



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE FOMENTO

MINISTERIO
DE AGRICULTURA Y PESCA,
ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS
Y EXPERIMENTACIÓN
DE OBRAS PÚBLICAS

INFORME TÉCNICO
para
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL JÚCAR

**ESTUDIO DE LA AFECCIÓN DEL CULTIVO DEL
ARROZ EN LA CALIDAD DE AGUA DE LA
ALBUFERA DE VALENCIA**

INFORME FINAL
TOMO ÚNICO

Clave CEDEX: 45-416-0-001

Madrid, septiembre de 2017

Centro de Estudios Hidrográficos



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE FOMENTO

MINISTERIO
DE AGRICULTURA Y PESCA,
ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS
Y EXPERIMENTACIÓN
DE OBRAS PÚBLICAS

INFORME TÉCNICO
para
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL JÚCAR

**ESTUDIO DE LA AFECCIÓN DEL CULTIVO DEL
ARROZ EN LA CALIDAD DE AGUA DE LA
ALBUFERA DE VALENCIA**

INFORME FINAL
TOMO ÚNICO

Clave CEDEX: 45-416-0-001

Madrid, septiembre 2017

Centro de Estudios Hidrográficos



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE FOMENTO

MINISTERIO
DE AGRICULTURA Y PESCA,
ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS
Y EXPERIMENTACIÓN
DE OBRAS PÚBLICAS

TÍTULO:

ESTUDIO DE LA AFECCIÓN DEL CULTIVO DEL ARROZ EN LA CALIDAD DE AGUA DE LA ALBUFERA DE VALENCIA

INFORME FINAL

CLIENTE:

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL JÚCAR

EL PRESENTE INFORME CONSTITUYE UN DOCUMENTO OFICIAL DE ESTE TRABAJO Y, DE ACUERDO CON LAS NORMAS GENERALES DEL ORGANISMO, SU ENTREGA SUPONE EL CUMPLIMIENTO DE LAS ACTUACIONES TÉCNICAS DEL MISMO REFERENTES A LA MATERIA OBJETO DEL INFORME.

VALIDEZ OFICIAL

VISTO EL CONTENIDO DEL INFORME Y SIENDO ACORDE CON LAS CLÁUSULAS DEL CONVENIO DE COLABORACIÓN CORRESPONDIENTE, SE PROPONE AUTORIZAR SU EMISIÓN.

EL DIRECTOR DEL CENTRO DE ESTUDIOS HIDROGRÁFICOS

Fdo. Federico Estrada Lorenzo

AUTORIZA LA EMISIÓN DEL INFORME:

Madrid, a 29 de mayo de 2018

EL DIRECTOR DEL CEDEX



Fdo. José Trigueros Rodrigo

SOLO SON INFORMES OFICIALES DEL CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS (CEDEX) LOS REFRENDADOS POR SU DIRECCIÓN

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	ANTECEDENTES	1
1.2	OBJETIVO DEL ESTUDIO	1
1.3	METODOLOGÍA APLICADA	1
2	EL LAGO DE LA ALBUFERA	3
2.1	NIVELES DEL AGUA	3
2.2	ENTRADAS DE AGUA	6
2.3	SALIDAS DE AGUA.....	14
2.4	BALANCES DE AGUA.....	15
2.5	CALIDAD DEL AGUA.....	16
3	MASAS DE AGUA ASOCIADAS AL LAGO	18
3.1	AGUAS SUPERFICIALES	18
3.2	AGUAS SUBTERRÁNEAS	20
3.3	MAR MEDITERRÁNEO.....	23
4	ARROZALES DE LOS REGADÍOS ASOCIADOS AL LAGO	23
4.1	CARACTERÍSTICAS DEL RIEGO Y DRENAJE DE LOS ARROZALES DE SUECA.....	23
4.2	CALIDAD DEL AGUA EN PUNTOS DE LOS ARROZALES DE SUECA.....	25
4.3	CARACTERÍSTICAS DEL RIEGO Y DRENAJE DE LOS ARROZALES REGADOS POR LA ACEQUIA REAL DEL JÚCAR.....	28
4.4	CALIDAD DEL AGUA EN PUNTOS DE LOS ARROZALES REGADOS POR LA ACEQUIA REAL DEL JÚCAR.....	29
4.5	CARACTERÍSTICAS DEL RIEGO Y DRENAJE DE LOS ARROZALES REGADOS POR LA ACEQUIA DE FAVARA.....	36
4.6	CALIDAD DEL AGUA EN PUNTOS DE LOS ARROZALES REGADOS POR LA ACEQUIA DE FAVARA.....	37
4.7	CARACTERÍSTICAS DEL RIEGO Y DRENAJE DE LOS ARROZALES REGADOS POR LA ACEQUIA DEL ORO	39
4.8	CALIDAD DEL AGUA EN PUNTOS DE LOS ARROZALES REGADOS POR LA ACEQUIA DEL ORO... ..	40
4.9	CONCLUSIONES SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA EN 2016	42
5	BALANCES DE AGUA EN ARROZALES SELECCIONADOS EN LA CAMPAÑA DE RIEGO DE 2017.....	43
5.1	CONSIDERACIONES PREVIAS	43
5.2	ÁREA SELECCIONADA EN LOS ARROZALES DE SUECA	43
5.3	ÁREAS RECONOCIDAS EN LOS ARROZALES REGADOS POR LA ACEQUIA REAL DEL JÚCAR	44
5.4	ÁREA SELECCIONADA EN LOS ARROZALES REGADOS POR LA ACEQUIA DEL ORO.....	46
5.5	ECUACIÓN GENERAL DEL BALANCE DE AGUA.....	47
5.6	BALANCES DE AGUA EN EL ÁREA DE EL SALER.....	48
5.7	BALANCES DE AGUA EN EL ÁREA DE MALVINAR.....	53
6	BALANCES DE SALES, FÓSFORO Y NITRÓGENO EN ARROZALES SELECCIONADOS EN LA CAMPAÑA DE RIEGO DE 2017.....	58
6.1	CONSIDERACIONES PREVIAS	58
6.2	ECUACIONES GENERALES PARA ESTOS BALANCES.....	59
6.3	BALANCES DE SALES EN EL ÁREA DE EL SALER	59



CEDEX

Estudio de la afección del cultivo del arroz en la calidad del agua de la Albufera de Valencia

6.4	BALANCES DE FÓSFORO EN EL ÁREA DE EL SALER.....	62
6.5	BALANCES DE NITRÓGENO EN EL ÁREA DE EL SALER	63
6.6	BALANCES DE SALES EN EL ÁREA DE MALVINAR.....	64
6.7	BALANCES DE FÓSFORO EN EL ÁREA DE MALVINAR.....	66
6.8	BALANCES DE NITRÓGENO EN EL ÁREA DE MALVINAR.....	67
7	PROPUESTAS SOBRE EL CULTIVO, EL RIEGO Y EL DRENAJE DE LOS ARROZALES PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA DEL LAGO	68
7.1	ARROZALES REGADOS POR LA ACEQUIA DEL ORO	69
7.2	ARROZALES DEL REGADÍO DE SUECA.....	71
7.3	ARROZALES REGADOS POR LA ACEQUIA REAL DEL JÚCAR.....	76
7.4	ARROZALES REGADOS POR LA ACEQUIA DE FAVARA	77
8	RESUMEN DE CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	78
9	EQUIPO AUTOR DEL INFORME.....	81
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	82

RELACIÓN DE ANEXOS

Anexo 1. Balances medios de agua en el lago de la Albufera de Valencia por años hidrológicos (1980-1981 a 2015-2016) estimados con el modelo AQUATOOL (CHJ, 2016).

Anexo 2. Calidad del agua del lago de la Albufera de Valencia en 2016.

Anexo 3. Calidad del agua superficial y subterránea en los arrozales asociados al lago de la Albufera en 2016.

Anexo 4. Datos climáticos durante la campaña de riego del arroz de 2017.

Anexo 5. Estimación del consumo de agua del arroz durante la campaña de riego de 2017.

Anexo 6. Datos hidrológicos de riego de la zona regada por la Acequia del Oro.

Anexo 7. Datos hidrológicos de riego y drenaje de los arrozales del área de El Saler durante la campaña de riego de 2017.

Anexo 8. Datos hidrológicos de riego y drenaje de los arrozales del área de Malvinar durante la campaña de riego de 2017.

Anexo 9. Balances de agua de los arrozales de las áreas de El Saler y Malvinar durante la campaña de riego de 2017.

Anexo 10. Calidad de las aguas en las áreas de El Saler y Malvinar durante la campaña de riego de 2017.

Anexo 11. Balances de sales, fósforo y nitrógeno de los arrozales de las áreas de El Saler y Malvinar durante la campaña de riego de 2017.

Plano 1. Situación de puntos de observación de la calidad de las aguas.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Lago de la Albufera de Valencia y regadíos asociados.....	4
Figura 2. Nivel medio diario del agua del lago sobre el medio del mar de 2005 a 2017 (CHJ).....	5
Figura 3. Niveles medios mensuales del agua del lago sobre el medio del mar de 2013 a 2017 (CHJ)	5
Figura 4. Evolución comparativa de las aportaciones de agua según su origen al lago por años hidrológicos estimadas para el período 1980-2016 (CHJ).....	6
Figura 5. Variación de la aportación de agua al lago y de sus componentes por años hidrológicos estimados para el período 1980-2016 (CHJ).....	7
Figura 6. Evolución de las aportaciones al lago del ciclo natural desde el año hidrológico 1980-1981 al 2015-2016 (CHJ).....	9
Figura 7. Evolución de las aportaciones al lago de los retornos de los regadíos desde el año hidrológico 1980-1981 al 2015-2016 (CHJ).....	11
Figura 8. Evolución de las aportaciones al lago de las EDAR desde el año hidrológico 1980-1981 al 2015-2016 (CHJ)	12
Figura 9. Evolución de las aportaciones al lago de aguas residuales desde el año hidrológico 1980-1981 al 2015-2016 (CHJ).....	14
Figura 10. Situación de los puntos de control de la calidad del agua del lago durante 2016 (Consejería de Agricultura, Medio Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Rural, Generalitat Valenciana).....	16
Figura 11. Evolución de los niveles del agua del piezómetro de Sollana de 2002 a 2017 (CHJ)	21
Figura 12. Niveles en el piezómetro de Sollana durante el período 2012-2017 (CHJ)	21
Figura 13. Situación de los piezómetros de la red de control de calidad de las aguas de la Comisaría de Aguas durante 2016 (CHJ)	22
Figura 14. Situación del área de Malvinar en los arrozales de Sueca	44
Figura 15. Situación del área de Sollana en los arrozales regados por la ARJ	45
Figura 16. Situación del área de Albal en los arrozales de la ARJ	46
Figura 17. Situación del área de El Saler en los arrozales de la Acequia del Oro	47
Figura 18. Puntos de entrada de agua de riego y de salida de agua de drenaje de los arrozales regados por la Acequia del Oro en el área de El Saler	49
Figura 19. Puntos de entrada de agua de riego y de salida de agua de drenaje en el área de Malvinar de los arrozales de Sueca	55



CEDEX

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Relación entre el nivel, la superficie del lago y su volumen de agua (CHJ)	6
Tabla 2. Entradas medias mensuales de agua al lago estimadas para el período de 1980 a 2016	8
Tabla 3. Entradas medias mensuales de agua al lago procedentes del ciclo natural estimadas para el período de 1980 a 2016	10
Tabla 4. Entradas medias mensuales de agua al lago procedentes de los retornos de los regadíos estimados para el período de 1980 a 2016	12
Tabla 5. Entradas medias mensuales de aguas procedentes de estaciones de depuración de aguas residuales (EDAR) estimadas para el período de 1980 a 2015	13
Tabla 6. Entradas medias mensuales estimadas de aguas residuales urbanas (ARU) al lago para el período de 1980 a 2016	14
Tabla 7. Datos de calidad del agua en los 5 puntos situados en el lago de la Albufera durante 2016 (Consejería de Agricultura, Medio Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Rural, Generalitat Valenciana)	17
Tabla 8. Datos de calidad del agua del lago en los tres puntos de control durante 2016 (Comisaría de Aguas de la CHJ)	18
Tabla 9. Datos de calidad del agua del punto 7 situado en el Barranco de Beniparrel (CHJ, 2016)	19
Tabla 10. Datos de calidad del agua del punto 11 situado en el Barranco del Poyo (CHJ, 2016)	19
Tabla 11. Datos de calidad del agua en 2016 de los 6 piezómetros de la red de control de calidad de las aguas de la Comisaría de Aguas (CHJ)	22
Tabla 12. Sólidos disueltos totales (SDT) de las aguas de riego, drenaje y del lago en el regadío de Sueca durante la campaña de riego de 2016	26
Tabla 13. Concentraciones de fósforo y nitrógeno de las aguas de riego, drenaje y del lago en el regadío de Sueca durante la campaña de riego de 2016	27
Tabla 14. Sólidos disueltos totales (SDT) de las aguas de riego y drenaje en los arrozales de Sollana (ARJ) y del lago durante la campaña de riego de 2016	30
Tabla 15. Concentraciones de fósforo de las aguas de riego y drenaje en los arrozales de Sollana (ARJ) y del lago durante la campaña de riego de 2016	31
Tabla 16. Concentraciones de nitrógeno de las aguas de riego y drenaje en los arrozales de Sollana (ARJ) durante la campaña de riego de 2016	31
Tabla 17. Sólidos disueltos totales (SDT) de las aguas de riego y drenaje en los arrozales de la ARJ, entre las acequias del Azarbe y de Albal, y del lago durante la campaña de riego de 2016	34
Tabla 18. Concentraciones de fósforo de las aguas de riego y drenaje en los arrozales de la ARJ, entre las acequias del Azarbe y de Albal, y del lago durante la campaña de riego de 2016	34
Tabla 19. Concentraciones de nitrógeno de las aguas de riego y drenaje en los arrozales de la ARJ, entre las acequias del Azarbe y de Albal, y del lago durante la campaña de riego de 2016	35
Tabla 20. Sólidos disueltos totales (SDT) y concentraciones de fósforo y nitrógeno de las aguas de riego en los arrozales del regadío de la Acequia de Favara y del lago durante la campaña de riego de 2016	38
Tabla 21. Concentraciones de fósforo y nitrógeno de las aguas de riego, drenaje y del lago en el regadío de la Acequia del Oro durante la campaña de riego de 2016	41
Tabla 22. Coeficientes específicos medios de riego de arrozales y huerta en el regadío de la Acequia del Oro durante la campaña de riego de los arrozales	49

Tabla 23. Caudales de agua de riego suministrados en el área de El Saler en los días señalados de la campaña de riego del arroz de 2017	50
Tabla 24. Balances de agua en el área de El Saler en los días señalados de la campaña de riego del arroz de 2017	51
Tabla 25. Balances de agua en el área de El Saler en los períodos señalados de la campaña de riego del arroz de 2017	52
Tabla 26. Balances de agua en el área de Malvinar en los días señalados de la campaña de riego del arroz de 2017	56
Tabla 27. Balances de agua en el área de Malvinar en los períodos señalados de la campaña de riego del arroz de 2017	57
Tabla 28. Balances de sales en el área de El Saler en los períodos señalados de la campaña de riego del arroz de 2017	60
Tabla 29. Balances de fósforo en el área de El Saler en los períodos señalados de la campaña de riego del arroz de 2017	62
Tabla 30. Balances de nitrógeno en el área de El Saler en los períodos señalados de la campaña de riego del arroz de 2017	63
Tabla 31. Datos medios de calidad de las aguas del “ullal” de Baldoví (Comisaría de Aguas de la CHJ)	65
Tabla 32. Balances de sales en el área de Malvinar en los períodos señalados de la campaña de riego del arroz de 2017	66
Tabla 33. Balances de fósforo en el área de Malvinar en los períodos señalados de la campaña de riego del arroz de 2017	67
Tabla 34. Balances de nitrógeno en el área de Malvinar en los períodos señalados de la campaña de riego del arroz de 2017	68
Tabla 35. Cantidades de sales aportadas con el riego en los arrozales regados por la Acequia del Oro y evacuadas al lago en los períodos señalados de la campaña de riego de 2017	69
Tabla 36. Cantidades de fósforo y nitrógeno aportadas con el riego en los arrozales regados por la Acequia del Oro y evacuadas al lago en los períodos señalados de la campaña de riego de 2017	69
Tabla 37. Concentraciones de fósforo y nitrógeno de las aguas de riego y drenaje en los arrozales regados por la Acequia del Oro en los períodos señalados de la campaña de riego de 2017	70
Tabla 38. Cantidades de sales aportadas por riego y filtración en los arrozales del área de Malvinar y evacuadas a la Carrera de la Reina en los períodos señalados de la campaña de riego de 2017	72
Tabla 39. Cantidades de fósforo aportadas por riego y filtración en los arrozales del área de Malvinar y evacuadas a la Carrera de la Reina en parte de la campaña de riego de 2017	73
Tabla 40. Cantidades de nitrógeno aportadas por riego y filtración en los arrozales del área de Malvinar y evacuadas a la Carrera de la Reina en parte de la campaña de riego de 2017	73
Tabla 41. Sólidos disueltos totales (SDT) de las aguas de riego, filtración y drenaje en el área de Malvinar durante la campaña de riego de 2017	74
Tabla 42. Concentraciones de fósforo y nitrógeno de las aguas de riego y drenaje en los arrozales del área de Malvinar en los períodos señalados de la campaña de riego de 2017	74

1 INTRODUCCIÓN

1.1 ANTECEDENTES

El Parque Natural de la Albufera de Valencia fue constituido por decreto 89/1986. Tiene una extensión de aproximadamente 21.200 hectáreas, de las cuales el lago ocupa en torno a 2.500. Consta de la plana litoral formada por la llanura de inundación de los ríos Júcar y Turia y por el propio lago, que está separado del mar Mediterráneo por una barra costera de dunas y playa. Tiene un clima de tipo mediterráneo con una precipitación media anual de 579 mm (IGME, 2012).

Unas 15.000 hectáreas de este parque son marjales cultivados de arroz y regados por las acequias del Oro y Favara en el sistema Turia y por la Acequia Real del Júcar (ARJ) y las acequias derivadas del azud de Sueca en el sistema Júcar.

Uno de los objetivos medioambientales fijados en el Plan Hidrológico de la Demarcación Hidrográfica del Júcar (PHJ) es la mejora de la calidad de las aguas del lago, especialmente en lo que se refiere al parámetro clorofila-a. Sobre este parámetro influye el contenido de nutrientes que recibe el agua del lago y especialmente el del fósforo, que está considerado como limitante del grado de eutrofización de sus aguas.

Modelos de simulación calibrados han estimado la calidad del agua del lago en función de los diferentes aportes. Sin embargo, necesita conocerse con más exactitud el efecto del riego y drenaje de los arrozales y del propio cultivo del arroz sobre el contenido de fósforo y nitrógeno de las aguas del lago.

Por ello, la Oficina de Planificación de la Confederación Hidrográfica del Júcar (CHJ) tuvo interés en determinar el efecto sobre el contenido de nutrientes del agua del lago del uso del agua en los arrozales de los cuatro regadíos asociados al lago y también de las prácticas agrarias aplicadas. Con objeto de determinar dicho efecto, la CHJ encargó al Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX, con fecha de 5 de septiembre de 2016, la encomienda de gestión que lleva el título de este trabajo.

1.2 OBJETIVO DEL ESTUDIO

Este estudio tiene por objeto profundizar en el conocimiento de la influencia sobre el contenido de fósforo y de nitrógeno de las aguas del lago de la Albufera, así como de su salinidad, del riego y drenaje de los arrozales y de las prácticas agrarias de dicho cultivo aplicadas en los cuatro regadíos asociados al lago. El objetivo final es proponer medidas sobre el uso del agua en los arrozales y prácticas agrícolas que mejoren la calidad de las aguas del lago.

1.3 METODOLOGÍA APLICADA

Este estudio ha comprendido las siguientes tareas que han sido llevadas a cabo con la metodología que se describe a continuación.

1 Recopilación y análisis de la información proporcionada por la CHJ sobre los temas relacionados con los objetivos del estudio. Primeramente, de los balances de agua en el lago estimados con el modelo hidrológico AQUATOOL desarrollado por la CHJ (2012). Los resultados de estos balances, desde el año hidrológico 1980-1981 al 2015-2016, han sido incluidos en el Anexo 1 de este informe y descritos en el Capítulo 2 de esta memoria.

Este capítulo también describe la calidad del agua del lago de 2016 cuyos datos, proporcionados por la CHJ y por la Consejería de Agricultura, Medio Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Rural de la Generalitat Valenciana, incluye el Anexo 2 de este informe.



CEDEX

Estudio de la afección del cultivo del arroz en la calidad del agua de la Albufera de Valencia

2 La segunda tarea ha consistido en analizar los datos de calidad del agua superficial y subterránea obtenidos por la Comisaría de Aguas de la CHJ de marzo a noviembre de 2016. Previamente se analizó la información hidrogeológica suministrada por la oficina de Valencia del Instituto Geológico y Minero de España (IGME). Las características de las masas de agua asociadas al lago son descritas en el Capítulo 3 de esta memoria.

3 Seguidamente, se estudiaron los datos de calidad de las aguas, obtenidos también de marzo a noviembre de 2016 por la Comisaría de Aguas de la CHJ, procedentes de puntos situados en acequias y desagües de los arrozales de los cuatro regadíos estudiados. Todo ello considerando los distintos períodos del año hidrológico en los marjales: el período sin riego desde la segunda quincena de septiembre hasta primeros de noviembre para la recolección del arroz y tratamiento de la paja; la inundación de los campos de noviembre a mitad de febrero; la preparación de las tierras para la siembra del arroz, desde mitad de febrero a final de abril; y la propia campaña de riego de los arrozales de mayo a la primera quincena de septiembre.

En los análisis de la CHJ, las concentraciones de fósforo y nitrógeno están expresadas en mg/L y la salinidad de las aguas en términos de conductividad eléctrica (*CE*). Sin embargo, para los balances de sales es más conveniente expresarla como sólidos disueltos totales (*SDT*) en g/L. Por ello, se obtuvieron relaciones entre estos dos términos, lo más apropiadas como posible al tipo de sales de las aguas de las dos áreas estudiadas, a partir de 28 análisis de aguas de la tesis doctoral de Moreno (2013), con datos de *CE*, aniones y cationes de aguas de acequias, de la lámina de agua y de aguas freáticas de los arrozales asociados al lago de la Albufera.

Previamente, se habían caracterizado en el campo esas redes de acequias y desagües y el uso del agua de riego y de drenaje, con la información facilitada por la CHJ y por las comunidades de regantes respectivas. Este trabajo de campo se apoyó en los planos de dichas redes a escala 1:10.000 (CHJ, 2004).

El resultado de esta tercera tarea se presentó en abril de 2017 a funcionarios de la CHJ y a directivos de las cuatro comunidades de regantes y ha sido descrito en el Capítulo 4 de esta memoria. El Anexo 3 de este informe contiene los datos de calidad de las aguas en 2016.

4 A continuación, en mayo de 2017 se visitaron áreas de los arrozales de los cuatro regadíos donde pudieran elaborarse balances de agua, previos a los de sales, nitrógeno y fósforo, durante la campaña de riego del arroz que entonces comenzaba. Solamente pudieron elegirse dos áreas, una regada por la Acequia del Oro con agua regenerada y otra con agua del Júcar en los regadíos de Sueca.

5 La Comisaría de Aguas de la CHJ obtuvo los datos de caudales de agua de riego y de alturas de la lámina de agua en los arrozales de ambas áreas y las comunidades de regantes respectivas proporcionaron a la CHJ y al CEDEX las características de las bombas de evacuación del agua de drenaje y sus horas de funcionamiento. Con esos datos, más los de precipitación efectiva y evapotranspiración de referencia de dos estaciones meteorológicas próximas, se han elaborado los balances de agua estimando los coeficientes de consumo del arroz por carecer de datos locales.

En la zona seleccionada en los arrozales de Sueca resultó relevante la filtración de agua subterránea desde el acuífero más profundo al freático superior. La magnitud de estas filtraciones solamente pudo estimarse mediante el propio balance de agua, durante períodos de limitada duración en los que se conocían con cierta aproximación los demás componentes del balance de agua.

Los datos climáticos y de estimación del consumo de agua del arroz durante la campaña de riego del arroz de 2017 están contenidos respectivamente en los anexos 4 y 5 de este informe.

Los anexos 6 y 7 de este informe incluyen los datos de riego y drenaje de los arrozales regados por la Acequia del Oro y de los del área más pequeña seleccionada para elaborar los balances de agua. El Anexo 8 contiene este mismo tipo de datos para el área seleccionada en los arrozales de Sueca. El Anexo 9 muestra los balances de agua de ambas áreas.

Las características de las dos áreas sujeto de los balances de agua durante la campaña de riego de 2017, los detalles de la ecuación utilizada para estos balances y los resultados obtenidos son descritos en el Capítulo 5 de esta memoria junto a las conclusiones derivadas de ellos.

6 A partir de los balances de agua se elaboraron los de sales, nitrógeno y fósforo, también para la campaña de riego del arroz de 2017, multiplicando cada componente del balance de agua por las respectivas concentraciones de los elementos mencionados. Para ello, la Comisaría de Aguas de la CHJ determinó en las entradas de agua de riego, en los propios arrozales y en las salidas del agua de drenaje la *CE* y las concentraciones de fósforo total y nitrógeno total de las aguas.

Con objeto de determinar la concentración de sales a partir de los datos de *CE* se utilizaron las relaciones *SDT/CE* obtenidas localmente mencionadas anteriormente.

El Anexo 10 del informe muestra los datos de calidad de las aguas en las dos áreas proporcionados al CEDEX por la CHJ. El Anexo 11 los balances de sales, fósforo y nitrógeno de los arrozales de estas dos áreas durante la campaña de riego de 2017, elaborados a partir de los balances de agua y de esos datos de calidad de las aguas.

El Capítulo 6 de esta memoria describe los detalles de las ecuaciones utilizadas en estos balances y sus resultados y conclusiones.

7 Con las conclusiones de los capítulos anteriores, el Capítulo 7 recoge las medidas de fertilización del arroz propuestas con objeto de reducir el contenido de fósforo y nitrógeno del agua del lago. También, recomendaciones sobre la práctica actual del riego y del drenaje por parte de los regantes y sus respectivas comunidades, con objeto de continuar produciendo arroz y controlando la salinidad de los arrozales.

8 Finalmente, el Capítulo 8 de esta memoria resume las conclusiones de este trabajo y las recomendaciones sobre la campaña de riego del arroz de 2018 y la posterior inundación de los campos durante el año hidrológico 2018-2019.

2 EL LAGO DE LA ALBUFERA

2.1 NIVELES DEL AGUA

El lago está comunicado con el mar por tres cursos de agua: las golgas de Pujol, Perellonet y Perelló. Recibe agua superficial de los desagües de sus cuatro regadíos asociados (Figura 1) y en menor medida de los arroyos de los barrancos de Beniparrell y del Poyo.

La conexión del lago con el mar está controlada por compuertas cuya operación varía a lo largo del año. En enero abren para rebajar el nivel del agua del lago con la finalidad de facilitar el vaciado de agua de los campos inundados durante el otoño. De marzo a abril suelen estar cerradas con objeto de garantizar niveles mínimos del agua en el lago, porque las entradas de agua dependen de las lluvias al cesar la aportación de agua a los campos durante las labores de preparación de la tierra.

Durante el mes de mayo permanecen también cerradas mientras los regantes llenan de agua sus arrozales. Solamente abren temporalmente para facilitar el desagüe de los arrozales cuando los regantes reducen la lámina de agua antes de aplicar fertilizantes y herbicidas. De junio a agosto, coincidiendo con la plena campaña de riego, cierran de día y abren de noche. Al final de



la campaña, de septiembre a octubre, abren para facilitar el desagüe de los arrozales para la recolección del arroz y el tratamiento de su paja.

Vuelven a cerrar durante noviembre y diciembre, meses durante los cuales el nivel del agua del lago alcanza sus valores máximos.

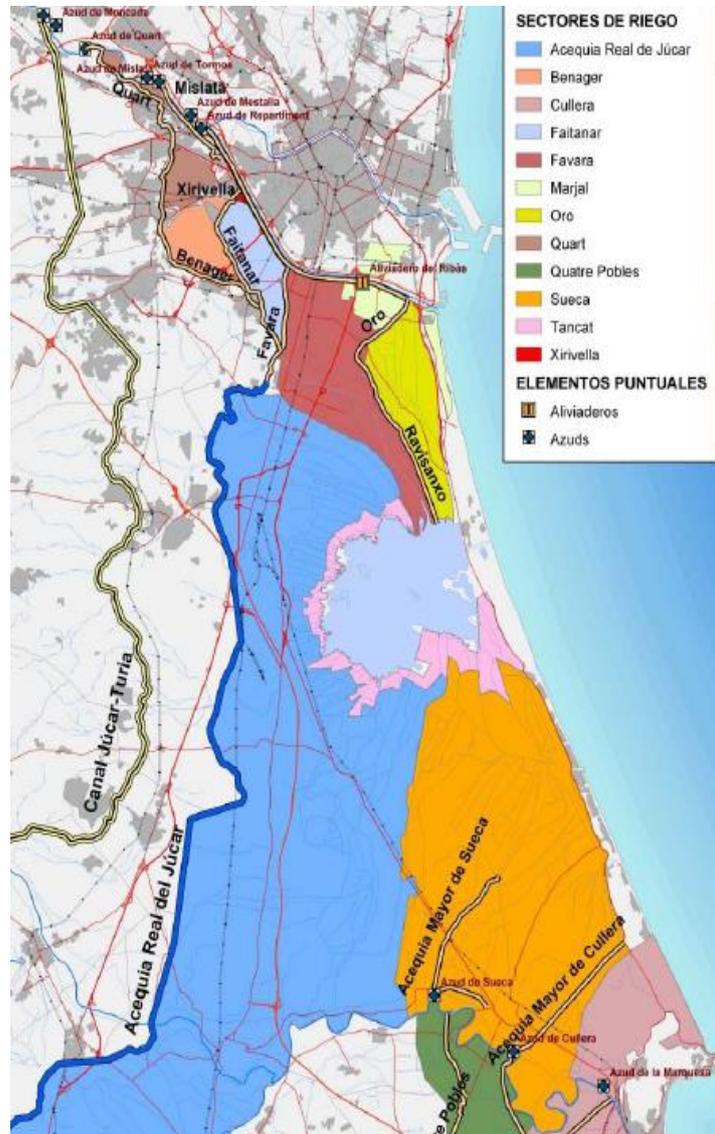


Figura 1. Lago de la Albufera de Valencia y regadíos asociados

El nivel del agua del lago varía diariamente según muestra la Figura 2 para los años 2005-2017. No obstante, siempre es mayor que el nivel medio del mar con objeto de impedir filtraciones de agua salada del mar al lago. El nivel de referencia para el desagüe del lago es 18 cm sobre el nivel del mar, es decir, el nivel de referencia cero del lago está 18 cm por encima del nivel medio del mar.

En los años considerados en esta figura, el nivel de agua alcanzó sus valores máximos habituales, entre 0,5 y 0,6 m, al final del otoño para descender a final de enero y mantenerse durante las campañas de riego de los arrozales entre 0,2 y 0,3 m.

Es notable el descenso de nivel que se produce al finalizar la campaña de riego del arroz entre los meses de octubre y noviembre. El gráfico también refleja los picos de nivel producidos por los episodios de lluvias de diciembre de 2016 a enero de 2017.

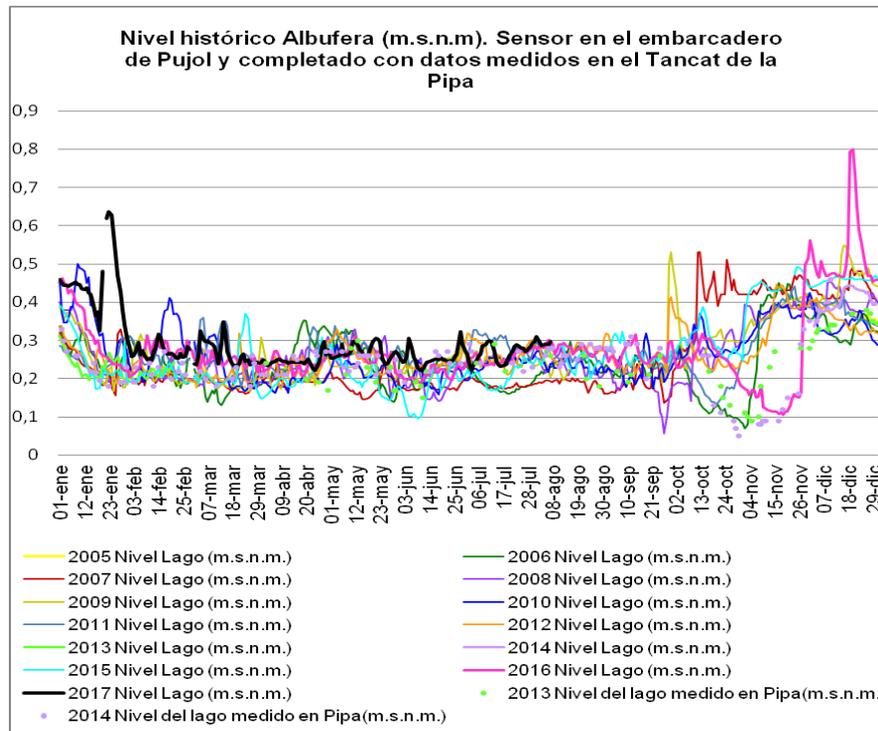


Figura 2. Nivel medio diario del agua del lago sobre el medio del mar de 2005 a 2017 (CHJ)

La Figura 3 muestra los niveles medios mensuales desde 2013 hasta 2017.

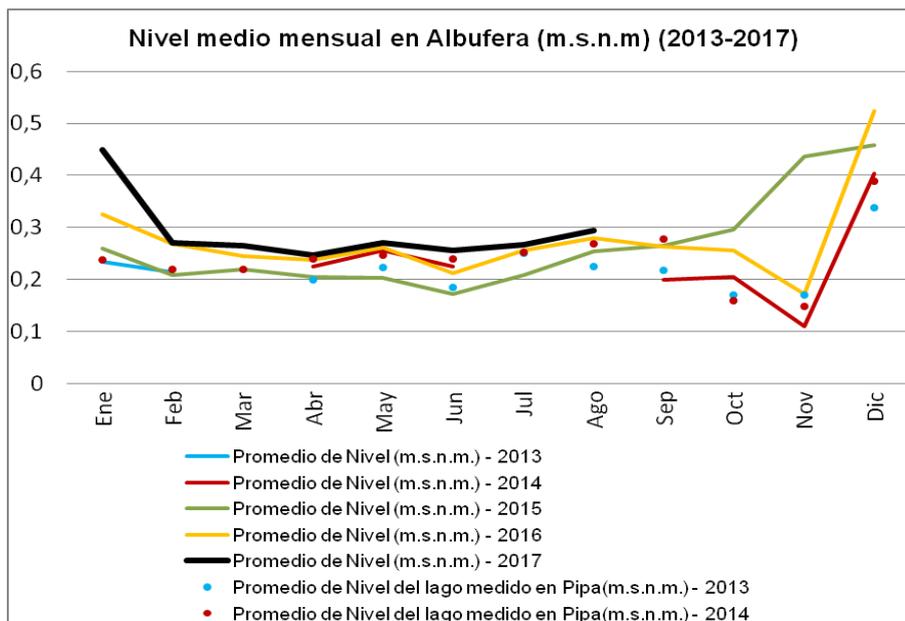


Figura 3. Niveles_medios mensuales del agua del lago sobre el medio del mar de 2013 a 2017 (CHJ)



CEDEX

Estudio de la afección del cultivo del arroz en la calidad del agua de la Albufera de Valencia

El volumen de agua en el lago es también variable con un valor medio de aproximadamente 23 hm³. La Tabla 1 muestra la relación obtenida por la CHJ entre el nivel del agua del lago referido al medio del mar, la superficie del lago y su volumen de agua.

Nivel (m)	Superficie (ha)	Volumen (m ³)
0,00	2.284	16.824.152,0
0,05	2.292	17.968.481,1
0,10	2.308	19.118.215,6
0,15	2.328	20.276.592,3
0,20	2.336	21.443.634,0
0,25	2.344	22.614.574,4
0,30	2.364	23.792.375,6
0,35	2.464	24.984.760,0
0,40	2.536	26.241.893,8
0,45	2.552	27.514.295,6

Tabla 1. Relación entre el nivel, la superficie del lago y su volumen de agua (CHJ)

2.2 ENTRADAS DE AGUA

La Tabla 1.1 del Anexo 1 muestra las entradas de agua al lago desde el año hidrológico 1980-1981 al 2015-2016 estimadas con el modelo AQUATOOL. Las tablas 1.2 a 1.5 del mismo anexo detallan los diferentes orígenes de esas entradas.

La Figura 4 muestra comparativamente la variación de los aportes de agua al lago estimados para el período 1980-2016 según los distintos orígenes del agua aportada por años hidrológicos y la Figura 5 la variación de la aportación total de agua al lago, estimada como agregación de sus componentes para el mismo período.

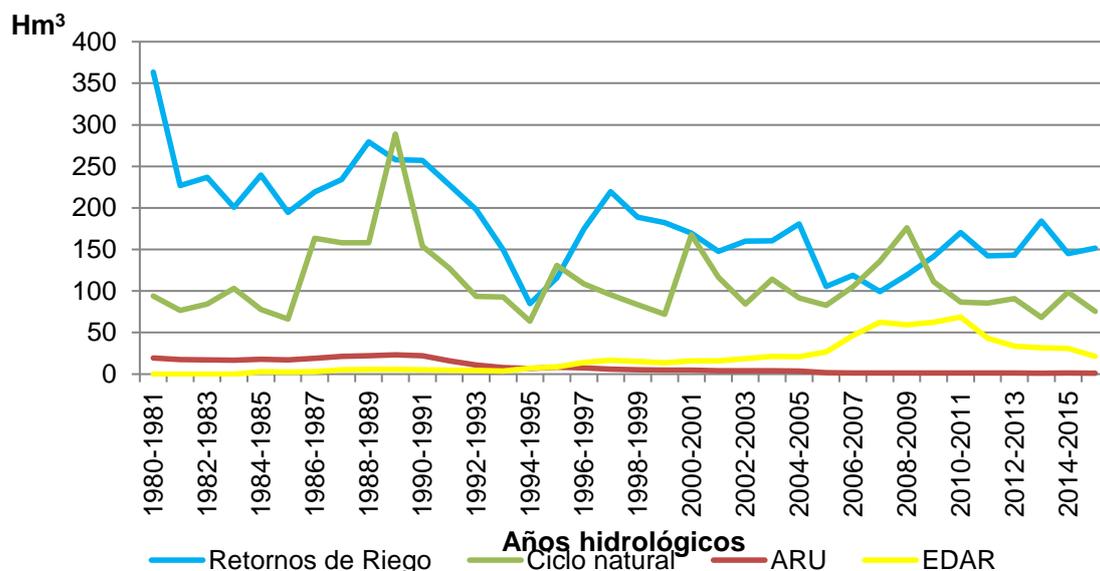


Figura 4. Evolución comparativa de las aportaciones de agua según su origen al lago por años hidrológicos estimadas para el período 1980-2016 (CHJ)

En este periodo, las principales entradas de agua al lago fueron los volúmenes estimados de agua procedentes del ciclo natural y de los retornos de los regadíos. Ambos variaron interanualmente, aunque el intervalo de variación fue menor a partir del año 1996-1997.

Los volúmenes procedentes de aguas regeneradas y residuales urbanas fueron menos relevantes cuantitativamente y se mantuvieron relativamente constantes hasta el año 2004-2005. A partir de entonces, el volumen de efluentes de EDAR aumentó significativamente, coincidiendo con la puesta en servicio de varias plantas de depuración de agua, aunque en los últimos años se aprecia una clara disminución del uso de agua regenerada.

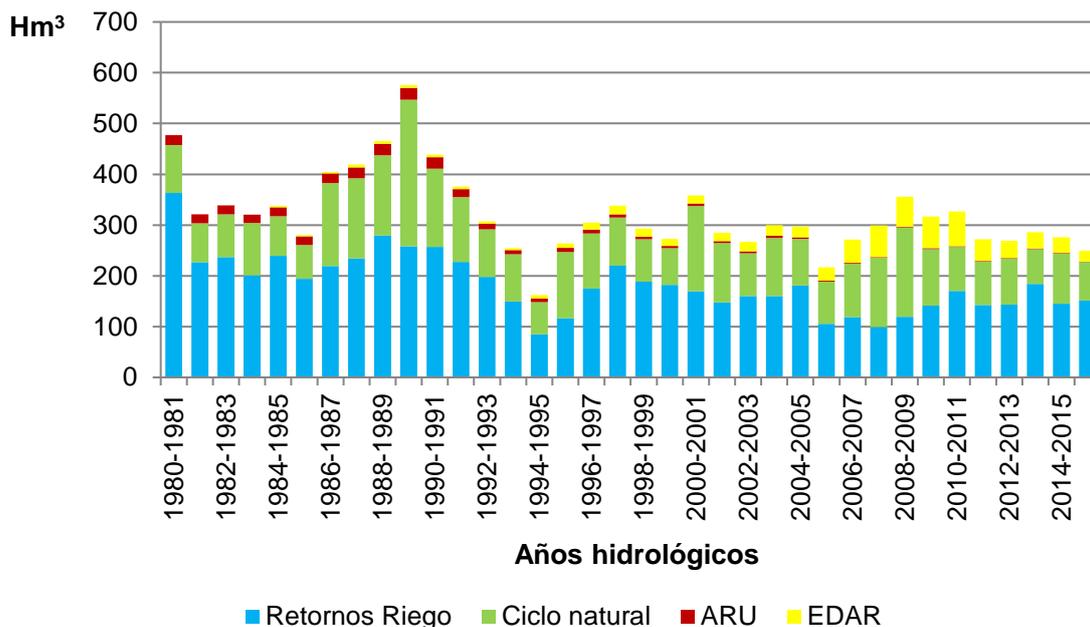


Figura 5. Variación de la aportación de agua al lago y de sus componentes por años hidrológicos estimados para el período 1980-2016 (CHJ)

La aportación estimada para los últimos seis años hidrológicos estudiados (2010-2016) permanece bastante constante con un valor medio de 280 hm³ anuales, de los cuales el 55,8 por ciento procede de los retornos de los regadíos, el 30,1 por ciento del ciclo natural, el 13,7 por ciento de efluentes de EDAR y solamente el 0,4 por ciento de aguas residuales (Tabla 1.1 del Anexo 1).

Los datos medios mensuales de entradas de agua al lago estimados con el modelo desde 1980 a 2016 han sido agrupados seguidamente en tres períodos. El primero de octubre a enero, que aproximadamente incluye la fase de tratamiento del rastrojo del arroz y la inundación de los campos. El segundo de febrero a abril que comprende la preparación en seco de la tierra para la siembra del arroz y el tercero de mayo a septiembre que coincide casi totalmente con la campaña de riego del arroz.

La Tabla 2 de esta memoria recoge los resultados globales de las entradas medias mensuales según los distintos orígenes del agua.

Durante el primer período las magnitudes medias estimadas procedentes del ciclo natural y del agua de drenaje de los campos inundados fueron similares, respectivamente 55,1 y 59,5 hm³ (Tabla 2). En conjunto representan el 89,5 por ciento de las entradas totales (128,1 hm³).



CEDEX

Estudio de la afección del cultivo del arroz en la calidad del agua de la Albufera de Valencia

De febrero a abril las entradas de agua al lago estimadas disminuyeron hasta 79,9 hm³ (Tabla 2) y la contribución del ciclo natural fue menor (29,0 hm³), porque la precipitación se concentra en el otoño de septiembre a diciembre. También decreció el volumen de agua de drenaje de los campos inundados durante el otoño hasta 43,2 hm³.

Las entradas de agua estimadas volvieron a aumentar de mayo a septiembre hasta 114,2 hm³, principalmente por los retornos de riego estimados en 80,3 hm³, el 70,3 por ciento de las entradas totales (Tabla 2). El volumen de entradas procedentes del ciclo natural fue parecido al del período anterior (26,5 hm³).

Mes	Ciclo natural hm ³	Retornos de regadíos hm ³				Aguas residuales (ARU) y regeneradas hm ³					Total hm ³
		Favara y Oro	ARJ	Sueca	Total riego	ARU	EDAR Pinedo	Resto EDAR	ARU+ Resto EDAR	Total ARU + EDAR	
Octubre	15,1	2,9	12,8	0,0	15,7	1,1	1,6	0,9	2,0	3,6	34,4
Noviembre	14,7	3,3	15,4	0,2	18,8	1,1	1,4	0,9	2,0	3,4	37,0
Diciembre	13,5	3,1	5,5	0,2	8,8	1,0	1,3	0,8	1,9	3,1	25,4
Enero	11,7	4,4	11,5	0,2	16,2	1,0	1,3	0,9	2,0	3,3	31,2
Octubre- enero	55,1	13,7	45,3	0,6	59,5	4,2	5,6	3,6	7,8	13,5	128,1
Febrero	10,7	4,4	10,8	0,1	15,4	1,1	1,2	0,9	2,1	3,3	29,4
Marzo	7,9	3,4	8,8	0,1	12,4	0,6	0,6	0,5	1,2	1,8	22,1
Abril	10,4	3,3	12,1	0,0	15,5	0,9	0,8	0,8	1,7	2,5	28,4
Febrero abril	29,0	11,2	31,8	0,3	43,2	2,6	2,7	2,3	4,9	7,6	79,9
Mayo	4,1	1,0	11,5	0,0	12,5	0,2	0,0	0,2	0,4	0,4	16,9
Junio	4,5	2,0	11,1	0,0	13,1	0,3	0,5	0,3	0,6	1,1	18,7
Julio	2,7	1,9	11,8	0,0	13,7	0,2	0,2	0,2	0,4	0,5	17,0
Agosto	5,5	2,5	16,2	0,0	18,7	0,5	1,3	0,5	1,0	2,3	26,5
Septiembre	9,7	4,5	17,9	0,0	22,4	0,8	1,4	0,7	1,6	3,0	35,1
Mayo- septiembre	26,5	11,8	68,5	0,0	80,3	2,1	3,4	1,8	3,9	7,3	114,2
Octubre- septiembre	110,7	36,6	145,6	0,9	183,1	9,0	11,7	7,7	16,7	28,4	322,2

Tabla 2. Entradas medias mensuales de agua al lago estimadas para el período de 1980 a 2016

La Figura 6 muestra la variabilidad del volumen anual de entradas de agua procedente del ciclo natural estimado con el modelo en el período considerado (Tabla 1.1 del Anexo 1).

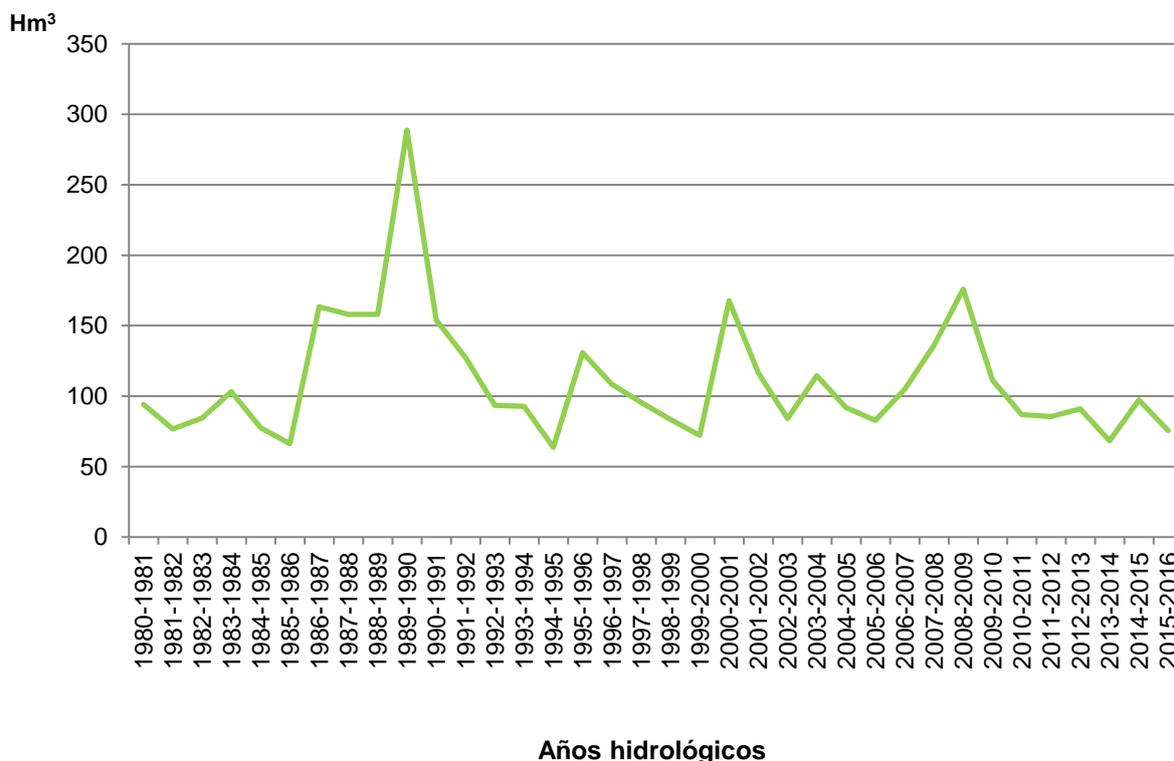


Figura 6. Evolución de las aportaciones al lago del ciclo natural desde el año hidrológico 1980-1981 al 2015-2016 (CHJ)

Durante el período 1980-2016, las entradas medias de agua al lago procedentes del ciclo hidrológico natural, estimadas en la Tabla 1.1 del Anexo 1 en 110,7 hm³, representaron el 34,4 por ciento de las entradas totales (322,2 hm³).

Los datos medios de precipitación directa sobre el lago en las tres décadas de 1980 a 2010 (Tabla 1.2, Anexo 1) son bastante constantes (21,5 hm³ de promedio). Durante los últimos seis años (2010-2016) el promedio de precipitación ha sido inferior (13,4 hm³) al valor medio de los últimos 36 años (20,2 hm³).

La escorrentía subterránea hacia el lago también ha sido constante durante esas tres décadas con un promedio de 61,9 hm³ (Tabla 1.2, Anexo 1). Durante los últimos seis años esta escorrentía también ha sido algo inferior (53,0 hm³).

Los datos medios de escorrentía superficial durante las tres décadas son más variables (Tabla 1.2, Anexo 1), siendo también menores durante los seis últimos años (17,1 hm³) que los promedios (29,4 hm³).

La Tabla 3 de esta memoria detalla los volúmenes mensuales estimados de entradas de agua debidas al ciclo natural agrupados en los tres períodos del año hidrológico anteriormente definidos.



CEDEX

Estudio de la afección del cultivo del arroz en la calidad del agua de la Albufera de Valencia

Mes	Lluvia directa hm ³	Escorrentía superficial hm ³				Descargas de sistemas unitarios (hm ³)				Escorrentía subterránea (hm ³)			Total hm ³
		ARJ	Turía	Sueca	Total	ARJ	Turía	Sueca	Total	Norte	Sur	Total	
Octubre	3,2	1,5	4,1	0,0	5,6	0,03	0,08	0,00	0,11	5,7	0,6	6,3	15,1
Noviembre	3,2	1,5	3,2	0,0	4,6	0,03	0,07	0,00	0,10	6,2	0,6	6,8	14,7
Diciembre	2,4	1,4	2,8	0,0	4,2	0,03	0,05	0,00	0,08	6,2	0,6	6,8	13,5
Enero	1,6	1,1	2,1	0,0	3,2	0,03	0,05	0,00	0,08	6,2	0,6	6,8	11,7
Octubre-enero	10,3	5,6	12,1	0,0	17,6	0,12	0,25	0,00	0,37	24,3	2,4	26,8	55,1
Febrero	1,1	0,9	1,9	0,0	2,7	0,02	0,05	0,00	0,07	6,1	0,7	6,8	10,7
Marzo	0,9	0,7	1,2	0,0	1,9	0,02	0,03	0,00	0,04	4,9	0,2	5,1	7,9
Abril	1,9	0,7	1,8	0,0	2,5	0,02	0,05	0,00	0,07	5,6	0,4	6,0	10,4
Febrero-abril	3,8	2,2	4,9	0,0	7,1	0,06	0,12	0,00	0,18	16,6	1,3	17,9	29,0
Mayo	1,4	0,3	0,0	0,0	0,3	0,01	0,00	0,00	0,01	2,4	0,0	2,4	4,1
Junio	0,9	0,3	0,3	0,0	0,6	0,01	0,01	0,00	0,02	2,9	0,1	3,0	4,5
Julio	0,5	0,2	0,1	0,0	0,3	0,01	0,00	0,00	0,01	2,0	0,0	2,0	2,7
Agosto	0,8	0,4	0,5	0,0	0,9	0,01	0,01	0,00	0,02	3,6	0,2	3,8	5,5
Septiembre	2,5	0,9	1,6	0,0	2,5	0,02	0,03	0,00	0,06	4,2	0,5	4,7	9,7
Mayo-septiembre	6,0	2,2	2,4	0,0	4,6	0,06	0,05	0,00	0,11	15,0	0,8	15,8	26,5
Octubre-septiembre	20,2	10,0	19,4	0,0	29,4	0,24	0,42	0,00	0,66	55,9	4,6	60,5	110,7

Tabla 3. Entradas medias mensuales de agua al lago procedentes del ciclo natural estimadas para el período de 1980 a 2016

En el conjunto del año hidrológico destaca la escorrentía subterránea (60,5 hm³), el 54,65 por ciento de las entradas totales (110,7 hm³). La mayor parte de esta escorrentía procede de la masa norte de agua subterránea (55,9 hm³). Los resultados de esta tabla indican un mínimo de escorrentía subterránea mensual de 2 a 3 hm³ de mayo a julio, un aumento progresivo al final de la campaña de riego hasta alcanzar valores mensuales máximos bastante constantes de octubre a febrero (unos 6,8 hm³) por efecto de la precipitación.

El valor medio de escorrentía superficial estimado para el año hidrológico (29,4 hm³) fue aproximadamente la mitad de la escorrentía subterránea. Su valor mensual máximo total se alcanzó en octubre (5,6 hm³) y decreció progresivamente hasta llegar a los valores mensuales mínimos durante la campaña de riego (de 0,3 a 0,9 hm³). Durante los meses sin riego, la escorrentía procedente de la cuenca del Turia casi duplicó la de la cuenca del Júcar.

