

GRAN PROYECTO “CONDUCCIÓN JÚCAR-VINALOPÓ”

REFERENCIA: CCI 2002-ES-16-1-PR-025

**INFORME COMPLEMENTARIO PARA EL  
BANCO EUROPEO DE INVERSIONES**

**SOBRE LA**

**CONDUCCIÓN JÚCAR-VINALOPÓ  
COMUNIDAD VALENCIANA (ESPAÑA)**

**LAS APORTACIONES AL LAGO DE LA ALBUFERA**

JULIO DE 2003

## INDICE

1	INTRODUCCIÓN .....	1
2	ESTUDIOS ANTECEDENTES .....	3
3	LOS APORTES AL LAGO DE LA ALBUFERA.....	9
3.1	Introducción .....	9
3.2	Tipos y distribución de las entradas .....	9
3.2.1	Escorrentía superficial y subterránea por lluvia.....	12
3.2.2	Retornos de riego.....	17
3.2.3	Vertidos.....	24
3.2.4	Salidas de las estaciones depuradoras de aguas residuales.....	26
3.3	Entradas totales al lago: contraste y ajuste con datos aforados .....	29
3.4	Contraste entre entradas, salidas y volúmenes almacenados.....	31
4	BIBLIOGRAFÍA .....	38

## 1 INTRODUCCIÓN

El Lago de la Albufera de Valencia con una superficie de 2.500 ha se encuentra situado dentro del Parque Natural de La Albufera, con una superficie de 21.120 hectáreas, que incluye tanto el propio lago de la Albufera de Valencia como su área de influencia, tal y como se aprecia en la figura siguiente.

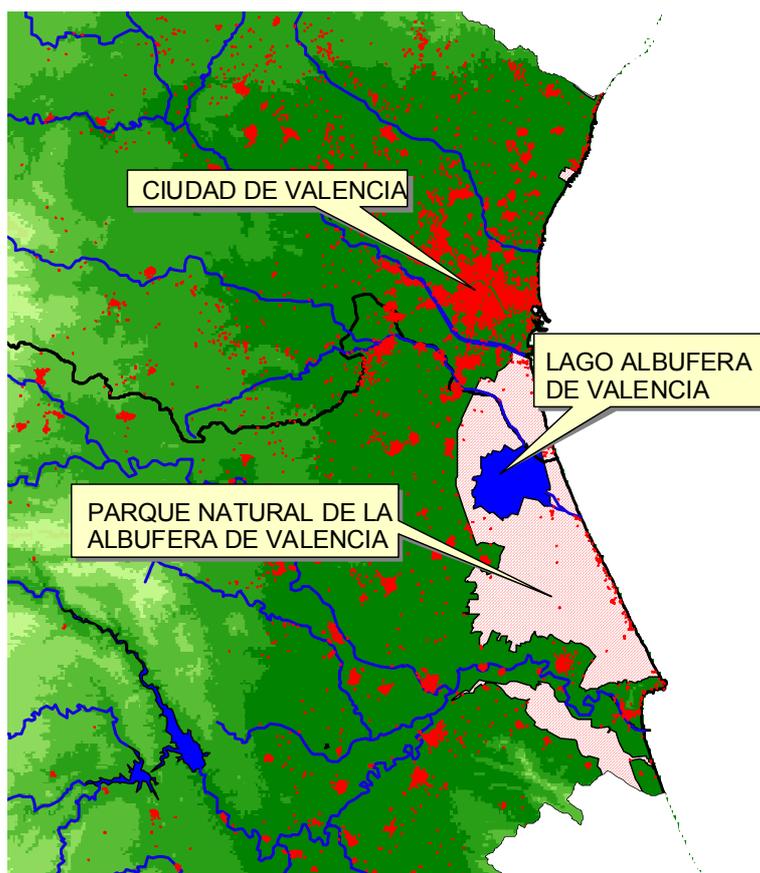


Figura 1. Parque Natural y Lago de la Albufera de Valencia.

El Parque Natural engloba los municipios de Valencia, Alfafar, Sedaví, Massanassa, Catarroja, Albal, Beniparrell, Silla, Sollana, Sueca, Cullera, Albalat de la Ribera y Algemesí.

Desde el año 1990 el Parque Natural está incluido en la lista de humedales de importancia internacional para las aves, establecida en virtud del convenio de Ramsar de 2 de febrero de 1971 y desde el año 1991 es también ZEPA (Zona de Especial Protección para las Aves). Presenta una gran variedad de hábitats que permiten la existencia de una gran diversidad global de especies de fauna y flora.

Los cuatro ambientes principales son:

- La restinga, con cuatro subambientes: la playa, el cordón de dunas delanteras, el sistema dunar interno (colonizado por una densa vegetación de matorral y pinar), y las malladas (pequeños saladares situados entre las dunas).
- El marjal, que ocupa la mayor superficie del parque. Esta dedicado mayoritariamente al cultivo del arroz.
- La albufera, de gran importancia para el parque, por su significado en la regulación del flujo hídrico en el arrozal, así como por su valor ecológico y paisajístico (2.500 ha).
- El monte, escasamente representado.

A la abundancia y diversidad de especies, hay que añadir la presencia de endemismos mediterráneos como los crustáceos denominados “gambetas”, moluscos de los géneros Unio y Anodonta y entre los peces ciprinodóntidos, el samaruc, en peligro de extinción, y el fartet.

El Parc Natural de la Albufera es de gran importancia en el contexto general de los humedales europeos, en especial en lo que se refiere a las aves acuáticas. Según datos de la Conselleria de Medio Ambiente de la Comunidad Valenciana, más de 250 especies de aves utilizan este ecosistema, y son unas 90 las que aquí se reproducen.

La mayor parte de la superficie del parque está ocupada por cultivos de arroz y por la propia laguna litoral. Parte de la vegetación autóctona queda restringida por un lado, a las acequias, “ullals”, zonas marginales del arrozal y de la laguna litoral y, por otro, a la franja costera arenosa, especialmente en la Devesa.

El Decreto 89/1986, de 8 de julio, declaró Parque Natural el sistema formado por el lago de la Albufera de Valencia, su entorno húmedo, y la barra o cordón litoral (Dehesa del Saler) adyacente a ambos. Así mismo el Decreto 71/1993, de 31 de mayo, estableció de nuevo el régimen jurídico del Parque Natural de la Albufera.

Mediante el Acuerdo de 1 de octubre de 1990, del *Consell* de la *Generalitat Valenciana*, se aprobó definitivamente el Plan Especial de Protección del Parque Natural, mientras que, más tarde, el Decreto 96/1995, de 16 de mayo, aprobó el Plan de Ordenación de los Recursos Naturales de la Cuenca Hidrográfica de La Albufera.

Como ya se ha indicado anteriormente, desde el año 1990 el Parque Natural de la Albufera está incluido en la lista de humedales de importancia internacional para las aves establecida en virtud del convenio de Ramsar de 2 de febrero de 1971 y desde el año 1991 está incluido en Áreas ZEPA (Zona de Especial Protección para las Aves). También figura en la propuesta valenciana de Lugares de Importancia Comunitaria o LICs (Directiva 92/43/CEE) y se encuentra incluido en el Catálogo de Zonas Húmedas de la Comunidad Valenciana, donde se destaca que tanto los valores bióticos como los recursos económicos y culturales son calificados con la máxima categoría (relevantes).

Tanto el lago de la Albufera de Valencia como el conjunto del Parque Natural son ecosistemas fuertemente dependientes de la disponibilidad de agua, por lo que tiene especial relevancia conocer sus necesidades hídricas. En una primera aproximación los aportes históricos de agua a la Albufera constituyen un elemento de referencia para comprender y evaluar sus necesidades hídricas.

Por este motivo se realiza seguidamente una recopilación de estudios antecedentes sobre cuantificación de los aportes recibidos en el lago y a continuación se procede a estimar los aportes al Lago ocurridos en los últimos 30 años.

## 2 ESTUDIOS ANTECEDENTES

La estimación de los aportes al lago de la Albufera de Valencia es una tarea compleja dado que el lago se nutre de aportes distribuidos por hasta 64 puntos de entrada que no se encuentran monitorizados. Únicamente y desde épocas recientes la Junta de Desagüe de la Albufera de Valencia (constituida por todos los propietarios de tierras enclavadas en los antiguos límites del lago, 1926) recoge diariamente los niveles de lago en las tres *golas* o canales por los que se producen las salidas de caudales del lago al mar.

Sobre el lago se ha ejercido históricamente una alta presión antrópica ya que desde hace varios siglos los niveles del lago se ven regulados para favorecer las tareas agrícolas en el cultivo del arroz. Aunque la agricultura es uno de los principales factores que rigen el funcionamiento del sistema con el aporte de los excedentes de riego, no es la única actividad que afecta y ha afectado de manera directa al entorno del Parque Natural. Deben tenerse en cuenta también los vertidos de aguas residuales urbanas e industriales procedentes de los núcleos urbanos y de los polígonos industriales próximos al parque, muy importantes hace unas décadas y en la actualidad objeto de depuración. Así mismo existe

toda una serie de aportes del acuífero por surgencias en el área del Parque y en sus proximidades entre las que destacan los llamados “*ullals*”.

A continuación se refieren los principales estudios sobre los aportes al lago Lago de la Albufera.

Al lago de la Albufera vierten un considerable número de barrancos y ramblas entre los que destacan, entre otros, el barranco del Poyo o de Torrent o de Massanassa, el de Beniparrell, el de Hortolá, el de Tramusser y el de Alginet, cuyas cuencas cubren una superficie total de unos 900 km<sup>2</sup>. De entre la bibliografía recopilada destacan los siguientes estudios que tratan los aportes superficiales al Lago.

En el estudio de Dafauce titulado “*La albufera de Valencia un estudio piloto*” (1975) se estimaron conjuntamente tanto los aportes por escorrentía superficial como los aportes subterráneos mediante el balance entre las salidas por las golas y los sobrantes de los aportes de riego. La aportación total debida a la pluviosidad se cifró en 156 hm<sup>3</sup>/año.

En la publicación “*Jornadas sobre la problemática de la albufera (1982)*”, J.J. Alonso estimó el aporte de escorrentías líquidas al lago en unos 112 hm<sup>3</sup>/año, divididos en 80 hm<sup>3</sup> /año procedentes de la cuenca propia (marjal + lago, incluyendo los aportes de riego) y 33 hm<sup>3</sup>/año procedentes de la cuencas limítrofes. El Plan Director para el Saneamiento Integral del lago de la Albufera (1989) toma como referencia los estudios realizados por J. J. Alonso.

El Plan Especial de la Albufera (1990) estima la escorrentía superficial en la cuenca vertiente en 70 hm<sup>3</sup>/año, a la que habría que añadir 80 hm<sup>3</sup>/año por precipitación directa en el marjal y el lago. Esta estimación se basó en la aplicación de un coeficiente de escorrentía medio extraído de los trabajos de Dafauce (1975).

Tradicionalmente los aportes mas importantes de los efluentes industriales y urbanos que se han vertido al sistema de la Albufera han sido provenientes de los municipios situados al Oeste del lago cuyo crecimiento urbano e industrial supusieron, hasta la entrada en funcionamiento del colector Oeste, el aporte de una gran cantidad de vertidos que han propiciado el deterioro de la calidad del sistema. Actualmente el sistema presenta el condicionante de que parte de los sistemas destinados a la depuración de las aguas no están en pleno funcionamiento, a lo que se añade la dificultad de adecuación del Colector Oeste al ritmo de crecimiento de los municipios ribereños. Estos condicionantes provocan que se sigan produciendo vertidos al Parque Natural a través de la

red de acequias, especialmente cuando se producen eventos tormentosos que provocan el alivio de caudales de los sistemas unitarios de saneamiento.

Los estudios que cuantifican este tipo de aportes son escasos, destacando, entre ellos, los siguientes:

En el "*Plan Director para el saneamiento integral del lago de L'Albufera*" (1989) las entradas correspondientes a efluentes urbanos e industriales se calcularon mediante la asignación de una dotación a la población servida y la realización de cálculos indirectos a través del grado de dilución en la concentración de fósforo. Ambos métodos dan un valor del orden de 80 hm<sup>3</sup>/año, que coincide con los datos publicados por Soria (1989) en el "*Estudio limnológico de los ecosistemas acuáticos del Parc Natural de L'Albufera de Valencia. Tesis Doctoral*".

El "*Plan Especial de L'Albufera*" (1990) cuadra el balance según la estimación de las salidas afirmando que el volumen de los aportes de los vertidos urbanos e industriales, según el Estudio de Alternativas para el Proyecto del Colector Oeste, se estiman del orden de 39 hm<sup>3</sup>/año.

La Albufera se encuentra surcada por una intrincada red de canales que hasta el momento, con el aporte de sus excedentes, han constituido el principal aporte de agua de lago y el de mas calidad. El agua de riego es fundamentalmente de origen superficial procediendo del Turia , que riega la parte Norte del Parque, y del Júcar, que riega la parte Sur y Oeste del Parque Natural.

