

***DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN HÍDRICA DE LA MASA DE
AGUA SUBTERRÁNEA PLANA DE VALENCIA SUR (MASub
080.142) CON LA ALBUFERA DE VALENCIA Y EL RÍO JÚCAR***

INFORME FINAL

Diciembre 2011

Los trabajos expuestos en este informe forman parte de las actividades desarrolladas dentro de la Encomienda de Gestión de Trabajos en Materia de Hidrogeología y Calidad Ambiental suscrita el 23 de noviembre de 2009 entre la CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL JÚCAR (CHJ) y el INSTITUTO GEOLÓGICO Y MINERO DE ESPAÑA (IGME) para los años 2009-2011, y en los que han colaborado las empresas consultoras TECNOMA, TRT y TEYGE.

Este trabajo ha sido elaborado por el siguiente equipo técnico

Bruno J. Ballesteros Navarro (IGME). Dirección y Supervisión

Javier Ferrer Polo (CHJ). Dirección y Supervisión

Arancha Fidalgo Pelarda (CHJ). Dirección y Supervisión

Olga García Menéndez (IGME)

José Antonio Dominguez Sánchez (IGME)

Félix Rubio Sánchez Aguililla (IGME)

José María Llorente Delgado (IGME)

José María Hernández Torres (TECNOMA)

Aina Hernández Mascarell (TECNOMA)

Ángeles Díaz Cano (TECNOMA)

José Oriol Navarro Odriozola (CONSULTOR EXTERNO - TECNOMA)

Luis Ocaña Robles (TRT)

Joaquín Barba-Romero Muñoz (TEYGE)

José Miguel Hernández Portal (CONSULTOR EXTERNO - TEYGE)

ÍNDICE

1.	INTRODUCCIÓN	19
2.	DETERMINACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA RELACIONADA CON EL RÍO JÚCAR Y CON EL LAGO DE LA ALBUFERA	21
	2.1. INFRAESTRUCTURAS DE DERIVACIÓN EN EL CURSO BAJO DEL RÍO JÚCAR	21
	2.2. REGADÍOS	23
	2.3. RED DE ACEQUIAS DEL PARQUE DE LA ALBUFERA	31
	2.4. ALGUNOS FACTORES ESPECÍFICOS A CONSIDERAR: TANCATS, PERELLONÀ Y REBOMBEO	32
3.	ESTUDIO HIDROLÓGICO. CAMPAÑAS DE AFOROS DIFERENCIALES. EVALUACIÓN DE AFOROS Y DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN RÍO-ACUÍFERO	37
	3.1. METODOLOGÍA	37
	3.2. RESULTADOS	43
	3.2.1. AFOROS EN RÍOS	45
	3.2.2. AFOROS EN ACEQUIAS-CANALES DE DRENAJE Y ULLALES	50
4.	ESTIMACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN ARROZALES	57
	4.1. METODOLOGÍA	58
	4.1.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	58
	4.1.2. TOMA DE DATOS EN CAMPO	61
	4.1.3. OTROS DATOS DE PARTIDA	63
	4.1.4. BALANCE HÍDRICO Y OBTENCIÓN DE LA INFILTRACIÓN	63
	4.2. RESULTADOS Y CONCLUSIONES DE LOS ENSAYOS	65
5.	CARACTERIZACIÓN HIDROGEOLÓGICA	67
	5.1. IDENTIFICACIÓN DE LAS FORMACIONES PERMEABLES	67
	5.2. PROSPECCIÓN GEOFÍSICA	68
	5.3. DETERMINACIÓN DE LA SUPERFICIE PIEZOMÉTRICA	85
	5.3.1. GRADO DE PERMEABILIDAD DE LOS DIFERENTES TRAMOS DE LOS LECHOS DE LOS RÍOS	91
	5.3.2. SENTIDO DEL INTERCAMBIO HÍDRICO ENTRE EL ACUÍFERO Y LOS DIFERENTES TRAMOS DE CURSOS FLUVIALES	95
	5.3.3. SUPERFICIES PIEZOMÉTRICAS RESULTANTES	105
	5.4. CONSIDERACIONES Y SÍNTESIS DE RESULTADOS	105
6.	ANÁLISIS DE LA SALINIDAD Y TEMPERATURA DE LA ALBUFERA	109
	6.1. METODOLOGÍA	109
	6.2. RESULTADOS	111
7.	ESTUDIO HIDROQUÍMICO	119
	7.1. PRESENTACIÓN Y OBJETIVOS	119
	7.2. METODOLOGÍA, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	119
	7.2.1. CAMPAÑAS DE MUESTREO Y ANÁLISIS	119
	7.2.2. VARIABILIDAD TEMPORAL DE LA COMPOSICIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS	120

7.2.3.	CARACTERIZACIÓN HIDROQUÍMICA DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS EN EL ENTORNO DEL RÍO JÚCAR	128
7.2.4.	CARACTERIZACIÓN HIDROQUÍMICA DE LAS AGUAS DEL RÍO JÚCAR	141
7.2.5.	ANÁLISIS DE LAS RELACIONES RÍO-ACUÍFERO EN EL TRAMO OBJETO DE ESTUDIO	145
7.2.6.	ISÓTOPOS ESTABLES EN LAS MUESTRAS DE AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS	165
7.2.7.	DISTRIBUCIÓN DEL IÓN NO ₃ EN LAS AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS	167
7.2.8.	EL LAGO DE LA ALBUFERA	174
7.3.	RESUMEN Y CONCLUSIONES DEL ESTUDIO HIDROGEOLOGICO	175
8.	CONTRASTE DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS CON EL MODELO NUMÉRICO PREEXISTENTE	179
8.1.	RELACIÓN CANALES DE RIEGO-ACUÍFERO	179
8.2.	RELACIÓN RÍO-ACUÍFERO	181
8.3.	MANANTIALES Y ULLALES	188
8.4.	RELACIÓN PARQUE DE LA ALBUFERA-ACUÍFERO	189
9.	CONCLUSIONES GENERALES	191

ANEXOS

**ANEXO 1. PLANO CON LA LOCALIZACIÓN DE LAS SECCIONES TRANSVERSALES AFO-
RADAS. 1ª Y 2ª CAMPAÑA**

ANEXO 2. CARACTERIZACIÓN HIDROGEOLÓGICA

ANEXO 2.1. DEFINICIÓN DE LA GEOMETRÍA DEL ACUÍFERO A PARTIR DEL ESTUDIO GE-
OFÍSICO

ANEXO 2.2. DETERMINACIÓN DE LA SUPERFICIE PIEZOMÉTRICA DURANTE LAS CAMPA-
ÑAS REALIZADAS

**ANEXO 3. PLANOS CON LA LOCALIZACIÓN DE PUNTOS DE MUESTREO DE AGUAS SU-
PERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS Y NIVELES PIEZOMÉTRICOS**

**ANEXO 4. PLANOS DE CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA Y TEMPERATURA EN EL LAGO DE
LA ALBUFERA. 1ª Y 2ª CAMPAÑA**

ANEXO 5. INSTRUMENTACIÓN

ANEXO 6. ESTUDIO HIDROQUÍMICO ESPECÍFICO

ANEXO 6.1. ANÁLISIS QUÍMICOS DE LAS MUESTRAS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS

ANEXO 6.2. DIAGRAMAS DE SCHOELLER Y PIPER DE LA SERIE HISTÓRICA DISPONIBLE
DE LOS PUNTOS MUESTREADOS

ANEXO 6.3. DIAGRAMAS DE CAJA DE LA SERIE HISTÓRICA DISPONIBLE DE LOS PUNTOS
MUESTREADOS

ANEXO 6.4. PLANOS DE ISOCONTENIDOS DE LAS ESPECIES ANALIZADAS

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1. SECCIÓN TIPO DEL AZUD DE LA MARQUESA PROPUESTA EN PROYECTO.....	22
FIGURA 2. LOS RIEGOS TRADICIONALES DE LA RIBERA DEL JÚCAR.....	23
FIGURA 3. ESQUEMA DEL MODELO DE RETORNOS DE LOS SISTEMAS DE REGADÍO DEL JÚCAR Y DEL TURIA EMPLEADO EN LOS TRABAJOS DE SEGUIMIENTO DEL SISTEMA HÍDRICO DE LA ALBUFERA POR LA OPH CON LA A.T. DE TECNOMA Y TYPESA	25
FIGURA 4. SISTEMA RADIAL DE ACEQUIAS Y LOS TRECE PRINCIPALES PUNTOS DE ENTRADA AL LAGO.....	32
FIGURA 5. ESTACIONES DE MEDIDA EN LAS GOLAS DE LA RED DE CONTROL HIDRODINÁMICO DE LA CHJ (EN AMARILLO)	34
FIGURA 6. MÉTODO DE AFORO DE LAS FRANJAS VERTICALES.....	38
FIGURA 7. MEDICIÓN EN CAMPO DE LA HIDROMETRÍA CON MOLINETE ELECTROMAGNÉTICO EN UN TRAMO VADEABLE DEL RÍO JÚCAR. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO MEDIANTE GPS DE UNO DE LOS PERFILES TRANSVERSALES AFORADOS.....	40
FIGURA 8. MEDICIÓN EN CAMPO DE LA HIDROMETRÍA CON EL DOPPLER ACÚSTICO, EN UN TRAMO NO VADEABLE DEL RÍO JÚCAR	40
FIGURA 9. ADP: ACUSTIC DOPPLER PROFILER	41
FIGURA 10. ACIMUT.....	42
FIGURA 11. UBICACIÓN DE LAS CUATRO PARCELAS DE CULTIVO DE ARROZ ESTUDIADAS SITUADAS DENTRO DE LA MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA 080.142 PLANA DE VALENCIA SUR. EN CADA PARCELA QUEDAN REPRESENTADOS LOS PUNTOS DE ENTRADA Y SALIDA DEL AGUA DE RIEGO.....	57
FIGURA 12. PARCELA 1: EN LA IMAGEN DE LA IZQUIERDA SE APRECIA LA ACEQUIA A PARTIR DE LA CUAL ENTRA AGUA EN LA PARCELA. LA IMAGEN DE LA DERECHA ES UNA VISTA GENERAL DE TODO LA PARCELA.....	58
FIGURA 13. VISTA GENERAL DE LA PARCELA 2. EN LA IMAGEN DE LA DERECHA PUEDE VERSE LA ACEQUIA A LA CUAL VAN A PARAR LAS SALIDAS DE AGUA DE LA PARCELA.....	58
FIGURA 14. DETALLES DE LA PARCELA 2. EN LA IMAGEN DE LA IZQUIERDA PUEDE OBSERVARSE COMO PARTE DEL MURO DE SEPARACIÓN ENTRE LA PARCELA DONADORA DE AGUA Y LA PARCELA OBJETO DE ESTUDIO ESTA DERRUIDO. LA IMAGEN DE LA DERECHA MUESTRA UNA DE LAS ENTRADAS DE AGUA A LA PARCELA	59
FIGURA 15. PARCELA 3. EN LA IMAGEN DE LA DERECHA ESTÁ ENFOCADA HACIA LA ÚNICA ENTRADA QUE HAY EN LA PARCELA, DONDE EL AGUA PROVENÍA DE LA ACEQUIA. EN LA IMAGEN DE LA DERECHA HAY UNA VISTA GENERAL JUNTO CON LA ACEQUIA QUE LINDA CON UNO DE SUS LATERALES.....	59
FIGURA 16. DETALLE DE LA ÚNICA ENTRADA DE AGUA DE LA PARCELA 3. LA IMAGEN DE LA DERECHA MUESTRA LA ENTRADA SIN AGUA (IZQUIERDA) Y CON AGUA (DERECHA). PUEDE APRECIARSE UNA CLARA RECIRCULACIÓN PRODUCIDA PORQUE LA TRAMPILLA DE ENTRADA ESTÁ CERRADA Y POR LOS LADRILLOS COLOCADOS JUSTO A LA ENTRADA.....	60
FIGURA 17. DETALLE DE DOS EJEMPLOS CLAROS DE PÉRDIDAS INCONTROLADAS EN LA PARCELA 3	60
FIGURA 18. VISTA GENERAL DEL PARCELA 4	61

FIGURA 19. CILINDROS UTILIZADOS NIVELADOS TANTO EN SU INTERIOR COMO EXTERIOR.....	61
FIGURA 20. EJEMPLOS DE COLOCACIÓN DE LOS CILINDROS	62
FIGURA 21. MEDICIÓN DE SECCIONES Y VELOCIDADES MEDIANTE MOLINETE DE HÉLICE EN ENTRADAS Y SALIDAS PARA CALCULAR POSTERIORMENTE LOS CAUDALES DE ENTRADA Y SALIDA.....	63
FIGURA 22. ESQUEMA CONCEPTUAL DE TODOS LOS PARÁMETROS QUE INTERVIENEN EN LA OSCILACIÓN DE NIVEL DE AGUA.....	64
FIGURA 23. ÁREAS EN LAS QUE QUEDA DIVIDIDA TODA LA SUPERFICIE DE ARROZALES COMPRENDIDA EN LA MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA 080.142 PLANA DE VALENCIA SUR. LOS VALORES DE INFILTRACIÓN OBTENIDOS EN CADA PARCELA DE ESTUDIO SON EXTRAPOLADOS A DICHAS ÁREAS.....	64
FIGURA 24. TRAMO ALBUFERA 1 Y SU CORRESPONDIENTE INTERPRETACIÓN GEOLÓGICA.....	69
FIGURA 25. TRAMO ALBUFERA 2 Y SU CORRESPONDIENTE INTERPRETACIÓN GEOLÓGICA.....	71
FIGURA 26. TRAMO CULLERA 1 Y SU CORRESPONDIENTE INTERPRETACIÓN GEOLÓGICA	72
FIGURA 27. TRAMO CULLERA 2 Y SU CORRESPONDIENTE INTERPRETACIÓN GEOLÓGICA	74
FIGURA 28. TRAMO CULLERA 3 Y SU CORRESPONDIENTE INTERPRETACIÓN GEOLÓGICA	75
FIGURA 29. TRAMO CULLERA 4 Y SU CORRESPONDIENTE INTERPRETACIÓN GEOLÓGICA	77
FIGURA 30. TRAMO ALBALAT 2 Y SU CORRESPONDIENTE INTERPRETACIÓN GEOLÓGICA.....	78
FIGURA 31. TRAMO ALBALAT 3 Y SU CORRESPONDIENTE INTERPRETACIÓN GEOLÓGICA.....	80
FIGURA 32. TRAMO ALBALAT 4 Y SU CORRESPONDIENTE INTERPRETACIÓN GEOLÓGICA.....	81
FIGURA 33. TRAMO ALCIRA Y SU CORRESPONDIENTE INTERPRETACIÓN GEOLÓGICA.....	82
FIGURA 34. TRAMO ALBERIC Y SU CORRESPONDIENTE INTERPRETACIÓN GEOLÓGICA	84
FIGURA 35. DISTRIBUCIÓN DE LOS PUNTOS DE CONTROL PIEZOMÉTRICO CONSIDERADOS EN LA PRIMERA CAMPAÑA, (OCTUBRE DE 2010).....	86
FIGURA 36. DISTRIBUCIÓN DE LOS PUNTOS DE CONTROL PIEZOMÉTRICO CONSIDERADOS EN LA SEGUNDA CAMPAÑA, (MARZO DE 2011).....	89
FIGURA 37. DISTRIBUCIÓN DE LOS SONDEOS CON COLUMNA LITOLÓGICA DISPONIBLE Y DE LOS PERFILES DE TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA SOBRE AL ACUÍFERO	93
FIGURA 38. DISTRIBUCIÓN DE LAS PERMEABILIDADES DEDUCIDAS EN LOS DIFERENTES TRAMOS DE LOS LECHOS DE LOS PRINCIPALES CAUCES IMPLICADOS EN LA ZONA DE ESTUDIO Y SOBRE LOS PERFILES GEOFÍSICOS EJECUTADOS	96
FIGURA 39. CARÁCTER DE LOS TRAMOS FLUVIALES SEGÚN EL SENTIDO DEL INTERCAMBIO DE RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÁNEOS Y SUPERFICIALES EN ÉSTOS. CAMPAÑA LLEVADA A CABO EN EL MES DE OCTUBRE DE 2010.....	98
FIGURA 40. CARÁCTER DE LOS TRAMOS FLUVIALES SEGÚN EL SENTIDO DEL INTERCAMBIO DE RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÁNEOS Y SUPERFICIALES EN ÉSTOS. CAMPAÑA LLEVADA A CABO EN EL MES DE MARZO DE 2011	100
FIGURA 41. CARÁCTER DE LOS MISMOS TRAMOS FLUVIALES SEGÚN LA MEDIA ARITMÉTICA DE LOS VALORES NETOS (TENIENDO EN CUENTA SU SENTIDO) DE LOS FLUJOS QUE ATRAVESARON SUS LECHOS DURANTE LAS DOS CAMPAÑAS DE AFOROS ESTUDIADAS.....	103