La precipitación directa al lago, estimada en 20,2 hm³ al año, se concentró en el otoño (8,7 hm³ de octubre a diciembre) y disminuyó en invierno (0,9 hm³ en marzo) repuntando en abril y mayo para descender a valores mínimos de junio a agosto (0,5 hm³ en julio).

La descarga de los sistemas unitarios (agua residual sin tratar y rebose del colector oeste) fue poco relevante en el conjunto de las entradas de agua al lago (0,66 hm³ al año).

La Figura 7 muestra la variabilidad anual de los volúmenes de agua estimados que entraron en el lago procedentes de sus regadíos circundantes. Se observa una reducción progresiva de los retornos de agua que entran en el lago procedentes de los cuatro regadíos, pero también variaciones interanuales. En la década 1980-1990 el promedio anual fue 245,3 hm³ y en los seis últimos años 156,1 hm³ (Tabla 1.3 del Anexo 1).

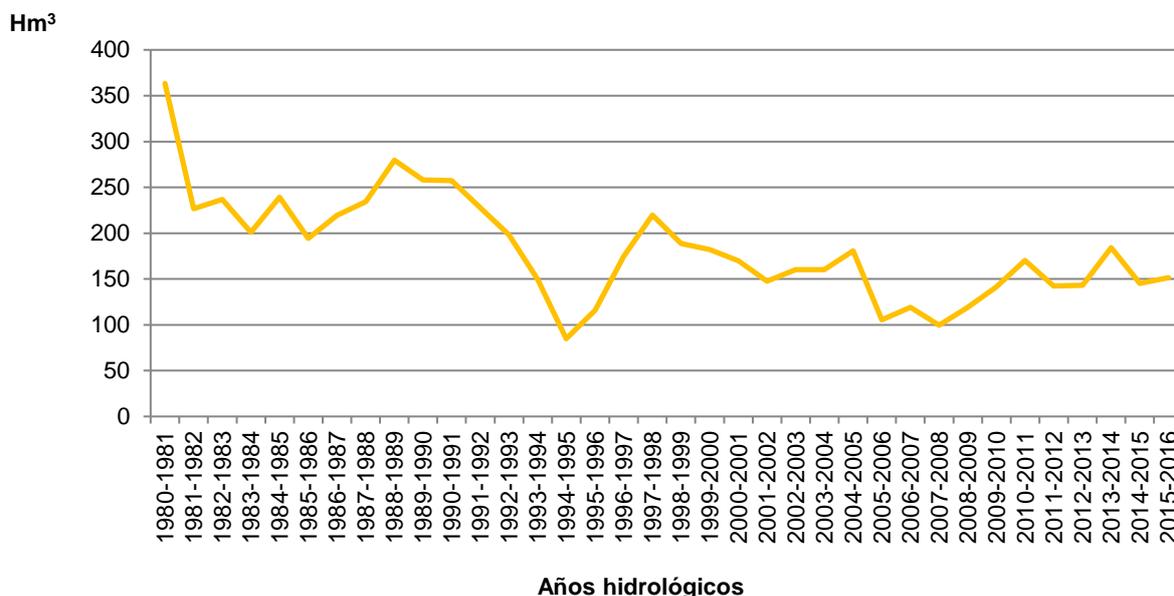


Figura 7. Evolución de las aportaciones al lago de los retornos de los regadíos desde el año hidrológico 1980-1981 al 2015-2016 (CHJ)

Además, los datos de la Tabla 1.3 del Anexo 1 indican una mayor contribución de los retornos procedentes de la ARJ (145,6 hm³ al año), el 79,5 por ciento de los totales en el período 1980-2016 (183,1 hm³) y una mínima de los aportados por los regadíos de Sueca (0,9 hm³, el 0,5 por ciento). El resto en su mayoría procedieron de los regadíos situados en la cuenca del Turia (36,6 hm³).

Los retornos estimados de la ARJ fueron principalmente de agua superficial, el 73,6 por ciento de los totales en el período considerado. El agua subterránea que drena por los desagües de la ARJ se ha mantenido más constante que el agua superficial siendo su cuantía similar durante los últimos seis años (38,3 hm³) a la media del período 1980-2016 (38,4 hm³).

Los retornos de los regadíos que utilizaron agua del sistema Turia durante el período 1980-2016 fueron de promedio 36,6 hm³, aproximadamente el 20 por ciento de los totales, y fundamentalmente de agua superficial, el 96,5 por ciento de promedio.

Los retornos de los regadíos del Oro y Favara variaron menos en los tres períodos del año hidrológico considerados en la Tabla 4 de esta memoria que los que procedieron de la ARJ. Fueron principalmente de agua superficial (22,4 hm³ al año). Variaron entre 1 y 2 hm³ al mes durante la campaña de riego para aumentar a 4,3 hm³ en septiembre debido al drenaje de los arrozales para la recolección. Se mantuvieron en torno a 3 hm³ al mes en noviembre y diciembre para volver a aumentar en enero y febrero a 4,3 hm³ cada mes, probablemente debido también al drenaje de la lámina de agua de los campos inundados en otoño. Los retornos de agua subterránea fueron nulos de mayo a julio y 0,2 hm³ al mes de septiembre a noviembre.



CEDEX

Estudio de la afección del cultivo del arroz en la calidad del agua de la Albufera de Valencia

Mes	Retornos Favara y Oro hm ³			Retornos ARJ hm ³			Retornos Sueca hm ³			Total hm ³
	Superficial	Subterráneo	Total	Superficial	Subterráneo	Total	Superficial	Subterráneo	Total	
Octubre	2,63	0,23	2,86	8,01	4,81	12,8	0,00	0,00	0,0	15,7
Noviembre	3,09	0,19	3,28	10,82	4,57	15,4	0,19	0,00	0,2	18,8
Diciembre	2,95	0,15	3,10	1,66	3,85	5,5	0,20	0,00	0,2	8,8
Enero	4,27	0,14	4,41	8,13	3,40	11,5	0,25	0,00	0,2	16,2
Octubre-enero	12,94	0,71	13,65	28,62	16,6	45,3	0,6	0,0	0,6	59,5
Febrero	4,26	0,15	4,41	7,85	3,00	10,8	0,12	0,00	0,1	15,4
Marzo	3,40	0,05	3,45	6,52	2,32	8,8	0,10	0,00	0,1	12,4
Abril	3,22	0,09	3,31	9,41	2,70	12,1	0,05	0,00	0,0	15,5
Febrero-abril	10,89	0,28	11,17	23,8	8,0	31,8	0,3	0,0	0,3	43,2
Mayo	1,00	0,00	1,00	10,04	1,43	11,5	0,00	0,00	0,0	12,5
Junio	1,96	0,03	1,98	8,88	2,26	11,1	0,00	0,00	0,0	13,1
Julio	1,86	0,01	1,86	9,92	1,92	11,8	0,00	0,00	0,0	13,7
Agosto	2,35	0,11	2,45	12,29	3,91	16,2	0,00	0,00	0,0	18,7
Septiembre	4,32	0,20	4,51	13,60	4,25	17,9	0,00	0,00	0,0	22,4
Mayo-septiembre	11,48	0,34	11,82	54,7	13,8	68,5	0,0	0,0	0,0	80,3
Octubre-septiembre	22,37	0,62	36,63	107,1	38,4	145,6	0,9	0,0	0,9	183,1

Tabla 4. Entradas medias mensuales de agua al lago procedentes de los retornos de los regadíos estimados para el período de 1980 a 2016

La Figura 8 muestra la variabilidad anual de los aportes de agua al lago procedentes de las EDAR a través de los desagües de los regadíos asociados al lago.

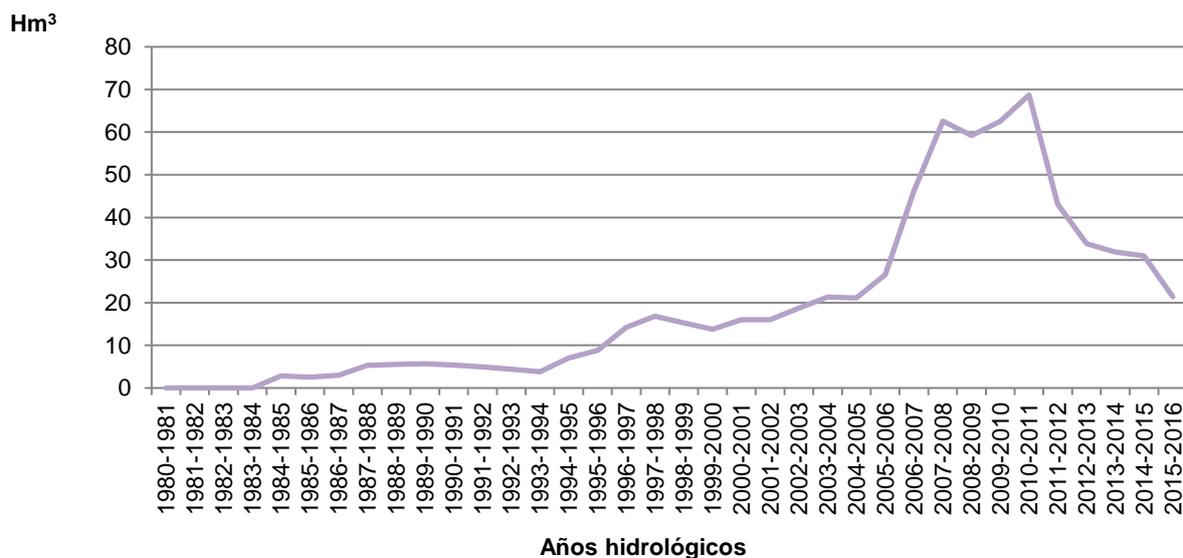


Figura 8. Evolución de las aportaciones al lago de las EDAR desde el año hidrológico 1980-1981 al 2015-2016 (CHJ)

La entrada de agua residual y regenerada en el lago fue bastante constante durante el período 1980-2000, en torno a 20 hm³ al año. Durante los últimos 16 años casi se ha duplicado hasta 38,4 hm³ de media.

El aporte de aguas residuales ha ido disminuyendo progresivamente a medida que han entrado en funcionamiento las EDAR (Tabla 1.1 del Anexo 1). De los 39,5 hm³ de media en los últimos 6 años 38,3 hm³ han sido de aguas regeneradas.

Los datos de la Tabla 1.5 del Anexo 1 y la Figura 8 muestran que la contribución de aguas regeneradas a las entradas al lago ha sido variable. Los valores máximos anuales en torno a 60 hm³ se alcanzaron de 2007 a 2011 para bajar a unos 28 hm³ en los tres últimos años hidrológicos. La planta que principalmente contribuye es la de Pinedo, prácticamente la mitad del total durante los tres últimos años.

Las entradas procedentes de EDAR disminuyeron desde entre 2,1 y 2,35 hm³ al mes de octubre a febrero a entre 0,18 y 0,76 hm³/mes de mayo a junio (Tabla 5). Estos resultados indican la influencia de las lluvias de otoño e invierno en los volúmenes de estas aguas.

Mes	Estación de Depuración de Aguas Residuales (EDAR)							Total hm ³
	Saler	Pinedo	Quart Benager	Albufera Sur	Ford	Algemesí Albalat	Sueca Palmar	
Octubre	0,03	1,60	0,48	0,17	0,13	0,10	0,00	2,51
Noviembre	0,03	1,44	0,45	0,18	0,14	0,12	0,00	2,35
Diciembre	0,03	1,26	0,39	0,18	0,14	0,12	0,00	2,10
Enero	0,03	1,34	0,48	0,18	0,14	0,11	0,00	2,28
Octubre-enero	0,12	5,64	1,80	0,71	0,54	0,44	0,00	9,25
Febrero	0,03	1,23	0,50	0,17	0,13	0,11	0,00	2,17
Marzo	0,01	0,63	0,20	0,14	0,11	0,09	0,00	1,17
Abril	0,02	0,85	0,35	0,17	0,13	0,11	0,00	1,62
Febrero-abril	0,07	2,71	1,05	0,47	0,37	0,30	0,00	4,97
Mayo	0,00	0,02	0,01	0,06	0,05	0,04	0,00	0,18
Junio	0,00	0,50	0,04	0,09	0,07	0,06	0,00	0,76
Julio	0,00	0,16	0,01	0,06	0,05	0,04	0,00	0,32
Agosto	0,02	1,26	0,18	0,14	0,09	0,07	0,00	1,76
Septiembre	0,03	1,43	0,40	0,14	0,10	0,08	0,00	2,18
Mayo-septiembre	0,05	3,37	0,64	0,49	0,37	0,29	0,00	5,20
Octubre-septiembre	0,23	11,72	3,49	1,68	1,28	1,03	0,00	19,42

Tabla 5. Entradas medias mensuales de aguas procedentes de estaciones de depuración de aguas residuales (EDAR) estimadas para el período de 1980 a 2015

La Figura 9 muestra la disminución progresiva de los aportes de aguas residuales urbanas al lago hasta volúmenes mínimos durante la última década.

El volumen estimado de entrada de aguas residuales urbanas en el lago varía entre 1,01 y 1,11 hm³ al mes de octubre a febrero y de 0,2 a 0,35 hm³ al mes de mayo a julio (Tabla 6).



CEDEX

Estudio de la afección del cultivo del arroz en la calidad del agua de la Albufera de Valencia

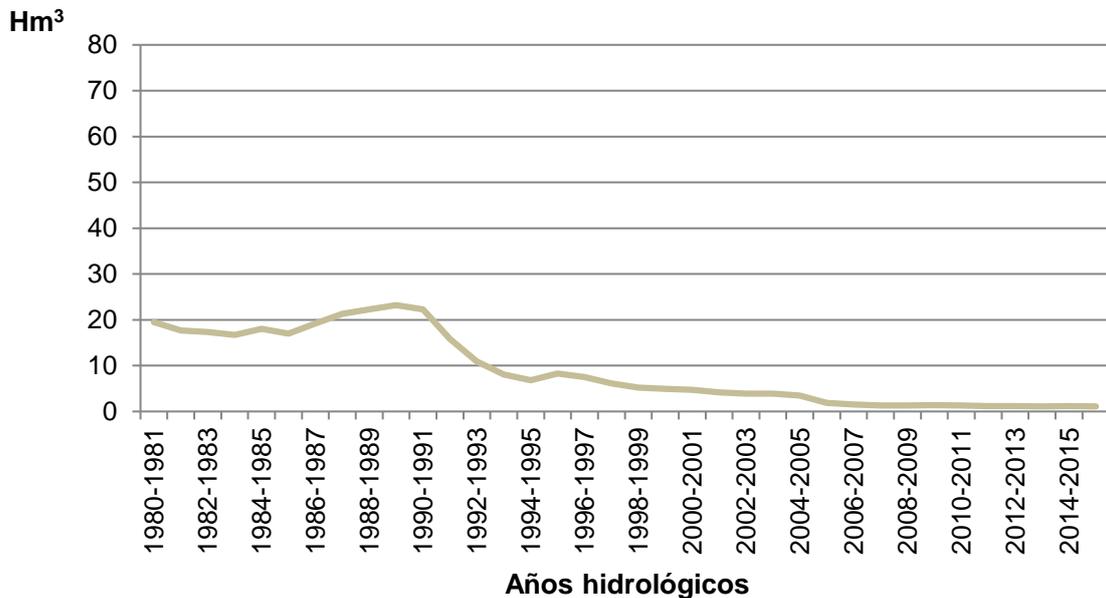


Figura 9. Evolución de las aportaciones al lago de aguas residuales desde el año hidrológico 1980-1981 al 2015-2016 (CHJ)

Mes	ARU													Total hm ³
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Octubre	0,03	0,04	0,04	0,12	0,06	0,05	0,02	0,07	0,03	0,07	0,21	0,35	0,01	1,11
Noviembre	0,03	0,04	0,05	0,13	0,07	0,06	0,02	0,07	0,03	0,06	0,20	0,32	0,01	1,09
Diciembre	0,03	0,04	0,05	0,13	0,07	0,05	0,02	0,07	0,03	0,06	0,18	0,29	0,01	1,01
Enero	0,03	0,04	0,05	0,13	0,06	0,05	0,02	0,06	0,03	0,06	0,19	0,31	0,01	1,03
Octubre-enero	0,12	0,16	0,18	0,50	0,26	0,21	0,08	0,27	0,12	0,25	0,78	1,27	0,03	4,24
Febrero	0,03	0,04	0,05	0,13	0,06	0,05	0,02	0,06	0,03	0,07	0,21	0,35	0,01	1,11
Marzo	0,02	0,03	0,04	0,11	0,05	0,04	0,02	0,06	0,02	0,02	0,08	0,12	0,00	0,62
Abril	0,03	0,04	0,04	0,12	0,06	0,05	0,02	0,06	0,03	0,05	0,15	0,23	0,01	0,89
Febrero-abril	0,08	0,11	0,13	0,36	0,18	0,15	0,06	0,18	0,08	0,14	0,44	0,70	0,02	2,62
Mayo	0,01	0,02	0,02	0,06	0,03	0,03	0,01	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,22
Junio	0,02	0,02	0,03	0,07	0,03	0,03	0,01	0,04	0,02	0,01	0,03	0,05	0,00	0,35
Julio	0,01	0,02	0,02	0,05	0,02	0,02	0,01	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,20
Agosto	0,02	0,03	0,03	0,09	0,04	0,04	0,01	0,05	0,02	0,02	0,08	0,11	0,00	0,54
Septiembre	0,02	0,03	0,03	0,09	0,05	0,04	0,02	0,05	0,02	0,05	0,15	0,24	0,01	0,80
Mayo-septiembre	0,09	0,11	0,13	0,35	0,18	0,15	0,06	0,19	0,09	0,08	0,26	0,41	0,01	2,11
Octubre-septiembre	0,29	0,38	0,44	1,21	0,62	0,51	0,20	0,64	0,29	0,47	1,49	2,38	0,06	8,97

Tabla 6. Entradas medias mensuales estimadas de aguas residuales urbanas (ARU) al lago para el período de 1980 a 2016

2.3 SALIDAS DE AGUA

La tabla 1.6 del Anexo 1 incluye los volúmenes de las salidas de agua del lago, estimadas por la CHJ mediante el modelo AQUATOOL, para los años hidrológicos desde el 1980-1981 al 2015-2016.

La comparación de los promedios de las tres primeras décadas del período considerado manifiesta una reducción de los volúmenes anuales de agua evacuada del lago, desde una media

de 364 hm³ en el período 1980-1990 a 251 hm³ durante la década 2000-2010. Las estimaciones con el modelo indican que durante el período 2010-2016 el volumen de agua evacuado se ha mantenido, con un promedio en estos últimos años de 250,5 hm³.

La CHJ aforó los caudales de agua en las tres golas que comunican el lago con el mar durante los seis años transcurridos desde el 2006-2007 al 2011-2012. Las desviaciones entre los volúmenes anuales de agua calculados y los estimados varían entre un valor máximo de -42 hm³ en el año 2010-2011 a -3 hm³ en el año 2006-2007.

Durante los meses de agosto a noviembre del período 2010-2016 se evacuaron unos 27 hm³ de media, coincidiendo con el desagüe de los arrozales para la recolección del arroz y los dos primeros meses del otoño (Tabla 1.6 del Anexo 1). El valor medio en diciembre disminuyó a 17 hm³ al mantenerse inundados los campos previamente cultivados de arroz.

De enero a febrero volvió a aumentar el volumen de agua evacuada hasta un valor promedio de 24,6 hm³ para volver a bajar de marzo a abril a 20,6 hm³, durante la preparación de la tierra para la siembra del arroz.

El valor mínimo del volumen desaguado del lago fue en mayo (8,7 hm³) coincidiendo con el llenado de agua de los arrozales. En junio y julio, sin apenas precipitación y con riego continuo de los arrozales, el volumen medio de agua evacuado del lago subió en las estimaciones a 14,7 hm³ de promedio.

Las salidas estimadas de agua a través de las compuertas de las golas se ajustan en buena medida a los períodos de precipitación, al uso de los marjales por cultivo del arroz o por inundación y al riego y drenaje de los arrozales.

2.4 BALANCES DE AGUA

Suponiendo que los niveles de agua en el lago son similares el 1 de octubre y el 30 de septiembre siguiente, respectivamente al inicio y al final de cada año hidrológico, la diferencia entre las entradas de agua al lago y las salidas por las golas equivale a otras salidas de agua, que son debidas a la evaporación del agua del lago y al riego de los “tancats” con esa agua.

La Tabla 1.7 del Anexo 1 contiene los balances de agua por años hidrológicos en el periodo estimado con el modelo AQUATOOL desde el año 1980-1981 al 2015-2016. Las otras salidas alcanzaron de promedio 25,6 hm³ al año en 28 de los 36 años hidrológicos del período 1980-2016, es decir en el 77,8 por ciento de los años.

Durante los últimos seis años hidrológicos 2010-2016 el promedio estimado de salidas por las golas fue 250,5 hm³ y de las otras salidas 29,5 hm³, valor ligeramente superior al promedio de este sexenio debido al balance del año 2013-2014 (49,4 hm³ de evaporación y bombeo).

El balance medio del agua del lago en estos seis años da unas entradas anuales de 280 hm³, de las que el 55,8 por ciento procedieron de los regadíos asociados. De estos 156,2 hm³, el principal aporte provino de los desagües procedentes del regadío de la ARJ (123,9 hm³) y 32,2 hm³ de los regadíos de Favara y de la Acequia del Oro.

El aporte de 123,9 hm³ procedente del regadío de la ARJ no fue solamente de agua superficial, sino que tuvo un componente de 38,3 hm³ de agua subterránea captada por los desagües.

Si al volumen anual medio de entradas durante estos seis últimos años (280 hm³) se le restan las entradas de agua procedente del ciclo natural (84,1 hm³), las aportaciones de los regadíos asociados y de las EDAR suman 195,9 hm³. Las necesidades hídricas anuales del lago estimadas por el PHJ 2015-2021 son 210 hm³, que es una cifra que se aproxima a los 195,9 hm³ del balance de agua estimado con el modelo AQUATOOL.



De estos balances, tanto de los 36 años del período 1980-2016 como de los seis del 2010-2016, se confirma la importancia del agua evacuada en el lago procedente de los regadíos en el cómputo global.

2.5 CALIDAD DEL AGUA

El agua del lago tiene un estado hipertrófico. El valor promedio del indicador de referencia (*clorofila-a*) durante los años hidrológicos del 2006-2007 al 2010-2011 fue según la Generalitat Valenciana 125 µg/L. El PHJ 2015-2021 ha establecido dos fases para reducir la concentración actual, primero alcanzar un valor medio anual igual o inferior a 90 µg/l en 2021 y después uno igual o inferior a 30 µg/l en 2027.

El contenido de *clorofila-a* está relacionado especialmente con la concentración de fósforo del agua, pero también con la de nitrógeno. Por ello, este estudio utiliza estos dos elementos como indicadores de la calidad del agua del lago.

La Figura 10 muestra la situación de cinco puntos del control de la calidad del agua del lago realizado por la Consejería de Agricultura, Medio Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Rural de la Generalitat Valenciana durante 2016. El Anexo 2 de este informe incluye los datos de calidad del agua en esos puntos.



Figura 10. Situación de los puntos de control de la calidad del agua del lago durante 2016 (Consejería de Agricultura, Medio Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Rural, Generalitat Valenciana)

La Tabla 7 de esta memoria muestra los resultados de la concentración de fósforo total, *CE* y *pH* del agua en los cinco puntos señalados en la Figura 10. Estos resultados indican que hay mezcla y homogeneidad del agua del lago, porque apenas hay diferencias en los puntos muestreados en cuanto a salinidad y contenido de fósforo total del agua.

Las diferencias son mayores estacionalmente. La *CE* del agua aumentó de junio a noviembre de 2016 hasta un valor medio de 2,2 dS/m desde un valor medio de 1,6 dS/m de diciembre a mayo. Este aumento coincide con la época de menores niveles del agua del lago, entre 0,2 y 0,3 m sobre el nivel medio del mar. Es el período con menor precipitación y de junio a agosto con mayor evaporación.

El agua es alcalina con valores de *pH* próximos a 8,5 y frecuentemente mayores sin apenas diferencias espaciales, con un valor medio de *pH* de 8,7.

La concentración media de fósforo total fue de enero a junio de 2016 de 0,24 mg/L. A partir de julio y hasta diciembre fue menor de 0,10 mg/L. Este período coincide con buena parte de la campaña de riego y con la inundación otoñal de los campos. Este descenso indica que el desagüe de los arrozales y de los campos inundados aporta al lago un agua que rebaja la concentración de fósforo, aún en un período de pocas lluvias y más evaporación de junio a agosto.

Fecha	Puntos de muestreo														
	A1	A2	B1	B2	C2	A1	A2	B1	B2	C2	A1	A2	B1	B2	C2
	<i>P</i> total (mg/l)					<i>pH</i>					<i>CE</i> (dS/m)				
13/01	0,28	0,33	0,29	0,34	0,36	8,4	8,4	8,4	8,4	8,4	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
01/02	-	-	-	-	-	8,4	8,5	8,5	8,4	8,4	1,7	1,8	1,8	1,7	1,8
16/02	0,31	0,18	0,21	0,30	0,28	8,6	8,4	8,6	8,4	8,3	1,6	1,8	1,7	1,7	1,6
01/03	-	-	-	-	-	8,5	8,5	8,5	8,4	8,4	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
08/03	0,14	0,14	0,12	0,14	0,18	8,6	8,6	8,2	8,5	8,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,7
23/03	-	-	-	-	-	-	-	8,7	-	8,5	-	-	1,6	-	1,5
01/04	-	-	-	-	-	-	-	8,7	-	8,5	-	-	1,6	-	1,6
12/04	<0,10	-	<0,10	<0,10	<0,10	9,0	8,8	8,8	8,8	8,8	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
20/04	-	0,14	0,12	-	-	-	8,6	8,6	-	-	-	1,6	1,6	-	-
16/05	0,36	0,30	0,34	0,31	0,26	8,8	8,6	9,1	9,0	8,2	1,7	1,6	1,6	1,6	1,6
25/05	-	-	-	-	-	-	-	10,0	10	10	-	-	1,6	1,7	1,7
13/06	0,20	0,18	0,16	0,18	0,10	9,3	9,1	9,0	9,0	8,9	2,0	2,4	2,0	1,9	2,2
06/07	-	-	-	-	-	9,0	9,2	9,3	9,3	9,6	2,4	2,3	2,4	2,2	2,1
19/07	<0,10	0,12	<0,10	<0,10	<0,10	8,7	8,6	8,8	8,8	8,6	2,3	2,2	2,4	2,3	2,3
09/08	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	8,2	8,3	8,5	8,4	8,0	2,4	2,4	2,5	2,4	2,2
19/09	0,08	0,09	0,08	0,07	0,08	8,5	8,5	8,5	8,5	8,2	2,4	2,3	2,4	2,3	1,8
26/10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	<0,10	8,9	8,8	8,9	8,8	8,8	2,0	2,1	1,9	2,2	2,1
14/11	0,08	0,08	0,08	0,07	0,09	8,7	8,7	8,9	9,1	8,3	2,2	2,3	2,2	2,4	2,1
13/12	0,10	0,09	0,09	0,08	0,09	8,3	-	8,3	8,4	8,4	1,7	1,6	1,7	1,7	1,7

Tabla 7. Datos de calidad del agua en los 5 puntos situados en el lago de la Albufera durante 2016 (Consejería de Agricultura, Medio Ambiente, Cambio Climático y Desarrollo Rural, Generalitat Valenciana)



CEDEX

Estudio de la afección del cultivo del arroz en la calidad del agua de la Albufera de Valencia

Adicionalmente, en tres fechas de 2016 la Comisaría de Aguas de la CHJ tomó muestras para su posterior análisis en la proximidad de la punta de Llebeig y de las matas de Roc y Fang (Figura 10). La Tabla 8 incluye los resultados de la *CE* y de las concentraciones de fosfatos, fósforo total, nitratos y nitrógeno de las aguas tomadas en esos tres puntos.

Fecha	Puntos de muestreo								
	Punta de Llebeig	Mata de Roc	Mata de Fang	Punta de Llebeig	Mata de Roc	Mata de Fang	Punta de Llebeig	Mata de Roc	Mata de Fang
	P total (mg/l)			Nitratos (mg/l)			CE (dS/m)		
03/03	0,134	0,137	0,128	6,73	7,53	14,96	1,9	1,9	2,0
05/05	0,071	0,053	0,080	4,70	3,71	6,90	2,0	2,0	1,9
22/07	0,123	0,094	0,083				2,9	2,9	2,9

Tabla 8. Datos de calidad del agua del lago en los tres puntos de control durante 2016 (Comisaría de Aguas de la CHJ)

La concentración de fósforo total en marzo y julio de la Tabla 8 es similar a la de los mismos meses de la Tabla 7. La del 5 de mayo difiere de la del 16 del mismo mes según la Tabla 7.

Los valores de la *CE* de la Tabla 8 son ligeramente más altos que los de la Tabla 7 en fechas de los mismos meses. La concentración de nitratos es mayor en el punto próximo a la Mata de Fang que en los otros dos muestreados por la Comisaría de Aguas de la CHJ.

3 MASAS DE AGUA ASOCIADAS AL LAGO

Al lago llegan aguas superficiales de las acequias de sus regadíos asociados y de los cursos de los barrancos que en él desembocan. También, aguas subterráneas del acuífero superior subyacente a los arrozales que fluyen hacia el mar y también hacia el lago.

3.1 AGUAS SUPERFICIALES

Las aguas superficiales que llegan al lago, a través de la red de acequias de los cuatros regadíos a él asociados, se consideran en el Capítulo 4 de esta memoria.

Entran en el lago aguas superficiales exteriores a esos regadíos por los barrancos del Poyo y de Beniparrel o de Picassent, cuyas cuencas de recepción tienen tierras bajo riego cultivadas de cítricos.

La Tabla 9 muestra los resultados de los análisis de las aguas, tomadas de marzo a noviembre de 2016 por la Comisaría de Aguas de la CHJ, en el punto 7 situado en el Barranco de Beniparrel, cuya situación queda reflejada en el Plano 1 de este informe.

Fecha	NH ₄ ⁺ mg/l	DBO ₅ mg/l O ₂	DQO mg/l O ₂	PO ₄ ⁺⁺ mg/l	P total mg/l	NO ₃ ⁺ mg/l	N total mg/l	CE dS/m
03/2016	0,290	<2,0	16	0,49	0,20	143	44,0	1,60
04/2016	0,090	<2,0	8	0,05	0,07	65	16,0	1,20
05/2016	<0,050	<2,0	21	0,06	0,08	16	3,8	1,06
06/2016	<0,050	<2,0	7	<0,05	<0,05	162	39,0	1,55
07/2016	0,054	<2,0	8	<0,05	<0,05	152	35,0	1,60
08/2016	0,062	<2,0	8	<0,05	0,06	114	28,0	1,69
09/2016	6,500	10,0	46	1,60	0,80	14	9,0	1,08
10/2016	0,055	<2,0	15	0,35	0,17	141	32,0	1,80
11/2016	0,100	3,2	24	0,35	0,21	62	16,0	1,30
11/2016	0,120	<2,0	37	1,30	0,80	16	4,4	0,38

Tabla 9. Datos de calidad del agua del punto 7 situado en el Barranco de Beniparrel (CHJ, 2016)

El agua exterior conducida por este barranco tuvo concentraciones altas de nitratos (> 50 mg/L) y por tanto de nitrógeno total excepto en mayo, septiembre y noviembre de 2016. La CE del agua está ligada a su contenido de nitratos, pues supera 1,6 dS/m cuando la concentración de nitratos excede de 100 mg/L.

La concentración de fósforo total y de fosfatos fue menor de abril a agosto (< 0,10 mg/L) que en el resto de los meses, cuando fue 0,19 mg/L de media de fósforo total, exceptuando los 0,8 mg/L de septiembre. La demanda química de oxígeno (DQO) también aumentó en los meses en los que las concentraciones de fósforo y fosfatos aumentaron.

La Tabla 10 muestra los datos de calidad de las aguas en el punto 11 de la red de control situado en el Barranco del Poyo (Plano 1).

El agua en este punto tuvo un contenido alto en nitratos de marzo a agosto (95,3 mg/L de media) con una CE de 1,6 dS/m. En este período el contenido de fosfatos y fósforo total fue bajo (<0,05 mg/L). Como en el agua del otro barranco, a partir de septiembre subió la concentración de fosfatos y de fósforo total (0,44 mg/L de media).

Fecha	NH ₄ ⁺ mg/l	DBO ₅ mg/l O ₂	DQO mg/l O ₂	PO ₄ ⁺⁺ mg/l	P total mg/l	NO ₃ ⁺ mg/l	N total mg/l	CE dS/m
03/2016	<0,050	<2,0	10	0,100	<0,05	89	30,0	1,60
04/2016	<0,050	<2,0	6	<0,050	<0,05	105	25,0	1,60
05/2016	0,053	<2,0	8	0,056	<0,05	103	24,0	1,70
06/2016	0,120	<2,0	10	0,063	<0,05	87	18,0	1,62
07/2016	0,080	<2,0	11	<0,050	0,05	102	23,0	1,60
08/2016	0,051	<2,0	7	<0,050	<0,05	86	23,0	1,68
09/2016	0,070	<2,0	12	1,000	0,34	17	4,7	1,20
10/2016	<0,050	<2,0	8	0,290	0,16	56	15,0	1,40
11/2016	0,370	3,3	19	1,000	0,45	15	5,8	0,89
11/2016	1,900	2,8	36	1,300	0,80	9	5,2	0,31

Tabla 10. Datos de calidad del agua del punto 11 situado en el Barranco del Poyo (CHJ, 2016)



CEDEX

3.2 AGUAS SUBTERRÁNEAS

Hay dos masas de agua subterránea asociadas al lago de La Albufera, las denominadas Plana de Valencia Norte y Plana de Valencia Sur. Estas dos masas están relacionadas con las aguas superficiales de los cuatro regadíos, con las del propio lago y con el mar.

Según la información obtenida del IGME (2012) y de Ballesteros Navarro y Navarro Odriozola (2016), el límite entre ambas masas de agua subterránea cruza en dirección oeste-este los arrozales de la ARJ y aproximadamente la mitad del lago. Por ello, la masa de la Plana Valencia Sur está asociada a los arrozales de Sueca y a los de Sollana de la ARJ. La de la Plana Valencia Norte lo está a los de la parte norte de la ARJ y a los regados por las acequias de Favara y del Oro.

Ambas masas constan de un acuífero superior detrítico del Cuaternario con calizas lacustres del Mioceno ocasionalmente. Tiene este acuífero un espesor variable entre 100 y 400 m. Por debajo, existe un acuífero inferior de calizas permeables y margas menos permeables del Mioceno, sobre una base impermeable de margas y arcillas del Mioceno basal y del Oligoceno. Este segundo acuífero tiene entre 50 y 500 m de espesor.

Por debajo del Terciario, hay un tercer acuífero en calizas y dolomías del Cretácico superior y Jurásico sobre una base impermeable del Triásico superior (Keuper). Los materiales del Mesozoico son visibles en la Montañeta de Sants que está situada en el marjal de Sueca. Las aguas de este acuífero afloran junto a la Montañeta en el “ullal” de Baldoví.

Los acuíferos superior e inferior son libres. Como el nivel freático en el marjal está cercano a la superficie del terreno, el agua de lluvia y de riego infiltrada recarga rápidamente al acuífero superior.

El artículo de Ballesteros Navarro y Navarro Odriozola (2016) describe más detalles sobre la hidrogeología del acuífero de la Plana de Valencia Sur.

La Figura 11 muestra la evolución de los niveles del agua en el piezómetro de Sollana, que está situado en el acuífero superior de la Plana de Valencia Sur, desde febrero de 2002 hasta junio de 2017. La Figura 12 muestra con más detalle la variación a lo largo del período 2012-2017.

Estos dos gráficos indican cierta variación interanual del nivel piezométrico en la franja entre 4 y 5 m sobre el nivel medio del mar, con un nivel mínimo de aproximadamente 3,2 m en abril de 2007 y un máximo de aproximadamente 5,5 m en octubre del mismo año. El valor medio en el período 2002-2006 fue 4,4 m.

Analizando la evolución media del nivel de este piezómetro en el período 2012-2017, durante los períodos del año hidrológico relacionados con los marjales, se observa que se mantuvo de media a aproximadamente 4,5 m durante la campaña de riego del arroz para bajar al final y volver a subir con la inundación de los campos con agua del Júcar y con las lluvias de otoño. El nivel medio descendió a unos 4 m en invierno-primavera. Esta variación estacional refleja la relevancia de la aportación de agua de riego infiltrada al acuífero superior.

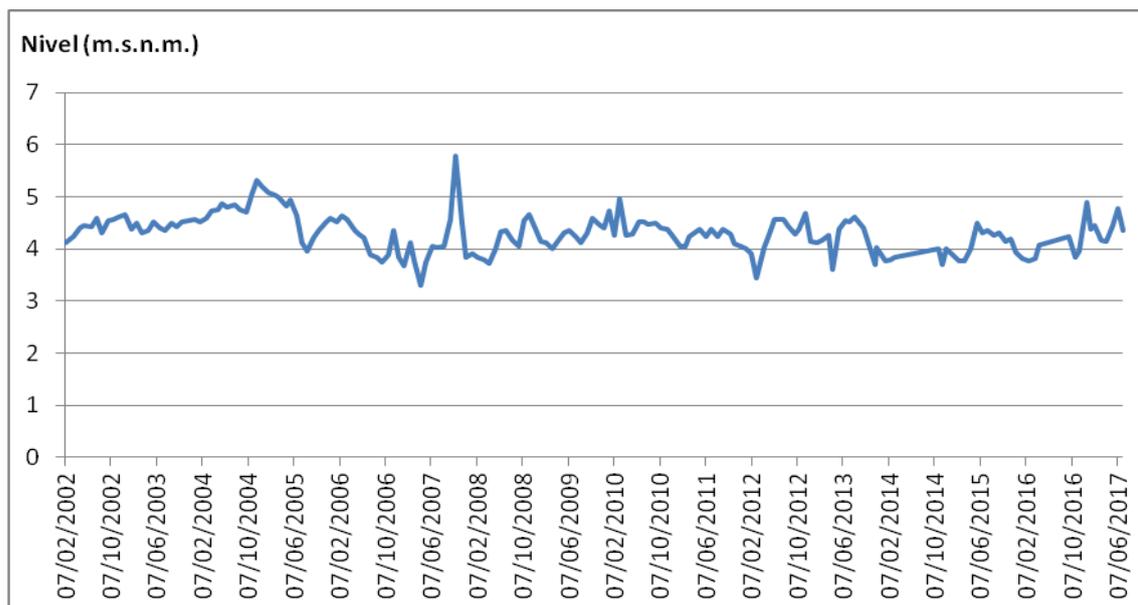


Figura 11. Evolución de los niveles del agua del piezómetro de Sollana de 2002 a 2017 (CHJ)

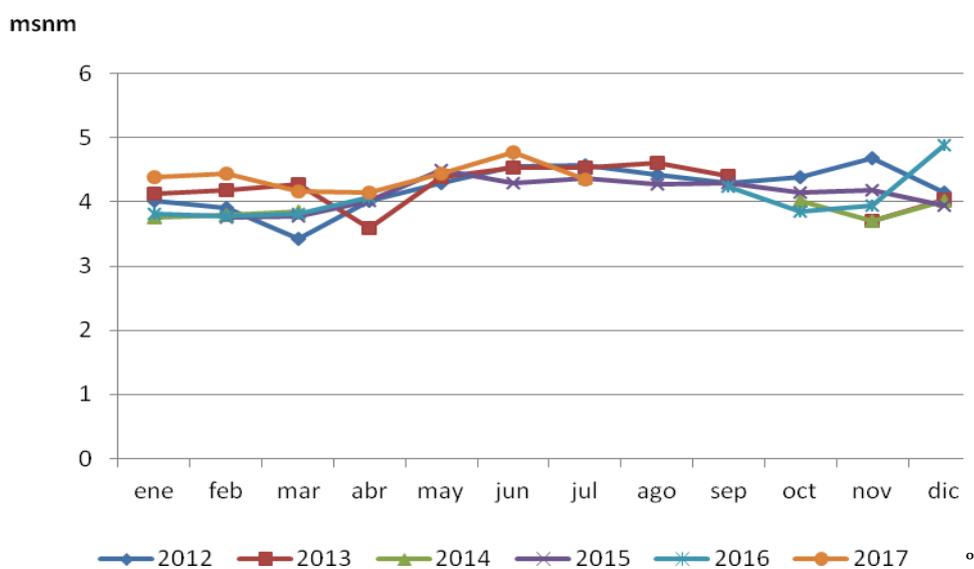


Figura 12. Niveles en el piezómetro de Sollana durante el período 2012-2017 (CHJ)

El agua del acuífero superior drena por la red de cursos de agua de los arrozales hacia el lago. También fluye directamente al lago y al mar.

Según el balance de agua del acuífero de la Plana de Valencia Sur para el período de octubre de 1990 a septiembre de 2008, elaborado con el modelo numérico desarrollado por el IGME (2012) para este acuífero, 22,2 hm³ salen directamente al mar anualmente. En conjunto el marjal y el lago reciben una media anual de 135,9 hm³, de los cuales 96,6 hm³ corresponden a los desagües de los marjales, 26,3 hm³ a los manantiales y “ullals”, y 13,0 hm³ son aportes directos al propio lago (Ballesteros Navarro y Navarro Odriozola, 2016).

La Tabla 11 contiene los datos de *CE* y concentraciones de nitratos, nitrógeno y fósforo total del agua de seis piezómetros incluidos en la red de control de calidad de las aguas de la Comisaría



CEDEX

Estudio de la afección del cultivo del arroz en la calidad del agua de la Albufera de Valencia

de Aguas de la CHJ, con toma de muestras de julio a octubre de 2016. Tres de estos piezómetros están situados en la Plana de Valencia Norte y otros tres en la Plana de Valencia Sur, según el esquema de la Figura 13 y el Plano 1.

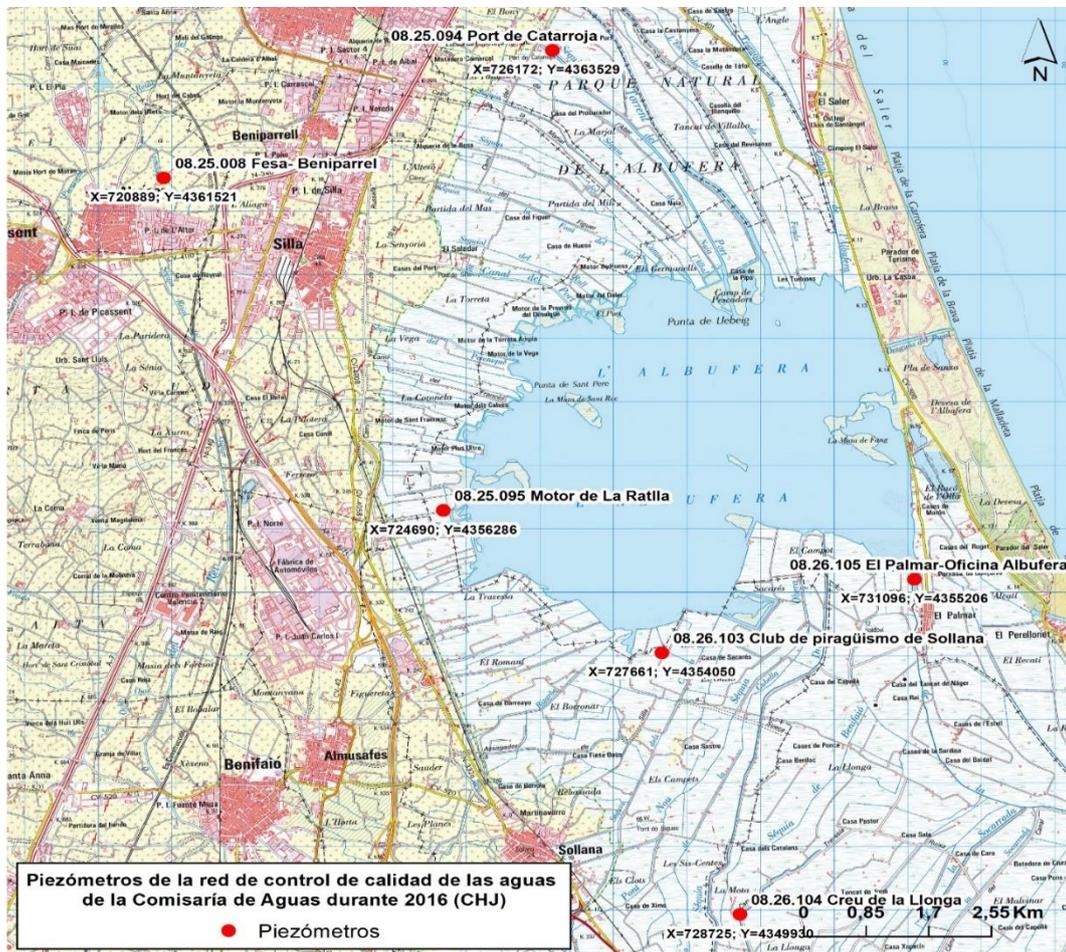


Figura 13. Situación de los piezómetros de la red de control de calidad de las aguas de la Comisaría de Aguas durante 2016 (CHJ)

Nº del piezómetro	Meses															
	07	08	09	10	07	08	09	10	07	08	09	10	07	08	09	10
	P total (mg/l)				NO₃⁺ (mg/l)				N total (mg/l)				CE (dS/m)			
25.008	<0,05				218	212	178	208	50,0	48,0	46,0	48,0	1,6	1,7	1,6	1,6
25.094	0,23	0,28	0,14	<0,05	<0,4	<0,4	3,5	<1,0	9,0	6,6	6,5	3,5	3,2	2,9	2,8	2,5
25.095	-	0,31	0,21	0,08	-	<0,8	<2,2	4,1	-	9,0	22,0	13,0	-	4,3	4,2	2,8
26.103	0,12	0,24	0,12	0,09	<2,0	<4,0	-	<2,0	11,0	9,0	10,0	11,0	10,5	13,0	22,0	11,4
26.105	0,11	0,18	0,24	0,14	<0,8	<0,8	<2,2	<4,0	2,4	1,7	3,1	4,8	4,8	3,3	3,2	5,4
26.104	0,09	0,07	0,06	<0,05	8,0	6,5	<0,2	<1,2	2,4	1,8	<0,5	0,6	1,0	1,0	1,1	1,4

Tabla 11. Datos de calidad del agua en 2016 de los 6 piezómetros de la red de control de calidad de las aguas de la Comisaría de Aguas (CHJ)

Los resultados de los análisis de las muestras de agua tomadas en estos seis piezómetros indican que hay mayores diferencias en cuanto a *CE* y concentraciones de fósforo y nitratos según la situación de cada uno de los piezómetros que entre las dos masas de agua de ambas planas. También que el agua es menos salina en las partes más altas de las dos masas de agua.

La concentración de nitratos fue máxima en el agua del piezómetro 25.008, probablemente debido a la percolación de agua rica en nitratos en huertos bajo riego y mucho menor en la del piezómetro 26.104 que está situado en los arrozales de Sueca.

El contenido de fósforo total en el agua de los piezómetros 25.008 y 26.104, más bajo que en el agua del resto de los piezómetros, indica que el fósforo está asociado más a áreas periurbanas que a huertos o arrozales bajo riego.

En el agua subterránea asociada a los arrozales el contenido de nitratos fue generalmente bajo.

3.3 MAR MEDITERRÁNEO

El mar recibe agua del lago a través de las compuertas de las tres golgas cuyo régimen de apertura y cierre se ha descrito en el Apartado 2.1.

Como el nivel del agua del lago está por encima del nivel medio del mar el riesgo de intrusión de agua salada al lago está controlado. Los estudios hidrogeológicos también indican que no hay intrusión de agua marina a las masas de agua subterránea.

4 ARROZALES DE LOS REGADÍOS ASOCIADOS AL LAGO

Los arrozales asociados al lago se encuentran en los regadíos de Sueca y de la ARJ, ambos regados con aguas procedentes del tramo bajo del río Júcar, respectivamente derivadas en los azudes de Sueca y Antella. También en los regados por la Acequia de Favara con agua del tramo bajo del Turia y por la Acequia del Oro que fundamentalmente reciben agua regenerada procedente de la EDAR de Pinedo (Figura 1).

Los arrozales de estos regadíos están situados entre aproximadamente la cota 1 m sobre el nivel medio del mar y el nivel del agua en el lago. Por debajo de este nivel están los llamados “tancats” que reciben agua del lago y necesitan bombear su agua de drenaje.

4.1 CARACTERÍSTICAS DEL RIEGO Y DRENAJE DE LOS ARROZALES DE SUECA

El regadío de Sueca ocupa una superficie de 8.750 hectáreas de las cuales 6.505 son arrozales y el resto huertos de cítricos y hortalizas. Los huertos están ubicados en las tierras del banco del río Júcar que tienen drenaje natural hacia el propio río y hacia el marjal.

Las tierras del marjal son de suelos aluviales de textura más fina que los del banco y su drenaje subterráneo natural está restringido. Por ello, el nivel freático está próximo a la superficie del terreno e incluso al mismo nivel durante la campaña de riego del arroz y de inundación de los campos. Sin embargo, disponen de sistemas de drenaje superficial que facilitan el cultivo del arroz como monocultivo.

La Comunidad de Regantes y Sindicato de Riegos de Sueca (CRSRS) tiene una concesión anual de la CHJ de 171 hm³, de los cuales 142 hm³ son para la campaña de riego y 29 hm³ para el caudal ecológico de invierno, con destino al área del Parque Natural de la Albufera. Este caudal tiene una distribución exclusiva a lo largo de los ocho meses no estivales, es decir de septiembre a abril, con un reparto del 20 por ciento en octubre y en marzo y un 10 por ciento en cada mes del resto. Hay además aportes locales de agua subterránea de caudal variable a través de “ullals”, como el de Baldoví y el de Sants.



CEDEX

Estudio de la afección del cultivo del arroz en la calidad del agua de la Albufera de Valencia

Del azud de Sueca en el Júcar derivan tres acequias principales: la Acequia de Muzquiz, la Acequia Nova y la Acequia Mayor de Sueca, de la que parten a su vez la Acequia del Clot o Canal y El Sequial. Aguas arriba de este azud deriva también del río la Acequia de Campanar que confluye en la Acequia de la Dreta. Esta acequia limita con los regadíos de la ARJ y desagua directamente al lago (Plano 1:10.000, 17 747 07-02).

En años con suministro normal de agua de riego, durante julio y agosto el caudal máximo derivado del Júcar para los regadíos de Sueca es 14,5 m³/s. De ellos: 1,3 m³/s van por la Acequia de Muzquiz para regar los huertos situados en las tierras del banco izquierdo del Júcar; 7 m³/s por la Acequia Mayor de Sueca; 5 m³/s por la Acequia Nova y 0,7 m³/s por la de Campanar. En años de escasez de agua en el Júcar los caudales varían entre 7 y 9 m³/s, en comparación con los 14 m³/s de la campaña normal. Entonces, la CRSRS bombea agua a contrapendiente de las acequias desde su tramo final.

Los arrozales se riegan desde la red de acequias que están dotadas de compuertas para mantener los niveles de agua. El agua de riego se distribuye de banal a banal. El agua de drenaje superficial del banal de cabecera es el agua de riego del banal siguiente. Así sucesivamente se riegan hasta 20 banales con buena distribución del agua. El agua del drenaje superficial resultante vuelve a las acequias con objeto de aumentar el agua de riego disponible.

Los retornos de agua de riego y el exceso de agua de lluvia de los campos regados con estas acequias son recogidos por la Acequia de la Dreta y por la Carrera de la Reina, que conecta el lago con la gola de El Perelló para desaguar al mar a través de compuertas (Planos 1:10.000, 11 747 05-02 y 12 747 05-03). Las tierras situadas en la margen derecha de El Sequial desaguan al mar a través de la gola del Mareny y parte de las regadas por la Acequia de Muzquiz desaguan al Júcar (Plano 1:10.000, 15 747 06-03).

A través de la Acequia de la Dreta entra al lago la mayor parte del agua procedente de los arrozales de Sueca. También puede entrar agua desde la Carrera de la Reina, aunque la mayor parte es evacuada al mar por la gola de El Perelló. La superficie de arrozales que potencialmente pudieran evacuar agua de drenaje al lago es 4.677 hectáreas.

Los arrozales que están situados en la parte más baja del regadío de Sueca tienen el nivel del agua por debajo del nivel del lago. Por ello la CRSRS los considera también “tancats” aunque son regados con agua del Júcar. Consecuentemente, el nivel del agua en las acequias que llegan a la Carrera de la Reina es inferior a su nivel del agua que es el del lago. Por ejemplo, a mediados de febrero de 2017, la acequia Nova de Malvinar acababa con un nivel aproximadamente 0,5 m por debajo del nivel del agua en la Carrera. Las bombas de la casa contigua a esta acequia elevaban entonces agua a la Carrera para secar los campos bajos que todavía tenían agua superficial. Durante las campañas de riego del arroz, las dos bombas de Malvinar y otras situadas a lo largo de la Carrera de la Reina también elevan el agua que llega a los tramos finales de las acequias que en ella terminan.

Las tierras bajas situadas entre la Acequia de la Reina y los “tancats” de El Palmar (Planos 1:10.000, 8 722-747 04-02 y 9 722-747 04-03) tienen también niveles de agua por debajo del nivel del lago. Las riegan indistintamente con agua del lago o con agua de la Acequia de la Reina. Por ejemplo, el “tancat” de El Estell recibe agua de la Acequia Nova de la Reina y desagua por bombeo a la Carrera a través de la Acequia del Mig.

Los “tancats” situados entre El Perelló y El Perellonet riegan con agua del lago mediante acequias que parten de la Acequia de Alcati y de La Sequieta. Estas acequias conectan el lago con el mar por la gola de El Perellonet. Los excesos de agua fluyen a la Carrera de la Reina cerca de su salida a la gola de El Perelló.

4.2 CALIDAD DEL AGUA EN PUNTOS DE LOS ARROZALES DE SUECA

En los siguientes apartados sobre calidad de las aguas su salinidad se expresa tanto en términos de *CE* como de *SDT*, cuya unidad (g/L) es más apropiada para elaborar balances de sales. La Tabla 3.1 del Anexo 3 muestra los resultados de las relaciones entre la *CE* y los *SDT* obtenidos en 28 análisis de aguas de la tesis doctoral de Moreno (2013), separados según el origen del agua. El promedio de la relación entre la *CE* (dS/m) y los sólidos disueltos totales (*SDT*), calculados como la suma de las concentraciones de aniones más cationes (g/L), es similar ($SDT/CE = 0,70$) para aguas de acequias y del agua superficial de los arrozales y algo inferior (0,67) para aguas freáticas, por ser mayor su contenido de sales.

