

JOSEP E. PARDO PASCUAL *
FRANCESCA S. SEGURA BELTRÁN **
EULÀLIA SANJAUME SAUMELL **

EVOLUCIÓN CUATERNARIA DE LA ANTIGUA ALBUFERA EXISTENTE ENTRE PUÇOL Y ALBORAIA ***

RESUMEN

En el presente trabajo se estudia la evolución del sector albufereño comprendido entre Puçol y Alboraiá desde mediados del Cuaternario, a partir de los datos de dieciocho sondeos geotécnicos. Los resultados obtenidos permiten deducir que este tramo ha experimentado una evolución compleja. Se han encontrado diferencias sustanciales entre los sectores situados al norte y al sur de la Poble de Farnals. Tales diferencias parecen obedecer tanto a razones tectónicas como a un cambio en la orientación de la línea de costa a lo largo del Cuaternario. La existencia de dos (o quizá tres) bloques fallados que se han hundido a diferente velocidad ha condicionado la evolución, así como la morfología del sector.

ABSTRACT

This paper is about the Quaternary evolution of the marshy area situated between Puçol and Alboraiá, from the data of 18 geotechnics cores. The obtained results suggest that this area has experienced a complex evolution. The sectors located north and south of Poble de Farnals show important differences, which seem to be related with tectonical features as well as the coastline orientation changes along the Quaternary. The presence of two (or maybe three) faulted blocks with different rates on their sinking have conditioned the evolution and morphology of this domain.

1. INTRODUCCIÓN

Las antiguas albuferas, conocidas localmente con diversos nombres tales como marjales, *prats*, *estanys*, *marenys* constituyen uno de los elementos geomorfológicos más abundantes en las costas del golfo de Valencia. Sus restingas se suelen apoyar en edificios

* Departament d'Enginyeria Cartogràfica, Geodèsia i Fotogrametria, Universitat Politècnica de València.

** Departament de Geografia, Universitat de València.

*** Este artículo presenta los resultados de un estudio más amplio financiado por la Institució Valenciana d'Estudis i Investigació (IVEI) firmado por los mismos autores.

aluviales más o menos recientes, como abanicos y llanos de inundación, y se forman gracias a los aportes sedimentarios de ríos y barrancos. Las marjales del norte de la ciudad de Valencia, ubicadas entre el abanico aluvial del Riu Palància y el complejo sedimentario formado por los aportes del Barranc del Carraixet y el Riu Túria, se extienden a lo largo de más de una docena de kilómetros, formando una estrecha franja húmeda paralela al mar, separada del mismo sólo por una estrecha restinga de cantos, gravas y arenas.

El presente trabajo tiene como objetivo reconocer la evolución de las marjales existentes entre Puçol y Alboraiá a lo largo del Cuaternario, el papel que los aparatos fluviales han tenido en su génesis y desarrollo y la importancia de la subsidencia en la morfogénesis del sector. El conocimiento de la evolución cuaternaria permite, además, explicar la formación del "hemitóbolo del Puig", protuberancia que la línea de costa presenta a la altura de la playa de la Pobla de Farnals. Para este estudio se han utilizado los datos de 18 sondeos geotécnicos y se ha realizado un detallado trabajo de campo y un permensorizado estudio de foto aérea.

2. MARCO ESTRUCTURAL Y GEOMORFOLOGÍA

Las albuferas de Puçol-Alboraiá se localizan en la parte central del Golfo de Valencia. Las estructuras que delimitan esta llanura litoral son: el valle del Palància, al norte; la Serra Calderona, al oeste; y la cuenca de Valencia, en la zona meridional. El valle del Palància es una depresión que separa la Serra d'Espadà y la Calderona. El extremo meridional de esta última está delimitado por un escalón, de directriz netamente ibérica (PÉREZ CUEVA, 1988), en cuyo límite se desarrollan grandes abanicos aluviales en los afluentes del Carraixet (Barranc de Nàquera, del Cirer). La cuenca de Valencia, por su parte, es un espacio hundido que se extiende al sur de la Calderona. Se trata de una forma tabular poco deformada, aunque ha sido basculada y fracturada en bloques por acción de las numerosas fallas que la atraviesan.

En las proximidades de la costa todas estas estructuras quedan truncadas por una gran fractura —de directriz NE-SW— que se extiende, de forma más o menos continua, entre Burjassot y Tortosa. En nuestro ámbito esta falla discurre entre Burjassot y Xilxes, dando lugar a la llanura litoral donde se asentaron las albuferas de Puçol-Alboraiá.

La llanura litoral está formada principalmente por sedimentos aluviales (fig. 1). Bordeando la fosa costera, se encuentran los aportes de los barrancos que descienden de los relieves situados al oeste y de los principales colectores, el Riu Palància, al norte, y el Barranc del Carraixet, al sur. Entre ambos la red de drenaje es muy escasa, ya que sólo se han formado pequeños barrancos que drenan las sierras inmediatas.

El Barranc del Carraixet antes de llegar a la fosa costera discurre encajado en una serie de abanicos aluviales que se suceden entre Lliria y Montcada. Son materiales muy antiguos del Pleistoceno inferior y medio (IGME, 1974), que están encostrados en superficie. Su llano de inundación es complejo a causa de una acentuada componente estructural. Cuando el barranco supera la falla Burjassot-Xilxes, deposita un pequeño abanico aluvial, formado por cantos, gravas y arcillas no encostradas, que podrían atribuirse al Pleistoceno superior. Los depósitos más recientes se encuentran en la parte más distal de la llanura y han contribuido a la colmatación de la albufera que existía durante el Holoceno en las proximidades de la costa actual.

Entre el Barranc del Carraixet y Rafelbunyol no hay una escorrentía organizada, ya que sólo existen algunos barrancos que desaparecen al llegar a la llanura litoral, probablemente



Fig. 1. Esquema geomorfológico de las albuferas entre Puçol y Alboraià. 1. Calizas y dolomías. 2. Areniscas del Buntsandstein. 3. Materiales terciarios (conglomerados, arcillas, margas, etc.). 4. Costra zonada (Pleistoceno inferior). 5. Depósitos del Pleistoceno medio. 6. Materiales del Pleistoceno superior. 7. Depósitos continentales holocenos. 8. Depósitos mixtos (continental-albufera) holocenos. 9. Cubetas de descalcificación. 10. Fallas. 11. Divisoria de aguas. 12. Ríos y barrancos. 13. Barrancos de fondo plano. 14. Direcciones de flujo. 15. Zonas deprimidas que concentran humedad. 16. Núcleos de población. 17. Paleocanales. 18. Abanicos aluviales. 19. Marjal. 20. Restinga con escalón y afloramientos fósiles. Los puntos y los números indican la localización de los sondeos.

desorganizados por la falla Burjassot-Xilxes, que aquí coincide con la acequia de Montcada. Más hacia el norte, discurre el Barranc de Puçol, que penetra hacia el interior de la marjal, aportando gran cantidad de sedimentos los cuales han contribuido a la colmatación de la antigua albufera. En este sector numerosos barrancos descienden de las últimas estribaciones de la Calderona y forman una pequeña acera aluvial de sedimentos encostrados —atribuibles al Pleistoceno medio— que se interrumpen bruscamente al llegar a la costa.

El Riu Palància, por su parte, ha construido un potente abanico aluvial, de grandes dimensiones, que delimita la marjal por el norte. El límite entre ambos espacios posiblemente está marcado por la prolongación de una de las fallas que compartimentan la Serra Calderona. El abanico del Palància posee una potencia pliocuaternaria que oscila entre 60 y 100 m, con varios niveles de conos superpuestos, de tal manera que los sedimentos encostrados del Pleistoceno inferior y medio (C2) quedan recubiertos por los del Pleistoceno superior (C1) (Segura, 1990).

Además de los sedimentos de origen fluvial, en el llano litoral se pueden distinguir los materiales propios de las albuferas que se extienden entre Albuixec y el Port de Sagunt. En la actualidad se trata de una estrecha franja de marjales, de dimensiones reducidas, prácticamente colmatadas. Estas marjales se estrechan en sus dos extremos, por los aportes del Carraixet y del Palància, mientras que en el sector central alcanzan su máxima anchura. Concretamente la marjal más amplia se ubica en el sector del Puig, que es también la zona que posee una mayor alimentación fluvial y los manantiales o *ullals* más potentes.

La restinga tiene una longitud de 16 km y es bastante estrecha. Su anchura oscila entre 100 y 200 m, excepto en aquellos tramos en los que se han acelerado los procesos erosivos costeros a causa de las construcciones artificiales (sur del puerto de Sagunt y del puerto deportivo de la Pobla de Farnals), en donde se reduce a la playa estricta. La máxima anchura se alcanza en el sector del Puig y la Pobla de Farnals. A pesar de las fuertes transformaciones que esta restinga ha experimentado como consecuencia de las construcciones antrópicas, los estudios sedimentológicos realizados en ella (Sanjaume, 1985) demuestran que sus materiales son muy heterométricos, con predominio de la fracción gruesa. Esto sugiere que la restinga se ha generado con materiales de procedencia fluvial transportados por una deriva litoral N-S, a partir del crecimiento de una barra submarina que se situaría entre dos desembocaduras fluviales. La pendiente media de la playa sumergida en las costas del Puig, deducida a partir de los perfiles realizados por Pardo (1991), es del 2,2%. Se trata de una zona de pendiente suave en la que se localizan barras submarinas, alguna de las cuales podría haber sido el origen de la restinga.

