcia, en el que se incluye el conjunto de saladares del Guadalentín.

Por último en 1994, **MERLOSMARTÍNEZ** realizó un estudio físico y socioeconómico sobre el Saladar de Altobordo, con motivo de su Tesis de Licenciatura, donde puso de manifiesto la problemática actual y posibles alternativas de gestión.

1. LOCALIZACIÓN GENERAL Y LÍMITES

El humedal salino de Altobordo se localiza en la parte más suroriental de la cuenca del río Guadalentín, (afluente del Segura), concretamente dentro de la depresión prelitoral murciana, en el tramo comprendido entre Puerto Lumbreras y Lorca (Fig. 2).

Reducido a una superficie fragmentada de aproximadamente 3,52 Km², este espacio geográfico queda limitado al E por la sierra de Almenara; hacia el S por la sierra de Enmedio; al O por las sierras de Cumbre, Torrecilla y Peña Rubia; al N y, a pesar del obstáculo que supone el gran cono aluvial de Lorca, entra en contacto, mediante un cauce

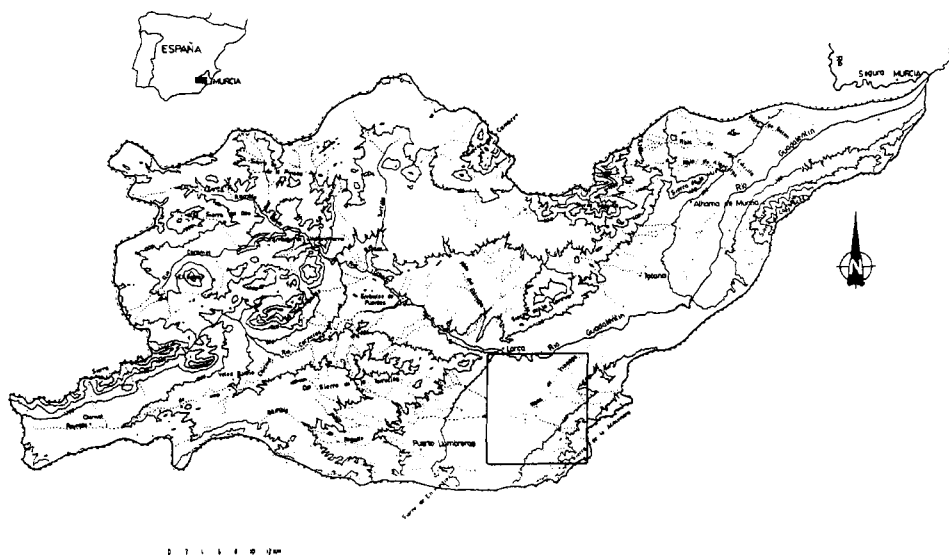


FIGURA 2. Localización general dentro de la cuenca del río Guadalentín.

secundario estrecho, con la prolongación hacia el NE de la depresión prelitoral murciana o valle del Guadalentín propiamente dicho.

Se presenta como el área confluyente de los diversos flujos hídricos aportados por el sistema de ramblas que la delimitan, destacando en la margen occidental del Valle: las ramblas de Nogalte, Béjar y Torrecilla y en la margen oriental la rambla de Purias. El principal colector que va a poner en contacto estos flujos con el río Guadalentín es la rambla de Vznaga que sigue una dirección SO-NE.

Con una altitud máxima de 300 m (la curva de este valor delimita prácticamente la zona semiendorréica), ocupa el área más deprimida de la depresión y sus valores de pendiente son muy bajos.

A nivel administrativo pertenece al término municipal de Lorca (Murcia) y su extensión más importante se localiza en el paraje denominado «Los Salobres», próximo al caserío de Altobordo.

2. RASGOS FÍSICOS Y MEDIOAMBIENTALES

2.1. Topografía

El corredor de Puerto Lumbreras-Lorca se corresponde con una depresión suavemente inclinada hacia el Valle del Guadalentín, que contrasta en sus márgenes con las laderas montañosas que la delimitan tanto al NE como al SO.

Dentro de esta llanura aparece un reducido sector más deprimido como punto de confluencia de flujos hídricos superficiales y subterráneos. El mapa de pendientes revela

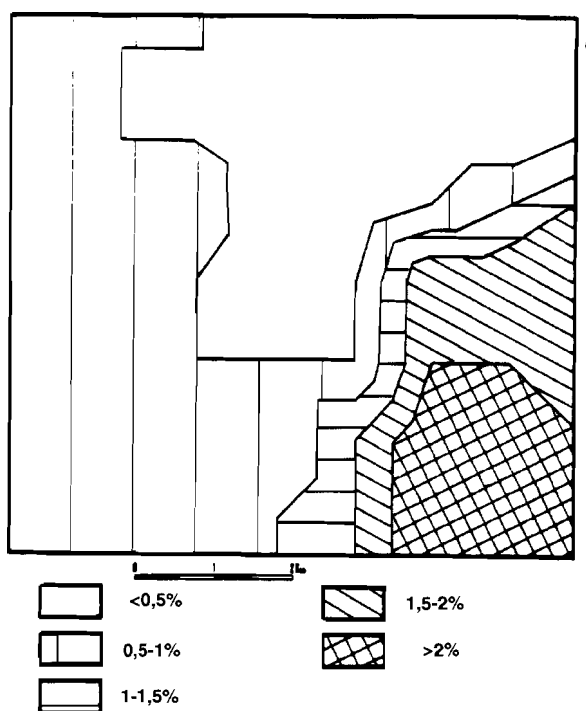


FIGURA 3. Mapa de pendientes.

unos rasgos morfológicos que, en principio, obstaculizan un drenaje rápido hacia el nivel de base que lo constituye la rambla de Viznaga, afluente del Guadalentín.

Dado que los valores máximos y mínimos de pendiente no son elevados, se consideró oportuno rebajar los intervalos de pendiente al mínimo, con el fin de que se pudiera diferenciar con mayor precisión aquellos sectores topográficos más bajos (Fig. 3). Según este análisis se puede decir lo siguiente:

— Del total de superficie considerada ($48,96 \text{ Km}^2$), sólo el sector más suroriental logra superar una pendiente del 2% , quedando justificado por la transición a la zona montañosa, y que supone $4,72 \text{ Km}^2$ del espacio total.

— La mayor parte del territorio tiene una pendiente inferior a 1% , pudiéndose diferenciar a su vez dos subzonas:

a) Una, localizada en el cuadrante nororiental, de unos $14,72 \text{ Km}^2$, con valores inferiores al $0,5\%$ (es el área más deprimida de todo el conjunto).

b) Otra, situada su mayor parte en la franja occidental, con pendiente entre $0,5$ y 1% , ocupa una extensión de $21,28 \text{ Km}^2$.

Se pueden individualizar también dos sectores de menor entidad en el cuadrante suroriental: con $3,04 \text{ Km}^2$ de superficie, para pendientes comprendidas entre 1 y $1,5 \%$ y de $4,96 \text{ Km}^2$, con pendientes entre $1,5$ y 2% .

Siguiendo la clasificación de suelos según su pendiente en relación con la capacidad agrológica, realizada por el SERVICIO DE **CONSERVACIÓN** DE SUELOS DE EEUU (USDA) (1973), el sector de estudio se considera dentro del tipo de zonas llanas con valores de pendiente inferiores al 3%.

Por otro lado, el escalonamiento de los valores de pendiente sigue una dirección SO-NE, coincidente con la del corredor general de Puerto Lumbreras-Lorca, lo que refleja un claro condicionamiento tectónico, que se acusa en el avenamiento superficial de la escorrentía hacia el Guadalentín, como se verá en el apartado siguiente.

2.2. Geología

2.2.1. *Encuadre geológico regional*

Bajo un punto de vista de Geología Regional hay que decir que en las sierras que bordean el Valle aparecen materiales correspondientes a tres grandes dominios, dentro de la Zona Bética, que de Este a Oeste son: Complejo Nevado-Filábride de las Sierras de Almenara y el Cantal; Unidades Intermedias de la Sierra de Enmedio y Complejo Alpujárride de las Sierras de Las Estancias y de la Tercia.

Los materiales representados bajo el relleno Plio-Cuaternario pertenecen fundamentalmente al Nevado-Filábride, aunque pueden existir también de los otros dos dominios.