Como ya se ha mencionado, en la actualidad las entradas al Parque no se encuentran monitorizadas por lo que en los estudios realizados hasta la fecha éstas se han venido determinado a partir de aproximaciones obtenidas a partir de los datos de caudal derivado en las acequias superiores y de las demandas netas de las superficie de regadío abastecidas. Ocasionalmente y con motivo de la elaboración de planes directores de infraestructuras hidráulicas o de trabajos de investigación se han realizado campañas de medición de caudales que han permitido conocer parcialmente el aporte de aguas de riego al lago de la Albufera. Entre los estudios recopilados conviene mencionar los siguientes:

El "*Plan Director para el saneamiento integral del lago de L'Albufera*" (1989) estima que el aporte de los sobrantes de los riegos del Turia y de la Acequia Real del Júcar fue de 44 hm<sup>3</sup>/año y 303 hm<sup>3</sup>/año respectivamente. Este último valor fue corregido en el propio Plan, cifrándolo en unos 200 Hm<sup>3</sup>/año, al considerar que parte de los sobrantes del sistema de riego no iban a parar al lago.

En la tesis doctoral de J.M. Soria (1989) se recogen los resultados de una campaña de medición de caudales que se extendió durante siete meses (de enero a julio de 1988) y que fueron extrapolados al resto del año en función de la precipitación y que dan un aporte total de todo el sistema estimado en 280 hm<sup>3</sup>/año. Esta cifra no hay que considerarla solo como el total aportado al lago por los excedentes de riego ya que a través de las acequias se produce también la recogida de las escorrentías superficiales de las aguas de lluvias, los vertidos y las surgencias del acuífero.

El *Plan Especial de L'Albufera* (1990) utiliza datos del IGME (1977) para cuantificar los excedentes de riego que son recogidos por el Parque Natural cifrándolos en 651 hm<sup>3</sup>/año. Este balance parece elevado pero hay que considerar que es el resultado de considerar el balance de todo el sistema marjal-albufera que esta compuesto por un total de 21.000 has. En el área del Parque Natural hay una gran parte de los excedentes de riego que no pasan por el lago y que se corresponden con la zona Sur del Parque Natural con una superficie de 10.600 ha.

El sistema del acuífero de la Plana de Valencia ha sido profundamente estudiado durante las tres últimas décadas, fundamentalmente para gestionar y planificar sus uso tanto para el abastecimiento urbano de los numerosos núcleos de población de la Plana de Valencia como para los regadíos que se extienden por la zona. Las diferencias observadas en las cifras estimadas en cada estudio se deben a factores como el aumento de complejidad de los modelos matemáticos actuales de flujo en medios porosos o a la mayor disponibilidad de series de niveles piezométricos, que permiten una calibración mas eficiente de los modelos.

Un punto que parece fundamental es el hecho de que algunos estudios muestran los resultados agregados de las surgencias al considerar conjuntamente las salidas en la zona del lago, del marjal y del curso bajo del río Júcar en su proximidad a su desembocadura en Cullera.

De entre los estudios realizados sobre el acuífero de la Plana de Valencia y de sus surgencias al lago de la Albufera y a la marjal del Parque Natural, destacan los siguientes:

El IGME (Instituto Geológico y Minero de España) y el IRYDA (Instituto Nacional de Reforma y Desarrollo Agrario) publicaron en 1977 el PIAS, "*Plan nacional de investigación de aguas subterráneas*", trabajo que abarca la investigación hidrogeológica de la cuenca media y baja del río Júcar. El estudio, entre otros sistemas, profundiza en el sistema de la Plana de Valencia mediante

la construcción de un modelo matemático de una sola capa y que incluía el efecto de la Albufera en el efecto de descarga por surgencias. Mediante este modelo se estimaron las surgencias del sistema para el periodo 1973-1974 en 140 hm<sup>3</sup>/año que se localizaban en la fuente de Massalavés (no vertiente al lago), la zona Norte de la Albufera y la propia Albufera.

En el año 1982 el IGME publicó los *“Resultados del Modelo Hidrogeológico del Carocho”* en cual se analizaba el funcionamiento hidráulico del acuífero para los años 1977-78, 1979 y 1980. En este modelo se consideró que el acuífero de la Plana de Valencia esta constituido por una bicapa, interrelacionando ambas capas a través de un acuitardo. En este modelo se incluyo la Albufera de forma que el acuífero y la Albufera estaban relacionados hidráulicamente, considerándolo como un lago que desagua al mar y que soporta unas oscilaciones de niveles de aproximadamente 50 cm, debidas a la periodicidad de la apertura y cierre de las compuertas que lo conectan con el mar. Las conclusiones expuestas por el estudio se resumen en que la Albufera recibe una cantidad de agua subterránea que oscila entre 20 y 60 Hm<sup>3</sup>. Las salidas por surgencias están comprendidas entre 8 y 19 hm<sup>3</sup>/año.

En 1981 el IGME efectuó una puesta apunto del modelo matemático realizado en el 1974 para la Plana de Valencia, estimando que el aporte del acuífero a ríos o cauces y las surgencias superficiales es de 108,2 hm<sup>3</sup> y 32,1 hm<sup>3</sup>, respectivamente.

En el *Proyecto para el Desarrollo del Plan de Gestión y Conservación de Acuíferos en la cuencas medias y bajas del Júcar, Ebro y Pirineo Oriental* (1984-1985) se estiman las descargas del sistema Marjal-Albufera-Parte Baja del Júcar en 110 hm<sup>3</sup>/año.

En el Informe del IGME sobre el *Uso, Calidad y Perspectivas de Utilización de las Aguas Subterráneas de la Comunidad Valenciana* (1986) se estimaron en 55 hm<sup>3</sup>/año el volumen total de las surgencias, incluyéndose en este concepto tanto los numerosos aunque poco caudalosos manantiales o ullals que bordean la franja costera entre Cullera y Silla, como el caudal drenado a través de la Albufera. Esta cifra (55 Hm<sup>3</sup>/año) vuelve aparece de nuevo en el *“Proyecto para el Desarrollo del Plan de Gestión y Conservación de Acuíferos de las cuencas Medio-Bajas de Júcar. Ebro y Pirineo Oriental”* (1986-1987).

El IGME realizó por encargo de la Secretaria de Energía y Recursos Minerales del Ministerio de Industria y Energía en 1986 un informe sobre la *“Evaluación a nivel de aplicación de los recursos subterráneos disponibles en los acuíferos del Sector Sur del Sistema 51”* en el que se incluía un balance medio anual del periodo

1980-1985 y que cuantificaba las salidas por drenaje a la Albufera en 22,7 hm<sup>3</sup>/año.

En las “*Normas de Explotación de las Aguas Subterráneas en las zonas de Burjasot, Valencia y Sueca*”, redactado por EPTISA en 1987 por encargo de la Dirección General de Industria y Energía de la Consellería D’Industria, Comerç i Turisme, se recopilan los estudios realizados en años anteriores incorporando al balance del acuífero los datos medios del periodo 1.974-1.985 y cuantificando las salidas del sistema por drenaje a marjalería en 60 hm<sup>3</sup>/año.

### 3 LOS APORTES AL LAGO DE LA ALBUFERA

#### 3.1 *Introducción*

La Confederación Hidrográfica del Júcar está realizando en la actualidad el estudio de *Integración de la Red de Drenaje para el Desarrollo sostenible de L'Albufera de Valencia*. Entre las actividades contempladas en este estudio destaca la cuantificación de las necesidades hídricas medioambientales del lago. Estas necesidades no deben entenderse únicamente como el volumen necesario para mantener una determinada lámina de agua a lo largo de un período de tiempo, sino que deben considerarse también, de forma integrada, aspectos como la calidad de los aportes, la autodepuración natural, la regulación artificial del lago, los ciclos del nitrógeno y del fósforo, etc., los cuales están siendo estudiados con el modelo Sobek de WL | Delft Hydraulics. La cuantificación de las series históricas de entradas al lago y su distribución espacial constituyen un elemento fundamental de dichos trabajos y son un primer indicador de los requerimientos hídricos del Lago de la Albufera.

A continuación se incluyen los resultados preliminares obtenidos en cuanto a las entradas al lago de la Albufera, habiéndose determinado tanto el valor global de entradas al Lago, como su procedencia y el punto por donde se incorporan al mismo.

En la actualidad y dentro del marco del estudio antes mencionado se va a desarrollar el diseño del sistema de monitorización del Lago de la Albufera, siguiendo los criterios que la Directiva Marco del Agua establece. Este sistema tendrá, entre otros cometidos, la determinación por métodos directos de las entradas al Lago.

#### 3.2 *Tipos y distribución de las entradas*

Las entradas al lago de la Albufera proceden de:

- La aportación superficial y subterránea debida a la lluvia, a través de los diferentes cauces que van a parar al lago.
- Los sobrantes de riego superficiales y subterráneos de las acequias de riego que derivan agua de los ríos Júcar y Turia. Proceden de los aportes de la Acequia Real del Júcar que sirve los sectores noroeste, oeste y

suroeste de la Albufera y del río Turia que a través de ocho acequias principales riega la parte noroeste del lago.

- Los caudales urbanos e industriales que no son tratados por estaciones depuradoras y que se vierten a las acequias y cauces que acaban desembocando en el lago.
- Los efluentes tratados por las estaciones depuradoras.

Las cuencas principales que drenan a la Albufera son la 127 ( 48.900 ha), que engloba la parte sur y suroeste de la lago, la 128 ( 43.000 ha) que incluye el barranco del Poyo y del Pozalet y la cuenca 129 ( 6.300 ha) que comprende el noreste del lago (figura adjunta).

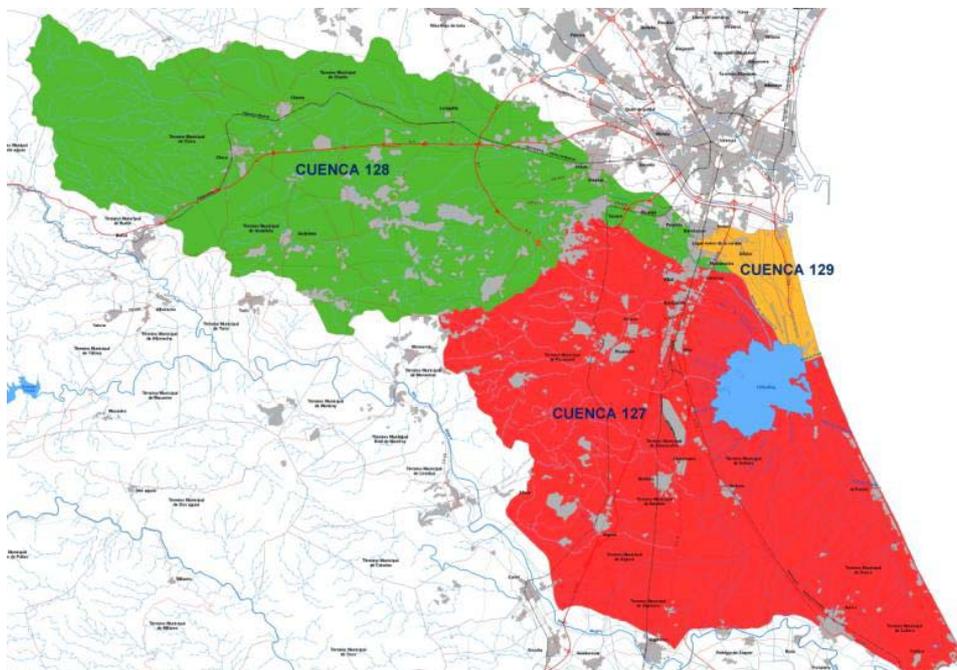


Figura 2. Cuencas que vierten al Lago de l'Albufera.

Las entradas al Lago según Soria (1988)<sup>i</sup> se realizan por sesenta y cuatro puntos distintos. De estos puntos se han seleccionado un total de 13 puntos repartidos por todo el lago (ver tabla adjunta), que corresponden a las acequias mas caudalosas y que aportan casi el 90% del volumen total (Soria, 1988). Este esquema de trece puntos corresponde a una idealización del sistema, habiéndose repartido entre ellos el 100% de los aportes al lago.

Punto	Nombre	Cuenca
1	Acequia Dreta	127
2	Acequia Overa	127

Punto	Nombre	Cuenca
3	Acequia Campets	127
4	Acequia de L´Alqueresia	127
5	Acequia Foia	127
6	Acequia Nova de Silla	127
7	Barranco de Beniparrell	127
8	Acequia de la Font de Mariano	127
9	Acequia de Albal	127
10	Port de Catarroja	127
11	Barranco del Poyo	128
12	Acequia de Ravisanxo	129
13	Acequia Nova de Alfafar	129

Tabla 1. Principales puntos de entrada al Lago

Los diez primeros puntos, desde la acequia de Dreta al Port de Catarroja, corresponden a la cuenca 127, el barranco del Poyo y del Pozalet se incluyen en la cuenca 128 y la acequia de Ravisanxo y Nova de Alfafar en la 129 (ver figura adjunta).