En la playa de la restinga se han encontrado varios niveles superpuestos de materiales consolidados. El más antiguo, formado por eolianitas, está situado aproximadamente a un metro sobre el nivel del mar. Adosado a él se localiza una playa flandriense (GOY y ZAZO, 1974). Por último, a nivel del mar se encuentra una playa consolidada, formada por sedimentos actuales, cementados por la acción de los vertidos de la siderúrgica de Altos Hornos de Sagunt (PARDO, 1991).

3. MORFOLOGÍA DE LAS MARJALES

Las antiguas albuferas que se disponen entre el cono aluvial del río Palància y el llano de inundación del Túria se podrían caracterizar por ser formas estrechas y alargadas que se disponen paralelas a la orilla y con escasa penetración hacia el continente. La actual marjal en ningún lugar supera los dos kilómetros de anchura y son bastantes los espacios

en los que su anchura es inferior a un kilómetro (fig. 1). Ahora bien, dichos límites son complicados de establecer por dos motivos fundamentales: por la propia interdigitación de facies albufereñas y continentales y por la fuerte antropización que ha reducido progresivamente el ámbito de marjal. Los datos procedentes de los sondeos demuestran una fuerte interrelación entre facies de origen fluvial y lagunar, especialmente en los lugares cercanos a barrancos que desembocan en la marjal. Las observaciones de campo realizadas en distintas zanjas situadas junto a la autopista han mostrado que a escasa profundidad (poco más de un metro) encontramos materiales de albufera desde Massalfassar hasta los afloramientos triásicos de el Puig. Esto significa que no hace demasiados años la anchura de las marjales era bastante mayor. Igualmente, en una zanja abierta en la salida de la autopista hacia Alboraià, se pudo comprobar que a poca profundidad aparecían materiales turbosos característicos de ámbitos albufereños, lo que demuestra que la albufera llegaba algunos kilómetros más al sur de lo que lo hace actualmente.

La antropización de este espacio es antigua. Es probable que fuera aprovechado para usos agrarios desde época romana, como parece desprenderse de una antigua centuriación que se aprecia aún en la parcelación de las áreas inmediatas (CANO GARCÍA, 1974). Durante años se han producido modificaciones en la propia topografía de la marjal. La formación de terraplenes o *alterons* para superar los problemas de inundación inherentes a las albuferas o la destrucción de los mismos con la finalidad de plantar de nuevo arroz, explican en parte una topografía compleja, bastante más variada de lo que podría esperarse de una antigua área lagunar. En las fotografías aéreas de 1956 es posible encontrar algún campo de olivos dentro del espacio de marjal. Ahora bien, las modificaciones del paisaje más espectaculares se produjeron a partir de la década de los sesenta y se siguen dando en la actualidad. A fines de los sesenta se llevó a cabo una concentración parcelaria en los términos de Puçol y Sagunt, con obras de saneamiento y drenaje, que provocó la introducción del cultivo de hortalizas en antiguas zonas de marjal. Cano García (1977) observó durante los años sesenta y setenta un desplazamiento de los tradicionales usos agrarios de la comarca del oeste hacia el mar: els *horts* o campos de naranjos se han ido adentrando en el antiguo espacio *d'horta* o de cultivos de hortalizas, quedando el arroz, cultivo tradicional de la marjal, reducido a una estrecha franja junto al mar, en el pequeño sector del término de Puçol.

Desde que a finales de los sesenta se construyó la autopista A-7, las edificaciones masivas para usos turísticos se extendieron en las playas del Puig, la Pobla de Farnals y, posteriormente, en las de Alboraià (Port Saplaya). Los edificios ocuparon la restinga y parte de las antiguas zonas de marjal. También en esa década se construye el Polígono Industrial del Mediterráneo (PIM), en los términos municipales de Albuixec y Massalfassar, que ha seguido creciendo hasta la actualidad con la ocupación de nuevos terrenos. Más recientemente, buena parte de las marjales del Puig han sido ocupadas por un gran polígono industrial. El antiguo paisaje de albufera, por tanto, sólo puede ser apreciado hoy en algunos pequeños espacios cercanos a la gola de l'Estany, en el término de Puçol.

4. METODOLOGÍA

Para el estudio de la zona se han realizado un trabajo de fotointerpretación geomorfológica de las áreas de marjal y su cuenca de recepción, el estudio de distintos sondeos para el reconocimiento los materiales subyacentes y un detallado reconocimiento de campo. A partir de la fotointerpretación de la zona se ha obtenido el mapa representado

en la figura 1, y se han reconocido las principales macroformas que enmarcan la zona de estudio. Asimismo, a partir de un detallado análisis de las irregularidades del terreno dentro de la marjal se han detectado algunos afloramientos de calcoarenitas. Aunque se ha obtenido información del análisis de las calicatas del oleoducto Castelló-Valencia (INTECSA, 1989) que se ha construido junto a la autopista A-7, los 18 sondeos geotécnicos realizados por la empresa PROYEX S.A. en distintos puntos de la zona de estudio han sido la principal fuente de información. Dichas prospecciones se han realizado durante un periodo de unos 15 años. Dado el tiempo transcurrido, no se ha podido trabajar directamente con los testigos, por lo que sólo se han consultado los informes finales presentados por la empresa. Dichos informes constan de estratigrafía y análisis granulométricos, aunque la metodología empleada en ellos plantea diversos problemas que, si bien no afectan a los resultados generales, pueden dificultar una interpretación más detallada. Entre los problemas cabría destacar los siguientes:

- * No se conocen las coordenadas (x, y, z) de los puntos sondeados, por lo que la posición que se les ha asignado es sólo aproximada, basada en otras informaciones contenidas en los informes. El desconocimiento de la cota del sondeo dificulta la correlación entre los distintos puntos sondeados.

- * Presentan una estratigrafía muy poco detallada, formulada con los criterios geotécnicos, que no siempre son fáciles de traducir en términos sedimentológicos.

- * Las descripciones no especifican los colores de los materiales con criterios científicos, lo que dificulta el reconocimiento de las diferentes facies, especialmente la diferenciación entre las continentales y las de albufera.

Los sondeos analizados (tabla 1) se distribuyen a lo largo de buena parte de la zona estudiada, entre Alboraiá y el Puig (fig. 1).

5. RESULTADOS

Caracterización sedimentológica de las columnas

Sondeo nº 1. Ferrocarril de Alboraiá (fig. 2). Los primeros 1'5 m se desecharon por ser relleno artificial. El sondeo se inicia con materiales de facies continental que llegan hasta 2'7 m de profundidad. Entre 2'7 y 5'9 m existe un nivel de arenas. Por debajo, entre 5'7 y 13'7 m se encuentran sedimentos de facies de albufera. De 13'7 a 15 m los materiales corresponderían a una facies de transición.

Sondeo nº 2. Carraixet-Depuradora de Alboraiá (fig. 3). Los 0'6 m primeros son relleno artificial. A ellos le sigue un estrato de origen continental, formado fundamentalmente por arcillas y limos que llega hasta 1'9 m de profundidad. Por debajo un nivel que llega hasta los 5'5 m fundamentalmente arenoso, aunque con elevada proporción de finos, sugiere que se trata del límite de penetración marina. De los 5'5 m hasta los 7 encontramos un estrato de origen continental bajo el cual (entre 7 y 7'3 m) se encuentra un nivel de calcoarenita. Bajo este material hallamos un estrato de origen marino (formado por arenas y gravas) que llega hasta los 10 m de profundidad, base del sondeo.

Sondeo nº 3. Estación depuradora Alboraiá. Eliminados los primeros 0'6 m de relleno, aparece un nivel arcilloso de origen continental que alcanza 1'3 m de profundidad. Por debajo, hasta los 10 m aparece una capa bastante homogénea con alta propor-

TABLA 1

Nº	NOMBRE	POTENCIA (m)
1	Ferrocarril de Alboraià	18
2	Carraixet, depuradora Alboraià	10
3	Estación depuradora Alboraià	10
4	Port Saplaya	14'5
5	Polígono Industrial Mediterráneo (P.I.M.)	10
5 bis	Polígono Industrial Mediterráneo (P.I.M.)	8
6	Polígono Industrial Mediterráneo (P.I.M.)	12
7	Platja de la Pobla de Farnals	15'5
8	Platja de la Pobla de Farnals	15
9	Platja de la Pobla de Farnals	18'5
10	El Puig, Cervecera	25
11	El Puig, Cervecera	23
12	El Puig, Cervecera	20'5
13	El Puig, Cervecera	21
14	El Puig, Mercovasa	19
15	El Puig, Mercovasa	18
16	El Puig, Mercovasa	16
17	El Puig, Mercovasa	20'5

ción de arcillas de color ocre en la parte superior y con un tono amarillento en la parte inferior de la columna.

Sondeo nº 4. Port Saplaya (fig. 4). Desde la superficie hasta 4'75 m se halla un nivel de arenas, que podría asimilarse a la playa actual ya que el sondeo está realizado prácticamente en la playa. Desde dicha cota hasta los 8'65 m aparece un nivel interpretado como una facies de origen albufereño, con elevada proporción de arcillas. A 8'65 m se encuentran fragmentos de calcoarenita, tal vez restos de una playa o de una duna fósil. Por debajo hasta los 14'5 m hay un nivel arenoso de origen marino. Dentro de este nivel, hacia 12'4 m se observa un incremento en la proporción de arcillas y gravas en detrimento de la arena, que sugiere la existencia de una pequeña albufera o, al menos, un cierto encharcamiento.