La Tabla 3.2 del anexo 3 muestra los datos de calidad del agua del río Júcar en el azud de Sueca-Fortaleny y del “ullal” de Baldoví, que también aporta agua a los arrozales de Sueca, facilitados por la Comisaría de Aguas de la CHJ (2016).

La *CE* del agua del Júcar bajó al comienzo de la campaña de riego desde en torno a 1,2 dS/m en primavera a 1 dS/m. Continuó bajando durante la campaña hasta un valor mínimo en agosto de 0,9 dS/m con una subida en septiembre a 1,3 dS/m. El valor medio durante la campaña de riego (1 dS/m) fue similar al valor medio durante las campañas de 2014-2015 (1,05 dS/m). Una tendencia similar tuvo la concentración de fósforo total de esta agua con valores en torno a 0,07 mg/L durante la campaña de riego en comparación con 0,11-0,12 en noviembre y febrero. El valor de mayo a agosto estuvo en el intervalo de 0,05-0,09 mg/L medido en las campañas 2014-2015. Las concentraciones de nitrógeno total siguieron la misma tendencia: bajaron en la campaña de riego hasta menos de 10 mg/L respecto a los de febrero y volvieron a ser más altos en noviembre.

La *CE* del agua del “ullal” de Baldoví fue mayor que la del agua del Júcar y más constante en otoño e invierno (2,6 dS/m de media). Al revés que el agua del Júcar, aumentó su salinidad durante la campaña de riego (2,9 dS/m de media), posiblemente por reducción del caudal al disminuir el nivel piezométrico del acuífero asociado al manantial. En 2016 la salinidad fue similar a la de los dos años anteriores (2014-2015). En mayo y julio la concentración de fósforo total fue incluso menor (0,02 mg/L) que la del agua del río (0,07 mg/L). Sin embargo, el contenido de nitratos fue mayor que el del agua del Júcar (59 mg/L en mayo), cifra del orden de la media de los dos años anteriores (45 mg/L).

Comparando estos valores de calidad del agua del “ullal” con los del agua del piezómetro 08.26.104 (Tabla 3.3 del Anexo 3), que está situado entre la Acequia de Cremades y la Acequia Nova, se deduce que son dos aguas distintas siendo la de este último menos rica en nitratos y menos salina. La del piezómetro 08.26.104 es agua del acuífero superior y la del “ullal” es agua del acuífero más profundo del Mesozoico. La misma comparación con los datos de calidad del agua del piezómetro 08.26.105 (Tabla 3.3 del Anexo 3), situado junto al lago en el “tancat” de El Palmar, indica salinidad algo mayor y especialmente menor concentración de nitratos y mayor de fósforo total.

Los análisis de las dos muestras de agua subterránea también muestran diferencias entre ellas y algunas tendencias. La salinidad del agua fue mayor en el piezómetro situado junto al lago (08.26.105) que en el situado en plenos arrozales (08.26.104) y lo fue también mayor que la del agua del propio lago. En ambos casos las *CE* del agua descendió durante la campaña de riego y subió en octubre. La concentración de nitratos fue menor en el agua del piezómetro situado junto al lago, pero la de fósforo total fue mayor.

Las tablas 3.4 y 3.5 del Anexo 3 muestran los datos de calidad del agua de la Comisaría de Aguas de la CHJ (2016) correspondientes a dos puntos de la Acequia de la Dreta.



CEDEX

Estudio de la afección del cultivo del arroz en la calidad del agua de la Albufera de Valencia

El aumento de la salinidad media del agua durante la campaña de riego de 2016 desde la derivación del agua del Júcar hasta el punto de muestreo 1, situado en el tramo bajo de la Acequia de la Dreta (Plano 1), es debido a que esta acequia recoge retornos de riego de los huertos regados entre las acequias de Campanar y Canal. La relación entre las *CE* medias del agua en este punto y las del río durante esa campaña de riego muestra un factor de concentración de la salinidad en el agua de riego de 1,34.

Sin embargo, no hay diferencia alguna entre los valores de la *CE* entre los puntos 1 y 18, situados en la misma acequia (Plano 1), porque esta acequia no recoge retornos de riego, al menos de los arrozales de Sueca. Menor fue la diferencia entre las salinidades del agua del río y de la acequia en otoño, porque el factor de concentración (1,08) es menor durante la inundación de los campos, cuando la evaporación es mucho menor que durante la campaña de riego.

La Tabla 3.6 del Anexo 3 muestra los datos de calidad del agua de la Acequia de la Reina cerca de la gola de El Perelló (Punto 16, Plano 1). Esta agua es una mezcla de agua del lago con los caudales bombeados del final de las acequias del regadío de Sueca. La *CE* del agua del punto 16 fue similar a la del agua del lago durante los meses de marzo y abril, algo superior en mayo y más baja durante los meses de la campaña de riego, por la influencia de los caudales de agua de drenaje de los arrozales bombeados a la Carrera de la Reina. El aumento significativo de la *CE* del agua en noviembre de 2016 pudiera haber sido debido a entrada de agua de mar a través de las compuertas de la gola de El Perelló.

La comparación de los datos de salinidad de las aguas de los puntos muestreados y la del lago en el punto más cercano a la salida de la Acequia de la Dreta sirve para apreciar cualitativamente su variación a lo largo de los regadíos de Sueca. La Tabla 12 de esta memoria muestra datos de los *SDT* en estas aguas durante la campaña de riego de 2016, obtenidos de los datos de la *CE* proporcionados por la Comisaría de Aguas de la CHJ considerando un valor de 0,70 para la relación *SDT/CE*.

Fecha	SDT (g/L)			
	Júcar	Antigua Reina	Acequia Dreta	Lago C2
05/2016	0,73	1,68		1,19
06/2016	0,74	0,90	1,05	1,54
07/2016	0,67	0,91	0,91	1,61
08/2016	0,66	1,12	0,91	1,54
09/2016	0,91	1,05	0,91	1,26

Tabla 12. Sólidos disueltos totales (*SDT*) de las aguas de riego, drenaje y del lago en el regadío de Sueca durante la campaña de riego de 2016

El agua de drenaje de la Acequia de la Dreta aportó durante la campaña de riego de 2016 agua menos salina al lago que la suya propia.

La Tabla 13 de esta memoria muestra comparativamente las concentraciones de fósforo y nitrógeno en aguas relacionadas con los arrozales de Sueca durante la campaña de riego de 2016.

Fecha	P total (mg/l)				N total (mg/l)			
	Júcar	Acequia Dreta	Antigua Reina	Lago C2	Júcar	Acequia Dreta	Antigua Reina	Lago C2
05/2016	0,068		0,10	0,26	9,0		2,6	
06/2016		0,090	0,07	0,10		1,1	3,3	
07/2016		<0,050	0,07	<0,10		0,8	0,9	
08/2016	0,065	<0,050	0,05	<0,10	4,6	13,0	0,9	
09/2016		<0,050	0,06	0,08		14,0	5,0	

Tabla 13. Concentraciones de fósforo y nitrógeno de las aguas de riego, drenaje y del lago en el regadío de Sueca durante la campaña de riego de 2016

No es posible comparar los contenidos de nitratos de las aguas del tramo estudiado (río – Punto 1 – Punto 18) porque no hay datos en el agua del río, pero sí del nitrógeno total. Durante la campaña de riego tanto la concentración de nitratos como el nitrógeno total descendieron en el Punto 1 para volver a subir en septiembre. Desde entonces hasta mayo la concentración de nitratos varió entre 34 y 58 mg/L (45 mg/L de media).

En el tramo del río al Punto 1 la concentración de nitrógeno total descendió indicando una absorción de nitrógeno en este regadío, sin posibilidad de diferenciar la contribución de los huertos y de los arrozales, por falta de puntos de muestreo intermedios. En junio y julio de 2016, las concentraciones de nitratos y de nitrógeno total en el Punto 1 y en el Punto 18 fueron similares, pero en este último punto hubo una elevación significativa en agosto (Tabla 3.5 del Anexo 3).

Durante la inundación de los campos se observa una reducción de la concentración de nitrógeno total desde el río (24 mg/L) al Punto 1 (8 mg/L) manteniéndose aproximadamente constante hasta el Punto 18 (11 mg/L). En esa época los únicos cultivos de este regadío son hortalizas y frutales.

De mayo a agosto las concentraciones de fósforo total fueron bajas tanto en el agua del río como en los dos puntos muestreados en 2016 pero algo menores en estos dos puntos. En noviembre fueron parecidas en el tramo del río al Punto 1 (0,11-0,15 mg/L) pero se observa una disminución en el Punto 18 (<0,05 mg/L). Estos valores indican que en este regadío el fósforo no es un elemento relevante de contaminación de las aguas superficiales.

Las concentraciones de fósforo del agua de drenaje de las acequias de la Dreta y Antigua de la Reina fueron en agosto de 2016 menores que las del agua del Júcar. A lo largo de la campaña de riego también lo fueron respecto al agua del lago.

La salinidad y las concentraciones de fósforo y nitrógeno del agua son buenos indicadores para diferenciar las distintas masas de agua asociadas a los arrozales de Sueca:

a) Agua del Júcar de buena calidad para el riego con concentraciones de nitrógeno y fósforo totales bajas durante la campaña de riego pero que aumentan en otoño e invierno.

b) Agua del tramo final de la Acequia de la Dreta con mayor salinidad que la del agua de riego por recoger retornos de agua del drenaje superficial de los arrozales. Con bajas concentraciones de fósforo total y nitratos en plena campaña de riego, pero aumentando estas durante el otoño a partir de septiembre hasta el inicio del riego en mayo. Pudieran deberse a los retornos de agua de los huertos cuando no hay arroz que aprovecha los nitratos disueltos en el agua de riego. El contenido de nitratos en mayo pudiera deberse además a la fertilización nitrogenada de los arrozales a final de abril antes de la inundación y siembra del arroz durante la primera semana de mayo.



CEDEX

c) Agua subterránea del acuífero superior conectada al agua superficial de los arrozales y a la de inundación otoñal de los campos. Con baja salinidad durante la campaña de riego del arroz, incluso inferior a la del agua de la Acequia de la Dreta y con concentraciones de fósforo total y nitratos ligeramente superiores (piezómetro 08.26.104) y con más salinidad en la proximidad del lago y de la costa (piezómetro 08.26.105).

d) Agua subterránea del acuífero más profundo que surge en los “ullals” que es más salina y rica en nitratos (mayo 2016).

4.3 CARACTERÍSTICAS DEL RIEGO Y DRENAJE DE LOS ARROZALES REGADOS POR LA ACEQUIA REAL DEL JÚCAR

La ARJ riega aproximadamente 3.600 ha de arrozales, que están situados principalmente entre la carretera N-332 y el lago de la Albufera, en tierras con suelos aluviales de textura fina y drenaje natural limitado por la permeabilidad de los suelos y por la pendiente.

La ARJ parte del río Júcar en el azud de Antella. Su caudal medio mensual durante la campaña de 2017 varió desde 11,6 m³/s en la segunda quincena de mayo durante el llenado de agua de los campos a 10,6 m³/s de junio a agosto, para disminuir a 7,4 m³/s en la primera quincena de septiembre. La Comunidad de Regantes de la ARJ (CRARJ) tiene una concesión anual de la CHJ de 214,2 hm³.

La primera gran acequia que deriva de la ARJ para regar arrozales es la Acequia de Sollana que también recibe agua de la ARJ a través de la Acequia de Tarancó (Plano 1:10.000, 13 747 06-01). Continúa como Acequia de Sagnadora y Acequia de Cubella para, como Acequia de Overa, desaguar en el lago. La Acequia de Cubella recibe también agua de la Acequia de la Dreta que es el límite entre los regadíos de Sueca y los de la ARJ (Plano 1:10.000, 14 747 06-02).

La siguiente acequia derivada de la ARJ es la de la Mocarra (Plano 1:10.000, 10 747 05-01). A partir de Sollana toma el nombre de Acequia de Campets que es la que riega los arrozales de ese municipio hasta desaguar al lago (Plano 1:10.000, 11 747 05-02).

La Acequia del Azarbe conduce agua de la ARJ hasta llegar a los arrozales donde cambia de nombre a Acequia de la Alcahecía que termina también en el lago (Planos 1:10.000, 10 747 05-01 y 11 747 05-02).

La Acequia del Romaní conduce agua de la ARJ hasta la Acequia del Senyoret que desagua en el lago (Plano 1:10.000, 7 722-747 04-01). La Comisaría de Aguas de la CHJ no tomó muestras de agua en estas acequias durante 2016.

La Acequia de la Foia toma agua de la ARJ y recoge agua de drenaje de los campos regados en el hondo situado en la margen izquierda de la ARJ (Plano 1:10.000, 7 722-747 04-01). También del efluente de la depuradora de la cárcel de Picassent. Tanto esta acequia como la anterior tienen un corto recorrido a través de los arrozales.

Una serie de acequias derivadas de las acequias del Ferrero y de Don José, que toman agua directamente de la ARJ, riegan los arrozales situados entre las acequias de la Foia y del Barranquet.

La Acequia de Silla conduce agua de la ARJ a la Acequia de la Font Nova que desagua en el lago (Plano 1:10.000, 5 722 03-01). Esta última acequia también recibe agua de “ullal”.

4.4 CALIDAD DEL AGUA EN PUNTOS DE LOS ARROZALES REGADOS POR LA ACEQUIA REAL DEL JÚCAR

La Tabla 3.7 del Anexo 3 muestra los datos de los indicadores de calidad del agua seleccionados en este estudio para la del río Júcar en la estación de aforos de la presa de Tous. En el azud de Antella solamente se dispone de los del 16 de mayo 2016, que no difieren significativamente de los de los Tous de la misma fecha.

La *CE* del agua del Júcar en Tous muestra la misma tendencia que en el azud de Sueca, pero con menores contenidos de sales. Durante la campaña de riego de 2016 la *CE* del agua bajó desde aproximadamente 1 dS/m en mayo y junio a 0,9 dS/m en julio y septiembre. El valor medio durante la campaña de riego (0,92 dS/m) fue similar al valor medio durante las campañas de 2014-2015 (0,94 dS/m).

Tanto la concentración de fósforo total como la de fosfatos fueron inferiores a 0,05 mg/L como ocurrió en las campañas de 2014 y 2015. La concentración de nitratos también bajó a lo largo de la campaña de riego de 2016 hasta alcanzar el valor mínimo de 3,1 mg/L en agosto y volver a subir de septiembre a diciembre. El valor medio en la campaña de 2016 (4,5 mg/L) fue algo inferior al medio en las campañas 2014-2015 (6,3 mg/L). En diciembre de 2016 subió a 10 mg/L.

En este apartado se analizan separadamente los arrozales de la zona de Sollana, regados por las acequias de Cubella y Campets, de los situados más al norte hasta el límite del regadío de Favara, debido a la diferente calidad de sus aguas.

Las tablas 3.8 y 3.9 del Anexo 3 muestran la variación de esos indicadores a lo largo de las acequias de Cubella (Punto 2, Plano 1) y Overa (Punto 19, Plano1).

Los datos de *CE* de estas tablas muestran también un descenso de la salinidad del agua en estas acequias durante la campaña de riego para volver a subir en otoño. Sin embargo, son más elevados que los del agua del Júcar, tanto a la entrada de la Acequia de Cubella en los arrozales, con una *CE* media en la campaña de riego de 1,26 dS/m, como al comienzo de la Acequia de Overa en el "tanca" más próximo al lago donde la *CE* media fue 1,38 dS/m. Este aumento indica que la primera recoge agua de drenaje de los huertos del tramo superior de este regadío y la segunda de los propios arrozales.

La concentración de fosfatos durante la campaña de riego de 2016 (< 0,05 mg/L) también bajó respecto a la concentración en marzo y abril y lo mismo la concentración de fósforo total. No hay apenas diferencia entre estas concentraciones de fósforo y las del agua de la ARJ.

La concentración de nitratos del agua de ambas acequias bajó notoriamente en julio y agosto de 2016 respecto a los valores de primavera y otoño. Se redujo también en el tramo entre los dos puntos estudiados (2 y 19). Es significativo que al final de los arrozales el agua de la acequia mostró durante esos dos meses una concentración media aproximadamente de 1 mg/L, menor que la del agua de la ARJ (3,4 mg/L).

Las tablas 3.10 y 3.11 del Anexo 3 muestran los valores de los indicadores de calidad del agua a lo largo de la Acequia de Campets (puntos 3 y 20, Plano 1), toda ella discurriendo entre arrozales. El agua de esta acequia fue ligeramente más salina que el agua de Cubella-Overa. Aumentó su *CE* media durante la campaña de riego desde el tramo alto (1,38 dS/m) al bajo (1,5 dS/m).

La concentración de fósforo total también fue algo más alta, pero muestra también la tendencia a bajar durante la campaña de riego respecto a los valores de primavera y otoño. En el tramo considerado del Punto 3 al Punto 20 la concentración de fósforo total media durante la campaña de riego pasó de 0,07 a 0,08 mg/L.



CEDEX

Estudio de la afección del cultivo del arroz en la calidad del agua de la Albufera de Valencia

La concentración de nitrógeno total también descendió en la campaña de riego de 2016 para volver a subir en septiembre. Se aprecia también una disminución del nitrógeno total desde el Punto 3 (4,6 mg/L de media) al Punto 20 (2 mg/L). La concentración de nitratos de ambas aguas fue mínima en julio de 2016 (< 0,2 mg/L). Los valores máximos se alcanzaron en abril (de 80 a 88 mg/L).

La concentración en nitratos de las aguas de estas acequias bajó significativamente en julio y en agosto incluso por debajo de los valores del agua de la ARJ. Este descenso indica absorción de nitratos disueltos en el agua de riego por parte del arroz. En septiembre subieron las concentraciones de nitratos en los dos tramos estudiados, sin experimentar diferencias significativas a lo largo de ambos tramos, del Punto 2 al Punto 19 y del Punto 3 al Punto 20 respectivamente 48 y 65 mg/L. Este aumento podría deberse a la masa de nitratos disuelta en la lámina de agua de los arrozales que es eliminada al drenarse los campos para la recolección del arroz.

La Tabla 14 de esta memoria muestra datos de los *SDT* de aguas de la ARJ, equiparada al agua del Júcar en Tous, de varias acequias de los arrozales de Sollana y del lago durante la campaña de riego de 2016. Han sido obtenidos a partir de los valores de *CE* proporcionados por la Comisaría de Aguas de la CHJ aplicando también una relación *SDT/CE* igual a 0,70.

Fecha	SDT (g/L)						
	Riego			Drenaje			Lago B1
	Júcar	Acequia Cubella	Acequia Campets (3)	Acequia Dreta	Acequia Overa	Acequia Campets (E4)	
05/2016	0,68	0,98	0,98		1,05	0,98	1,12
06/2016	0,67	0,83	0,90	1,05			1,40
07/2016	0,64	0,84	1,12	0,91	0,98	1,12	1,68
08/2016	0,62	0,84	0,84	0,91	0,91	0,98	1,75
09/2016	0,62	0,91	0,98	0,91	0,91	1,12	1,68
Campaña	0,65	0,88	0,96	0,95	0,96	1,05	1,53

Tabla 14. Sólidos disueltos totales (*SDT*) de las aguas de riego y drenaje en los arrozales de Sollana (ARJ) y del lago durante la campaña de riego de 2016

Durante la campaña de riego de 2016, los *SDT* del agua en las cabeceras de las acequias de Cubella y Campets a su entrada en los arrozales fueron respectivamente 0,88 y 0,96 g/L de media, algo más altos que los del agua de la ARJ (0,65 g/L de promedio), probablemente por captar agua de drenaje de los huertos situados aguas arriba.

La salinidad de las aguas de las tres acequias que desaguan directamente en el lago no aumentó significativamente, porque en estos arrozales no hay reúso del agua de riego como en los de Sueca. En esta campaña de riego de 2016, el valor medio de sus *SDT* (1 g/L) fue menor que los del agua de la Carrera de la Reina en 2017 (1,2 g/L). El agua aportada al lago fue también menos salina que el agua del lago (1,5 g/L de promedio).

La Tabla 15 muestra las concentraciones de fósforo total de las aguas relacionadas con los arrozales de Sollana durante la misma campaña de riego de 2016.

Fecha	P total (mg/l)						Lago B1
	Riego			Drenaje			
	Júcar	Acequia Cubella	Acequia Campets (3)	Acequia Dreta	Acequia Overa	Acequia Campets (E4)	
05/2016		0,05	0,06		0,08	0,09	0,34
06/2016	<0,05	0,06	0,07	0,09			0,16
07/2016		<0,05	0,09	<0,05	0,08	0,09	<0,10
08/2016		0,06	<0,05	<0,05	<0,05	0,06	<0,10
09/2016	<0,05	<0,05	0,10	<0,05	<0,05	0,07	0,08
Campaña	<0,05	0,05	0,07	0,05	0,05	0,08	

Tabla 15. Concentraciones de fósforo de las aguas de riego y drenaje en los arrozales de Sollana (ARJ) y del lago durante la campaña de riego de 2016

En el agua del tramo Acequia de Cubella-Acequia de Overa solamente se aprecia un ligero aumento de la concentración de fósforo en relación con la del agua del Júcar, siendo todas las concentraciones tan bajas como las de la Acequia de la Dreta. La Acequia de Campets presentó concentraciones de fósforo ligeramente superiores, quizá debidas a su proximidad a la población de Sollana. En todo caso, la concentración de las aguas vertidas al lago, por las tres acequias que desaguan los sobrantes de los arrozales de Sollana, fue menor que la del agua del lago durante todos los meses de la campaña de riego de 2016, especialmente durante los meses de mayo y junio.

Las concentraciones de nitrógeno total de las aguas de las acequias asociadas a estos arrozales y en la misma campaña de riego las muestra la Tabla 16. De las aguas del Júcar y del lago solamente se ha dispuesto de datos de concentraciones de nitratos.

Fecha	N total (mg/l)				
	Riego		Drenaje		
	Acequia Cubella	Acequia Campets (3)	Acequia Dreta	Acequia Overa	Acequia Campets (E4)
05/2016	5,2	13,0		3,6	8,0
06/2016	7,1	6,0	1,1		
07/2016	1,1	0,9	0,8	0,9	0,9
08/2016	2,1	6,8	13,0	1,0	3,0
09/2016	13,0	17,0	14,0	13,0	16,0

Tabla 16. Concentraciones de nitrógeno de las aguas de riego y drenaje en los arrozales de Sollana (ARJ) durante la campaña de riego de 2016

Las concentraciones de nitrógeno de estas aguas fueron variables a lo largo de la campaña de riego de 2016, con valores mínimos en julio y máximos en septiembre, que son los meses respectivamente del ahijado y espigado del arroz y de su recolección.

En ambos tramos Cubella-Overa y Campets se observa una disminución desde la cabecera de estas acequias al final próximo a la desembocadura del lago. Todos ellos son indicios de absorción de nitrógeno de forma similar al estimado cuantitativamente en los arrozales de Sueca.

Los resultados de los análisis en las muestras tomadas en estos 4 puntos muestran que los indicadores de calidad de las aguas en los arrozales de Sollana son la salinidad y los nitratos siendo mucho menos relevante el fósforo. La variación de la salinidad indica la concentración del



CEDEX

Estudio de la afección del cultivo del arroz en la calidad del agua de la Albufera de Valencia

agua de riego en los arrozales y el aumento del contenido de sales de las aguas de las acequias al recibir agua de drenaje.

Las tablas 3.12 y 3.13 incluyen los resultados de los análisis de las aguas tomadas en las acequias del Azarbe y Alcahecía. Hasta el Punto 4 la Acequia del Azarbe recoge agua de drenaje y a partir de él y hasta el Punto 21 solamente distribuye agua (Plano 1).

En estas acequias la salinidad del agua fue menor que en el agua de las anteriores. Sigue la misma tendencia de disminuir en la campaña de riego respecto a la de primavera. También aumentó la *CE* ligeramente de junio a septiembre desde el Punto 4 (1,14 dS/m de media) al Punto 21 (1,27 dS/m).

Las concentraciones de fósforo total fueron mayores que en el agua de las acequias anteriores. Tanto el contenido de fosfatos como el de fósforo total descendieron a partir de mayo para volver a subir en septiembre. También descendió ligeramente la concentración media durante la campaña de riego del Punto 4 (0,18 mg/L de media) al Punto 21 (0,14 mg/L). Durante el otoño subió significativamente esta concentración sin diferencia apreciable entre los dos puntos (aproximadamente 0,45 mg/L). Similar tendencia muestra el contenido de fosfatos que bajaron apreciablemente durante la campaña de riego y desde el Punto 4 al Punto 21, respectivamente de media de junio a agosto 0,28 mg/L y 0,17 mg/L.

Las concentraciones de nitratos y de nitrógeno total no muestran tendencias tan claras como en el agua de las acequias anteriores. En el Punto 4 sí bajaron en los meses de riego con excepción de julio. Da la sensación que estas acequias reciben aportes puntuales de nitrógeno.

Comparativamente con el agua de las acequias anteriormente descritas, en el agua de estas destaca la mayor concentración de fósforo total. Pudiera explicarlo el vertido del efluente de la EDAR Albufera Sur situado en la proximidad del Punto 4. En la calidad del agua también pudiera influir el caudal de agua subterránea procedente del pozo de sequía de Corralet.

Entre las salidas al lago de las acequias de Campets y Alquehecía está situado el piezómetro 08.26.103 (Plano 1). Los resultados de los análisis de muestras de sus aguas tomadas de julio a octubre de 2016 son mostrados en la Tabla 3.14 del Anexo 3. Esta agua subterránea es más salina que la superficial de las acequias. Tiene concentraciones de nitratos muy bajas y concentraciones de fósforo total variable durante los meses de julio a octubre de 2016, pero con un valor medio (0,14 mg/L) que es una cifra del mismo orden que la del agua superficial de las acequias del Azarbe y Alcahecía.

La Tabla 3.15 del Anexo 3 incluye los resultados de los análisis de las aguas tomadas en el Punto 5 que estuvo situado en la Acequia de la Foia (Plano 1). La salinidad del agua de esta acequia muestra la misma tendencia que las anteriores de disminuir en mayo y volver a subir en septiembre. Durante la campaña de riego tuvo una *CE* media de 1,07 dS/m, ligeramente más salina que el agua del Júcar en Tous. Estas acequias de los regadíos de la ARJ son más cortas que las de Sueca y Sollana y por ello reciben menos agua de drenaje. Al reutilizar menos el agua de riego concentran menos su contenido de sales.

Las concentraciones de fosfatos y fósforo total siguieron la misma tendencia de disminuir de junio a agosto para volver a subir en septiembre. Aunque la concentración media de fósforo total durante la campaña de riego (0,13 mg/L) fue ligeramente inferior a la del agua del Punto 4 fue mayor que la de referencia de los regadíos de Sueca. Pudiera deberse al efluente de la depuradora de la cárcel de Picassent.

Las concentraciones de nitratos y nitrógeno total también descendieron en la campaña de riego de 2016 hasta alcanzar un valor mínimo en junio y julio de 18,5 mg/L de nitratos. Todo ello indica

que el aumento del caudal de las acequias con el agua de riego derivada de la ARJ diluye el fósforo y el nitrógeno aportados por vertidos puntuales.

En el tramo de arrozales situados entre la Acequia de Foia y la del Barranquet las aguas de sus cortas acequias no han sido analizadas en el estudio de la Comisaría de Aguas de la CHJ de 2016. Solamente se dispone de los análisis del agua subterránea del piezómetro 08.25.095 que está situado en el "tancat" contiguo al lago (Plano 1). Sus resultados los ha mostrado la Tabla 3.14 del Anexo 3. Esta agua es más salina que el agua de las acequias y con una *CE* mayor en agosto-septiembre (4,25 dS/m) que en octubre. La concentración de fósforo total también fue menor en octubre (0,08 mg/L) que en agosto y septiembre (0,26 mg/L). A parte de un contenido de nitratos bajo el agua tiene otros compuestos nitrogenados con valores dispares en las muestras de agosto a octubre de 2016.

La Tabla 3.16 del Anexo 3 muestra los resultados de los análisis de las aguas de la Acequia de la Font Nova donde está situado el Punto 6 (Plano 1). El agua en este punto fue más salina que el agua de la ARJ y su *CE* más constante en torno a 1,6 dS/m. Bajó en agosto hasta alcanzar un valor parecido al del agua de la ARJ (aproximadamente 1dS/m). Pudiera ser debido a que entonces cesa la aportación del "ullal" que tiene agua más salina.

A diferencia de las aguas de las acequias anteriores, esta agua tuvo una concentración de fósforo total y fosfatos muy baja (<0,005 mg/L) similar a la de las acequias de los regadíos de Sueca y Sollana. Posiblemente se debe a que no tiene vertidos de aguas regeneradas de núcleos urbanos y a que el agua de manantial es pobre en fósforo.

Sin embargo, el contenido de nitratos fue alto (>70 mg/L) durante todos los meses estudiados con la excepción de agosto cuando bajó a 14 mg/L. La razón pudiera deberse al aporte de nitratos con el agua de drenaje de los huertos, porque el Punto 6 está situado en la cabecera de la acequia al entrar en los arrozales. También, a que el agua de manantial sea rica en nitratos. Las concentraciones de nitrógeno total muestran también cierta constancia (21,3 mg/L) de media con la excepción de agosto (3,2 mg/L).

Los resultados de los análisis de las aguas de la Acequia de Font de Mariano donde está situado el Punto 8 (Plano 1) los muestra la Tabla 3.17 del Anexo 3. Como en el caso anterior, la *CE* se mantuvo casi constante de marzo a noviembre de 2016. También la concentración de fosfatos y fósforo total con valores por debajo de 0,05 mg/L excepto en mayo.

El contenido de nitratos también fue alto, en este caso especialmente de junio a septiembre. La situación de este punto de control en zona al menos periurbana y lejos de los arrozales podría explicar esta diferencia con otros puntos de la red estudiada.

Hasta el Punto 9 (Plano 1) la Acequia de Albal recoge aguas pluviales de este municipio y poca agua de drenaje de huertos. Los arrozales que riega se sitúan muy aguas abajo. Por ello, la concentración de nitratos de junio a septiembre fue más baja (15,8 mg/L de media) que en el Punto 8. En primavera y otoño el contenido de nitratos y de nitrógeno total fue mayor que durante la campaña de riego (Tabla 3.18 del Anexo 3). Sin embargo, la concentración de fosfatos y de fósforo total fue mayor, aunque bajó de junio a agosto para volver a subir en septiembre y bajar de nuevo de octubre a noviembre de 2016. En este punto las aguas tuvieron durante la campaña de riego una salinidad ligeramente mayor que la del agua de la ARJ para subir en octubre a 2,1 dS/m.

La Tabla 17 de esta memoria presenta valores de los *SDT* de aguas asociadas a los arrozales de la ARJ, situados entre la Acequia del Azarbe y el límite con los regados por la Acequia de Favara. Incluyen agua del Júcar en Tous, el de varias acequias de recorrido más corto que las que riegan los arrozales de Sollana y agua del lago en su punto de observación de la campaña de riego de 2016 más próximo a la desembocadura de las acequias (A1). Los datos de partida



también son los de la Comisaría de Aguas de la CHJ de la campaña de riego de 2016 multiplicados asimismo por el coeficiente *SDT/CE* de 0,70.

Fecha	SDT (g/L)							Lago A1
	Riego						Drenaje	
	Júcar	Acequia Azarbe	Acequia Foia	Acequia Font Nova	A Font de Mariano	Acequia Albal	Acequia Alcahecía	
05/2016	0,68	0,78	0,74	0,98	0,98	1,05	0,91	1,19
06/2016	0,67	0,74	0,71	1,19	0,98	0,74		1,40
07/2016	0,64	0,84	0,74	1,08	0,95	0,72	0,91	1,68
08/2016	0,62	0,79	0,76	0,69	1,19	0,77	0,91	1,68
09/2016	0,62	0,84	0,81	1,12	1,10	0,81	0,81	1,68
Campaña	0,65	0,80	0,75	1,01	1,04	0,82	0,89	1,53

Tabla 17. Sólidos disueltos totales (*SDT*) de las aguas de riego y drenaje en los arrozales de la ARJ, entre las acequias del Azarbe y de Albal, y del lago durante la campaña de riego de 2016

Los *SDT* de las aguas de riego de las acequias del Azarbe, Foia y Albal son algo más altos (promedios de 0,75 a 0,82 g/L) que los del agua del Júcar en Tous, pero inferiores a los de las aguas de las acequias de Cubella y Campets (promedios de 0,88 a 0,96 g/L). Es posible que sea debido a que recogen menos agua de drenaje por su menor longitud.

No es así en el caso de las aguas de las acequias Font Nova y Font de Mariano (1,03 g/L de promedio de *SDT*), quizá debido a entradas de aguas de "ullals" que son más salinas que el agua de la ARJ. No obstante, la salinidad de estas aguas de riego no excede el umbral de tolerancia del arroz porque no son reutilizadas al modo de los arrozales de Sueca.

Todas estas acequias aportaron al lago agua menos salina que la suya propia en el Punto A1 (1,53 g/L de promedio).

Las concentraciones de fósforo total de las aguas de estas acequias, cuyo desagüe pudiera afectar a la calidad en el área próxima al Punto A1, las muestra la Tabla 18.

Fecha	P (mg/L)							Lago A1
	Riego						Drenaje	
	Júcar	Acequia Azarbe	Acequia Foia	Acequia Font Nova	A Font de Mariano	Acequia Albal	Acequia Alcahecía	
05/2016		0,16	0,14	<0,05	0,18	0,16	0,14	0,36
06/2016	<0,05	0,13	0,10	<0,05	0,05	0,06		0,20
07/2016		0,12	0,11	<0,05	<0,05	0,09	0,11	<0,10
08/2016		0,10	0,11	<0,05	<0,05	0,10	0,10	<0,10
09/2016	<0,05	0,40	0,19	<0,05	<0,05	0,16	0,19	0,08
Campaña	<0,05		0,13	<0,05	0,07	0,11	0,14	

Tabla 18. Concentraciones de fósforo de las aguas de riego y drenaje en los arrozales de la ARJ, entre las acequias del Azarbe y de Albal, y del lago durante la campaña de riego de 2016

Los datos de esta tabla indican también que posiblemente las acequias Font Nova y Font de Mariano reciben aguas de “ullals”, por su muy bajo contenido en fósforo total (<0,05 mg/L) excepto en mayo de 2016 en esta última acequia. Aportan agua al lago con concentración más baja que la de esa masa de agua.

La variación de las concentraciones del resto de las acequias mencionadas en la Tabla 18 indica la contribución del riego y drenaje de los arrozales de junio a septiembre. No hay variación alguna en el tramo continuo de las acequias Azarbe y Alcahecía. El valor medio de las concentraciones de fósforo del agua de esas acequias durante este período central de la campaña de riego (0,10 mg/L de promedio con una variación de 0,02) es inferior al del mes de mayo (0,15 mg/L) y al de mes de septiembre (0,18 mg/L). El caso especial de la Acequia del Azarbe en este mes (0,4 mg/L) pudiera ser debido a un vertido de agua más rica en fósforo.

La variación de las concentraciones de fósforo del agua del lago en el punto A1 también señala la disminución significativa de la concentración del fósforo de julio a septiembre (<0,10 mg/L), en comparación con los 0,28 mg/L de media en mayo y junio.

Con la excepción de las aguas del Júcar y del lago, la Tabla 19 presenta para la misma campaña de riego las concentraciones de nitrógeno total de las aguas de las acequias asociadas a estos arrozales regados por la ARJ.

Fecha	N (mg/L)					
	Riego					Drenaje
	Acequia Azarbe	Acequia Foia	Acequia Font Nova	A Font de Mariano	Acequia Albal	Acequia Alcahecía
05/2016	2,7	5,8	16,0	16	18,0	3,5
06/2016	1,6	4,5	24,0	25	3,7	
07/2016	5,6	4,2	20,0	32	3,5	6,5
08/2016	2,5	6,5	3,2	32	4,9	6,6
09/2016	4,1	1,9	22,0	25	4,0	1,9

Tabla 19. Concentraciones de nitrógeno de las aguas de riego y drenaje en los arrozales de la ARJ, entre las acequias del Azarbe y de Albal, y del lago durante la campaña de riego de 2016

Las altas concentraciones de nitrógeno de las aguas de las acequias Font Nova y Font de Mariano vuelven a confirmar el aporte de agua subterránea rica en nitratos a estas acequias a través de “ullals”. La situación de los puntos de observación en estas acequias (6 y 8 de la red de la CHJ de 2016) en sus tramos más altos no ha permitido saber si el agua aportada al lago tuvo concentraciones más bajas. Es posible que así fuera debido a la absorción de nitrógeno por el arroz verificada por este estudio en otros arrozales.

La concentración de nitrógeno aumentó ligeramente en el tramo de la Acequia Azarbe a la Acequia de la Alcahecía y en el resto de las acequias consideradas en la Tabla 19 tuvo valores bastante similares en torno a un valor medio entre junio y agosto de 4,1 mg/L. Como en el caso de las acequias Font Nova y Font de Mariano, este dato medio procede de muestras de agua tomadas en el tramo alto de las acequias de la Foia y de Albal.

En resumen, en los arrozales regados con agua de la ARJ se distinguen aguas de diferente calidad según su origen:



CEDEX

Estudio de la afección del cultivo del arroz en la calidad del agua de la Albufera de Valencia

- a) Agua del Júcar procedente del azud de Antella algo menos salina que la derivada en el azud de Sueca, con baja concentración de fósforo total y de fosfatos. También de nitratos, especialmente a lo largo de la campaña de riego.
- b) Agua de las acequias de los arrozales de Sollana, con salinidad mayor que el agua de la ARJ, aumentando desde su cabecera a su tramo final próximo al lago con indicios de mezcla de agua de riego con agua de drenaje de los huertos y de los arrozales. Sin diferencias apreciables entre sus concentraciones de fósforo y las del agua de la ARJ durante la campaña de riego. Con concentración de nitratos menor que la del agua de la ARJ en julio y agosto, indicando absorción de nitratos por parte el arroz, pero con aumentos de esa concentración en septiembre quizá asociados al drenaje de la lámina de agua de los arrozales.
- c) Aguas de las acequias de los arrozales regados por la ARJ situados entre los de Sollana y los regados por la Acequia de Favara, con salinidad algo menor que en el agua de los de Sollana por quizá menor reúso del agua de riego por ser sus acequias más cortas, especialmente en sus tramos de marjal. Las concentraciones de fósforo total y de fosfatos fueron mayores que en el agua de las acequias anteriores, aunque descendieron de mayo a septiembre. Las concentraciones de nitratos y de nitrógeno total no mostraron tendencias tan definidas como en las aguas de las acequias de los arrozales de Sollana, posiblemente porque recibieron aportes puntuales de nitrógeno.
- d) El agua subterránea del acuífero superior en el piezómetro situado en el “tancat” contiguo al lago fue más salina que el agua de las acequias, con concentración de fósforo total menor en octubre que en agosto y septiembre, y distinta de nitrógeno total de agosto a octubre.
- e) El agua de las acequias, que reciben agua subterránea del acuífero inferior a través de “ullals”, fue más salina y con mayor concentración de nitrógeno total que la de la ARJ hasta agosto, posiblemente porque entonces la contribución de agua subterránea rica en nitratos fue menor. La concentración de fosfatos y fósforo total fue más baja que en las aguas de las otras acequias de estos arrozales que solamente reciben agua superficial indicando que el agua de “ullal” es pobre en fósforo.

4.5 CARACTERÍSTICAS DEL RIEGO Y DRENAJE DE LOS ARROZALES REGADOS POR LA ACEQUIA DE FAVARA

La Acequia de Favara riega 583 ha y un área de “tancats” de 120 ha con parte de la concesión anual de la Vega de Valencia (68 hm³). De los 22 hm³ que dispone anualmente 15 hm³ son para regar arrozales y el resto para huertas. El agua del lago complementa a la de la Acequia de Favara en el riego de los “tancats”. Dos pozos en Massanasa y otros tres en Catarroja complementan los recursos hídricos en años de escasez.

La Acequia de Favara recibe 1,3 m³/s tres días de cada cinco del río Turia con agua derivada en el azud de Casola. También recibe sobrantes de Quart-Benager-Faitanar y de 1 a 1,5 m³/s de aguas regeneradas de la EDAR de Quart-Benager y de la de Pinedo a través de la Acequia del Oro prolongada hasta el Puerto de Catarroja.

Este regadío está delimitado por la propia acequia y su continuación en la Acequia Nova que se prolonga por la Acequia de Rambleta que forma el límite con los regadíos de la ARJ. Por el norte la Acequia de la Senda de las Vacas termina en la Acequia del Oro, que junto a su prolongación en la Acequia de Ravisanxo forma el límite con las tierras regadas por la Acequia del Oro (Planos 1:10.000, 1 722 01-01 y 2 722 01-02).

De la Acequia de Favara derivan varias acequias que riegan huertas y atraviesan poblaciones. En la parte alta de la Acequia del Font de Fus, que discurre entre los municipios de Alfajar y

Massanassa, estuvo localizado el Punto 12 de la Comisaría de Aguas de la CHJ de control de la calidad del agua de marzo a noviembre de 2016 (Plano 1).

Las acequias de Fus, del Barranco del Poyo y de Puerto de Catarroja, tras regar los arrozales desaguan en el lago (Plano 1:10.000, 6 722 03-02). También ese barranco que atraviesa en toda su extensión este regadío.

4.6 CALIDAD DEL AGUA EN PUNTOS DE LOS ARROZALES REGADOS POR LA ACEQUIA DE FAVARA

La Tabla 3.19 del Anexo 3 muestra los datos de los indicadores de calidad del agua seleccionados en este estudio para la del río Turia en el azud de Casola (Quart de Poblet) durante 2016. Excepto el valor de noviembre, la *CE* del agua del Turia fue bastante constante a lo largo de 2016, con un valor medio de 1,1 dS/m durante la campaña de riego.

La concentración de fósforo total también fue bastante constante de mayo a septiembre con un valor medio de 0,14 mg/L. Subió en el otoño hasta alcanzar un valor medio de octubre a diciembre de 0,26 mg/L parecido al de enero de 2016 (0,28 mg/L). La concentración de nitratos mostró un valor medio mínimo de junio a octubre de 9,8 mg/L para subir a 20 mg/L de media en noviembre y diciembre, valor algo inferior a los 22 mg/L de enero de 2016. Desde este mes descendió a un valor medio de 13,8 mg/L de febrero a mayo.

La Tabla 3.20 del Anexo 3 muestra los resultados de los análisis de agua en el punto 12 (Plano 1). La *CE* del agua en esta acequia fue en la campaña de riego de 2016 ligeramente superior (1,33 dS/m) a la del agua del Turia que conduce la Acequia de Favara.

La concentración de fosfatos no fue constante en el periodo estudiado. De un valor medio de 0,55 mg/L en abril y mayo se duplicó a 1,10 mg/l en junio, para bajar a 0,14 en julio y volver a subir a un valor medio de 0,48 mg/L de agosto a octubre. En noviembre subió notablemente a 3,3 mg/L. El contenido de fosforo total solamente fue similar a la del agua del Turia en septiembre y octubre y más alto el resto de los meses con un valor máximo de 1,5 mg/L en noviembre, muy por encima del valor del agua del Turia ese mes (0,34 mg/L).

La concentración de nitratos bajó durante la campaña de riego de 52 mg/L en marzo a una media de 14 mg/L entre mayo y julio, para volver a subir en agosto a 53 mg/L y estabilizarse en septiembre y octubre en torno a 20 mg/L, valor entonces similar a la del agua del Turia en noviembre de 2016. La subida de las concentraciones de fósforo y nitrógeno total en noviembre va asociada también a una elevación del contenido de materia orgánica, que pudiera deberse a lluvias extremas cuyas escorrentías desbordan la capacidad de las depuradoras.

El Punto 10, cuyos resultados de análisis de agua de marzo a noviembre de 2016 muestra la Tabla 3.21 del Anexo 3, estuvo situado en el tramo alto de la Acequia del Puerto de Catarroja en plena zona de arrozales (Plano 1). En este puerto de pequeñas embarcaciones llega agua del lago, aunque no siempre en verano. Entonces recibe aguas del Turia de la concesión asignada. El diferente origen del agua explica la variabilidad de los datos de *CE* de la Tabla 3.21. Solamente en octubre de 2016 los valores de la *CE* fueron similares en este Punto 10 y en el agua del Turia, pero el resto del año el agua de la acequia fue más salina que el agua del río. Durante los meses de junio y agosto de 2016 la *CE* del agua en el Puerto de Catarroja fue algo más alta que la del agua del lago mientras que en julio y septiembre fue más baja.

La concentración de fósforo total disminuyó notablemente en el período de mayo a agosto desde 0,9 mg/L en abril de 2016 a una media de 0,21 mg/L en esos meses. Subió notablemente en septiembre hasta 0,63 mg/L por una subida también relevante del contenido de fosfatos hasta



1,3 mg/L. La concentración de nitratos también bajó de junio a agosto (< 0,2 mg/L) respecto a la media de marzo a mayo (17,7 mg/L) para subir de nuevo en septiembre a 6 mg/L.

Los datos de la Tabla 20 muestran los *SDT* y las concentraciones de fósforo y nitrógeno de las aguas que riegan el tramo alto de los arrozales de este regadío (Acequia del Camino de Fus) y las del agua del Puerto de Catarroja. Asimismo, las del agua del propio lago con excepción de la concentración de nitrógeno. También se han transformado los datos de *CE* de la campaña de riego de 2016 a *SDT* para un coeficiente *SDT/CE* de 0,70.

Fecha	SDT (g/L)			P (mg/L)			N (mg/L)	
	A Camino de Fus	Puerto Catarroja	Lago B2	A Camino de Fus	Puerto Catarroja	Lago B2	A Camino de Fus	Puerto Catarroja
05/2016	0,91	1,33	1,19	0,25	0,16	0,31	3,00	5,6
06/2016	1,02	1,95	1,33	0,42	0,22	0,18	6,10	1,8
07/2016	0,84	0,91	1,61	0,20	0,21	<0,10	4,10	1,5
08/2016	1,03	1,74	1,68	0,18	0,26	<0,10	13,00	1,3
09/2016	0,84	0,67	1,61	0,24	0,63	0,07	5,30	4,4
Campaña	0,93		1,48					

Tabla 20. Sólidos disueltos totales (*SDT*) y concentraciones de fósforo y nitrógeno de las aguas de riego en los arrozales del regadío de la Acequia de Favara y del lago durante la campaña de riego de 2016

Persiste la misma dificultad que en el caso de los arrozales regados con agua de la ARJ: los dos puntos de observación de la red de la CHJ de 2016 también están situados en el tramo alto de las dos acequias. Por ello, no es posible saber las concentraciones de las aguas en la desembocadura de las acequias en el lago.

La concentración de sales, en términos de *SDT*, del agua de la Acequia del Camino de Fus (0,93 g/L de promedio) es ligeramente superior a la de su vecina la Acequia de Albal (0,82 g/L). Es agua menos salina que la del lago cuya influencia se nota en los *SDT* del agua del Puerto de Catarroja, los cuales variaron cada mes según el régimen de aportación de agua del lago.

Las concentraciones de fósforo total fueron más altas de junio a septiembre en el agua de las dos acequias que en la del agua del lago. Fueron también más altas que las concentraciones de las aguas de las acequias derivadas de la ARJ (Tablas 15 y 18). Tienen mayor semejanza a las del agua de El Saler en el regadío de la Acequia del Oro (Tabla 21). Los valores más altos en algunos meses de la campaña de riego de 2016 indican aportes temporales de aguas más ricas en fósforo.

De junio a septiembre de 2016 las concentraciones de fósforo de las aguas de estas dos acequias fueron mayores que las de las aguas del lago. Este hecho parece señalar que en la desembocadura de las acequias la concentración hubiera sido menor que en su tramo alto, por efecto de la absorción de fósforo por parte del arroz.

Las concentraciones de nitrógeno total del agua de la Acequia del Camino de Fus fueron algo más altas que las de las aguas de la Acequia de Albal (Tabla 19), con una subida en agosto y algo menores que las de las aguas de la Acequia del Oro en los mismos meses (Tabla 21). Las de las aguas del Puerto de Catarroja de junio a agosto de 2016 fueron más semejantes a las concentraciones de las aguas de El Saler y del Escorredor de Romero en esos meses (Tabla 21), con valores que podrían corresponder a los del agua del lago. Es posible, por tanto, que la absorción de nitrógeno por el arroz sea similar a la observada en los arrozales del regadío de la Acequia del Oro.

Los datos de la Acequia del Camino de Fus (Tabla 20) muestran que su agua es de peor calidad que la de la ARJ. Posiblemente recibe esta acequia en alguno de sus tramos agua regenerada. La circulación de estas aguas por los arrozales de este regadío de Favara pudiera tener los efectos favorables descritos para los arrozales regados con agua de la Acequia del Oro. Es algo que debiera comprobarse en una futura campaña de riego, analizando muestras de aguas tomadas en las desembocaduras de las acequias que procedentes de estos arrozales desaguan en el lago de la Albufera.

Resumiendo, tres tipos de agua pueden distinguirse en este regadío:

- a) Agua de la Acequia de Favara derivada del Turia en el azud de Casola, durante la campaña de riego ligeramente más salina que el agua del Júcar en el azud de Sueca y más rica en fósforo.
- b) El agua de la única muestra tomada en una acequia con agua derivada de la principal tuvo una salinidad mayor que la del Turia y una concentración de fosfatos variable, pero con fósforo total también más alto que el agua del río. Menor concentración de nitratos de mayo a julio que en marzo y agosto.
- c) Agua de origen variable o bien de la Acequia de Favara o con mezcla de la del lago con salinidad variable y menores concentraciones de fósforo y de nitratos de mayo a agosto que en abril y septiembre.

4.7 CARACTERÍSTICAS DEL RIEGO Y DRENAJE DE LOS ARROZALES REGADOS POR LA ACEQUIA DEL ORO

En la cabecera de este regadío la Acequia del Oro recibe agua regenerada de la EDAR de Pinedo. Riega 1.136 hectáreas delimitadas por la propia acequia y su continuación en la Acequia de Ravisanxo, que es el límite con las tierras regadas por la Acequia de Favara, por la CV-500 y a partir de El Saler por la Acequia de Pechinar.

Del total de tierras regadas 1.068 hectáreas son arrozales y aproximadamente 68 son huertas. Desaguan estas tierras por gravedad hasta el límite con los "tancats", cuya superficie de unas 350 hectáreas es regada con agua del lago y su agua de drenaje bombeada a las acequias.

La Comunidad de Regantes del Canal de Riego del Río Turia (CRCRRT), que opera este regadío, tiene una concesión anual de la CHJ de 32,2 hm³. Este volumen debe proceder prioritariamente de la EDAR de Pinedo, pudiendo ser completado con caudales de la toma autorizada del Turia en caso de fallo de la EDAR o baja calidad de su agua. Durante la campaña de riego de 2016 regó en mayo con agua del Turia por fallo de la EDAR de Pinedo y de junio a agosto con agua regenerada.

De la Acequia del Oro derivan las acequias del Pechinar, Vall, Tremolar, Nova y Ravisanxo (Plano 1:10.000, 2 722 01-02). Las acequias del Vall y del Pechinar confluyen en la del Tremolar, pero no vierten a esta por estar cerrado su acceso mediante compuertas (Plano 1:10.000, 4 722 02-02). La del Pechinar dispone de un motor en su parte final y puede bombear el agua sobrante a la Acequia del Tremolar o bien pasarla a la Acequia del Rudero y de esta a través del motor de El Saler bombearla a la Carrera del Saler que está abierta al lago.

Las acequias del Tremolar y Ravisanxo también están abiertas al lago (Plano 1:10.000, 6 722 03-02). Esta última recoge los desagües de Favara, pasándolos por debajo de la acequia del Oro, que es la que le suministra el agua de riego.

El Escorredor de Romero nace a mitad del área regable como pequeño desagüe que capta agua de drenaje. Discurre entre la Acequia Nova y el Escorredor Fondo y se convierte en una acequia de riego en su parte final (Plano 1:10.000, 6 722 03-02).



El Escorredor de Fondo es el desagüe principal de este regadío. Comienza también en la Acequia del Oro, aunque al ser un desagüe no recibe agua de riego (Plano 1:10.000, 4 722 02-02). Durante su trayecto hasta el lago recoge todas las aguas de escorrentía de la zona de Alfafar y las lleva hasta el motor situado en su final donde son bombeadas al lago (Plano 1:10.000, 6 722 03-02).

4.8 CALIDAD DEL AGUA EN PUNTOS DE LOS ARROZALES REGADOS POR LA ACEQUIA DEL ORO

La concentración de fósforo en el agua del Punto 15 (Plano 1), que estuvo situado en la Acequia del Oro donde recibe el efluente de agua regenerada de la EDAR de Pinedo, aumentó a partir de junio de 2016 (Tabla 3.22 del Anexo 3).

El agua en este punto mostró una concentración mínima de fósforo total de 0,13 mg/L en mayo similar a la del agua del Turia. A partir de junio ascendió a un valor máximo de 0,54 mg/L para mantener en julio y agosto un valor medio de 0,33 mg/L, por debajo del umbral máximo permisible considerado entre 0,5 y 0,6 mg/L. El contenido de fosfatos siguió la misma tendencia. Durante la campaña de riego la concentración de nitratos se mantuvo bastante constante en torno a 27 mg/L, valor superior a la del agua del Turia durante ese periodo.

Los análisis del agua en el punto 13 situado en el tramo medio de la Acequia de Ravisanxo (Plano 1) indican un deterioro de la calidad del agua de la Acequia del Oro. El agua fue más salina que el agua del río con valores de la *CE* media del agua de mayo a agosto respectivamente de 1,6 y 1,1 dS/m (Tabla 3.23 del Anexo 3).

En marzo de 2016 la concentración de fósforo total en esta agua (0,80 mg/L) era muy superior a la del agua del Turia ese mes (0,09 mg/L). En mayo aumentó a 0,55 mg/L y de junio a agosto se mantuvo a niveles de la concentración media de la Acequia del Oro (0,39 mg/L) para subir de nuevo en septiembre por encima del umbral de 0,6 mg/L (0,71 mg/L). La concentración de nitratos del agua de esta acequia fue más o menos similar a la del agua del río en marzo de 2016, muy dispar de mayo a julio y más constante tanto en el período de agosto a septiembre (14 mg/L) como en el de octubre a noviembre (19 mg/L). Estos datos indican que la Acequia de Ravisanxo recoge vertidos de origen urbano e industrial.