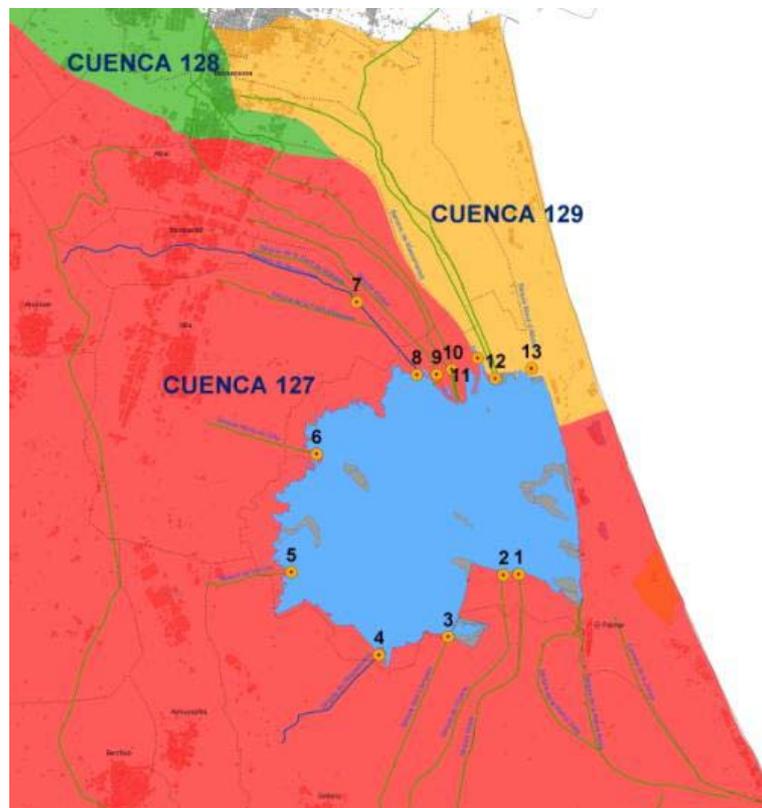


Figura 3. Situación de los principales puntos de entrada al lago de l´Albufera.

Hay acequias que solamente aportan agua al lago en materia de aportación superficial, aportación subterránea y sobrantes de riego, mientras que hay otras que vierten además efluentes de las depuradoras y aguas residuales urbanas e industriales no tratadas. Igualmente, todos los aportes que se producen por las trece acequias no son de la misma magnitud. Por esta razón, se han estimado unos coeficientes de reparto entre las acequias.

### 3.2.1 Escorrentía superficial y subterránea por lluvia

La estimación de las series de escorrentía superficial y subterránea por lluvia se ha realizado mediante el modelo conceptual denominado SIMPA (Sistema Integrado para la Modelización de la Precipitación-Aportación) desarrollado por el CEDEX y que se encuentra disponible en la Confederación Hidrográfica del Júcar. Este modelo fue utilizado en los trabajos de evaluación de recursos del Libro Blanco del Agua en España (MIMAM, 2000) y se utiliza para actualizar los recursos de la cuenca del Júcar como parte de los trabajos de seguimiento del Plan de cuenca. Con este modelo se han estimado los valores mensuales de la escorrentía superficial y subterránea para el periodo comprendido entre los años 1940/41 y 2001/02.

Las aportaciones naturales varían fuertemente en función de la precipitación, alcanzándose máximos con aportación superior a 200 hm<sup>3</sup>/año y valores inferiores a los 50 hm<sup>3</sup>/año, tal y como se muestra en la figura siguiente.

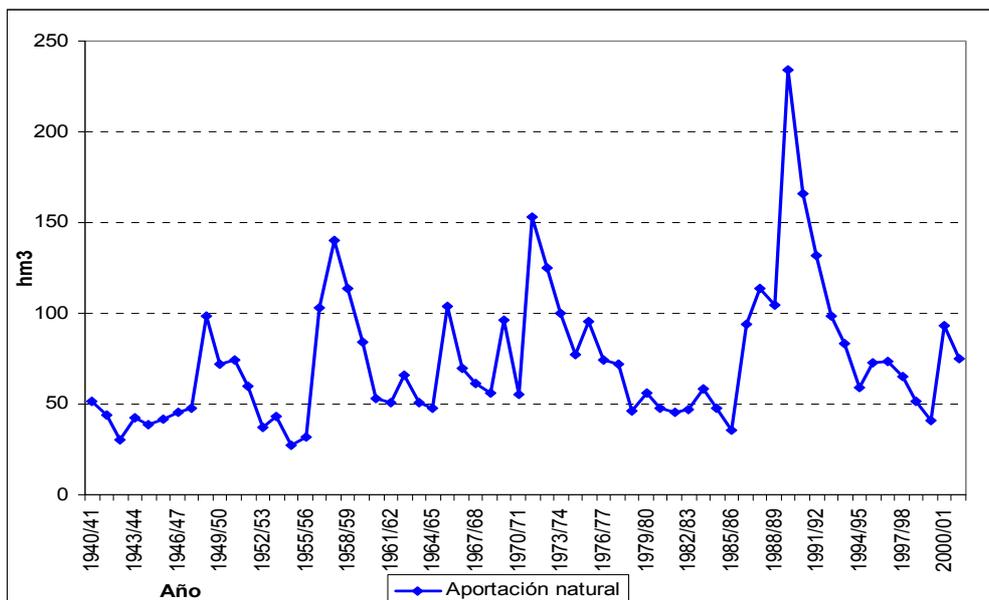


Figura 4. Evolución de la aportación total producida al lago (hm<sup>3</sup>/año)

Para el periodo completo de 1940/41 a 2001/02 se cuenta con una aportación media de 73 hm<sup>3</sup>/año, correspondiendo un 20 % a aportación superficial y un 80 % aportación de origen subterránea producida por surgencias naturales existentes en la cuenca.

La componente de aportación superficial (ver figura adjunta) alcanza el Lago a través de los ramales de acequias existentes, y se reparte para cada uno de los trece puntos considerados en función del área tributaria de cada acequia con relación al área total de la cuenca en la que se inscribe.

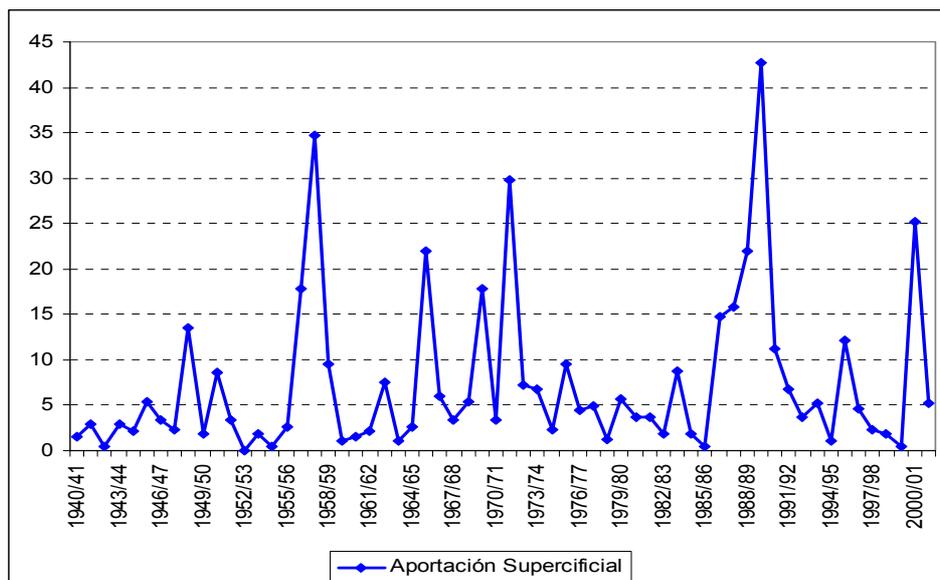


Figura 5. Evolución de la escorrentía superficial al Lago (hm<sup>3</sup>/año).

La superficie tributaria de cada acequia es la suma de una o varias subcuencas (ver figura adjunta).

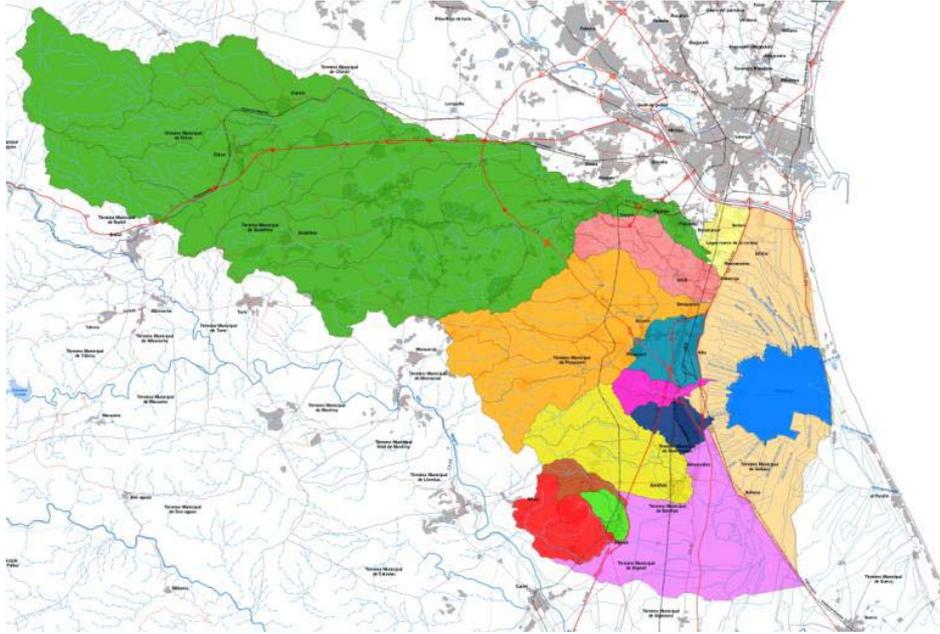


Figura 6. Área tributaria de cada punto.

La aportación superficial se produce fundamentalmente a través de las cuencas del Barranco del Poyo y de Beniparrell, tal y como se deduce de la tabla adjunta.

Acequias	Área tributaria de cada acequia (Has)	Coefficiente de reparto para la escorrentía superficial
Dreta	5498	0.11
Overa	3711	0.08
Campets	3711	0.08
Alqueresia	4870	0.10
Foia	1726	0.04
Nova de Silla	2507	0.05
Barranco de Beniparrell	8975	0.18
Font de Mariano	1230	0.03
Albal	1230	0.03
Port de Catarroja	1230	0.03
Barranco del Poyo	42657	0.99
Ravisanxo	3150	0.50
Nova de Alfafar	3150	0.50

Tabla 2. Distribución espacial de la escorrentía superficial al Lago

Las aportaciones de origen subterráneo representan aproximadamente el 80% de las aportaciones naturales y se producen mediante surgencias naturales a través de los ullals, salidas al mar o descargas a los ríos Júcar y Turia. La escorrentía subterránea drenada a través de los puntos de descarga es muy significativa y varían desde 26 hm<sup>3</sup>/año en el año 1954/55 a 230 hm<sup>3</sup>/año en el año 1989/90.

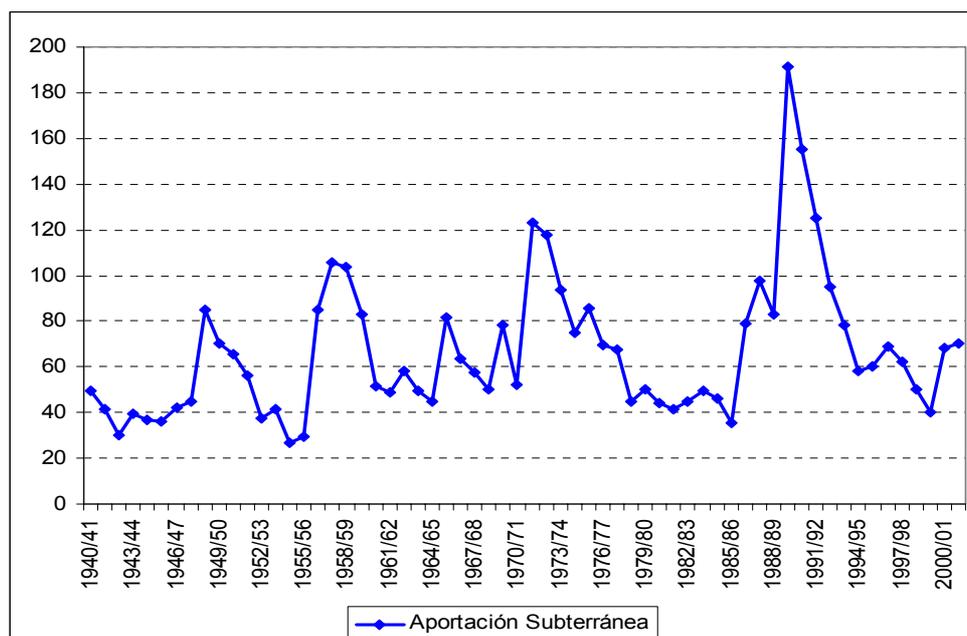


Figura 7. Evolución de la escorrentía subterránea al Lago. (hm³/año)

La distribución de la escorrentía subterránea entre los 13 puntos de descarga al Lago se ha estimado teniendo en cuenta la localización y el caudal de los principales ullals obtenidos en el “*Estudio limnológico de los ecosistemas acuáticos del Parc Natural de L’Albufera de Valencia*” (Soria, 1988).