2.2.2. *Estratigrafía*

El Complejo Nevado-Filábride está constituido por potentes series de micaesquistos grafitosos en la base (Paleozoico) y sobre ellos, a veces, mármoles y cuarcitas (Triásico).

Dentro de las Unidades Intermedias pueden distinguirse dos conjuntos litológicos. Uno inferior, de al menos 500 m de filitas arenosas, con areniscas y cuarcitas, atribuibles al Permo-Tnas y otro superior, de unos 350 m de calizas recristalizadas con diabasas y yesos, atribuibles al Tnas.

El Complejo Alpujárride está constituido por filitas, micaesquistos negros grafitosos y, localmente, niveles de mármoles oscuros atribuibles al Paleozoico y rocas carbonatadas del Triásico.

Sobre el sustrato bético de la depresión suele estar depositado el Mioceno superior que viene representado por una serie potente de margas, yesos y conglomerados. El Plio-Cuaternario ocupa la parte superior del Valle del Guadalentín y se trata de conglomerados, gravas arenas y limos.

2.2.3. *Tectónica y neotectónica*

Los materiales béticos están estructurados, en cuanto a sus accidentes de mayor envergadura, por fallas de desgarre y mantos de corrimiento, mientras que a partir del Mioceno se desarrollan fallas normales, en ocasiones de gran salto.

Al Sureste y Este de Lorca y Noroeste y Este de Puerto Lumbreras, se localiza la fosa tectónica del Guadalentín (Fig. 4) en la que existen unos 1.000 m (este valor es máximo,

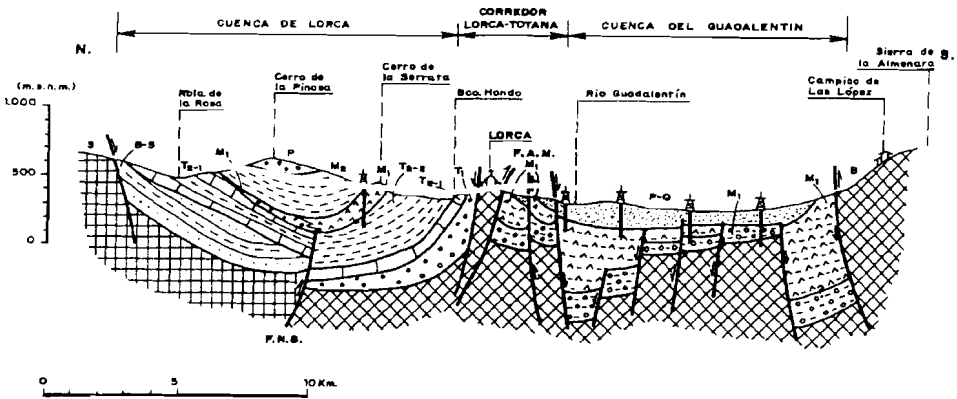


FIGURA 4. El corredor tectónico de Lorca-Totana en relación con las depresiones adyacentes de Lorca y Valle del Guadalentín. B= Bético. S=Subbético. B.S.=Burdig-Serraval. T.= Tort. inf. T_2 =Tort. sup.bajo. T_{2-2} = Tort.sup. alto. M_1 =Messiniense inf. M_2 = Messiniense sup. P= Plioceno. P-Q=Plio-Cuaternario (RODRÍGUEZ ESTRELLA, 1993)

pues puede incluso no estar presente por causas erosivas, con lo cual el Plio-Cuaternario reposaría sobre el Bético, directamente) de margas del Mioceno, más 300 m (como máximo) de materiales detríticos del Plio-Cuaternario. Los materiales de relleno tienen una estructura en sinclinorio.

En el fondo del Valle existe, bajo el Terciario y Cuaternario, estructuras en bloques dentro de los materiales béticos (Fig. 5), entre las que destaca el horst central de la Estación de Puerto Lumbreras, con áreas más hundidas en la subfosa del Esparragal, al Norte, y de la Escucha, al Sur. Al Este, el horst es interrumpido bruscamente por una importante falla, de dirección NO-SE, si bien alguna de las fallas del horst, de dirección NE-SO, continúan hacia el Este (como la que coincide su traza con la curva de 300 m) y ejerce su influencia, en profundidad y en superficie, antes y ahora, como se verá mas adelante.

La existencia de una neotectónica en la zona fue puesta en evidencia en 1986 por **RODRÍGUEZ ESTRELLA** y **ALMOGUERA LUCENA**, al detectar en la traza del canal del Trasvase Tajo-Segura, en una zona próxima a Lorca, la existencia de fisuras y grietas en su mayoría paralelas entre sí, que guardan una estrecha relación con los movimientos sismotectónicos más recientes registrados en el entorno de la falla septentrional del Valle del Guadalentín. Más recientemente, en 1993, **RODRÍGUEZ ESTRELLA** y **MANCHEÑO JIMÉNEZ** han puesto de manifiesto, asimismo, la incidencia que tiene el movimiento de esta última falla en los túneles de Lorca.

2.3. Condiciones climáticas

Este espacio semiendorréico se localiza en un sector muy árido de la cuenca del Guadalentín, característica que viene dada por su alta termicidad media anual, indigentes precipitaciones, con períodos estivales extraordinariamente secos y, en consecuencia, fuerte déficit hídrico (**NAVARRO HERVÁS, 1991**).

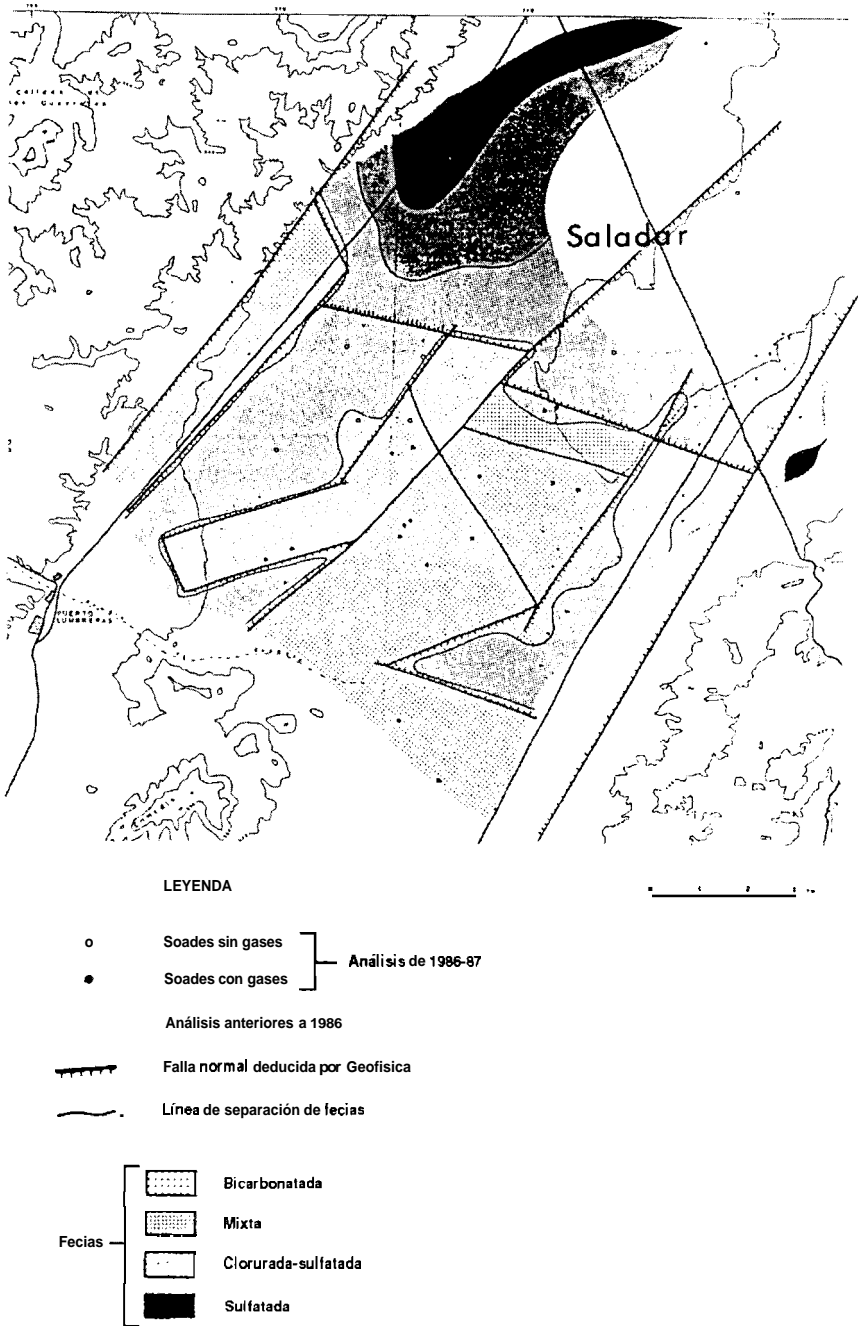


FIGURA 5. Estructura del zócalo en el Alto Guadalestín y facies químicas. (RODRÍGUEZ ESTRELLA, 1987)