La Tabla 3.24 del Anexo 3 muestra los resultados de los análisis del agua en el Punto 14 que estuvo situado en el tramo medio de la Acequia Nova de Alfafar (Plano 1). La concentración de fósforo total del agua de esta acequia en el Punto 14 difiere de la concentración del agua de la Acequia del Oro. De mayo a junio de 2016 tuvo un valor medio de 0,27 mg/L. En septiembre de este año subió a 1,6 mg/L para volver a bajar a 0,35 mg/L en octubre y noviembre. También difiere el contenido de nitratos en el agua que en este caso fue inferior al de la Acequia del Oro durante la campaña de riego de 2016 (menos de 2,5 mg/L). Estas concentraciones de fósforo total y nitratos pudieran deberse al aporte de agua que recibe esta acequia desde el regadío de Favara.

El punto 24 estuvo situado en el Escorredor Fondo (Plano 1), que recoge agua de drenaje de las parcelas regadas por la Acequia de Ravisanxo. Los resultados de los análisis de sus muestras de agua los muestra la Tabla 3.25 del Anexo 3. La concentración de fósforo total fue diferente cada mes en el agua de esta acequia a lo largo de 2016 y no es comparable con la de la acequia de Ravisanxo. El contenido de nitratos fue bajo de mayo a agosto de 2016 (4,1 mg/L de media) para subir a 18 mg/L en septiembre y mantenerse en 47 mg/L en octubre-noviembre. Estos valores sugieren la entrada en El Escorredor de agua rica en nitratos durante el otoño procedente del regadío de Favara. También la absorción de nitratos disueltos en el agua de riego por parte del arroz.

El bombeo de El Saler, donde está situado el Punto 22, eleva agua de drenaje de las tierras regadas con agua de la Acequia del Oro conducidas a través de la Acequia de Pechinar (Plano 1). La Tabla 3.26 del Anexo 3 muestra los resultados de los análisis de las aguas tomadas en este punto por la Comisaría de Aguas de la CHJ durante 2016. De mayo a agosto de 2016 la concentración media de fósforo total en el agua bombeada (0,19 mg/L) fue menor que la de la Acequia del Oro. Subió en septiembre a 0,41 mg/L para mantenerse en torno a 0,20 mg/L en octubre y noviembre. La concentración de nitratos de mayo a agosto (< 2,4 mg/L) fue sensiblemente inferior a la del agua de la Acequia del Oro (27 mg/L). En noviembre fue bastante similar. Estos resultados vuelven a sugerir la absorción de fósforo y nitratos por parte del arroz hasta su recolección.

La comparación de las tablas 3.25 y 3.27 del Anexo 3 indican la variación de la calidad del agua de mayo a octubre de 2016 en el tramo final del Escorredor Fondo hasta el bombeo del agua en el lago (Punto 23, Plano 1). El contenido de fósforo total bajó de junio a octubre de 2016 respecto al de mayo (0,58 mg/L). De 0,23 mg/L en junio a un mínimo de 0,11 mg/L en julio para mantener un valor medio de 0,23 mg/L de agosto a octubre. El contenido de nitratos fue muy bajo (< 2,2 mg/L) durante todos los meses con la excepción de septiembre (8 mg/L). Estos datos difieren de los del mismo cauce aguas arriba e indican el efecto del riego de los "tancats" con agua del lago.

La Tabla 3.28 del Anexo 3 muestra los resultados de los análisis de las aguas tomadas en el punto 25 durante 2016. Este punto está situado en el bombeo del agua del Escorredor de Romero al lago. Los datos de esta tabla en la campaña de riego de 2016 son muy parecidos a los de la Tabla 3.27 del mismo anexo en lo que se refiere a concentraciones de fósforo y nitrógeno. Ambos reflejan las características del agua de drenaje de los arrozales regados con el agua del lago.

La Tabla 21 de esta memoria sirve para comparar las concentraciones de fósforo y nitrógeno del agua en este regadío asociadas a sus arrozales durante la campaña de 2016.

Las concentraciones de nitrógeno de las aguas en El Saler y en la desembocadura del Escorredor de Romero (Tabla 21) fueron muy similares de junio a agosto de 2016, cuando el primero recibe agua de drenaje de los arrozales regados con el efluente del EDAR de Pinedo y el segundo agua de drenaje de los arrozales regados con agua del lago. Por ello, la capacidad de absorción de nitrógeno por el arroz parece similar en ambos casos. Respecto al fósforo hay algunas diferencias, pero no son significativas.

Fecha	P total (mg/l)				N total (mg/l)		
	A Oro	El Saler	E Romero	Lago A2	A Oro	El Saler	E Romero
05/2016	0,13	0,18	0,27	0,30	7,1	2,2	2,7
06/2016	0,54	0,22	0,24	0,18	5,8	1,4	1,4
07/2016	0,33	0,14	0,18	0,12	8,0	1,4	1,5
08/2016	0,31	0,23	0,13	<0,10	8,0	1,4	1,3
09/2016		0,41	0,23	0,09		4,5	3,5

Tabla 21. Concentraciones de fósforo y nitrógeno de las aguas de riego, drenaje y del lago en el regadío de la Acequia del Oro durante la campaña de riego de 2016

Por tanto, cabe esperar que la contribución productiva y medioambiental del riego y drenaje de los arrozales regados con el agua del lago sea similar a la de los arrozales regados con agua de la Acequia del Oro.



CEDEX

Estudio de la afección del cultivo del arroz en la calidad del agua de la Albufera de Valencia

En síntesis, cabe distinguir en estos arrozales regados por la Acequia del Oro con agua regenerada los siguientes tipos de aguas:

- a) Agua regenerada procedente de la EDAR de Pinedo con concentración de fósforo total y fosfatos muy superior a la del agua del Júcar, aunque por debajo del umbral máximo permisible en aguas regeneradas y también mayor concentración de nitratos.
- b) Aguas de las acequias que desaguan al lago a través del bombeo de El Saler, con concentraciones de fósforo y de nitratos de mayo a agosto menores que la del agua regenerada, indicando absorción de estos nutrientes por el arroz.
- c) Aguas de acequias que recogen aportes de las áreas regadas por la Acequia de Favara, con concentración de fósforo total de junio a agosto parecida a la de la Acequia del Oro, pero con concentración de nitratos muy dispar de mayo a julio y más constante de agosto a septiembre. Sin embargo, el agua de drenaje tuvo menor concentración de nitratos y de fósforo total posiblemente por absorción del arroz.
- d) Aguas de las acequias con niveles como los del lago, con concentraciones de fósforo total similares en julio a las del lago, pero superiores de mayo a junio y también en agosto.

4.9 CONCLUSIONES SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA EN 2016

Cabe concluir que los arrozales de los dos regadíos que usan agua del Júcar dispusieron en 2016 de agua de buena calidad para el riego del arroz, con concentraciones de nitrógeno y fósforo totales bajas durante toda la campaña.

El agua que llegó al lago fue más salina que la del Júcar por recoger agua de drenaje superficial de los arrozales de Sueca y de Sollana, pero con concentraciones de fósforo total también bajas en la campaña de riego. En julio y agosto la concentración de nitratos fue más baja que la del agua de riego indicando su absorción por el arroz. Sin embargo, el agua procedente de los arrozales situados entre los de Sollana y los de Favara fue menos salina por ser menos reutilizada pero sus concentraciones de fósforo total y de fosfatos fueron mayores. Las de nitratos y de nitrógeno total fueron más variables porque posiblemente recibieron aportes puntuales de nitrógeno.

El agua del acuífero superior en estos arrozales tuvo baja salinidad durante la campaña de riego del arroz, pero aumentando en la proximidad del lago y con concentraciones de fósforo total y nitratos ligeramente superiores a las de las acequias. La de los "ullals" fue más salina y rica en nitratos, pero su concentración de fósforo total fue también baja.

El agua del Turia durante la campaña de riego de 2016 fue ligeramente más salina que el agua del Júcar y más rica en fósforo.

Las aguas de las acequias que recogen aportes de las áreas regadas por la Acequia de Favara tuvieron una concentración de fósforo total de junio a agosto parecida a la de la Acequia del Oro y una concentración de nitratos muy dispar de mayo a julio, pero más constante de agosto a septiembre.

El agua regenerada en la EDAR de Pinedo tuvo mayor concentración de nitratos y de fósforo total y fosfatos que la del Turia, pero por debajo del umbral máximo permisible en este tipo de aguas. Parte de los nutrientes aportados por el agua regenerada en los arrozales regados por la Acequia del Oro fueron absorbidos por el arroz en esta campaña de riego.

Las aguas de las acequias con niveles como los del lago tuvieron concentraciones de fósforo total similares en julio a las del lago, pero superiores de mayo a junio y también en agosto.

5 BALANCES DE AGUA EN ARROZALES SELECCIONADOS EN LA CAMPAÑA DE RIEGO DE 2017

5.1 CONSIDERACIONES PREVIAS

Los balances de agua son previos a los de sales, fósforo y nitratos y se han elaborado en distintos períodos del riego de los arrozales durante la campaña de 2017, delimitadas por las fechas de aforos de caudales de riego y toma de muestras de agua.

El primero entre el 15 de junio y el 12 de julio durante el crecimiento y ahijado del arroz, con caudales de riego variables y con riego interrumpido durante dos períodos de unos 5 días para tratamientos del cultivo. El segundo hasta el 27 de julio, fecha en que el arroz suele iniciar su espigado y otras dos, respectivamente hasta el 18 y 31 de agosto, en pleno espigado y posterior formación del grano, en las que los regantes aplican caudales de riego más constantes. El último durante la maduración del grano del 1 al 14 de septiembre.

Estos balances hubieran sido factibles en áreas hidráulicamente independientes de los cuatro regadíos asociados al lago de la Albufera, en las que durante la campaña de riego de los arrozales de 2017 hubieran podido determinarse las entradas y salidas de agua.

Con objeto de identificar y delimitar estas áreas, técnicos de la CHJ, del CEDEX y de las comunidades de regantes respectivas visitaron los arrozales de los cuatro regadíos el 27 y 28 de abril de 2017. Como resultado de esa visita fueron seleccionadas dos áreas, una en los arrozales de Sueca y otra en los regados por la Acequia del Oro. También fueron identificadas dos áreas en los arrozales regados por la ARJ, las de Sollana y Albal, que precisaron de trabajos posteriores para determinar su idoneidad para hacer este tipo de balances. Resultó extremadamente difícil elegir un área apropiada para elaborar balances de agua en los arrozales regados por la Acequia de Favara.

5.2 ÁREA SELECCIONADA EN LOS ARROZALES DE SUECA

Los arrozales de Sueca son muy idóneos para establecer balances de los tres indicadores de la calidad del agua seleccionados en este estudio, porque de los cuatro regadíos asociados al lago es el que tiene menos influencia de núcleos urbanos.

La opción más factible para elaborar los balances de agua, identificada primeramente y delimitada en los planos a escala 1:10.000 mencionados en el Apartado 4.1, fue la parte de arrozales cuyos retornos son bombeados a la Carrera de La Reina, quedando excluidos los arrozales de los "tancats" regados con agua de esa acequia y con otras que toman agua del lago. Es el área regada desde la margen derecha de la Acequia de la Dreta hasta la regada desde la margen izquierda de El Sequial, en principio a partir del tramo superior de la Acequia de la Dreta que recoge el agua de drenaje de los huertos bajo riego.

En el reconocimiento del 27 de abril de 2017 quedó descartada esta zona porque no era factible determinar los caudales de drenaje evacuados en todas las casas de bombas situadas en la margen izquierda de la Carrera, desde la salida de la Acequia de la Lotería en la proximidad de El Perelló al bombeo de la Acequia de Benifaió.

Por ello, fue elegida un área más pequeña, de aproximadamente 460 hectáreas, dentro de la zona seleccionada preliminarmente. Es la que desagua en la Carrera de la Reina por medio de las dos bombas de Malvinar y queda delimitada por la Acequia Canal, la Acequia de la Llosa y la Carrera de la Reina. La muestra la Figura 14 obtenida del Plano a escala 1:50.000 que incluye toda la zona estudiada (Plano 2 722 1-1).

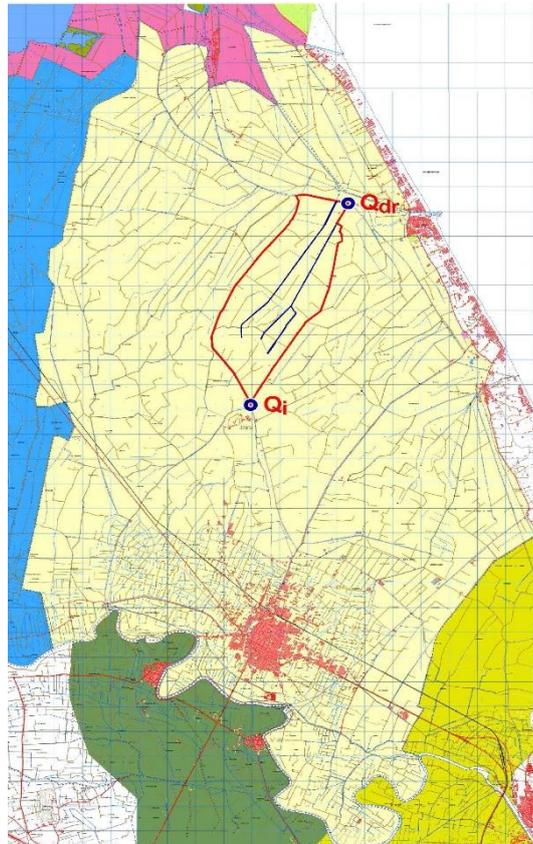


Figura 14. Situación del área de Malvinar en los arrozales de Sueca

Riegan el área seleccionada las acequias secundarias derivadas de la margen derecha de la Acequia Canal y de la margen izquierda de la Acequia de la Llosa. Es drenada por la Escorrentía de Sisteró y la Acequia Nova de Malvinar que terminan en la casa de bombas de Malvinar. Desde aquí desagua a la Carrera de la Reina mediante dos bombas, con caudales nominales de 2,5 y 1,67 m³/s, que funcionan discontinuamente accionadas por boyas todos los días durante la campaña de riego de los arrozales.

5.3 ÁREAS RECONOCIDAS EN LOS ARROZALES REGADOS POR LA ACEQUIA REAL DEL JÚCAR

En el reconocimiento del 27 de abril de 2017, el técnico de la comunidad de regantes identificó un área delimitada por la Acequia de Pineda hasta su confluencia con la Acequia de Obera y por la Acequia de la Dreta. Esta área cierra por el sur con la Acequia del Azarbe de Sollana. Tiene una superficie de unas 830 hectáreas si se incluyen las zonas de huertos propuestas por la comunidad de regantes y unas 550 de arrozal (Figura 15, del Plano 1:50.000, 2 722 1-1).

Las acequias de Sollana, Pineda, Dreta, Ullal y el Escorredero, de las que deriva la Acequia de Cubella, riegan esta área que es drenada por dos escorrederos (sin identificar sus nombres en el Plano 1:10.000, 11 747 05-02) que terminan en las acequias de la Dreta y de Pineda. Su desagüe es por las acequias de Obera y Dreta en los puntos 19 y 18 de la red de control de la calidad de las aguas de la Comisaría de Aguas de la CHJ (2016).

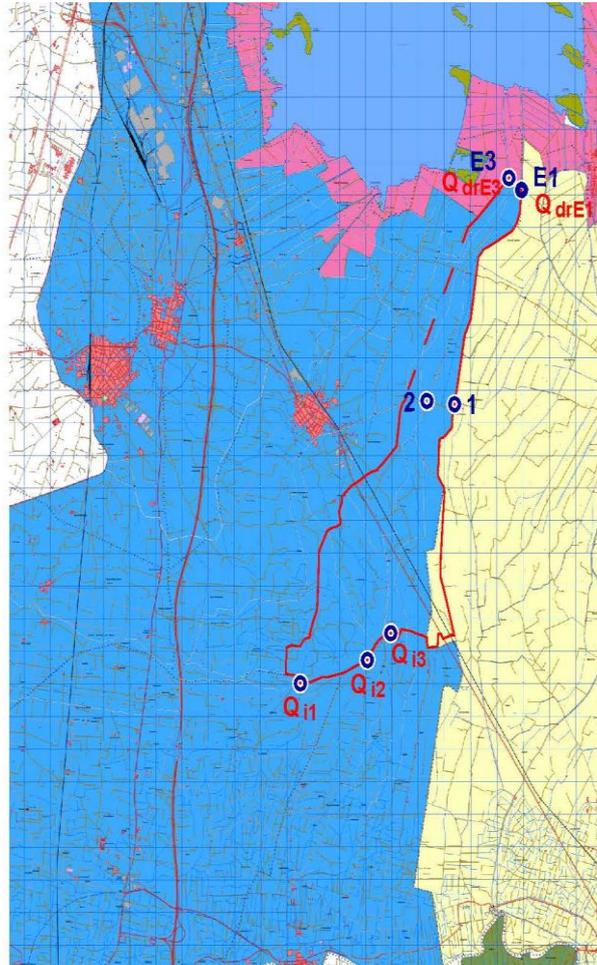


Figura 15. Situación del área de Sollana en los arrozales regados por la ARJ

El aforo de caudales de riego en la derivación de las acequias de Pineda, del Barranco, del Azarbe de Sollana a la entrada del área y de las acequias del Ullal y del Escorridor resultó complicado de hacer en la campaña de riego de 2017. Tampoco era fácil el aforo de los caudales de agua de drenaje en los puntos 19 y 18 de las acequias de Obera y Dreta. Por ello, tampoco fue seleccionada esta área para elaborar balances de agua, de sales y de fósforo y nitrógeno en la campaña de riego de los arrozales de 2017.

La otra área identificada de arrozales regados por la ARJ fue la delimitada por la Acequia de Albal que aporta el agua de riego y por el Brac del Vicari, que recoge el agua de drenaje hasta su desembocadura en el lago (Figura 16, Plano 1:50.000, 2 722 1-1).



CEDEX



Figura 16. Situación del área de Albal en los arrozales de la ARJ

El aforo de caudales en Font d'Albal y Brac de la Palmera presentó dificultades. También los de la Acequia de Albal y en el Brac del Vicari. Estas dificultades y la pequeña extensión de esta área, estimada en unas 90 hectáreas, descartaron también elaborar balances durante la campaña de 2017.

5.4 ÁREA SELECCIONADA EN LOS ARROZALES REGADOS POR LA ACEQUIA DEL ORO

El 28 de abril de 2017 en el regadío de la Acequia del Oro se identificaron dos zonas. La primera delimitada por las acequias del Oro, Tremolar y del Rey y la segunda por la Acequia de la Dehesa y el límite del área regada (Figura 17, Plano 1:50.000, 2 722 1-1). En conjunto las dos zonas tienen una superficie de unas 570 hectáreas, 520 de arrozal y 50 de huerta.

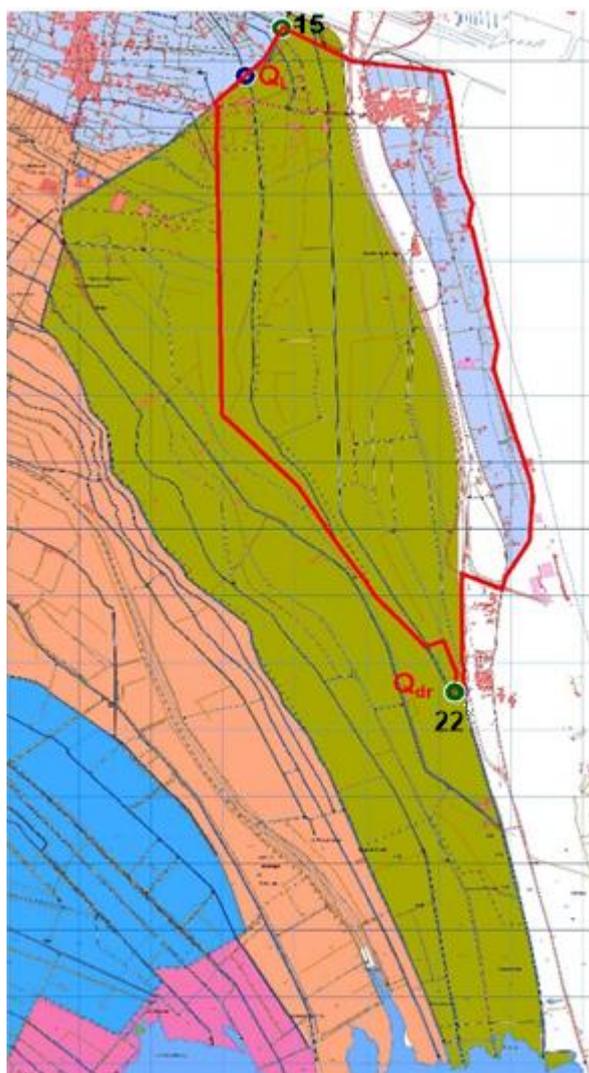


Figura 17. Situación del área de El Saler en los arrozales de la Acequia del Oro

La primera zona la riegan las acequias del Vall y del Rey y la segunda las acequias de la Dehesa y Montañar. Es drenada por las acequias de Tremolar y Pechinar, que confluyen antes de llegar a la casa de bombas de El Saler, donde también llega el agua de drenaje de la segunda área tras atravesar dos desagües la carretera CV-500.

Las dos zonas que constituyen el área seleccionada desaguan por bombeo desde El Saler a la Acequia de Pechinar, que tiene los niveles de agua del lago, mediante dos bombas con caudales nominales de 1,1 y 0,6 m³/s. La primera funciona discontinuamente accionada por boyas todos los días de la campaña de riego de los arrozales y la segunda lo hace excepcionalmente. La CRCRRT registra los tiempos de funcionamiento de cada una de las bombas mediante horómetros.

5.5 ECUACIÓN GENERAL DEL BALANCE DE AGUA

En la ecuación general del balance en un arrozal las entradas de agua son por precipitación, riego y en algunos casos por filtraciones, bien de cursos de agua, de acuíferos más profundos que el freático con nivel piezométrico por encima del freático o de ambos orígenes. Las salidas de agua son por consumo del arroz y por evacuación del agua de drenaje.



CEDEX

Estudio de la afección del cultivo del arroz en la calidad del agua de la Albufera de Valencia

En suelos saturados de agua tras el llenado de los arrozales, las diferencias entre las entradas de agua y sus salidas marcan la variación del nivel de la lámina de agua sobre el terreno. En cada uno de los períodos considerados la ecuación del balance de agua es:

$$P_e + I + F = ET_c + Dr + \Delta h \quad (1)$$

Siendo:

P_e = precipitación efectiva estimada a partir de la precipitación registrada (mm).

I = lámina de agua de riego aplicada (mm).

F = filtraciones de agua (mm).

ET_c = consumo de agua del arroz (mm).

Dr = lámina de agua de drenaje evacuada (mm).

Δh = variación de altura de la lámina de agua en el arrozal (mm).

Los balances de agua en cada una de los períodos se han considerado fiables si las entradas de agua menos las salidas resultan en variaciones de las láminas de agua en los arrozales que se correspondan con las observaciones realizadas al comienzo y al final de cada período.

5.6 BALANCES DE AGUA EN EL ÁREA DE EL SALER

El balance completo de agua en el área de El Saler ha sido estimado para la campaña de riego de sus arrozales desde el 12 de mayo de 2017, fecha en que la comunidad de regantes comenzó a anotar las horas de funcionamiento de la bomba de El Saler, hasta el 14 de septiembre que fue la fecha en la que la Comisaría de Aguas de la CHJ tomó los últimos datos de campo.

El suministro de agua de riego comenzó el 18 de mayo, con dos cortes para tratar el arroz, respectivamente del 6 al 10 de junio y del 7 al 11 de julio. A partir del 12 de julio tanto el riego como el drenaje funcionaron en régimen permanente con apenas variación de la altura de la lámina de agua sobre el terreno. La CRCRRT cortó el suministro de agua de riego a los arrozales el 12 de septiembre.

El balance de agua se ha elaborado con la Ecuación 1 para el período mencionado de 126 días. A continuación, se describen los distintos términos aplicados a esta ecuación, en parte determinados y en parte estimados considerando que no hay aporte de agua de filtración.

En este caso, la **lluvia efectiva** se ha estimado a partir de las precipitaciones (P en mm) diarias registradas en la estación meteorológica de Valencia de la AEMET de mayo a septiembre de 2017 (Tabla 4.1 del Anexo 4) y la relación P_e/P de los datos de la estación meteorológica del Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA) de Picassent, cuyos datos diarios de P , P_{ef} y ET_0 del 12 de mayo al 18 de septiembre de 2017 están incluidos en las tablas 4.5 a 4.7 del Anexo 4. La precipitación efectiva estimada para el período considerado fue 45,5 mm (Tabla 25 de esta memoria).

Una primera opción para estimar las **entradas de agua de riego** en esta área ha sido determinar los caudales específicos de riego del arroz y de la huerta a partir de datos medios mensuales proporcionados por la CRCRRT de consumo de agua en el regadío de la Acequia del Oro. La Tabla 6.1 del Anexo 6 recoge los consumos medios de agua de los arrozales y de la huerta durante la campaña de riego y también los de la inundación otoñal, así como el consumo de la huerta en otoño e invierno.

A partir de estos datos, la Tabla 6.2 del Anexo 6 incluye los cálculos de los caudales específicos medios de riego de los arrozales de abril a agosto. Las tablas 6.3 y 6.4 del mismo anexo presentan los cálculos respectivamente para la inundación otoñal y el riego de la huerta.

La Tabla 22 de esta memoria muestra los caudales específicos medios mensuales de riego de las tierras regadas por la Acequia del Oro calculados para la campaña de riego de los arrozales.

Mes	Arrozales			Huerta			Consumo total m ³
	m ³	m ³ /ha	Ls ⁻¹ ha ⁻¹	m ³	m ³ /ha	Ls ⁻¹ ha ⁻¹	
Abril	2.926.050	2.739	1,06	45.348	663	0,26	2.971.398
Mayo	6.047.170	5.661	2,11	79.661	1.164	0,43	6.126.831
Junio	2.926.050	2.739	1,06	92.963	1.359	0,52	3.019.013
Julio	6.047.170	5.661	2,11	160.103	2.340	0,87	6.207.273
Agosto	6.047.170	5.661	2,11	146.045	2.135	0,80	6.193.215
Septiembre	0	0	1,06	103.544	1.513	0,58	103.544
Campaña de riego	23.993.610	22.462		627.664	9.176		24.621.274

Tabla 22. Coeficientes específicos medios de riego de arrozales y huerta en el regadío de la Acequia del Oro durante la campaña de riego de los arrozales

El caudal específico medio de riego del arroz de mayo a agosto fue 2,11 Ls⁻¹ha⁻¹, excepto el mes de junio donde se redujo para dar tratamientos al arroz. El de riego de las huertas fue variable con valores máximos en julio y agosto.

Las entradas de agua de riego en esta área se han determinado a partir de los datos de caudales de la Acequia del Oro en su cabecera proporcionados a la CHJ por la EDAR de Pinedo. A estos caudales se han descontado los caudales que continúan por esa acequia tras la toma de la Acequia del Vall, con objeto de determinar los que riegan el área seleccionada. Los caudales a descontar han sido aforados por la Comisaría de Aguas de la CHJ en el Punto 3 (Figura 18) en los días mencionados en el apartado de consideraciones previas (Apartado 5.1).

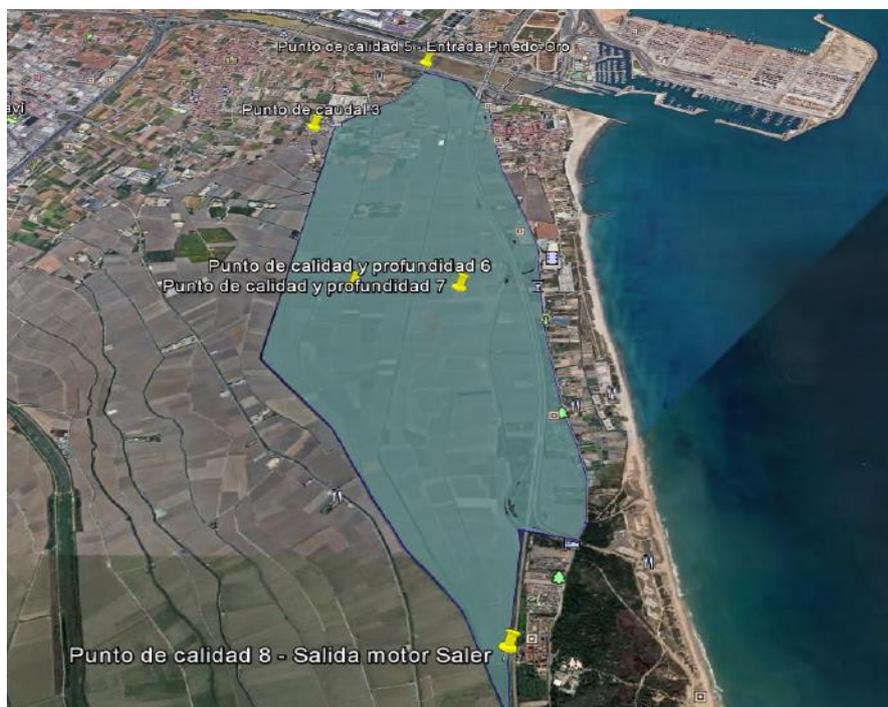


Figura 18. Puntos de entrada de agua de riego y de salida de agua de drenaje de los arrozales regados por la Acequia del Oro en el área de El Saler

Los caudales de la Acequia del Oro, los aforados en el Punto 3 y los resultantes que riegan el área de El Saler los muestra la Tabla 7.1 del Anexo 7. En esta misma tabla se han calculado los



caudales que han regado los arrozales del área de El Saler, descontando los caudales derivados para el riego de las huertas de esta área.

La Tabla 23 de esta memoria muestra los resultados de estos cálculos a los que se han añadido los caudales específicos de riego con objeto de contrastarlos con los de la Tabla 22.

	Q de Pinedo a la A. del Oro	Q aforado en el punto 3	Q de la A. del Oro al área de El Saler	Q de la A. del Oro al área de huerta de El Saler (50 ha)	Q de la A. del Oro a los arrozales de El Saler (520 ha)	
	m ³ /s				m ³ /s	q (Ls ⁻¹ ha ⁻¹)
15/06/2017	2,16	1,44	0,72	0,03	0,69	1,33
12/07/2017	2,39	1,12	1,27	0,04	1,23	2,37
27/07/2017	2,41	1,29	1,12	0,04	1,08	2,08
18/08/2017	2,25	0,45	1,80	0,04	1,76	3,38
31/08/2017	0,00	0,05	0,00	0,04	0,00	0,00
14/09/2017	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00

Tabla 23. Caudales de agua de riego suministrados en el área de El Saler en los días señalados de la campaña de riego del arroz de 2017

El caudal calculado para el 15 de junio en el área de El Saler (1,33 Ls⁻¹ha⁻¹) fue mayor que el medio de junio determinado en la Tabla 22 para el conjunto del regadío de la Acequia del Oro (1,06 Ls⁻¹ha⁻¹). También los calculados los días 12 y 27 de julio (promedio 2,22 Ls⁻¹ha⁻¹) fueron ligeramente superiores a los medios de julio y agosto proporcionados por la CRCRRT (2,11 Ls⁻¹ha⁻¹).

El calculado con el aforo del 18 de agosto (3,38 Ls⁻¹ha⁻¹) excede al medio de agosto por ser menor el caudal aforado en el Punto 3 (0,45 m³/s). En agosto y primeros de septiembre continuó el riego de los arrozales por lo que el caudal tuvo que ser mayor de cero.

En cada uno de los períodos considerados las láminas de agua de riego aplicadas (*I* en mm) se han calculado a partir de los caudales específicos seleccionados en cada período. En mayo y en junio, hasta el primer corte del riego, el caudal específico se ha calculado mediante el balance, suponiendo que al final de este primer período de llenado de los arrozales la lámina de agua alcanza el valor máximo observado en agosto (155 mm).

Tras el primer corte, las láminas de riego se han calculado con los caudales específicos determinados en la campaña de 2017 hasta el 27 de julio (Tabla 23). El caudal aforado en esta última fecha (2,08 Ls⁻¹ha⁻¹) ha sido utilizado durante la primera quincena de agosto y durante la segunda el caudal medio entre el de principios de agosto y el de septiembre de la Tabla 22 (1,06 Ls⁻¹ha⁻¹).

La lámina de agua de riego aportada en este período fue 1.751,4 mm (Tabla 25), cifra en parte calculada a partir de los 6 aforos de la Comisaría de Aguas de la CHJ, realizados entre el 15 de junio y el 14 de septiembre, y en parte estimada con los coeficientes específicos de riego calculados a partir de los volúmenes medios mensuales de riego del arroz proporcionados por la comunidad de regantes (Tablas 22 y 23). Como referencia comparativa la lámina media de agua de riego que considera la comunidad de regantes de mayo a septiembre es 1.972,3 mm equivalente a 19.723 m³/ha (Tabla 22).

En principio no se ha considerado relevante la existencia de **filtraciones** al acuífero superior, que es el relacionado directamente con los balances de agua de los arrozales. Por tanto, se ha empleado en estos balances la Ecuación 1 descartando la filtración ($F = 0$).

En esta área, el **consumo diario de agua del arroz** (ET_c en mm) se ha estimado a partir de los datos de la ET_0 en la estación meteorológica de Picassent. Como coeficientes de consumo del arroz se han utilizado los recomendados por la FAO (1998) para este cultivo y que a su vez utilizó el CEDEX en balances de agua de dos de sus estudios recientes en el delta del Ebro (2013 y 2016). Las tablas 5.4 a 5.6 del Anexo 5 recogen los resultados de los valores diarios de ET_c del 12 de mayo al 18 de septiembre de 2017 que han sido utilizados en estos balances. El consumo de agua por el arroz estimado en el período considerado fue 680,5 mm (Tabla 25 de esta memoria).

Las **salidas de agua de drenaje** de esta área se han calculado a partir del caudal nominal de la bomba grande de El Saler (1,1 m³/s) y de los tiempos de bombeo registrados por la CRCRRT desde el 11 de mayo al 14 de septiembre (1.381 h) (Tabla 7.2 del Anexo 7), teniendo en cuenta una eficiencia de la bomba del 90 por ciento meramente estimada. Conocidos los volúmenes de agua desaguados en cada uno de los días y periodos considerados y la superficie del área que contribuye (520 ha de arrozal) se ha determinado la lámina de agua drenada en cada período (Dr en mm).

Se ha considerado que el área de huerta (50 ha) no contribuye al caudal de drenaje que llega a El Saler, porque sus retornos llegan a las acequias que riegan los arrozales y son de tan escasa cuantía que tampoco se han considerado como aporte de riego.

Los coeficientes de drenaje son variables desde el inicio de la campaña de riego hasta que el riego y el drenaje alcanzan un régimen prácticamente permanente a mediados de julio. Es debido al llenado de agua de los arrozales y a los desagües practicados temporalmente para tratar al arroz.

Del 15 de mayo al 12 de julio el valor medio del coeficiente específico de drenaje para una eficiencia de la bomba del 90 por ciento fue 0,50 Ls⁻¹ha⁻¹. Del 13 al 26 de julio, período con lecturas más frecuentes, el valor medio de este coeficiente para la misma eficiencia de la bomba fue 0,86 Ls⁻¹ha⁻¹ (Tabla 7.3 del Anexo 7).

El coeficiente medio de drenaje fue mayor (1,38 Ls⁻¹ha⁻¹) en el período siguiente del 27 de julio al 13 de septiembre. Este valor medio más elevado que el de julio pudiera haber estado afectado por los mayores bombeos de final de agosto y principio de septiembre, efectuados con objeto de reducir la lámina de agua del terreno para la recolección del arroz. La lámina de agua de drenaje desaguada en este período desde la casa de bombas de El Saler al lago, a través de la Acequia de Pechinar, fue 982,3 mm (Tabla 25 de esta memoria).

Las alturas medias de **la lámina de agua en los arrozales** del área de El Saler durante la campaña de riego del arroz de 2017 (Puntos 6 y 7 de la Figura 18) están en la Tabla 7.4 del Anexo 7. En las dos medidas de agosto no hubo variación con un valor medio de los dos puntos de 15,5 cm y la medida de final de julio fue algo inferior (13,5 cm).

La Tabla 9.1 del Anexo 9 contiene los cálculos de los **balances de agua en dos días** que, además de tener caudales aforados de agua de riego, cuentan con estimaciones fidedignas de caudales de agua de drenaje bombeada en la estación de El Saler, por disponerse de las horas de bombeo. El resumen de resultados los muestra la Tabla 24.

Fecha	P_{ef}	ET_c	I	Dr	ΔH
12/07/2017	0	6,6	20,4	3,7	10,2
26/07/2017	0	6,2	17,9	7,5	4,2

Tabla 24. Balances de agua en el área de El Saler en los días señalados de la campaña de riego del arroz de 2017



Estudio de la afección del cultivo del arroz en la calidad del agua de la Albufera de Valencia

CEDEX

Estos resultados indican una elevación de aproximadamente 1 cm el día 12 de julio, al reponerse la lámina de agua tras el corte de agua de riego iniciado el 7 de julio. A final de julio el incremento diario de la altura de la lámina calculado fue menor (0,4 cm/d).

La Tabla 9.2 del Anexo 9 muestra los cálculos de los **balances de agua en distintos períodos** de la campaña de riego del arroz de 2017 cuyos resultados resume la Tabla 25 de esta memoria.

Durante la primera fase de llenado de agua de los arrozales, hasta cortar por primera vez el riego, la subida media calculada fue de unos 0,6 cm al día.

Durante el primer corte del riego para el tratamiento del arroz, del 6 al 10 de junio, el caudal de drenaje considerado en el balance fue el medio del período entre el 15 de mayo y el 28 de junio ($0,48 \text{ Ls}^{-1}\text{ha}^{-1}$). El descenso de la lámina de agua calculado fue de unos 5 cm (Tabla 25). Posiblemente fue mayor porque también lo debió ser el caudal de agua de drenaje realmente bombeado.

Entre este corte y el siguiente del 7 al 11 de julio, el aumento de la lámina de agua calculado fue de unos 9 cm. Durante el corte de julio el descenso calculado fue de unos 5 cm (Tabla 25).

Período	t d	P _{ef}	ET _c	I	Dr	ΔH		Observaciones
						Mm	mm/d	
12/05-14/05	3	0,0	18,5		7,8			
15/05-05/06	22	11,4	105,2		91,2			Q _{dr} medio 15/05 al 28/06.
12/05-05/06	25	11,4	123,7	366,3	99,0	155,0	6,2	1ª fase de llenado de agua de los arrozales. Q_i calculado.
06/06-10/06	5	0,0	29,4	0,0	20,7	-50,1	-10,0	Corte del riego. Q_{dr} medio 15/05 al 28/06. H calculado.
11/06-14/06	4	0,0	26,5	46,0	16,6			Q _{dr} medio 15/05 al 28/06.
15/06-06/07	22	0,6	143,7	351,6	103,0			
11/06-06/07	26	0,6	170,3	397,6	119,6	87,6	3,4	2ª fase de llenado de agua de los arrozales. ΔH calculado.
07/07-11/07	5	0,0	30,2	0,0	19,1	-49,3	-9,9	Corte del riego. ΔH calculado.
12/07-27/07	16	21,9	96,7	287,5	118,9	93,9	5,9	27/07 H observada = 135 mm.
28/07-18/08	22	0,0	120,6	395,4	262,3	12,4	0,6	Q _i de 27/07. Q _{dr} medio 27/07 al 13/09. ΔH observado = 20 mm
12/07-18/08	38	21,9	217,3	682,9	381,2	106,3		Reposición de la lámina de agua y riego más constante
19/08-31/08	13	9,6	54,2	176,3	155,0	-23,3	-1,8	Q _i medio 27/07 a 1/09. Q _{dr} medio 27/07 al 13/09. ΔH observado = 0 mm
01/0-14/09	14	2,1	55,4	128,2	166,9	-92,0	-6,6	Q _i medio A. del Oro. Q _{dr} medio 27/07 al 13/09. ΔH observado = -65 mm
19/08-14/09	27	11,7	109,6	304,5	321,9	-115,3		Fase de disminución progresiva de la lámina de agua
12/05-14/09	126	45,5	680,5	1.751,4	982,3	134,2		H observada el 14/09 = 90 mm

Tabla 25. Balances de agua en el área de El Saler en los períodos señalados de la campaña de riego del arroz de 2017

Del 12 al 27 de julio los componentes del balance fueron medidos. Durante este período los regantes repusieron agua a los arrozales tras el último corte por tratamiento. La elevación de la lámina de agua calculada en el balance fue de unos 9 cm con una subida media de unos 6 mm al día (Tabla 25). El 27 de julio la lámina observada tenía 13,5 cm.

La variación de la lámina de agua fue mínima del 28 de julio al 18 de agosto cuando hay cierto equilibrio con riego y drenaje en régimen permanente. El cálculo da por resultado un incremento de la lámina de 1,2 cm (Tabla 25) algo inferior al observado (2 cm).

En el período siguiente del 19 al 31 de agosto no se observó variación de la altura de la lámina de agua con un valor medio de 15,5 cm. Sin embargo, el cálculo da un descenso de unos 2 cm (Tabla 25).

Al final del último período del 1 al 14 de septiembre se observó un descenso de la lámina de agua de 6,5 cm, correspondiente al drenaje de los campos en su preparación para la recolección del arroz. El resultado del descenso calculado en el balance fue 9 cm (Tabla 25), posiblemente debido a que el caudal de drenaje efectivamente bombeado fue menor que el medio considerado del período entre el 27 de julio y el 13 de septiembre.

El proceso de descenso de la lámina de agua habrá continuado durante la segunda quincena de septiembre de 2017 hasta la desaparición del agua de la superficie del terreno de los arrozales.

La diferencia entre las entradas de agua en los arrozales por precipitación y riego, estimadas para el período del 12 de mayo al 14 de septiembre en 1.796,9 mm y las salidas por evapotranspiración del arroz y drenaje, estimadas en 1.662,8 mm, dan una diferencia de 134,2 mm (Tabla 25). Esta diferencia debería corresponder según la Ecuación 1 a la altura de la lámina media de agua en los arrozales el 14 de septiembre. Ese día, la altura media medida en dos puntos de los arrozales fue 90 mm.

Es decir, en el conjunto de la campaña de riego, del 12 de mayo al 14 de septiembre, la altura final de la lámina de agua sobre la superficie de los arrozales calculada con el balance fue de unos 13 cm en comparación con los 9 cm de media en los dos únicos puntos observados. La diferencia entre el balance y esas dos observaciones es 4,4 cm. Para la precisión que cabe aceptar en este estudio hay que asumir esa diferencia que significa el 2,5 y el 2,7 por ciento de las entradas y de las salidas de agua respectivamente.

No es posible diferenciar a qué causas ha sido debida esa diferencia, porque son una combinación de limitaciones de los datos de precipitación efectiva, evapotranspiración de referencia y del coeficiente de consumo del arroz. También, del volumen de agua de riego aportado con algún período con coeficientes de riego estimados y medidas puntuales de caudales de agua de riego. Asimismo, del volumen de agua de drenaje evacuada porque las medidas del tiempo de funcionamiento de la bomba de El Saler no han sido diarias y su eficiencia ha sido estimada. Finalmente, la altura de la lámina media de agua en los arrozales fue estimada a partir de solamente dos puntos en los que fue medida.

Por todo ello, los resultados del balance de agua son solamente una estimación de los reales, pero sin olvidar estas limitaciones, el balance de agua en la campaña de riego del arroz de 2017 se ha considerado lo suficientemente fiable para ser la base de partida de los balances de sales, fósforo y nitrógeno en esta área durante el mismo período considerado.

5.7 BALANCES DE AGUA EN EL ÁREA DE MALVINAR

En el área de Malvinar, el balance de agua ha comprendido la campaña de riego del arroz desde el 18 de mayo de 2017, fecha del inicio del riego, hasta el 14 de septiembre cuando la Comisaría de Aguas de la CHJ tomó las últimas muestras de agua. El riego continuó hasta el 11 de



CEDEX

Estudio de la afección del cultivo del arroz en la calidad del agua de la Albufera de Valencia

septiembre, pero fue interrumpido para dar tratamientos al arroz dos veces la primera del 31 de mayo al 4 de junio y la segunda del 1 al 5 de julio.

La compuerta final de la Acequia Canal estuvo cerrada hasta el 9 de septiembre. Por ello, su caudal fue aprovechado prácticamente en su integridad para regar los arrozales del área seleccionada, pues es muy pequeña la superficie que riega desde su margen izquierda. En el tramo de la Acequia Canal que afecta al área de Malvinar, el nivel del agua fue prácticamente constante durante los meses de julio y agosto. A mediodía del 9 de septiembre la CRSRS abrió esa compuerta, situación en la que estará hasta que se inunden los campos en noviembre. La Junta de Desagüe abrió entonces la compuerta de la gola de El Perelló con objeto de facilitar el desagüe de la Carrera de la Reina.

En esta área el aporte principal de agua a sus arrozales fue el riego, pero sus tierras también estuvieron sujetas a filtraciones de agua subterránea que recargaron el acuífero superior, porque sus condiciones hidrogeológicas difieren de las de El Saler. De menor cuantía ha sido la aportación por precipitación durante la campaña de riego. Las salidas de agua han sido por consumo del arroz y por la evacuación del agua de drenaje mediante las bombas de Malvinar. Por ello, el balance de agua en cada uno de los períodos considerados se ha calculado con la Ecuación 1 (Apartado 5.5).

En esta área hay que considerar todos los términos de la Ecuación 1 porque en este caso sí ha habido aportes de filtraciones de agua subterránea. Sin embargo, del período total de 120 días de campaña de riego hasta el 14 de septiembre, solamente en los 49 días que van del 28 de julio al 14 de septiembre ha sido posible estimar la magnitud de las filtraciones y así elaborar el balance de agua. Como en el caso del área de El Saler una parte de los términos de esta ecuación han sido determinados y otra parte solamente estimados.

Las **entradas de agua de lluvia efectiva** estimada (P_e en mm) han sido determinadas a partir de las precipitaciones (P en mm) diarias de mayo a septiembre de 2017, registradas en la estación meteorológica de Sueca de la AEMET (Tabla 4.1 del Anexo 4). La relación P_e/P se ha tomado de los datos de estos dos parámetros en la estación meteorológica del IVIA de Benifaió, por ser la más cercana que dispone de esta información. Las tablas 4.2 a 4.4 del Anexo 4 recogen los resultados de los valores diarios de P y P_e del 12 de mayo al 18 de septiembre de 2017 en esa estación de referencia. Durante el período de 120 días la precipitación efectiva fue 35,3 mm (Tabla 27 de esta memoria).

Para determinar las **entradas de agua de riego** en esta área la Comisaría de Aguas de la CHJ aforó, entre el 15 de junio y el 14 de septiembre, los caudales de las cabeceras de las acequias Canal y de la Llosa en los puntos 1 y 2 localizados en la Figura 19 y situados a su entrada en esta área. A partir de estos caudales de agua de riego (Tabla 8.1 del Anexo 8) y de la superficie del área seleccionada (460 ha de arrozal) se han calculado las láminas de agua de riego aplicadas en cada una de las fases consideradas (I en mm). En este período, la lámina de agua de riego aportada fue 3.761,5 mm (Tabla 27).



Figura 19. Puntos de entrada de agua de riego y de salida de agua de drenaje en el área de Malvinar de los arrozales de Sueca

Hubiera sido deseable contrastar las láminas de agua de riego aplicadas, calculadas a partir de los caudales aforados, con los coeficientes específicos de riego (q_i en $Ls^{-1}ha^{-1}$) en las diferentes fases del cultivo del arroz, determinados con los caudales diarios derivados desde el Júcar a la Acequia Mayor de Sueca, de la que parte la Acequia Canal, conociendo la superficie de arrozal regada desde esa acequia.

No ha sido posible por no disponerse de datos fidedignos del consumo de agua de los huertos de naranjos y hortalizas situados en la cabecera de la Acequia Mayor de Sueca. Tampoco por el continuo reúso del agua de riego en los arrozales de Sueca, que ocasiona incrementos de agua en las acequias Canal y de la Llosa por recibir agua de drenaje de los campos bajo riego. Por ello, los coeficientes específicos de agua de riego que han llegado al área de Malvinar son mayores que los nominales derivados del río Júcar a la Acequia Mayor de Sueca y también son mayores que los del área de El Saler (Apartado 5.6).

El **consumo diario de agua** por parte del **arroz** (ET_c en mm) se ha estimado a partir de los datos de la evapotranspiración de referencia diaria (ET_0 en mm) en la estación meteorológica de Benifaió y con los mismos coeficientes de consumo del arroz utilizados en el área de El Saler. Los resultados de los valores diarios de ET_c del 12 de mayo al 18 de septiembre de 2017 están en las tablas 5.1 a 5.3 del Anexo 5. El consumo de agua del arroz en el período total considerado fue estimado en 680,9 mm (Tabla 27).

Las **salidas de agua de drenaje** en cada fase de los balances (Dr en mm) se han calculado a partir de los caudales nominales de las dos bombas de Malvinar, de los tiempos diarios de bombeo (Tabla 8.2 del Anexo 8) y de la superficie del área (460 ha de arrozal). También se ha supuesto una eficiencia de las bombas del 90 por ciento. La Tabla 8.3 del Anexo 8 muestra los resultados del cálculo del drenaje diario en esta área durante la campaña de riego del arroz de



CEDEX

Estudio de la afección del cultivo del arroz en la calidad del agua de la Albufera de Valencia

2017. Las dos bombas desaguaron a la Carrera de la Reina un volumen de agua equivalente a una lámina de agua de drenaje de 4.983,1 mm (Tabla 27).

Las **filtraciones de agua subterránea** al acuífero freático se han estimado como incógnita en los balances de agua diarios realizados aplicando a la Ecuación 1 los resultados determinados en cuatro de los seis días de toma de datos de campo descritos en el Apartado 5.1, entre el 28 de julio y el 14 de septiembre. En estos cuatro días se midieron alturas medias de las láminas de agua en los puntos 2 y 3 de la Figura 19, cuyos resultados se encuentran en la Tabla 8.4 del Anexo 8. Los cálculos de estos balances los muestra la Tabla 9.3 del Anexo 9 y sus resultados la Tabla 26 de esta memoria.

Fecha	P _{ef}	ET _c	I	Dr	ΔH	F
	mm					
15/06/2017	0	6,5	30,1	21,1		
12/07/2017	0	6,6	36,6	61,1		
27/07/2017	0	7,3	36,8	52,8	1,8	25,1
18/08/2017	0	5,9	40,4	52,8	1,8	20,2
31/08/2017	0	3,8	46,2	52,8	-0,4	10,0
14/09/2017	0	5,5	0,0	9,4	-7,5	7,4

Tabla 26. Balances de agua en el área de Malvinar en los días señalados de la campaña de riego del arroz de 2017

Resultan unos valores decrecientes de la filtración diaria desde 25,1 mm el 27 de julio a 7,4 mm el 14 de septiembre. Esta disminución progresiva de la filtración pudiera explicarse por el descenso del nivel piezométrico del acuífero más profundo a lo largo del verano al disminuir su recarga en esa época seca. En este período de 49 días se ha estimado una filtración variable en función del tiempo, con una magnitud total de 733,8 mm, equivalente a un valor medio de unos 15 mm/d.

Con los valores de los componentes de los **balances de agua** de la Ecuación 1 se han calculado los balances de agua en distintos períodos de la campaña de riego del arroz de 2017 (Tabla 9.4 del Anexo 9). Los resultados de estos balances los resume la Tabla 27 de esta memoria.

En mayo y en la primera quincena de junio no hubo datos de los caudales de agua de riego para hacer balances de agua. Tampoco de las variaciones de la altura de la lámina de agua en los arrozales ni de la magnitud de las filtraciones. Sin embargo, con objeto de al final hacer un balance global de toda la campaña de riego se ha supuesto que, con la excepción de los períodos en los que se cortó el agua de riego, el caudal de riego durante esta primera fase de la campaña ha sido igual al aforado el 15 de junio.

Período	t d	P _{ef}	ET _c	I	Dr	ΔH	F		Observaciones
							mm	mm/d	
18/05-31/05	14	5,9	75,3	420,9	712,1				Qi del 15/06
01/06-05/06	5	8,4	25,9	0,0	70,4				Corte del riego
06/06-09/06	4	0,0	23,9	120,3	169,0				Qi del 15/06
10/06-30/06	21	0,0	147,8	631,4	444,5				Qi del 15/06
06/06-30/06	25	0,0	171,7	751,7	613,5				Llenado 2ª fase
01/07-05/07	5	0,0	31,3	0,0	105,8				Corte del riego
06/07-08/07	3	0,0	14,0	109,9	63,5				Qi del 12/07
09/07-14/07	6	0,0	39,4	219,8	366,5				Qi del 12/07
15/07-27/07	13	0,0	80,5	477,4	687,4				H = 95 mm 27/07
28/07-18/08	22	0,0	126,5	873,5	1.163,3	40,0	456,29	20,74	H = 135 mm 18/08
06/07-18/08	44	0,0	260,4	1.680,6	2.280,7				Riego ≈ constante
19/08-31/08	13	8,4	56,4	562,7	687,4	-5,0	167,68	12,90	Qi ajustado según la filtración H = 25 mm 14/09
01/09-10/09	10	12,6	39,8	345,6	475,5	-75,0	82,06	8,21	
11/09-14/09	4	0,0	20,1	0,0	37,7	-30,0	27,77	6,94	
19/08-14/09	27	21,0	116,3	908,3	1.200,5	-110,0	277,5	9,35	
18/05-14/09	120	35,3	680,9	3.761,5	4.983,1				

Tabla 27. Balances de agua en el área de Malvinar en los períodos señalados de la campaña de riego del arroz de 2017

Los balances completos son únicamente a partir del 27 de julio, porque las primeras medidas de la altura de la lámina de agua de los arrozales fueron hechas en esa fecha (Tabla 8.4 del Anexo 8). Del 6 al 27 de julio, tras el segundo corte del riego para tratamiento del arroz, continuó el llenado de los campos con aumentos diarios de la altura de la lámina de agua. Las observaciones del 27 de julio y del 18 de agosto muestran que el llenado continuó durante este período. Durante la última decena de agosto y especialmente en la primera quincena de septiembre los regantes fueron reduciendo la altura de la lámina de agua con objeto de preparar el terreno para la recolección del arroz. Los resultados de las filtraciones medias diarias en estos cuatro períodos están en el rango de los valores deducidos para los días en los que efectivamente fueron aforados los caudales de agua de riego (Tabla 27).