Ullal	Caudal (hm³/año)	Punto asignado
U.Semiera A	0.92	1
U.Semiera B	0.66	1
U. de la Mula	0	1
U.Brassal Menescal	0.06	1
U. del Sants	1.26	1 (20%)
U. de Baldovi	6.78	1 (20%)
U.Partida Altero	0.63	2
U. Gros	2.16	2
U. Font de la Campana	0.22	3
U. Font De la Murtera	0	3
U. Part mallades	0.66	3
U. Seq de Barranc	0.38	3
U. Casa Gobernador	0.22	3
U. del Romani	1.52	4
U.Font.Alteró de Sollana	0.56	4
U.Borronar A2	0.86	4
U.Borronar A1	0.66	4
U. Font del Barret	1.49	4
U. Font del Forner	0.91	4
U. Font.En Robro	0.07	5
U. Font.del Gat	2.42	5
U. Font. Del Bredenyó	0	6-7-8-9-10

Ullal	Caudal (hm <sup>3</sup> /año)	Punto asignado
U. Font.del Plater	0	6-7-8-9-10
U. Sequia del Moli	0.06	6-7-8-9-10
U. Sequia del Verate	0	6-7-8-9-10
U. Font de Caminas	3.78	6-7-8-9-10
U. Font Castillo	0.09	11
U. Trilladora	0.16	11

Tabla 3. Principales ullals en las proximidades del Lago y caudales de descarga

El coeficiente de reparto para la escorrentía subterránea (ver tabla adjunta) se ha calculado dividiendo la suma del volumen de los ullals asignados a cada punto por el volumen de todos los ullals que van a parar a l'Albufera. El Ullal del Sants y el de Baldoví se encuentran situados en la zona Sur del lago, habiéndose estimado que solo el 20% del volumen de estos ullals va a parar al lago.

Acequias	Coeficiente de reparto para la escorrentía subterránea
Dreta	0.14
Overa	0.12
Campets	0.07
Alqueresia	0.27
Foia	0.11
Nova de Silla	0.03
Barranco de Beniparrell	0.13
Font de Mariano	0.03
Albal	0.03
Port de Catarroja	0.03
Barranco del Poyo	0.01
Ravisanxo	0.50
Nova de Alfafar	0.50

Tabla 4. Coeficientes de reparto de la escorrentía subterránea

### 3.2.2 Retornos de riego

El Lago de la Albufera recoge retornos de riego de los sistemas Turia y Júcar. Las series históricas de las entradas por retornos del sistema de riegos del Júcar (superficiales y subterráneos) proceden del estudio en curso de la Confederación Hidrográfica del Júcar titulado *Utilización conjunta de recursos superficiales y subterráneos en las cuencas del Júcar y Turia (MS-Ingenieros)*, donde se ha utilizado el modelo SIMGES de la Universidad Politécnica de Valencia (UPV) para simular la gestión del sistema Júcar, y de los datos de derivaciones y eficiencias de los riegos de la margen izquierda del río Júcar (Acequia Real del Júcar y Acequia de Sueca). Los retornos procedentes de la cuenca del río Turia han sido obtenidos a partir de la información de derivaciones y eficiencias de los riegos tradicionales de la margen derecha del río Turia.

La Acequia Real del Júcar toma sus aguas en el Azud de Antella y la distribuye entre los campos que rodean los términos municipales de Sollana, Alginet, Benifaio, Almussafes, Picassent, Silla, Alcacer, Beniparrel y Albal. En consecuencia, las diez primeras acequias y cauces objeto del estudio, reciben excedentes de riego del Júcar mientras que las tres últimas acequias recogen los sobrantes de riego del río Turia. La Acequia Mayor de Sueca toma sus aguas en el azud que existe en el lecho del río Júcar y riega los campos situados al sureste del lago. En consecuencia se han asignado una parte de sus retornos a las acequias de Dreta y Overa.

El coeficiente de reparto de los retornos de riego se ha realizado en función de la superficie que riega cada acequia en relación con la superficie que riega la Acequia Real del Júcar, las acequias del río Turia y la Acequia Mayor de Sueca. La superficie regada por las principales acequias se muestra en la figura adjunta, donde el sector rojo corresponde a Acequia Real del Júcar, el verde a la acequia de Favara y el amarillo a la acequia de Oro. Los dos sectores del Sur son regados por la acequia de Sueca y por la de Cullera (azul).

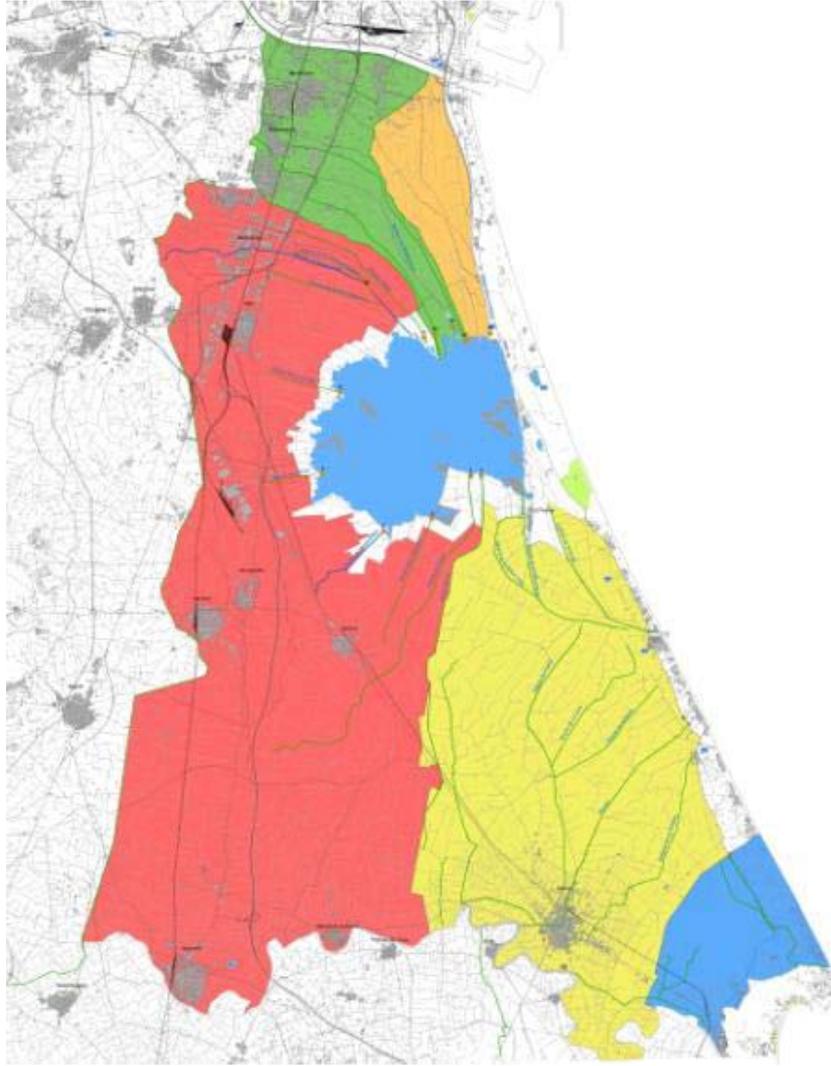


Figura 8 Sectores de riego

Los coeficientes de reparto obtenidos mediante el procedimiento descrito son:

Acequias	Coeficiente de reparto para los retornos del Júcar	Coeficiente de reparto para los retornos del Turia	Coeficiente de reparto para los retornos de Sueca
Acequia Dreta	0.16	0	0.5
Acequia Overa	0.64	0	0.5
Acequia Campets	0.014	0	
Acequia de l'Alqueresia	0.048	0	
Acequia Foia	0.014	0	
Acequia Nova de Silla	0.014	0	
Barranco de Beniparrell	0.04	0	
Acequia Font de Mariano	0.03	0	
Acequia Albal	0.02	0	
Port de Catarroja	0.02	0	
Barranco del Poyo	0	0.01	
Acequia Ravisanxo	0	0.47	

Acequias	Coefficiente de reparto para los retornos del Júcar	Coefficiente de reparto para los retornos del Turia	Coefficiente de reparto para los retornos de Sueca
Acequia Nova de Alfafar	0	0.51	

Tabla 5. Coeficientes de reparto de los excedentes de riego.

Los retornos procedentes de la Acequia Real del Júcar dependen fuertemente de los volúmenes de agua derivados cada año por la misma (estación de aforos E-61). En la figura adjunta se muestran las derivaciones a través de la Acequia Real del Júcar, observándose el fuerte descenso producido a lo largo de los años, debido en primer lugar, a que en periodos anteriores a la década de los 80 se derivaba por esta acequia una parte muy importante de los caudales circulantes por el río Júcar, y en segundo lugar, a que en los últimos años se han producido medidas de ahorro producto de las asignaciones del Plan de cuenca y de las circunstancias climáticas.

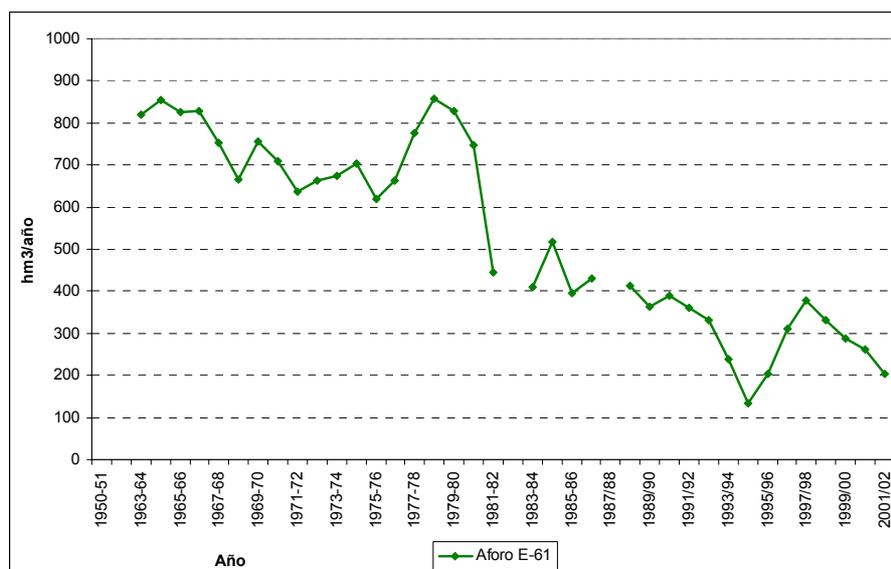


Figura 9. Evolución de las derivaciones de la acequia Real del Júcar ( $\text{hm}^3/\text{año}$ )

Los retornos procedentes de estos riegos que se obtienen para la Albufera de Valencia son los que se muestran en la figura siguiente.

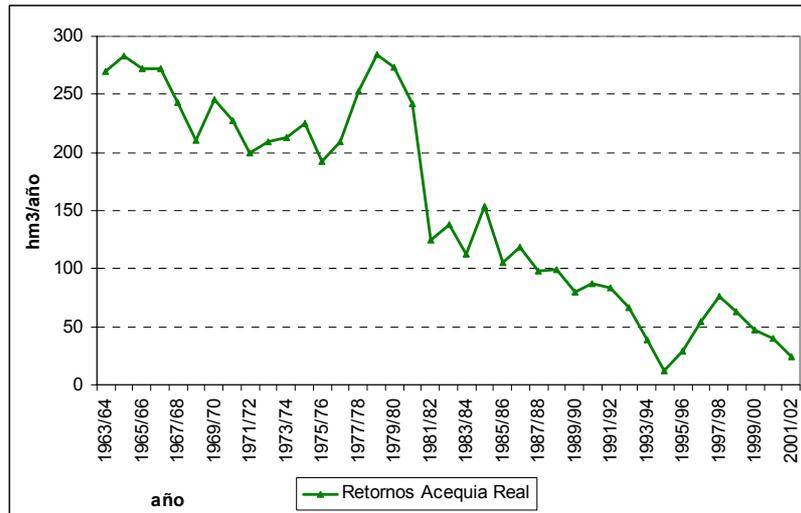


Figura 10. Evolución de los retornos de la Acequia Real del Júcar al Lago de la Albufera (hm³/año)

Las derivaciones del río Turia destinadas a las acequias de Oro y Favara también han disminuido significativamente en los últimos años y dependen fuertemente de la disponibilidad de agua en este sistema, tal y como se observa en la figura adjunta.