Teniendo en cuenta los datos de precipitación y temperatura de las dos estaciones meteorológicas más próximas, Lorca C.H. y Puerto Lumbreras, situadas a ambos extremos de la zona de estudio, se observa que las temperaturas medias anuales son de 16,6°C y 17,6°C respectivamente y las precipitaciones medias anuales no superan los 210 mm; siendo el déficit hídrico que se registra de 845 mm en Lorca C.H. y, de 930 mm en Puerto Lumbreras. Por tanto, la falta de agua es patente a lo largo de todo el año en Lorca C.H. y en tomo a 9 meses en Puerto Lumbreras.

Si se considera que los índices aplicados para calcular la evapotranspiración potencial de **THORNTHWAITE (1954)** subestiman los valores reales en casi un 45%, comparándolos con los datos de evaporímetro de cubeta clase A-FA0 (**SÁNCHEZ TORIBIO Y NOGUERA GARCÍA, 1995**) este déficit es todavía mayor, con valores en tomo a 1350 mm al año.

De las precipitaciones lo más significativo es la marcada irregularidad interanual y el carácter torrencial pues, aunque se concentran en otoño y primavera, suelen ser de fuerte intensidad horaria, de tal forma que en pocas horas y días, cae casi el total anual. Este hecho es importante ya que, si llueve de forma generalizada, entra en funcionamiento todo el sistema hídrico que desemboca e inunda este espacio. Este fue el caso de las lluvias acaecidas entre el 19-21 de octubre de 1973, que fueron del orden de 130 mm. Sin embargo su período de retorno es largo, como se constata sobre el terreno y como se deduce de los cálculos realizados según Gumbel I para 2,5,10,25,50 y 100 años que son los siguientes: 37,4/58,9/73,2/91,2/104,6/117,9 mm para Lorca C.H. y de 42,9/59,4/72,4/84,1/94,3/104,5 mm para Puerto Lumbreras.

Por otro lado, las temperaturas estivales (máximas absolutas) que superan los 30°C en más de 120 días al año favorecen la génesis de eflorescencias salinas, como resultado de la precipitación de sales disueltas en el agua de escorrentía por sobresaturación de la disolución.

Por todo lo dicho en este apartado se deduce que bajo estas condiciones climáticas difícilmente se puede mantener un semiendorreísmo, por lo que hoy día no son decisivas en la conservación del criptohumedal de Altobordo.

2.4. La red de avenamiento

Está configurada por numerosos barrancos y ramblas: **Nogalte, Béjar, Alta, Torrecilla** (margen izquierda) y **Purias, Garganta, Mesillo y Peladilla** (margen derecha) que, confluendo progresivamente, dirigen sus caudales hacia el criptohumedal de Altobordo, donde se inicia el colector principal o rambla de **Viznaga**, afluente, a su vez, del **Guadalentín**.

Uno de los rasgos más importantes de estos cursos es la macrocefalia que presentan sus áreas fuente, formadas por segmentos muy cortos que confluyen rápidamente, responsables en parte de su torrencialidad, frente al escaso desarrollo de su tramo medio, por no decir inexistente, y la amplitud que adquieren los tramos finales modelados por una serie de abanicos aluviales, fruto de su dinámica a lo largo del Cuaternario. Estos cauces secos, durante grandes espacios de tiempo, están desconectados con el nivel de base, puesto que de forma divergente se esparcen por la superficie de los abanicos y sólo el principal, en algunos casos, los incide totalmente hasta llegar al llano.

Restituida la red hidrográfica, a escalas 1: 50.000 (NAVARRO **HERVÁS**, 1991) y 1: 5.000, comparando los resultados se observa a simple vista que existe un sector falto de drenaje y, conforme se desciende en detalle, otro circundante con un avenamiento más difuso que termina por perderse, precisamente en el Saladar (Fig. 6).

La dinámica hídrica de estos cursos, a lo largo del Cuaternario, es en parte la responsable de la progresiva acumulación de materiales finos en el Saladar, mediante sucesivos drenajes e inundaciones. La dinámica más relevante, por el tamaño de cuenca, desarrollo, número de cursos y amplitud de los conos resultantes, es la de las ramblas de Nogalte, Béjar y Torrecilla, de tal forma que dirigen los flujos de agua hacia la rambla de Vznaga.

También han habido derrames importantes del Guadalentín, en épocas de avenida, desde aguas abajo de Lorca, a través de su amplio cono aluvial, hacia el Saladar, contribuyendo así al encharcamiento temporal del sector.

2.5. El carácter salino del suelo

Inserta en la dinámica fluvial, la evolución edafogenética registrada en gran parte de la depresión ha favorecido el desarrollo de los fluvisoles calcáricos.

Estos suelos, de propiedades flúvicas, responden a una doble causalidad: los materiales aportados por la erosión de los relieves metamórficos situados a ambos lados del corredor y la escasa importancia de los fenómenos de lavado correspondientes a esta zona semiárida.

Según se desprende del mapa de suelos, estos fluvisoles calcáricos están afectados por sales solubles en gran parte de la depresión.

Se trata, pues, de fluvisoles calcáricos en fase salina que en la clasificación de FAO-UNESCO (1985) reciben el nombre de fluvisoles sali-verti-calcáricos; muy representativos del área ocupada por este criptohumedal donde la cementación de solutos es mayor (Fig. 7).

La analítica referida al sector de los Salobrales (ALIAS y Col. 1988) pone de manifiesto que, dentro de la amplia gama de sales representativa de este tipo de suelo, destaca la mayor propagación de cloruros en los tres horizontes analizados registrando los valores más altos en los dos más profundos, entre 14-36 cm. y más de 36 cm. de profundidad, respectivamente.

En segundo lugar se acusa un predominio de sodio, con máximos en profundidad al igual que ocurre con los cloruros en los mismos horizontes estudiados, siendo ambos los responsables de la génesis de la sal existente en el suelo.

La presencia de cloruro sódico en profundidad tiene gran importancia en los procesos de ascenso de agua subsuperficial ya que mediante el fenómeno de precipitación-evaporación se genera la presencia de sales en superficie. Ello supone una especialización de la comunidad vegetal, que junto a otros condicionamientos climáticos, va a desarrollar una serie de mecanismos de adaptación.

El porcentaje de materia orgánica es muy escaso; sin embargo, la presencia de nitrógeno alta va a permitir la colonización de plantas nitrófilas que aún ven mejorado su ambiente con los nitratos artificiales aportados por los agricultores en las labores de acondicionamiento de las tierras.



FIGURA 7. Ejemplo de eflorescencias salinas en el suelo.

2.6. El medio biótico

Desde el punto de vista biogeográfico, el criptohumedal de Altobordo se incluye en la provincia Murciano-Almeriense, sector Almeriense, subsector Almeriense oriental (ALCARAZ, 1991), distrito Lorquino-Verense (ALIAS y Col. 1988).

El ámbito estudiado pertenece al piso termomediterráneo, aunque en algunas sierras como la de Almenara y Enmedio se puede alcanzar el mesomediterráneo.

La especialización biológica de este criptohumedal es fruto de unos caracteres edáficos y climáticos específicos. Los primeros, referidos a la salinidad propia de estos ambientes y los segundos, asociados a un régimen semiárido con períodos de sequía prolongados.