FIGURA 42. COMPORTAMIENTO GANADOR, PERDEDOR O MIXTO DE CADA TRAMO FLUVIAL IDENTIFICADO DEDUCIDO A PARTIR DE LAS DOS CAMPAÑAS DE AFOROS Y PIEZOMETRÍA EJECUTADAS.....	104
FIGURA 43. SUPERFICIE PIEZOMÉTRICA DEDUCIDA. CAMPAÑA DE OCTUBRE DE 2010.....	106
FIGURA 44. SUPERFICIE PIEZOMÉTRICA DEDUCIDA. CAMPAÑA DE MARZO DE 2011	107
FIGURA 45. DISPOSICIÓN DE LOS CTs EN LA EMBARCACIÓN PARA LA OBTENCIÓN DE REGISTROS DE TEMPERATURA Y CE EN CONTINUO A DOS PROFUNDIDADES DIFERENTES.....	110
FIGURA 46. CT CAST AWAY DE YSI DURANTE LA PRIMERA CAMPAÑA DE MUESTREO EN EL LAGO DE LA ALBUFERA	110
FIGURA 47. LOCALIZACIÓN EN EL LAGO DE LA ALBUFERA DE LOS RASTREOS REALIZADOS EN MEDICIÓN CONTÍNUA DE TEMPERATURA Y DE CE, Y DE LOS DISTINTOS PERFILES EN LA COLUMNA DE AGUA. LA DENSIDAD DE LOS PERFILES REALIZADOS ES MAYOR CERCA DE LOS ULLALES HISTÓRICOS. DURANTE LAS DOS CAMPAÑAS EL MUESTREO EN EL LAGO FUE MUY SIMILAR ENTRE SI.....	111
FIGURA 48. TEMPERATURA EN SUPERFICIE (IZQUIERDA) Y EN PROFUNDIDAD (DERECHA) A PARTIR DE PERFILES EN LA COLUMNA DE AGUA EN EL LAGO DE LA ALBUFERA. ABRIL 2011	112
FIGURA 49. TEMPERATURA EN SUPERFICIE (IZQUIERDA) Y EN PROFUNDIDAD (DERECHA) A PARTIR DE PERFILES EN LA COLUMNA DE AGUA EN EL LAGO DE LA ALBUFERA. SEPTIEMBRE 2011	112
FIGURA 50. DIFERENCIA ENTRE TEMPERATURA SUPERFICIAL Y TEMPERATURA EN PROFUNDIDAD EN EL LAGO DE LA ALBUFERA. ABRIL 2011	113
FIGURA 51. DIFERENCIA ENTRE TEMPERATURA SUPERFICIAL Y TEMPERATURA EN PROFUNDIDAD EN EL LAGO DE LA ALBUFERA. SEPTIEMBRE 2011	113
FIGURA 52. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA ($\mu\text{S}/\text{CM}$) EN PROFUNDIDAD A PARTIR DE PERFILES EN LA COLUMNA DE AGUA EN EL LAGO DE LA ALBUFERA. ABRIL 2011	114
FIGURA 53. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA ($\mu\text{S}/\text{CM}$) A PARTIR DE LOS RASTREOS EN MEDICIÓN CONTINUA REALIZADOS MEDIANTE EL CT UBICADO A 90 CM DE SUPERFICIE EN EL LAGO DE LA ALBUFERA. ABRIL 2011	114
FIGURA 54. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA ($\mu\text{S}/\text{CM}$) EN PROFUNDIDAD A PARTIR DE PERFILES EN LA COLUMNA DE AGUA EN EL LAGO DE LA ALBUFERA. SEPTIEMBRE 2011	115
FIGURA 55. CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA ($\mu\text{S}/\text{CM}$) A PARTIR DE LOS RASTREOS EN MEDICIÓN CONTINUA REALIZADOS MEDIANTE EL CT UBICADO A 90 CM DE SUPERFICIE EN EL LAGO DE LA ALBUFERA. SEPTIEMBRE 2011	115
FIGURA 56. VALORES DE PRECIPITACIÓN Y EVAPORACIÓN EN EL AÑO 2010-2011 FRENTE A LOS VALORES MEDIOS DE CONDUCTIVIDAD ($\mu\text{S}/\text{CM}$) EN CADA UNA DE LAS CAMPAÑAS	116
FIGURA 57. NIVEL DEL LAGO DURANTE LA ANUALIDAD 2010-2011 (MSNM) FRENTE A LOS VALORES MEDIOS DE CE ($\mu\text{S}/\text{CM}$) EN CADA UNA DE LAS CAMPAÑAS	116
FIGURA 58. NIVEL DEL LAGO Y DE TRES ESTACIONES PIEZOMÉTRICAS UBICADAS AL SUR DEL MISMO (MSNM) DURANTE LA ANUALIDAD 2010-2011 FRENTE A LOS VALORES MEDIOS DE CE ($\mu\text{S}/\text{CM}$) EN CADA UNA DE LAS CAMPAÑAS	117
FIGURA 59. SITUACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS Y SUPERFICIALES CORRESPONDIENTES A LA CAMPAÑA DE OCTUBRE-2010	121

FIGURA 60. SITUACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO DE AGUAS SUBTERRÁNEAS Y SUPERFICIALES CORRESPONDIENTES A LA CAMPAÑA DE MARZO-11	122
FIGURA 61. DIAGRAMA DE PIPER DE LA CAMPAÑA DE OCTUBRE-2010.....	131
FIGURA 62. DIAGRAMA DE PIPER DE LAS CAMPAÑAS DE MARZO Y JULIO DE 2011.....	132
FIGURA 63. DISTRIBUCIÓN POR INTERVALOS Y CAMPAÑAS DEL GRADO DE MINERALIZACIÓN DE LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS.....	133
FIGURA 64. RELACIÓN TSD vs. IONES MAYORITARIOS EN AGUAS SUBTERRÁNEAS (CAMPAÑA OCTUBRE-10).....	134
FIGURA 65. RELACIÓN TSD vs. IONES MAYORITARIOS EN AGUAS SUBTERRÁNEAS (CAMPAÑA MARZO-2011).....	135
FIGURA 66. PLANO DE ISOVALORES DE LA CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA ($\mu\text{S}/\text{CM}$) DE LAS CAMPAÑAS DE OCTUBRE-10 (A) Y MARZO-11 (B).....	136
FIGURA 67. PLANO DE ISOVALORES DEL TSD (MG/L) DE LAS CAMPAÑAS DE OCTUBRE-10 (A) Y MARZO-11 (B).....	137
FIGURA 68. PLANO DE ISOCONTENIDOS DE SULFATOS (MG/L) DE LAS CAMPAÑAS DE OCTUBRE-10 (A) Y MARZO-11 (B).....	138
FIGURA 69. PLANO DE ISOCONTENIDOS DE ESTRONCIO (MG/L) DE LAS CAMPAÑAS DE OCTUBRE-10 (A) Y MARZO-11 (B).....	139
FIGURA 70. PLANOS DE ISOCONTENIDOS DE SULFATOS (A) Y ESTRONCIO (B) EN LA PLANA DE VALENCIA SUR DURANTE EL PERÍODO 2008-2009 (IGME, 2010).....	140
FIGURA 71. RELACIÓN SO_4 vs. SR EN LAS MUESTRAS DEL PRESENTE PROYECTO (A) Y EN LAS DEL ESTUDIO IGME, 2010 (B).....	141
FIGURA 72. CARACTERIZACIÓN DE LAS AGUAS SUPERFICIALES ANALIZADAS EN LAS CAMPAÑAS DE OCTUBRE-10 Y MARZO-11.....	143
FIGURA 73. DIAGRAMAS DE SCHOELLER DE LAS MUESTRAS DEL RÍO JÚCAR DE LAS CAMPAÑAS DE OCTUBRE-10 (IZQUIERDA) Y MARZO-11 (DERECHA).....	144
FIGURA 74. RELACIÓN TSD vs. IONES MAYORITARIOS EN AGUAS SUBTERRÁNEAS (CAMPAÑA OCTUBRE-2011).....	146
FIGURA 75. RELACIÓN TSD vs. IONES MAYORITARIOS EN AGUAS SUBTERRÁNEAS (CAMPAÑA MARZO-11).....	147
FIGURA 76. DIAGRAMAS DE PIPER DE LAS MUESTRAS DE AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS RECOGIDAS EN LAS CAMPAÑAS DE OCTUBRE-10 Y MARZO-11.....	148
FIGURA 77. PERFIL HIDROQUÍMICO DEL RÍO JÚCAR-CAMPAÑA OCTUBRE-10.....	149
FIGURA 78. PERFIL HIDROQUÍMICO DEL RÍO JÚCAR-CAMPAÑA MARZO-11.....	153
FIGURA 79. DIAGRAMA DE SCHOELLER DE LAS MUESTRAS JUC-PT03 Y VERDE ANALIZADAS EN AMBAS CAMPAÑAS.....	159
FIGURA 80. DIAGRAMAS DE SCHOELLER DE LAS MUESTRAS DE LOS RÍOS MAGRO Y JÚCAR.....	162
FIGURA 81. DIAGRAMA DE SCHOELLER DE LAS MUESTRAS DE LAS ACEQUIAS DE RIEGO RECOGIDAS EN AMBAS CAMPAÑAS.....	163

FIGURA 82. DIAGRAMAS DE SCHOELLER COMPARATIVOS DE LOS ANÁLISIS DE LAS MUESTRAS PROCEDENTES DE ACEQUIAS Y DEL RÍO JÚCAR RECOGIDAS EN AMBAS CAMPAÑAS.....	164
FIGURA 83. RELACIÓN $\delta^{18}\text{O}$ vs. $\delta^2\text{H}$ PARA LAS MUESTRAS RECOGIDAS EN LAS CAMPAÑAS DE OCTUBRE-10 (A)	166
FIGURA 84. DISTRIBUCIÓN DEL CONTENIDO DE NITRATOS EN EL ACUÍFERO DE LA PLANA DE VALENCIA SUR (PERÍODO ENERO-08–ENERO-09).....	168
FIGURA 85. DISTRIBUCIÓN DEL CONTENIDO DE NITRATOS EN LAS AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS ANALIZADAS.....	171
FIGURA 86. DISTRIBUCIÓN DEL IÓN NO_3 EN EL RÍO JÚCAR Y EN LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS DE SU ENTORNO (CAMPAÑA OCTUBRE-10)	172
FIGURA 87. DISTRIBUCIÓN DEL IÓN NO_3 EN EL RÍO JÚCAR Y EN LAS AGUAS SUBTERRÁNEAS DE SU ENTORNO (CAMPAÑA MARZO-11).....	173
FIGURA 88. DISTRIBUCIÓN DE LOS CANALES DE DRENAJE INCLUIDOS EN EL MODELO NUMÉRICO DE LA MASUB PLANA DE VALENCIA SUR.....	180
FIGURA 89. CURSOS FLUVIALES CONSIDERADOS EN EL MODELO NUMÉRICO MEDIANTE LA CONDICIÓN DE BORDE “STREAM”.....	181
FIGURA 90. HERRAMIENTAS “ZONE BUDGET” (30 EN TOTAL) INTRODUCIDAS EN EL MODELO NUMÉRICO EXISTENTE.....	183
FIGURA 91. TRAMOS FLUVIALES CONSIDERADOS EN EL APARTADO 5.3 DETERMINACIÓN DE LA SUPERFICIE PIEZOMÉTRICA DURANTE LAS CAMPAÑAS REALIZADAS	183
FIGURA 92. INTERCAMBIO HÍDRICO EN CADA TRAMA FLUVIAL CONSIDERADO, EVALUADO PARA LAS CAMPAÑAS DE OCTUBRE DE 2010 Y DE MARZO DE 2011, PARA SUS MEDIAS ARITMÉTICAS Y POR MODELO NUMÉRICO PREEXISTENTE. VALORES NEGATIVOS IMPLICAN TRAMOS PERDEDORES Y VALORES POSITIVOS GRAMOS GANADORES	185
FIGURA 93. DISTRIBUCIÓN DE LOS MANANTIALES/ULLALES DE LA MASUB TRATADOS EN EL MODELO NUMÉRICO.....	189
FIGURA 94. DISTRIBUCIÓN DE LOS VALORES ANUALES DE ENTRADAS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS AL PARQUE DE LA ALBUFERA ESTIMADAS POR LA OPH DE LA CHJ PARA EL PERIODO OCTUBRE 1990-SEPTIEMBRE 2008	190