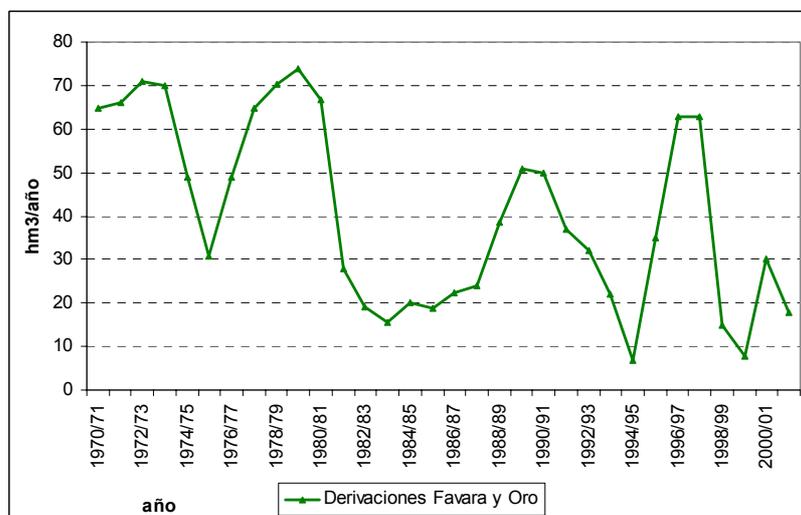


Figura 11. Evolución de las derivaciones del río Turia destinadas a las acequias de Oro y Favara (hm³/año)

Las derivación anterior supone la existencia de un apreciable volumen de retorno de agua que alcanza la Albufera de Valencia, tal y como se muestra en la figura siguiente.

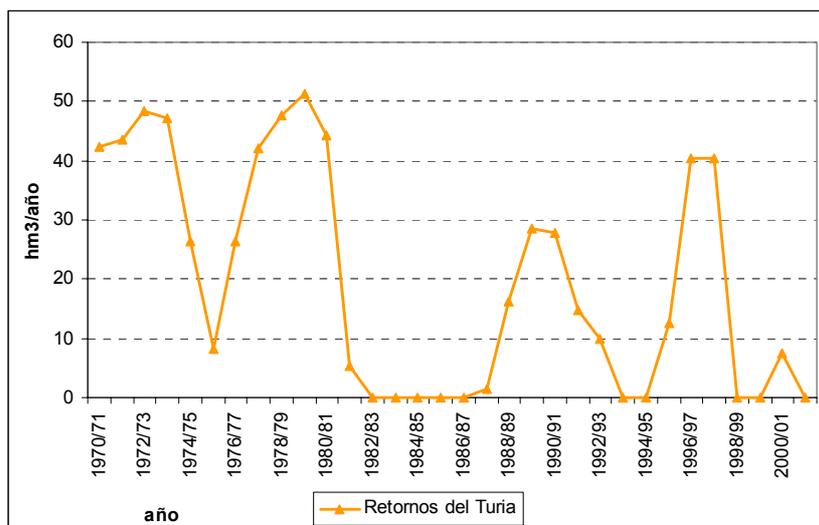


Figura 12. Evolución de los retornos del río Turia al Lago de la Albufera (hm³/año)

A todos estos retornos hay que añadir parte de los retornos procedentes de la acequia de Sueca, ya que únicamente una parte de éstos alcanza el Lago de la Albufera, alimentando, el resto, el entorno sur del Parque Natural y saliendo directamente por la Gola de Pujol.

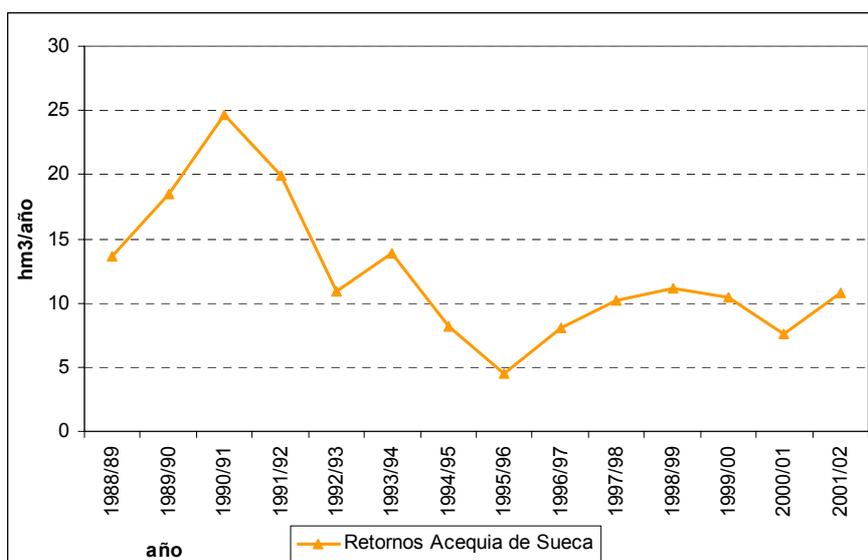


Figura 13. Retornos de la Acequia de Sueca al Lago de la Albufera (hm³/año)

El volumen global de retornos de riego superficiales y subterráneos que llegan a la Albufera procedentes de los regadíos de los sistemas Júcar y Turia se muestra en la figura adjunta.

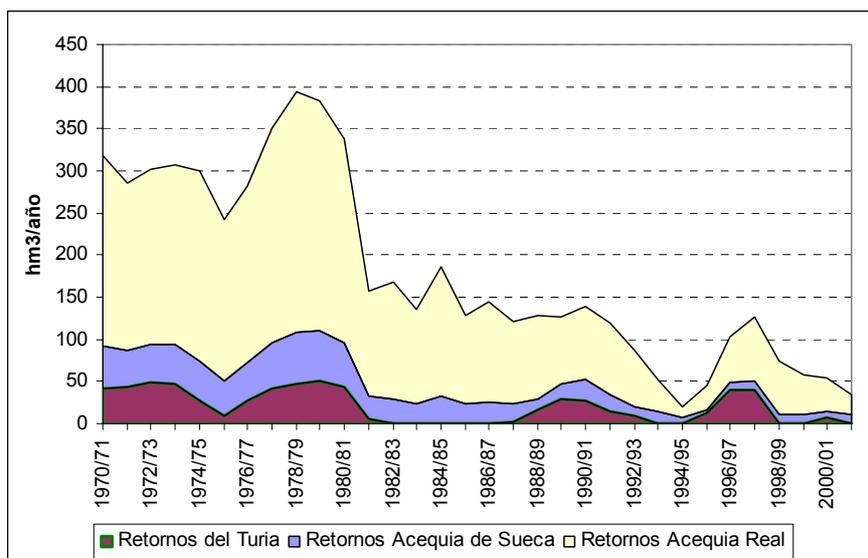


Figura 14. Evolución de los retornos de riego a la Albufera (hm<sup>3</sup>/año)

Respecto a la distribución mensual, independientemente del punto de entrada que se considere, los menores excedentes superficiales se producen en los meses mas calurosos y húmedos satisfaciendo así las necesidades de riego del cultivo del arroz. Ocurre lo contrario con los retornos de riego subterráneos.

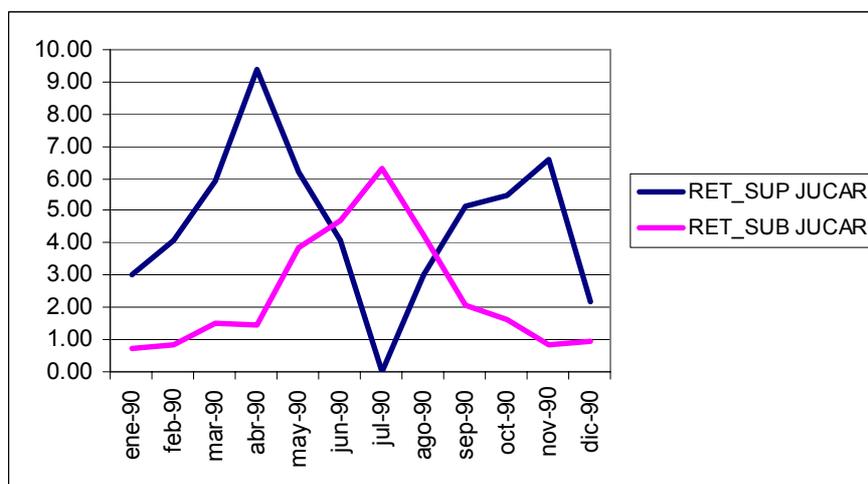


Figura 15. Distribución mensual de los retornos de riego superficiales y subterráneos del río Júcar en el año 1990 (hm<sup>3</sup>/mes)

El reparto espacial de las entradas al Lago de los retornos de riego del río Júcar se producen por el zona Sur del lago a través de las acequias Dreta y Overa y los sobrantes del río Turia por la acequia Nova de Alfafar, tal y como muestra la figura adjunta.

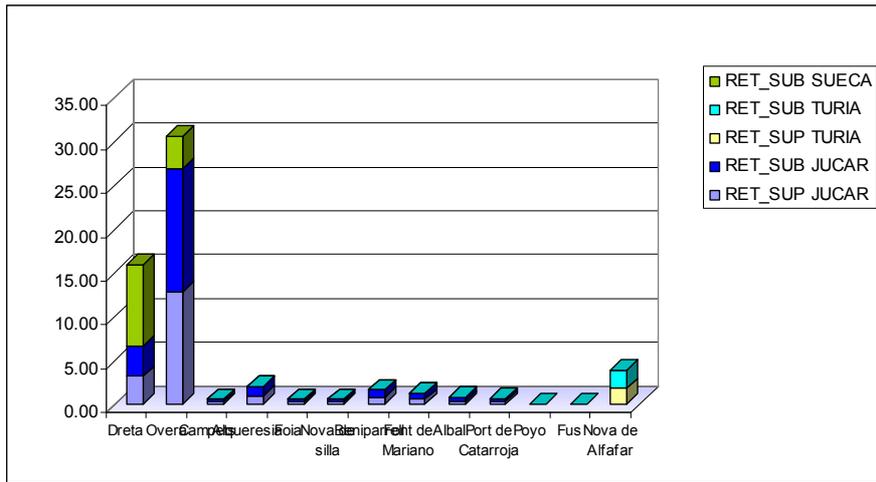


Figura 16. Distribución espacial de las entradas por retornos en el año 2000 (hm<sup>3</sup>)

### 3.2.3 Vertidos

La estimación de los vertidos sin depurar de origen urbano se ha realizado a partir de datos históricos de la población que incide con sus vertidos a la carga contaminante del lago, de las dotaciones per cápita y de los porcentajes de retorno.

Los vertidos de aguas residuales sin depurar han ido aumentando a lo largo de los años, hasta la puesta en desarrollo del Plan Director de Saneamiento de la Comunidad Valenciana, que mediante la construcción de las estaciones depuradoras y de la red de colectores en esta comarca han reducido drásticamente los vertidos sin depurar de esta región a la Albufera (véase la figura siguiente).

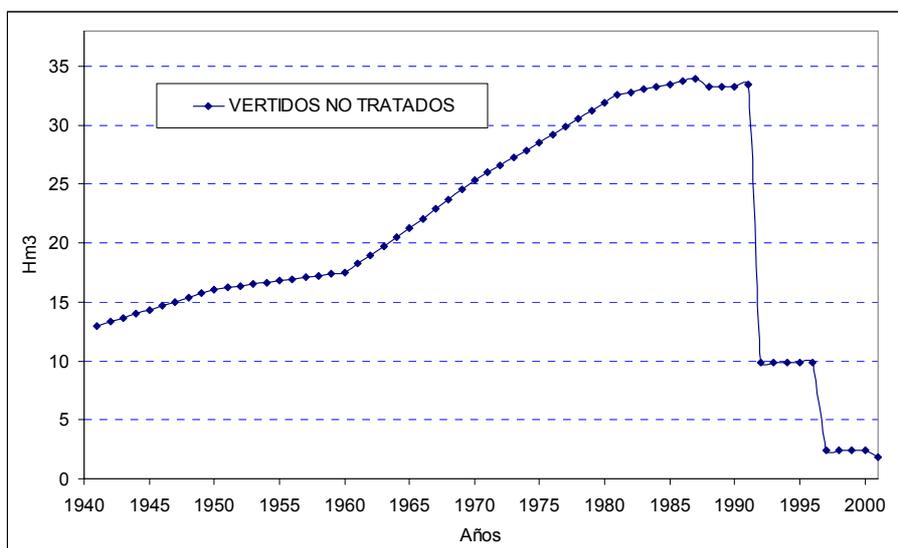


Figura 17. Evolución de las entradas por vertidos sin depurar al lago (hm<sup>3</sup>/año)

Para el cálculo de los vertidos industriales que se producen actualmente se ha considerado la cifra de 1,9 hm<sup>3</sup>/año dada por el Plá Especial del Parc Natural de l'Albufera<sup>ii</sup> (1990). Este volumen se ha distribuido proporcionalmente entre los puntos que más incidencia industrial tienen: Acequia Nova de Silla, Barranco Beniparrell, Acequia Albal, Port de Catarroja, Acequia Ravisanxo y Acequia Nova de Alfafar.

Estos vertidos, que en la actualidad se han reducido tras casi su eliminación total, afectaban gravemente al lago provocando una pérdida progresiva de la calidad de las aguas que puso en peligro no solo la supervivencia ecológica, sino también las actividades tradicionales de la pesca y el cultivo del arroz.