Sondeos nº 5, 5 bis y 6. Polígono Industrial del Mediterráneo (P.I.M.). Los tres sondeos fueron realizados en el mismo solar, dentro de la actual marjal, pero cerca del mar. En el sondeo 5 (fig. 5) se distingue, tras el primer metro de relleno artificial, un primer nivel (entre 1 y 3 m) correspondiente a la facies de albufera. De 3 a 4'5 m aparece una capa de origen marino (arenas, gravas y cantos). Por debajo, entre 4'5 y 6'5 m aparece un potente nivel de calcoarenita. Por debajo, hasta los 10 m reaparece de nuevo una facies arenosa de origen marino.

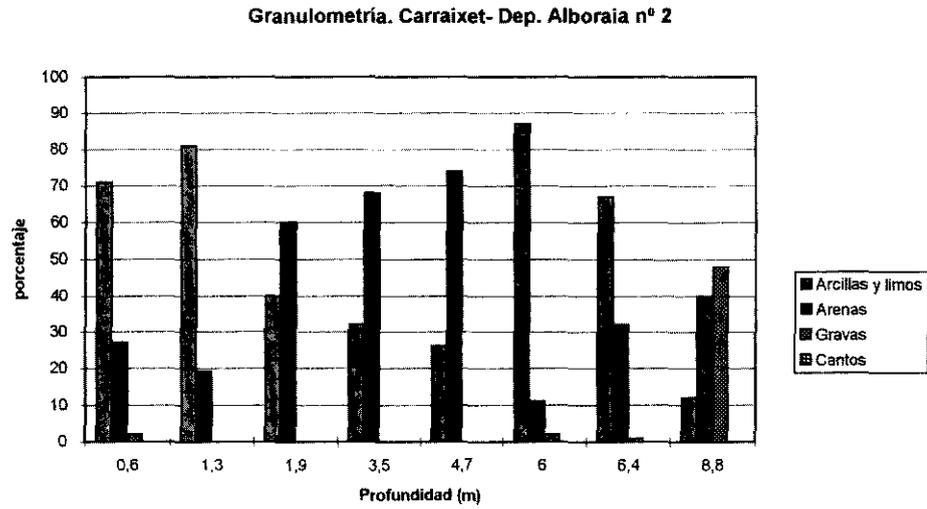


Fig. 2. Características texturales de los materiales del sondeo.

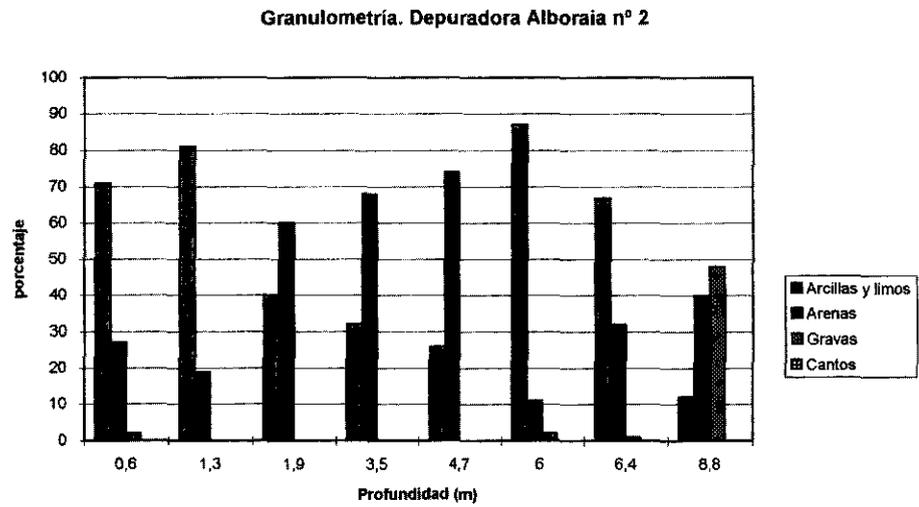


Fig. 3. Características texturales de los materiales del sondeo.

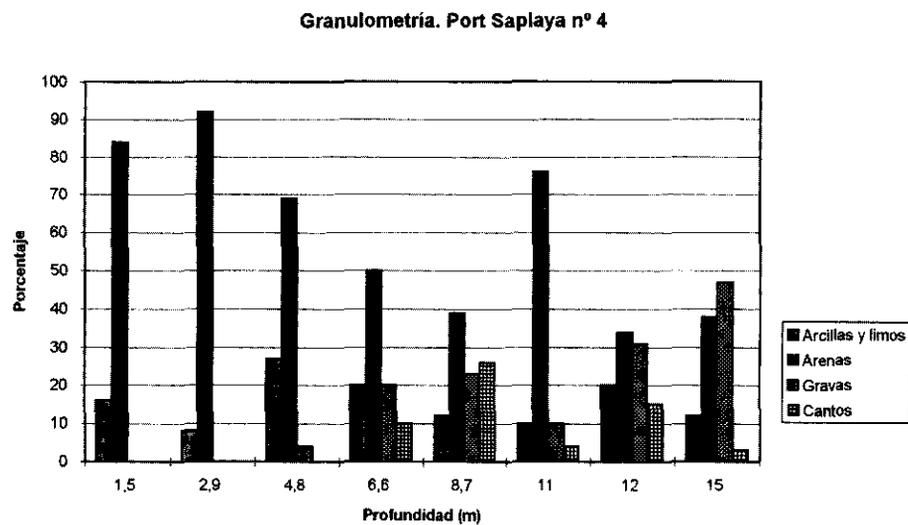


Fig. 4. Características texturales de los materiales del sondeo.

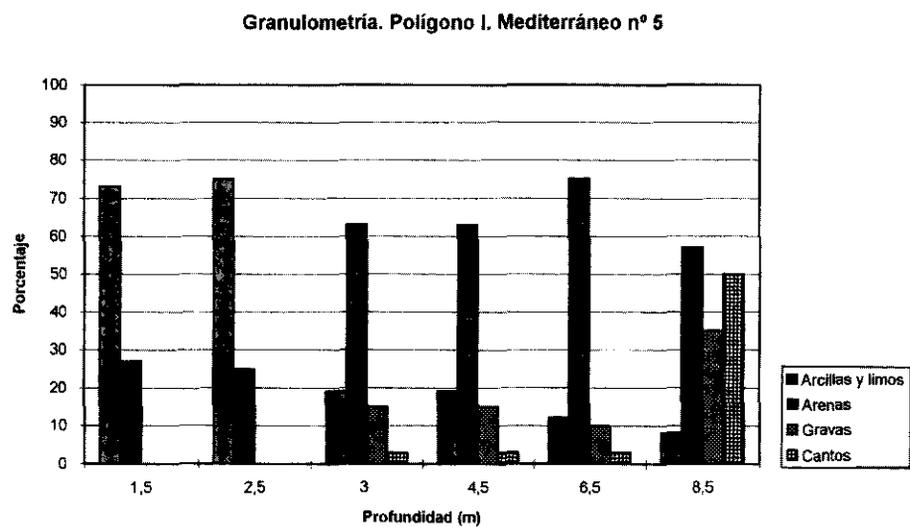


Fig. 5. Características texturales de los materiales del sondeo.

El sondeo 5 bis, más cercano a la orilla, presenta entre 1 y 3 m material de playa con arenas, gravas y cantos. De 3 a 5 m existe una facies de albufera. De 5 a 6'3 m aparece el nivel de calcoarenita y por debajo, hasta el final de sondeo (8 m) se encuentra una facies arenosa de origen marino.

El sondeo 6 presenta en superficie 2 m de relleno artificial. Entre 2 y 3'5 m aparece un nivel arenoso, correspondiente a la playa actual. Entre 3'5 y 6'5 se halla una facies de sedimentos albufereños. De 6'5 a 8 m se encuentra la capa encostrada correspondiente a una calcoarenita. Por debajo de la misma hay un nivel de arenas y gravas de origen marino.

Sondeos nº 7, 8 y 9. Platja de la Pobla de Farnals. Se trata de tres sondeos realizados para calcular la cimentación de unos edificios situados en el límite meridional de la playa de la Pobla. Por las referencias halladas parece que el nº 8 se sitúa más cerca de la playa, mientras que los nº 7 y 9 se encuentran en la marjal. En el sondeo nº 7, tras el metro superficial de relleno, un nivel de albufera llega hasta los 3 m de profundidad, en el cual se distinguen distintas facies según la proporción de materia orgánica encontrada. Entre 3 y 4'75 m se observa un nivel de calcoarenitas. Por debajo de la capa encostrada un potente nivel arenoso alcanza 3,5 m. Desde -8,2 m hasta el final del testigo (15'5 m) se localizan sedimentos finos correspondientes a un ambiente de albufera.

El sondeo nº 8 (fig. 6) se inicia, tras el relleno superficial, con la playa actual que alcanza hasta 1'65 m. Debajo, hasta 2'8 m un nivel de arcillas correspondiente a un medio palustre contiene gran proporción de materia orgánica. Entre 2'8 y 4'75 m hay un nivel de calcoarenita y, subyacente al mismo, un paquete de arenas de origen marino que alcanza los 6 m. Entre 6 y 15 m aparecen materiales arcillosos de albufera.

El sondeo nº 9, tras 0'6 m de relleno, se inicia con los materiales de la albufera actual, con distintas facies más o menos turbosas, que llegan hasta 3'5 m, donde encontramos un potente nivel de calcoarenita que alcanza hasta los 5'2 m. Entre 5'2 y 6'9 m existe un nivel de arenas. Por debajo, hasta los 13'3 m se encuentra un nivel de limos y arcillas con una escasa proporción de arenas. Entre 13'3 y 14 m se presenta una capa de arenas, gravas y cantos de origen marino. Bajo este nivel marino y hasta el final del testigo (18'5 m) un nivel con elevadas proporciones de finos de color beige o blanquecino, seguramente indica condiciones propias de un medio albufereño o de una laguna somera sin vegetación.