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1. SISTEMAS DE REGADÍOS CONSIDERADOS EN LA FIGURA 3	24
TABLA 2. RECURSOS ESTIMADOS EN LOS TRABAJOS DE SEGUIMIENTO DEL SISTEMA HÍDRICO DE LA ALBUFERA POR LA OPH CON LA A.T. DE TECNOMA Y TYPESA PARA EL SISTEMA JÚCAR MÁS DIRECTAMENTE RELACIONADO CON EL ENTORNO DE LA ZONA HÚMEDA.....	29
TABLA 3. RECURSOS ESTIMADOS EN LOS TRABAJOS DE SEGUIMIENTO DEL SISTEMA HÍDRICO DE LA ALBUFERA POR LA OPH CON LA A.T. DE TECNOMA Y TYPESA PARA EL SISTEMA TURIA MÁS DIRECTAMENTE RELACIONADO CON EL ENTORNO DE LA ZONA HÚMEDA.....	31
TABLA 4. USOS SEGÚN CALADO	37
TABLA 5. CRITERIO DE MEDICIÓN DE LAS FRANJAS VERTICALES.....	38
TABLA 6. CRITERIO DE MEDICIÓN DE LAS FRANJAS VERTICALES.....	39
TABLA 7. LOCALIZACIÓN DE CADA UNO DE LOS 10 TRAMOS EN LOS QUE QUEDA DIVIDIDO EL RÍO JÚCAR PARA LA REALIZACIÓN DE LA CAMPAÑA DE AFOROS.....	44
TABLA 8. RESULTADOS DE CAUDAL, COTA DE LÁMINA DE AGUA Y COTA DEL PUNTO DE PROFUNDIDAD MÁXIMA DE LA SECCIÓN, OBTENIDOS DURANTE LA PRIMERA CAMPAÑA (SEPTIEMBRE-OCTUBRE 2010) DE AFOROS EN RÍOS	47
TABLA 9. RESULTADOS DE CAUDAL, COTA DE LÁMINA DE AGUA Y COTA DEL PUNTO DE PROFUNDIDAD MÁXIMA DE LA SECCIÓN, OBTENIDOS DURANTE LA SEGUNDA CAMPAÑA (MARZO-ABRIL 2011) DE AFOROS EN RÍOS	50
TABLA 10. RESULTADOS DE CAUDAL, COTA DE LÁMINA DE AGUA Y COTA DEL PUNTO DE PROFUNDIDAD MÁXIMA DE LA SECCIÓN, OBTENIDOS DURANTE LA PRIMERA CAMPAÑA (SEPTIEMBRE-OCTUBRE 2010) DE AFOROS EN ACEQUIAS-CANALES DE DRENAJE.....	52
TABLA 11. RESULTADOS DE CAUDAL, COTA DE LÁMINA DE AGUA Y COTA DEL PUNTO DE PROFUNDIDAD MÁXIMA DE LA SECCIÓN, OBTENIDOS DURANTE LA PRIMERA CAMPAÑA (SEPTIEMBRE-OCTUBRE 2010) DE AFOROS EN ULLALES.....	52
TABLA 12. RESULTADOS DE CAUDAL, COTA DE LÁMINA DE AGUA Y COTA DEL PUNTO DE PROFUNDIDAD MÁXIMA DE LA SECCIÓN, OBTENIDOS DURANTE LA SEGUNDA CAMPAÑA (MARZO-ABRIL 2011) DE AFOROS EN ACEQUIAS-CANALES DE DRENAJE	55
TABLA 13. RESULTADOS DE CAUDAL, COTA DE LÁMINA DE AGUA Y COTA DEL PUNTO DE PROFUNDIDAD MÁXIMA DE LA SECCIÓN, OBTENIDOS DURANTE LA SEGUNDA CAMPAÑA (MARZO-ABRIL 2011) DE AFOROS EN ULLALES	55
TABLA 14. RESULTADOS DEL PARÁMETRO INFILTRACIÓN, EL RETORNO DE INFILTRACIÓN Y LA INFILTRACIÓN NETA PARA CADA UNA DE LA PARCELAS, EN M ³ /HA/DÍA Y EN HM ³ /PERIODO DE CULTIVO DE ARROZ (3 MESES APROX.)	65
TABLA 15. RESULTADOS DE LOS PARÁMETROS INFILTRACIÓN, RETORNO DE INFILTRACIÓN E INFILTRACIÓN NETA PARA CADA UNA DE LAS ÁREAS EN LAS QUE SE HAN EXTRAPOLADO LOS VALORES OBTENIDOS EN CADA PARCELA, EN M ³ /HA/DÍA Y EN HM ³ /PERIODO DE CULTIVO DE ARROZ (3 MESES APROX.).....	65
TABLA 16. PUNTOS DE CONTROL PIEZOMÉTRICO DE LA PRIMERA CAMPAÑA, (OCTUBRE DE 2010).....	88
TABLA 17. PUNTOS DE CONTROL PIEZOMÉTRICO DE LA SEGUNDA CAMPAÑA, (MARZO DE 2011)	91

TABLA 18. SONDEOS ANALIZADOS CON COLUMNA LITOLÓGICA DISPONIBLE CERCA DE LOS PRINCIPALES CAUCES Y PERFILES GEOFÍSICOS.....	94
TABLA 19. PERFILES DE TOMOGRAFÍA ELÉCTRICA EJECUTADOS SOBRE EL ACUÍFERO.....	95
TABLA 20. VALORES DE LOS AFOROS REGISTRADOS EN CADA TRAMO FLUVIAL IDENTIFICADO, DIFERENCIA ENTRE ÉSTOS, LONGITUD DE CADA TRAMO Y TASA DE INFILTRACIÓN ESTIMADA EN CADA UNO DE ELLOS. CAMPAÑA REALIZADA EN OCTUBRE DE 2010	99
TABLA 21. VALORES DE LOS AFOROS REGISTRADOS EN CADA TRAMO FLUVIAL DIFERENCIADO, DIFERENCIA ENTRE ÉSTOS, LONGITUD DE CADA TRAMO Y TASA DE INFILTRACIÓN ESTIMADA EN CADA UNO DE ELLOS. CAMPAÑA LLEVADA A CABO EN EL MES DE MARZO DE 2011	101
TABLA 22. VALORES MEDIOS DE TASA DE INFILTRACIÓN Y DIFERENCIAS DE CAUDALES REGISTRADOS EN CADA UNO DE LOS TRAMOS FLUVIALES CONSIDERADOS DURANTE LAS DOS CAMPAÑAS DE MEDIDAS.....	102
TABLA 23. RELACIÓN DE PUNTOS MUESTREADOS EN CADA CAMPAÑA PARA ANÁLISIS QUÍMICOS	123
TABLA 24. ANÁLISIS QUÍMICOS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS (CAMPAÑA OCTUBRE-10).....	124
TABLA 25. ANÁLISIS QUÍMICOS DE AGUAS SUBTERRÁNEAS (CAMPAÑA MARZO-11).....	125
TABLA 26. SERIES HISTÓRICAS DISPONIBLES, RANGOS DE MINERALIZACIÓN Y ORIGEN DE LOS ANÁLISIS QUÍMICOS CORRESPONDIENTES A LOS PUNTOS DE AGUA SELECCIONADOS.....	126
TABLA 27. ANÁLISIS ISOTÓPICOS DE MUESTRAS DE AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS.....	127
TABLA 28. FACIES HIDROQUÍMICAS DE LAS MUESTRAS DE LA CAMPAÑA DE OCTUBRE-10.....	130
TABLA 29. DISTRIBUCIÓN DE FACIES HIDROQUÍMICAS EN LAS MUESTRAS DEL AÑO HIDROLÓGICO 2010-11	131
TABLA 30. ANÁLISIS QUÍMICOS DE AGUAS SUPERFICIALES (CAMPAÑA OCTUBRE-10).....	142
TABLA 31. ANÁLISIS QUÍMICOS DE AGUAS SUPERFICIALES (CAMPAÑA MARZO-11).....	142
TABLA 32. CONTENIDOS DE TRITIO EN AGUAS SUPERFICIALES PROCEDENTES DE RÍOS Y CANALES DE RIEGO.....	157
TABLA 33. VALORES DEL TSD Y CONCENTRACIONES DE TRITIO EN LAS MUESTRAS DEL SECTOR 3 DEL RÍO JÚCAR.....	160
TABLA 34. CONTENIDO DE TRITIO EN LAS MUESTRAS DE LAS ACEQUIAS DE RIEGO Y DEL RÍO JÚCAR RECOGIDAS EN AMBAS CAMPAÑAS.....	165
TABLA 35. CONCENTRACIÓN DE NITRATOS EN AGUAS SUPERFICIALES. OCTUBRE 2010 Y MARZO 2011	169
TABLA 36. VALORES MEDIOS ANUALES DE LOS TÉRMINOS DEL BALANCE HÍDRICO DEL ENTORNO DE LA ALBUFERA AFECTADOS POR LA CONDICIÓN DE BORDE DE TIPO “DRAIN” PARA SIMULAR EL COMPORTAMIENTO DE LOS CANALES DE DRENAJE	180
TABLA 37. COMPORTAMIENTOS Y VALORES NETOS MEDIOS DE LAS PORCIONES DE LOS RÍOS DE LA MASUB PLANA DE VALENCIA SUR.....	182
TABLA 38. INTERCAMBIO HÍDRICO EN CADA TRAMO FLUVIAL CONSIDERADO, EVALUADO PARA LAS CAMPAÑAS DE OCTUBRE DE 2010 Y DE MARZO DE 2011, PARA SUS MEDIAS ARITMÉTICAS Y POR MODELO NUMÉRICO PREEXISTENTE. VALORES NEGATIVOS IMPLICAN TRAMOS PERDEDORES Y VALORES POSITIVOS TRAMOS GANADORES	184
TABLA 39. INTERCAMBIO HÍDRICO EN CADA TRAMO Y CURSO FLUVIAL CONSIDERADO, EVALUADO POR EL MODELO NUMÉRICO DE LA MASUB EN RÉGIMEN PERMANENTE.	186