Como muestra la figura adjunta los principales focos contaminantes se hallaban en el sector noroccidental del lago. Estas acequias recogían los vertidos urbanos e industriales procedentes de: Sedaví, Benetusser, Alfafar, Paiporta, Picanya, Massanassa, Catarroja, Albal, Beniparrell, Alcacer, Silla y Picassent. Al sur de esos municipios se encuentra Almussafes, Benifaio, Sollana y Alginet de igual importancia respecto al aporte de vertidos al lago a través de la Acequia de la Alqueresia.

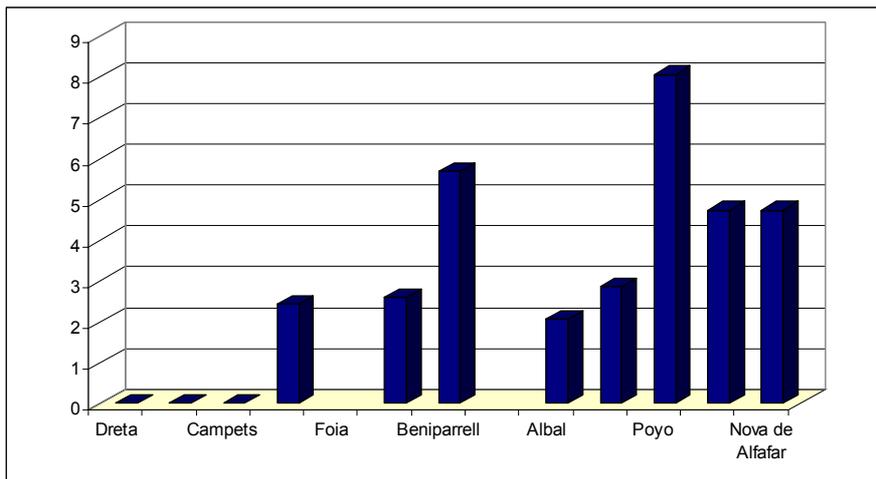


Figura 18. Distribución espacial de las entradas por vertidos en el año 1988 (hm<sup>3</sup>)

A causa de esta contaminación de las aguas superficiales de la Albufera, se diseñó un Sistema General de Saneamiento para los municipios y polígonos industriales, cuyo eje vertebrado está constituido por un único colector principal, denominado Colector Oeste, que va acompañado de una extensa red de ramales secundarios.

El Colector Oeste se realizó en dos partes. La primera es de 1985 e incluye las obras de los ramales de Picassent-Alcacer-Beniparrell y Catarroja-Albal-Silla. La segunda es de abril de 1987. Los vertidos que recoge el Colector Oeste van a parar al Sistema de depuración de Pinedo donde son depurados y actualmente vertidos al mar.

Además del Colector Oeste, se fueron construyendo nuevas plantas depuradoras que han permitido disminuir la carga contaminante de los vertidos que llegan a l'Albufera, reduciéndolos en la actualidad a unos 2 hm<sup>3</sup>/año, lo que representa un porcentaje muy poco significativo de los aportes totales al lago.

### 3.2.4 Salidas de las estaciones depuradoras de aguas residuales

El 37% de las inversiones contempladas en el Plan Director de Saneamiento de la Comunidad Valenciana se han dirigido al ámbito de afección del Parque de la Albufera. Estas inversiones incluyen el Colector Oeste y las infraestructuras de saneamiento y depuración de las aguas residuales siguientes.

Las estaciones depuradoras de aguas residuales (EDAR) que afectan con sus afluentes al lago de la Albufera son siete: Algemés-Albalat, Albufera Sur, la factoria de Ford, EDAR Torrent, EDAR Quart Benager, EDAR Pinedo y EDAR Saler (ver figura adjunta).

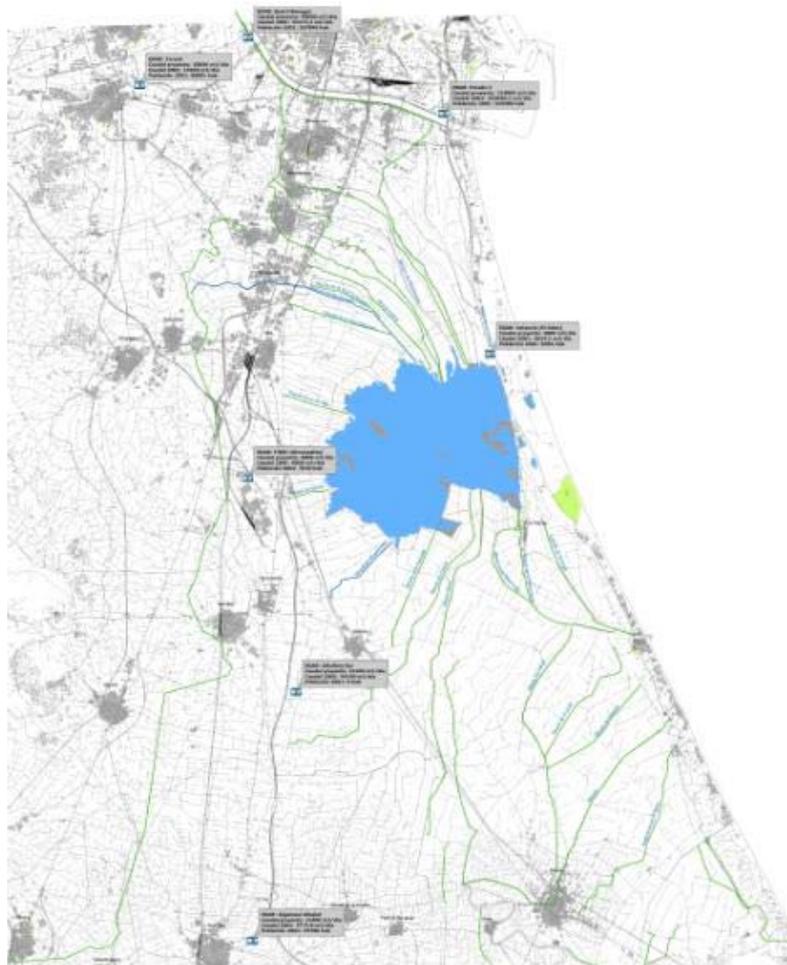


Figura 19. Situación de las EDAR que inciden en la Albufera

Los datos referentes a las estaciones depuradoras de aguas residuales, como el volumen del efluente de cada EDAR o el punto de vertido proceden de la Entidad de Saneamiento de Aguas Residuales de Valencia.

Los volúmenes depurados por las estaciones depuradoras y vertidos a la red de acequias han ido aumentando en los últimos años, pasando de 2 hm<sup>3</sup>/año en la década de los 70 a los 10 hm<sup>3</sup>/año de la actualidad, tal y como se aprecia en la figura siguiente.

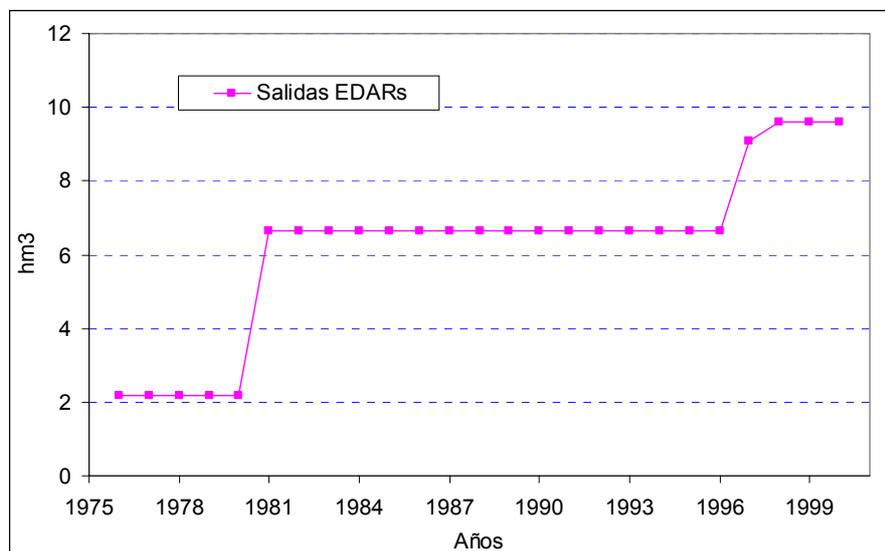


Figura 20. Volúmenes depurados en las estaciones depuradoras que vierten a la s acequias que alimentan a la Albufera. (hm<sup>3</sup>/año)

Se ha asignado un coeficiente de llegada al lago de las depuradoras que tiene en cuenta el volumen de agua tratado por la depuradora y el volumen reutilizado para regadío.

Acequia	EDAR Algemes í-Albalat	EDAR Albufera Sur	EDAR Ford	EDAR Torrent	EDAR Quart-Benager	EDAR Pinedo	EDAR Saler
Acequia Dreta	0	0	0	0	0	0	0
Acequia Overa	0	0	0	0	0	0	0
Acequia Campets	0	0	0	0	0	0	0
Acequia Alqueresia	0	0.03	0	0	0	0	0
Acequia Foia	0	0	1	0	0	0	0
Acequia Nova de Silla	0	0	0	0	0	0	0
Acequia Beniparrell	0	0	0	0	0	0	0
Acequia Font de Mariano	0	0	0	0	0	0	0
Acequia Albal	0	0	0	0	0	0	0
Acequia Port de Catarroja	0	0	0	0	0.07	0	0
Acequia Barranco del Poyo	0	0	0	0	0	0	0

Acequia	EDAR Algemés-Albalat	EDAR Albufera Sur	EDAR Ford	EDAR Torrent	EDAR Quart-Benager	EDAR Pinedo	EDAR Saler
Acequia Ravisanxo	0	0	0	0	0.07	0.039	0
Acequia Nova de Alfafar	0	0	0	0	0.07	0	0.5

Tabla 8. Coeficientes de reparto de los efluentes de los sistemas de depuración.

La estación depuradora de Algemés-Albalat vierte sus efluentes al río Júcar por lo que los coeficientes asignados para cada punto son nulos. Actualmente de los efluentes tratados por las EDAR, solamente llegan al lago unos 4 hm<sup>3</sup>/año. Se producen por la Acequia Nova de Alfafar y por la Alqueresia ya que son las EDAR que más volumen tratan al año.

Tal y como se aprecia en la figura siguiente, la puesta en funcionamiento de las estaciones depuradoras ha reducido drásticamente los vertidos sin depurar que alcanzaban el Lago de la Albufera de Valencia. También se observa que globalmente el volumen aportado al Lago es inferior, debido a que las aguas residuales recogidas por el Colector Oeste son conducidas a la estación depuradora de Pinedo en la ciudad de Valencia, y una vez tratadas son vertidas al mar mediante el emisario submarino.

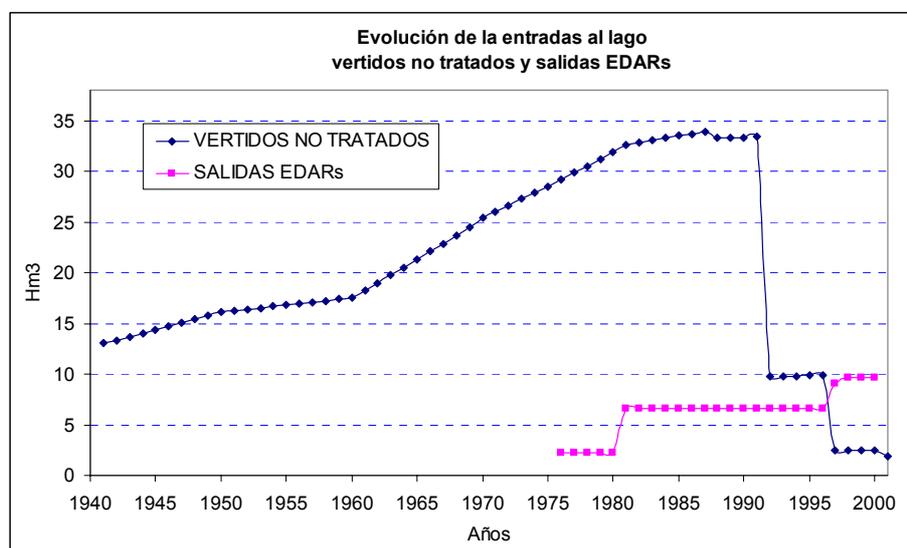


Figura 21. Evolución de los vertidos sin depurar u de los volúmenes depurados que alcanzan el Lago de la Albufera de Valencia (hm<sup>3</sup>/año).

### 3.3 Entradas totales al lago: contraste y ajuste con datos aforados

Las entradas totales de agua que alcanzan el Lago de la Albufera de Valencia se sitúan entre 450 hm<sup>3</sup>/año en los años más húmedos, cuando además existían gran cantidad de retornos de regadío y los 150-250 hm<sup>3</sup>/año de los últimos 20 años, conocidos hidrológicamente en España como los del *efecto 80*.