La mayor parte del año se caracteriza por la presencia de un sustrato salino no saturado. Bajo estas condiciones son las especies xero-halófitas (GONZÁLEZ BERNÁLDEZ, 1990) las que colonizan continuamente la superficie del Saladar.

El mecanismo de adaptación de la vegetación xero-halófila se basa en su capacidad de reducir la transpiración y a la tolerancia a potenciales hídricos muy negativos, siendo éstos a veces tan elevados, que impiden el crecimiento de cualquier planta generando «calvas» susceptibles de ser erosionadas por el viento.

En las áreas de Saladar que aún se conservan se pueden diferenciar dos fases de vegetación según el grado de alteración (RAMÍREZ DÍAZ y Col., 1992):

— Las zonas poco degradadas presentan un matorral bajo (30-40 cm) con una cober-

FIGURA 8. Ejemplo de *suaeda Vera*.

tura en torno al 70%. Se trata de *Suaeda vera*, (Fig. 8), *Atriplex glauca*, y *Artemisia herba-alba*. También aparecen ejemplares de *Tamarix sp.* dispersos, sobre todo a lo largo de los canales de drenaje.

— Las zonas más degradadas están dominadas por *Suaeda pruinosa* aunque también siguen estando ocupadas por *Suaeda vera*.

En las dos fases de vegetación son frecuentes *Atriplex glauca*, *Halogeton sativus* y *Phragmites australis*, siendo muy abundantes el *Mesembryanthemum nodiflorum*.

A pesar de los obstáculos que supone la explotación agropecuaria, la producción de biomasa sigue teniendo suficiente importancia como para generar colonización continua tras el abandono de los sectores cultivados.

Respecto a las comunidades animales, la estructura de la cubierta vegetal y la ausencia de una lámina de agua superficial permanente suponen un hábitat óptimo para las aves de tipo estepario, siendo las más representativas: Sisón (Fam. Otididae); Alcaraván (Fam. Burhinidae); Terreras, Calandria, Cogujada, Alondras, Totovía (Fam. Alaudidae); Bisbitas, Lavanderas (Fam. Motacillidae); Alcaudones (Fam. Laniidae); Currucas (Fam. Muscipidae, SubFam. Sylviidae); Escribanos (Fam. Emberizidae). Estos ambientes se constituyen como enclaves indispensables para el albergue de la avifauna en sus desplazamientos migratorios o como hábitat permanente para las especies sedentarias o nidificantes (SÁNCHEZ RUIZ Y Col., 1990).

2.7. El Micromodelado

Como microformas de modelado aparecen las de sufusión o piping. El desarrollo de conductos o tubos se produce en materiales no consolidados que pueden ser fácilmente evacuados en estado disperso por flujos hídricos, con intervención de procesos de erosión mecánica y disolución. Los materiales en los que se asientan estas formas son finos y están constituidos por arcillas, limos y arenas, con un alto contenido en sodio y cloro y arcillas hinchables que provocan la dispersión del material y el agrietamiento superficial del suelo.

Estas formas de modelado alcanzan poco desarrollo en el conjunto del Saladar, existiendo una serie de factores que lo frenan, tales como: el encharcamiento y saturación de un nivel litológico superior tras las lluvias; la incesante colonización de especies halófilas que protegen el suelo y; las labores agrícolas con secuencias de cultivo-abandono-cultivo, que impiden que los procesos de sufusión progresen, al utilizar el arado y preparar los terrenos para la nueva puesta en cultivo. Así ha sucedido en la parcela del sector central del Saladar, donde el proceso de formación de piping se encuentra más avanzado.

Algunos de ellos se muestran susceptibles de una futura conexión conforme avanza el proceso de sufusión, y la profundidad de estos tubos es como máximo de medio metro.

Las direcciones predominantes de todas las formas, pone de manifiesto un predominio de la componente NO, frente a otro secundario NE, este último consecuente con las directrices estructurales del valle.

3. FACTORES REGULADORES DE SU EVOLUCIÓN

3.1. Geológicos

El factor más determinante de la existencia del Saladar es el geológico y más concretamente el tectónico. En efecto, tal como puede verse en la figura 5, el horst de la Estación de Puerto Lumbreras se ve interrumpido bruscamente hacia el Este por una falla normal de dirección NO-SE, cuyo bloque hundido es el oriental, es decir, donde se sitúa el Saladar. Por otro lado, una de las fallas del horst, de dirección NE-SO, continúa hacia el NE y su traza coincide aproximadamente con la curva topográfica de 300 m s.n.m., que es la que delimita a grandes rasgos el Saladar por el Norte; esta falla es normal cuyo bloque hundido es el meridional y corta a la base del cono de Lorca, lo que hace que dicha línea sea recta y no curva, como cabría esperar en un cono normal. El movimiento continuado de estas dos fallas normales ha originado un fenómeno de subsidencia diferencial en la cuenca del Guadalentín y la formación de umbrales y surcos sedimentarios, uno de estos últimos (el más importante sin duda) coincidiría con el Saladar de Lorca. Estos accidentes paleogeográficos ya existían a comienzos del Cuaternario, como han puesto de manifiesto recientemente CONESA et al. (1994) en una reconstrucción paleogeográfica basada en métodos geofísicos; estos autores deducen que en aquel tiempo el carácter de endorreísmo era incluso más acusado que en la actualidad (Fig. 9) existiendo hasta cuatro sectores endorréicos. Sin embargo en la actualidad el único que ha podido subsistir a los aportes

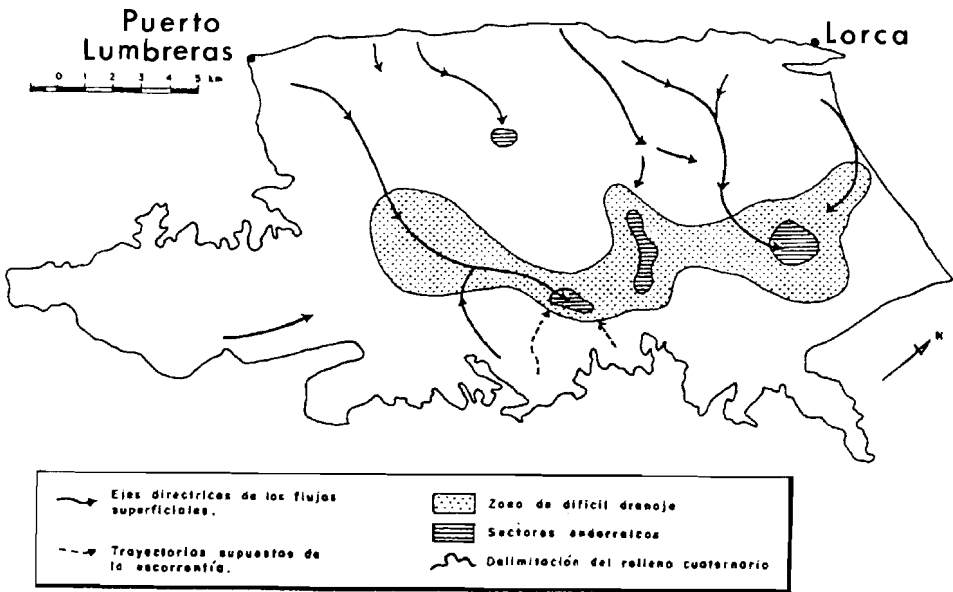


FIGURA 9. Trayectoria de los flujos superficiales en la base el Cuaternario (CONESA, SOLÍS, SÁNCHEZ Y CABEZAS, 1994).

que le llegaban de las ramblas y del propio no Guadalentín ha sido el del Saladar de Altobordo; ello es debido a que en este lugar la subsidencia rebasa a la tasa de sedimentación y por eso se sigue manteniendo una zona topográficamente deprimida (de lo contrario se habna colmatado, pues precisamente al tratarse de la zona más baja, es a ella donde le llegan mayor volumen de materiales). Esta mayor subsidencia en el Saladar ha tenido lugar desde principios del Cuaternario, como lo prueba la existencia de espesores más potentes de materiales detnticos (según Geofísica); pero lo más interesante es constatar que en la actualidad también se está produciendo dicho fenómeno y esto viene avalado por la existencia de un epicentro sísmico, de magnitud 4 a 5, en la intersección de las dos fallas mencionadas, como puede verse en el mapa sismotectónico (Fig. 10) confeccionado por Ibarгүйen Soler y Rodnguez Estrella (en prensa).