TABLA 40. VALORES MEDIOS ANUALES DE LOS PRINCIPALES MANANTIALES/ULLALES DE LA MASUB	189
TABLA 41. ENTRADAS DE AGUA SUBTERRÁNEA AL PARQUE DE LA ALBUFERA SEGÚN EL MODELO NUMÉRICO DE FLUJO	190
TABLA 42. RESUMEN DE LOS INTERCAMBIOS HÍDRICOS CURSO FLUVIAL-ACUÍFERO EVALUADOS POR EL MODELO NUMÉRICO DE LA MASUB EN RÉGIMEN PERMANENTE.....	198

1. INTRODUCCIÓN

El presente informe, recoge toda la metodología y resultados obtenidos de las distintas fases del proyecto denominado “*Determinación de la relación hídrica de la masa de agua subterránea Plana de Valencia Sur (080.142) con La Albufera de Valencia y el río Júcar*”, en el que quedan comprendidos todos los trabajos realizados así como las conclusiones alcanzadas. Estas fases y/o aspectos son:

1. Determinación de la infraestructura hidráulica relacionada con el río Júcar y el lago de la Albufera.
2. Nivelación topográfica de precisión del lecho de los cauces en cada uno de los aforos realizados. Determinación de la cota en el punto de máxima profundidad así como la cota de la lámina de agua en cada una de las secciones transversales consideradas.
3. Control de los niveles piezométricos durante las dos campañas de aforos realizadas (octubre-noviembre de 2010 y marzo-abril de 2011).
4. Estudio hidrológico. Aforos realizados en cauces, acequias-canales de drenaje, ullales y manantiales durante las dos campañas. En este informe se plasman tanto los resultados obtenidos como la definición de la relación río-acuífero.
5. Mapas de isosalinidades en el lago de La Albufera, correspondientes a las dos campañas de muestreo llevadas a cabo en el mismo, durante el mes de abril y de septiembre de 2011.
6. Determinación del parámetro infiltración en campos de arrozales ubicados sobre la masa de agua subterránea Plana de Valencia Sur, durante el periodo de cultivo de mayo a septiembre de 2011. Extrapolación a toda la zona de arrozales comprendida en la PVS.
7. Determinación de la geometría del acuífero a partir del estudio geofísico. Identificación de formaciones permeables.
8. Estudio hidroquímico. Resultados de las dos campañas de muestreo realizadas para la determinación de las propiedades hidroquímicas de las aguas superficiales y subterráneas. Estudio de isótopos estables y tritio. Determinación de su comportamiento e interacciones.
9. Integración de los nuevos datos en el modelo matemático preexistente. Actualización y mejora del mismo. Simulación y análisis de diferentes escenarios hidrológicos.

2. DETERMINACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA HIDRÁULICA RELACIONADA CON EL RÍO JÚCAR Y CON EL LAGO DE LA ALBUFERA

Se procederá a identificar todos los elementos que configuran la infraestructura hidráulica presente en este ámbito de trabajo.

2.1. INFRAESTRUCTURAS DE DERIVACIÓN EN EL CURSO BAJO DEL RÍO JÚCAR

A partir de la presa de Tous el río Júcar se encuentra seccionado por diversos azudes que constituyen el origen de las acequias que conforman los llamados riegos tradicionales del Júcar. De arriba a abajo éstos son:

- Azud de Escalona: punto de toma de la Real Séquia d'Escalona y de la Acequia Particular de Antella.
- Azud de Carcaixent: toma de la Real Acequia de Carcaixent.
- Azud de Antella: inicio de la Acequia Real del Júcar, que riega los términos municipales de Antella, Gavarda, Alzira, Benimuslem, Alberic, Massalavés, Guadassuar, l'Alcúdia, Algesí, Albalat de la Ribera, Sollana, Alginet, Benifaió, Almussafes, Picassent, Silla, Alcàsser, Beniparrell y Albal. Tras la puesta en funcionamiento, en el año 2005, de las nuevas conducciones en presión de la Acequia Real del Júcar, en el marco del plan para su modernización, la toma de riego se sitúa, al igual que la del Canal Júcar-Turia, en el embalse de Tous, reservándose la derivación de Antella y la tradicional infraestructura del canal principal para el riego del arrozal.
- Azud de Sueca: toma de la Acequia de Campanar, de la Acequia Mayor de Sueca y de la Acequia de Cuatro Pueblos.
- Azud de Cullera: tomas para los dos ramales de la Acequia Mayor de Cullera que transcurren a ambos márgenes del río Júcar.
- Azud de la Marquesa: no tiene actualmente derivaciones de riego y su principal función es la contención de la cuña salina. En el año 2009, la CHJ redactó un proyecto para la reconstrucción de este azud con el objetivo, entre otros, de garantizar la impermeabilidad en la sección del azud al incorporar medidas de cimentación-impermeabilización mediante pantallas plásticas de bentonita-cemento (Figura 1).