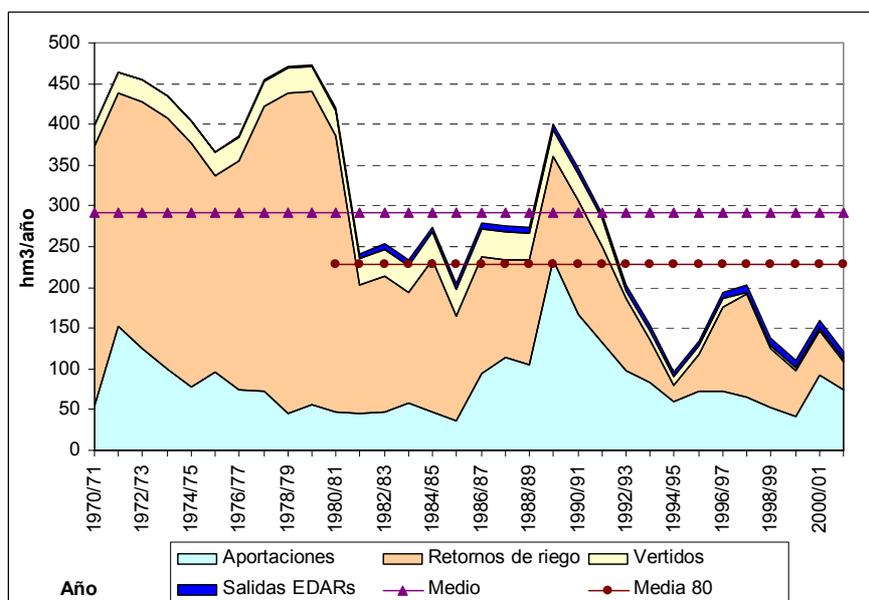


Figura 22. Evolución de las entradas al lago de la Albufera (hm<sup>3</sup>/año)

En la Tabla 6 se muestra un resumen de las entradas medias a la Albufera para dos periodos de análisis, el comprendido entre el año 1970/71 y el año 2001/02, y el más reciente, correspondiente a los últimos 20 años.

Entradas (hm <sup>3</sup> /año)	Media 1970/71 - 2001/02	Media 1980/81 - 2001/02
<b>Aportaciones naturales</b>	<b>84,16</b>	<b>83,58</b>
Retornos de riego. Acequia Real y Antella	130,60	86,01
Retornos de riego. Acequia de Sueca(1)	28,13	18,52
Retornos de riego. Riegos del Turia	19,78	11,31
<b>Retornos de riego totales</b>	<b>178,51</b>	<b>115,85</b>
Vertidos de aguas sin depurar	23,16	20,85
Vertidos de aguas depuradas	6,33	7,09
<b>Total</b>	<b>292,13</b>	<b>227,37</b>

Tabla 6. Valores medios de entradas al Lago de la Albufera para distintos periodos de tiempo. (hm<sup>3</sup>/año)

(1) Aunque los retornos de la acequia de Sueca drenan mayoritariamente hacia el mar a través de las golases del Pujol y Perellonet, se ha estimado que un 12% de los mismos entran en el lago a través de las acequias que vierten por su perímetro Sur (Obera, Dreta, y acequias del Pas Podrit)

Las entradas estimadas se han repartido para cada uno de los 13 puntos de cálculo, tal y como se expuesto en los apartados anteriores y se han comparado con los aforos efectuados por Soria (Soria, 1989) en el año 1988, observándose un buen ajuste, indicativo de la bondad de las estimaciones efectuadas en la determinación de los aportes al Lago.

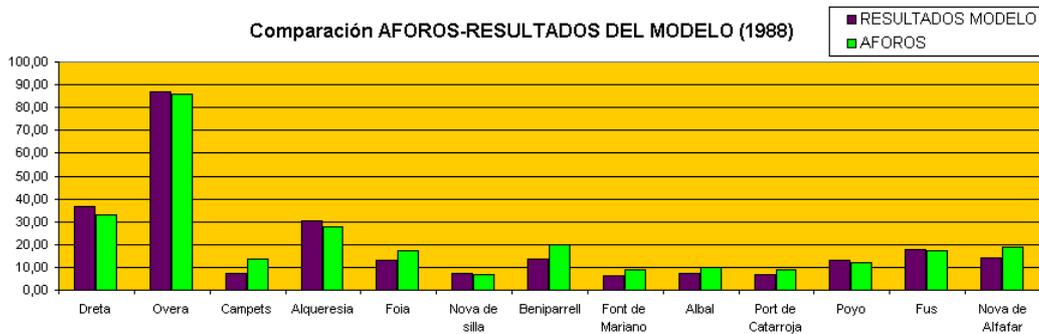


Figura 23. Comparación entre valores estimados y medidos en el año 1988

Los mayores aportes se producen por la acequia Overa, la acequia de Dreta, la acequia de Alqueresia y el Barranco del Poyo. Las dos primeras aportan agua al lago en materia de sobrantes de riego, la tercera por la cantidad de vertidos que llevaba antes de la conexión al Colector Oeste de diversos municipios y la cuarta por escorrentía superficial.

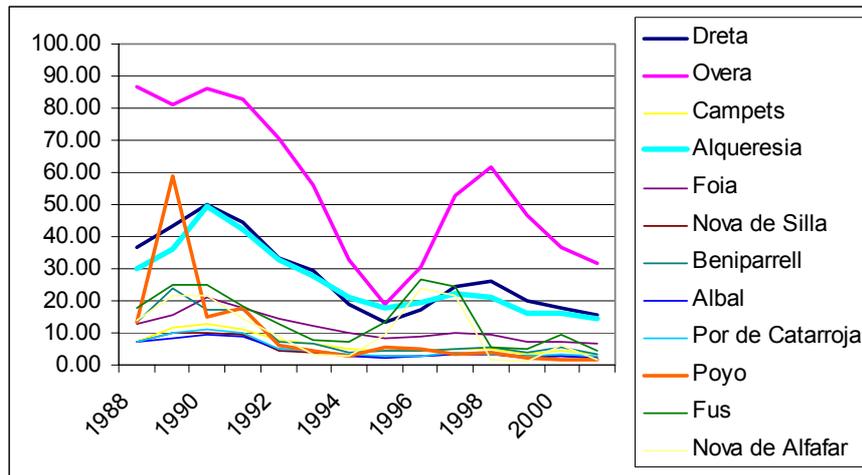


Figura 24. Evolución de la distribución espacial de las entradas (hm³/año)

### 3.4 *Contraste entre entradas, salidas y volúmenes almacenados*

Al aplicar la ecuación de balance en un recinto, en este caso la Albufera de Valencia, es posible obtener mediante diferencia entre las salidas y la variación en el volumen de agua almacenado, las entradas a dicho recinto. Se puede proceder de esta forma a contrastar las entradas obtenidas anteriormente con las calculadas a partir de las salidas registradas en las tres Golas y los bombeos realizados a los denominados *Tancats*, los datos de variación de volumen de agua en el Lago de la Albufera y la evaporación que se produce en el Lago, tal y como se muestra en la siguiente ecuación:

$$Entradas_{balance} = Volumen Almacenado + Salidas por Golas + Bombeos Tancats + Evaporación$$

Para ello, y como primera aproximación de este trabajo, se ha aplicado la ecuación de balance en tres periodos otoñales que se corresponden con la tradicional Perelloná (inundaciones masivas de los campos en el período Octubre-Diciembre), momento en el que dos de las golas se encuentran cerradas y únicamente se producen pequeñas salidas por la Gola de Pujol para que las especies acuáticas puedan comunicarse con el mar, además de no producirse bombeos a las zonas denominadas *Tancats*. De esta forma la ecuación de balance planteada queda muy simplificada y se reducen significativamente las incertidumbres existentes. Únicamente con los niveles diarios medidos en la gola durante el periodo 1998-2000, se puede estimar las salidas producidas por la Gola y de forma sencilla determinar el balance hídrico del lago.

Respecto a la evaporación en estos periodos hay que indicar que ya ha sido considerada en el modelo lluvia-escorrentía, SIMPA, que se utiliza para la determinación de las aportaciones naturales al Lago, ya que en los meses otoñales la tasa de evapotranspiración potencial es inferior a las disponibilidades de agua que el modelo presenta en las celdas, en las que para simular que se encuentra el Lago de la Albufera de Valencia se considera una capacidad de almacenamiento de agua muy elevada.

Como se observa en la figura siguiente la Perelloná produce un importante aumento de los niveles de agua en el Lago.



Figura 25. Detalle de la subida de niveles (metros) en el lago durante la Perelloná.

Conocidas las variaciones de volumen y utilizando la curva que relaciona la altura del Lago con el volumen almacenado, obtenida a partir de la batimetría del Lago, es posible conocer las variaciones de volumen que se han producido.

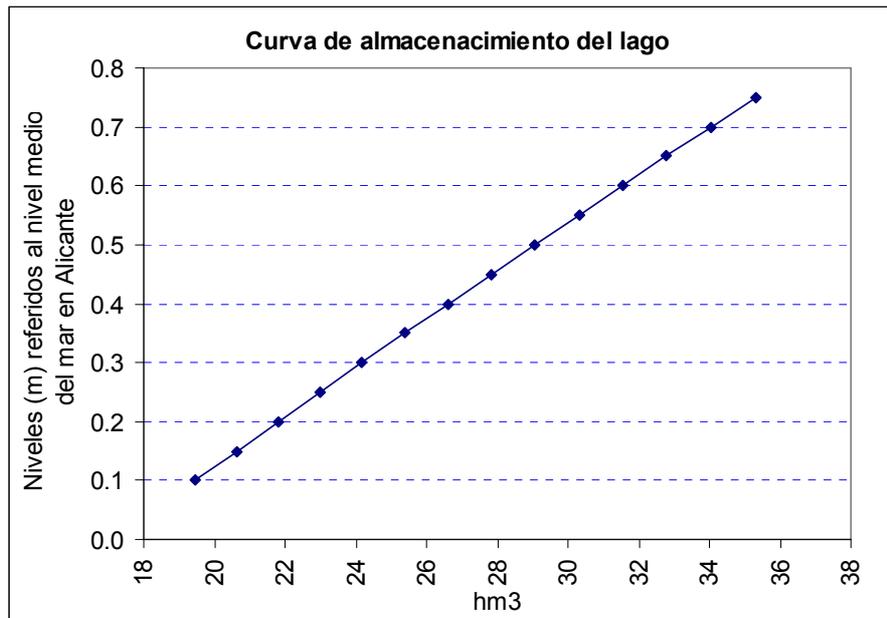


Figura 26. Curva de almacenamiento en el Lago

#### Estimación de las salidas por bombeos a los tancats

Los *tancats* son parcelas de terreno, generalmente por debajo del nivel de cota del lago (aunque también los hay que están por encima de dicha cota), que se sitúan en la periferia más próxima al lago. Se denominan así porque están contorneados por un dique o mota que protege el cultivo de arroz de las subidas en el nivel del agua, y de este modo se evita que puedan quedar inundados. Los *tancats* se inundan con aguas recirculadas del lago que entran a través de compuertas, distribuyéndose por toda la superficie a través de una red de acequias.

Como ya se ha indicado anteriormente los bombeos en los *tancats* han sido estimados según la distribución media de la demanda neta en la ribera del Júcar, y dada la escasa superficie que representan los *tancats* frente al total de la superficie cultivada en el perímetro del Parque Natural unido al hecho de que durante la época de la Perellonà se encuentran inundados, al igual que durante todo el periodo invernal, no suponen una salida en el computo del balance del lago para ese periodo de tiempo.

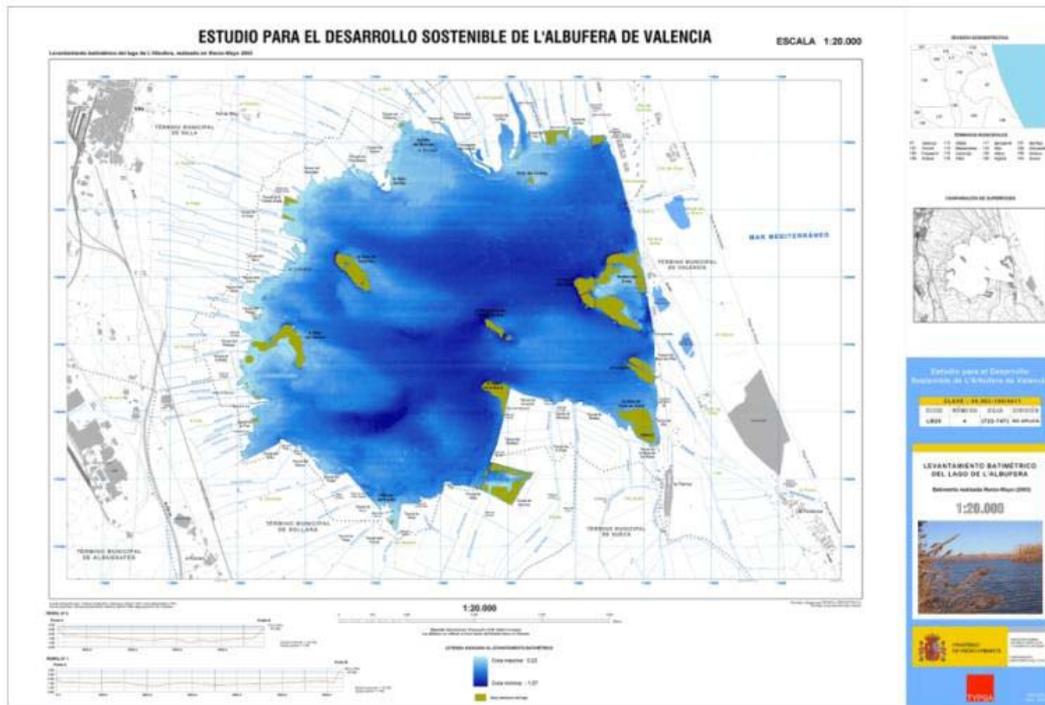


Figura 27. Batimetría del lago. Fuente: TYPESA (2003)

### Estimación de las salidas por las golas

Como ya se ha indicado en la época de la Perelloná permanecen cerradas dos de las Golas que conectan el Lago con el mar, la Gola del Perelló y la Gola del Perellonet, por lo que midiendo únicamente las salidas producidas por la Gola de Pujol es posible conocer las salidas totales producidas en el Lago.