3.2. Geomorfológicos

La ubicación y génesis de sistemas de conos aluviales, al pie y a lo largo de los frentes montañosos de la Torrecilla y Almenara, ha sido decisivo en el origen del endorreísmo local y carácter salino del suelo.

Son formas de modelado cuatemarias originadas por sistemas de barrancos-ramblas, allí donde existe una ruptura de pendiente importante. Los que bordean al llano de inundación presentan un gran desarrollo longitudinal, solapándose lateralmente. De ellos destaca el que está situado, aguas abajo de Lorca, en dirección a Puerto Lumbreras, que delimita perfectamente al humedal salino de Altobordo. Otros conos también importantes

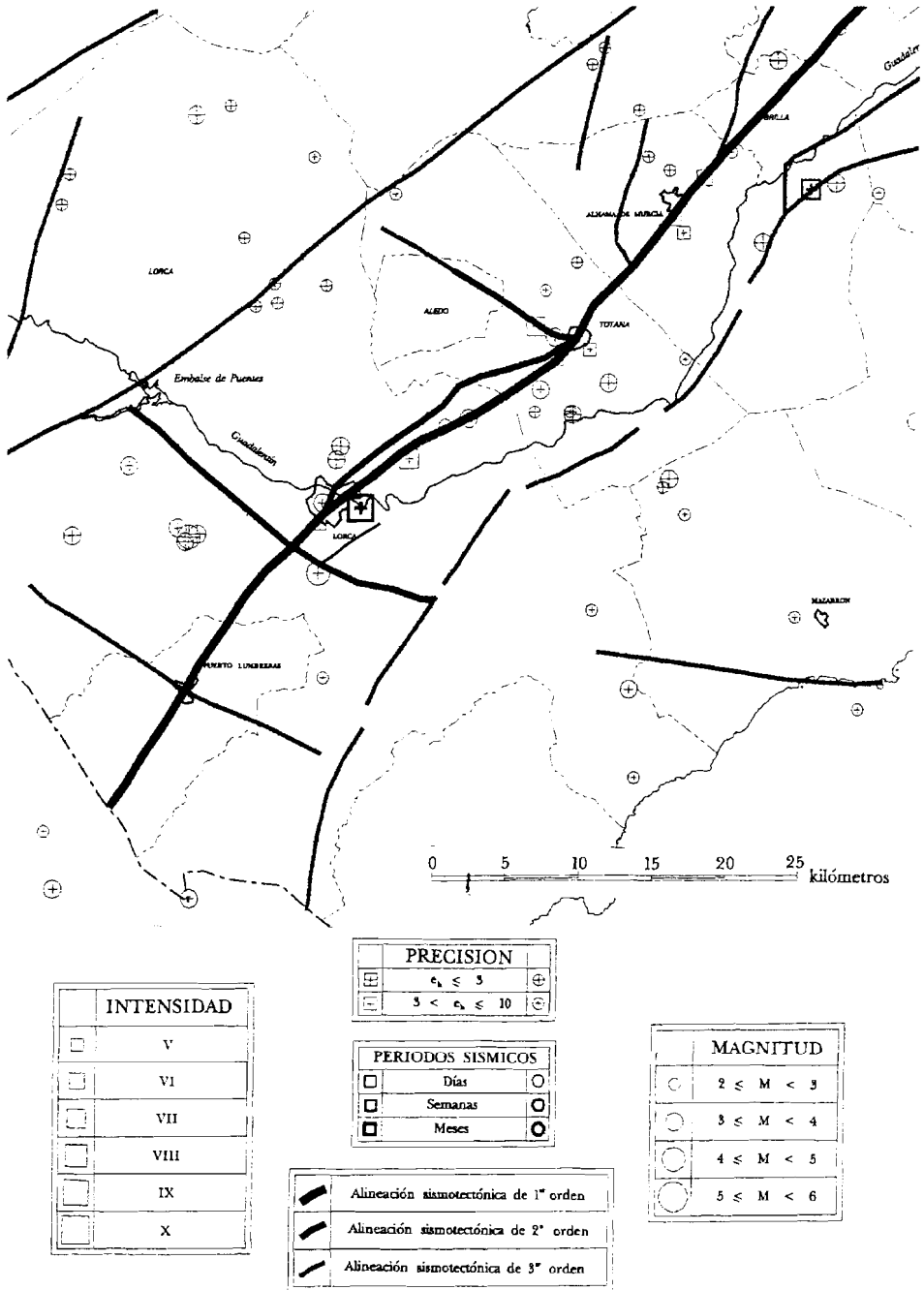


FIGURA 10. Mapa sismotectónico del Valle del Guadalentín y zonas adyacentes (IBARGÜEN Y RODRÍGUEZ ESTRELLA, en prensa).

son los relacionados con las ramblas de Nogalte y Béjar, por el SO, y Purias por el SE. Además existe todo un cortejo de conos, de menor desarrollo, en cursos secundarios que desembocan en este tramo de la depresión.

Estos abanicos aluviales han actuado, desde antiguo, como filtros de agua y sedimentos, de tal manera que el propio cuerpo sedimentario, muestra diferente granulometría, materiales gruesos en los ápices y finos al pie. Los procesos de calibrado y selección se siguen efectuando hoy, cuando en las áreas fuente de los barrancos-ramblas se producen precipitaciones que generan una escorrentía superficial variable, rápida o lenta, continua o discontinua, de tal modo que mediante una serie de procesos como: avenidas súbitas, flujos de cantos, flujos de barro o, simplemente, corrientes de agua, continúan la alimentación de los abanicos hacia la llanura. Esto ocurre en cualquier lugar donde la neotectónica es inexistente; pero aquí dada la actividad del área y variabilidad de las precipitaciones en frecuencia y cuantía desde el Pleistoceno superior, el resultado es que estos abanicos aparecen disectados totalmente y con agradaciones distales, cuando no, aguas abajo, la dinámica hídrica ha creado, debido también a la neotectónica (elevación de las áreas fuente y subsidencia de la fosa), abanicos secundarios o terciarios. Esta es la situación actual de la mayona de los abanicos que bordean al Saladar. Como además, las facies distales son muy finas suelen, longitudinalmente, enlazar con sectores del fondo del valle, favoreciendo un acusado endorreísmo.

Otro aspecto interesante es el aporte de sales, que desde las áreas fuente se efectúa sobre y a través de los abanicos hacia el criptohumedal.

Estos procesos, a partir del agua superficial y subterránea, justificarían la alimentación continua o no, según la frecuencia de aportes sólidos y líquidos de las ramblas, de un lago somero o una antigua cuenca lacustre evapotónica, del que hoy ocuparía, el Saladar una parte relicta.

Por todo ello, es evidente que estos cuerpos sedimentarios o geofomas cuaternarias y la dinámica hídrica fluvio-torrencial que los alimenta, han tenido y siguen teniendo un gran peso en la génesis y evolución del endorreísmo de Altobordo.

3.3. Hidrogeológicos

Entre Lorca y Puerto Lumbreras existe un acuífero muy interesante, denominado Alto Guadalentín, que ha sido estudiado en diversos trabajos llevados a cabo por el ITGE, C.A.R.M. y la C.H.S. En todos ellos ha participado uno de nosotros (T.R.E.), que ahora realiza una síntesis de los mismos. Según ésta, las principales características hidrogeológicas del acuífero son las siguientes:

1º) Presenta una superficie de **235 km²**.

2º) La roca permeable está constituida por 400 m de conglomerados, gravas y arenas del Mioceno superior-Cuaternario, siendo el impermeable de base las margas del Mioceno y en ocasiones los esquistos béticos.