Al final del riego el 14 de septiembre, la altura media en los dos puntos de observación de los arrozales era de 25 mm. Según la experiencia de otras campañas de riego, una vez interrumpido el aporte de agua de riego, el bombeo en la casa de Malvinar habrá continuado hasta drenar totalmente el agua superficial de los arrozales. También para evacuar el agua procedente de la filtración del acuífero inferior con objeto de mantener los arrozales en condiciones para el tránsito de las cosechadoras. El coeficiente de drenaje en este período, que suele prolongarse hasta el principio de la segunda semana de octubre, hubiera sido un buen indicador de la magnitud de la filtración en esta época, en ausencia de lluvias que haya que considerar en el balance de agua.

Una vez que todo el arroz se haya cosechado, no será necesario bombeo alguno del agua de drenaje porque la filtración será útil para llenar los campos en la inundación otoñal de 2017.

Los **resultados del balance de agua** de la Tabla 27 confirman que la filtración de agua subterránea no fue constante, sino que varió a lo largo del verano disminuyendo a medida que el gradiente hidráulico, entre el nivel piezométrico del acuífero profundo y el nivel freático, también fue disminuyendo posiblemente.



En el período del 28 de julio al 14 de septiembre la diferencia entre las entradas de agua en los arrozales por precipitación, riego y filtración, estimadas en 2.536,6 mm y las salidas por evapotranspiración del arroz y drenaje, estimadas en 2.606,6 mm (Tabla 27), dan una diferencia de -70 mm, igual a la variación de la altura de la lámina media de agua en los arrozales entre el 27 de julio y el 14 de septiembre, respectivamente 95 mm y 25 mm.

En este período la diferencia entre lo calculado mediante la Ecuación 1 y la realidad de la filtración de agua subterránea se debe a las estimaciones hechas de la precipitación efectiva y de la evapotranspiración de referencia, así como de los coeficientes de consumo del arroz. También, a la suposición de la eficiencia de las bombas de Malvinar y a la mera determinación de la altura de la lámina media de agua en los arrozales como valor medio de las medidas en solamente dos puntos. Por ejemplo, una menor eficiencia de las dos bombas daría lugar a menor volumen de agua de drenaje bombeado y por ello sería menor la magnitud de la filtración estimada en el balance de agua.

Con objeto de tener una visión del **balance global de agua** en toda la campaña de riego se ha estimado la magnitud de la filtración en el período entre el 18 de mayo y el 27 de julio, asumiendo que al comenzar el riego no había agua superficial sobre el terreno de los arrozales y el 27 de julio la altura de la lámina de agua era de 95 mm, que fue el resultado de la medida de ese día en los dos puntos de observación.

En este período de 71 días, los datos de la Tabla 27 muestran que el consumo de agua del arroz (438,1 mm), más la cantidad de agua de drenaje evacuada (2.619,2 mm), más el incremento de la altura de la lámina de agua (95 mm) suman 3.152,3 mm. La precipitación efectiva (14,3 mm) más el riego aportado (1.979,7 mm) suman 1.994 mm. La diferencia de 1.158,3 mm debería ser igual a la cantidad de agua subterránea aportada por las filtraciones a los arrozales. El valor medio de la filtración en este período resulta en 16,3 mm/d, algo mayor al valor medio de 15 mm/d del siguiente período hasta el 14 de septiembre determinado anteriormente.

Hay que señalar de nuevo que los resultados de estos balances solamente pueden considerarse como estimaciones de los resultados reales. A pesar de estas limitaciones en esta primera evaluación los resultados de los balances de agua en los cuatro períodos considerados van a ser utilizados en los posteriores balances de sales, nitrógeno y fósforo, que obviamente también tendrán la condición de estimativos.

6 BALANCES DE SALES, FÓSFORO Y NITRÓGENO EN ARROZALES SELECCIONADOS EN LA CAMPAÑA DE RIEGO DE 2017

6.1 CONSIDERACIONES PREVIAS

Estos balances de sales, fósforo y nitrógeno se han elaborado a partir de los de agua (Capítulo 5) en los mismos períodos de la campaña de riego de 2017, porque las fechas de toma de muestras de agua coincidieron con las de aforo de los caudales de riego.

Los datos de calidad de las aguas, proporcionados por la Comisaría de Aguas de la CHJ en 2017, están incluidos en las tablas 10.1 y 10.2 del Anexo 10 de este informe, respectivamente para las áreas de Malvinar y El Saler.

Además de las concentraciones de fósforo y nitrógeno expresadas en mg/L objeto de sus balances, los resultados de los análisis añaden *pH* y concentraciones de nitritos y oxígeno también expresadas en mg/L.

Los datos de *CE* de las tablas 10.1 y 10.2 se han transformado en concentraciones de *SDT* utilizando las relaciones *SDT/CE* mencionadas en el Apartado 4.2 de esta memoria.

6.2 ECUACIONES GENERALES PARA ESTOS BALANCES

La ecuación utilizada para el balance de sales procede de la del balance de agua (Ecuación 1) multiplicando cada componente (en mm equivalente a L/m^2) por el contenido de sales respectivas, que se ha considerado igual a los SDT (g/L). La cantidad de sales de cada componente del balance se ha transformado de g/m^2 a toneladas por hectárea (t/ha).

No se ha tenido en cuenta la sal aportada por la precipitación, por ser su cuantía muy reducida en el período considerado y porque su contenido salino es irrelevante comparado con la concentración de sales de los otros componentes del balance. Tampoco se ha considerado el aporte de sales con los fertilizantes ni la absorción de sales por el arroz por ser también poco relevante y difícil de evaluar. Por tanto, la ecuación resultante es:

$$I c_{si} + F c_{sf} = Dr c_{sdr} + \Delta h c_{sw} \quad (2)$$

Siendo:

c_{si} = concentración de sales del agua de riego (g/L).

c_{sf} = concentración de sales del agua de filtración (g/L).

c_{sdr} = concentración de sales del agua de drenaje (g/L).

c_{sw} = concentración de sales del agua de la lámina del arrozal y del suelo superficial (g/L).

En los balances de fósforo y nitratos tampoco se ha considerado aporte alguno con el agua de lluvia. Asimismo, se ha supuesto que la aportación de estos elementos químicos con la fertilización ha sido consumida totalmente por el arroz. Por todo ello, en los períodos seleccionados se ha utilizado la ecuación siguiente:

$$I c_{pi} + F c_{pf} = Dr c_{pdr} + \Delta h c_{pw} \quad (3)$$

Siendo:

c_{pi} = concentración de fósforo del agua de riego (mg/L).

c_{pf} = concentración de fósforo del agua de filtración (mg/L).

c_{pdr} = concentración de fósforo del agua de drenaje (mg/L).

c_{pw} = concentración de fósforo de la lámina de agua del arrozal y del suelo superficial (mg/L).

Similarmente para los balances de nitrógeno en las fases seleccionadas de riego del arrozal:

$$I c_{ni} + F c_{nf} = Dr c_{ndr} + \Delta h c_{nw} \quad (4)$$

Siendo:

c_{ni} = concentración de nitrógeno del agua de riego (mg/L).

c_{nf} = concentración de nitrógeno del agua de filtración (mg/L).

c_{ndr} = concentración de nitrógeno del agua de drenaje (mg/L).

c_{nw} = concentración de nitrógeno de la lámina de agua del arrozal y del suelo superficial (mg/L).

En los balances de fósforo y de nitrógeno sus resultados se han expresado en kg/ha.

6.3 BALANCES DE SALES EN EL ÁREA DE EL SALER

En esta área las entradas de sales, fósforo y nitrógeno son solamente las debidas al agua de riego por no haber filtraciones relevantes. Por ello, solamente ha sido necesario tomar muestras de agua para el análisis de salinidad, nitrógeno y fósforo en los puntos 15 y 22, ambos de la red de control de la calidad de las aguas de la Comisaría de Aguas de la CHJ (2016), situados respectivamente en la cabecera de la Acequia del Oro y en el canal de aproximación a la casa de bombas de El Saler (Plano 1). También en dos bancales de arroz (puntos 6 y 7 de la Figura 18).

El periodo considerado en un primer balance de sales durante la campaña de riego del arroz de 2017 excluye los primeros 25 días de la fase de llenado de agua de los arrozales, del 12 de mayo



al 5 de junio, porque en él no hay datos de calidad de las aguas de la lámina de agua de los arrozales ni del agua de drenaje bombeada en El Saler. Durante esos 25 días el balance de sales solamente podría estimarse suponiendo las concentraciones de sales de las aguas de riego y de drenaje, ya que no fueron medidas.

Tampoco comprende los días sin riego de la segunda quincena de septiembre en la que habrá continuado el drenaje superficial de los arrozales y el bombeo y la evacuación de sales.

La Tabla 28 de esta memoria muestra los resultados de los balances de sales parciales y del global del 6 de junio al 14 de septiembre cuyos cálculos están en la Tabla 11.1 del Anexo 11.

Período	t d	SDTi g/L	I*SDTi t/ha	SDTw g/L	ΔH *SDTw t/ha	SDTdr g/L	Dr*SDTdr t/ha	Resultado del balance t/ha
06/06-10/06	5	0,72	0,00	1,89	-0,9	1,82	0,4	0,6
11/06-14/06	4	0,72	0,33	1,89		1,82	0,3	
15/06-06/07	22	0,90	3,16	1,61		1,54	1,6	
11/06-06/07	26	0,81	3,49	1,75		1,68	1,89	
07/07-11/07	5	1,08	0,00	1,33	-0,7	1,26	0,2	0,4
12/07-27/07	16	1,07	3,09	1,24	1,2	1,30	1,5	0,4
28/07-18/08	22	1,08	4,26	1,31	0,2	1,37	3,6	0,5
19/08-31/08	13	1,09	1,92	1,45	-0,3	1,33	2,1	0,2
01/09-14/09	14	1,09	1,40	1,58	-1,5	1,28	2,1	0,7
12/07-14/09	65	1,08	10,7	1,40	-0,5	1,32	9,3	1,8
06/06-14/09	101		14,2		-2,1		11,8	2,8

Tabla 28. Balances de sales en el área de El Saler en los períodos señalados de la campaña de riego del arroz de 2017

El contenido de sales del agua de riego procedente de la EDAR de Pinedo fue bastante constante de julio a septiembre con un valor medio de 1,08 g/L. En junio fue algo menor (0,81 g/L de media). Con el volumen de agua aplicada en el riego del 6 de junio al 14 de septiembre los resultados del cálculo muestran una aportación de sales de 14,2 t/ha durante los 101 días del período considerado (Tabla 28).

Con objeto de estimar el **balance global de sales** del 12 de mayo al 14 de septiembre se ha asumido que la concentración de sales del agua de riego durante los primeros 25 días de la campaña fuera similar a la determinada el 15 de junio (0,9 g/L). Esta suposición se basa en que la concentración media de sales del agua de riego durante el período con medidas fue aumentando a lo largo de la campaña desde 0,9 g/L el 15 de junio a 1,09 g/L el 14 de septiembre, con 1,05 g/L de media y una desviación del promedio de 0,05. Con esa suposición la masa de sales aportada del 12 de mayo al 5 de junio con el agua de riego (3.663 m³/ha) sería 3,3 t/ha y en el período completo del 12 de mayo al 14 de septiembre 17,5 t/ha.

La concentración salina del agua de la lámina sobre los arrozales fue más variable, pero hay que tener en cuenta que los datos solamente proceden de dos puntos de muestreo. En junio 1,75 g/L de media y de julio a septiembre el promedio fue 1,40 g/L. El factor de concentración del agua de riego (SDT_w/SDT_i) varió respectivamente de 2,16 a 1,30. La cantidad de sales almacenada en la masa de agua superficial sobre el terreno de los arrozales aumentó o disminuyó de acuerdo con el ascenso o descenso de la altura de la lámina de agua.

Del 15 de junio al 14 de septiembre la concentración media de sales del agua de drenaje bombeada en El Saler fue disminuyendo desde 1,54 g/L a 1,28 g/L con una desviación del

promedio de 0,07 para un valor medio de 1,35 g/L, ligeramente inferior a la media del agua superficial en los dos puntos de referencia en los arrozales (1,40 g/L). En este período, 11,8 t/ha de sales fueron evacuadas con el agua de drenaje (Tabla 28).

La masa de sales evacuada del 12 de mayo al 5 de junio con el agua de drenaje (990 m³/ha) sería 1,5 t/ha, suponiendo que la concentración media de sales en esta fase del riego fuera igual a la determinada el 15 de junio (1,54 g/L). Por tanto, en el período del 12 de mayo al 14 de septiembre la masa total de sales exportada por bombeo desde El Saler sería 13,3 t/ha.

La diferencia entre las sales aportadas con el agua de riego del 12 de mayo al 14 de septiembre (17,5 t/ha) y las evacuadas con el agua de drenaje (13,3 t/ha) sería 4,2 t/ha. Esta diferencia debería corresponder a la masa de sales disuelta en la lámina de agua residual sobre el terreno de los arrozales el 14 de septiembre más la disuelta en el agua del suelo saturado. En los 900 m³/ha de agua superficial de la lámina, calculados como promedio en esa fecha en los dos puntos de observación, con una concentración de sales de 1,58 g/L la masa de sales disuelta sería 1,4 t/ha. La diferencia de 2,8 t/ha correspondería en parte a la sal disuelta en el agua de los suelos de los arrozales y a las limitaciones propias de las estimaciones de los balances.

Para interpretar el desempeño del riego y drenaje de estos arrozales, respecto al control de la salinidad de sus suelos, sería necesario conocer el balance completo de toda la campaña de riego, desde su inicio el 12 de mayo hasta la fecha de cese del bombeo al final de la campaña de riego.

La estimación hecha en el balance de sales da una cantidad de sales (1,4 t/ha) disueltas en la lámina de agua de unos 9 cm a mitad de septiembre. Es de esperar que la mayor parte o la totalidad de estas sales hayan sido evacuadas durante la segunda quincena de septiembre, en la fase de drenaje del agua superficial de los arrozales sin aportación de agua de riego. Las sales disueltas en el agua del suelo saturado también es probable que sean lavadas, por difusión y posterior drenaje superficial, durante el período de inundación de los campos tras la recolección del arroz.

Esta suposición se basa en el hecho de que las diferencias interanuales de rendimientos del arroz dependen, más que de la salinidad, de las variaciones de temperatura y humedad relativa que afectan al desarrollo del cultivo y de plagas y enfermedades, como ha ocurrido con la *Piricularia* del arroz en la campaña de 2017. Por ello, no cabe esperar que estos arrozales estén sufriendo un proceso de salinización secundaria.



6.4 BALANCES DE FÓSFORO EN EL ÁREA DE EL SALER

Del 6 de junio al 14 de septiembre el balance global de fósforo se ha calculado con la Ecuación 3 sin tampoco tener en cuenta aporte alguno por filtraciones. Los resultados de los cálculos están en la Tabla 11.2 del Anexo 11 y resumidos en la Tabla 29.

Período	t d	Pi mg/L	I*Pi kg/ha	Pw mg/L	$\Delta H*Pw$ kg/ha	Pdr mg/L	Dr*Pdr kg/ha	Resultado del balance kg/ha
06/06-10/06	5	0,24	0,00	0,16	-0,08	0,11	0,02	0,06
11/06-14/06	4	0,24	0,11	0,16		0,21	0,03	0,08
15/06-06/07	22	0,26	0,91	0,29		0,16	0,16	0,75
11/06-06/07	26	0,25	1,02	0,22	0,24	0,19	0,20	0,82
07/07-11/07	5	0,28	0,00	0,41	-0,20	0,21	0,04	0,16
12/07-27/07	16	0,48	1,37	0,28	0,26	0,16	0,19	0,91
28/07-18/08	22	0,44	1,74	0,31	0,04	0,15	0,39	1,31
19/08-31/08	13	0,34	0,59	0,81	-0,19	0,30	0,46	0,32
01/09-14/09	14	0,36	0,46	1,06	-0,97	0,32	0,53	0,90
12/07-14/09	65	0,40	4,15	0,61	-0,86	0,23	1,57	3,44
06/06-14/09	101		5,18		-0,90		1,83	4,49

Tabla 29. Balances de fósforo en el área de El Saler en los períodos señalados de la campaña de riego del arroz de 2017

Similarmente al balance de sales, el de fósforo del 12 de mayo al 5 de junio solamente pudo estimarse suponiendo la concentración de fósforo de las aguas de riego y de drenaje.

Del 6 de junio al 14 de septiembre, la concentración media de fósforo del agua de riego fue 0,36 mg/L con una desviación del promedio de 0,07. Obtuvo valores máximos de mitad de julio a mediados de agosto (0,46 mg/L de promedio) en comparación con el valor del 15 de junio (0,26 mg/L). En estos aproximadamente tres meses y medio el aporte de fósforo total fue 5,2 kg/ha (Tabla 29).

Suponiendo que la concentración de fósforo del 12 de mayo al 5 de junio hubiera sido igual a la estimada para la primera quincena de junio (0,24 mg/L), la masa de fósforo aportada con el agua de riego (3.663 m³/ha) sería 0,95 kg/ha. Añadiendo esta cifra a la anterior (5,2 kg/ha) la masa total aportada sería 6,15 kg/ha.

En el agua superficial de los arrozales la concentración de fósforo fue más variable. Aumentó significativamente en la última semana de agosto y primera quincena de septiembre. Este período coincide con el desagüe progresivo de los arrozales previo a la recolección del arroz.

La concentración media de fósforo del agua de drenaje del 6 de junio al 14 de septiembre fue 0,22 mg/L, con una desviación del promedio de 0,06 y valores máximos durante el último mes de la campaña de riego (0,31 mg/L de promedio). En este período de tres meses y medio la cantidad de fósforo exportado desde El Saler fue aproximadamente 1,8 kg/ha.

Considerando que del 12 de mayo al 5 de junio la concentración media de fósforo fuera igual a la del 15 de junio (0,16 mg/L), la masa de fósforo evacuada en este período con el agua de drenaje (990 m³/ha) sería 0,16 kg/ha, resultando una masa total exportada de aproximadamente 2 kg/ha.

Se ha observado cierta diferencia entre las concentraciones medias de los dos puntos muestreados en los arrozales y la del agua finalmente desaguada en El Saler. Esta observación

sugiere la insuficiente representación de dos puntos de muestreo de las concentraciones de la lámina de agua en relación con las 520 hectáreas de arrozal del área estudiada.

De los 5,2 kg/ha aportados con el riego desde el 6 de junio al 14 de septiembre solamente 1,8 kg/ha fueron evacuados por la estación de El Saler al desagüe de Pechinar que conecta el puerto de El Saler con el lago. De esta cantidad la mayor parte (1,6 kg/ha) fueron de mitad de julio a mediados de septiembre.

En el conjunto de la campaña de riego de 2017 hasta el 14 de septiembre, la diferencia entre la masa de fósforo estimada como aportación a los arrozales con el agua de riego (6,15 kg/ha) y la masa evacuada con el agua de drenaje (2 kg/ha) sería 4,15 kg/ha.

La masa de fósforo disuelta en la lámina de agua superficial de los arrozales el 14 de septiembre (estimada en 900 m³/ha) con una concentración de 1,06 mg/L sería 0,95 kg/ha. Por ello, cabe estimar una masa de fósforo de 3,2 kg/ha como suma de la absorbida por el arroz adicionalmente a la aplicada con los fertilizantes, más la todavía disuelta en el agua del suelo al final de la campaña de riego.

Estos resultados indican la absorción por el arroz de buena parte del fósforo aportado con el agua de riego, especialmente de mitad de julio a mitad de agosto, período que coincide con las fases de espigado y de formación del grano del arroz. Todo ello, teniendo en cuenta una absorción plena del fósforo aportado con la fertilización.

6.5 BALANCES DE NITRÓGENO EN EL ÁREA DE EL SALER

Con la Ecuación 4 se ha estimado el balance de nitrógeno del 6 de junio al 14 de septiembre despreciando el término debido a filtraciones. La Tabla 30 contiene los resultados de los cálculos de los balances de nitrógeno total que muestra la Tabla 11.3 del Anexo 11.

Para tener una idea del balance global de fósforo durante toda la campaña de riego de 2017, habría que estimar los balances durante el primer mes de cultivo y predecirlos en la fase final de drenaje y posterior desagüe durante la segunda quincena de septiembre.

Período	t d	Ni mg/L	I*Ni kg/ha	Nw mg/L	ΔH^*Nw kg/ha	Ndr mg/L	Dr*Ndr kg/ha	Resultado del balance kg/ha
06/06-10/06	5	4,90	0,00	0,90	-0,45	0,90	0,19	0,26
11/06-14/06	4	4,90	2,25	0,90		0,90	0,15	2,10
15/06-06/07	22	5,95	20,92	3,30		1,45	1,49	19,43
11/06-06/07	26	5,43	23,18	2,10	2,28	1,18	1,64	21,53
07/07-11/07	5	7,00	0,00	5,70	-2,81	2,00	0,38	2,43
12/07-27/07	16	7,10	20,42	3,80	3,57	1,45	1,72	15,13
28/07-18/08	22	7,20	28,47	1,88	0,23	1,15	3,02	25,22
19/08-31/08	13	6,80	11,99	1,38	-0,32	1,15	1,78	10,53
01/09-14/09	14	6,81	8,73	0,90	-0,83	0,90	1,50	8,05
12/07-14/09	65	6,98	69,60	1,99	2,65	1,16	8,03	58,92
06/06-14/09	101		92,77		1,67		10,24	83,15

Tabla 30. Balances de nitrógeno en el área de El Saler en los períodos señalados de la campaña de riego del arroz de 2017



CEDEX

Estudio de la afección del cultivo del arroz en la calidad del agua de la Albufera de Valencia

La concentración media de nitrógeno del agua de riego, del 15 de junio al 14 de septiembre, fue 6,81 mg/L con una desviación del promedio de 0,29 y valores máximos de mitad de julio a mediados de agosto (7,10 mg/L de promedio) como en el caso del fósforo. La aportación de nitrógeno con el agua de riego desde el 6 de junio fue 92,8 kg/ha (Tabla 30).

Asumiendo una concentración de nitrógeno del 12 de mayo al 5 de junio de 4,9 mg/L, similar a la estimada para la primera quincena de junio (Tabla 30), la masa de nitrógeno aportada con el agua de riego (3.663 m³/ha) durante ese período sería 17,95 kg/ha. Es decir, una masa total aportada del 12 de mayo al 14 de septiembre estimada en 110,8 kg/ha.

De forma similar al fósforo, las concentraciones de nitrógeno en el agua superficial de los arrozales de los dos puntos objeto de muestreo fueron superiores a las del agua de drenaje bombeada.

El agua de drenaje tuvo hasta el final de julio concentraciones de nitrógeno superiores a la media de mitad de julio a mediados de septiembre (1,16 mg/L). Su concentración media de nitrógeno del 15 de junio al 14 de septiembre fue 1,35 mg/L, con una desviación del promedio de 0,28. Esta concentración disminuyó progresivamente desde inicios de julio (2 mg/L) hasta mediados de septiembre (0,90 mg/L).

La masa de nitrógeno evacuada con el agua de drenaje bombeada desde El Saler del 6 de junio al 14 de septiembre ha sido estimada en 10,2 kg/ha (Tabla 30) y del 12 de mayo al 5 de junio con 990 m³/ha de agua de drenaje 0,9 kg/ha, tomando como concentración media de nitrógeno la de la primera quincena de junio (0,90 mg/L). En total del 12 de mayo y el 14 de septiembre aproximadamente 11,1 kg/ha.

La diferencia entre la masa de nitrógeno importada con el agua de riego del 12 de mayo al 14 de septiembre (110,8 kg/ha) y la exportada con el agua de drenaje (11,1 kg/ha) se estima en 99,7 kg/ha. Descontando a esta diferencia 0,8 kg/ha de la masa de nitrógeno disuelta el 14 de septiembre en unos 900 m³/ha de agua residual de los arrozales, con una concentración de 0,90 mg/L, resulta una masa de nitrógeno de 98,9 kg/ha.

Esta masa tiene dos componentes, el debido al nitrógeno disuelto en esa fecha en el agua del suelo y mayoritariamente el absorbido por el arroz adicionalmente al aportado con el abonado durante las fases de crecimiento y de ahijado y especialmente en el espigado.

6.6 BALANCES DE SALES EN EL ÁREA DE MALVINAR

Los datos de *CE* y las concentraciones de fósforo, nitrógeno y nitratos del agua de riego proceden de muestras tomadas en la Acequia Canal (Punto 1), en la lámina de agua de los arrozales en cabecera (Punto 2) y a final de curso (Punto 3) y finalmente en el agua drenaje del desagüe de aproximación a la casa de bombas de Malvinar (Punto 4), todos ellos localizados en el esquema de la Figura 19.

Por estar esta área sujeta a filtraciones del acuífero más profundo hay que considerar también la calidad de esa agua subterránea pero no se ha dispuesto de datos. Por ello, en los balances se ha supuesto que la calidad del agua de filtración es similar a la calidad del agua del "ullal" de Baldovi, de la que se dispone de algunos datos proporcionados por la Comisaría de Aguas de la CHJ. Para calcular la concentración de sales en términos de *SDT* se ha utilizado la relación *SDT/CE* obtenida para aguas freáticas (Tabla 3.1 del Anexo 3).

Las tablas 10.3 y 10.4 del Anexo 10 muestran estos datos respectivamente para los años 2015-2016 y 2011-2016 y la Tabla 31 los resume.

Mes	CE dS/m 25°C	SDT g/L	P mg/L	N mg/L	NO3 mg/L	Años de promedio
Enero	2,60	1,74				2015 - 2016
Marzo	2,60	1,74				2015 - 2016
Abril	2,70	1,81				2015 - 2016
Mayo	2,94	1,97	0,05	11,45	50,50	2015 - 2016
Mayo	2,94	1,97	0,03	12,50	52,00	2013 - 2016
Junio	2,91	2,02				2015 - 2016
Julio	3,02	2,02	0,02			2015 - 2016
Julio	3,02	2,02	0,24	9,45	44,75	2011 - 2016
Agosto	2,72	1,82				2015 - 2016
Septiembre	2,85	1,91				2015 - 2016
Octubre	2,50	1,68				2015 - 2016
Noviembre	2,55	1,71				2015 - 2016
Diciembre	2,83	1,90				2015 - 2016

Tabla 31. Datos medios de calidad de las aguas del "ullal" de Baldoví (Comisaría de Aguas de la CHJ)

La concentración media de sales del agua de este "ullal" durante los años 2015-2016 aumentó de mayo a julio hasta aproximadamente 2 g/L para disminuir ligeramente en agosto y septiembre.

La Tabla 32 muestra los resultados de los balances de sales cuyos cálculos con la Ecuación 2 están en la Tabla 11.4 del Anexo 11.

Solamente hay datos para elaborar balances completos de sales en varios períodos entre el 28 de julio y el 14 de septiembre, que incluyen las fases de espigado y de formación y maduración del grano del arroz. En este período, los aportes de sales a los arrozales han sido casi a partes iguales entre el riego y la filtración de agua subterránea, respectivamente 13,7 y 13,6 t/ha. Esto es debido a que la concentración media de sales del agua subterránea (1,88 g/L) fue más del doble que la del agua de riego (0,81 g/L). La aportación total calculada para este período fue por tanto de 27,35 t/ha (Tabla 32).

Del 10 de junio al 27 de julio el agua de riego aportó 10,8 t/ha de sales (Tabla 32). La cantidad de sales aportada por las aguas de filtración pueden estimarse en 14,5 t/ha, asumiendo que durante este período de 48 días una filtración media de 16,3 mm/d aportó un total de 782,4 mm y que la concentración media del agua de filtración fue similar a la del promedio entre el 28 de julio y el 18 de agosto (1,86 g/L). En realidad, la salinidad del agua del "ullal" de Baldoví varió poco en el período con datos (1,87 g/L). En este período la aportación total estimada fue 25,3 t/ha.

Desde la casa de Malvinar el bombeo evacuó 46,1 t/ha de sales a la Carrera de la Reina del 10 de junio al 14 de septiembre (Tabla 32).



CEDEX

Estudio de la afección del cultivo del arroz en la calidad del agua de la Albufera de Valencia

Período	t d	SDT _i g/L	I*SDT _i t/ha	SDT _f g/L	F*SDT _f t/ha	SDT _w g/L	ΔH*SDT _w t/ha	SDT _{dr} g/L	Dr*SDT _{dr} t/ha	Resultado del balance t/ha
10/06-30/06	21	0,75	4,76			1,38		1,37	6,07	
01/07-05/07	5	0,76	0,00					1,33	1,41	
06/07-08/07	3	0,76	0,84			1,44		1,33	0,84	
09/07-14/07	6	0,76	1,68			1,44		1,33	4,87	
15/07-27/07	13	0,74	3,51			1,31		1,19	8,18	
28/07-18/08	22	0,75	6,58	1,86	8,48	1,18	0,47	1,06	12,30	2,30
06/07-18/08	44	0,75	12,61			1,34		1,23	26,20	
19/08-31/08	13	0,76	4,27	1,82	3,06	1,11	-0,06	1,02	7,03	0,36
01/09-10/09	10	0,83	2,87	1,91	1,57	1,14	-0,86	1,04	4,94	0,35
11/09-14/09	4	0,90	0,00	1,91	0,53	1,33	-0,40	1,10	0,41	0,52
19/08-14/09	27	0,83	7,14	1,88	5,15	1,20	-1,31	1,05	12,38	1,22
10/06-14/09	97		24,51						46,06	

Tabla 32. Balances de sales en el área de Malvinar en los períodos señalados de la campaña de riego del arroz de 2017

El balance de sales, elaborado con la Ecuación 2 para el período del 10 de junio al 14 de septiembre, considerando también el aporte de sales por las aguas de filtración, muestra que la masa de sales aportada con el agua de riego y con el agua de filtración sumó 52,65 t/ha y la masa de sales evacuada por bombeo 46,1 t/ha. La diferencia de 6,6 t/ha es la suma de la variación de la masa de sales disuelta en la lámina de agua superficial de los arrozales y en el agua del suelo al final de la campaña de riego, teniendo en cuenta también los errores debidos a las estimaciones hechas en el balance.

Cabe suponer que esta cantidad de sales haya sido evacuada con el agua de drenaje bombeada a partir del 15 de septiembre de 2017, porque de forma similar al área de El Saler no se aprecia en el área de Malvinar un proceso de salinización secundaria de los suelos.

6.7 BALANCES DE FÓSFORO EN EL ÁREA DE MALVINAR

Datos de concentraciones de fósforo y nitrógeno solamente hay de los meses de mayo y julio. En mayo los valores medios de 2015-2016 son bastante similares a los medios de 2013-2016, tanto en concentración de fósforo total como en nitrógeno total y nitratos. En julio hay diferencias entre los datos promedios de concentración de fósforo en el período 2011-2016 y en el 2015-2016, debido a la alta concentración en 2013 (0,62 mg/L). En los balances de fósforo se han utilizado los datos medios de los años 2015 y 2016 y en los de nitrógeno los medios de julio de 2011-2016.

Para elaborar los balances de fósforo en esta área sólo se ha dispuesto estrictamente del dato medio de concentración de fósforo total en el agua de filtración de julio del año 2015-2016 (0,02 mg/L). La concentración de fósforo total en el agua de riego y en la de la lámina de los arrozales fue bastante similar a lo largo de la campaña de riego de 2017, respectivamente 0,10 y 0,09 mg/L. En la del agua de drenaje disminuyó progresivamente desde la primera quincena de julio (0,20 mg/L) a la primera de septiembre (0,05 mg/L).

Los resultados de los balances de fósforo los muestra la Tabla 33 que resume los cálculos de la Tabla 11.5 del Anexo 11.

Entre el 28 de julio y el 18 de agosto de 2017 la aportación de fósforo estimada fue de aproximadamente 0,69 kg/ha, principalmente con el agua de riego (0,60 kg/ha). Asumiendo que

la misma concentración de fósforo del agua de filtración de julio se mantuvo en agosto y septiembre, del 28 de julio al 14 de septiembre la aportación pudo ser de 1,6 kg/ha.

Período	t d	P _i mg/L	I*P _i kg/ha	P _f mg/L	F*P _f kg/ha	P _w mg/L	ΔH*P _w kg/ha	P _{dr} mg/L	Dr*P _{dr} kg/ha	Resultado del balance kg/ha
10/06-30/06	21	0,13	0,82			0,21		0,17	0,73	
01/07-05/07	5	0,16	0,00			0,09		0,20	0,21	
06/07-08/07	3	0,16	0,18			0,09		0,20	0,13	
09/07-14/07	6	0,16	0,35			0,09		0,20	0,73	
15/07-27/07	13	0,11	0,52			0,07		0,12	0,82	
28/07-18/08	22	0,07	0,60	0,02	0,091	0,05	0,021	0,05	0,56	0,109
06/07-18/08	44	0,12	1,65			0,08		0,14	2,25	
19/08-31/08	13	0,09	0,48	0,02	0,034	0,06	-0,003	0,07	0,47	0,044
01/09-10/09	10	0,11	0,38	0,02	0,016	0,09	-0,070	0,07	0,32	0,148
11/09-14/09	4	0,13	0,00	0,02	0,006	0,17	-0,051	0,05	0,02	0,036
19/08-14/09	27	0,11	0,86	0,02	0,06	0,11	-0,12	0,06	0,81	0,23
10/06-14/09	97		3,33						4,00	

Tabla 33. Balances de fósforo en el área de Malvinar en los períodos señalados de la campaña de riego del arroz de 2017

Como la aportación de fósforo con el agua de filtración es poco relevante en comparación con la del agua de riego, puede estimarse que del 10 de junio al 14 de septiembre la masa de fósforo aportada a los arrozales pudiera haber sido de aproximadamente 3,4 kg/ha (Tabla 33).

En este mismo período de 97 días con el agua de drenaje bombeada se evacuaron aproximadamente 4 kg/ha (Tabla 33). El balance de fósforo calculado con la Ecuación 3 del 10 de junio al 14 de septiembre da una diferencia de 0,6 Kg/ha entre la masa de fósforo evacuada con el agua de drenaje bombeada y la aportada por el agua de riego y la de filtración.

Es posible que esa diferencia sea debida a que en junio y julio la concentración de fósforo del agua de filtración haya sido mayor de 0,02 mg/L porque en los períodos parciales considerados en la Tabla 33 la suma de las aportaciones excede a la de las exportaciones indicando cierta absorción de fósforo por el arroz además del aportado con el abonado, pero en menor proporción que en el área de El Saler, porque tanto las concentraciones de fósforo del agua de riego como del agua de filtración son menores que la del agua regenerada de la EDAR de Pinedo.

6.8 BALANCES DE NITRÓGENO EN EL ÁREA DE MALVINAR

En el agua de riego la concentración de nitrógeno total fue aumentando progresivamente durante la campaña de riego desde 1,28 mg/L de media en julio y agosto hasta 3,7 mg/L en la primera semana de septiembre y 6,20 mg/L en el último muestreo del 14 de septiembre. De forma similar varió la concentración del agua de la lámina de los arrozales, pero siempre con valores inferiores a la concentración del agua de riego.

También la concentración del agua de drenaje descendió de 2,2 mg/L, en la primera quincena de julio, a 0,9 mg/L a final de agosto para subir significativa y progresivamente durante la primera quincena de septiembre hasta 5,5 mg/L el día 14. Del agua de filtración solamente hay el dato de julio procedente del "ullal" de Baldoví (9,45 mg/L), muy superior al del agua de riego en ese período (1,25 mg/L).



CEDEX

Estudio de la afección del cultivo del arroz en la calidad del agua de la Albufera de Valencia

La Tabla 34 contiene los resultados de los cálculos de los balances de nitrógeno total que muestra la Tabla 10.6 del Anexo 10.

Del 28 de julio al 18 de agosto, único período con todos los datos del balance, de los 54 kg/ha aportados, mayoritariamente con el agua de filtración (43,1 kg/ha), solamente 10,5 kg/ha fueron evacuados con el agua de drenaje bombeada en la casa de Malvinar (Tabla 34).

Período	t d	N _i mg/L	I*N _i kg/ha	N _f mg/L	F*N _f kg/ha	N _w mg/L	ΔH*N _w kg/ha	N _{dr} mg/L	Dr*N _{dr} kg/ha	Resultado del balance kg/ha
10/06-30/06	21	1,80	11,37			0,09		1,80	8,00	
01/07-05/07	5	1,30	0,00			0,09		2,20	2,33	
06/07-08/07	3	1,30	1,43			0,09		2,20	1,40	
09/07-14/07	6	1,30	2,86			0,09		2,20	8,06	
15/07-27/07	13	1,45	6,92			0,59		1,55	10,65	
28/07-18/08	22	1,25	10,92	9,45	43,2	0,59	0,24	0,90	10,47	43,331
06/07-18/08	44	1,33	22,13			0,34		1,71	30,58	
19/08-31/08	13	1,05	5,91	9,45	15,85	0,32	-0,02	0,90	6,19	15,583
01/09-10/09	10	3,70	12,79	9,45	7,76	1,46	-1,10	3,20	15,21	6,425
11/09-14/09	4	6,20	0,00	9,45	2,62	3,30	-0,99	5,50	2,07	1,542
19/08-14/09	27	3,65	18,70	9,45	26,23	1,69	-2,10	3,20	23,47	23,55
10/06-14/09	97		52,19						64,38	

Tabla 34. Balances de nitrógeno en el área de Malvinar en los períodos señalados de la campaña de riego del arroz de 2017

De la diferencia de 43,3 kg/ha, una pequeña parte (0,24 kg/ha) permaneció disuelta en el agua de la lámina y el resto fue absorbido por el arroz durante sus fases de espigado y de formación del grano además del aportado con la fertilización.

Extrapolando el dato de julio de concentración de nitrógeno total a los meses de agosto y septiembre, el consumo de nitrógeno por el arroz estimado con el balance del 28 de julio al 14 de septiembre sería 66,9 kg/ha aproximadamente (Tabla 34).

Estos datos indican la relevancia del agua de "ullal" en la aportación de nitrógeno y el papel del arroz en su absorción.

7 PROPUESTAS SOBRE EL CULTIVO, EL RIEGO Y EL DRENAJE DE LOS ARROZALES PARA MEJORAR LA CALIDAD DEL AGUA DEL LAGO

Las prácticas de cultivo del arroz son similares en los cuatro regadíos asociados al lago de la Albufera, pero difieren el riego y drenaje de sus arrozales, así como las calidades del agua de riego. Por ello, en los siguientes apartados se analizan separadamente los arrozales de cada regadío.

Primeramente, los regados por la Acequia del Oro y los de Sueca, cuyos balances de agua, sales, fósforo y nitrógeno han sido estudiados durante la campaña de riego de 2017 en las áreas de El Saler y Malvinar respectivamente. Posteriormente los de la ARJ y de la Acequia de Favara en los que no ha sido posible establecer balances en esa campaña.

7.1 ARROZALES REGADOS POR LA ACEQUIA DEL ORO

Las tablas 35 y 36 de esta memoria muestran respectivamente los resultados de estimar las cantidades de sales y las de fósforo y nitrógeno aportadas con el riego durante la campaña de riego de 2017 en los arrozales regados por la Acequia del Oro, que ocupan una superficie de 718 hectáreas (Apartado 4.7) y las evacuadas al lago. Todo ello a partir de las cantidades por hectárea estimadas en el área de El Saler.

La estimación global de la campaña de riego del arroz del 12 de mayo al 14 de septiembre de 2017 da una exportación de sales de 9.549 t hasta el 14 de septiembre (Tabla 35). A las cantidades evacuadas al lago durante este período habría que añadir las evacuadas a partir del 15 de septiembre con el drenaje de la lámina de agua que quedó en los arrozales.

La exportación total al lago procedente de 718 hectáreas fue 1,4 t de fósforo y unas 8 t de nitrógeno hasta el 14 de septiembre (Tabla 36), además de las evacuadas al final de la campaña.

Período	t d	Sales riego		Sales drenaje	
		t/ha	t (718 ha)	t/ha	t (718 ha)
12/05-05/06	25	3,3	2.369,4	1,5	1.077,0
06/06-10/06	5	0,0	0,0	0,4	287,2
11/06-06/07	26	3,5	2.513,0	1,9	1.364,2
07/07-11/07	5	0,0	0,0	0,2	143,6
12/07-14/09	65	10,7	7.682,6	9,3	6.677,4
12/05-14/09	126	17,5	12.565,0	13,3	9.549,4

Tabla 35. Cantidades de sales aportadas con el riego en los arrozales regados por la Acequia del Oro y evacuadas al lago en los períodos señalados de la campaña de riego de 2017

Período	t d	P riego		P drenaje		N riego		N drenaje	
		kg/ha	t (718 ha)	kg/ha	t (718 ha)	kg/ha	t (718 ha)	kg/ha	t (718 ha)
12/05-05/06	25	0,95	0,68	0,16	0,11	17,95	12,89	0,89	0,64
06/06-10/06	5	0	0,00	0,02	0,01	0	0,00	0,19	0,14
11/06-06/07	26	1,02	0,73	0,20	0,14	23,18	16,64	1,64	1,18
07/07-11/07	5	0	0,00	0,04	0,03	0	0,00	0,38	0,27
12/07-14/09	65	4,15	2,98	1,57	1,13	69,60	49,97	8,03	5,77
12/05-14/09	126	6,12	4,39	1,99	1,43	110,73	79,50	11,13	7,99

Tabla 36. Cantidades de fósforo y nitrógeno aportadas con el riego en los arrozales regados por la Acequia del Oro y evacuadas al lago en los períodos señalados de la campaña de riego de 2017

La alternativa de evacuar el efluente de la EDAR de Pinedo al mar o directamente al lago del 12 de mayo al 14 de septiembre sería una aportación a esas masas de agua de aproximadamente 12,565 t de sal, 4,4 t de fósforo y 79,5 t de nitrógeno (Tabla 36). De nuevo, estas magnitudes hay que considerarlas teniendo en cuenta las limitaciones de los balances de agua mencionadas anteriormente.

Estos resultados explican el aumento de la salinidad y la disminución de la concentración de fósforo del agua del lago durante los meses de la campaña de riego de 2016 (Tabla 7), a pesar que en esta época el nivel medio del agua en el lago generalmente es el menor anual (unos 0,25 m en 2017) y por tanto el mínimo volumen de agua (unos 22,6 hm³ en 2017).



La Tabla 37 sirve para comparar la calidad de las aguas en este regadío asociadas a sus arrozales durante la campaña de 2017 con la de la campaña de 2016 (Tabla 21 del Apartado 4.8).

Hay ciertas diferencias entre las concentraciones de fósforo de ambos años, especialmente en junio, pero el orden de magnitud es similar. Algo parecido ocurre con las concentraciones de nitrógeno. Menores diferencias existen en las concentraciones de fósforo de las aguas de drenaje en El Saler. Tampoco en las de nitrógeno, con la excepción de la concentración de septiembre de 2016.

Por ello y porque la práctica anual del riego y del drenaje en los arrozales no difiere significativamente cabe esperar que, si en la campaña de riego de 2016 se hubieran hecho balances similares a los de la de 2017, los resultados hubieran sido parecidos, así como los efectos productivos y medioambientales.

Período	P riego	P drenaje	N riego	N drenaje
	mg/L			
06/06-10/06	0,24	0,11	4,90	0,90
11/06-14/06	0,24	0,21	4,90	0,90
15/06-06/07	0,26	0,16	5,95	1,45
11/06-06/07	0,25	0,19	5,43	1,18
07/07-11/07	0,28	0,21	7,00	2,00
12/07-27/07	0,48	0,16	7,10	1,45
28/07-18/08	0,44	0,15	7,20	1,15
19/08-31/08	0,34	0,30	6,80	1,15
01/09-14/09	0,36	0,32	6,81	0,90
12/07-14/09	0,40	0,23	6,98	1,16

Tabla 37. Concentraciones de fósforo y nitrógeno de las aguas de riego y drenaje en los arrozales regados por la Acequia del Oro en los períodos señalados de la campaña de riego de 2017

La Tabla 25 del Apartado 5.6 muestra que el volumen de agua empleada en el riego de los arrozales del área de El Saler del 12 de mayo al 14 de septiembre de 2017, fue de unos 17.514 m³/ha. Parte de esta dotación de agua de riego y de la precipitación efectiva (455 m³/ha) fue consumida por el arroz (6.805 m³/ha) y parte drenada de la superficie de los arrozales y bombeada al puerto de El Saler (9.823 m³/ha). Además, se ha estimado en los balances de agua que otros 900 m³/ha del agua superficial residual de los arrozales serían drenados a partir del 15 de septiembre, con lo que el volumen total de agua evacuada sería 10.723 m³/ha.

La relación de aproximadamente el 60 por ciento de agua drenada respecto a la aportada por riego y lluvia no significa que el riego sea ineficiente porque hay que considerar, no solamente el consumo de agua del arroz, sino también el control de las sales aplicadas con el agua de riego.

De julio a septiembre la concentración de sales del agua de riego fue aproximadamente 1,1 g/L (Tabla 28 del Apartado 6.3). El umbral de tolerancia del arroz está estimado por la FAO (2002) en una *CE* del agua del suelo saturado en su zona radicular de 3,0 dS/m, equivalente aproximadamente para el agua de estos regadíos a 2,1 g/L. Por ello, el agua de riego tiene que circular por los arrozales y las sales aportadas ser evacuadas con el agua de drenaje.

El agua del lago en el punto A2 tuvo una *CE* media de julio a septiembre de 2016 de 2,3 dS/m, equivalente a unos 1,6 g/L de *SDT* (Tabla 7 del Apartado 2.5), agua algo más salina que el agua

de drenaje en El Saler con 1,3 g/L de *SDT* (Tabla 28 del Apartado 6.3). Por ello, tampoco cabe reutilizar el agua de riego en los arrozales que son regados con agua a nivel de la del lago.

Por todo ello, el control del riesgo de aumentar la salinidad de las tierras aconseja mantener la práctica actual del riego y del drenaje en todos los arrozales de este regadío con objeto de mantener la calidad de las tierras y los rendimientos actuales de la producción de arroz.

Los resultados de los balances de nitrógeno de la Tabla 30 del Apartado 6.5 muestran una reducción significativa del nitrógeno evacuado con el agua de drenaje de los arrozales regados con agua de la Acequia del Oro, en relación con el aportado con el agua regenerada, pues del 6 de junio al 14 de septiembre de 2017 el bombeo evacuó aproximadamente el 11 por ciento del aportado. Sin embargo, los balances indican que las 718 ha de arrozal todavía exportaron unas 8 t de nitrógeno al agua del lago durante la campaña de riego de 2017 (Tabla 36).

Con objeto de reducir esa aportación de nitrógeno al agua del lago, es recomendable que los regantes consideren en sus estimaciones de necesidades de abonado nitrogenado que con el agua de riego estuvieron aportando del 6 de junio al 14 de septiembre de 2017 unos 93 kg/ha de nitrógeno (Tabla 30).

El porcentaje de fósforo evacuado respecto al aportado en el mismo período fue aproximadamente el 35 por ciento, mayor que en el caso del nitrógeno. Por ello, en este caso todavía cabe en mayor medida considerar en el cálculo de las necesidades de abonado fosfórico los 5,2 kg/ha en los que se ha estimado la aportación de fósforo con el agua de la Acequia del Oro de junio a septiembre.

Un futuro balance de nutrientes en los arrozales regados con agua de las acequias que mantienen el nivel del agua del lago facilitaría también la mejora de la fertilización.

Es evidente el beneficio productivo del riego del arroz con agua regenerada, por su aportación de nutrientes al cultivo y el beneficio ambiental que ocasiona la reducción de la aportación de nitrógeno y fósforo, bien al mar o al lago. Todo ello con un coste de la operación totalmente a cargo de los regantes. Sin embargo, la mejora de la fertilización, siguiendo las pautas anteriormente expuestas, contribuiría a reducir todavía más la aportación de estos dos nutrientes al agua del lago y paralelamente disminuiría el coste de la fertilización del arroz.

7.2 ARROZALES DEL REGADÍO DE SUECA

La extrapolación de los resultados de los balances, efectuados en el área de Malvinar durante la campaña de riego de 2017, a toda la superficie de arrozales que desaguan al lago y la Carrera de la Reina presenta varias dificultades.

La primera se debe a los caudales específicos de riego que en 2017 han sido diferentes para el conjunto de los arrozales de Sueca y para los comprendidos en el área de Malvinar. En efecto, durante los meses de julio y agosto la CRSRS dispuso de un caudal derivado del Júcar de 14,5 m³/s. Asumiendo un caudal específico de riego de los huertos de 0,7 Ls⁻¹ha⁻¹, similar al determinado en las huertas regadas por la Acequia del Oro, del caudal total derivado habría que descontar aproximadamente 1,1 m³/s para una superficie de 1.545 ha de huertos. El caudal resultante para el riego de los arrozales en su conjunto (6.505 ha) sería 13,4 m³/s, con un caudal específico de riego equivalente de 2,06 Ls⁻¹ha⁻¹, que es muy similar al determinado en los arrozales regados por la Acequia del Oro.

Sin embargo, para el área de Malvinar el caudal específico de riego medio durante estos dos meses ha sido 4,6 Ls⁻¹ha⁻¹ (Tabla 8.1 del Anexo 8). El volumen de agua de riego que circuló en estos dos meses por los arrozales de esa área tuvo dos componentes: agua del Júcar y agua de



drenaje de los arrozales situados aguas arriba, que captada por la red de acequias incrementó el agua disponible para riego.

La segunda dificultad se debe a la magnitud de la filtración estimada en el área de Malvinar, que además de su contribución al balance de agua ha sido muy relevante en los balances de nitrógeno y de sales en esa área, debido a las concentraciones del agua subterránea profunda adoptadas del "ullal" de Baldoví, que son superiores a las del agua del Júcar. Con la información geohidrológica disponible en este estudio no cabe extrapolar las características hidrológicas del área estudiada y la calidad del agua subterránea de esa filtración a todos los arrozales de Sueca regados con agua del Júcar.

Por estas dificultades, durante la campaña de riego de 2017 no ha sido posible estimar las masas de sales, fósforo y nitrógeno exportadas al lago y a la Carrera de la Reina desde todos los arrozales regados con agua del Júcar que a ellos drenan. Solamente con carácter indicativo, la Tabla 38 muestra los resultados de los cálculos de las cantidades de sales aportadas con el riego y el agua de filtración en el área de Malvinar y las evacuadas a la Carrera de la Reina durante parte de la campaña de riego de 2017.

Del 19 de agosto al 14 de septiembre, único período con todos los datos del balance de sales, de las aproximadamente 5.695 t de sales evacuadas a la Carrera de la Reina, 3.284,40 t, el 57,7 por ciento, procedieron de las aportadas con el agua de riego y 2.369 t, el 41,6 por ciento, de las aportadas por las filtraciones (Tabla 38).

Período	T d	Sales riego		Sales filtración		Sales drenaje	
		t/ha	t (460 ha)	t/ha	t (460 ha)	t/ha	t (460 ha)
10/06-30/06	21	4,76	2.189,60			6,07	2.792,20
01/07-05/07	5	0,00	0,00			1,41	648,60
06/07-18/08	44	12,61	5.800,60			26,20	12.052,00
19/08-14/09	27	7,14	3.284,40	5,15	2.369,00	12,38	5.694,80
10/06-14/09	97	24,51	11.274,60			46,06	21.187,60

Tabla 38. Cantidades de sales aportadas por riego y filtración en los arrozales del área de Malvinar y evacuadas a la Carrera de la Reina en los períodos señalados de la campaña de riego de 2017

Del 10 de junio al 14 de septiembre el porcentaje de la aportación de sales debida al riego fue algo menor (53,2 por ciento), probablemente debido a la mayor intensidad estimada de las filtraciones en junio y por tanto mayor contribución a la cantidad de sales evacuada con el bombeo del agua de drenaje. A pesar de esta evacuación de sales, el agua de la Carrera de la Reina fue de junio a septiembre de 2017 menos salina (1,2 g/L de promedio) que el agua del lago (1,5 g/L de promedio) en los mismos meses de 2016.

A estas cantidades evacuadas a la Carrera durante ese período habría que añadir las evacuadas del 18 de mayo al 9 de junio y las exportadas desde el 15 de septiembre con el drenaje del agua superficial residual de los arrozales y del agua de filtración evacuada mientras duró el bombeo.

Las tablas 39 y 40 muestran los resultados de cálculos similares para fósforo y nitrógeno respectivamente.

Período	T d	P riego		P filtración		P drenaje	
		kg/ha	t (460 ha)	kg/ha	t (460 ha)	kg/ha	t (460 ha)
10/06-30/06	21	0,82	0,38			0,73	0,34
01/07-05/07	5	0,00	0,00			0,21	0,10
06/07-18/08	44	1,65	0,76			2,25	1,04
19/08-14/09	27	0,86	0,40	0,06	0,03	0,81	0,37
10/06-14/09	97	3,33	1,53			4,00	1,84

Tabla 39. Cantidades de fósforo aportadas por riego y filtración en los arrozales del área de Malvinar y evacuadas a la Carrera de la Reina en parte de la campaña de riego de 2017

En el período del 19 de agosto al 14 de septiembre, el balance de fósforo estimó en 0,43 t la cantidad de fósforo aportado a las 460 ha del área de Malvinar por riego y filtraciones y 0,37 t evacuadas a la Carrera de la Reina por bombeo del agua de drenaje.

Parte de la diferencia es el fósforo absorbido por el arroz, que en este caso tiene una menor relevancia que en el regadío de la Acequia del Oro, por la baja concentración en este elemento tanto en el agua de riego como en la de filtración.

Respecto al nitrógeno, en el período del 19 de agosto al 14 de septiembre, el balance ha estimado que de las 32,1 t aportadas por riego y filtración solamente 10,8 t fueron evacuadas a la Carrera de la Reina. El resto en su mayor parte fueron absorbidas por el arroz confirmando el papel filtrante de los arrozales, no solo del nitrógeno disuelto en el agua de riego, sino principalmente en el agua subterránea rica en nitratos.

Período	T d	N riego		N filtración		N drenaje	
		kg/ha	t (460 ha)	kg/ha	t (460 ha)	kg/ha	t (460 ha)
10/06-30/06	21	11,37	5,23			8,00	3,68
01/07-05/07	5	0,00	0,00			2,33	1,07
06/07-18/08	44	22,13	10,18			30,58	14,07
19/08-14/09	27	18,70	8,60	26,22	12,06	23,47	10,80
10/06-14/09	97	52,19	24,01			64,38	29,61

Tabla 40. Cantidades de nitrógeno aportadas por riego y filtración en los arrozales del área de Malvinar y evacuadas a la Carrera de la Reina en parte de la campaña de riego de 2017

Estos resultados confirman los beneficios, tanto productivo como ambiental, del cultivo del arroz en una zona con filtraciones de aguas subterráneas profundas que aportan nitratos al agua superficial.