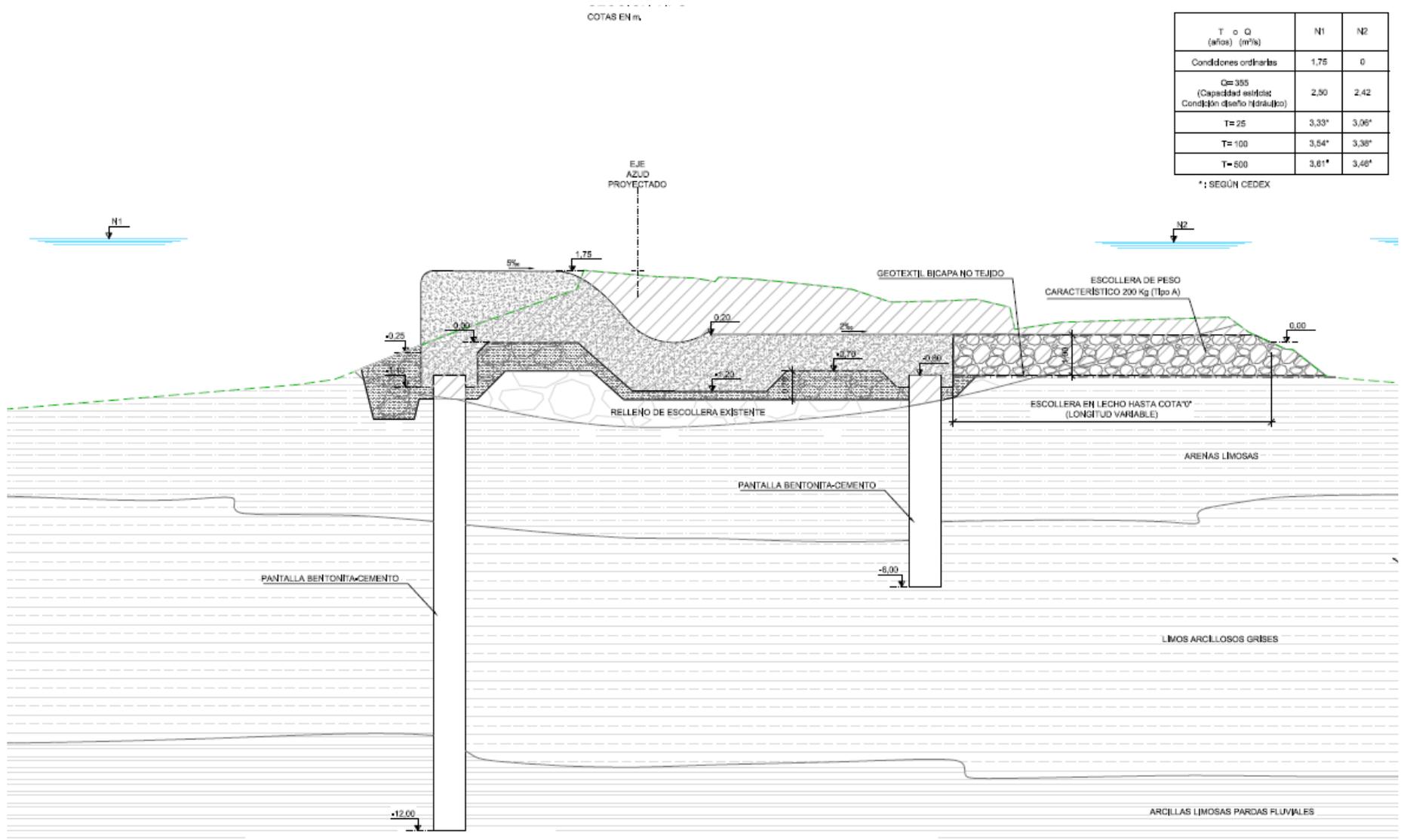


Figura 1. Sección tipo del azud de la Marquesa propuesta en proyecto

2.2. REGADÍOS

Se consideran, en primer lugar, los riegos históricos o tradicionales del Júcar, que comprenden el conjunto de regadíos de la Acequia Real del Júcar, las Reales Acequias de Escalona y Carcaixent y las comunidades de regantes de Sueca, Cullera y la Acequia de Cuatro Pueblos.

Queda afectado un ámbito territorial localizado en el sector E de la provincia de Valencia; parte del mismo está incluido dentro de los límites del Parque Natural de La Albufera.

Clásicamente, los regadíos tradicionales del Júcar se han agrupado en tres unidades de demanda agrícola (Figura 2):

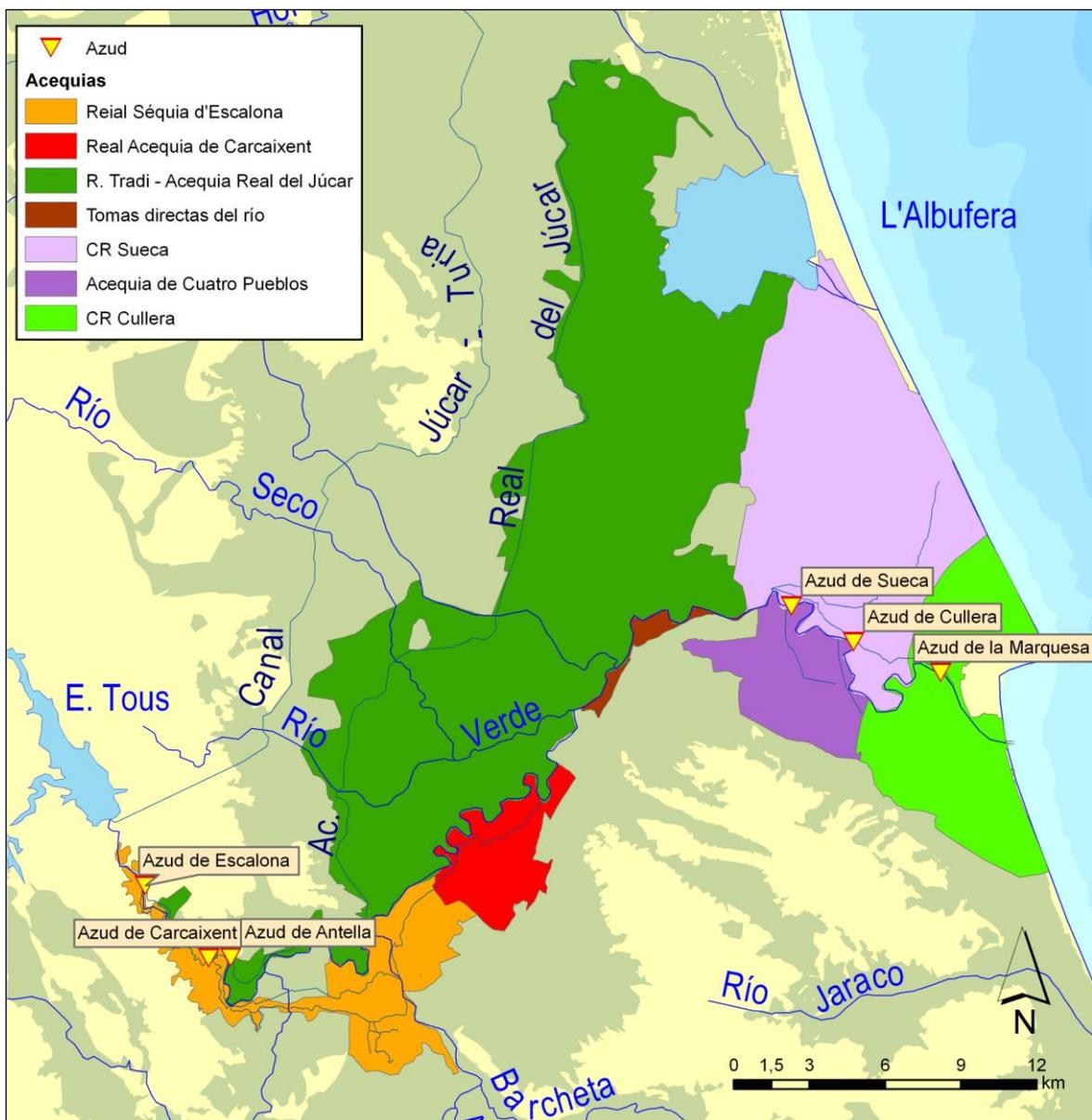


Figura 2. Los riegos tradicionales de la Ribera del Júcar

- Escalona y Carcaixent, que incluye los regadíos de la Reial Séquia d'Escalona y de la Reial Acequia de Carcaixent.
- Acequia Real del Júcar, con los regadíos de la Acequia Particular de Antella y la Acequia Real del Júcar.
- Ribera Baixa, con los regadíos de las comunidades de regantes de Sueca, Cullera y Cuatro Pueblos además de las pequeñas elevaciones de aguas del río de los términos de Polinyà de Xúquer y Riola

Otros regadíos que, de forma adicional, deben ser considerados en el ámbito de la 080.142 Plana de Valencia Sur son los siguientes:

- De la Vega del Turia, relacionados con el sistema de La Albufera (huertas de Quart, Mislata y Favara y arrozales de Favara y de la Acequia del Oro).
- De la Ribera Baja del Júcar por su margen derecha.
- Del Sellent y del Albaida así como los nuevos riegos del canal Júcar-Turia.

En la Figura 3 se concreta el ámbito espacial de los trabajos en curso que está desarrollando la Confederación Hidrográfica del Júcar en esta materia y el esquema de la topología de los sistemas de regadíos considerados en ellos (Tabla 1), que incluyen a gran parte de los ya citados en este documento.

Sistema de regadíos	Unidad de Demanda Agraria	Zona superior (j=1)	Zona media (j=2)	Zona inferior (j=3)
Júcar	Júcar-Ribera Alta: C.R. de la acequia Real del Júcar aguas arriba del Magro (ARJ) y las acequias de Escalona y Carcaixent (i=1)	Huertas de de las acequias de Escalona y Carcaixent y zona regable de la ARJ, entre el azud de Antella y el sifón de Guadassuar	Huerta de la ARJ, aguas abajo del sifón de Guadassuar	Arrozales de la ARJ
	Júcar-C.R. Sueca (i=2)	Huerta de Sueca	Arrozales de Sueca	
	Júcar-C.R. Cullera m. i. (i=3)	Huerta de Cullera m. i.	Arrozales de Cullera m. i.	
Turia	Turia-Regadíos de la Vega del Turia, MD. Riegos de la huerta de Quart, Mislata, Favara y la acequia del Oro (i=4)	Riegos de las huertas de Quart, Mislata y Favara	Arrozales de Favara	Arrozales de la acequia del Oro