Sondeos nº 10a y 10 b, 11, 12, 13. El Puig, Cervecera. Todos ellos se encuentran en la zona de la marjal. El nº 10 está formado por dos sondeos complementarios, el primero llega hasta 15 m de profundidad y el segundo hasta 25 m. En este conjunto se pueden distinguir los siguientes niveles: tras el relleno superficial, aparece la actual albufera (entre 1 y 1'8 m) con una elevada proporción de materia orgánica. Por debajo, hasta 7 m siguen sedimentos de albufera pero con algunas pequeñas intercalaciones arenosas. Hacia los 7 m aparece una capa de 70 cm de arenas de origen marino. De 7'7 a 11'8 m reaparece el nivel albufereño. Entre 11'8 y 15 m se encuentra una potente capa de arenas con gravas de origen marino. Entre 15 y 18'4 m se encuentra un nivel de transición, donde las arenas son sustituidas paulatinamente por limos y arcillas. Desde 18'4 hasta 25 m el material es fundamentalmente limo-arcilloso.

En el mismo solar, pero en fecha distinta se realizaron los sondeos nº 11, 12 y 13. El sondeo 11 se inicia con los materiales de la actual albufera, con tonos grises. Los materiales finos se mantienen hasta los 12'8 m pero en profundidad éstos adquieren tonalidades gris amarillentas. Entre 12'8 y 18'4 m aparece una potente capa de arena de origen marino. Desde 18'4 hasta 23 m existe un nivel rojizo de arcillas que hace pensar en una facies de tipo continental de manto de arroyado o de limos de inundación, dada la ausen-

Granulometría. P. Poble Farnals nº 8

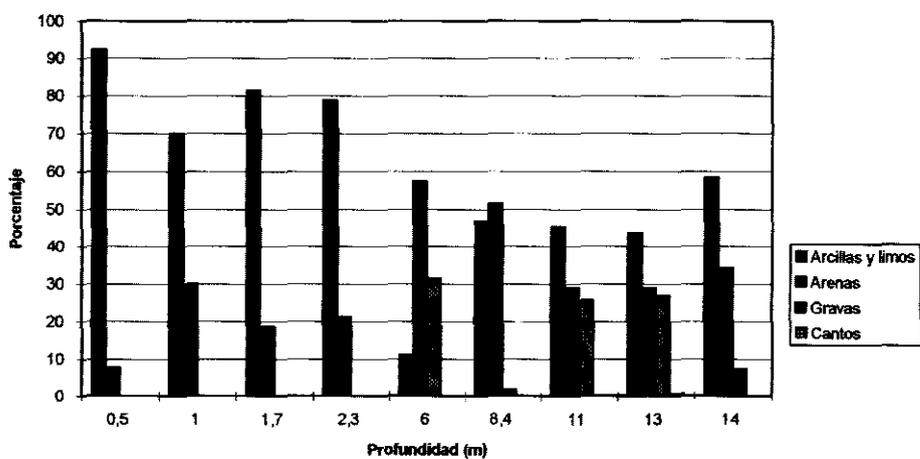


Fig. 6. Características texturales de los materiales del sondeo.

Granulometría. Cervecera El Puig nº 12

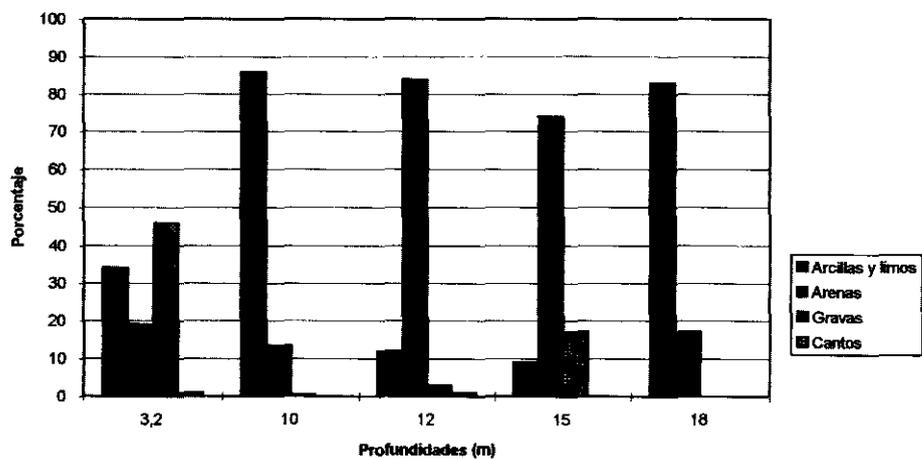


Fig. 7. Características texturales de los materiales del sondeo.

facies de tipo continental de manto de arroyada o de limos de inundación, dada la ausencia de materiales gruesos.

El sondeo nº 12 (fig. 7) se inicia con los materiales de la actual albufera que alcanzan los 3'2 m. Entre 3'2 y 10'2 se halla un nivel difícil de interpretar, dado que presenta una elevada proporción de limo (34%) y grava (46%). Probablemente se trata de un nivel de transición, en el límite de una albufera con cierta influencia marina. Por debajo del mismo aparece un nivel de turba (entre 10'2 y 12'4 m). Desde esta última profundidad hasta 16'7 m se encuentra una capa arenosa de origen marino. Por debajo de la misma, hasta los 20'5 m un nivel limo-arcilloso de colores amarillentos y blanquecinos parece evidenciar una facies de encharcamiento.

El sondeo nº 13 se inicia con un nivel de albufera con elevada proporción de materia orgánica que llega hasta los 5'2 m. Por debajo, hasta 7'2 m se encuentra una capa de transición, con gran proporción de arcillas (57%), pero también de arenas (36%), lo que podría denotar cierta influencia marina. Entre 7'2 y 10'1 m se halla un facies típica de albufera de color gris oscuro. Por debajo, hasta los 14, esta capa adquiere un color amarillento y aumentan las proporciones de sedimentos más gruesos, lo que sugiere una transición hacia un medio marino. Entre 14 y 18'3 m aparece una capa arenosa de origen marino. Por debajo, se encuentra una capa limo-arcillosa de color rojizo, de origen continental.

Sondeos nº 14, 15, 16 y 17. El Puig, Mercovasa. De estos cuatro sondeos sólo se han analizado sedimentológicamente los nº 15 y 17.

La columna 15 (fig. 8) se inicia con 30 cm de relleno artificial bajo el que se encuentra un nivel arcilloso correspondiente a la actual albufera, que llega con características homogéneas hasta los 5'6 m. Entre 5'6 y 7 m aparece un nivel limo-arenoso que podría interpretarse como de transición hacia sedimentos marinos más cercanos a la costa. Entre 7 y 10 m reaparece una facies de origen albufereño. De 10 a 11 m se observa la presencia de una calcoarenita. Por debajo existe un nivel arenoso, con cierta proporción de grava tanto en el techo como en la base, y que llega a los 15 m de profundidad. Desde aquí hasta 18 m aparece de nuevo un nivel limo-arcilloso que puede ser de origen continental o de albufera.

El sondeo 17 se inicia con sedimentos de albufera hasta una profundidad de 1'2 m. Entre 1'2 y 1'5 m existe una delgada capa de calcoarenita. Por debajo de la misma hasta una profundidad de 12 m, reaparece la albufera, aunque con algunas pequeñas capas arenosas. Entre 12 y 12'6 se encuentra otra capa de calcoarenita. Bajo este nivel encostrado existe una potente capa de arenas (que llega hasta los 17 m), con alguna zona ligeramente cementada. Finalmente, entre 17 y 20'5 m (final del testigo) aparecen arcillas con nódulos, cuyo origen podría ser tanto continental como de albufera.

De las columnas 14 y 16 no se cuenta con los análisis granulométricos, sólo se han podido consultar descripciones y dibujos realizados a pie de sondeo, por lo que los datos que aportan presentan menor fiabilidad que el resto. En el nº 14 se distinguen los siguientes niveles: bajo el relleno artificial aparecen materiales correspondientes a un nivel de albufera que llega hasta 10'2 m. Desde aquí hasta los 11 m aparece una calcoarenita. Entre 11 y 19 m aparece un nivel de arcillas y limos similar al primer nivel (albufera).

En el sondeo nº 16 se distingue, hasta los 6 m una capa con sedimentos de origen albufereño. Entre 6 y 6'6 aparece un nivel de calcoarenitas. Desde 6'6 hasta los 16 m la descripción indica que se trata de un nivel limo-arcilloso, con nódulos, semejante al primero. Puede tratarse de una facies de albufera o ser también de origen continental.

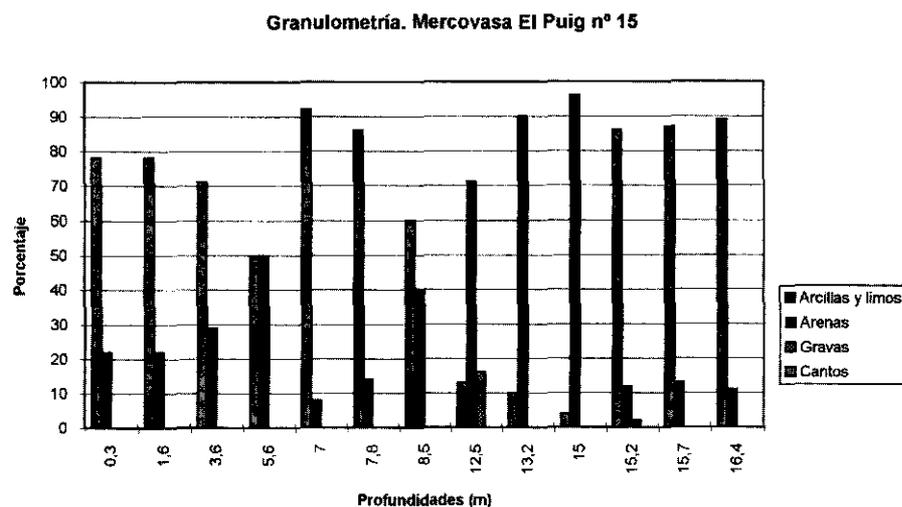


Fig. 8. Características texturales de los materiales del sondeo.