La Tabla 41 sintetiza los datos de los *SDT* en el agua de riego y filtración en el área de Malvinar durante la campaña de riego de 2017, así como del agua bombeada a la Carrera de la Reina con objeto de compararlos con los datos de la campaña de 2016 (Tabla 12 del Apartado 4.2).

La salinidad del agua del Júcar durante junio y septiembre de 2016 fue similar a la del agua de las acequias Canal y de la Llosa a su entrada en el área de Malvinar en 2017. Sin embargo, los *SDT* del agua de julio y agosto de 2017 (0,75 g/L) en la cabecera de riego de esa área fueron superiores a los del agua del Júcar en los mismos meses de 2016 (0,67 g/L), confirmando el aporte de agua de drenaje a esas acequias procedente de los arrozales situados aguas arriba.



CEDEX

Estudio de la afección del cultivo del arroz en la calidad del agua de la Albufera de Valencia

Fecha	SDT (g/L)		
	Riego Malvinar	Filtración Malvinar	Bombeo a la Carrera de la Reina
06/2017	0,75		1,37
07/2017	0,75		1,26
08/2017	0,75	1,84	1,04
09/2017	0,90	1,91	1,07

Tabla 41. Sólidos disueltos totales (SDT) de las aguas de riego, filtración y drenaje en el área de Malvinar durante la campaña de riego de 2017

La salinidad del agua de la Carrera de la Reina en 2017 fue menor que la del agua del lago en los mismos meses de 2016, a pesar de recibir agua de drenaje procedente de filtraciones con agua más salina que el agua de riego (Tabla 12).

La Tabla 42 muestra las concentraciones de fósforo y nitrógeno en aguas relacionadas con los arrozales de Sueca durante la campaña de riego de 2017 con objeto de compararlas con las concentraciones respectivas en 2016 (Tabla 13).

En la campaña de 2017, la concentración de fósforo en la cabecera de riego del área de Malvinar (Tabla 42) fue aproximadamente el doble que la del agua del Júcar en 2016, confirmando de nuevo que en el regadío de Sueca los arrozales más bajos recogen agua de drenaje de los situados aguas arriba.

A pesar de ello y del fósforo aportado en aquellos por las filtraciones, la concentración del agua de drenaje bombeada a la Carrera de la Reina fue similar a las concentraciones de las acequias de la Dreta y Antigua de la Reina en 2016 (Tabla 13). Esto indica la capacidad de absorción de fósforo durante las fases de espigado del arroz y formación del grano, aunque en las fases anteriores del cultivo parece menor.

Período	P riego	P drenaje	N riego	N drenaje
	mg/L			
10/06-30/06	0,13	0,17	1,80	1,80
01/07-05/07	0,16	0,20	1,30	2,20
06/07-08/07	0,16	0,20	1,30	2,20
09/07-14/07	0,16	0,20	1,30	2,20
15/07-27/07	0,11	0,12	1,45	1,55
28/07-18/08	0,07	0,05	1,25	0,90
06/07-18/08	0,12	0,14	1,33	1,71
19/08-31/08	0,09	0,07	1,05	0,90
01/09-10/09	0,11	0,07	3,70	3,20
11/09-14/09	0,13	0,05	6,20	5,50
19/08-14/09	0,11	0,06	3,65	3,20

Tabla 42. Concentraciones de fósforo y nitrógeno de las aguas de riego y drenaje en los arrozales del área de Malvinar en los períodos señalados de la campaña de riego de 2017

En agosto de 2016 la concentración de nitrógeno del agua de la Acequia de la Dreta (13 mg/L) era aproximadamente el triple que la del agua del Júcar (4,6 mg/L). Sin embargo, en el mismo mes de 2017 la concentración del agua de riego, a su entrada en el área de Malvinar, era

sensiblemente más baja (1,15 mg/L de promedio) y todavía más aún la del agua de drenaje bombeada a la Carrera de la Reina (0,9 mg/L).

El papel del arroz como consumidor de nitrógeno de las aguas de riego y filtración durante el espigado y formación de grano lo confirman estos resultados, especialmente si se comparan con los de septiembre de 2017 una vez iniciada la recolección del arroz: 3,7 y 3,2 mg/L respectivamente para las aguas de riego y drenaje durante los primeros 10 días y 6,2 y 5,5 mg/L durante los 4 siguientes (Tabla 42).

Durante la campaña de 2017, el volumen de agua de riego aplicada a los arrozales del área de Malvinar fue 37.615 m³/ha, algo más del doble que el empleado en el área de El Saler (17.514 m³/ha). Sin embargo, el consumo de agua por el arroz fue similar, unos 6.809 m³/ha (Tabla 27 del Apartado 5.7).

La diferencia en los volúmenes de agua de riego estriba en la circulación por los arrozales de Sueca de agua de drenaje captada por la red de acequias. Se diferencia de los arrozales de la Acequia del Oro donde no hay reutilización de agua de riego, debido a la mayor concentración de sales del agua del EDAR de Pinedo en comparación con la del agua del Júcar que se utiliza en Sueca. No obstante, en el conjunto de los arrozales de Sueca el coeficiente nominal de riego de los arrozales es similar al de los regados por la Acequia del Oro (aproximadamente 2 Ls⁻¹ha⁻¹).

El volumen de agua de drenaje bombeada a la Carrera de la Reina, del 18 de mayo al 14 de septiembre, fue 49.831 m³/ha (Tabla 27). Este volumen, considerablemente superior al del área de El Saler (9.823 m³/ha) se debe a que las bombas de Malvinar evacuan, no solo agua de drenaje de las 460 hectáreas del área estudiada, sino de toda la cuenca de drenaje que incluye también arrozales situados aguas arriba. Además, evacuan agua procedente de las filtraciones de agua subterránea de las áreas próximas a los "ullals" al menos. A partir del 15 de septiembre, el volumen de agua de drenaje bombeado desde Malvinar aumentará sin duda, porque además del drenaje del agua residual de los arrozales elevará el agua de las filtraciones hasta el final de la recolección del arroz.

Por todo ello, no es posible determinar cuantitativamente la eficiencia del riego de los arrozales de Sueca con solamente los resultados de los balances de agua del área de Malvinar. Para esa determinación cuantitativa sería preciso elaborar balances, al menos de toda la zona que drena a la Carrera de la Reina (4.677 ha).

Sin embargo, también cabe calificar como apropiada la eficiencia del riego en cascada del arroz a través de varios bancales y la utilización del agua de drenaje para incrementar la dotación de agua de riego, tal y como se hace en los arrozales de Sueca, si se considera el coeficiente nominal global de riego de los arrozales de Sueca (unos 2 Ls⁻¹ha⁻¹), similar al de los regados por la Acequia del Oro, y el papel del arroz como filtrante de nitratos.

La capacidad de elevación de agua desde el tramo final de las acequias, con objeto de aumentar los caudales de agua de riego en cabecera en caso de sequías, es un aspecto relevante del riego de los arrozales de Sueca que cabe destacar, aunque por la disponibilidad de agua durante la campaña de 2017 no fue practicada y por tanto no fue evaluada.

La concentración de sales del agua de riego en el área de Malvinar, a pesar de la mezcla del agua del Júcar con agua de drenaje, fue aproximadamente 0,75 g/L de junio a septiembre (Tabla 41). La del agua de la lámina de los arrozales fue durante ese período 1,32 g/L de promedio en los dos puntos de observación. Aunque el agua del suelo saturado fuera algo más concentrada que el agua superficial, cabe esperar que estuviera bien por debajo del umbral de tolerancia del arroz (unos 2,1 g/L).



Estos datos confirman la posibilidad de circulación del agua de riego en varios bancales, sin riesgo de aumentar desfavorablemente la salinidad de los suelos de forma que los regantes mantengan los rendimientos del arroz.

Dado el volumen de agua de riego que circuló por los arrozales del área estudiada, la masa total de sales transportada (24,5 t/ha) fue mucho mayor que en el área de El Saler (14,2 t/ha). Sin embargo, también lo fue la masa de sales evacuada a la Carrera de la Reina (46,1 t/ha), incluyendo además las sales aportadas por las filtraciones de agua subterránea salobre (Tabla 38).

A pesar de esta evacuación de sales para el control de la salinidad, el agua de la Carrera de la Reina fue de junio a septiembre de 2017 menos salina, con 1,2 g/L de promedio, (Tabla 41) que el agua del lago en el punto C2 (1,5 g/L de promedio) en los mismos meses de 2016 (Tabla 12 del Apartado 4.2).

Cabe concluir la idoneidad del riego y del drenaje actualmente practicado en los arrozales de Sueca para el control de la salinidad de los suelos, de forma que los regantes mantengan los rendimientos del arroz.

La aportación de fósforo del 10 de junio al 14 de septiembre con el agua de riego, acrecentada con el agua de drenaje, fue en este caso 3,3 kg/ha (Tabla 39). Cantidad menor que la aportada en el área de El Saler (5,2 kg/ha). Con todo ello, aproximadamente 1,8 t de fósforo fueron exportadas desde el bombeo de Malvinar a la Carrera de la Reina en este período (Tabla 39). A pesar del fósforo importado con el agua de filtración, de baja concentración en este elemento, esta aportación es menos relevante que en los arrozales de la Acequia del Oro, en lo que se refiere a la disminución de las necesidades de abonado fosfórico.

Los resultados específicos de los balances de nitrógeno del 19 de agosto al 14 de septiembre (Tabla 40), únicos con datos también de la concentración del agua de las filtraciones, indican una absorción significativa de nitrógeno por parte del arroz. De las aproximadamente 20,7 t aportadas con las aguas de riego y filtración a las 460 hectáreas de arrozales del área estudiada, solamente 10,8 t fueron evacuadas con el agua de drenaje (aproximadamente el 52 por ciento). Sin embargo, los resultados del balance global, estimado para el período del 10 de junio al 14 de septiembre, muestran que todavía unas 29,6 t de nitrógeno fueron exportadas a la Carrera de la Reina.

Como lo ha sido para los arrozales de la Acequia del Oro, también para los de Sueca es recomendable que los regantes tengan en cuenta, en sus estimaciones de necesidades de abonado nitrogenado, la aportación gratuita de nitrógeno con la mezcla de agua del Júcar y de drenaje, unos 52,2 kg/ha en el área de Malvinar del 10 de junio al 14 de septiembre (Tabla 40) y con el agua de filtración. Esta última no ha sido cuantificada en su totalidad, pero hay indicios de que puede ser superior a la del agua de riego. Todo ello, con objeto de reducir la exportación de nitrógeno a las masas de agua asociadas a los arrozales de Sueca, es decir al lago y al mar directamente o a través de la Carrera de la Reina y además disminuir el coste del abonado del arroz.

7.3 ARROZALES REGADOS POR LA ACEQUIA REAL DEL JÚCAR

En los arrozales de la zona de Sollana regados por la ARJ, que desaguan su agua de drenaje por tres acequias directamente al lago, podría haber reuso del agua de riego como en los de Sueca, porque la salinidad del agua del Júcar es aún menor, pero no lo hay por disponer de menos pendiente. El agua aportada al lago en 2016 con una concentración media de 1 g/L fue también menos salina que la del lago en el Punto B1 que fue de 1,5 g/L (Tabla 14 del Apartado 4.4) e incluso que la de la Carrera de la Reina en 2017 (1,2 g/L).

En los regados por la ARJ, situados entre la Acequia del Azarbe y el límite con los regados por la Acequia de Favara, la salinidad de las aguas que los riegan no excede el umbral de tolerancia del arroz porque no son reutilizadas al modo de los arrozales de Sueca, aunque las que reciben aguas de “ullal” fueron más salinas (1,03 g/L) en la campaña de riego del arroz de 2016 que el agua de la Acequia Real del Júcar. Todas estas acequias aportaron ese año al lago agua menos salina que en el Punto A1, donde la concentración media de sales fue 1,53 g/L (Tabla 17 del Apartado 4.4).

Las concentraciones de fósforo de las aguas de las acequias fueron variables en 2016. Las que reciben aguas de “ullal” tuvieron concentraciones más bajas (<0,05 mg/L) que el resto (0,10 mg/L). Aportaron al lago agua con concentraciones más bajas que las del propio lago.

Las acequias que reciben aguas de “ullal” tuvieron en 2016 concentraciones de nitrógeno más altas que las del resto, porque el agua subterránea que en ellos surge es rica en nitratos. No ha sido posible saber si el agua aportada al lago tuvo concentraciones más bajas que las aguas de riego, porque los puntos de observación de calidad de las aguas en todas las acequias que riegan este sector estuvieron situados en sus tramos más altos. Es posible que así fuera, debido a la absorción de nitrógeno por el arroz verificada por este estudio en otros arrozales.

Para conocer cuantitativamente la contribución a la nutrición del arroz del nitrógeno y del fósforo disueltos en el agua de estas acequias, es recomendable determinar la calidad de las aguas en sus desembocaduras en el lago, con objeto de revisar la práctica del abonado nitrogenado y fosfórico de estos arrozales, para ahorrar fertilizantes si fuera posible y reducir todavía más el aporte de nitrógeno y fósforo al lago.

Es también recomendable cuantificar la aportación de nitrógeno con el agua de riego, con objeto de tenerla en cuenta en el cálculo de las necesidades de abonos nitrogenados para el arroz. El ahorro en abono fosfórico será menos significativo, por el bajo contenido de fósforo de las aguas de riego como ocurre en los arrozales de Sueca.

7.4 ARROZALES REGADOS POR LA ACEQUIA DE FAVARA

Tampoco ha sido posible conocer las concentraciones de sales, fósforo y nitrógeno de las aguas en la desembocadura de las acequias derivadas de la de Favara en el lago con los datos de calidad de aguas de 2016, porque los dos puntos de observación estuvieron también situados en el tramo alto de las acequias.

Las concentraciones de fósforo fueron más altas de junio a septiembre en el agua de los puntos de observación en el tramo alto de las acequias que en el agua del lago, indicando aportes temporales de aguas más ricas en fósforo. Pudiera ser que en la desembocadura de las acequias la concentración hubiera sido menor que en su tramo alto, por efecto de la absorción de fósforo por parte del arroz.

Las concentraciones de nitrógeno en las aguas de la Acequia del Camino de Fus fueron algo más altas que las de las aguas de la Acequia de Albal y las de las aguas del Puerto de Catarroja fueron más semejantes a las concentraciones de las aguas del lago. Es posible, por tanto, que la absorción de nitrógeno por el arroz sea similar a la observada en los arrozales del regadío de la Acequia del Oro.

La circulación de las aguas por los arrozales de este regadío pudiera tener los efectos favorables descritos para los arrozales regados con agua de la Acequia del Oro. Es algo que debiera comprobarse en una futura campaña de riego, analizando muestras de aguas tomadas en las desembocaduras de las acequias que procedentes de estos arrozales desaguan en el lago.



CEDEX

8 RESUMEN DE CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En los 36 años del período 1980-2016, el balance medio de agua del lago de la Albufera de Valencia manifiesta la importancia del agua a él evacuada procedente de los regadíos asociados al lago. En los años 2010-2016, el modelo AQUATOOL ha estimado que el 55,8 por ciento de los 280 hm³ de agua que de media entraron anualmente al lago procedieron de esos regadíos, principalmente a través de los desagües de las tierras regadas por la Acequia Real del Júcar (123,9 hm³) y en menor grado de las regadas con aguas del Turia por las acequias de Favara y del Oro (32,2 hm³).

El régimen de salidas de agua del lago al mar también está ligado a los regadíos asociados. Durante los años 2010-2016 los valores máximos mensuales de agosto a octubre alcanzaron 26,9 hm³ de media, coincidiendo con el inicio y el final del desagüe de los arrozales. Los mínimos mensuales de mayo a julio con 12,7 hm³ de media en plena campaña de riego. El desagüe de los campos inundados en otoño también aumentó a 24,7 hm³ de media mensual el volumen de agua evacuada al mar en enero y febrero.

La afección del cultivo del arroz en los marjales de esos regadíos sobre la calidad del agua del lago ha sido estudiada en este trabajo con cierto detalle mediante balances de agua, sales, fósforo y nitrógeno elaborados, durante la campaña de riego de 2017. Lo ha sido en dos áreas seleccionadas en los arrozales de Sueca y en los regados por la Acequia del Oro, con una extensión respectivamente de 460 y 520 hectáreas.

Esta parte del trabajo solamente ha afectado a dos de los regadíos asociados al lago, pero representa suficientemente, al nivel de este estudio, las condiciones de los arrozales de los cuatro regadíos, excepto aquellas áreas de arrozales próximos a zonas periurbanas, como es el caso de los regados por la Acequia de Favara.

El del área de Sueca es representativo de arrozales situados en zonas plenamente agrícolas donde además de recibir agua de lluvia y de riego, de la calidad de la del río Júcar, reciben agua de filtraciones del acuífero inferior al superior, que a su vez está conectado con la lámina de agua superficial. El agua subterránea tiene una calidad diferente a la del agua de riego pues es más salina y rica en nitratos. Esta situación es común también en los arrozales regados por la Acequia Real del Júcar en el término de Sollana y en los regados mediante acequias que, además de recibir agua de la Acequia Real, captan agua de “ullals”.

El área situada en los arrozales regados por la Acequia del Oro es representativa de los regados con agua regenerada y de zonas sin otro aporte que el agua de riego y de lluvia.

Los resultados de estos balances en términos cuantitativos solamente tienen el carácter de estimaciones, debido a las limitaciones de algunos datos empleados en los balances de agua. Especialmente de: los datos meteorológicos; los coeficientes de consumo de agua del arroz; los coeficientes de riego estimados solamente en algún período de la campaña; las eficiencias de las bombas de agua de drenaje y la determinación de las alturas de la lámina de agua en el arrozal, que fueron medidas solamente en dos puntos en cada área.

Sin embargo y a pesar de abarcar sólo una campaña de riego, los resultados han facilitado varias conclusiones sobre el objetivo de este estudio, que seguidamente se enumeran:

1 Destaca el papel del arroz por consumir parte del fósforo y nitrógeno aportados con las aguas de riego, especialmente en los arrozales regados con aguas regeneradas como la de la EDAR de Pinedo y en los regados con agua del Júcar pero que además reciben aguas de “ullal” ricas en nitratos.

2 El riego con agua regenerada es beneficioso para el arroz por su aportación de nutrientes. También lo es ambientalmente por la reducción de la aportación de fósforo y nitrógeno en comparación con el desagüe de este tipo de efluentes directamente al mar o al lago.

3 Todavía, la presencia de esos dos nutrientes en el agua de las acequias que desaguan en el lago sugiere reconsiderar las necesidades de fertilización, teniendo en cuenta las cantidades aportadas con el agua de riego, especialmente si es agua regenerada o de "ullal". Un plan de abonado nitrogenado y fosfórico que tuviera en cuenta esas aportaciones gratuitas contribuiría a reducir todavía más la entrada de esos nutrientes al agua del lago y además disminuiría los costes de cultivo del arroz.

4 En los arrozales de los "tancats" regados con agua de acequias que mantienen el nivel del agua del lago, futuros balances de nutrientes facilitarían también la mejora de su fertilización contribuyendo así a reducir aún más la masa de fósforo y nitrógeno exportada al lago.

5 A pesar de diferir la salinidad de las aguas según su origen, el control de las sales aportadas con el riego y en su caso filtraciones sugiere no modificar las distintas prácticas de riego y drenaje empleadas en los arrozales de los cuatro regadíos. En unos, la salinidad del agua de riego permite su reuso cuando sus tierras tienen pendiente suficiente. En otros regados con aguas más salinas no hay reuso. En ambos casos los regantes mantienen la calidad de sus tierras y los rendimientos actuales de producción de arroz.

6 Como en estos arrozales la práctica anual del riego y del drenaje no difiere cada año, cabe esperar que estos resultados productivos y medioambientales sean parecidos en futuras campañas de riego. Sin embargo, es recomendable repetir los balances en la campaña de riego de 2018, con objeto de corregir las limitaciones detectadas en los balances de la campaña de 2017 con la experiencia lograda en su elaboración.

Los resultados de los balances efectuados en las dos áreas mencionadas explican las conclusiones deducidas del estudio de los análisis de agua en distintos puntos de la red de acequias y desagües durante 2016, facilitados al CEDEX por la Comisaría de Aguas de la Confederación Hidrográfica del Júcar.

7 Los arrozales regados con agua del Júcar dispusieron durante toda esa campaña de agua de buena calidad, con concentraciones de nitrógeno y fósforo bajas. El agua que llegó al lago fue más salina que la de riego, pero con concentraciones de fósforo también bajas en la campaña del arroz. La procedente de arrozales con menor reuso fue menos salina. Las concentraciones de fósforo fueron mayores en acequias de áreas periurbanas que en áreas puramente agrícolas.

8 El agua del Turia durante la campaña de riego fue ligeramente más salina que el agua del Júcar y más rica en fósforo. Las aguas de las acequias que recogen aportes de las áreas regadas por la Acequia de Favara tuvieron concentraciones de fósforo de junio a agosto parecidas a las de la Acequia del Oro y una concentración de nitratos muy dispar.

9 El agua regenerada en la EDAR de Pinedo tuvo mayor concentración de nitratos y de fósforo que la del Turia, pero por debajo del umbral máximo permisible en este tipo de aguas.

Los resultados obtenidos también explican la variación de la salinidad y del contenido de fósforo del agua del lago en 2016.

10 La salinidad del agua del lago aumentó de junio a noviembre coincidiendo con la época de menores niveles del agua del lago. Sin embargo, la concentración de fósforo se redujo a menos de la mitad de julio a diciembre, coincidiendo con buena parte de la campaña de riego del arroz y con la inundación otoñal de los campos. Este descenso indica que el desagüe de los arrozales y de los campos inundados aporta al lago un agua que rebaja su concentración de fósforo, aún en un período de pocas lluvias y de junio a agosto con máxima evaporación.



Las medidas efectivas para mejorar la calidad del agua del lago deberán enfocarse en:

11 El ajuste de la fertilización fosfórica y nitrogenada, la identificación y posterior eliminación de vertidos puntuales de aguas residuales, la regeneración de este tipo de aguas y el riego del arroz con las aguas regeneradas.

Con la experiencia conseguida en este trabajo es aconsejable:

12 Además de repetir los balances de agua, sales, fósforo y nitrógeno en la campaña de riego de 2018, mejorando la exactitud de los datos necesarios, replantear una nueva red de control de la calidad de las aguas que afectan al lago por parte de la Comisaría de Aguas de la Confederación Hidrográfica del Júcar.

Quedan otros aspectos de interés relacionados con el objetivo final de mejorar la calidad de las aguas del lago:

13 Analizar los beneficios y los inconvenientes de la inundación de las tierras de marjal en otoño cuando no hay cultivo que absorba los nutrientes disueltos en el agua aportada.

14 Comparar los beneficios y costes de regar vegetación implantada en los “tancats” con los de la alternativa del cultivo de arroz en esas tierras bajas. El fomento de la vegetación natural en la ribera del lago pudiera ser una opción de absorción adicional de nutrientes y de hábitat de la fauna asociada al lago de la Albufera de Valencia.

9 EQUIPO AUTOR DEL INFORME

Este informe es el resultado del trabajo realizado en el Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX con objeto de cumplir con el asesoramiento técnico solicitado por la Confederación Hidrográfica del Júcar (CHJ). Ha sido redactado por Julián Martínez Beltrán con la colaboración de María del Carmen Regidor Perona, Ingeniera Técnica de Obras Públicas de la Oficina de Planificación Hidrológica de la CHJ.

El trabajo de campo ha sido hecho conjuntamente por ambos con la colaboración de los servicios técnicos de las comunidades de regantes de Sueca, Acequia Real del Júcar, Acequia de Favara y Acequia del Oro, que además han aportado datos de riego y de drenaje así como conocimiento de sus respectivos regadíos.

La Comisaría de Aguas de la CHJ ha proporcionado los datos de calidad de las aguas y de aforos de caudales de riego que han sido esenciales para la ejecución del trabajo.

Madrid, septiembre de 2017



Julián Martínez Beltrán
Doctor Ingeniero Agrónomo



CEDEX

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ballesteros Navarro, B. J. y Navarro Odriozola, J. O. 2016. Modelo numérico del acuífero Plana de Valencia Sur (Valencia, España). Determinación de su comportamiento hidrodinámico en situación de estrés hídrico y valoración medioambiental. En: Las aguas subterráneas y la planificación hidrológica. Congreso Hispano-Luso, AIH-GE, Madrid. pp 227-236.
- CHE-CEDEX. 2016. Estudio de la salinidad de suelos y aguas en las zonas regables del delta del Ebro mediante balances de agua y sales y propuestas de mejora. Confederación Hidrográfica del Ebro y Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas. Madrid.
- CHJ. 2004. Estudio para el Desarrollo Sostenible de L' Albufera de Valencia. Infraestructuras hidráulicas del Parque Natural de L' Albufera de Valencia. Planos de detalle de la red de riego a escala 1:10.000. TYPESA, Confederación Hidrográfica del Júcar. Valencia.
- CHJ. 2012. Modelo de seguimiento de la Albufera de Valencia con AQUATOOLDMA. Construcción, calibración, resultado del balance hídrico y análisis de los requerimientos del régimen hidrológico.
- DGA-CEDEX. 2013. Gestión sostenible del agua de riego en zonas de presiones significativas (detracción/contaminación) sobre masas de agua; estudio de 3 zonas piloto (85.000 ha). Asistencia, investigación y desarrollo tecnológico en materias competencia de la Dirección General del Agua (2007-2011). Dirección General del Agua y Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas. Madrid.
- FAO. 1998. Crop evapotranspiration. Guidelines for computing crop water requirements. By R.G. Allen, L.S. Pereira, D. Raes and M. Smith. FAO Irrigation and Drainage Paper 56. Roma.
- FAO. 2002. Agricultural drainage water management in arid and semi-arid áreas. By K.K. Tanji and N.C. Kielen. FAO Irrigation and Drainage Paper 61. Roma.
- IGME. 2012. Uso sostenible de las masas de agua subterránea en épocas de sequía. Aplicación a la cuenca baja del río Júcar. Modelo numérico de la Plana de Valencia Sur. Centro documental del IGME, Madrid. Tomo 3.
- Moreno Ramón, H. 2013. Evaluación espacio-temporal de las aguas y suelos de la zona colindante al algo de la Albufera de Valencia: Intento de recuperación. Anejo III Analítica de aguas. Tesis doctoral de la Universidad Politécnica de Valencia.



ANEXOS

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Balances medios de agua en el lago de la Albufera de Valencia por años hidrológicos (1980-1981 a 2015-2016) estimados con el modelo AQUATOOL (CHJ, 2016)

Anexo 2: Calidad del agua del lago de la Albufera en 2016

Anexo 3: Calidad de las aguas en 2016 (Comisaría de Aguas de la CHJ)

Anexo 4: Datos climáticos durante la campaña de riego del arroz de 2017

Anexo 5: Estimación del consumo de agua del arroz durante la campaña de riego de 2017

Anexo 6: Datos hidrológicos de riego de la zona regada por la Acequia del Oro

Anexo 7: Datos hidrológicos de riego y drenaje de los arrozales del área de El Saler durante la campaña de riego de 2017

Anexo 8: Datos hidrológicos de riego y drenaje de los arrozales del área de Malvinar durante la campaña de riego de 2017

Anexo 9: Balances de agua de los arrozales de las áreas de El Saler y Malvinar durante la campaña de riego de 2017

Anexo 10: Calidad de las aguas de las áreas de El Saler y Malvinar durante la campaña de riego del arroz de 2017

Anexo 11: Balances de sales, fósforo y nitrógeno de los arrozales de las áreas de El Saler y Malvinar durante la campaña de riego de 2017

Plano 1. Situación de puntos de observación de la calidad de las agua



Anexo 1

Balances medios de agua en el lago de la Albufera de Valencia por años hidrológicos (1980-1981 a 2015-2016) estimados con el modelo AQUATOOL (CHJ, 2016)

Estudio de la afección del cultivo del arroz en la calidad del agua de la Albufera de Valencia



CEDEX

Año hidrológico	Ciclo natural hm ³	Retornos de riego (hm ³)					Aguas residuales y regeneradas (hm ³)					Entradas Totales (hm ³)
		Sistema Turia	ARJ	Sueca	Sistema Júcar	Total retornos	Aguas residuales (ARU)	EDAR Pinedo	Resto EDAR	ARU + Resto EDAR	Total	
1980-1981	94,1	91,8	271,6	0,0	271,6	363,4	19,5	0,0	0,0	19,5	19,5	476,9
1981-1982	76,6	38,0	188,8	0,0	188,8	226,8	17,7	0,0	0,0	17,7	17,7	321,1
1982-1983	84,5	22,5	214,3	0,0	214,3	236,8	17,3	0,0	0,0	17,3	17,3	338,7
1983-1984	103,1	20,3	180,5	0,0	180,5	200,9	16,7	0,0	0,0	16,7	16,7	320,7
1984-1985	77,7	25,5	213,9	0,0	213,9	239,4	18,0	2,8	0,0	18,0	20,8	337,9
1985-1986	66,3	19,0	175,3	0,0	175,3	194,4	17,0	2,5	0,0	17,0	19,5	280,2
1986-1987	163,4	28,0	191,3	0,0	191,3	219,3	19,2	3,0	0,0	19,2	22,3	404,9
1987-1988	158,1	46,3	187,8	0,0	187,8	234,2	21,3	3,6	1,7	23,0	26,6	418,9
1988-1989	158,1	89,6	190,0	0,0	190,0	279,6	22,3	3,8	1,7	24,0	27,7	465,5
1989-1990	288,9	82,6	175,4	0,0	175,4	258,0	23,2	4,0	1,7	25,0	28,9	575,9
1980-1990	127,1	46,4	198,9	0,0	198,9	245,3	19,2	2,0	0,5	19,7	21,7	394,1
1990-1991	154,0	75,9	181,4	0,0	181,4	257,3	22,3	3,7	1,7	24,0	27,7	438,9
1991-1992	127,4	55,6	172,1	0,0	172,1	227,7	15,8	3,2	1,7	17,5	20,7	375,7
1992-1993	93,5	43,0	155,3	0,0	155,3	198,2	10,9	2,8	1,6	12,5	15,3	307,0
1993-1994	92,8	23,8	125,9	0,0	125,9	149,7	8,1	2,3	1,5	9,6	11,9	254,4
1994-1995	63,7	13,4	71,4	0,0	71,4	84,8	6,8	5,7	1,3	8,1	13,8	162,2
1995-1996	130,8	19,5	96,5	0,0	96,5	116,0	8,3	7,3	1,5	9,9	17,2	264,0
1996-1997	108,4	34,6	140,2	0,0	140,2	174,8	7,5	8,4	5,8	13,3	21,8	305,0
1997-1998	95,4	44,2	175,5	0,0	175,5	219,7	6,1	8,3	8,5	14,6	23,0	338,0
1998-1999	83,5	30,2	158,5	0,0	158,5	188,7	5,2	7,5	7,8	13,0	20,5	292,7
1999-2000	72,1	21,0	161,2	0,0	161,2	182,2	4,9	6,7	7,1	12,0	18,7	273,0
1990-2000	102,2	36,1	143,8	0,0	143,8	179,9	9,6	5,6	3,9	13,5	19,0	301,1
2000-2001	167,7	32,2	137,5	0,0	137,5	169,8	4,7	8,0	8,0	12,7	20,7	358,2
2001-2002	116,6	31,7	116,0	0,0	116,0	147,7	4,2	7,7	8,3	12,4	20,1	284,4
2002-2003	84,2	20,1	139,9	0,0	139,9	160,0	3,9	7,3	11,4	15,3	22,6	266,9
2003-2004	114,5	29,4	130,9	0,0	130,9	160,3	3,9	8,2	13,1	17,0	25,3	300,1
2004-2005	91,8	25,4	155,4	0,0	155,4	180,8	3,5	7,5	13,6	17,1	24,6	297,2
2005-2006	82,8	25,5	80,0	0,0	80,0	105,6	1,9	10,6	16,0	17,8	28,4	216,8
2006-2007	104,9	27,5	58,6	32,7	91,4	118,9	1,5	31,3	14,9	16,4	47,7	271,4
2007-2008	136,0	37,4	62,0	0,0	62,0	99,4	1,3	46,4	16,2	17,5	63,9	299,3
2008-2009	176,0	29,6	89,6	0,0	89,6	119,2	1,3	42,2	17,0	18,4	60,5	355,7
2009-2010	111,4	42,0	99,5	0,0	99,5	141,5	1,4	44,3	18,2	19,5	63,8	316,7
2000-2010	118,6	30,1	107,0	3,3	110,2	140,3	2,8	21,3	13,7	16,4	37,8	296,7
1980-2010	115,9	37,5	149,9	1,1	151,0	188,5	10,5	9,6	6,0	16,5	26,2	330,6
2010-2011	86,8	42,2	128,0	0,0	128,0	170,3	1,3	50,0	18,7	20,0	70,1	327,2
2011-2012	85,5	28,0	114,5	0,0	114,5	142,5	1,2	26,1	17,0	18,2	44,2	272,3
2012-2013	90,9	26,1	117,0	0,0	117,0	143,1	1,2	18,0	15,8	17,0	35,0	269,0
2013-2014	68,4	30,0	154,2	0,0	154,2	184,3	1,1	16,5	15,4	16,5	33,0	285,7
2014-2015	98,7	36,2	108,9	0,0	108,9	145,1	1,2	15,3	15,7	16,9	32,2	276,0
2015-2016	75,6	30,4	121,2	0,0	121,2	151,6	1,1	7,3	14,1	15,2	22,5	249,8



Estudio de la afección del cultivo del arroz en la calidad del agua de la Albufera de Valencia

2010-2016	84,3	32,1	124,0	0,0	124,0	156,2	1,2	22,2	16,1	17,3	39,5	280,0
1980-2016	110,7	36,6	145,6	0,9	146,5	183,1	9,0	11,7	7,7	16,7	28,4	322,2

Tabla 1.1. Entradas de agua al lago de la Albufera por años hidrológicos

Año hidrológico	Precipitación directa (hm ³)	Escorrentía (hm ³)				Descargas sistemas unitarios (hm ³)				Escorrentía subterránea (hm ³)			Total hm ³
		ARJ	Turia	Sueca	Total	ARJ	Turia	Sueca	Total	Zona norte	Zona sur	Total	
1980-1981	16,8	6,0	15,3	0,0	21,2	0,2	0,5	0,0	0,7	50,3	5,0	55,3	94,1
1981-1982	17,9	4,8	4,7	0,0	9,6	0,3	0,3	0,0	0,6	44,3	4,3	48,6	76,6
1982-1983	12,5	6,1	11,3	0,0	17,4	0,3	0,5	0,0	0,7	49,9	4,0	53,9	84,5
1983-1984	22,9	11,3	10,8	0,0	22,1	0,4	0,4	0,0	0,7	53,3	4,0	57,3	103,1
1984-1985	13,8	4,7	8,1	0,0	12,8	0,2	0,4	0,0	0,7	46,3	4,1	50,4	77,7
1985-1986	13,5	3,1	2,7	0,0	5,8	0,3	0,3	0,0	0,6	41,9	4,4	46,4	66,3
1986-1987	25,4	17,0	41,3	0,0	58,3	0,2	0,6	0,0	0,8	73,3	5,6	78,8	163,4
1987-1988	30,9	16,5	44,1	0,0	60,7	0,2	0,6	0,0	0,8	60,9	4,8	65,7	158,1
1988-1989	31,6	17,2	41,2	0,0	58,4	0,2	0,6	0,0	0,8	61,9	5,4	67,3	158,1
1989-1990	35,7	44,1	96,5	0,0	140,5	0,3	0,6	0,0	0,9	104,7	7,1	111,8	288,9
1980-1990	22,1	13,1	27,6	0,0	40,7	0,3	0,5	0,0	0,7	58,7	4,9	63,6	127,1
1990-1991	27,9	14,9	30,0	0,0	45,0	0,2	0,5	0,0	0,7	75,5	4,9	80,4	154,0
1991-1992	28,3	12,8	15,3	0,0	28,1	0,3	0,4	0,0	0,7	66,3	4,0	70,3	127,4
1992-1993	15,3	6,9	10,3	0,0	17,2	0,2	0,4	0,0	0,6	56,8	3,6	60,4	93,5
1993-1994	19,2	6,1	6,3	0,0	12,4	0,3	0,3	0,0	0,6	57,1	3,5	60,6	92,8
1994-1995	10,7	3,7	5,5	0,0	9,2	0,2	0,3	0,0	0,5	40,1	3,2	43,3	63,7
1995-1996	27,6	16,6	23,3	0,0	39,9	0,3	0,4	0,0	0,7	57,5	5,1	62,6	130,8
1996-1997	23,7	8,1	15,5	0,0	23,6	0,2	0,4	0,0	0,7	55,6	4,9	60,5	108,4
1997-1998	14,4	8,0	12,1	0,0	20,1	0,3	0,4	0,0	0,7	55,4	4,8	60,2	95,4
1998-1999	13,7	5,5	8,9	0,0	14,5	0,2	0,4	0,0	0,6	50,2	4,5	54,7	83,5
1999-2000	10,5	4,0	5,0	0,0	9,0	0,3	0,3	0,0	0,6	47,3	4,7	52,0	72,1
1990-2000	19,1	8,7	13,2	0,0	21,9	0,3	0,4	0,0	0,6	56,2	4,3	60,5	102,2
2000-2001	26,0	19,8	58,0	0,0	77,8	0,2	0,6	0,0	0,8	58,0	5,1	63,1	167,7
2001-2002	31,3	9,0	13,0	0,0	21,9	0,2	0,3	0,0	0,5	58,0	4,8	62,8	116,6
2002-2003	14,8	6,3	9,0	0,0	15,3	0,2	0,3	0,0	0,6	49,3	4,2	53,6	84,2
2003-2004	27,6	7,3	11,4	0,0	18,7	0,2	0,3	0,0	0,5	62,0	5,7	67,7	114,5
2004-2005	15,4	7,1	10,3	0,0	17,4	0,3	0,4	0,0	0,6	54,0	4,3	58,3	91,8
2005-2006	15,0	5,9	11,0	0,0	16,9	0,2	0,4	0,0	0,6	45,5	4,8	50,3	82,8
2006-2007	22,6	8,2	20,8	0,0	29,0	0,2	0,5	0,0	0,7	47,1	5,5	52,6	104,9
2007-2008	29,2	14,6	25,0	0,0	39,7	0,3	0,5	0,0	0,7	59,9	6,5	66,4	136,0
2008-2009	32,5	23,0	40,8	0,0	63,8	0,3	0,5	0,0	0,8	75,3	3,6	78,9	176,0
2009-2010	19,0	9,5	18,6	0,0	28,1	0,2	0,5	0,0	0,7	60,8	2,8	63,7	111,4
2000-2010	23,4	11,1	21,8	0,0	32,9	0,2	0,4	0,0	0,7	57,0	4,7	61,7	118,6
1980-2010	21,5	10,9	20,9	0,0	31,8	0,2	0,4	0,0	0,7	57,3	4,6	61,9	115,9
2010-2011	14,9	5,6	11,7	0,0	17,3	0,2	0,5	0,0	0,7	48,7	5,3	54,0	86,8
2011-2012	16,3	5,1	9,6	0,0	14,7	0,2	0,4	0,0	0,6	49,5	4,4	53,9	85,5
2012-2013	15,7	6,2	11,9	0,0	18,1	0,2	0,4	0,0	0,6	51,8	4,7	56,5	90,9
2013-2014	7,2	3,8	5,0	0,0	8,8	0,3	0,3	0,0	0,6	48,1	3,7	51,8	68,4



2014-2015	15,8	5,0	26,0	0,0	31,0	0,1	0,6	0,0	0,7	46,6	4,6	49,9	97,4
2015-2016	10,4	4,9	7,7	0,0	12,6	0,2	0,4	0,0	0,6	48,4	3,6	52,0	75,6
2010-1016	13,4	5,1	12,0	0,0	17,1	0,2	0,4	0,0	0,6	48,9	4,4	53,0	84,1
1980-2016	20,2	10,0	19,4	0,0	29,4	0,2	0,4	0,0	0,7	55,9	4,6	60,4	110,6

Tabla 1.2. Entradas de agua del ciclo natural

Año hidrológico	Retornos Turia (hm ³)			Retornos ARJ (hm ³)			Retornos Sueca (hm ³)			Total retornos hm ³
	Superficial	Subterráneo	Total	Superficial	Subterráneo	Total	Superficial	Subterráneo	Total	
1980-1981	91,0	0,8	91,8	243,0	28,6	271,6	0,0	0,0	0,0	363,4
1981-1982	36,7	1,3	38,0	144,8	44,0	188,8	0,0	0,0	0,0	226,8
1982-1983	21,3	1,2	22,5	170,8	43,5	214,3	0,0	0,0	0,0	236,8
1983-1984	19,2	1,2	20,3	137,7	42,8	180,5	0,0	0,0	0,0	200,9
1984-1985	24,2	1,3	25,5	169,5	44,4	213,9	0,0	0,0	0,0	239,4
1985-1986	17,8	1,2	19,0	131,8	43,5	175,3	0,0	0,0	0,0	194,4
1986-1987	26,6	1,4	28,0	147,0	44,3	191,3	0,0	0,0	0,0	219,3
1987-1988	44,6	1,8	46,3	141,4	46,4	187,8	0,0	0,0	0,0	234,2
1988-1989	87,7	1,9	89,6	141,4	48,5	190,0	0,0	0,0	0,0	279,6
1989-1990	80,7	2,0	82,6	126,8	48,6	175,4	0,0	0,0	0,0	258,0
1980-1990	45,0	1,4	46,4	155,4	43,5	198,9	0	0	0	245,3
1990-1991	74,1	1,8	75,9	132,8	48,5	181,4	0,0	0,0	0,0	257,3
1991-1992	54,0	1,6	55,6	126,4	45,7	172,1	0,0	0,0	0,0	227,7
1992-1993	41,7	1,3	43,0	112,6	42,7	155,3	0,0	0,0	0,0	198,2
1993-1994	22,8	1,0	23,8	87,3	38,6	125,9	0,0	0,0	0,0	149,7
1994-1995	12,6	0,8	13,4	47,9	23,5	71,4	0,0	0,0	0,0	84,8
1995-1996	18,8	0,7	19,5	73,8	22,7	96,5	0,0	0,0	0,0	116,0
1996-1997	33,3	1,2	34,6	104,3	35,9	140,2	0,0	0,0	0,0	174,8
1997-1998	42,6	1,5	44,2	131,1	44,4	175,5	0,0	0,0	0,0	219,7
1998-1999	28,8	1,4	30,2	114,5	44,0	158,5	0,0	0,0	0,0	188,7
1999-2000	19,8	1,2	21,0	118,2	43,0	161,2	0,0	0,0	0,0	182,2
1990-2000	34,9	1,3	36,1	104,9	38,9	143,8	0	0	0	179,9
2000-2001	30,8	1,4	32,2	95,6	41,9	137,5	0,0	0,0	0,0	169,8
2001-2002	30,3	1,4	31,7	75,1	40,9	116,0	0,0	0,0	0,0	147,7
2002-2003	18,9	1,3	20,1	99,7	40,1	139,9	0,0	0,0	0,0	160,0
2003-2004	28,0	1,4	29,4	89,3	41,5	130,9	0,0	0,0	0,0	160,3
2004-2005	24,1	1,3	25,4	114,5	41,0	155,4	0,0	0,0	0,0	180,8
2005-2006	24,4	1,2	25,5	50,4	29,7	80,0	0,0	0,0	0,0	105,6
2006-2007	26,7	0,9	27,5	40,9	17,7	58,6	32,7	0,0	32,7	118,9
2007-2008	36,5	0,9	37,4	43,5	18,5	62,0	0,0	0,0	0,0	99,4
2008-2009	28,5	1,2	29,6	62,3	27,3	89,6	0,0	0,0	0,0	119,2
2009-2010	40,6	1,4	42,0	68,2	31,4	99,5	0,0	0,0	0,0	141,5
2000-2010	28,9	1,2	30,1	73,9	33,0	107,0	3,3	0	3,3	140,3
1980-2010	36,2	1,3	37,5	111,4	38,5	149,9	1,1	0,0	1,1	188,5



Estudio de la afección del cultivo del arroz en la calidad del agua de la Albufera de Valencia

CEDEX

2010-2011	40,5	1,7	42,2	89,9	38,2	128,0	0,0	0,0	0,0	170,3
2011-2012	26,5	1,5	28,0	75,0	39,5	114,5	0,0	0,0	0,0	142,5
2012-2013	24,7	1,4	26,1	81,1	35,9	117,0	0,0	0,0	0,0	143,1
2013-2014	28,7	1,4	30,0	113,2	41,1	154,2	0,0	0,0	0,0	184,3
2014-2015	34,6	1,6	36,2	70,2	38,4	108,6	0,0	0,0	0,0	144,8
2015-2016	29,2	1,2	30,4	84,7	36,5	121,2	0,0	0,0	0,0	151,6
2010-2016	30,7	1,5	32,2	85,7	38,3	123,9	0,0	0,0	0,0	156,1
1980-2016	35,3	1,3	36,6	107,1	38,4	145,6	0,9	0,0	0,9	183,1

Tabla 1.3. Retornos de riego

Año Hidrológico	ARU1 hm ³	ARU2 hm ³	ARU3 hm ³	ARU4 hm ³	ARU5 hm ³	ARU6 hm ³	ARU7 hm ³	ARU8 hm ³	ARU9 hm ³	ARU10 hm ³	ARU11 hm ³	ARU12 hm ³	ARU13 hm ³	Total hm ³
1980-1981	0,4	0,6	0,6	1,5	1,3	1,4	0,6	1,7	0,8	1,2	3,7	5,4	0,1	19,3
1981-1982	0,4	0,6	0,6	1,5	1,2	1,3	0,5	1,7	0,8	1,1	3,2	4,7	0,1	17,7
1982-1983	0,4	0,6	0,6	1,5	1,3	1,4	0,6	1,7	0,8	1,0	3,0	4,4	0,1	17,4
1983-1984	0,4	0,6	0,6	1,5	1,2	1,4	0,5	1,7	0,8	1,0	2,9	4,2	0,1	16,9
1984-1985	0,4	0,6	0,6	1,5	1,3	1,4	0,6	1,7	0,8	1,1	3,3	4,7	0,1	18,1
1985-1986	0,4	0,6	0,6	1,5	1,2	1,4	0,5	1,7	0,8	1,0	3,0	4,3	0,1	17,1
1986-1987	0,4	0,6	0,6	1,6	1,3	1,4	0,6	1,8	0,8	1,2	3,7	5,3	0,1	19,4
1987-1988	0,4	0,6	0,6	1,6	1,3	1,4	0,6	1,8	0,8	1,4	4,4	6,3	0,1	21,3
1988-1989	0,4	0,6	0,6	1,6	1,3	1,5	0,6	1,8	0,8	1,5	4,7	6,7	0,1	22,2
1989-1990	0,4	0,6	0,6	1,7	1,3	1,5	0,6	1,8	0,8	1,6	5,0	7,1	0,1	23,1
1980-1990	0,4	0,6	0,6	1,5	1,3	1,4	0,6	1,7	0,8	1,2	3,7	5,3	0,1	19,3
1990-1991	0,4	0,6	0,6	1,7	1,3	1,5	0,6	1,9	0,8	1,5	4,7	6,6	0,1	22,3
1991-1992	0,4	0,6	0,6	1,6	1,3	0,8	0,3	1,1	0,5	0,8	2,8	4,8	0,1	15,7
1992-1993	0,4	0,6	0,6	1,6	1,2	0,4	0,1	0,5	0,2	0,3	1,3	3,5	0,1	10,8
1993-1994	0,4	0,6	0,5	1,5	1,2	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,7	2,6	0,1	8,2
1994-1995	0,3	0,5	0,5	1,3	1,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,5	2,4	0,1	6,8
1995-1996	0,4	0,6	0,6	1,5	1,2	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,6	3,1	0,1	8,4
1996-1997	0,5	0,7	0,6	1,7	0,7	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,5	2,3	0,1	7,4
1997-1998	0,5	0,7	0,7	1,9	0,4	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,4	1,2	0,1	6,2
1998-1999	0,5	0,7	0,7	2,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,3	0,5	0,0	5,1
1999-2000	0,5	0,8	0,7	2,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,2	0,3	0,0	4,9
1990-2000	0,4	0,6	0,6	1,7	0,8	0,3	0,1	0,4	0,2	0,3	1,2	2,7	0,1	9,6
2000-2001	0,5	0,4	0,7	2,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,3	0,3	0,0	4,6
2001-2002	0,5	0,2	0,7	1,9	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,2	0,3	0,0	4,2
2002-2003	0,3	0,1	0,7	2,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,2	0,3	0,0	4
2003-2004	0,1	0,0	0,7	2,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,3	0,3	0,0	3,8
2004-2005	0,1	0,0	0,6	1,8	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,2	0,3	0,0	3,4
2005-2006	0,0	0,0	0,2	0,7	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,3	0,3	0,0	1,9
2006-2007	0,0	0,0	0,1	0,3	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,3	0,4	0,0	1,5
2007-2008	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,3	0,4	0,0	1,2
2008-2009	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,3	0,4	0,0	1,2
2009-2010	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,4	0,4	0,0	1,3
2000-2010	0,2	0,1	0,4	1,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,3	0,3	0,0	2,7



1980-2010	0,3	0,5	0,5	1,4	0,7	0,6	0,2	0,7	0,3	0,5	1,7	2,8	0,1	10,5
2010-2011	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,3	0,4	0,0	1,2
2011-2012	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,3	0,3	0,0	1,1
2012-2013	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,3	0,3	0,0	1,1
2013-2014	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,3	0,3	0,0	1,1
2014-2015	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,3	0,3	0,0	1,1
2015-2016	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,2	0,3	0,0	1,0
2010-2016	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,3	0,3	0,0	1,1
1980-2016	0,3	0,4	0,4	1,2	0,6	0,5	0,2	0,6	0,3	0,5	1,5	2,4	0,1	8,9

Tabla 1.4. Entradas de aguas residuales urbanas (ARU)

Año Hidrológico	EDAR (hm ³)							Total
	Saler	Pinedo	Quart Benager	Albufera Sur	Ford	Algemesí Albalat	Sueca Palmar	
1980-1981	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1981-1982	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1982-1983	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1983-1984	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1984-1985	0,0	2,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,8
1985-1986	0,0	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5
1986-1987	0,0	3,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,0
1987-1988	0,0	3,6	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	5,3
1988-1989	0,0	3,8	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	5,5
1989-1990	0,0	4,0	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	5,7
1980-1990	0	2,0	0	0	0,5	0	0	2,5
1990-1991	0,0	3,7	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	5,4
1991-1992	0,0	3,2	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	4,9
1992-1993	0,0	2,8	0,0	0,0	1,6	0,0	0,0	4,4
1993-1994	0,0	2,3	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	3,8
1994-1995	0,0	5,7	0,0	0,0	1,3	0,0	0,0	7,0
1995-1996	0,0	7,3	0,0	0,0	1,5	0,0	0,0	8,8
1996-1997	0,0	8,4	4,2	0,0	1,6	0,0	0,0	14,2
1997-1998	0,4	8,3	6,5	0,0	1,7	0,0	0,0	16,8
1998-1999	0,5	7,5	5,7	0,0	1,6	0,0	0,0	15,3
1999-2000	0,5	6,7	5,0	0,0	1,6	0,0	0,0	13,8
2000-2001	0,1	5,6	2,1	0	1,6	0	0	9,4
2000-2001	0,6	8,0	5,8	0,0	1,6	0,0	0,0	16,0
2001-2002	0,4	7,7	4,5	0,0	1,6	1,7	0,0	15,9
2002-2003	0,3	7,3	6,4	0,3	1,6	2,7	0,0	18,7
2003-2004	0,5	8,2	7,7	0,4	1,6	2,8	0,0	21,3
2004-2005	0,4	7,5	7,2	1,6	1,6	2,8	0,0	21,1
2005-2006	0,4	10,6	6,7	5,2	1,4	2,3	0,0	26,5
2006-2007	0,5	31,3	6,3	4,6	1,3	2,2	0,0	46,2
2007-2008	0,5	46,4	7,0	5,0	1,4	2,3	0,0	62,6
2008-2009	0,5	42,2	6,9	5,5	1,6	2,6	0,0	59,2
2009-2010	0,5	44,3	8,2	5,4	1,6	2,5	0,0	62,4
2000-2010	0,5	21,3	6,7	2,8	1,5	2,2	0,0	35,0

1980-2010	0,2	9,6	2,9	0,9	1,2	0,7	0,0	15,6
2010-2011	0,5	50,0	8,8	5,4	1,6	2,5	0,0	68,7
2011-2012	0,4	26,1	7,1	5,4	1,6	2,5	0,0	43,0
2012-2013	0,4	18,0	6,1	5,3	1,5	2,5	0,0	33,9
2013-2014	0,4	16,5	5,2	5,6	1,6	2,6	0,0	31,9
2014-2015	0,4	15,2	6,0	5,3	1,5	2,5	0,0	30,9
2015-2016	0,3	7,3	4,3	5,4	1,6	2,5	0,0	21,4
2010-2016	0,4	22,2	6,3	5,4	1,6	2,5	0,0	38,3
1980-2016	0,2	11,7	3,5	1,7	1,3	1,0	0,0	19,4

Tabla 1.5. Entradas de aguas procedentes de estaciones de depuración de aguas residuales (EDAR)