Tabla 1. Sistemas de regadíos considerados en la Figura 3

MODELO DEL RÉGIMEN ALTERADO DEL TURIA Y DEL JÚCAR

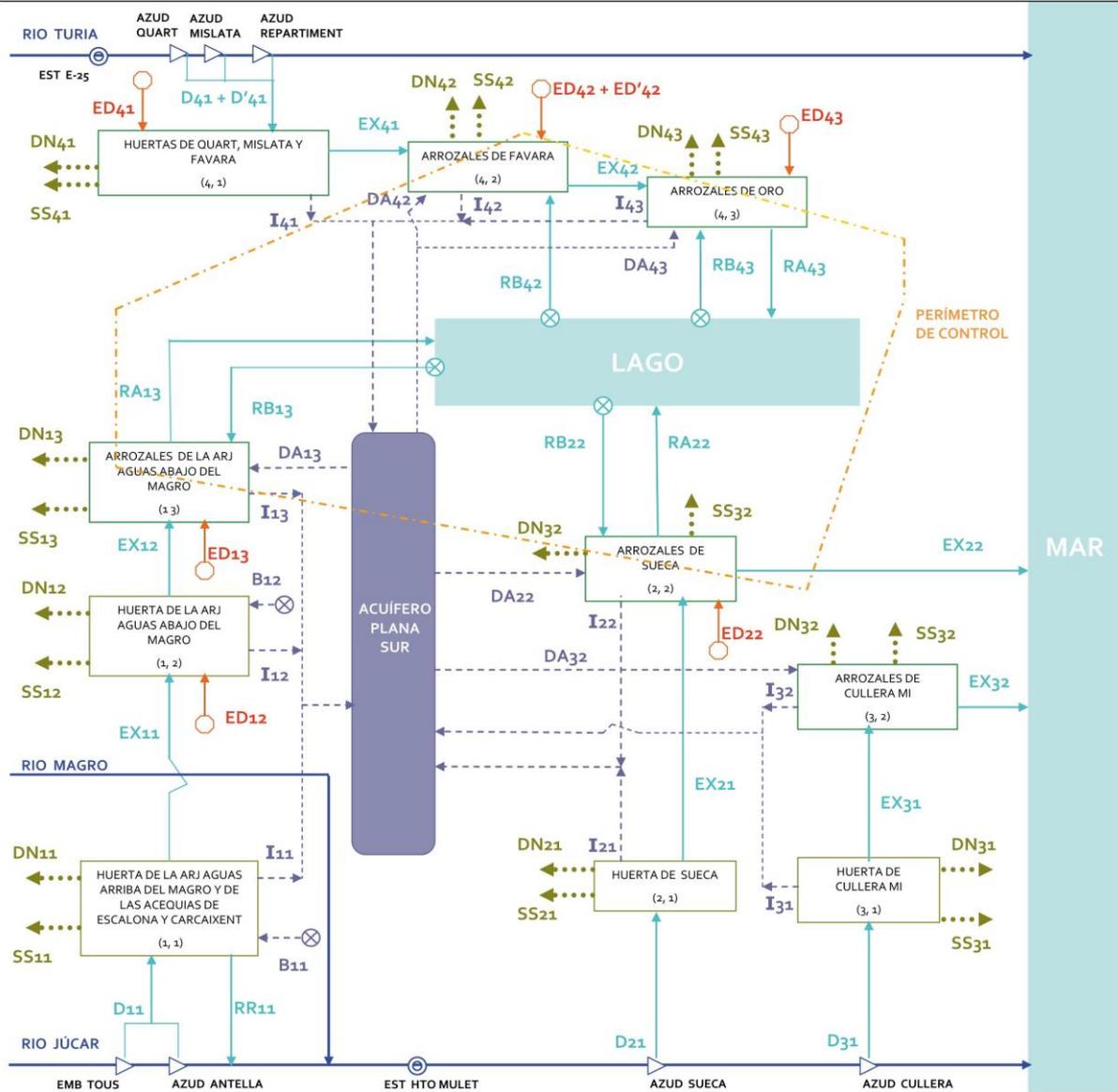


Figura 3. Esquema del modelo de retornos de los sistemas de regadío del Júcar y del Turia empleado en los trabajos de seguimiento del sistema hídrico de La Albufera por la OPH con la A.T. de TECNOMA y TYPISA

En este mismo proyecto se contemplan los siguientes recursos para la porción de los sistemas Júcar y Turia más directamente relacionados con el entorno de La Albufera (Tabla 2 y Tabla 3).

Sistema Júcar: Riegos tradicionales del Júcar (Ribera Alta y Baja)	Año	Superficial (hm³/a)	Pozos (hm³/a)	Rebombeos (hm³/a)	Reutilización (hm³/a)	Total (hm³/a)
Sindicato de Riegos de Sueca	1990/91	279,4	0,0	0,0	0,0	279,4
	1991/92	196,5	0,0	0,0	0,0	196,5
	1992/93	211,1	0,0	0,0	0,0	211,1
	1993/94	190,4	0,0	0,0	0,0	190,4
	1994/95	112,7	0,0	0,0	0,0	112,7
	1995/96	147,8	0,0	0,0	0,0	147,8
	1996/97	212,6	0,0	0,0	0,0	212,6
	1997/98	171,1	0,0	0,0	0,0	171,1
	1998/99	195,6	0,0	0,0	0,0	195,6
	1999/00	157,4	0,0	0,0	0,0	157,4
	2000/01	183,8	0,0	0,0	0,0	183,8
	2001/02	168,0	0,0	0,0	0,0	168,0
	2002/03	181,9	0,0	0,0	0,0	181,9
	2003/04	182,0	0,0	0,0	0,0	182,0
	2004/05	229,0	0,0	1,8	0,0	230,8
	2005/06	115,1	0,0	28,7	0,0	143,8
	2006/07	76,7	0,0	47,1	0,0	123,8
	2007/08	153,2	0,0	49,2	0,0	202,4
	2008/09	198,0	0,0	10,4	0,0	208,5
	2009/10	60,3	0,0	0,0	0,0	60,3
Sindicato de Riegos de Cullera	1990/91	169,8	0,0	0,0	0,0	169,8
	1991/92	119,5	0,0	0,0	0,0	119,5
	1992/93	128,3	0,0	0,0	0,0	128,3
	1993/94	115,7	0,0	0,0	0,0	115,7
	1994/95	71,9	0,0	0,0	0,0	71,9
	1995/96	80,1	0,0	0,0	0,0	80,1
	1996/97	124,8	0,0	0,0	0,0	124,8
	1997/98	144,6	0,0	0,0	0,0	144,6
	1998/99	91,3	0,0	0,0	0,0	91,3
	1999/00	114,6	0,0	0,0	0,0	114,6
	2000/01	139,2	0,0	0,0	0,0	139,2
	2001/02	130,8	0,0	0,0	0,0	130,8
	2002/03	129,0	0,0	0,0	0,0	129,0
	2003/04	147,6	0,0	0,0	0,0	147,6
	2004/05	136,2	0,0	1,1	0,0	137,3
	2005/06	62,9	2,9	9,1	0,0	74,8
	2006/07	46,3	3,5	10,4	0,0	60,2
	2007/08	85,6	0,4	7,2	0,0	93,2
	2008/09	97,5	0,0	2,1	0,0	99,5
	2009/10	31,5	0,0	0,0	0,0	31,5
Acequia Mayor de la Villa y Honor de Corbera	1990/91	43,7	0,0	0,0	0,0	43,7
	1991/92	34,2	0,0	0,0	0,0	34,2
	1992/93	33,0	0,0	0,0	0,0	33,0

Sistema Júcar: Riegos tradicionales del Júcar (Ribera Alta y Baja)	Año	Superficial (hm³/a)	Pozos (hm³/a)	Rebombeos (hm³/a)	Reutilización (hm³/a)	Total (hm³/a)
Acequia Mayor de la Villa y Honor de Corbera	1993/94	29,7	0,0	0,0	0,0	29,7
	1994/95	16,7	0,0	0,0	0,0	16,7
	1995/96	20,1	0,0	0,0	0,0	20,1
	1996/97	30,1	0,0	0,0	0,0	30,1
	1997/98	37,7	0,0	0,0	0,0	37,7
	1998/99	30,1	0,0	0,0	0,0	30,1
	1999/00	26,3	0,0	0,0	0,0	26,3
	2000/01	33,5	0,0	0,0	0,0	33,5
	2001/02	27,4	0,0	0,0	0,0	27,4
	2002/03	32,8	0,0	0,0	0,0	32,8
	2003/04	36,1	0,0	0,0	0,0	36,1
	2004/05	25,6	0,0	0,0	0,0	25,6
	2005/06	13,7	1,5	0,0	0,0	15,3
	2006/07	10,7	2,3	2,9	0,0	15,9
	2007/08	11,1	1,5	3,5	0,0	16,1
	2008/09	20,5	0,0	2,6	0,0	23,1
2009/10	1,5	0,0	0,0	0,0	1,5	
Acequia Real del Júcar + Antella	1990/91	493,1	0,0	0,0	0,0	493,1
	1991/92	471,6	0,0	0,0	0,0	471,6
	1992/93	429,1	0,0	0,0	0,0	429,1
	1993/94	355,7	0,0	0,0	0,0	355,7
	1994/95	206,2	0,0	0,0	0,0	206,2
	1995/96	318,7	0,0	0,0	0,0	318,7
	1996/97	333,0	0,0	0,0	0,0	333,0
	1997/98	389,8	0,0	0,0	0,0	389,8
	1998/99	342,2	0,0	0,0	0,0	342,2
	1999/00	287,0	0,0	0,0	0,0	287,0
	2000/01	259,8	0,0	0,0	0,0	259,8
	2001/02	204,6	0,0	0,0	0,0	204,6
	2002/03	254,2	0,0	0,0	0,0	254,2
	2003/04	233,1	0,0	0,0	0,0	233,1
	2004/05	269,6	4,2	0,8	0,0	274,6
	2005/06	131,1	21,8	1,9	0,0	154,8
2006/07	104,8	17,8	1,9	0,0	124,6	
2007/08	113,2	15,5	2,6	0,0	131,3	
2008/09	177,2	0,3	0,8	0,0	178,2	
2009/10	12,6	0,0	0,0	0,0	12,6	
Real Acequia de Car- caixent	1990/91	29,1	0,0	0,0	0,0	29,1
	1991/92	40,1	0,0	0,0	0,0	40,1
	1992/93	26,6	0,0	0,0	0,0	26,6
	1993/94	21,6	0,0	0,0	0,0	21,6
	1994/95	15,4	0,0	0,0	0,0	15,4
	1995/96	17,1	0,0	0,0	0,0	17,1
	1996/97	19,6	0,0	0,0	0,0	19,6
	1997/98	22,6	0,0	0,0	0,0	22,6
	1998/99	21,3	0,0	0,0	0,0	21,3