Observaciones de campo

Además de los datos proporcionados por los testigos sondeados es interesante destacar algunos datos de las observaciones de campo.

En la restinga de Puçol aflora un nivel de playa ligeramente encostrado, formado por cantos de gran calibre y algo de arena, con un nivel de Glycymeris, situado aproximadamente a 1'5 m sobre el nivel del mar. Coincide posiblemente con el nivel que mencionan Goy y Zazo (1974) en la playa de Puçol, datado como flandriense. Según Cano (1977) se trata de una costra cementada con matriz arenosa, a veces grosera, de color gris con manchas férricas, que engloba cantos heterométricos y se extiende a lo largo de más de un kilómetro. El oleaje y la erosión costera han fraccionado este nivel en lajas de distintas dimensiones y potencias. Para este autor, los fragmentos que se encuentran actualmente sumergidos a poca profundidad y mucho más cementados podrían interpretarse o bien como trozos desprendidos o bien como varias terrazas escalonadas. Esto último supondría que se ha producido un levantamiento de esta zona desde el Flandriense. Esta hipótesis, sin embargo, debe tomarse con precauciones ya que la supuesta terraza marina flandriense podría ser un microacantilado formado por materiales cementados gracias a las escorias vertidas por los Altos Hornos de Sagunt, puesto que desde 1923 hasta finales de los setenta se estuvo vertiendo el sobrante del proceso de cocción del hierro y el arrabio (PARDO, 1991). Este material presenta una gran capacidad de cementación, sobre todo cuando actúa conjuntamente con el agua.

Dadas las circunstancias, es difícil discernir si estos restos de playa son un nivel flandriense cementado por procesos diagenéticos naturales, y que posteriormente ha adquirido un mayor endurecimiento por acción antrópica, o bien si se trata de un nivel de cementación totalmente artificial, o si, en realidad, se trata de dos niveles distintos. Según nuestra interpretación las características del nivel superior —similares a las que presen-



Foto 1: En la playa de Puçol, se pueden observar varios niveles de materiales endurecidos. 1) Sedimentos cementados por el agua del mar y los vertidos de la siderúrgica de A.H.M. 2) Posible playa flandriense. 3) Calcoarenitas antiguas.

tan los restos flandrienses encontrados en otros puntos de la costa valenciana (GOZÁLVEZ, 1985)—, y la propia ubicación de los niveles, hace sospechar que se trata de dos depósitos diferentes. Probablemente, los materiales endurecidos (con capas alternas de materiales finos y gruesos y con gran cantidad de hierro) que se encuentran en el nivel inferior de la playa actual, en la misma orilla, corresponden a sedimentos que han sido cementados recientemente por la acción conjunta del mar y los vertidos de la siderúrgica. Por encima, a una altura aproximada de 1'5 m s.n.m., el nivel de cantos cementados correspondería a una playa fósil flandriense (foto 1).

Esta playa se halla adosada a una especie de plataforma, que en realidad es una calcoarenita más antigua. Aunque en este punto la relación no se ve clara, otros restos de duna fósil se han observado en varios puntos de la marjal. En concreto se ha encontrado en la playa de Puçol, donde se puede apreciar la inclinación de los *sets* dunares a lo largo de una acequia, junto a la Gola de l'Estany. También se han encontrado en la playa del Puig detrás de las edificaciones, en la parte interior de la restinga, así como dentro de la marjal del Puig, relativamente cerca de la Cervecera, en el basamento de una acequia. Los agricultores de la zona corroboraron la existencia de una estrecha capa de material endurecido, que se extiende de forma desigual por dicho sector. Se trata de un nivel de poco espesor, de unos 50 cm de potencia, formado por arenas cementadas de color blanquecino que, sin embargo, no se ha detectado más al sur de los lugares comentados.

6. INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

Dado que no se han podido obtener dataciones absolutas, la interpretación evolutiva se basa exclusivamente en la correlación de niveles considerados como guía en los distintos sondeos (fig. 9 a y b). La hipotética cronología viene determinada por la disposi-

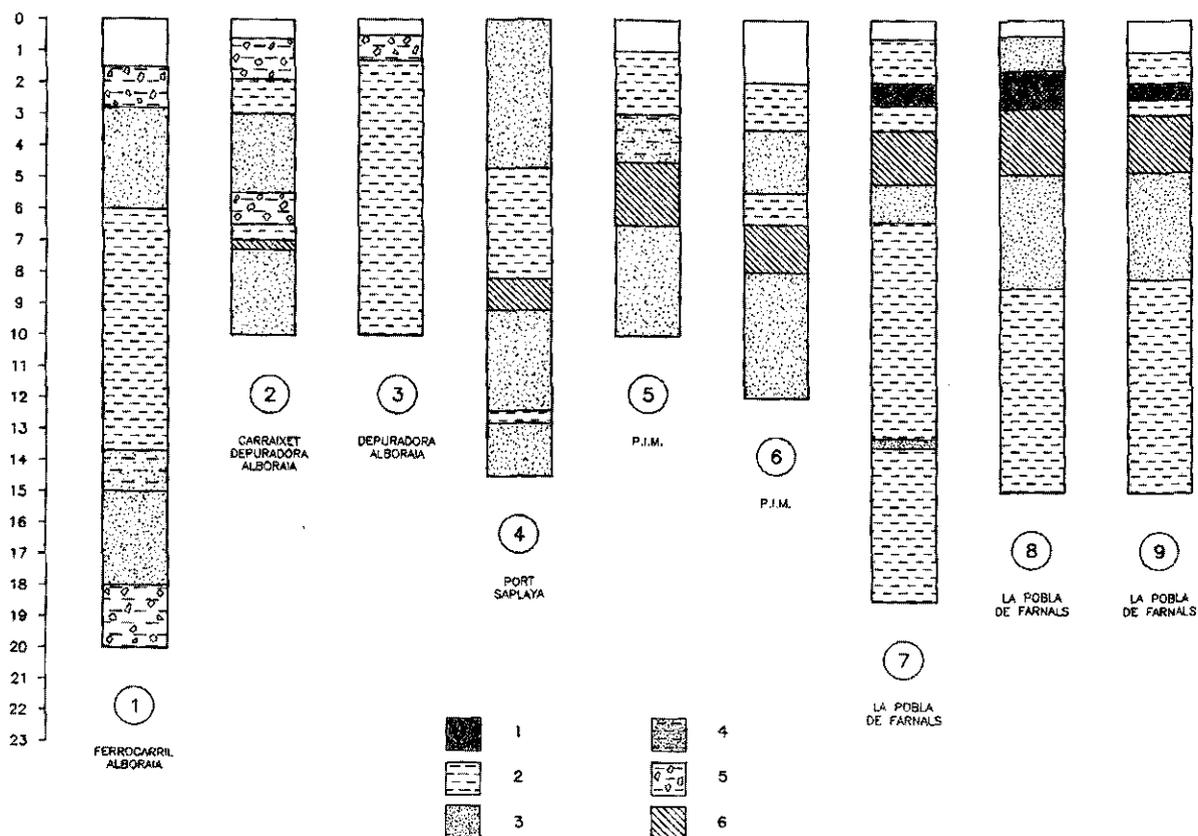


Fig. 9 (a y b). Esquema de las columnas estratigráficas de los sondeos de las albuferas entre Puçol y Alboraià. 1. Turba o material con elevada proporción de materia orgánica. 2. Limos y arcillas de marjal. 3. Arenas de playa. 4. Niveles de transición con elevada proporción de arenas y limos. 5. Materiales continentales (aluviales). 6. Calcoarenita.