3º) La piezometría está comprendida entre 156 y **280 m.s.n.m.** (Fig. 11). Los flujos principales van preferentemente hacia la zona de mayores explotaciones, situada en las inmediaciones de Llano de Béjar; también hay una circulación hacia la Rambla de Viznaga, aunque de menor importancia (Las explotaciones se localizan en aquellas zonas en las que

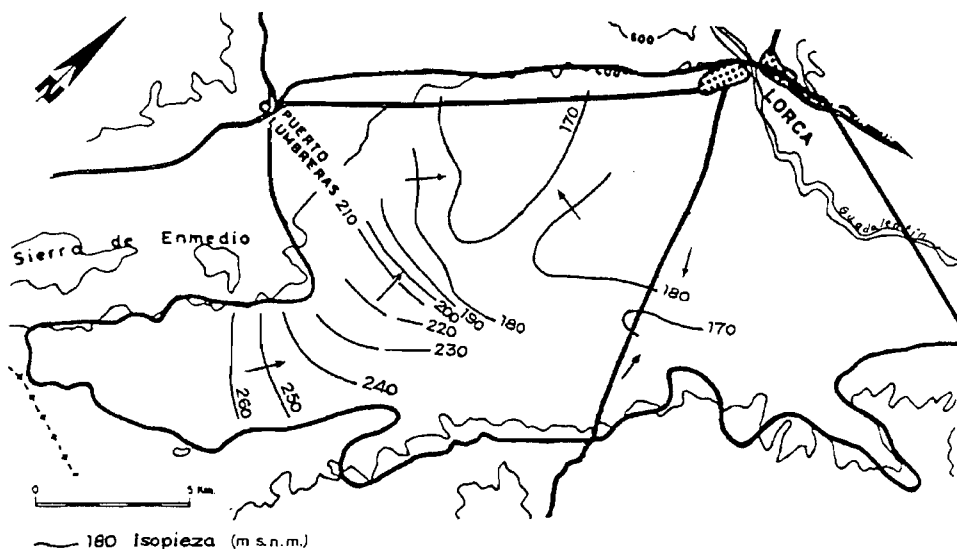


FIGURA 11. Mapa de isopiezas del acuífero Alto Guadalentín (Año 1990) (SOLÍS et al. 1994).

el relleno detrítico del Cuaternario es más potente). Existe una dirección de flujo natural (no alterado por bombeos) al SO del acuífero (zona de Almendricos) donde se encuentran las cotas piezométricas más altas (280 a 240 m.s.n.m.). Los mayores gradientes hidráulicos se dan en las proximidades de Lorca al tratarse de una zona de menor transmisividad.

Las cotas más bajas se dan en la Rambla de Viznaga (160 m.s.n.m.) y proximidades de la Rambla de Béjar (170 m.s.n.m.), debido a que es ahí, precisamente en la zona del Saladar de Altobordo, donde se concentran explotaciones importantes, por presentar el acuífero buenas características hidráulicas, ligadas al mayor valor de espesor y transmisividad.

En la evolución piezométrica (Fig. 12) se observa, al menos desde 1973, un descenso continuado de niveles, que según el grado de explotación al que se sometió en cada momento fue diferente:

- Entre 1973 y 1976 la superficie piezométrica descendió a razón de 2,5 d a .
- En 1976 se produce un importante incremento en la explotación del acuífero y, como consecuencia, se acentúa el ritmo de los descensos, que entre 1976 y 1983 fue de 4,5 d a .
- La sequía reinante en la cuenca tiene su cenit en el año 1983, por lo que durante este año y los dos siguientes se aumenta de nuevo la explotación, lo que ocasiona grandes descensos de nivel en el centro del Valle, (de 10 d a entre 1984 y 1985), motivados además por la geometría de acuífero, ya que al tratarse de un sinclinorio la superficie del mismo disminuye con la profundidad y, por tanto, el descenso piezométrico es cada vez mayor.
- Por el contrario, el sector de Casa de Villa no experimenta una bajada notable de nivel entre 1983 y 1985, ya que al estar situado próximo al borde oriental, los bombeos van desapareciendo o disminuyendo al perder rendimiento las captaciones.

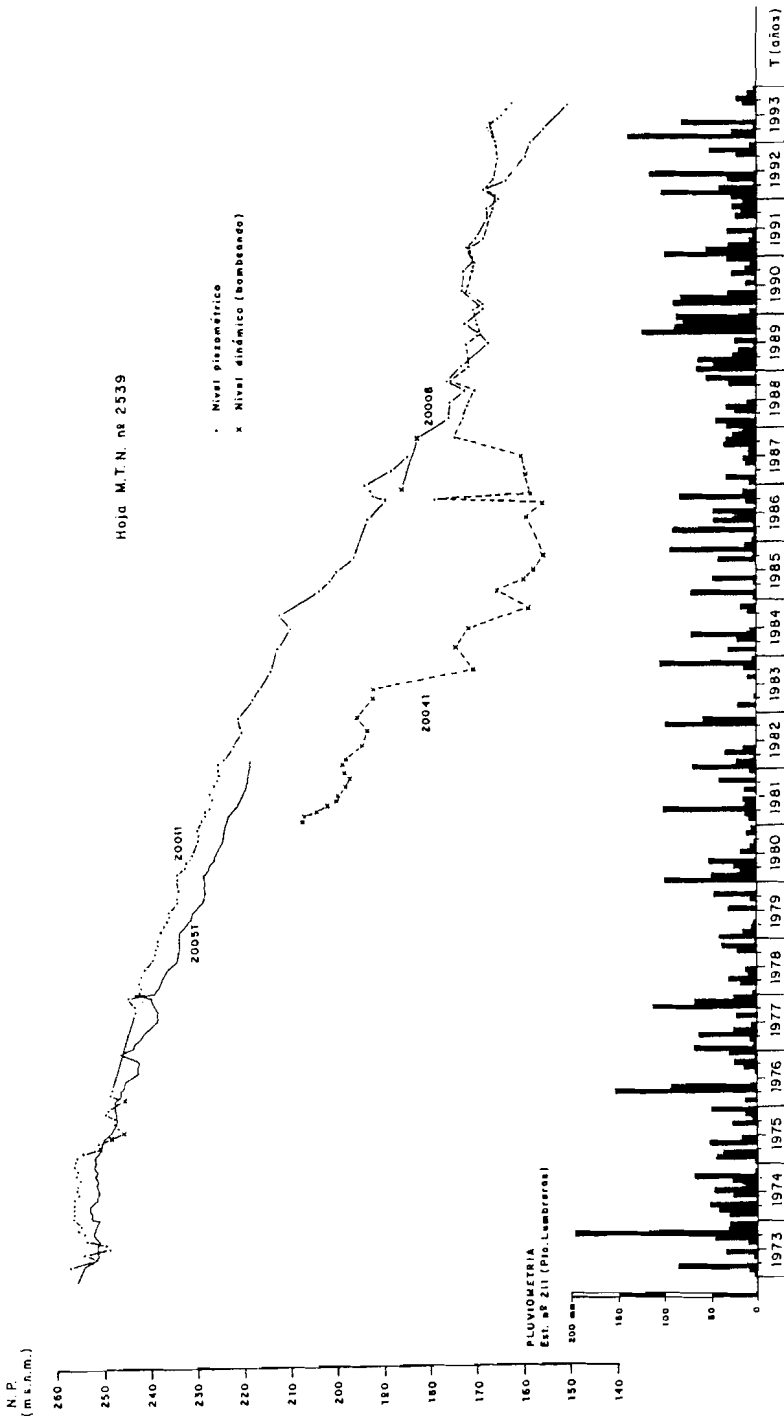


FIGURA 12. Evoluciones piezométricas en el acuífero Alto Guadalenín (Según ITGE).

— En el sector de la Estación de Puerto Lumbreras, se produce una subida del nivel entre 1986 y 1987; esto es debido, por un lado, a la disminución de la explotación en el centro del Valle, (al aparecer un serio problema de gas carbónico en sus aguas) y, por otro, a que debe haber una nueva alimentación del acuífero del substrato al acuífero superior del Pliocuaternario, a través de los sondeos con gases.

— En cambio el descenso en el sector «Cementerio», entre 1984 y 1987, es de 9 m/a, distinto al comentado en la «Estación» y «Casa de Villa», pues si en éstos disminuyó la explotación, en aquel aumentó ya que, al no existir de momento problemas de gases, las sustituciones de sondeos del sector central se ejecutaron en el suroeste de Lorca.

— A partir del 1988 se aprecian unos menores descensos (1-2 m/a, con tendencia a la estabilización), como consecuencia de la lluvia acaecida, sobre todo en 1989 y 1990, que hicieron disminuir las explotaciones.