Año hidrológico	Oct-ubre	Novie-mbre	Dicie-mbre	Enero	Febre-ro	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septie-mbre	Total hm³
1980-1981	46,14	47,72	24,54	40,50	46,37	41,47	52,81	24,65	26,40	22,74	36,32	42,05	451,71
1981-1982	32,66	30,03	24,88	29,13	27,86	23,04	26,71	21,08	15,26	12,99	31,81	20,18	272,59
1982-1983	49,03	34,54	19,39	31,76	30,30	22,99	23,77	15,06	14,27	12,32	30,06	29,74	290,24
1983-1984	29,47	56,27	16,03	31,99	30,15	20,95	26,25	11,87	10,05	10,70	22,05	29,40	295,18
1984-1985	32,32	45,59	19,15	35,07	29,73	19,15	31,84	18,45	13,78	12,13	22,27	32,93	312,41
1985-1986	24,50	28,01	18,87	28,88	27,57	18,83	24,08	13,94	8,83	11,98	17,73	31,49	254,71
1986-1987	76,69	36,81	23,79	49,04	39,16	22,81	33,79	16,53	12,19	15,5	21,66	31,52	379,49
1987-1988	28,65	76,84	27,12	41,60	32,73	22,56	38,10	18,75	22,14	16,01	28,67	40,25	393,42
1988-1989	43,82	44,93	27,29	45,30	49,83	31,70	40,01	24,58	19,37	15,40	28,32	69,43	439,98
1989-1990	33,58	84,09	93,81	68,84	48,93	40,94	44,70	27,30	23,31	19,73	28,29	36,88	550,40
1980-1990	39,69	48,48	29,49	40,21	36,26	27,30	34,21	19,22	16,56	14,95	26,72	36,39	364,01
1990-1991	42,57	35,36	22,47	54,34	42,01	35,92	43,39	25,01	22,23	19,59	31,28	39,29	413,46
1991-1992	40,65	34,64	30,88	35,85	40,73	21,97	30,94	19,90	24,21	13,42	23,61	33,43	350,23
1992-1993	29,37	32,41	28,28	31,28	30,34	16,88	25,07	14,23	11,23	11,45	21,31	29,72	281,57
1993-1994	36,04	27,96	15,41	30,31	27,33	13,58	20,29	7,73	8,02	6,17	11,40	24,68	228,92
1994-1995	18,71	13,31	12,30	25,58	20,53	9,50	12,85	0,00	3,07	0,00	6,86	14,04	136,75
1995-1996	12,68	21,00	52,64	24,12	26,35	13,49	19,23	11,30	8,82	7,28	14,36	27,24	238,51
1996-1997	21,33	22,92	19,29	39,66	25,55	19,08	24,59	15,02	13,77	12,42	24,79	41,12	279,54
1997-1998	29,80	31,01	21,07	44,87	32,44	20,75	28,30	19,61	13,68	12,98	24,62	33,42	312,55
1998-1999	29,06	29,21	26,88	31,33	24,83	17,21	23,54	15,06	11,11	12,73	18,17	28,07	267,20
1999-2000	23,52	26,27	16,62	32,25	26,80	20,24	22,37	13,33	12,77	8,95	17,53	26,87	247,52
1990-2000	28,37	27,41	24,58	34,96	29,69	18,86	25,06	14,12	12,89	10,50	19,39	29,79	275,63
2000-2001	93,42	21,14	19,42	28,53	22,81	17,43	28,22	8,14	16,9	12,11	27,99	36,67	332,78
2001-2002	24,81	22,74	24,70	27,80	23,86	18,31	18,30	12,32	17,74	18,62	25,14	24,62	234,26
2002-2003	24,34	29,14	16,13	23,21	26,15	13,50	20,27	10,41	15,5	11,16	24,49	27,09	241,39
2003-2004	24,17	24,97	19,72	31,21	28,52	20,85	19,96	14,76	18,77	12,85	25,00	33,83	274,61
2004-2005	34,03	28,86	27,60	31,57	29,56	15,78	23,93	16,14	12,32	9,38	17,27	22,64	269,08
2005-2006	17,24	23,56	13,92	30,14	18,11	10,93	17,46	6,32	3,79	0,00	0,00	19,16	160,63
2006-2007	15,17	36,12	24,68	35,18	23,89	17,87	24,52	0,00	0,00	0,00	0,00	23,01	165,26
2007-2008	46,97	18,89	23,49	25,52	25,02	15,17	16,84	0,00	0,00	0,00	14,73	35,44	222,07
2008-2009	51,98	31,39	27,74	31,53	23,94	24,13	17,91	7,42	9,51	12,47	23,30	57,73	319,05



2009-2010	21,24	24,34	26,59	33,24	27,92	23,47	17,76	12,92	21,22	14,9	30,21	37,39	291,20
2000-2010	35,34	26,12	22,40	29,19	24,98	17,74	20,52	8,84	11,58	9,15	18,81	31,76	251,03
1980-2010	34,47	34,00	25,49	34,79	30,31	21,30	26,60	14,06	13,68	11,53	21,64	32,65	296,89
2010-2011	29,93	32,58	20,2	28,34	31,78	23,53	27,39	8,44	18,07	13,74	28,75	38,93	301,68
2011-2012	26,31	26,44	19,51	26,9	22,18	17,42	16,95	9,53	14,67	12,8	25,9	28,17	246,78
2012-2013	20,99	21,25	15,05	28,76	26,84	12,31	25,36	1,15	17,36	14,74	28,58	31,12	243,51
2013-2014	28,87	27,8	14,22	22,09	23,96	18,23	22,4	13,96	17,2	14,48	26,27	30,75	236,27
2014-2015	16,74	28,31	17,87	22,22	18,39	35,29	18,69	10,69	18,34	12,67	27,74	23,61	250,56
2015-2016	18,85	31,77	15,15	23,08	21,19	13,38	15,88	8,63	11,59	11,26	24,5	28,94	224,22
2010-2016	23,62	28,03	17,00	25,23	24,08	20,03	21,11	8,73	16,21	13,28	26,96	30,25	250,50
1980-2016	32,66	33,01	24,08	33,31	29,42	20,72	25,68	13,17	14,10	11,82	22,53	32,25	289,16

Tabla 1.6. Volúmenes estimados de las salidas de agua del lago de la Albufera (hm³)

Años hidrológicos	Entradas de agua hm ³	Salidas de agua (hm ³)	
		Por las golgas	Por evaporación y bombeo
1980-1981	476,90	451,71	25,19
1981-1982	321,11	272,59	48,52
1982-1983	338,69	290,24	48,45
1983-1984	320,66	295,18	25,48
1984-1985	337,88	312,41	25,47
1985-1986	280,18	254,71	25,47
1986-1987	404,95	379,49	25,46
1987-1988	418,90	393,42	25,48
1988-1989	465,45	439,98	25,47
1989-1990	575,87	550,4	25,47
1980-1990	394,06	364,01	30,05
1990-1991	438,93	413,46	25,47
1991-1992	375,71	350,23	25,48
1992-1993	307,04	281,57	25,47
1993-1994	254,39	228,92	25,47
1994-1995	162,22	136,75	25,47
1995-1996	263,99	238,51	25,48
1996-1997	305,03	279,54	25,49
1997-1998	338,02	312,55	25,47
1998-1999	292,67	267,2	25,47
1999-2000	272,99	247,52	25,47
1990-2000	301,10	275,63	25,47
2000-2001	358,24	332,78	25,46
2001-2002	284,42	234,26	50,16
2002-2003	266,87	241,39	25,48
2003-2004	300,09	274,61	25,48
2004-2005	297,20	269,08	28,12



CEDEX

Estudio de la afección del cultivo del arroz en la calidad del agua de la Albufera de Valencia

Años hidrológicos	Entradas de agua hm ³	Salidas de agua (hm ³)	
		Por las golas	Por evaporación y bombeo
2005-2006	216,79	160,63	56,16
2006-2007	271,42	165,26	106,16
2007-2008	299,29	222,07	77,22
2008-2009	355,73	319,05	36,68
2009-2010	316,69	291,2	25,49
2000-2010	296,67	251,03	45,64
1980-2010	330,61	296,89	33,72
2010-2011	327,17	301,68	25,49
2011-2012	272,27	246,78	25,49
2012-2013	269,00	243,51	25,49
2013-2014	285,70	236,27	49,43
2014-2015	276,00	250,56	25,44
2015-2016	249,80	224,22	25,58
2010-2016	280,00	250,50	29,49
1980-2016	322,17	289,16	33,01

Tabla 1.7. Balances de agua estimados del lago de la Albufera durante el período 1980-2016

Anexo 2
Calidad del agua del lago de la Albufera en 2016

	CE μS/cm	CHLA	Disco	OD	Materia en suspensión	pH	P total mg/L
13/01/2016	1518	107,8	25	10,87	51	8,43	0,28
01/02/2016	1737	SR	27	11,67	SR	8,39	SR
16/02/2016	1613	90,3	24	10,88	81	8,58	0,31
01/03/2016	1607	110,3	28	12,4	SR	8,53	SR
08/03/2016	1607	49,3	24	12,49	58	8,63	0,14
23/03/2016	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR
01/04/2016	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR
12/04/2016	1525	102,9	25	11,11	36	8,98	<0,1
20/04/2016	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR
16/05/2016	1667	78,8	22	15,24	70	8,81	0,36
25/05/2016	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR
13/06/2016	1987	18,7	25	12,1	94	9,35	0,2
06/07/2016	2370	SR	23	8,83	SR	8,98	SR
19/07/2016	2310	32,3	40	8,83	43	8,69	<,1
09/08/2016	2426	18,1	43	10,3	39	8,24	<,1
19/09/2016	2370	24,7	42	8,5	29	8,5	0,08
26/10/2016	2010	45,5	35	8,5	76	8,9	<,1
14/11/2016	2170	100,6	27	12,3	76	8,72	0,08
13/12/2016	1703	8	35	16	36	8,31	0,1

Tabla 2.1. Punto A1 (CMA Generalitat Valenciana)

Fecha	CE μS/cm	CHLA	Disco	OD	Materia en suspensión	pH	P total mg/L
13/01/2016	1538	122,1	25	10,88	40	8,42	0,33
01/02/2016	1777	SR	28	10,67	SR	8,47	SR
16/02/2016	1827	81,5	23	10,5	22	8,41	0,18
01/03/2016	1617	SR	31	12,6	SR	8,51	SR
08/03/2016	1627	64,6	28	12,24	48	8,61	0,14
23/03/2016	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR
01/04/2016	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR
12/04/2016	1527	57,5	25	11	50	8,85	
20/04/2016	1627	64,6	28	12,24	48	8,61	0,14
16/05/2016	1627	91,1	22	14,25	64	8,56	0,3
25/05/2016	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR
13/06/2016	2370	25,3	25	11,66	126	9,05	0,18
06/07/2016	2270	SR	23	9,3	SR	9,24	SR
19/07/2016	2210	29,1	35	9,74	62	8,58	0,12
09/08/2016	2380	18	40	9,4	37	8,29	<,1
19/09/2016	2270	23,1	42	9,63	35	8,52	0,09
26/10/2016	2070	53,9	35	9,29	78	8,81	<,1
14/11/2016	2270	68,4	27	12,6	80	8,73	0,08
13/12/2016	1634	14	SR	SR	56	SR	0,09

Tabla 2.2. Punto A2 (CMA Generalitat Valenciana)



CEDEX

Estudio de la afección del cultivo del arroz en la calidad del agua de la Albufera de Valencia

Fecha	CE μ S/cm	CHLA	Disco	OD	Materia en suspensión	pH	P total mg/L
13/01/2016	1520	122	25	11,12	34	8,44	0,29
01/02/2016	1801	SR	30	10,99	SR	8,54	SR
16/02/2016	1657	97	24	12,57	72	8,58	0,21
01/03/2016	1577	160,9	30	12,65	SR	8,55	SR
08/03/2016	1611	58,2	30	12,3	59	8,2	0,12
23/03/2016	1581	54,2	30	11,36	SR	8,69	SR
01/04/2016	1561	74,6	30	10,91	SR	8,69	SR
12/04/2016	1521	59,5	30	10,5	44	8,83	<0,1
20/04/2016	1611	58,2	30	12,3	59	8,61	0,12
16/05/2016	1591	<0,1	22	14,03	90	9,13	0,34
25/05/2016	1617	131,3	17	13,61	SR	10	SR
13/06/2016	1957	22,3	25	9,3	136	9,03	0,16
06/07/2016	2370	SR	23	10,13	SR	9,32	SR
19/07/2016	2370	36,2	35	10,17	54	8,79	<,1
09/08/2016	2470	24	42	11,6	38	8,47	<,1
19/09/2016	2370	20,9	42	9,84	24	8,54	0,08
26/10/2016	1932	55,2	30	9,63	90	8,89	<,1
14/11/2016	2170	26,2	27	13	100	8,86	0,08
13/12/2016	1681	15,6	35	14,8	42	8,34	0,09

Tabla 2.3. Punto B1 (CMA Generalitat Valenciana)

Fecha	CE μ S/cm	CHLA	Disco	OD	Materia en suspensión	pH	P total mg/L
13/01/2016	1525	115,4	20	10,8	37	8,37	0,34
01/02/2016	1741	SR	30	10,84	SR	8,42	SR
16/02/2016	1667	72,9	21	9,85	136	8,44	0,3
01/03/2016	1577	SR	30	12,07	SR	8,37	SR
08/03/2016	1597	63,6	22	11,8	70	8,55	0,14
23/03/2016	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR
01/04/2016	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR
12/04/2016	1517	45,7	25	10,62	33	8,77	<0,1
20/04/2016	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR
16/05/2016	1567	40,5	22	14,4	90	8,96	0,31
25/05/2016	1687	169,9	17	13,26	SR	10	SR
13/06/2016	1947	33,2	25	8,54	92	8,96	0,18
06/07/2016	2170	SR	23	11,39	SR	9,3	SR
19/07/2016	2310	36,2	35	10,06	35	8,79	<,1
09/08/2016	2450	18,4	43	10,6	35	8,41	<,1
19/09/2016	2270	28,4	42	10,03	30	8,51	0,07
26/10/2016	2170	48,4	35	9,17	62	8,79	<,1
14/11/2016	2370	73,3	27	12,7	76	9,12	0,07
13/12/2016	1656	17,2	35	14,1	30	8,43	0,08

Tabla 2.4. Punto B2 (CMA Generalitat Valenciana)

Fecha	CE μS/cm	CHLA	Disco	OD	Materia en suspensión	pH	P total mg/L
13/01/2016	1530	126,2	20	10,67	42	8,44	0,36
01/02/2016	1787	SR	32	10,6	SR	8,4	SR
16/02/2016	1638	72,7	20	9,63	100	8,3	0,28
01/03/2016	1631	118,1	29	12,21	SR	8,38	SR
08/03/2016	1667	SR	26	11,71	42	8,61	0,18
23/03/2016	1497	69,4	30	11,98	SR	8,46	SR
01/04/2016	1567	81,6	22	10,27	SR	8,46	SR
12/04/2016	1487	16	25	10,56	24	8,84	<0,1
20/04/2016	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR
16/05/2016	1607	159,3	22	14,15	62	8,16	0,26
25/05/2016	1677	66,6	17	14,93	SR	10	SR
13/06/2016	2170	58,7	25	14,5	82	8,89	0,1
06/07/2016	2070	SR	23	10,72	SR	9,6	SR
19/07/2016	2270	37	35	9,38	39	8,65	<0,1
09/08/2016	2210	16,7	45	10,1	33	8	<0,1
19/09/2016	1827	21,9	50	10,3	29	8,24	0,08
26/10/2016	2070	60,3	35	9,44	62	8,79	<0,1
14/11/2016	2070	37,9	27	24,5	100	8,28	0,09
13/12/2016	1690	13,3	40	13,4	52	8,44	0,09

Tabla 2.5. Punto C2 (CMA Generalitat Valenciana)

Fecha	CE μS/cm	Fosfatos mg/L	P total mg/L	Nitratos mg/L	N total mg/L
3/03/2016	1899	0	0,134	6,73	
5/05/2016	2015	0	0,071	4,70	2,5
22/07/2016	2903		0,123		

Tabla 2.6. Punta de Llebeig (CA de la CHJ)

Fecha	CE μS/cm	Fosfatos mg/L	P total mg/L	Nitratos mg/L	N total mg/L
3/03/2016	1924	<0,061	0,137	7,53	
5/05/2016	2052	<0,061	0,053	3,71	2,3
22/07/2016	2920		0,094		

Tabla 2.7. La Mata de Sant Roc (CA de la CHJ)

Fecha	CE μS/cm	Fosfatos mg/L	P total mg/L	Nitratos mg/L	N total mg/L
3/03/2016	1954	<0,061	0,128	14,96	
5/05/2016	1949	<0,061	0,080	6,90	3,4
22/07/2016	2916		0,083		

Tabla 2.8. La Mata del Fang (CA de la CHJ)

Anexo 3
Calidad de las aguas en 2016 (Comisaría de Aguas de la CHJ)

	Agua de acequias			Lámina de agua			Agua freática		
	CE dS/m	SDT g/L	SDT/CE	CE dS/m	SDT g/L	SDT/CE	CE dS/m	SDT g/L	SDT/CE
	1,90	1,16	0,61	2,26	1,25	0,55	1,85	1,24	0,67
	1,53	1,05	0,69	1,94	1,26	0,65	7,86	6,67	0,85
	1,72	1,25	0,73	1,66	0,94	0,57	2,93	1,91	0,65
	1,23	0,98	0,80	2,98	1,82	0,61	3,50	1,64	0,47
	1,83	1,22	0,67	1,46	1,72	1,18	2,23	1,61	0,72
	2,14	1,29	0,60	1,89	1,41	0,75	4,84	2,94	0,61
	1,83	1,38	0,75	2,19	1,56	0,71	2,19	1,81	0,82
	2,16	1,57	0,72	6,53	3,82	0,59	10,52	7,56	0,72
	1,82	1,37	0,75				11,19	6,41	0,57
							9,62	5,33	0,55
							33,00	23,03	0,70
Promedio			0,70			0,70			0,67
Desviación promedio			0,05			0,12			0,08

Tabla 3.1. Relación entre la conductividad eléctrica (CE) y la cantidad de sólidos totales disueltos (SDT) calculados como suma de aniones y cationes en muestras de agua (a partir de análisis de agua, Anejo 3, Tesis Doctoral de H. Moreno, 2013)

Fecha	Júcar en el azud de Sueca				"Ullal" de Baldoví				
	DBO ₅ mg/l O ₂	P total mg/l	N total mg/l	CE dS/m	PO ₄ ⁺⁺ mg/l	P total mg/l	NO ₃ ⁺ mg/l	N total mg/l	CE dS/m
01/2016				1,30					2,6
02/2016	<2,0	0,120	19,0	1,20					
03/2016				1,16					2,6
04/2016				1,20					2,7
05/2016	<2,0	0,068	9,0	1,04	<0,061	0,023	59	13,2	3,0-2,7
06/2016				1,05					2,7
07/2016				0,96		0,022			3,4
08/2016	<2,0	0,065	4,6	0,94					2,7
09/2016				1,30					3,0
10/2016				1,20			<25		2,5
11/2016	<2,0	0,110	24,0	1,22					2,5
12/2016				0,73					2,8

Tabla 3.2 Datos de calidad del agua del río Júcar en el azud de Sueca-Fortaleny y en el Punto medio del "ullal" de Baldoví

Fecha	Piezómetro 08.26.104				Piezómetro 08.26.105			
	P total mg/l	NO ₃ ⁺ mg/l	N total mg/l	CE dS/m	P total mg/l	NO ₃ ⁺ mg/l	N total mg/l	CE dS/m
07/2016	°	8,0	2,4	1,03	0,11	<0,8	2,4	4,80
08/2016	0,070	6,5	1,8	0,98	0,18	<0,8	1,7	3,30
09/2016	0,065	<0,2	<0,5	1,11	0,24	<2,2	3,1	3,20
10/2016	<0,050	<1,2	0,6	1,40	0,14	<4,0	4,8	5,40

Tabla 3.3. Datos de calidad del agua de los piezómetros 08.26.104 y 08.26.105

Fecha	NH ₄ ⁺ mg/l	DBO ₅ mg/l O ₂	DQO mg/l O ₂	PO ₄ ⁺⁺ mg/l	P total mg/l	NO ₃ ⁺ mg/l	N total mg/l	CE dS/m
03/2016	0,130	<2,0	9	<0,050	0,060	52,0	15,0	1,30
04/2016	3,000	2,2	26	<0,050	0,070	32,0	12,0	1,50
05/2016	0,410	2,3	12	<0,050	<0,050	42,0	14,0	1,40
06/2016	0,900	<2,0	21	<0,050	0,080	19,0	5,0	1,25
07/2016	0,170	<2,0	30	<0,050	<0,050	0,7	0,9	1,40
08/2016	0,067	<2,0	14	<0,050	<0,050	0,6	0,7	1,30
09/2016	0,180	<2,0	<5	<0,050	0,053	54,0	14,0	1,30
10/2016	<0,050	<2,0	5	<0,050	<0,050	58,0	15,0	1,30
11/2016	<0,050	<2,0	10	0,080	0,150	34,0	8,0	1,40

Tabla 3.4. Datos de calidad del agua del punto 1 de la Acequia Dreta

Fecha	NH ₄ ⁺ mg/l	DBO ₅ mg/l O ₂	DQO mg/l O ₂	PO ₄ ⁺⁺ mg/l	P total mg/l	NO ₃ ⁺ mg/l	N total mg/l	CE dS/m
03/2016	0,130	<2,0	9	<0,050	<0,050	47,0	11,0	1,30
04/2016	0,580	3,3	20	<0,050	0,070	15,0	4,2	1,50
05/2016	-	-	-	-	-	-	-	-
06/2016	0,300	<2,0	33	<0,050	0,090	0,5	1,1	1,50
07/2016	0,080	<2,0	14	<0,050	<0,050	0,2	0,8	1,30
08/2016	0,180	<2,0	7	<0,050	<0,050	49,0	13,0	1,30
09/2016	<0,050	<2,0	7	<0,050	<0,050	57,0	14,0	1,30
10/2016	<0,050	2,5	12	<0,050	0,061	36,0	9,0	1,40
11/2016	0,130	<2,0	9	<0,050	<0,050	47,0	11,0	1,30

Tabla 3.5. Datos de calidad del agua del punto 18 de la Acequia Dreta

Fecha	NH ₄ ⁺ mg/l	DBO ₅ mg/l O ₂	DQO mg/l O ₂	PO ₄ ⁺⁺ mg/l	P total mg/l	NO ₃ ⁺ mg/l	N total mg/l	CE dS/m
03/2016	0,680	6,3	34	<0,050	0,15	10,0	4,5	1,70
04/2016	0,140	6,9	19	<0,050	0,12	17,0	4,3	1,60
05/2016	1,400	4,3	45	<0,050	0,10	1,6	2,6	2,40
06/2016	0,200	<2,0	8	0,080	0,07	13,0	3,3	1,29
07/2016	0,180	2,5	22	<0,050	0,07	0,4	0,9	1,30
08/2016	0,120	<2,0	20	<0,050	0,05	0,5	0,9	1,60
09/2016	0,130	3,0	12	<0,050	0,06	21,0	5,0	1,50
10/2016	0,190	<2,0	8	<0,050	0,09	20,0	5,4	1,70
11/2016	<0,050	3,7	35	<0,050	0,11	<8,0	1,6	10,50

Tabla 3.6. Datos de calidad del agua del punto 16 situado en la Acequia Antigua de la Reina

Fecha	DBO ₅ mg/l O ₂	PO ₄ ⁺⁺ mg/l	P total mg/l	NO ₃ ⁺ mg/l	CE dS/m
01/2016					
02/2016	<2,0	<0,050		5,4	0,85
03/2016	<2,0	<0,050	<0,050	4,0	0,91
04/2016					
05/2016	<2,0	<0,050		5,6	0,97
06/2016	<2,0	<0,050	<0,050	6,3	0,96
07/2016	<2,0	<0,050		3,7	0,91
08/2016	<2,0	<0,050		3,1	0,88
09/2016	<2,0	<0,050	<0,050	3,8	0,89
10/2016					
11/2016	<2,0				
12/2016		<0,050	<0,050	10,0	0,42

Tabla 3.7. Datos de calidad del agua del río Júcar en la estación de aforos de la presa de Tous

Fecha	NH ₄ ⁺ mg/l	DBO ₅ mg/l O ₂	DQO mg/l O ₂	PO ₄ ⁺⁺ mg/l	P total mg/l	NO ₃ ⁺ mg/l	N total mg/l	CE dS/m
03/2016	0,200	<2,0	14	0,059	0,070	68,0	20,0	1,30
04/2016	0,140	<2,0	6	0,210	0,130	75,0	17,0	1,40
05/2016	0,400	2,3	15	<0,050	0,052	22,0	5,2	1,40
06/2016	0,280	<2,0	10	<0,050	0,056	34,0	7,1	1,18
07/2016	0,200	<2,0	20	<0,050	<0,050	2,4	1,1	1,20
08/2016	0,370	<2,0	12	<0,050	0,065	6,3	2,1	1,20
09/2016	0,220	<2,0	10	<0,050	<0,050	48,0	13,0	1,30
10/2016	<0,050	<2,0	11	<0,050	<0,050	73,0	19,0	1,40
11/2016	<0,050	<2,0	<5	0,090	0,090	88,0	20,0	1,30

Tabla 3.8. Datos de calidad del agua en el punto 2 situado en la Acequia de Cubella



CEDEX

Estudio de la afección del cultivo del arroz en la calidad del agua de la Albufera de Valencia

Fecha	NH ₄ ⁺ mg/l	DBO ₅ mg/l O ₂	DQO mg/l O ₂	PO ₄ ⁺⁺ mg/l	P total mg/l	NO ₃ ⁺ mg/l	N total mg/l	CE dS/m
04/2016	0,460	<2,0	7	0,060	0,051	74,0	17,0	1,40
05/2016	0,460	<2,0	21	<0,050	0,080	13,0	3,6	1,50
06/2016	-	-	-	-	-	-	-	-
07/2016	0,150	2,3	36	<0,050	0,080	0,5	0,9	1,40
08/2016	0,069	<2,0	14	<0,050	<0,050	1,4	1,0	1,30
09/2016	0,220	<2,0	6	<0,050	<0,050	49,0	13,0	1,30
10/2016	0,410	<2,0	9	<0,050	0,080	31,0	18,0	1,40
11/2016	<0,050	<2,0	10	<0,050	0,100	46,0	12,0	1,30

Tabla 3.9. Datos de calidad del agua en el punto 19 situado en la Acequia de Overa

Fecha	NH ₄ ⁺ mg/l	DBO ₅ mg/l O ₂	DQO mg/l O ₂	PO ₄ ⁺⁺ mg/l	P total mg/l	NO ₃ ⁺ mg/l	N total mg/l	CE dS/m
03/2016	0,400	2,1	8	0,090	0,090	53,0	14,0	1,50
04/2016	0,130	<2,0	7	0,220	0,110	80,0	19,0	1,40
05/2016	0,210	<2,0	10	<0,050	0,061	39,0	13,0	1,40
06/2016	0,200	<2,0	16	0,064	0,071	25,0	6,0	1,29
07/2016	0,150	2,7	26	0,080	0,090	<0,2	0,9	1,60
08/2016	0,064	<2,0	7	<0,050	<0,050	29,0	6,8	1,20
09/2016	0,520	2,7	13	0,070	0,100	67,0	17,0	1,40
10/2016	<0,050	<2,0	6	<0,050	<0,050	96,0	23,0	1,50
11/2016	0,170	3,1	16	0,620	0,280	46,0	12,0	1,50

Tabla 3.10. Datos de calidad del agua en el punto 3 situado en el tramo alto de la Acequia de Campets

Fecha	NH ₄ ⁺ mg/l	DBO ₅ mg/l O ₂	DQO mg/l O ₂	PO ₄ ⁺⁺ mg/l	P total mg/l	NO ₃ ⁺ mg/l	N total mg/l	CE dS/m
04/2016	0,250	<2,0	11	<0,050	0,130	88,0	20,0	1,50
05/2016	0,220	<2,0	14	<0,050	0,090	31,0	8,0	1,40
06/2016	-	-	-	-	-	-	-	-
07/2016	0,150	2,7	26	0,080	0,090	<0,2	0,9	1,60
08/2016	0,160	<2,0	13	<0,050	0,059	10,0	3,0	1,40
09/2016	0,360	<2,0	11	<0,050	0,065	63,0	16,0	1,60
10/2016	<0,050	<2,0	5	<0,050	0,064	80,0	21,0	1,60
11/2016	0,220	6,4	38	<0,050	0,130	16,0	4,9	2,20

Tabla 3.11. Datos de calidad del agua en el punto 20 situado en el tramo bajo de la Acequia de Campets

Fecha	NH ₄ ⁺ mg/l	DBO ₅ mg/l O ₂	DQO mg/l O ₂	PO ₄ ⁺⁺ mg/l	P total mg/l	NO ₃ ⁺ mg/l	N total mg/l	CE dS/m
03/2016	0,80	<2,0	17	0,33	0,14	11,0	3,4	1,30
04/2016	0,46	<2,0	10	1,20	0,64	9,0	2,9	1,20
05/2016	0,25	<2,0	<5	0,36	0,16	10,0	2,7	1,12
06/2016	0,14	<2,0	10	0,34	0,13	5,4	1,6	1,05
07/2016	0,19	<2,0	13	0,23	0,12	24,0	5,6	1,20
08/2016	0,17	<2,0	8	0,18	0,10	9,0	2,5	1,13
09/2016	0,12	<2,0	18	1,00	0,40	9,0	4,1	1,20
10/2016	0,38	<2,0	16	0,70	0,43	4,4	2,8	1,60
11/2016	0,15	<2,0	9	1,20	0,49	37,0	10,0	1,18

Tabla 3.12. Datos de calidad del agua en el punto 4 situado en el tramo bajo de la Acequia del Azarbe

Fecha	NH ₄ ⁺ mg/l	DBO ₅ mg/l O ₂	DQO mg/l O ₂	PO ₄ ⁺⁺ mg/l	P total mg/l	NO ₃ ⁺ mg/l	N total mg/l	CE dS/m
04/2016	0,800	<2,0	13	1,60	0,90	21,0	5,6	1,30
05/2016	0,340	2,4	15	0,16	0,14	12,0	3,5	1,30
06/2016	-	-	-	-	-	-	-	-
07/2016	0,220	<0,2	12	0,17	0,11	21,0	6,5	1,30
08/2016	0,170	<0,2	7	0,18	0,10	27,0	6,6	1,30
09/2016	<0,050	10,0	72	0,15	0,19	<0,2	1,9	1,16
10/2016	0,190	<2,0	14	0,90	0,46	27,0	8,0	1,60
11/2016	<0,050	<2,0	17	1,10	0,44	46,0	12,0	1,40

Tabla 3.13. Datos de calidad del agua en el punto 21 situado en la Acequia de la Alcahécia

Fecha	Piezómetro 08.26.103				Piezómetro 08.25.095			
	P total mg/l	NO ₃ ⁺ mg/l	N total mg/l	CE dS/m	P total mg/l	NO ₃ ⁺ mg/l	N total mg/l	CE dS/m
07/2016	0,12	<2,0	11	10,55				
08/2016	0,24	<4,0	9	13,00	0,31	<0,8	9	4,30
09/2016	0,12		10	22,00	0,21	<2,2	22	4,20
10/2016	0,09	<2,0	11	11,40	0,08	4,1	13	2,80

Tabla 3.14. Datos de calidad del agua de los piezómetros 08.26.103 y 08.25.095

Fecha	NH ₄ ⁺ mg/l	DBO ₅ mg/l O ₂	DQO mg/l O ₂	PO ₄ ⁺⁺ mg/l	P total mg/l	NO ₃ ⁺ mg/l	N total mg/l	CE dS/m
03/2016	0,110	2,1	25	1,50	0,58	76	23,0	1,20
05/2016	<0,050	<2,0	7	0,30	0,14	26	5,8	1,06
06/2016	<0,050	<2,0	12	0,16	0,10	19	4,5	1,01
07/2016	<0,050	<2,0	15	0,12	0,11	18	4,2	1,05
08/2016	0,110	<2,0	8	0,14	0,11	27	6,5	1,09
09/2016	<0,050	10,0	72	0,15	0,19		1,9	1,16
10/2016	<0,050	<2,0	11	0,28	0,34	99	23,0	1,30
11/2016	<0,050	2,9	21	0,20	0,19	17	4,8	0,31

Tabla 3.15. Datos de calidad del agua en el punto 5 de la Acequia de la Foia

Fecha	NH ₄ ⁺ mg/l	DBO ₅ mg/l O ₂	DQO mg/l O ₂	PO ₄ ⁺⁺ mg/l	P total mg/l	NO ₃ ⁺ mg/l	N total mg/l	CE dS/m
03/2016	<0,050	<2,0	14	<0,050	<0,050	75	22,0	1,50
05/2016	<0,050	<2,0	<5	<0,050	<0,050	72	16,0	1,40
06/2016	<0,050	<2,0	<5	<0,050	<0,050	103	24,0	1,70
07/2016	<0,050	<2,0	<5	<0,050	<0,050	87	20,0	1,54
08/2016	<0,050	<2,0	13	<0,050	<0,050	14	3,2	0,98
09/2016	<0,050	<2,0	<5	<0,050	<0,050	87	22,0	1,60
10/2016	<0,050	3,1	19	<0,050	<0,050	77	20,0	1,40
11/2016	<0,050	<2,0	<5	<0,050	<0,050	106	25,0	1,60

Tabla 3.16 Datos de calidad del agua en el punto 6 de la Acequia de la Font Nova

Fecha	NH ₄ ⁺ mg/l	DBO ₅ mg/l O ₂	DQO mg/l O ₂	PO ₄ ⁺⁺ mg/l	P total mg/l	NO ₃ ⁺ mg/l	N total mg/l	CE dS/m
03/2016	0,290	<2,0	13	<0,050	<0,050	85	27	1,50
05/2016	1,600	<2,0	8	0,250	0,180	57	16	1,40
06/2016	0,230	<2,0	<5	<0,050	0,053	105	25	1,40
07/2016	<0,050	<2,0	6	<0,050	<0,050	141	32	1,36
08/2016	0,180	<2,0	12	0,053	<0,050	141	32	1,70
09/2016	0,110	<2,0	7	<0,050	<0,050	112	25	1,57
10/2016	0,250	<2,0	11	0,061	<0,050	34	9	1,20
11/2016	<0,050	<2,0	5	<0,050	<0,050	84	20	1,50

Tabla 3.17. Datos de calidad del agua en el punto 8 situado en la Acequia de Font de Mariano

Fecha	NH ₄ ⁺ mg/l	DBO ₅ mg/l O ₂	DQO mg/l O ₂	PO ₄ ⁺⁺ mg/l	P total mg/l	NO ₃ ⁺ mg/l	N total mg/l	CE dS/m
03/2016	0,700	<2,0	26	0,120	0,160	66	19,0	1,70
05/2016	0,130	<2,0	11	0,190	0,160	79	18,0	1,50
06/2016	0,070	<2,0	<5	0,050	0,056	16	3,7	1,06
07/2016	<0,050	<2,0	8	0,070	0,090	13	3,5	1,03
08/2016	0,170	<2,0	11	0,160	0,100	20	4,9	1,10
09/2016	0,260	<2,0	10	0,300	0,160	14	4,0	1,16
10/2016	<0,050	4,4	45	0,100	0,060	58	15,0	2,10
11/2016	<0,050	<2,0	5	<0,050	<0,050	84	20,0	1,50

Tabla 3.18. Datos de calidad del agua en el punto 9 situado en la Acequia de Albal

Fecha	DBO ₅ mg/l O ₂	PO ₄ ⁺⁺ mg/l	P total mg/l	NO ₃ ⁺ mg/l	N total mg/l	CE dS/m
01/2016		0,70	0,28	22	5,1	1,14
02/2016		0,36	0,16	12	2,8	1,15
03/2016	<2,0	0,12	0,09	14	3,2	1,15
04/2016		0,70	0,32	13	3,1	0,97
05/2016		0,42	0,14	16	3,7	1,18
06/2016	<2,0	0,40	0,16	10	2,3	1,12
07/2016		0,28	0,11	11	2,5	1,14
08/2016		0,20	0,09	9	2,0	1,09
09/2016	<2,0	0,35	0,19	10	2,3	1,18
10/2016		0,59	0,24	9	3,5	1,10
11/2016		0,80	0,34	23	5,4	1,40
12/2016	2,9	0,17	0,21	17	4,0	1,14

Tabla 3.19. Datos de calidad del agua del río Turia en el azud de Casola

Fecha	NH ₄ ⁺ mg/l	DBO ₅ mg/l O ₂	DQO mg/l O ₂	PO ₄ ⁺⁺ mg/l	P total mg/l	NO ₃ ⁺ mg/l	N total mg/l	CE dS/m
03/2016	0,49	<2,0	8	0,31	0,17	52	<0,05	1,58
04/2016	0,55	4,2	24	0,54	0,33	18	4,80	1,50
05/2016	0,51	<2,0	10	0,55	0,25	10	3,00	1,30
06/2016	4,20	<2,0	16	1,10	0,42	18	6,10	1,46
07/2016	0,29	4,7	22	0,14	0,20	14	4,10	1,20
08/2016	0,16	<2,0	6	0,42	0,18	53	13,00	1,47
09/2016	0,19	<2,0	13	0,57	0,24	17	5,30	1,20
10/2016	1,10	<2,0	9	0,46	0,25	22	7,10	1,14
11/2016	15,00	<2,0	67	3,30	1,50	11	17,00	0,70

Tabla 3.20. Datos de calidad del agua en el punto 12 situado en el Camino del Fus (CHJ, 2016)

Fecha	NH ₄ ⁺ mg/l	DBO ₅ mg/l O ₂	DQO mg/l O ₂	PO ₄ ⁺⁺ mg/l	P total mg/l	NO ₃ ⁺ mg/l	N total mg/l	CE dS/m
03/2016	2,000	<2,0	21	0,800	0,37	16,0	5,8	1,60
04/2016	1,900	3,9	21	2,100	0,90	18,0	5,8	1,50
05/2016	0,140	9,0	47	<0,050	0,16	18,0	5,6	1,90
06/2016	<0,050	9,0	72	0,068	0,22	<0,2	1,8	2,79
07/2016	0,058	3,7	38	0,210	0,21	<0,2	1,5	1,30
08/2016	0,062	3,6	34	0,380	0,26	<0,4	1,3	2,49
09/2016	3,600	6,6	35	1,300	0,63	6,0	4,4	0,95
10/2016	2,500	<2,0	12	0,620	0,36	12,0	5,4	1,20
11/2016	0,063	11,0	55	<0,050	0,28	3,0	3,5	2,30

Tabla 3.21. Datos de calidad del agua en el punto 10 situado en el Puerto de Catarroja en 2016

Fecha	NH ₄ ⁺ mg/l	DBO ₅ mg/l O ₂	DQO mg/l O ₂	PO ₄ ⁺⁺ mg/l	P total mg/l	NO ₃ ⁺ mg/l	N total mg/l
05/2016	1,200	<0,2	20	0,17	0,13	27	7,1
06/2016	<0,050	<2,0	17	1,30	0,54	27	5,8
07/2016	<0,050	<2,0	22	0,63	0,33	30	8,0
08/2016	1,300	<2,0	13	0,49	0,31	24	8,0
11/2016	3,200	<2,0	32	0,38	0,40	11	5,7

Tabla 3.22. Datos de calidad del agua en el punto 15 situado en la Acequia del Oro

Fecha	NH ₄ ⁺ mg/l	DBO ₅ mg/l O ₂	DQO mg/l O ₂	PO ₄ ⁺⁺ mg/l	P total mg/l	NO ₃ ⁺ mg/l	N total mg/l	CE dS/m
03/2016	5,7	21,0	47	1,20	0,80	17	10,0	1,53
05/2016	3,0	<2,0	35	1,10	0,55	3	3,2	1,60
06/2016	0,9	<2,0	19	0,80	0,42	14	3,9	1,53
07/2016	0,8	<2,0	21	0,48	0,29	34	9,0	1,70
08/2016	10,0	<2,0	24	0,44	0,38	15	11,0	1,60
09/2016	4,5	4,8	33	1,00	0,71	13	7,0	0,92
10/2016	2,3	2,4	18	0,39	0,40	20	7,1	1,20
11/2016	3,9	3,5	32	1,10	0,55	18	8,0	0,76

Tabla 3.23. Datos de calidad del agua en el punto 13 situado en la Acequia de Ravisanxo

Fecha	NH ₄ ⁺ mg/l	DBO ₅ mg/l O ₂	DQO mg/l O ₂	PO ₄ ⁺⁺ mg/l	P total mg/l	NO ₃ ⁺ mg/l	N total mg/l
05/2016	0,280	2,7	31	0,40	0,24	9,0	3,0
06/2016	0,080	2,2	48	0,32	0,28	1,5	1,5
07/2016	0,090	<2,0	27	0,20	0,15	1,4	1,7
08/2016	0,190	<2,0	20	0,70	0,39	2,2	1,2
09/2016	<0,050	10,0	67	1,60	1,60	<0,2	3,7
10/2016	0,330	6,4	58	0,49	0,30	<0,2	1,8
11/2016	3,800	3,2	10	0,64	0,39	34,0	12,0

Tabla 3.24. Datos de calidad del agua en el punto 14 situado en la Acequia Nova de Alfafar

Fecha	NH ₄ ⁺ mg/l	DBO ₅ mg/l O ₂	DQO mg/l O ₂	PO ₄ ⁺⁺ mg/l	P total mg/l	NO ₃ ⁺ mg/l	N total mg/l
05/2016	0,14	2,9	54	0,26	0,25	2,4	2,5
06/2016	0,34	2,6	35	0,64	0,51	5,0	2,2
07/2016	0,23	<2,0	30	0,33	0,24	2,4	2,0
08/2016	0,48	<2,0	23	1,10	0,68	6,7	2,8
09/2016	1,60	4,3	33	0,39	0,33	18,0	5,4
10/2016	1,70	4,2	21	0,22	0,13	46,0	13,0
11/2016	0,80	4,0	16	0,28	0,22	48,0	12,0

Tabla 3.25. Datos de calidad del agua en el punto 24 situado en el Escorredor Fondo

Fecha	NH ₄ ⁺ mg/l	DBO ₅ mg/l O ₂	DQO mg/l O ₂	PO ₄ ⁺⁺ mg/l	P total mg/l	NO ₃ ⁺ mg/l	N total mg/l
05/2016	0,40	4,1	43	<0,050	0,18	2,4	2,2
06/2016	0,06	2,5	41	0,160	0,22	1,1	1,4
07/2016	0,09	<2,0	31	0,052	0,14	<0,4	1,4
08/2016	0,13	<2,0	23	0,360	0,23	<0,4	1,4
09/2016	3,00	5,4	41	0,800	0,41	8,0	4,5
10/2016	2,70	4,5	21	0,064	0,22	25,0	9,0
11/2016	0,22	4,3	20	<0,050	0,18	15,0	5,0

Tabla 3.26. Datos de calidad del agua en el punto 22 situado en el motor de El Saler

Fecha	NH ₄ ⁺ mg/l	DBO ₅ mg/l O ₂	DQO mg/l O ₂	PO ₄ ⁺⁺ mg/l	P total mg/l	NO ₃ ⁺ mg/l	N total mg/l
05/2016	0,510	9,0	93	<0,050	0,58	<2,0	3,0
06/2016	0,070	<2,0	48	0,110	0,23	2,2	1,5
07/2016	0,068	<2,0	37	<0,050	0,11	<0,4	1,6
08/2016	0,160	<2,0	25	0,370	0,25	<0,8	1,4
09/2016	2,200	5,5	32	0,200	0,24	8,0	3,8
10/2016	<0,050	9,0	60	<0,050	0,21	<0,4	2,1

Tabla 3.27. Datos de calidad del agua en el punto 23 situado en el Escorredor Fondo junto al lago



CEDEX

Estudio de la afección del cultivo del arroz en la calidad del agua de la Albufera de Valencia

Fecha	NH ₄ ⁺ mg/l	DBO ₅ mg/l O ₂	DQO mg/l O ₂	PO ₄ ⁺⁺ mg/l	P total mg/l	NO ₃ ⁺ mg/l	N total mg/l
05/2016	0,055	12,0	102	<0,050	0,27	<1,2	2,7
06/2016	<0,050	2,5	57	0,200	0,24	<0,2	1,4
07/2016	0,120	2,8	36	<0,050	0,18	<0,4	1,5
08/2016	<0,050	4,5	33	<0,050	0,13	<0,4	1,3
09/2016	2,100	6,2	32	0,250	0,23	7,0	3,5
10/2016	<0,050	11,0	68	<0,050	0,16	<0,4	1,7

Tabla 3.28. Datos de calidad del agua en el punto 25 situado en el Escorredor de Romero junto al lago

Anexo 4

Datos climáticos durante la campaña de riego del arroz de 2017

Precipitaciones diarias (mm)										
Día	Sueca					Valencia				
	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre
1		0	1	0	15,4		0	0	0,2	3,8
2		0	0	0	0		0	0	0,6	0
3		0	0	0	0		0,4	0	0	0
4		19,0	0	0	0		22,8	0	0	0
5		0,2	0	0	0		0,2	0	0	0
6		0	0	0	0		0	0	0	0
7		0	0,6	0,2	0		0	0,4	0	0
8		0	0	0,2	0		0	0,2	0	0
9		0	0	0	0,2		0	0	0	0,4
10		0	0	0	5,8		0	0	1,4	0
11		0	0	0	0		0	0	0	0
12		0	0	0	0		0	0	0	0
13		0	0	0	0		0	0	0	0
14		0	0	0	0		0	0	0	0
15		0	0	0	1,0		0	0	0	1,4
16		0	0	0	0		0	0	0	0
17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18	2,4	0	0	0	0	6	0	0	0	0
19	7,2	0	0	0	0	0	0	43,8	0	0
20	2,4	0	0	0,2	0	0	0	0	0,2	0
21	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	0	0,8	0	0	0	0	4,8	0	0	0
27	0	0	0	0	0	0	0,2	0	0	0
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	13,0	0	0	0	0	17,8	0
30	0	0	0	3,2	0	2,2	0	0	1,6	0
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0,2	0
Mes	12,0	20,0	1,6	16,8		8,20	28,40	45,40	22,00	5,60

Tabla 4.1. Precipitación diaria en las estaciones meteorológicas de Sueca y Valencia durante la campaña de riego del arroz de 2017



Estudio de la afección del cultivo del arroz en la calidad del agua de la Albufera de Valencia

CEDEX

Día	Mayo					Junio				
	Tm (°C)	Hm (%)	P (mm)	Pe (mm)	ET ₀ (mm)	Tm (°C)	Hm (%)	P (mm)	Pe (mm)	ET ₀ (mm)
1						21,66	75,60	0	0	5,55
2						22,72	77,40	0	0	5,47
3						22,25	80,50	1,3	0	4,03
4						19,74	90,30	9,4	5,2	2,83
5						19,08	76,60	1,2	0	5,26
6						22,11	66,41	0,6	0	6,23
7						21,84	73,50	0,2	0	4,91
8						21,94	78,20	0,2	0	5,25
9						22,42	76,30	0	0	4,94
10						22,70	76,50	0	0	5,38
11						23,65	66,55	0	0	6,20
12	21,50	45,76	0	0	6,59	23,92	64,95	0	0	6,05
13	22,50	46,29	0	0	6,01	24,12	61,90	0	0	6,04
14	21,76	47,52	0	0	6,20	24,88	57,32	0	0	6,19
15	20,06	64,88	0	0	5,12	25,49	63,11	0	0	5,80
16	20,59	66,94	0	0	4,75	26,63	69,54	0	0	5,81
17	19,80	61,76	0	0	5,11	27,00	65,64	0	0	6,40
18	17,99	77,90	7,2	3,6	3,46	26,10	69,79	0	0	6,29
19	18,11	69,55	0	0	4,91	25,62	74,70	0	0	5,98
20	18,91	68,88	0	0	5,09	25,90	69,51	0	0	6,25
21	18,94	75,80	0	0	3,76	26,23	57,88	0	0	6,36
22	20,63	68,33	0	0	5,57	26,66	57,57	0	0	6,30
23	20,08	70,90	0	0	5,37	26,81	63,06	0	0	6,19
24	20,44	71,20	0	0	5,72	25,53	75,70	0	0	5,48
25	21,62	63,06	0	0	5,85	24,82	79,80	0	0	4,27
26	21,87	65,33	0	0	5,73	26,46	73,60	1,0	0	5,89
27	21,10	79,70	0	0	4,46	28,46	53,76	0	0	7,33
28	21,71	72,90	0	0	5,13	28,21	33,09	0	0	9,19
29	20,82	73,60	0	0	5,07	25,73	30,53	0	0	7,91
30	19,56	78,40	0,1	0	2,64	22,97	47,42	0	0	6,03
31	21,03	77,30	0	0	5,16					
Mes	20,45	67,30	7,33	3,6	101,70	24,39	66,89	13,9	5,2	175,81

Tabla 4.2. Datos diarios de temperatura, humedad relativa, precipitación, precipitación efectiva y evapotranspiración (Penman-Monteith) de la estación meteorológica de Benifaió durante mayo y junio de 2017 (MAPAMA)

Día	Julio					Agosto				
	Tm (°C)	Hm (%)	P (mm)	Pe (mm)	ET ₀ (mm)	Tm (°C)	Hm (%)	P (mm)	Pe (mm)	ET ₀ (mm)
1	21,32	63,29	1,9	0	4,62	27,00	79,00	0	0	3,79
2	21,20	67,54	0	0	5,47	26,64	78,40	1,0	0	2,83
3	22,91	65,98	0	0	5,96	28,04	62,79	0	0	6,15
4	23,69	67,71	0	0	5,91	27,43	69,65	0	0	5,78
5	24,18	75,40	0	0	5,51	27,24	72,50	0	0	5,60
6	25,17	69,05	0	0	3,99	27,35	78,20	0	0	4,52
7	24,10	85,00	0,4	0	2,28	27,77	75,10	1,2	0	5,01
8	27,83	57,69	0,1	0	6,03	27,02	67,01	0,2	0	6,47
9	26,81	54,86	0	0	6,91	24,59	66,65	0,4	0	4,19
10	25,68	69,31	0	0	5,72	21,87	55,87	0	0	4,67
11	26,09	75,40	0	0	5,50	22,33	64,46	0	0	4,93
12	26,07	77,70	0	0	5,82	23,71	67,54	0	0	5,30
13	26,23	81,10	0	0	5,32	24,17	70,70	0	0	5,24
14	26,51	78,20	0	0	5,12	24,24	73,30	0	0	4,62
15	26,05	75,60	0	0	5,46	25,22	74,20	0	0	4,58
16	26,87	64,72	0	0	6,25	25,79	77,00	0	0	4,44
17	26,06	73,09	0	0	5,17	26,20	78,00	0	0	4,61
18	26,40	73,38	0	0	5,37	26,86	75,70	0	0	5,16
19	26,39	74,96	0	0	5,11	26,07	76,10	0	0	4,00
20	25,93	76,86	0	0	4,76	25,55	74,50	0	0	4,26
21	26,42	77,80	0,2	0	4,49	25,71	68,01	0	0	5,17
22	26,45	75,95	0	0	5,52	25,26	68,19	0	0	5,19
23	26,36	76,12	0	0	4,93	24,70	73,20	0	0	4,85
24	26,84	69,83	0	0	5,57	25,88	72,70	0	0	4,72
25	24,98	62,12	0	0	5,51	25,28	79,20	2,1	0	4,10
26	24,87	68,79	0,1	0	5,55	25,97	79,20	0,1	0	4,21
27	27,59	68,26	0	0	6,30	25,59	80,30	0	0	2,41
28	26,48	77,70	0	0	5,58	25,04	80,80	0,1	0	2,86
29	26,47	78,20	0	0	5,55	21,15	89,60	19,3	11,9	1,34
30	26,44	79,20	0	0	5,59	22,76	77,40	1,1	0	2,99
31	26,93	76,80	0	0	5,38	23,39	78,00	0,1	0	3,32
Mes	25,66	72,18	2,7	0	166,25	25,35	73,65	25,6	11,9	137,31

Tabla 4.3. Datos diarios de temperatura, humedad relativa, precipitación, precipitación efectiva y evapotranspiración (Penman-Monteith) de la estación meteorológica de Benifaió durante julio y agosto de 2017 (MAPAMA)



CEDEX

Estudio de la afección del cultivo del arroz en la calidad del agua de la Albufera de Valencia

Día	Septiembre				
	Tm (°C)	Hm (%)	P (mm)	Pe (mm)	ET ₀ (mm)
1	22,74	76,60	12,5	7,4	2,44
2	21,91	73,80	0,1	0	4,02
3	22,72	76,40	0	0	4,00
4	23,59	78,70	0	0	4,13
5	25,03	75,40	0	0	4,41
6	23,86	82,30	0	0	3,22
7	23,89	78,40	0	0	3,56
8	24,20	80,00	0	0	3,56
9	22,14	60,83	0	0	3,44
10	21,07	48,20	0	0	4,41
11	27,18	32,38	0	0	6,43
12	21,97	72,00	0	0	3,78
13	22,47	71,80	0	0	4,07
14	24,71	64,11	0	0	5,39
15	19,00	75,0	0,3	0	1,70
16	17,88	71,70	0	0	3,13
17	20,21	72,00	0	0	3,78
18	21,58	62,09	0	0	5,05
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
Mes	22,56	69,54	12,9	7,4	70,52

Tabla 4.4. Datos diarios de temperatura, humedad relativa, precipitación, precipitación efectiva y evapotranspiración (Penman-Monteith) de la estación meteorológica de Benifaió durante septiembre de 2017 (MAPAMA)

Día	Mayo					Junio				
	Tm (°C)	Hm (%)	P (mm)	Pe (mm)	ET ₀ (mm)	Tm (°C)	Hm (%)	P (mm)	Pe (mm)	ET ₀ (mm)
1						21,47	71,90	0	0	5,24
2						22,18	74,70	0	0	5,10
3						21,72	78,70	0,8	0	3,55
4						18,83	88,90	17,6	10,8	1,90
5						18,61	73,50	0	0	4,74
6						22,03	61,84	0,2	0	5,77
7						20,89	75,82	0	0	5,02
8						21,69	77,70	0	0	5,17
9						22,00	75,90	0	0	4,93
10						22,30	72,80	0	0	5,36
11						23,42	59,48	0	0	5,99
12	20,42	51,09	0	0	5,40	23,66	57,82	0	0	5,91
13	22,12	47,05	0	0	5,92	23,79	55,68	0	0	5,82
14	21,43	48,11	0	0	5,47	24,80	49,52	0	0	5,95
15	19,68	62,5	0	0	4,59	25,54	56,69	0	0	5,60
16	20,02	63,56	0	0	4,16	26,25	65,28	0	0	5,34
17	19,60	57,32	0	0	4,49	26,67	61,20	0	0	6,18
18	17,51	74,30	4,8	1,7	3,26	25,71	66,64	0	0	6,11
19	17,28	70,40	0	0	4,39	25,04	71,50	0	0	5,70
20	18,40	67,37	0	0	4,66	25,65	64,84	0	0	6,03
21	18,04	76,30	0	0	3,27	26,08	54,83	0	0	6,06
22	20,18	66,79	0	0	4,97	26,38	52,33	0	0	6,16
23	19,68	68,8	0	0	4,74	26,59	59,19	0	0	6,05
24	20,37	67,12	0	0	5,02	25,64	69,61	0	0	5,62
25	21,70	56,63	0	0	5,21	24,35	77,30	0	0	4,26
26	21,49	58,63	0	0	4,91	25,72	74,10	3,5	0,6	5,85
27	20,63	75,90	0	0	4,27	28,11	47,39	0	0	6,79
28	21,22	69,26	0	0	4,86	27,46	31,59	0	0	8,11
29	20,44	70,50	0	0	4,71	25,06	28,58	0	0	7,21
30	18,50	80,90	2	0	2,51	22,22	44,51	0	0	5,53
31	20,36	76,80	0	0	4,31					
Mes	19,95	65,47	6,8	1,7	91,12	24,00	63,33	22,1	11,4	167,05