La estimación de la salida por las gola se ha basado en el caudal circulante por la sección llena de la superficie abierta por las compuertas de la gola de Pujol. El caudal se ha estimado por Manning de una forma aproximando la compuerta a un *culvert* de longitud mínima y sección rectangular igual al grado de apertura de la compuerta, lo que proporciona unos caudales medios de salida por compuerta variables según el nivel de apertura que oscilan entre 0.5 - 2m<sup>3</sup>/s.

Para los posteriores análisis que abarquen periodos de tiempo diferentes de la Perelloná, es necesario construir los modelos hidráulicos de las tres Golas, por lo cual se describen a continuación.

La información de partida de la cual se dispone para la realización de este análisis es la siguiente:

- Geometría de las secciones transversales de las golas, obtenidas de la batimetría de las mismas.

- Geometría de las compuertas que regulan el flujo por cada una de las tres golas (dimensiones de las mismas y cota absoluta de la solera de las mismas).
- Serie temporal (diaria) de los niveles en el lago, inmediatamente aguas arriba de cada una de las compuertas de las tres golas.
- Serie temporal (diaria, por horas de apertura /cierre) de las leyes de apertura de cada una de las compuertas de las golas.
- Serie temporal (horaria) de los niveles del mar referidos al mareógrafo del Puerto de Valencia.

Con toda esta información, se construyen tres modelos hidráulicos (uno para cada gola), que constan de los siguientes elementos, condiciones de contorno y controladores en tiempo real:

- Nudo inicial de aguas arriba que representa la condición de contorno de nivel impuesto aguas arriba de las compuertas.
- Nudo final de aguas abajo que representa la condición de contorno de nivel impuesto en la desembocadura al mar.
- Entre ambos, se conceptualiza la geometría de la gola con secciones transversales (y por tanto de cálculo), cada 50 metros. La rugosidad de manning adoptada para las golas es de 0.02, valor representativo de unas arenas finas.
- En el punto del trazado donde corresponda ubicar las compuertas, se establece una batería de nudos tipo "orifice" para plasmar cada una de las compuertas que forman la barrera completa de la gola. Estos nudos se caracterizan por las dimensiones de la sección transversal de paso (esto es, la de la compuerta) y por la ley horaria de apertura y cierre de la misma.

En las siguientes figuras se muestran los tres modelos construidos, con sus elementos correspondientes.



Figura 28. Modelo hidráulico de la gola del Perelló

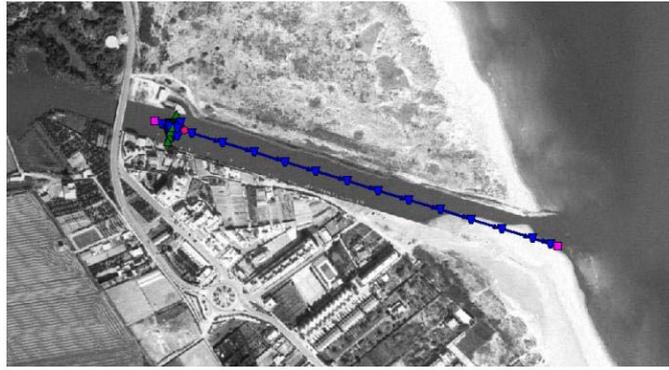


Figura 29. Modelo hidráulico de la gola del Perellonet

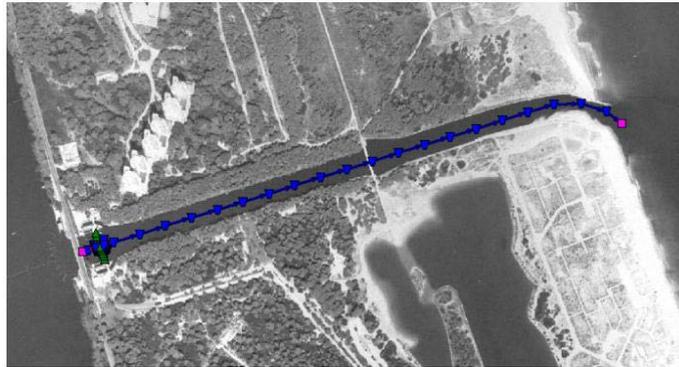


Figura 30. Modelo hidráulico de la gola del Pujol

Con los modelos hidráulicos construidos, y dado que en este periodo de tiempo únicamente se encuentra abierta la Gola de Pujol, se ha simulado la respuesta hidráulica de esta gola para el otoño de los años del 1998 al 2001, ambos inclusive, obteniendo, en la sección inmediatamente aguas abajo de la batería de compuertas, el caudal correspondiente en función del tiempo. Estos hidrogramas son tratados para proceder a su integración y obtener así los volúmenes mensuales ( $\text{hm}^3$ ) de salida al mar.

#### Comparación de entradas por balance

Se ha aplicado la ecuación de balance siguiente, en periodos de Perelloná, donde únicamente se producen salidas a través de la Gola de Pujol.

$$\text{Entradas}_{\text{balance}} = \text{Incremento Volumen Almacenado} + \text{Salidas (Salidas por Golas y Bombes tancats)}$$

La diferencia entre ambos valores proporciona el residuo de cierre del balance *Diferencia* ( $\epsilon$ ). Su proximidad al valor cero nos proporciona una estimación de la bondad del cierre.

Según los cálculos realizados para los años 1998, 1999 y 2000 se comprueba el buen ajuste del balance ya que la diferencia de las entradas que llegan al lago se estiman del orden de 0,364 hm<sup>3</sup>, 0,093 hm<sup>3</sup> y 0,090 hm<sup>3</sup> respectivamente. En la tabla siguiente se resumen los resultados obtenidos:

Fecha	Entradas <sub>Bal</sub> (hm <sup>3</sup> )	(Δ Almacenamiento + Salidas) (hm <sup>3</sup> )	Diferencia (ε) (hm <sup>3</sup> )
Nov-Dic 1998	12,288	12,283	-0,004
Oct-Nov 1999	8,333	8,400	0,067
Oct-Nov 2000	26,839	27,293	0,454

Tabla 7. Balances en el lago de la Albufera en distintos periodos de tiempo

#### 4 BIBLIOGRAFÍA

AYUNTAMIENTO DE VALENCIA Y LA DIRECCIÓN GENERAL DE MEDIO AMBIENTE. Caracterización de las acequias y barrancos afluentes a la Albufera de Valencia por las cuencas Norte y Oeste. Nivel de contaminación de plaguicidas en aves y peces del lago de l' Albufera (Tomos I y II). Valencia 1988.

ALONSO J. J., (Director), *Balance Hídrico y estudio de aportes sólidos a la Albufera* (Valencia). Universidad Politécnica de Valencia, Instituto de Hidrología y Medio Natural. Valencia, 1974.

ALONSO J. J., *Jornadas sobre la problemática de la Albufera* (Hidrología de la Albufera). Diputación Provincial De Valencia. Valencia, 1982.

BENET J.M., *El proyecto del canal perimetral al sur de La Albufera. Anteproyecto.*

BENET J.M., *La Albufera de Valencia. Datos para una política de soluciones.* Valencia, 1983

CONSELLERIA DE MEDI AMBIENT. GENERALITAT VALENCIANA. *Los recursos hídricos en la Comunidad Valenciana.* Instituto Tecnológico Geominero de España. Madrid 1996.

CONSELLERIA DE MEDI AMBIENT. GENERALITAT VALENCIANA. *Plan Especial del Parc Natural de L'Albufera.* Valencia 1991.p.10.

CONSELLERIA DE OBRAS PÚBLICAS, URBANISMO Y TRANSPORTES. GENERALITAT VALENCIANA, *Saneamiento del Parque Natural de L'Albufera.* Valencia

CONSELLERIA D'ADMINISTRACIÓ PÚBLICA. AGÈNCIA DE MEDI AMBIENT. *Plan Especial del Parc Natural de L'Albufera ( Memoria Informativa).* Conselleria d'Administració Pública, Valencia 1990.

CONSELLERIA D'INDUSTRIA, COMERÇ I TURISME, *Sistema Hidrogeológico Número 51. (Plana de Valencia) Memoria. Normas de explotación de las aguas en las hojas 1:50.000 de: Burjasot, Valencia y Sueca.* 1987.

CONSELLERIA DE OBRAS PÚBLICAS, URBANISMO Y TRANSPORTES. GENERALITAT VALENCIANA. Plan Director para el Saneamiento Integral de L'Albufera de Valencia COPUT, 1989. Memoria y Anejos 2 ( Geomorfología), anejo 4 (Hidrogeología), Anejo 5 (Geofísica), Anejo 6 ( Síntesis de los cordones

dunares), Anejo 9 (El sistema ecológico), Anejo 10 ( Informe de Síntesis). Clave 10/87-O.P.OH. Valencia, 1989.

CONSELLERIA DE MEDI AMBIENT. GENERALITAT VALENCIANA. *Los recursos hídricos en la Comunidad Valenciana*. Instituto Tecnológico Geominero de España. Madrid 1996.

DAFAUCE, C, *La Albufera de Valencia, Un estudio piloto*. Ministerio de Agricultura. *Monografías del Instituto Nacional para la Conservación de la Naturaleza*. 1975

IGME, *Contribución del IGME a la instructa de los Planes Hidrológicos en el 1982*. Valencia, diciembre de 1982.

IGME, *Evaluación a nivel de aplicación de los Recursos Hídricos Subterráneos disponibles en los acuíferos del Sector Sur del Sistema 51 (Plana de Valencia)*. *Posibilidades de su utilización inmediata*. Valencia, diciembre de 1986.

IGME, *Las aguas Subterráneas en la Comunidad Valenciana. Uso, Calidad y Perspectivas de Utilización*. Valencia 1986.

IGME, *Modelo Hidrodinámico del Caroch- Plana de Valencia*. Madrid, diciembre 1982.

IGME, *Proyecto para el desarrollo del Plan de Gestión y Conservación de Acuíferos en las Cuencas Medio-Bajo Júcar, Ebro y Pirineo Oriental*. Madrid, 1984-1985.

IGME, *Proyecto para el desarrollo del Plan de Gestión y Conservación de Acuíferos en las Cuencas Medio-Bajo Júcar, Ebro y Pirineo Oriental*, Madrid. 1985-1986.

IGME, *Proyecto para el desarrollo del Plan de Gestión y Conservación de Acuíferos en las Cuencas Medio-Bajo Júcar, Ebro y Pirineo Oriental*. Madrid, 1986-1987.

IGME, *Proyecto para la preparación de un informe actualizado de los Recursos Hidráulicos Subterráneos y su uso presente y futuro, en la Cuenca Media y Baja del Júcar. Sistema Acuífero nº 51, Plana de Valencia*. 1986.

IGME, *Puesta a punto del modelo matemático realizado en 1974 para la Plana de Valencia*. Valencia, diciembre de 1981

IGME-IRYDA, *Plan Nacional de Investigación de Aguas Subterráneas. Investigación hidrogeológica de la Cuenca Media y Baja del río Júcar. Informe final (Sistema 55: Javalambre y Maestrazgo. Sistema 54: Alto Turia. Sistema 53: Cuenca Media del Turia. Sistema 56: Sierra del Espadan y Plana de Castellón. Sistema 51: Plana de Valencia. Sistema 52: el Macizo del Caroch)*, 1977.

MARTÍN MONERRIS, M. *Modelación de la calidad en aguas superficiales. Aplicación al caso de La Albufera de Valencia*. Tesis de Licenciatura.1998.

MINTEGUI AGUIRRE, J. A. (Director), *Análisis metodológico de la sedimentación en la Albufera de Valencia*. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 1985.

MINTEGUI AGUIRRE, J. A. (Director), *La erosión en la sedimentación de la Albufera*. Conselleria de Obras Públicas, Urbanismo y Transportes, Generalitat Valenciana, Valencia, 1986.

ROSSELLÓ I VERGER, V. M. *L'Albufera de València. Sèrie Il·lustrada, 11. Publicacions de L'Abadia de Montserrat*. 1995.

SORIA GARCIA, JUAN MIGUEL. *Estudio limnológico de los ecosistemas acuáticos del Parc Natural de L'Albufera de Valencia*. Tesis Doctoral. Universidad de Valencia, Facultad de Ciencias Biológicas. Valencia, 1997.p.79.

---