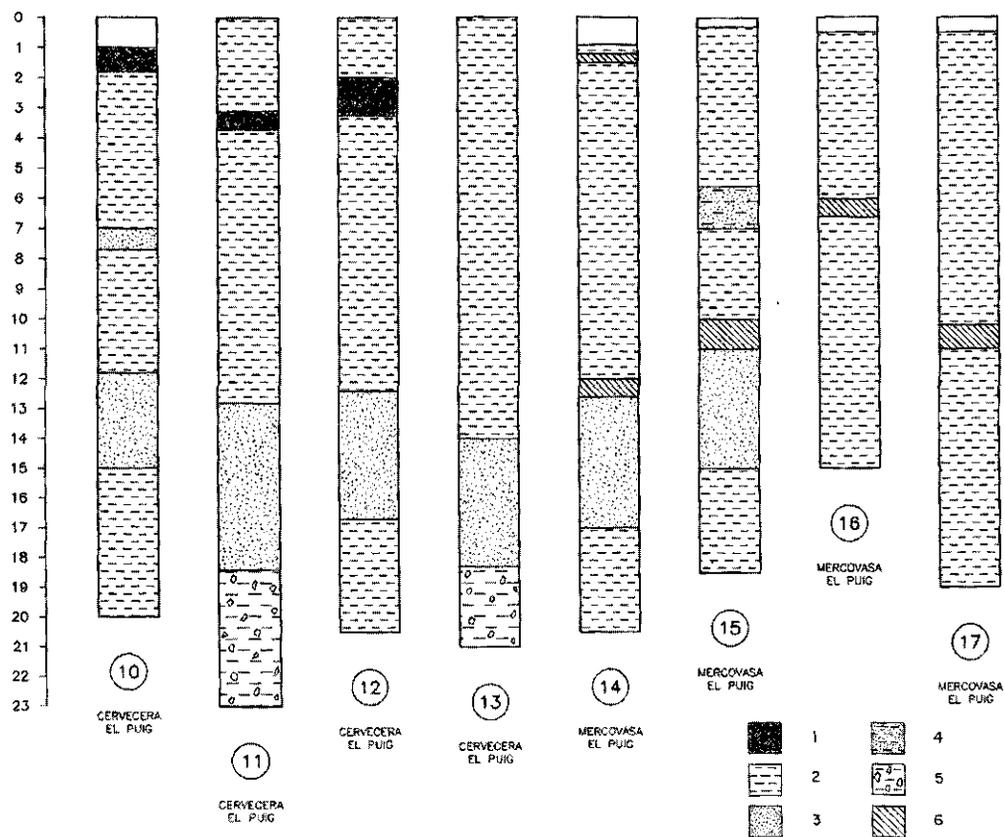


Figura 9 a y b.- Esquema de las columnas estratigráficas de los sondeos de las albuferas entre Puçol y Alborai. 1. Turba o material con elevada proporción de materia orgánica. 2. Limos y arcillas de marjal. 3. Arenas de playa. 4. Niveles de transición con elevada proporción de arenas y limos. 5. Materiales continentales (aluviales). 6. Calcoarenita.

ción relativa de los estratos y su correlación con otros similares de otros ambientes no muy lejanos, y de los cuales sí se disponen dataciones absolutas.

Hipótesis de evolución sedimentaria

Para poder correlacionar las 18 series estudiadas entre sí y con los datos de campo, se ha buscado un nivel guía que apareciese en todos los sondeos. El más apropiado es el estrato arenoso coronado, en la mayoría de los casos, por un nivel de calcoarenitas. Se trata de un nivel fácilmente identificable por sus características texturales y por presentar siempre una potencia considerable. Este nivel arenoso evidencia que durante su sedimentación todos los lugares sondeados pertenecían a un ambiente marino. Tomando, por tanto, este nivel como guía la evolución propuesta sería la siguiente:

1. La serie sedimentaria comenzaría a unos 22 m de profundidad con materiales de facies continental que aparecen en los sondeos más septentrionales, nº 11 y 13 (Cervecera del Puig), así como en los más meridionales, nº 1 (Ferrocarril de Alborai). Se trataría de una progradación de sedimentos continentales en el momento de máximo aporte de material de origen fluvial de toda la serie analizada. La procedencia de los sedimentos del sector del Puig, posiblemente debe relacionarse con los aportes del Barranc de Puçol y del de les Coves de la Calderona, mientras que en el sector de Alborai los sedimentos fluviales al Barranc del Carraixet. Esta avanzada de los materiales fluviales indicaría una situación de progradación continental, bien por cuestiones puramente dinámicas, bien por una pulsación negativa del nivel del mar. Sin embargo, en el resto de los sondeos, a una profundidad similar (-25 a -18 m), existe un nivel de albufera que se podría correlacionar con el nivel continental comentado anteriormente, ya que correspondería a una zona más o menos palustre enmarcada por las avanzadas continentales situadas en sus extremos. Estos sedimentos, por comparación con los depósitos de otras áreas cercanas (SEGURA *et al.*, 1995), podrían asociarse con el estadio isotópico 6 de Emiliani.

2. Sobre los materiales lagunares o continentales se superponen, en todos los sondeos, sedimentos de origen marino (principalmente arenas). Se trata de una capa bastante potente que, en algunos casos, supera los 5 m (nº 11 y 12, Cervecera del Puig). Estos materiales evidencian una pulsación positiva del nivel del mar. Probablemente esta facies se correspondería con el estadio isotópico 5.

3. Por encima, en casi todos los sondeos (excepto en el nº 1 y los de la Cervecera del Puig), se encuentra un nivel de calcoarenita que no presenta la misma potencia en todos los lugares. Su espesor oscila entre 20-50 cm —como sucede en el nº 2 (Carraixet) y en el nº 14 (Mercovasa)— y 2 m como los observados en el nº 5 (P.I.M.) y en el nº 8 (Platja de la Pobra de Farnals). Probablemente se trata de una eolianita, dado que en el análisis de los sondeos no se menciona la existencia de fauna fósil. Este nivel, que corona la facies arenosa de origen marino mencionada anteriormente, sugeriría una progradación continental. Las arenas dejadas al descubierto en el estrán playero formarían unas dunas que posteriormente se habrían cementado. Estos materiales litificados podrían corresponder, por tanto, a los estadios regresivos posteriores (posiblemente los estadios 4, 3, 2).

4. A este periodo de sedimentación marina y eólica le sigue una fase de acumulación de materiales albufereños que, en algunos casos, llega hasta la actualidad —sondeos nº 7, 8 y 9 (playa de la Pobra de Farnals) y en la zona del Puig (nº 11, 12, 13, 16 y 17)—, mientras que en otros ámbitos sobre estos materiales se acumulan otro tipo de sedimentos. La potencia de este estrato varía mucho: mientras que en los sondeos del Puig supera en

algunos casos los 14 m (sondeo nº13), en otros lugares como en el del Carraixet (nº 2) no alcanza los 2 m. Este depósito de materiales palustres probablemente se produjo durante un pulsación negativa del nivel marino, es decir, todavía en los estadios 4, 3 y 2.

5. En el sondeo nº 14 (Mercovasa), sobre los sedimentos lagunares se ha detectado, a poca profundidad, un nivel de calcoarenita muy poco potente. Dicho nivel (no detectado en ningún otro sondeo) coincidiría con el observado tanto en la solera de la acequia de la marjal del Puig, en la Gola de l'Estany, como en la parte interior de la restinga en la Platja del Puig. Posiblemente todos ellos pertenecerían también a un momento regresivo (tras una pequeña pulsación positiva) y podrían relacionarse con las dunas fósiles de la bahía de Xàbia.

6. En otros sondeos, sobre los niveles de albufera encontramos mantos arenosos más o menos potentes. Es lo que sucede en los sondeos nº 1 (Ferrocarril de Alboraià), 2 (Carraixet), 4 (Port Saplaya), 6 (P.I.M.). Esta acumulación arenosa, que en el sondeo nº 1 supera los 3 m, sugiere un avance del mar que ocupa las antiguas zonas de marjal. Mientras que en el sector del Puig la transgresión marina no se detecta, como ya se ha comentado anteriormente, en los sondeos nº 10 (Cervecera) y 15 (Mercovasa) se ha encontrado intercalada en un potente depósito albufereño, aunque en realidad aparece como un nivel de transición formado al 50% por materiales finos y arenas. Estas arenas marinas podrían relacionarse quizá con la transgresión flandriense (estadio 1).

7. Sobre el nivel de arenas (sueltas o litificadas) aparecen bien depósitos de albufera —como sucede en los sondeos nº 2 (Carraixet), 5, 6 (P.I.M.) y 14 (Mercovasa)— o bien materiales continentales, nº 1 (Ferrocarril de Alboraià). Sin embargo, en el nº 2 (Carraixet), sobre el material de albufera aparece además un nivel más reciente de depósitos fluviales, y el nº 3 (depuradora de Alboraià), sobre los sedimentos de albufera se superponen otros materiales continentales. En los sondeos donde el nivel arenoso no se ha encontrado, la serie queda coronada por limos y materiales turbosos. Esto es lo que sucede, por ejemplo, en la playa de la Pobla de Farnals y de el Puig.

Como resumen de la evolución observada en los 18 sondeos analizados, se podría deducir una alternancia de depósitos lagunares (o de albufera) y de materiales de origen marino (arenas), resultado de las variaciones del nivel del mar a lo largo del Cuaternario (fig. 10). En ninguno de los casos analizados los sondeos han alcanzado el sustrato precuaternario. Por otra parte, la cronología presentada se sustenta sólo en las semejanzas halladas con otras áreas estudiadas de la región. Aunque esta evolución se ha deducido a partir de la correlación del nivel guía establecido, las series de los distintos testigos analizados ofrecen entre ellas diferencias importantes, las cuales se podrían resumir en los siguientes puntos:

a) Profundidad relativa del nivel guía. En los sondeos de la Pobla de Farnals aparece a unas cotas que oscilan entre -3 y -8'5 m, mientras que si nos desplazamos tanto al norte como al sur aparece a mayores profundidades (fig. 10). En la zona meridional, se encuentra entre -12'5 y -4'75 m en P.I.M., a -14'5 y -8 m en Port Saplaya, a -10 y -7 m en el Carraixet, y a -18 y -13'75 m en el Ferrocarril de Alboraià. En la zona septentrional, donde hay mayor número de sondeos, la base del nivel guía oscila entre -17 y -15 m y su techo entre -12 y -10 m en Mercovasa (el Puig), mientras que en la Cervecera la base se sitúa a -18'5 y el techo a -11'75 m.

b) Los materiales subyacentes a la capa guía no son siempre los mismos. En la mayoría de los casos son medios albufereños, aunque en las zonas situadas en el extremo sep-

tentrional (sondeos nº 11 y 13 de la Cervecera del Puig) y meridional (nº 1, Ferrocarril de Alboraiia) se trata de depósitos continentales (aluviales).

c) La potencia de la calcoarenita, que se encuentra por encima de las arenas del nivel guía, es máxima en los sectores en los que estas se hallan muy cerca de la superficie (la Pobra de Farnals) y va adelgazando conforme nos desplazamos hacia el norte y el sur, hasta llegar a desaparecer en aquellas series en las que la capa guía se encuentra a mayor profundidad (ferrocarril de Alboraiia y Cervecera del Puig).

d) En los sondeos del sector meridional (ferrocarril de Alboraiia, Carraixet, Port Saplaya, P.I.M) se detecta una segunda fase de sedimentación marina, con depósitos arenosos de potencia considerable (generalmente mayor de 2 m), que no se observa en los sondeos de la zona más septentrional (la Pobra de Farnals y el Puig).

e) En el sondeo nº 14 (Mercovasa) aparece un nuevo nivel de eolianitas que no ha sido reconocido en ninguno de los otros 17 sondeos analizados. Ese mismo nivel aflora en la solera de la Séquia de la Gola de l'Estany y en otros lugares de la marjal y de la restinga del Puig y Puçol. Es un depósito muy superficial (menos de 1'5 m de profundidad) y de escasa potencia.

f) En los sondeos del ferrocarril de Alboraiia y del Carraixet se detectan, además, depósitos continentales en el techo de la serie, lo que evidencia la reciente progradación de los sedimentos fluviales, probablemente procedentes del Barranc del Carraixet.