Tabla 4.5. Datos diarios de temperatura, humedad relativa, precipitación, precipitación efectiva y evapotranspiración (Penman-Monteith) de la estación meteorológica de Picassent durante mayo y junio de 2017 (MAPAMA)



CEDEX

Estudio de la afección del cultivo del arroz en la calidad del agua de la Albufera de Valencia

Día	Julio					Agosto				
	Tm (°C)	Hm (%)	P (mm)	Pe (mm)	ET ₀ (mm)	Tm (°C)	Hm (%)	P (mm)	Pe (mm)	ET ₀ (mm)
1	20,81	61,29	0	0	4,40	26,43	78,60	0	0	3,48
2	20,73	63,69	0	0	5,40	26,67	73,00	0,2	0	2,91
3	22,70	61,14	0	0	5,78	28,62	56,26	0	0	5,77
4	22,89	66,22	0	0	5,74	27,89	61,26	0	0	5,57
5	23,52	71,30	0	0	5,45	27,53	67,46	0	0	5,29
6	24,76	67,48	0	0	3,88	27,06	76,70	0	0	3,90
7	23,81	80,4	1,0	0	2,32	27,34	75,60	1,4	0	4,92
8	27,68	51,73	0	0	6,37	26,68	64,81	0,2	0	5,93
9	26,31	51,19	0	0	6,53	24,60	63,14	0,4	0	4,06
10	25,57	63,33	0	0	5,76	21,70	54,31	0	0	4,88
11	25,42	72,00	0	0	5,43	21,96	62,46	0	0	4,82
12	25,93	70,70	0	0	5,75	23,26	67,13	0	0	5,07
13	25,74	76,70	0	0	5,31	23,73	69,71	0	0	4,99
14	26,18	74,80	0	0	5,16	23,87	72,10	0	0	4,67
15	25,64	72,50	0	0	5,39	24,77	73,30	0	0	4,51
16	26,45	62,70	0	0	5,97	25,43	76,20	0	0	3,84
17	25,52	70,20	0	0	5,11	26,35	75,30	0	0	4,34
18	26,22	71,20	0	0	5,32	26,19	74,80	0	0	4,92
19	26,16	71,20	0	0	5,04	25,56	75,30	0	0	3,86
20	25,65	74,10	0	0	4,70	24,97	76,10	0,8	0	3,91
21	25,83	75,60	0,2	0	4,14	25,26	68,02	0	0	4,96
22	26,02	73,40	0	0	5,36	24,87	66,55	0	0	5,04
23	25,97	73,30	0	0	4,68	24,46	70,90	0	0	4,64
24	26,37	67,62	0	0	5,44	25,09	73,80	0	0	4,48
25	24,37	58,87	0	0	5,42	24,93	77,20	0	0	3,98
26	24,58	65,45	0	0	5,41	25,93	75,70	0	0	4,19
27	27,37	65,73	0	0	5,88	25,42	77,60	0	0	2,61
28	26,28	75,00	0	0	5,21	24,84	78,60	0	0	2,74
29	26,19	75,90	0	0	5,26	20,85	88,80	25,1	15,5	1,38
30	26,30	76,40	0	0	5,30	22,49	79,00	1,0	0	2,85
31	26,73	74,90	0	0	5,24	23,17	78,30	1,8	0	2,81
Mes	25,28	68,90	1,2	0	162,15	25,09	71,87	31,0	15,5	131,32

Tabla 4.6. Datos diarios de temperatura, humedad relativa, precipitación, precipitación efectiva y evapotranspiración (Penman-Monteith) de la estación meteorológica de Picassent durante julio y agosto de 2017 (MAPAMA)

Día	Septiembre				
	Tm (°C)	Hm (%)	P (mm)	Pe (mm)	ET ₀ (mm)
1	22,18	80,00	19,0	11,7	2,47
2	21,65	76,30	0,6	0	4,02
3	22,27	78,20	0,2	0	3,77
4	23,40	77,90	0	0	4,05
5	24,23	79,50	0	0	3,94
6	23,43	84,40	0,2	0	2,83
7	23,16	81,30	0	0	3,06
8	23,67	82,60	0	0	3,31
9	21,46	59,74	0,6	0	2,86
10	20,33	51,14	0	0	4,21
11	26,55	31,42	0	0	5,78
12	21,68	71,40	0	0	3,51
13	21,98	72,60	0	0	3,87
14	24,28	61,94	0	0	4,96
15	18,75	71,70	0,2	0	1,83
16	17,52	70,40	0	0	3,01
17	19,79	73,10	0	0	3,55
18	21,10	58,54	0,2	0	4,37
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					
31					
Mes	22,08	70,12	21,0	11,7	65,40

Tabla 4.7. Datos diarios de temperatura, humedad relativa, precipitación, precipitación efectiva y evapotranspiración (Penman-Monteith) de la estación meteorológica de Picassent durante septiembre de 2017 (MAPAMA)

Anexo 5

Estimación del consumo de agua del arroz durante la campaña de riego de 2017

Día	Mayo			Junio		
	ET ₀ (mm)	K _c	ET _c (mm)	ET ₀ (mm)	K _c	ET _c (mm)
1				5,55	1,12	6,22
2				5,47	1,12	6,13
3				4,03	1,12	4,51
4				2,83	1,12	3,17
5				5,26	1,12	5,89
6				6,23	1,12	6,98
7				4,91	1,12	5,50
8				5,25	1,12	5,88
9				4,94	1,12	5,53
10				5,38	1,12	6,03
11				6,20	1,12	6,94
12	6,59	1,10	7,25	6,05	1,12	6,78
13	6,01	1,10	6,61	6,04	1,12	6,76
14	6,20	1,10	6,82	6,19	1,12	6,93
15	5,12	1,10	5,63	5,80	1,12	6,50
16	4,75	1,10	5,23	5,81	1,12	6,51
17	5,11	1,10	5,62	6,40	1,12	7,17
18	3,46	1,10	3,81	6,29	1,12	7,04
19	4,91	1,10	5,40	5,98	1,12	6,70
20	5,09	1,10	5,60	6,25	1,12	7,00
21	3,76	1,11	4,17	6,36	1,13	7,19
22	5,57	1,11	6,18	6,30	1,13	7,12
23	5,37	1,11	5,96	6,19	1,13	6,99
24	5,72	1,11	6,35	5,48	1,13	6,19
25	5,85	1,11	6,49	4,27	1,13	4,83
26	5,73	1,11	6,36	5,89	1,13	6,66
27	4,46	1,11	4,95	7,33	1,13	8,28
28	5,13	1,11	5,69	9,19	1,13	10,38
29	5,07	1,11	5,63	7,91	1,13	8,94
30	2,64	1,11	2,93	6,03	1,13	6,81
31	5,16	1,11	5,73			
Mes	101,70		112,41	175,81		197,56

Tabla 5.1. Datos diarios de evapotranspiración (Penman-Monteith) de la estación meteorológica de Benifaió y estimación de la evapotranspiración del arroz durante mayo y junio de 2017



CEDEX

Estudio de la afección del cultivo del arroz en la calidad del agua de la Albufera de Valencia

Día	Julio			Agosto		
	ET ₀ (mm)	K _c	ET _c (mm)	ET ₀ (mm)	K _c	ET _c (mm)
1	4,62	1,14	5,27	3,79	1,15	4,36
2	5,47	1,14	6,24	2,83	1,15	3,25
3	5,96	1,14	6,79	6,15	1,15	7,07
4	5,91	1,14	6,74	5,78	1,15	6,65
5	5,51	1,14	6,28	5,60	1,15	6,44
6	3,99	1,14	4,55	4,52	1,15	5,20
7	2,28	1,14	2,60	5,01	1,15	5,76
8	6,03	1,14	6,87	6,47	1,15	7,44
9	6,91	1,14	7,88	4,19	1,15	4,82
10	5,72	1,14	6,52	4,67	1,15	5,37
11	5,50	1,15	6,33	4,93	1,15	5,67
12	5,82	1,15	6,69	5,30	1,15	6,10
13	5,32	1,15	6,12	5,24	1,15	6,03
14	5,12	1,15	5,89	4,62	1,15	5,31
15	5,46	1,15	6,28	4,58	1,15	5,27
16	6,25	1,15	7,19	4,44	1,15	5,11
17	5,17	1,15	5,95	4,61	1,15	5,30
18	5,37	1,15	6,18	5,16	1,15	5,93
19	5,11	1,15	5,88	4,00	1,15	4,60
20	4,76	1,15	5,47	4,26	1,15	4,90
21	4,49	1,15	5,16	5,17	1,14	5,89
22	5,52	1,15	6,35	5,19	1,14	5,92
23	4,93	1,15	5,67	4,85	1,14	5,53
24	5,57	1,15	6,41	4,72	1,14	5,38
25	5,51	1,15	6,34	4,10	1,14	4,67
26	5,55	1,15	6,38	4,21	1,14	4,80
27	6,30	1,15	7,25	2,41	1,14	2,75
28	5,58	1,15	6,42	2,86	1,14	3,26
29	5,55	1,15	6,38	1,34	1,14	1,53
30	5,59	1,15	6,43	2,99	1,14	3,41
31	5,38	1,15	6,19	3,32	1,14	3,78
Mes	166,25		190,66	137,31		157,49

Tabla 5.2. Datos diarios de evapotranspiración (Penman-Monteith) de la estación meteorológica de Benifaíó y estimación de la evapotranspiración del arroz durante julio y agosto de 2017

Día	Septiembre		
	ET ₀ (mm)	K _c	ET _c (mm)
1	2,44	1,07	2,61
2	4,02	1,07	4,30
3	4,00	1,07	4,28
4	4,13	1,07	4,42
5	4,41	1,07	4,72
6	3,22	1,07	3,45
7	3,56	1,07	3,81
8	3,56	1,07	3,81
9	3,44	1,07	3,68
10	4,41	1,07	4,72
11	6,43	1,02	6,56
12	3,78	1,02	3,86
13	4,07	1,02	4,15
14	5,39	1,02	5,50
15	1,70	1,02	1,73
16	3,13	1,02	3,19
17	3,78	1,02	3,86
18	5,05	1,02	5,15
1-18	70,52		73,79

Tabla 5.3. Datos diarios de evapotranspiración (Penman-Monteith) de la estación meteorológica de Benifaió y estimación de la evapotranspiración del arroz durante septiembre de 2017

Día	Mayo			Junio		
	ET ₀ (mm)	K _c	ET _c (mm)	ET ₀ (mm)	K _c	ET _c (mm)
1				5,24	1,12	5,87
2				5,10	1,12	5,71
3				3,55	1,12	3,98
4				1,90	1,12	2,13
5				4,74	1,12	5,31
6				5,77	1,12	6,46
7				5,02	1,12	5,62
8				5,17	1,12	5,79
9				4,93	1,12	5,52
10				5,36	1,12	6,00
11				5,99	1,12	6,71
12	5,40	1,10	5,94	5,91	1,12	6,62
13	5,92	1,10	6,51	5,82	1,12	6,52
14	5,47	1,10	6,02	5,95	1,12	6,66
15	4,59	1,10	5,05	5,60	1,12	6,27
16	4,16	1,10	4,58	5,34	1,12	5,98
17	4,49	1,10	4,94	6,18	1,12	6,92
18	3,26	1,10	3,59	6,11	1,12	6,84
19	4,39	1,10	4,83	5,70	1,12	6,38
20	4,66	1,10	5,13	6,03	1,12	6,75
21	3,27	1,11	3,63	6,06	1,13	6,85
22	4,97	1,11	5,52	6,16	1,13	6,96
23	4,74	1,11	5,26	6,05	1,13	6,84
24	5,02	1,11	5,57	5,62	1,13	6,35
25	5,21	1,11	5,78	4,26	1,13	4,81
26	4,91	1,11	5,45	5,85	1,13	6,61
27	4,27	1,11	4,74	6,79	1,13	7,67
28	4,86	1,11	5,39	8,11	1,13	9,16
29	4,71	1,11	5,23	7,21	1,13	8,15
30	2,51	1,11	2,79	5,53	1,13	6,25
31	4,31	1,11	4,78			
Mes	91,12		100,72	167,05		187,71

Tabla 5.4. Datos diarios de evapotranspiración (Penman-Monteith) de la estación meteorológica de Picassent y estimación de la evapotranspiración del arroz durante mayo y junio de 2017

Día	Julio			Agosto		
	ET ₀ (mm)	K _c	ET _c (mm)	ET ₀ (mm)	K _c	ET _c (mm)
1	4,40	1,14	5,02	3,48	1,15	4,00
2	5,40	1,14	6,16	2,91	1,15	3,35
3	5,78	1,14	6,59	5,77	1,15	6,64
4	5,74	1,14	6,54	5,57	1,15	6,41
5	5,45	1,14	6,21	5,29	1,15	6,08
6	3,88	1,14	4,42	3,90	1,15	4,49
7	2,32	1,14	2,64	4,92	1,15	5,66
8	6,37	1,14	7,26	5,93	1,15	6,82
9	6,53	1,14	7,44	4,06	1,15	4,67
10	5,76	1,14	6,57	4,88	1,15	5,61
11	5,43	1,15	6,24	4,82	1,15	5,54
12	5,75	1,15	6,61	5,07	1,15	5,83
13	5,31	1,15	6,11	4,99	1,15	5,74
14	5,16	1,15	5,93	4,67	1,15	5,37
15	5,39	1,15	6,20	4,51	1,15	5,19
16	5,97	1,15	6,87	3,84	1,15	4,42
17	5,11	1,15	5,88	4,34	1,15	4,99
18	5,32	1,15	6,12	4,92	1,15	5,66
19	5,04	1,15	5,80	3,86	1,15	4,44
20	4,70	1,15	5,41	3,91	1,15	4,50
21	4,14	1,15	4,76	4,96	1,14	5,65
22	5,36	1,15	6,16	5,04	1,14	5,75
23	4,68	1,15	5,38	4,64	1,14	5,29
24	5,44	1,15	6,26	4,48	1,14	5,11
25	5,42	1,15	6,23	3,98	1,14	4,54
26	5,41	1,15	6,22	4,19	1,14	4,78
27	5,88	1,15	6,76	2,61	1,14	2,98
28	5,21	1,15	5,99	2,74	1,14	3,12
29	5,26	1,15	6,05	1,38	1,14	1,57
30	5,30	1,15	6,10	2,85	1,14	3,25
31	5,24	1,15	6,03	2,81	1,14	3,20
Mes	162,15		185,96	131,32		150,62

Tabla 5.5. Datos diarios de evapotranspiración (Penman-Monteith) de la estación meteorológica de Picassent y estimación de la evapotranspiración del arroz durante julio y agosto de 2017

Día	Septiembre		
	ET ₀ (mm)	K _c	ET _c (mm)
1	2,47	1,07	2,64
2	4,02	1,07	4,30
3	3,77	1,07	4,03
4	4,05	1,07	4,33
5	3,94	1,07	4,22
6	2,83	1,07	3,03
7	3,06	1,07	3,27
8	3,31	1,07	3,54
9	2,86	1,07	3,06
10	4,21	1,07	4,50
11	5,78	1,02	5,90
12	3,51	1,02	3,58
13	3,87	1,02	3,95
14	4,96	1,02	5,06
15	1,83	1,02	1,87
16	3,01	1,02	3,07
17	3,55	1,02	3,62
18	4,37	1,02	4,46
1-18	65,4		68,43

Tabla 5.6. Datos diarios de evapotranspiración (Penman-Monteith) de la estación meteorológica de Picassent y estimación de la evapotranspiración del arroz durante septiembre de 2017

Anexo 6

Datos hidrológicos de riego de la zona regada por la Acequia del Oro

Mes	Nº de días	Arroz		Huerta		Inundación		Consumo total m ³
		m ³	m ³ /ha	m ³	m ³ /ha	m ³	m ³ /ha	
Abril	30	2.926.050	2739	45.348	663			2.971.398
Mayo	31	6.047.170	5661	79.661	1.164			6.126.831
Junio	30	2.926.050	2739	92.963	1.359			3.019.013
Julio	31	6.047.170	5661	160.103	2.340			6.207.273
Agosto	31	6.047.170	5661	146.045	2.135			6.193.215
Septiembre	30	0	0	103.544	1.513			103.544
Total campaña de riego		23.993.610	22.462	627.664	9.176			24.621.274
Octubre	31			40.612	593			40.612
Noviembre	30			24.941	364	4.389.060	4.109	4.414.001
Diciembre	31			21.868	319	4.535.362	4.246	4.557.230
Enero	31			17.963	262	2.194.530	2.054	2.212.493
Total inundación otoñal						11.118.952	10.409	11.183.724
Febrero	28			20.457	299			20.457
Marzo	31			37.488	548			37.488
Total Huerta invierno				163.329	2.387			163.329
Total		23.993.610	22.462	790.993	11.564	11.118.952	10.409	35.903.555

Tabla 6.1. Consumos medios de agua de riego en la zona regada por la Acequia del Oro (CR del Canal de Riego del Río Turia)

Mes	Nº de días	Consumo arroz				Coeficiente nominal de riego del arroz ls ⁻¹ ha ⁻¹
		Total (m ³)	Total m ³ /ha	Diario m ³ /ha	Diario mm/d	
Abril	30	2.926.050,0	2.739,2	91,31	9,13	1,06
Mayo	31	6.047.170,0	5.661,1	182,62	18,26	2,11
Junio	30	2.926.050,0	2.739,2	91,31	9,13	1,06
Julio	31	6.047.170,0	5.661,1	182,62	18,26	2,11
Agosto	31	6.047.170,0	5.661,1	182,62	18,26	2,11
Total riego del arroz		23.993.610,0	22.461,7			

Tabla 6.2. Datos medios del riego del arroz en la zona regada por la Acequia del Oro

Mes	Nº de días	Agua aportada				Coeficiente nominal de riego ls ⁻¹ ha ⁻¹
		Total (m ³)	Total m ³ /ha	Diario m ³ /ha	Diario mm/d	
Noviembre	30	4.389.060,0	4.108,8	137,0	13,7	1,59
Diciembre	31	4.535.362,0	4.245,8	137,0	13,7	1,59
Enero	31	2.194.530,0	2.054,4	66,3	6,6	0,77
Total inundación otoñal		11.118.952,0	10.409,1			

Tabla 6.3. Datos medios del riego para la inundación otoñal de los campos en la zona regada por la Acequia del Oro



CEDEX

Estudio de la afección del cultivo del arroz en la calidad del agua de la Albufera de Valencia

Mes	Nº de días	Consumo huerta				Coeficiente nominal de riego huerta ls ⁻¹ ha ⁻¹
		Total (m ³)	Total m ³ /ha	Diario m ³ /ha	Diario mm/d	
Abril	30	45.348,0	663,0	22,1	2,2	0,26
Mayo	31	79.661,0	1.164,6	37,6	3,8	0,43
Junio	30	92.963,0	1.359,1	45,3	4,5	0,52
Julio	31	160.103,0	2.340,7	75,5	7,6	0,87
Agosto	31	146.045,0	2.135,2	68,9	6,9	0,80
Septiembre	30	103.544,0	1.513,8	50,5	5,0	0,58
Total campaña de riego		627.664,0	9.176,4			
Octubre	31	40.612,0	593,7	19,2	1,9	0,22
Noviembre	30	24.941,0	364,6	12,2	1,2	0,14
Diciembre	31	21.868,0	319,7	10,3	1,0	0,12
Enero	31	17.963,0	262,6	8,5	0,8	0,10
Febrero	28	20.457,0	299,1	10,7	1,1	0,12
Marzo	31	37.488,0	548,1	17,7	1,8	0,20
Total huerta invierno		163.329,0	2.387,9			
Total huerta		790.993,0	11.564,2			

Tabla 6.4. Datos medios del riego de la huerta en la zona regada por la Acequia del Oro

Anexo 7

Datos hidrológicos de riego y drenaje de los arrozales del área de El Saler durante la campaña de riego de 2017

Fecha	Caudal de Pinedo a la A. del Oro	Caudal aforado en el punto 3	Caudal de la A. del Oro al área de El Saler	Caudal al área de huerta de El Saler (50 ha)	Aporte a los arrozales (520 ha)	
	m ³ /s				Caudal (m ³ /s)	Caudal específico l/s/ha
15/06/2017	2,16	1,44	0,72	0,03	0,69	1,33
12/07/2017	2,39	1,12	1,27	0,04	1,23	2,36
27/07/2017	2,41	1,29	1,12	0,04	1,08	2,07
18/08/2017	2,25	0,45	1,80	0,04	1,76	3,38
31/08/2017	0,00	0,05	0,00	0,04	0	0,00
14/09/2017	0,00	0,00	0,00	0,03	0	0,00

Tabla 7.1. Caudales de agua de riego en el área de El Saler durante la campaña de riego del arroz de 2017

Fecha	Lecturas en horas	Horas diarias de bombeo
11 de mayo	18.919	3
12 de mayo	18.922	2
13 de mayo	18.924	4
14 de mayo	18.928	6
15 de mayo	18.934	
29 de junio	19.205	
3 de julio	19.241	
8 de julio	19.271	
10 de julio	19.281	
13 de julio	19.297	
15 de julio	19.301	17
16 de julio	19.318	15
17 de julio	19.333	11
18 de julio	19.344	
21 de julio	19.376	11
22 de julio	19.387	16
23 de julio	19.403	16
24 de julio	19.419	7
25 de julio	19.426	11
26 de julio	19.437	11
27 de julio	19.448	
14 de septiembre	20.300	

Tabla 7.2. Horas diarias de bombeo de agua de drenaje (h/d) de la bomba de El Saler de caudal nominal 1,1 m³/s durante la campaña de riego del arroz de 2017



Estudio de la afección del cultivo del arroz en la calidad del agua de la Albufera de Valencia

CEDEX

Período	Nº de días	Bomba grande					Coeficiente de drenaje	
		Q _n m ³ /s	Q _r m ³ /s	T		Drenaje m ³ /d	Ls ⁻¹ ha ⁻¹	mm/d
				h	h/d			
11 a 14 de mayo	4	1,1	0,99	15	3,75	13.365,0	0,30	2,57
15 de mayo a 28 de junio	45	1,1	0,99	271	6,02	21.463,2	0,48	4,13
29 de junio a 2 de julio	4	1,1	0,99	36	9,00	32.076,0	0,71	6,17
03 a 07 de julio	5	1,1	0,99	30	7,50	26.730,0	0,59	5,14
08 a 09 de julio	2	1,1	0,99	10	5,00	17.820,0	0,40	3,43
10 a 12 de julio	3	1,1	0,99	16	5,33	19.008,0	0,42	3,66
15 de mayo a 12 de julio	58	1,1	0,99	363	6,26	22.305,7	0,50	4,29
13 a 14 de julio	2	1,1	0,99	4	2,00	7.128,0	0,16	1,37
15 a 17 de julio	3	1,1	0,99	43	14,33	51.084,0	1,14	9,82
18 a 20 de julio	3	1,1	0,99	32	10,67	38.016,0	0,85	7,31
21 a 26 de julio	6	1,1	0,99	72	12,00	42.768,0	0,95	8,22
13 a 26 de julio	14	1,1	0,99	151	10,79	38.440,3	0,86	7,39
27 de julio a 13 de septiembre	49	1,1	0,99	852	17,39	61.970,0	1,38	11,92

Tabla 7.3. Cálculo del drenaje diario en el área de El Saler (520 ha de arrozal y 50 ha de huerta) durante la campaña de riego del arroz de 2017

Fecha	Arrozal junto escorredor del Vall Alto (6)	Arrozal junto escorredor del Vall Bajo (7)	Arrozal medio de El Saler
15/06/2017			
12/07/2017			
27/07/2017	14	13	13,5
18/08/2017	17	14	15,5
31/08/2017	17	14	15,5
14/09/2017	10	8	9,0

Tabla 7.4. Alturas medias de la lámina de agua (cm) en los arrozales del área de El Saler durante la campaña de riego del arroz de 2017

Anexo 8

Datos hidrológicos de riego y drenaje de los arrozales del área de Malvinar durante la campaña de riego de 2017

Fecha	Caudal en la Acequia Canal antes del aporte del "ullal" (1)	Caudal en la Acequia La Llosa (2)	Caudal total de riego al área de Malvinar	Caudal específico a Malvinar
	m ³ /s			Ls ⁻¹ /ha ⁻¹
15/06/2017	0,92	0,68	1,60	3,48
12/07/2017	1,05	0,90	1,95	4,24
27/07/2017	1,08	0,88	1,96	4,26
18/08/2017	1,18	0,97	2,15	4,67
31/08/2017	1,55	0,91	2,46	5,35
14/09/2017	2,23	0,00	0,00	0,00

Tabla 8.1. Caudales de agua de riego en el área de Malvinar durante la campaña de riego del arroz de 2017

Período	Bomba de caudal nominal 2,5 m ³ /s	Bomba de caudal nominal 1,67 m ³ /s
18 de mayo	12	
19 a 28 de mayo	24	12
29 a 31 de mayo	24	0
1 a 5 de junio	8	0
6 a 9 de junio	24	0
10 de junio a 8 de julio	12	0
9 a 14 de julio	24	16
15 de julio a 6 de septiembre	24	9
7 de septiembre	10	16
8 de septiembre	10	24
9 de septiembre	8	24
10 de septiembre	3	24
11 a 14 de septiembre	0	8

Tabla 8.2. Horas diarias de bombeo de agua de drenaje (h/d) de las bombas de Malvinar durante la campaña de riego del arroz de 2017



Estudio de la afección del cultivo del arroz en la calidad del agua de la Albufera de Valencia

Período	Bomba grande				Bomba pequeña				Drenaje total m ³ /d	Coeficiente de drenaje	
	Q _n m ³ /s	Q _r m ³ /s	T h/d	Drenaje m ³ /d	Q _n m ³ /s	Q _r m ³ /s	T h/d	Drenaje m ³ /d		LS ⁻¹ ha ⁻¹	mm/d
18 de mayo	2,5	2,25	12	97.200,0	1,67	1,50	0	0,0	97.200,0	2,45	21,13
19 a 28 de mayo	2,5	2,25	24	194.400,0	1,67	1,50	12	64.929,6	259.329,6	6,53	56,38
29 a 31 de mayo	2,5	2,25	24	194.400,0	1,67	1,50	0	0,0	194.400,0	4,89	42,26
1 a 5 de junio	2,5	2,25	8	64.800,0	1,67	1,50	0	0,0	64.800,0	1,63	14,09
6 a 9 de junio	2,5	2,25	24	194.400,0	1,67	1,50	0	0,0	194.400,0	4,89	42,26
10 de junio a 8 de julio	2,5	2,25	12	97.200,0	1,67	1,50	0	0,0	97.200,0	2,45	21,13
9 a 14 de julio	2,5	2,25	24	194.400,0	1,67	1,50	16	86.572,8	280.972,8	7,07	61,08
15 de julio a 6 de septiembre	2,5	2,25	24	194.400,0	1,67	1,50	9	48.697,2	243.097,2	6,12	52,85
7 de septiembre	2,5	2,25	10	81.000,0	1,67	1,50	16	86.572,8	167.572,8	4,22	36,43
8 de septiembre	2,5	2,25	10	81.000,0	1,67	1,50	24	129.859,2	210.859,2	5,31	45,84
9 de septiembre	2,5	2,25	8	64.800,0	1,67	1,50	24	129.859,2	194.659,2	4,90	42,32
10 de septiembre	2,5	2,25	3	24.300,0	1,67	1,50	24	129.859,2	154.159,2	3,88	33,51
11 a 14 de septiembre	2,5	2,25	0	0,0	1,67	1,50	8	43.286,4	43.286,4	1,09	9,41

Tabla 8.3. Cálculo del drenaje diario en el área de Malvinar (460 ha de arrozal) durante la campaña de riego del arroz de 2017

Fecha	Arrozal camino a Font del Malvinar (2)	Arrozal entre Socarrada y Sisteró (3)	Arrozal medio de Malvinar
15/06/2017			
12/07/2017			
27/07/2017	10	9	9,5
18/08/2017	16	11	13,5
31/08/2017	14	12	13,0
14/09/2017	0	5	2,5

Tabla 8.4. Alturas medias de la lámina de agua (cm) en los arrozales del área de Malvinar durante la campaña de riego del arroz de 2017

Anexo 9

Balances de agua de los arrozales de las áreas de El Saler y Malvinar durante la campaña de riego de 2017



Estudio de la afección del cultivo del arroz en la calidad del agua de la Albufera de Valencia

CEDEX

Fecha	P _{ef}	ET _c	Q _i m ³ /s	q _i Ls ⁻¹ ha ⁻¹	I mm	Q _{dr} m ³ /s	t h	D _r mm	q _{dr} Ls ⁻¹ ha ⁻¹	ΔH mm
	mm									
12/07/2017	0	6,6	1,23	2,37	20,4	0,99	5,3	3,7	0,42	10,2
26/07/2017	0	6,2	1,08	2,08	17,9	0,99	11,0	7,5	0,87	4,2

Tabla 9.1. Balances de agua en el área de El Saler en los días señalados de la campaña de riego del arroz de 2017

Período	t d	P _{ef}	ET _c	q _i L ⁻¹ ha ⁻¹	I mm	q _{dr} Ls ⁻¹ ha ⁻¹	D _r mm	ΔH		Observaciones
		mm						mm	mm/d	
12/05-14/05	3	0,0	18,5			0,30	7,8			Q _{dr} medio 15/05 al 28/06.
15/05-05/06	22	11,4	105,2			0,48	91,2			
12/05-05/06	25	11,4	123,7	1,70	366,3		99,0	155,0	6,2	1ª fase de llenado de agua de los arrozales. Q_i calculado.
06/06-10/06	5	0,0	29,4	0,00	0,0	0,48	20,7	-50,1	-10,0	Corte del riego. Q_{dr} medio 15/05 al 28/06. ΔH calculado.
11/06-14/06	4	0,0	26,5	1,33	46,0	0,48	16,6			Q _{dr} medio 15/05 al 28/06.
15/06-06/07	22	0,6	143,7	1,85	351,6	0,54	103,0			
11/06-06/07	26	0,6	170,3		397,6		119,6	87,6	3,4	2ª fase de llenado de agua de los arrozales. ΔH calculado.
07/07-11/07	5	0,0	30,2	0,00	0,0	0,44	19,1	-49,3	-9,9	Corte del riego. ΔH calculado.
12/07-27/07	16	21,9	96,7	2,08	287,5	0,86	118,9	93,9	5,9	27/07 H observada = 135 mm. Q _i de 27/07. Q _{dr} medio 27/07 al 13/09. ΔH observado = 20 mm
28/07-18/08	22	0,0	120,6	2,08	395,4	1,38	262,3	12,4	0,6	
12/07-18/08	28	21,9	217,3		682,9		381,2	106,3		Reposición de la lámina de agua y riego más constante
19/08-31/08	13	9,6	54,2	1,57	176,3	1,38	155,0	-23,3	-1,8	Q _i medio 27/07 a 1/09. Q _{dr} medio 27/07 al 13/09. ΔH observado = 0 mm Q _i medio A. del Oro. Q _{dr} medio 27/07 al 13/09. ΔH observado = -65 mm
01/09-14/09	14	2,1	55,4	1,06	128,2	1,38	166,9	-92,0	-6,6	
19/08-31/08	27	11,7	109,6		304,5		321,9	-	-	Fase de disminución progresiva de la lámina de agua
12/05-14/09	126	45,5	680,5		1.751,4		982,3	134,2		H observada el 14/09 = 90 mm

Tabla 9.2. Balances de agua en el área de El Saler en los períodos señalados de la campaña de riego del arroz de 2017

Fecha	P _{ef}	ET _c	Q _i m ³ /s	q _i Ls ⁻¹ ha ⁻¹	I mm	Q _{dr1}	Q _{dr2}	t ₁	t ₂	Dr ₁	Dr ₂	Dr	q _{dr} Ls ⁻¹ ha ⁻¹	ΔH mm	F mm
	mm					m ³ /s		h		mm					
15/06/2017	0	6,5	1,60	3,48	30,1	2,25	1,50	12	0	21,1	0,0	21,1	2,45		
12/07/2017	0	6,6	1,95	4,24	36,6	2,25	1,50	24	16	42,3	18,8	61,1	7,07		
27/07/2017	0	7,3	1,96	4,26	36,8	2,25	1,50	24	9	42,3	10,6	52,8	6,12	1,8	25,1
18/08/2017	0	5,9	2,15	4,67	40,4	2,25	1,50	24	9	42,3	10,6	52,8	6,12	1,8	20,2
31/08/2017	0	3,8	2,46	5,35	46,2	2,25	1,50	24	9	42,3	10,6	52,8	6,12	-0,4	10,0
14/09/2017	0	5,5	0,00	0,00	0,0	2,25	1,50	0	8	0,00	9,4	9,4	1,09	-7,5	7,4

Tabla 9.3. Balances de agua en el área de Malvinar en los días señalados de la campaña de riego del arroz de 2017

Periodo	t d	P _{ef} mm	ET _c		q _i Ls ⁻¹ ha ⁻¹	I mm	Q _{dr} Ls ⁻¹ ha ⁻¹	Dr mm	ΔH mm	F		Observaciones
			mm	mm/d						mm	mm/d	
18/05-31/05	14	5,9	75,3	5,38	3,48	420,9	5,89	712,1				Q _i del 15/06
01/06-05/06	5	8,4	25,9	5,18	0,00	0,0	1,63	70,4				Corte del riego
06/06-09/06	4	0,0	23,9	5,98	3,48	120,3	4,89	169,0				Q _i del 15/06
10/06-30/06	21	0,0	147,8	7,04	3,48	631,4	2,45	444,5				Q _i del 15/06
06/06-30/06	25	0,0	171,7	6,51		751,7		613,5				Llenado 2ª fase
01/07-05/07	5	0,0	31,3	6,26	0,00	0,0	2,45	105,8				Corte del riego
06/07-08/07	3	0,0	14,0	4,67	4,24	109,9	2,45	63,5				Q _i del 12/07
09/07-14/07	6	0,0	39,4	6,57	4,24	219,8	7,07	366,5				Q _i del 12/07
15/07-27/07	13	0,0	80,5	6,19	4,25	477,4	6,12	687,4				H = 95 mm 27/07
28/07-18/08	22	0,0	126,5	5,75	4,60	873,5	6,12	1.163,3	40,0	456,29	20,74	H = 135 mm 18/08
06/07-18/08	44	0,0	260,4	5,79		1.680,6		2.280,7				Riego constante ≈
19/08-31/08	13	8,4	56,4	4,34	5,01	562,7	6,12	687,4	-5,0	167,68	12,90	
01/09-10/09	10	12,6	39,8	3,98	4,00	345,6	5,50	475,5	-75,0	82,06	8,21	Q _i ajustado según la filtración
11/09-14/09	4	0,0	20,1	5,03	0,00	0,0	1,09	37,7	-30,0	27,77	6,94	H = 25 mm 14/09
19/08-14/09	27	21,0	116,3	4,45		908,3		1.200,5	110,0	277,5	9,35	
18/05-14/09	120	35,3	680,9			3.761,5		4.983,1				

Tabla 9.4. Balances de agua en el área de Malvinar en los periodos señalados de la campaña de riego del arroz de 2017

Anexo 10

Calidad de las aguas de las áreas de El Saler y Malvinar durante la campaña de riego del arroz de 2017

Descripción	Fecha	CE dS/m	pH	O ₂ mg/L	NO ₃ mg/L	NO ₂ mg/L	N kjel mg/L	N mg/L	P mg/L
Acequia Canal (1)	15/06/2017	1,30	7,7	6,3	10,0	0,11	<1,0	2,3	0,100
Arrozal (2)	15/06/2017	1,90	7,9	12,0	<0,8	<0,01	<1,0	<1,0	0,080
Arrozal (3)	15/06/2017	1,90	7,8	17,0	3,0	<0,01	<1,0	<1,0	0,057
Motor Malvinar (4)	15/06/2017	2,00	7,6	5,7	<0,8	0,22	1,3	1,4	0,130
Acequia Canal (1)	12/07/2017	1,09	7,5	5,5	5,4	0,25	<1,0	1,3	0,160
Arrozal (2)	12/07/2017	2,10	7,5	9,0	<0,8	<0,01	<1,0	<1,0	0,120
Arrozal (3)	12/07/2017	2,00	7,7	7,9	<0,8	<0,01	<1,0	<1,0	0,064
Motor Malvinar (4)	12/07/2017	1,90	7,5	6,5	1,1	0,12	1,9	2,2	0,200
Acequia Canal (1)	27/07/2017	1,01	7,6	5,6	7,0	0,08	<1,0	1,6	0,058
Arrozal (2)	27/07/2017	1,70	7,5	5,0	0,3	<0,01	2,0	2,1	<0,050
Arrozal (3)	27/07/2017	1,70	7,5	4,6	0,3	<0,01	<1,0	<1,0	<0,050
Motor Malvinar (4)	27/07/2017	1,50	7,5	4,6	0,9	0,03	<1,0	<1,0	<0,050
Acequia Canal (1)	17/08/2017	1,09	7,7	5,8	4,0	0,06	<1,0	<1,0	0,080
Arrozal (2)	17/08/2017	1,73	7,6	4,3	<0,2	<0,01	<1,0	<1,0	0,070
Arrozal (3)	17/08/2017	1,64	7,5	3,6	<0,2	<0,01	<1,0	<1,0	0,055
Motor Malvinar (4)	17/08/2017	1,52	7,6	4,6	0,6	0,01	<1,0	<1,0	0,057
Acequia Canal (1)	31/08/2017	1,08	7,7	6,2	5,4	0,04	<1,0	1,2	0,090
Arrozal (2)	31/08/2017	1,50	7,7	6,8	<0,8	0,04	<1,0	<1,0	0,060
Arrozal (3)	31/08/2017	1,50	7,5	4,6	<0,8	0,02	1,0	1,0	0,050
Motor Malvinar (4)	31/08/2017	1,40	7,5	4,6	<0,8	0,04	<1,0	<1,0	0,080
Acequia Canal (1)	14/09/2017	1,29	7,9	6,8	27,0	0,23	<1,0	6,2	0,130
Arrozal (2)	14/09/2017								
Arrozal (3)	14/09/2017	1,90	7,7	2,5	1,3	0,08	3,0	3,3	0,170
Motor Malvinar (4)	14/09/2017	1,57	7,9	6,6	22,0	0,19	<1,0	5,5	0,054

Tabla 10.1. Calidad de las aguas en el área de Malvinar durante la campaña de riego del arroz de 2017

Descripción	Fecha	CE dS/m	pH	O ₂ mg/L	NO ₃ mg/L	NO ₂ mg/L	N kjel mg/L	N mg/L	P mg/L
Pinedo a Oro (5)	05/06/2017	1,03	8,0					4,9	0,24
Arrozal (6)	15/06/2017	2,10	8,4	13,0	3,9	<0,01	<1,0	<1,0	0,22
Arrozal (7)	15/06/2017	3,30	8,5	11,0	2,3	<0,01	<1,0	<1,0	0,10
Motor Saler (8)	15/06/2017	2,60	8,2	10,0	4,0	<0,01	<1,0	<1,0	0,11
Pinedo a Oro (5)	10/07/2017	1,54	7,9					7,0	0,28
Arrozal (6)	12/07/2017	2,00	7,5	6,5	11,0	1,50	2,2	5,1	0,31
Arrozal (7)	12/07/2017	1,80	7,8	7,2	17,0	1,60	2,0	6,3	0,51
Motor Saler (8)	12/07/2017	1,80	7,9	9,3	0,6	<0,01	1,9	2,0	0,21
Pinedo a Oro (5)	24/07/2017	1,53	8,1					7,2	0,67
Arrozal (6)	27/07/2017	1,70	7,4	6,1	1,1	0,13	1,1	1,4	0,11
Arrozal (7)	27/07/2017	1,60	7,4	4,9	10,0	0,61	<1,0	2,4	0,19
Motor Saler (8)	27/07/2017	1,90	7,6	6,9	0,5	0,02	<1,0	<1,0	0,11
Pinedo a Oro (5)	07/08/2017	1,55	8,0					7,2	0,21
Arrozal (6)	17/08/2017	2,40	7,6	4,6	1,2	<0,01	1,4	1,7	0,34
Arrozal (7)	17/08/2017	1,80	7,5	4,0	2,4	0,17	1,4	2,0	0,58
Motor Saler (8)	17/08/2017	2,00	7,7	6,6	1,1	0,03	1,1	1,4	0,19
Pinedo a Oro (5)	28/08/2017	1,56	8,2					6,4	0,46
Arrozal (6)	31/08/2017	2,00	7,6	5,5	1,1	0,03	<1,0	<1,0	0,70
Arrozal (7)	31/08/2017	2,10	7,4	3,8	<1,0	0,07	<1,0	<1,0	1,60
Motor Saler (8)	31/08/2017	1,80	7,7	5,2	1,3	0,02	<1,0	<1,0	0,40
Pinedo a Oro (5)	14/09/2017							7,21	0,25
Arrozal (6)	14/09/2017	2,49	7,9	6,6	<1,0	0,06	<1,0	<1,0	0,62
Arrozal (7)	14/09/2017	2,42	7,6	3,3	<1,0	<0,01	<1,0	<1,0	1,30
Motor Saler (8)	14/09/2017	1,87	7,8	6,2	3,4	0,05	<1,0	<1,0	0,23

Tabla 10.2. Calidad de las aguas en el área de El Saler durante la campaña de riego del arroz de 2017

Mes	CE dS/m 25°C	SDT/CE	SDT g/L	P mg/L	N mg/L	NO3 mg/L
Enero	2,60	0,67	1,74			
Marzo	2,60	0,67	1,74			
Abril	2,70	0,67	1,81			
Mayo	2,94	0,67	1,97	0,05	11,45	50,50
Junio	2,91	0,67	1,95			
Julio	3,02	0,67	2,02	0,02		
Agosto	2,72	0,67	1,82			
Septiembre	2,85	0,67	1,91			
Octubre	2,50	0,67	1,68			
Noviembre	2,55	0,67	1,71			
Diciembre	2,83	0,67	1,90			

Tabla 10.3. Datos medios de calidad de las aguas del "ullal" de Baldoví durante los años 2015 y 2016 (Comisaría de Aguas de la CHJ)

Mes	Fecha	CE dS/m 25°C	SDT/CE	SDT g/L	P mg/L	N mg/L	NO3 mg/L
Mayo	16/05/2013				0,03	12,30	46,00
	15/05/2014				0,00	14,79	61,00
	21/05/2015	3,09	0,67	2,07	0,07	9,70	42,00
	04/05/2016	3,04	0,67	2,04	0,02	13,20	59,00
	19/05/2016	2,70	0,67	1,81			
	Promedio	2,94		1,97	0,03	12,50	52,00
	Desviación promedio	0,16		0,11	0,02	1,50	8,00
Junio	22/06/2016	2,70	0,67	1,81			
Julio	28/07/2011				0,11	13,58	43,00
	11/07/2012				0,09	12,00	49,00
	11/07/2013				0,62	9,82	39,00
	10/07/2014				0,13	2,39	48,00
	19/07/2016	2,60	0,67	1,74			
	22/07/2016	3,43	0,67	2,30	0,02		
	Promedio	3,02		2,02	0,24	9,45	44,75
Desviación promedio	0,42		0,28	0,19	3,53	3,75	

Tabla 10.4. Datos medios de calidad de las aguas del "ullal" de Baldoví de mayo a julio durante los años 2011 y 2016 (Comisaría de Aguas de la CHJ)

Anexo 11

Balances de sales, fósforo y nitrógeno de los arrozales de las áreas de El Saler y Malvinar durante la campaña de riego de 2017

Período	t d	I mm	ΔH mm	Dr mm	SDT _i g/L	I*SDT _i t/ha	SDT _w g/L	ΔH*SDT _w t/ha	SDT _{dr} g/L	Dr*SDT _{dr} t/ha	Balance sales t/ha
06/06-10/06	5	0,0	-50,1	20,7	0,72	0,00	1,89	-0,9	1,82	0,4	0,6
11/06-14/06	4	46,0		16,6	0,72	0,33	1,89		1,82	0,3	
15/06-06/07	22	351,6		103,0	0,90	3,16	1,61		1,54	1,6	
11/06-06/07	26	397,6	108,4	119,6	0,81	3,49	1,75		1,68	1,89	
07/07-11/07	5	0,0	-49,3	19,1	1,08	0,00	1,33	-0,7	1,26	0,2	0,4
12/07-27/07	16	287,5	93,9	118,9	1,07	3,09	1,24	1,2	1,30	1,5	0,4
28/07-18/08	22	395,4	12,4	262,3	1,08	4,26	1,31	0,2	1,37	3,6	0,5
19/08-31/08	13	176,3	-23,3	155,0	1,09	1,92	1,45	-0,3	1,33	2,1	0,2
01/09-14/09	14	128,2	-92,0	166,9	1,09	1,40	1,58	-1,5	1,28	2,1	0,7
12/07-14/09	65	987,5	-9,0	703,1	1,08	10,7	1,40	-0,5	1,32	9,3	1,8
06/06-14/09	101	1.385,1		862,5		14,2		-2,1		11,8	

Tabla 11.1. Balances de sales en el área de El Saler en los períodos señalados de la campaña de riego del arroz de 2017

Período	t d	I mm	ΔH mm	Dr mm	P _i Mg/L	I*P _i kg/ha	P _w mg/L	ΔH*P _w kg/ha	P _{dr} mg/L	Dr*P _{dr} kg/ha	Balance P kg/ha
06/06-10/06	5	0,0	-50,1	20,7	0,24	0,00	0,16	-0,08	0,11	0,02	0,06
11/06-14/06	4	46,0		16,6	0,24	0,11	0,16		0,21	0,03	0,08
15/06-06/07	22	351,6		103,0	0,26	0,91	0,29		0,16	0,16	0,75
11/06-06/07	26	397,6	108,4	119,6	0,25	1,02	0,22	0,24	0,19	0,20	0,82
07/07-11/07	5	0,0	-49,3	19,1	0,28	0,00	0,41	-0,20	0,21	0,04	0,16
12/07-27/07	16	287,5	93,9	118,9	0,48	1,37	0,28	0,26	0,16	0,19	0,91
28/07-18/08	22	395,4	12,4	262,3	0,44	1,74	0,31	0,04	0,15	0,39	1,31
19/08-31/08	13	176,3	-23,3	155,0	0,34	0,59	0,81	-0,19	0,30	0,46	0,32
01/09-14/09	14	128,2	-92,0	166,9	0,36	0,46	1,06	-0,97	0,32	0,53	0,90
12/07-14/09	65	987,5	-9,0	703,1	0,40	4,15	0,61	-0,86	0,23	1,57	3,44
06/06-14/09	101	1.385,1		862,5		5,18		-0,90		1,83	4,49

Tabla 11.2. Balances de fósforo en el área de El Saler en los períodos señalados de la campaña de riego del arroz de 2017



CEDEX

Estudio de la afección del cultivo del arroz en la calidad del agua de la Albufera de Valencia

Período	t d	I mm	ΔH mm	Dr mm	Ni mg/L	I*Ni kg/ha	Nw mg/L	ΔH *Nw kg/ha	Ndr mg/L	Dr*Ndr kg/ha	Balance N kg/ha
06/06-10/06	5	0,0	-50,1	20,7	4,90	0,00	0,90	-0,45	0,90	0,19	0,26
11/06-14/06	4	46,0		16,6	4,90	2,25	0,90		0,90	0,15	2,10
15/06-06/07	22	351,6		103,0	5,95	20,92	3,30		1,45	1,49	19,43
11/06-06/07	26	397,6	108,4	119,6	5,43	23,18	2,10	2,28	1,18	1,64	21,53
07/07-11/07	5	0,0	-49,3	19,1	7,00	0,00	5,70	-2,81	2,00	0,38	2,43
12/07-27/07	16	287,5	93,9	118,9	7,10	20,42	3,80	3,57	1,45	1,72	15,13
28/07-18/08	22	395,4	12,4	262,3	7,20	28,47	1,88	0,23	1,15	3,02	25,22
19/08-31/08	13	176,3	-23,3	155,0	6,80	11,99	1,38	-0,32	1,15	1,78	10,53
01/09-14/09	14	128,2	-92,0	166,9	6,81	8,73	0,90	-0,83	0,90	1,50	8,05
12/07-14/09	65	987,5	-9,0	703,1	6,98	69,60	1,99	2,65	1,16	8,03	58,92
06/06-14/09	101	1.385,1		862,5		92,77		1,67		10,24	83,15

Tabla 11.3. Balances de nitrógeno en el área de El Saler en los períodos señalados de la campaña de riego del arroz de 2017

Período	t d	I mm	F mm	ΔH mm	Dr mm	SDT _i g/L	I*SDT _i t/ha	SDT _f g/L	F*SDT _f g/L	SDT _w g/L	ΔH *SDT _w t/ha	SDT _{dr} g/L	Dr*SDT _{dr} t/ha	Balance sales t/ha
10/06-30/06	21	631,4			444,5	0,75	4,76			1,38		1,37	6,07	
01/07-05/07	5	0,0			105,8	0,76	0,00					1,33	1,41	
06/07-08/07	3	109,9			63,5	0,76	0,84			1,44		1,33	0,84	
09/07-14/07	6	219,8			366,5	0,76	1,68			1,44		1,33	4,87	
15/07-27/07	13	477,4			687,4	0,74	3,51			1,31		1,19	8,18	
28/07-18/08	22	873,5	456,3	40,0	1163,29	0,75	6,58	1,86	8,48	1,18	0,47	1,06	12,30	2,30
06/07-18/08	44	1.680,6			2.280,7	0,75	12,61			1,34		1,23	26,20	
19/08-31/08	13	562,7	167,7	-5,0	687,4	0,76	4,27	1,82	3,06	1,11	-0,06	1,02	7,03	0,36
01/09-10/09	10	345,6	82,1	-75,0	475,5	0,83	2,87	1,91	1,57	1,14	-0,86	1,04	4,94	0,35
11/09-14/09	4	0,0	27,8	-30,0	37,7	0,90	0,00	1,91	0,53	1,33	-0,40	1,10	0,41	0,52
19/08-14/09	27	908,3	277,5	110,0	1.200,5	0,83	7,14	1,88	5,15	1,20	-1,31	1,05	12,38	1,22
10/06-14/09	97	3.220,3			4.031,6		24,51						46,05	

Tabla 11.4. Balances de sales en el área de Malvinar en los períodos señalados de la campaña de riego del arroz de 2017

Período	t d	I mm	F mm	ΔH mm	Dr mm	P _i mg/L	I*P _i kg/ha	P _f mg/L	F*P _f kg/ha	P _w mg/L	ΔH*P _w kg/ha	P _{dr} mg/L	Dr*P _{dr} kg/ha	Balance P kg/ha
10/06-30/06	21	631,4			444,5	0,13	0,82			0,21		0,17	0,73	
01/07-05/07	5	0,0			105,8	0,16	0,00			0,09		0,20	0,21	
06/07-08/07	3	109,9			63,5	0,16	0,18			0,09		0,20	0,13	
09/07-14/07	6	219,8			366,5	0,16	0,35			0,09		0,20	0,73	
15/07-27/07	13	477,4			687,4	0,11	0,52			0,07		0,12	0,82	
28/07-18/08	22	873,5	456,3	40,0	1.163,3	0,07	0,60	0,02	0,091	0,05	0,021	0,05	0,56	0,109
06/07-18/08	44	1.680,6			2.280,7	0,12	1,65			0,08		0,14	2,25	
19/08-31/08	13	562,7	167,7	-5,0	687,4	0,09	0,48	0,02	0,034	0,06	-0,003	0,07	0,47	0,044
01/09-10/09	10	345,6	82,1	-75,0	475,5	0,11	0,38	0,02	0,016	0,09	-0,070	0,07	0,32	0,148
11/09-14/09	4	0,0	27,8	-30,0	37,7	0,13	0,00	0,02	0,006	0,17	-0,051	0,05	0,02	0,036
19/08-14/09	27	908,3	277,5	110,0	1.200,5	0,11	0,86	0,02	0,06	0,11	-0,12	0,06	0,81	0,23
10/06-14/09	97	3.220,3			4.031,6		3,33						4,00	

Tabla 11.5. Balances de fósforo en el área de Malvinar en los períodos señalados de la campaña de riego del arroz de 2017

Período	t d	I mm	F mm	ΔH mm	Dr mm	N _i mg/L	I*N _i kg/ha	N _r mg/L	F*N _r kg/ha	N _w mg/L	ΔH*N _w kg/ha	N _{dr} mg/L	Dr*N _{dr} kg/ha	Balance N kg/ha
10/06-30/06	21	631,4			444,5	1,80	11,37			0,09		1,80	8,00	
01/07-05/07	5	0,0			105,8	1,30	0,00			0,09		2,20	2,33	
06/07-08/07	3	109,9			63,5	1,30	1,43			0,09		2,20	1,40	
09/07-14/07	6	219,8			366,5	1,30	2,86			0,09		2,20	8,06	
15/07-27/07	13	477,4			687,4	1,45	6,92			0,59		1,55	10,65	
28/07-18/08	22	873,5	456,3	40,0	1.163,3	1,25	10,92	9,45	43,119	0,59	0,24	0,90	10,47	43,331
06/07-18/08	44	1.680,5			2.280,7	1,33	22,13			0,34		1,71	30,58	
19/08-31/08	13	562,7	167,7	-5,0	687,4	1,05	5,91	9,45	15,845	0,32	-0,02	0,90	6,19	15,583
01/09-10/09	10	345,6	82,1	-75,0	475,5	3,70	12,79	9,45	7,755	1,46	-1,10	3,20	15,21	6,425
11/09-14/09	4	0,0	27,8	-30,0	37,7	6,20	0,00	9,45	2,624	3,30	-0,99	5,50	2,07	1,542
19/08-14/09	27	908,3	277,5	110,0	1.200,5	3,65	18,70	9,45	26,22	1,69	-2,10	3,20	23,47	23,55
10/06-14/09	97	3.220,3			4.031,6		52,19						54,06	

Tabla 11.6. Balances de nitrógeno en el área de Malvinar en los períodos señalados de la campaña de riego del arroz de 2017

Plano 1. Situación de puntos de observación de la calidad de las aguas