El nivel del agua en los piezómetros se encontraba, en marzo-91, entre 156 y 258 m.s.n.m. En la mayoría de los casos estos niveles eran similares a los obtenidos en la misma fecha del año 1990; incluso en puntos próximos a la pedanía de Apiche (donde existe escasa explotación) subieron en 1991, con relación al año anterior, de 4 a 7 m. Sin embargo a partir del 1992 se inicia otro período de sequía, que aún continúa, y los niveles vuelven a descender, como consecuencia de que la C.H.S. autoriza realizar pozos y explotarlos, con carácter de transitoriedad. En la actualidad, los niveles han descendido por debajo de la cota 150 m.s.n.m.

4º) Los recursos propios son de 10 hm³, pertenecientes a la infiltración de lluvia útil y a alimentación por excedentes de regadío.

5º) La explotación ha variado según el tiempo, y ésta ha sido: Año 1973=24 hm³/a; 1976=58; 1982=54; 1985=72; 1986=66; 1987=82 (máxima explotación); 1988=79 y 1990=60 hm³/a; según el último año de referencia, existía una sobreexplotación de 50 hm³. Ello ha motivado que dicho acuífero haya sido declarado oficialmente sobreexplotado por la C.H.S. y se ha llevado a cabo un Plan de Ordenación.

6º) En cuanto a la calidad química se puede decir:

— Del centro hacia los bordes del valle las facies son: bicarbonatadas, mixtas, cloruradas-sulfatadas y sulfatadas.

— Los contenidos en bicarbonatos son anormalmente elevados, debido a la presencia de anhídrido carbónico en las aguas, llegando a alcanzar valores de hasta 2.734 mg/l.

En el Alto Guadalentín, donde las profundidades del agua son mayores, los nitratos se detectan en las zonas donde el agua se encuentra a menor profundidad y las prácticas agrícolas son más intensas.

Debido a la influencia endógena del substrato bético en condiciones naturales, con liberación gradual de gas carbónico a través de las principales estructuras de distensión del acuífero (horst de la Estación de Puerto Lumbreras), las intensas alteraciones introducidas por el hombre han ocasionado una rotura del equilibrio imperante. El continuado descenso de la superficie piezométrica a consecuencia de la sobreexplotación (más de 100 m en las zonas afectadas) ha producido una descompresión de los fluidos endógenos del substrato bético y un incremento de la velocidad de liberación. Ello, unido a ciertas captaciones profundas mal terminadas y al sobrebombeo concentrado en determinados sectores, ha ocasionado aumentos de salinidad bruscos, con alteración de la facies aniónica primitiva

de clorosulfatada a mixta por el incremento del contenido en bicarbonato. (**RODRÍGUEZ ESTRELLA et al. 1987**).

- Las sales totales están comprendidas entre 0,7 y 4,8 gr/l.
- La industria de curtidos de Lorca ocasiona una contaminación local de metales pesados.

3.4. Antrópicos

Desde antiguo ha sido el sector agropecuario la base de una economía de carácter familiar en la zona. Este régimen de subsistencia supuso un mayor respeto hacia los recursos naturales. impuesto por la misma carencia tecnológica. En la actualidad, aunque el uso del suelo sigue siendo el agrícola y ganadero, con nuevas y modernas instalaciones para la estabulación con carácter intensivo, desde las últimas décadas se han registrado una serie de cambios importantes. Junto al secano tradicional han aparecido nuevos cultivos de regadío, acompañados de técnicas agrícolas modernas y disponibilidad de agua. pese a los problemas de sobreexplotación.

Aparece, pues, un mosaico de parcelas de diferente tamaño y cultivos: cereales, algodón, pimiento de bola, brócoli, coliflor, lechuga, cebolla, alcachofa, sandía, melocotón y uva de mesa de forma puntual, así como también de olivos acondicionadas con aporte de tierras de mayor calidad procedentes de ramblas.

Coetáneamente al auge agropecuario se ha generado una estructura del regadío de Lorca muy jerarquizada. En la actualidad, ya se han finalizado algunas fases del Plan Coordinado del Regadío de Lorca, llevado a cabo entre Administración Central (MOPU), C.H.S. y Comunidad Autónoma de Murcia.

En las obras del postTrasvase, la C.H.S. se encarga de la construcción de las redes principales, mientras que la Comunidad Autónoma lo hace de las redes secundarias. Se trata de un sistema de distribución del agua, con funcionamiento informático y canalizaciones subterráneas. tratando de evitar, en un futuro, todas las pérdidas de agua y conseguir una mejor distribución de la misma.

Parte de esta infraestructura está ya en marcha en Esparragal, Torrecilla, Hoya y Tercia y la próxima fase de construcción es la del distrito de la Rambla (Campillo) que comprende también la zona del Saladar.

Actualmente, la Comunidad de Regantes de Lorca gestiona la distribución del agua y según ella destacan varias vías de abastecimiento.

- **Recursos de los Pantanos de Puentes y Valdeinfierno**
- **Aportes del Trasvase Tajo-Segura**
- **Aguas de la Cuenca del Segura** (Decreto de 1953)
- **Captaciones de aguas subterráneas**, a través de pozos contratados por la Comunidad de Regantes, además de los pozos de sequía que gestiona directamente.
- **Aguas de turbias**. canalizadas por la rambla de Tiata hacia los riegos (brazales) grandes de turbias, siendo aprovechadas. de forma gratuita, según el turno de cada agricultor. Éstas difícilmente llegan a la zona del Saladar, debido a su lejanía y escasas lluvias. Las redes de canalización del agua corresponden a dos tipos:
 - **Acequias de aguas claras**: son de obra y recorren toda el área.

— Acequias de riegos de turbias: que aún se conservan y acusan más pérdidas por evaporación e infiltración.

Estos canales configuran toda un red de distribución del agua, jerarquizada que en el Saladar aparece recorrida, principalmente por los siguientes riegos:

- * Riego de Velopache
- * Riego de la Parada del Padre Munuera
- * Brazal del Pozo
- * Riego de D. Diego.

Los sistemas de riego utilizados siguen siendo los tradicionales aunque en los últimos años se ha introducido el riego por goteo y ha proliferado la construcción de embalses de plástico.

La problemática que presenta el regadío actual es doble:

1. Falta de agua para el riego, debido a tres causas:
 - a) Escasez de precipitaciones en los últimos años.
 - b) No disponibilidad de los recursos del Pantano de Puentes, por las obras de la nueva presa, y escaso volumen en el de Valdeinfiemo.
 - c) Situación actual de escasez en los envíos del Trasvase Tajo-Segura.
2. Gastos de mantenimiento por la rotura de riegos, debido a su antigüedad y también por la conservación de riegos de turbias, que son tratados con herbicidas para evitar la proliferación de hierbas.

A pesar de las recientes transformaciones del sector agrícola, sigue persistiendo el problema de sales en el suelo que dificulta la rentabilidad de las explotaciones.

Las continuas incursiones de áreas de cultivo siguen contribuyendo a la fragmentación del Saladar, alterando el medio natural donde vegetación halófila y avifauna encuentran su hábitat por excelencia.

CONCLUSIONES

La aproximación al conocimiento del Saladar de Altobordo, a través de una visión geográfica e integradora de gran parte de sus elementos, ha pretendido que se tenga una mejor concienciación de su problemática actual. De su estudio se han obtenido las siguientes conclusiones:

1ª Se trata de un criptohumedal asociado a un llano de inundación, en el que a pesar de su fragmentación y retroceso, conserva aún los rasgos característicos de estos medios, como cierto semiendorreísmo, salinización del suelo, vegetación halófila, y avifauna característica.

2ª En la ubicación y génesis del criptohumedal de Altobordo han intervenido decisivamente una serie de factores geológicos, tales como, la tectónica y litología. El primero porque ciertas fallas normales que delimitan el Saladar han ocasionado un hundimiento de la zona, al menos desde el principio del Cuaternario y continúa en la actualidad debido a un fenómeno de subsidencia, que viene apoyado por la localización de un epicentro sísmico de magnitud 4 a 5; el segundo porque justifica el carácter y tipo de material que es suministrado de las áreas fuente.

3ª Si bien las condiciones climáticas, pasadas y recientes, ejercieron una función relevante en el mantenimiento de una esorrentía superficial capaz de alimentar un anti-

guo lago salado y somero, hoy sólo efectúan un ligero retoque bajo situaciones excepcionales de precipitación y temperatura, por lo que en el retroceso del Saladar no son factores decisivos, aunque sí condicionantes.