Causas de la evolución cuaternaria

Las causas que podrían explicar la evolución de este sector, así como las diferencias que se advierten entre las series de los distintos sondeos serían, por una parte, los diferentes grados de subsidencia a lo largo de la zona, debido a razones tectónicas y, por otra parte, una línea de costa cuya orientación sería sensiblemente distinta a la actual, lo que determinaría que los procesos morfodinámicos actuaron en el pasado de forma distinta a como la hacen en la actualidad.

a) Subsidencia diferencial

De la correlación de los niveles estudiados parece deducirse que existe un escalonamiento de estratos, provocado por una subsidencia diferencial según los sectores. Se podrían diferenciar tres áreas que presentan comportamientos distintos. La zona central (Platja de la Pobra de Farnals) sería la más estable. Aquí es donde el nivel guía se encuentra a menor profundidad y las eolianitas alcanzan su máxima potencia. La subsidencia se incrementa tanto al norte como al sur de este sector, ya que el estrato guía se encuentra cada vez a mayor profundidad y la potencia de la calcoarenita va disminuyendo progresivamente. Estos hechos podrían explicarse por un juego desigual de bloques que determina tasas de subsidencia muy diferentes.

Otra razón que podría confirmar la posibilidad de una subsidencia diferencial, es que son precisamente las áreas donde se supone la mayor subsidencia (Ferrocarril de Alboraiia y Cervecera del Puig) las que presentan materiales aluviales en la base de la columna estratigráfica. Dichos sedimentos, procedentes del Barranc del Carraixet y del Barranc de Puçol y de la Calderona, lógicamente tenderían a situarse en los espacios más deprimidos topográficamente que coincidirían con los más subsidentes.

Asimismo, la mayor potencia de las calcoarenitas en las áreas menos subsidentes se podría relacionar también con la mencionada subsidencia diferencial y con las consi-

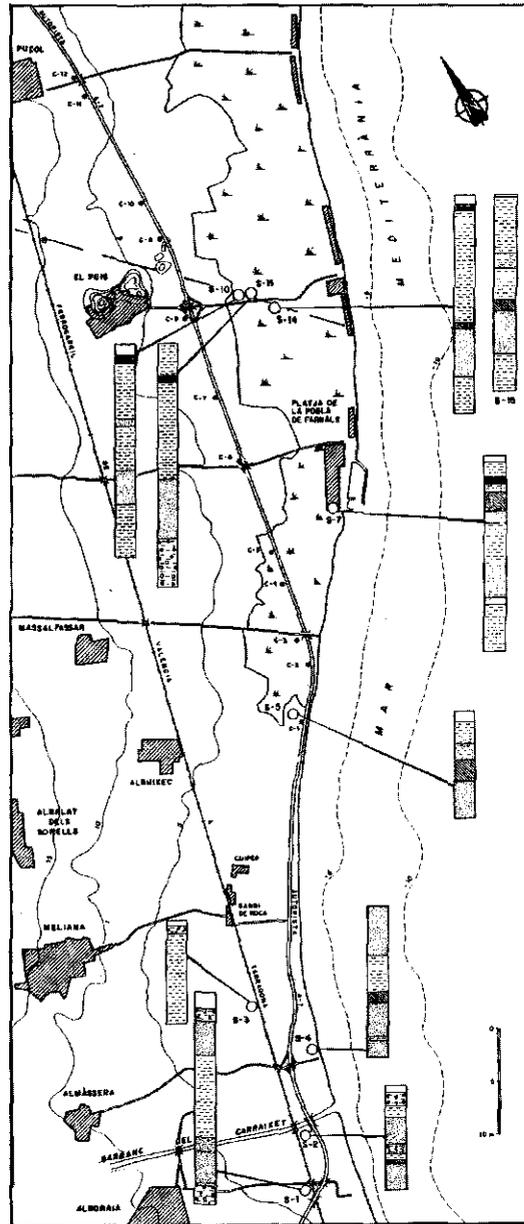


Fig. 10. Localización de los sondeos del sector Puçol-Valencia. 1. Sondeo rotacional. 2. Calicata. 3. Área actual de la marjal. 4. Arenas de playa. 5. Turba y limos con mucha materia orgánica. 6. Limos de marjal. 7. Aluviones. 8. Calcoarenita. 9. Materiales de transición (con elevadas proporciones de limos y arenas).

guientes modificaciones microtopográficas por ella provocadas. Probablemente las dunas sólo pudieron litificarse en los sectores que estuvieron más tiempo en superficie. Las mayores potencias, por tanto, se habrían alcanzado en aquellas áreas ligeramente más elevadas que tardaron más en inundarse, mientras que en las zonas de mayor hundimiento las aguas se instalaron con gran rapidez y facilidad, dando lugar a nuevas albuferas. Esta explicación, que parece coincidir con las conclusiones obtenidas del estudio de los registros sedimentarios, debería confirmarse con nuevas observaciones ya que el hecho de encontrar una mayor potencia de calcoarenitas podría obedecer a otros motivos, por ejemplo, a que las dunas de estos sectores tuviesen mejor alimentación y hubieran alcanzado mayores dimensiones. En cualquier caso, ambas causas podrían ser complementarias.

La explicación de la subsidencia diferencial es compleja y probablemente todavía no se tiene información lo suficientemente contrastada como para elaborar una hipótesis definitiva. Sin embargo, dada la coincidencia de los distintos indicios (diferencias de profundidad del nivel guía, aparición de niveles continentales en los sondeos ubicados en los extremos del tramo estudiado, desaparición de la calcoarenita en estos mismos lugares, etc.) permiten elaborar una teoría, que trabajos posteriores deberán corroborar o descartar definitivamente.

La hipótesis sería la siguiente: existe un bloque elevado —relacionado con los afloramientos de areniscas del Buntsandstein en el Puig y el Picaio— en el que se ubica la playa de la Pobra de Farnals. Aquí, en consecuencia, la subsidencia es más lenta que en los bloques vecinos. Esta dovela quedaría separada del bloque situado inmediatamente más al norte por una falla, que seguiría una orientación aproximada este-oeste. Este bloque septentrional —marjal de el Puig y Puçol— se encontraría más hundido, por lo que en este ámbito la subsidencia de los sedimentos se produciría a un ritmo mayor. Posiblemente, la línea de separación entre ambos bloques se localiza precisamente en el Puig, entre los lugares donde se realizaron los sondeos de la Cervecera y Mercovasa. Esto explicaría las diferencias tan significativas que se advierten en los sondeos de ambos puntos, siendo que la distancia que los separa es muy escasa (tan sólo unos centenas de metros). La fractura que separaría ambos bloques sería la prolongación de una falla que procede de la Serra Calderona, con dirección NW-SE (escalón Higuieruelas-Puçol) y que, conforme se acerca al litoral, se incurva hasta tomar una dirección WNW-ESE. Esta falla es evidente en la zona montañosa, pero en los depósitos cuaternarios situados al pie de la misma sólo se puede intuir por algunas incurvaciones que presenta la red de drenaje.

Por otra parte, un bloque tectónico más estable en la zona de la Platja de la Pobra de Farnals podría explicar también la propia presencia del hemitómbolo del Puig. Esta protuberancia de la línea de costa presenta su máxima progradación justamente en el área en la que los registros de los sondeos sugieren una menor subsidencia. Asimismo, el bloque más hundido —marjales del Puig y de Puçol— se correspondería con las zonas en las que la marjal alcanza una mayor amplitud.

Al sur de la Pobra de Farnals la tasa de subsidencia aumenta progresivamente. Pudiera ser que existiese un tercer bloque, menos estable, lo que explicaría la presencia del nivel guía a cotas profundas en los sondeos más meridionales. Sin embargo, esta hipótesis no puede confirmarse de momento ya que no se ha encontrado —como en el Puig— una línea divisoria clara entre ámbitos con distinto ritmo de subsidencia, sino que la tasa va aumentando progresivamente conforme nos alejamos hacia el sur.

Recientemente se han realizado varios sondeos eléctricos verticales (S.E.V.) entre las marjales de la Pobla de Farnals y Puçol (DEL REY PÉREZ, 1995), con el ánimo de corroborar o desestimar esta hipótesis. Sus resultados parecen confirmar, al menos en parte, la hipótesis planteada anteriormente, si bien la metodología empleada no permite una constatación definitiva. Mediante los SEV se registran las variaciones en la resistencia de los materiales. Por ese motivo sólo es posible diferenciar los niveles rígidos (rocas) de los menos resistentes, que se corresponden con sedimentos no consolidados. Ahora bien, para que las rocas (en nuestro caso areniscas) puedan ser registradas deben presentar, como mínimo, un metro de potencia. Por este motivo, algunos de los niveles menos potentes no han quedado señalados. En este estudio llama la atención tanto las fuertes variaciones existentes en las características del terreno entre unos puntos y otros, como la fuerte inclinación que el basamento rígido (probablemente las areniscas del Buntsandstein, que afloran en el Puig y el Picaio) presenta hacia el mar, debido quizá a la existencia de fallas distensivas. Otra conclusión interesante de este estudio es que en el sector septentrional de la marjal no se han detectado restos de calcoarenitas cuaternarias. Este hecho coincide con los datos de los sondeos mecánicos. Finalmente, de los resultados obtenidos en este trabajo parece confirmarse la existencia de dos bloques o áreas diferentes separados por un accidente tectónico que, según Del Rey Pérez (1995) sigue una directriz prácticamente ibérica.

b) Cambios en la orientación y morfología de la costa

Los procesos de subsidencia, fundamentados en causas tectónicas, no son suficientes para explicar todas las variaciones detectadas en los niveles más superficiales de los distintos testigos. Para ello se deberían tomar también en consideración las posibles diferencias en las características geomorfológicas preexistentes. La detección de una segunda pulsación marina en los sectores meridionales (P.I.M., Port Saplaya, Carraixet, Ferrocarril de Alboraya) y su inexistencia más al norte, plantea un problema de difícil explicación, si sólo se acudiera a la teoría de la subsidencia diferencial. Sin embargo, si en el momento de producirse la segunda pulsación positiva del mar detectada, la restinga y la línea de costa se hallasen en una posición distinta a la actual con una orientación NE-SW el tramo playero septentrional estaría mucho más hacia el este (mar adentro) que en la actualidad. Esta circunstancia explicaría que los sedimentos marinos de dicha pulsación sólo se detecten al sur del hemitómbolo.

De hecho, se sabe que en la zona más meridional (en las inmediaciones de Valencia) la línea de costa se hallaba bastante más hacia el oeste (hasta 2 km) en época romana, y que durante el Holoceno se ha producido una clara progradación del llano aluvial del río Túria (CARMONA, 1991). La posición relativamente retrasada de la llanura del Túria y la posible avanzada del abanico del Palància provocarían una orientación de la línea de costa en sentido NE-SW. Todo esto explicaría que en unos puntos encontremos sedimentos marinos (sector meridional) y en otros no (tramo septentrional). Esta primitiva orientación de la orilla implicaría que los puntos sondeados en la parte septentrional quedarían dentro de la albufera, lo que explicaría la inexistencia de materiales de origen marino durante esta fase.

Otra diferencia importante entre los distintos sondeos es que el nivel superficial de calcoarenita no se ha detectado en la zona meridional y sólo aparece en puntos localizados de la marjal del Puig y en el sondeo nº 14. Su existencia parece sugerir una pulsación negativa del nivel del mar que favorecería un buen suministro de material arenoso. Si

suponemos que la antigua albufera llegó a estar totalmente desecada y colmatada, este aporte de material permitiría el desarrollo de dunas o simplemente de mantos eólicos, que posteriormente se habrían cementado. La ausencia de tales formas en el sector meridional podría explicarse por varios factores: o bien nunca se formaron en esta zona, o si se formaron se encuentran en el interior de la marjal o sumergidas en el mar y no se han localizado, o han sido erosionadas por las olas.

Finalmente, por lo que respecta a la transgresión flandriense, sus huellas sólo se han reconocido en las playas de Puçol. Esto no presupone que no puedan haber existido en otras partes de la costa estudiada, pero la erosión costera, asociada básicamente a las estructuras artificiales que se han ido introduciendo desde los años cincuenta hasta la actualidad, así como a las edificaciones que se han construido en la zona litoral, han podido hacer desaparecer tales vestigios. Posiblemente, las arenas más superficiales halladas en los sondeos realizados en la parte meridional correspondan a acumulaciones flandrienses. De hecho, la memoria del mapa geológico (IGME (1974) señala su existencia, aunque de forma fragmentaria, entre Puçol y Albuixec.

7. CONCLUSIONES

El estudio de la antigua albufera que se extiende entre el abanico aluvial del Palància y el llano de inundación del conjunto Carraixet-Túria, aún sin ser exhaustivo, ha permitido establecer unas hipótesis morfogénicas que pueden ser interesantes. A pesar de las dificultades que ha planteado el hecho de basar el estudio en información de origen geotécnico, se han podido obtener algunas conclusiones que estudios posteriores permitirán revisar:

- Respecto a la evolución cuaternaria de este sector, los sedimentos estudiados demuestran la existencia de una progradación continental (estadio 6 de Emiliani), a la que seguiría una transgresión generalizada (detectada en todos los sondeos), que probablemente correspondería al estadio 5. La posterior regresión favorecería la formación de dunas que, en la mayor parte de los lugares, experimentaron procesos diagenéticos de cementación. A lo largo de esta larga fase regresiva (correspondiente a los estadios 4, 3, y 2) se debieron producir algunas pulsaciones positivas y negativas del nivel del mar, lo que permitió la erosión de las dunas preexistentes, el desarrollo de otra albufera y la formación de mantos eólicos o dunas que, al menos en el sector septentrional, llegaron a consolidarse. En este mismo sector la evolución prosiguió con la instalación de una nueva albufera, que se ha mantenido hasta la actualidad y en la que se han generado varios niveles de turba. Finalmente, en la restinga actual se han encontrado restos correspondientes a la transgresión flandriense (estadio isotópico 1).

- Los sondeos analizados demuestran una subsidencia diferencial, originada por la presencia de bloques tectónicos de comportamiento desigual, a consecuencia de la intensa fracturación de los relieves de la zona y que ha individualizado las grandes unidades tectónicas (sierras, valles, etc.). Estos grandes dispositivos estructurales de directriz ibérica se prolongan hacia la costa donde, al ser afectados por un accidente de directriz NNE-SSW, han formado pequeños bloques que han quedado elevados o hundidos a diferentes profundidades. El ejemplo más paradigmático es quizás el hemitómbolo del Puig, que se ha formado sobre un bloque que ha quedado realizado respecto a los adyacentes y que corresponde, seguramente, a la prolongación de los relieves de la Calderona.

- La aparición de restos cuaternarios superficiales en el ámbito de este trabajo contradice claramente las teorías prevalentes hasta finales de los años setenta que hablaban de una subsidencia generalizada en el óvalo valenciano. Es cierto que este proceso existe, aunque habría que matizar que se trata de un fenómeno diferencial, ligado al juego desigual entre bloques, y que no alcanza la magnitud que apuntaban algunos autores.

- La distribución de los distintos niveles estratigráficos de los testigos utilizados sugiere que la línea de costa ha ido variando a lo largo del Cuaternario, desde una primitiva orientación NE-SW hasta la disposición actual en sentido NNE-SSW.

- Las albuferas de este sector, que fueron alternando con facies marinas o continentales en épocas más remotas, se han mantenido funcionales durante la última parte del Cuaternario. Son albuferas que habrían alcanzado mayores dimensiones que en la actualidad, sobre todo en época histórica, tal como demuestran los sondeos y catas estudiadas, y como se deduce del análisis de la foto aérea. Las zonas palustres sólo se han podido mantener allí donde los aportes fluviales no han sido suficientes para colmarlas y la intervención antrópica ha sido menor.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren dejar constancia de su agradecimiento al Dr. Manuel Rechea por la ayuda prestada a la realización de este trabajo, especialmente en la interpretación de los datos geotécnicos. Asimismo agradecemos a la empresa Proyex S.A. su amabilidad al facilitarnos los datos de los sondeos.

BIBLIOGRAFÍA

- CANO GARCÍA, G. (1974): *Sobre una posible centuriatio en el regadío de la acequia de Montcada (Valencia)*, en *Estudios sobre centuriaciones romanas en España*, Madrid, Universidad Autónoma de Madrid, pp: 115-127.
- CANO GARCÍA, G. (1977): "La marjal entre Valencia y Sagunto", en *Actas del V Coloquio de Geografía*, Granada, pp. 201-211.
- CARMONA, P. (1991): "Interpretación paleohidrológica y geoarqueológica del substrato romano y musulmán de la ciudad de Valencia", *Cuadernos de Geografía*, 49, 1-14.
- DEL REY, A (1995): *Estudio morfoestructural de la marjal de El Puig mediante sondeos eléctricos verticales*, Trabajo final de carrera, ETSI Geodésica, Cartográfica y Topográfica, UPV, 72 folios + anexos.
- GOY, J. L.; ZAZO, C. (1974): "Estudio morfotectónico del Cuaternario del óvalo de Valencia", *Actas de la I Reunión Nacional del Grupo Español de Trabajo del Cuaternario*, Madrid, C.S.I.C., pp: 71-82.
- IGME (1974): *Mapa Geológico de España*, Hoja 697, Burjassot, Serie MAGNA, Memoria, 23, pp.
- PARDO, J. E. (1991): *La erosión antrópica en el litoral valenciano*, Valencia, Conselleria d'Obres Públiques, Urbanisme i Transports, 240 pp.
- PÉREZ CUEVA, A. (1988): *Geomorfología del sector ibérico valenciano*, Valencia, Universidad de Valencia, 217 pp.
- SANJAUME, E. (1985): *Las costas valencianas. Sedimentología y morfología litoral*, Valencia, Universidad de Valencia, 505 pp.
- SEGURA, F. (1990): *Las ramblas valencianas*, Valencia, Universidad de Valencia, 229 pp.