4" La red de avenamiento, mediante procesos de transporte de agua y sedimentos, desde las áreas fuente y a partir de los conos aluviales que han formado en su desembocadura, ha sido en gran parte la responsable de la obturación del drenaje y parte del endorreísmo local.

5" Recientemente es la acción antrópica la principal responsable del retroceso del Saladar, de su fragmentación y deterioro, rompiendo la unidad paisajística y dificultando su identificación.

BIBLIOGRAFÍA

- ALCARAZ, F. (1991): *Excursión geobotánica a Almería*. Departamento de Biología Vegetal. Universidad de Murcia (Inédita), 61 pp.
- ALIAS PÉREZ, L.J. y col. (1988): *Mapa de suelos* (Proyecto LUCDEME) Hoja nº 975 Puerto Lumbreras ICONA, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Universidad de Murcia. Murcia, 123 pp.
- BOX AMORÓS, M. (1987): «*Humedales y áreas lacustres de la provincia de Alicante*». Instituto de Estudios Juan Gil-Albert. Diputación Provincial de Alicante, pp. 41-50.
- CARM (1988): *El sistema acuífero del Alto Guadalentín*. Consej. de Polit. Territ. y Obras Púb. (Dir. Gen. de Rec. Hid.). 45 pp.
- CONESA GARCÍA, C.; SOLÍS GARCÍA-BARBÓN, L.; SÁNCHEZ MEDRANO, R. Y CABEZAS CALVO-RUBIO, F. (1994): Aplicación de técnicas de prospección geoelectrica al estudio de la evolución de formas de drenaje y facies sedimentarias del Cuaternario en el valle del Alto Guadalentín (Murcia). *Cuad. de Geogr.* 55. Valencia. pp. 1-15.
- GIL OLCINA, A. (1971): *El campo de Lorca. Estudio de Geografía Agraria*. Departamento de Geografía. Fac. de Filosofía y Letras. Inst. «Juan Sebastián Elcano». C.S.I.C. Valencia. 207 pp.
- GONZÁLEZ BERNÁLDEZ, F.G. (1987): «Las zonas encharcables españolas: El marco conceptual». In: *Bases científicas para la protección de los humedales en España*. Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Madrid, pp. 9-30.
- GONZÁLEZ BERNÁLDEZ, F.G.; MONTES. C. (Coords.) (1989): *Los humedales del acuífero de Madrid. Inventario y tipología basada en su origen y funcionamiento*. Canal de Isabel II. Madrid.
- GONZÁLEZ BERNÁLDEZ, F.G. (1990): *El agua en los ecosistemas áridos y semiáridos españoles*. Departamento Interuniversitario de Ecología. Universidad Autónoma de Madrid. 25 pp.
- IBARGÜEN SOLER, J. y RODRÍGUEZ ESTRELLA, T. (En prensa). Peligrosidad sísmica en la Región de Murcia. Enviado al *Sexto Cong. Nac. y Conf. Int. de Geol. Amb. y Ord. del Territ. que se celebrará en Granada del 24 al 27 de abril del 1996*.
- IGME-IRYDA (1978): *Estudio hidrogeológico de la cuenca baja del Segura*. Informe técnico nº 5. El Valle del Guadalentín. 2t.

- MADOZ, P. (1850): *Diccionario Geográfico-Estadístico-Histórico de España y sus posesiones de ultramar. Región de Murcia*. 200 pp.
- MERLOS MARTÍNEZ, A. (1994): *El Saladar de Altobordo (Lorca, Murcia)*. Tesis de Licenciatura (inédita). Universidad de Murcia. Murcia 116 pp. y anexo cartográfico.
- MUNUERA RICO, D. (1991): *Remembranzas lorquinas*. Archivo Municipal de Lorca. Fondo: Rodrigo Menchón. Novograf. Murcia 246 pp.
- MUSSO Y FONTES. J. (1847): *Historia de los riegos de Lorca*. Reeditada por la agrupación cultural lorquina. 1847-1982. 233 pp.
- NAVARRO HERVÁS, F. (1991): *El sistema hidrográfico del Guadalentín*. Cuadernos Técnicos nº 6. Consejería de Política Territorial, Obras Públicas y Medio Ambiente. Región de Murcia. 256 pp.
- NAVARRO HERVÁS, F. (1991): «La aridez en la cuenca del Guadalentín: prácticas y técnicas para suplir el déficit hídrico». *Papeles de Geografía, nº 17*, Universidad de Murcia, pp. 61-78.
- RAMÍREZ DÍAZ, L. y col. (1992): *Los humedales de la Región de Murcia. Tipificación, Cartografía y Plan de Gestión para la Conservación*. Área de Ecología. Departamento de Biología Animal y Ecología. Universidad de Murcia. 109 pp.
- RODRÍGUEZ ESTRELLA. T. y ALMOGUERA LUCENA, J. (1986): La Neotectónica al Noreste de Lorca (Murcia) y su incidencia en el Canal del Trasvase Tajo-Segura. I Jorn. de est. del fenom. sísmico y su incidencia en la orden. del territorio. CARM. *Inst. Geog. Nac. Comu. y Pon nº 7*, pp. 301-318.
- RODRÍGUEZ ESTRELLA, T.; GARCÍA LAZARO, U. y ALBACETE CARREIRAS, M. (1987): Problemática de la presencia de gases en las aguas subterráneas del Valle del Guadalentín (Murcia). *IV Simp. Nac. Hidrog.* Palma de Mallorca, pp. 155-171.
- RODRÍGUEZ ESTRELLA, T.; ALBACETE CARREIRAS, M.; GARCÍA LÁZARO, U. y SOLÍS GARCÍA-BARBÓN, L. (1989): Evolución espacial y temporal de los gases en el acuífero sobreexplotado del Alto Guadalentín (Murcia). *Cong. Nac. La Sobreex. de Acuíf. A.I.H.- A.E.H.S. Almería*.
- RODRÍGUEZ ESTRELLA, T.; LÓPEZ BERMÚDEZ, F. (1991): Algunas consecuencias ecológicas de la sobreexplotación de los Acuíferos en los Humedales del Sureste Español. *XXIII Congreso A.I.H. «Sobreexplotación de acuíferos»*. Puerto de la Cruz, pp. 163-166.
- RODRÍGUEZ ESTRELLA, T. Y MANCHEÑO JIMÉNEZ, M.A. (1993): La neotectónica de Lorca y sus alrededores en relación con la actividad actual de la Falla de Alhama de Murcia. Análisis de las grietas del túnel de Lorca y de los barrios altos de esta ciudad. *V. Reun. Nac. de Geol. Amb. y Ord. del Territ.* Murcia, pp. 709-715.
- RODRÍGUEZ ESTRELLA, T. (1993): Movimiento actual de la Falla de Alhama de Murcia, en el corredor tectónico de Lorca-Totana, y sus consecuencias en urbanizaciones y obras públicas. *V. Reun. Nac. de Geol. Amb. y Ord. del Territ.* Murcia, pp. 801-810.
- SÁNCHEZ RUIZ, P. A. y col. (1990): Las aves de nuestra región. Serie: *Medio Ambiente*. Nº 2. Editora Regional de Murcia. 104 pp.
- SÁNCHEZ TORIBIO M. I., NOGUERA GARCÍA, M. (1995): *Climatología e Hidrología Agraria en la Región de Murcia. 1993*. CSIC. Murcia. 242 pp.

SERVICIO DE CONSERVACIÓN DE SUELOS DE EEUU (USDA) (1973): *Manual de Conservación de Suelos*. Ed. Limusa-Wiley.

SOLÍS GARCÍA-BARBÓN, L.; ALBACETE CARREIRAS, M. y RODRÍGUEZ ESTRELLA, T. (1994): Evolución hidroquímica en el acuífero Alto Guadalentín a consecuencia de su explotación intensiva. *Anal. y evol. de la contam. de las aguas sub.* Alcalá de Henares, pp. 207-231.

THORNTHWAITE, C.W. (1954): *The Measurement of Potential Evapotranspiration*. John P. Mather. Seabrook, New Jersey. 255 pp.