Sistema Júcar: Riegos tradicionales del Júcar (Ribera Alta y Baja)	Año	Superficial (hm³/a)	Pozos (hm³/a)	Rebombeos (hm³/a)	Reutilización (hm³/a)	Total (hm³/a)
Real Acequia de Carcaixent	1999/00	17,1	0,0	0,0	0,0	17,1
	2000/01	16,5	0,0	0,0	0,0	16,5
	2001/02	13,6	0,0	0,0	0,0	13,6
	2002/03	18,3	0,0	0,0	0,0	18,3
	2003/04	15,2	0,0	0,0	0,0	15,2
	2004/05	15,4	0,0	0,0	0,0	15,4
	2005/06	8,4	2,4	0,0	0,0	10,8
	2006/07	6,9	2,6	0,0	0,0	9,6
	2007/08	6,7	1,2	0,0	0,0	8,0
	2008/09	10,0	0,0	0,0	0,0	10,0
2009/10	0,3	0,0	0,0	0,0	0,3	
Reial Séquia d'Escalona	1990/91	68,3	0,0	0,0	0,0	68,3
	1991/92	78,9	0,0	0,0	0,0	78,9
	1992/93	52,6	0,0	0,0	0,0	52,6
	1993/94	36,0	0,0	0,0	0,0	36,0
	1994/95	19,7	0,0	0,0	0,0	19,7
	1995/96	29,4	0,0	0,0	0,0	29,4
	1996/97	42,8	0,0	0,0	0,0	42,8
	1997/98	56,1	0,0	0,0	0,0	56,1
	1998/99	48,7	0,0	0,0	0,0	48,7
	1999/00	41,1	0,0	0,0	0,0	41,1
	2000/01	35,9	0,0	0,0	0,0	35,9
	2001/02	26,6	0,0	0,0	0,0	26,6
	2002/03	35,0	0,0	0,0	0,0	35,0
	2003/04	29,0	0,0	0,0	0,0	29,0
	2004/05	28,5	0,0	0,0	0,0	28,5
	2005/06	15,4	2,6	0,0	0,0	18,1
	2006/07	11,5	2,4	0,0	0,0	14,0
2007/08	11,0	1,1	0,0	0,0	12,1	
2008/09	16,7	0,0	0,0	0,0	16,7	
2009/10	1,8	0,0	0,0	0,0	1,8	
Canal Júcar-Turia	1990/91	56,0	0,0	0,0	0,0	56,0
	1991/92	69,7	0,0	0,0	0,0	69,7
	1992/93	79,4	0,0	0,0	0,0	79,4
	1993/94	80,3	0,0	0,0	0,0	80,3
	1994/95	42,2	0,0	0,0	0,0	42,2
	1995/96	43,8	0,0	0,0	0,0	43,8
	1996/97	52,1	0,0	0,0	0,0	52,1
	1997/98	56,1	0,0	0,0	0,0	56,1
	1998/99	53,2	0,0	0,0	0,0	53,2
	1999/00	41,6	0,0	0,0	0,0	41,6
	2000/01	46,6	0,0	0,0	0,0	46,6
	2001/02	26,6	0,0	0,0	0,0	26,6
	2002/03	48,0	0,0	0,0	0,0	48,0
	2003/04	48,6	0,0	0,0	0,0	48,6
	2004/05	46,4	0,0	0,0	0,0	46,4
	2005/06	17,9	7,0	0,0	0,0	25,0

Sistema Júcar: Riegos tradicionales del Júcar (Ribera Alta y Baja)	Año	Superficial (hm³/a)	Pozos (hm³/a)	Rebombeos (hm³/a)	Reutilización (hm³/a)	Total (hm³/a)
Canal Júcar-Turia	2006/07	15,2	11,6	0,0	0,0	26,7
	2007/08	13,3	12,8	0,0	0,0	26,1
	2008/09	28,1	0,0	0,0	0,0	28,1
	2009/10	4,4	0,0	0,0	0,0	4,4
TOTAL		13.387,2	115,4	184,1	0,0	13.687,1

Tabla 2. Recursos estimados en los trabajos de seguimiento del sistema hídrico de La Albufera por la OPH con la A.T. de TECNOMA y TYPESA para el sistema Júcar más directamente relacionado con el entorno de la zona húmeda

Sistema Turia: Riegos tradicionales del Turia	Año (hm³/a)	Superficial (hm³/a)	Pozos (hm³/a)	Rebombeos (hm³/a)	Reutilización (hm³/a)	Total (hm³/a)
Acequias de la Vega de Valencia	1990/91	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	1991/92	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	1992/93	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	1993/94	40,0	0,0	0,0	0,0	40,0
	1994/95	29,7	0,0	0,0	0,0	29,7
	1995/96	71,6	0,0	0,0	0,0	71,6
	1996/97	142,0	0,0	0,0	0,0	142,0
	1997/98	161,8	0,0	0,0	0,0	161,8
	1998/99	96,9	0,0	0,0	0,0	96,9
	1999/00	81,0	0,0	0,0	0,0	81,0
	2000/01	91,4	0,0	0,0	0,0	91,4
	2001/02	78,3	0,0	0,0	0,0	78,3
	2002/03	89,5	0,0	0,0	0,0	89,5
	2003/04	93,6	0,0	0,0	0,0	93,6
	2004/05	86,0	0,0	0,0	0,0	86,0
	2005/06	71,0	0,0	0,0	6,0	77,1
	2006/07	60,2	0,0	0,0	20,2	80,4
	2007/08	71,7	0,0	0,0	26,4	98,1
	2008/09	97,0	0,0	0,0	21,5	118,5
	2009/10	14,7	0,0	0,0	0,0	14,7
Real Acequia de Moncada	1990/91	114,4	0,0	0,0	0,0	114,4
	1991/92	115,5	0,0	0,0	0,0	115,5
	1992/93	96,5	0,0	0,0	0,0	96,5
	1993/94	56,7	0,0	0,0	0,0	56,7
	1994/95	27,1	0,0	0,0	0,0	27,1
	1995/96	47,3	0,0	0,0	0,0	47,3
	1996/97	80,9	0,0	0,0	0,0	80,9
	1997/98	95,9	0,0	0,0	0,0	95,9
	1998/99	66,6	0,0	0,0	0,0	66,6
	1999/00	57,3	0,0	0,0	0,0	57,3
	2000/01	56,5	0,0	0,0	0,0	56,5
	2001/02	55,6	0,0	0,0	0,0	55,6
	2002/03	82,6	0,0	0,0	0,0	82,6
	2003/04	87,3	0,0	0,0	0,0	87,3

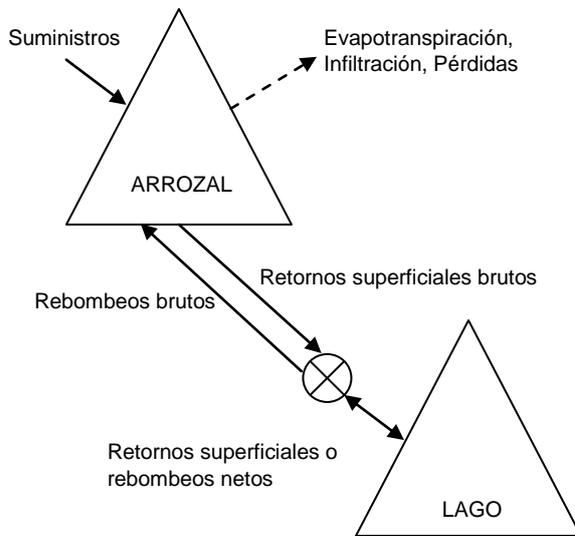
Sistema Turia: Riegos tradicionales del Turia	Año	Superficial (hm³/a)	Pozos (hm³/a)	Rebombeos (hm³/a)	Reutilización (hm³/a)	Total (hm³/a)
Real Acequia de Moncada	2004/05	89,0	0,0	0,0	0,0	89,0
	2005/06	69,8	0,0	0,0	0,0	69,8
	2006/07	39,1	0,0	0,0	0,8	39,9
	2007/08	40,6	0,0	0,0	0,9	41,6
	2008/09	58,6	0,0	0,0	0,8	59,4
	2009/10	27,6	0,0	0,0	0,0	27,6
Séquia de l'Or	1990/91	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	1991/92	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	1992/93	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	1993/94	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	1994/95	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	1995/96	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	1996/97	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	1997/98	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	1998/99	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	1999/00	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	2000/01	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	2001/02	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	2002/03	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	2003/04	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	2004/05	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	2005/06	0,0	0,0	0,0	22,2	22,2
	2006/07	0,0	0,0	0,0	50,2	50,2
2007/08	0,0	0,0	0,0	66,9	66,9	
2008/09	0,0	0,0	0,0	64,1	64,1	
2009/10	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Comunidades de Pueblos Castillo	1990/91	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	1991/92	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	1992/93	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	1993/94	6,2	0,0	0,0	0,0	6,2
	1994/95	33,6	0,0	0,0	0,0	33,6
	1995/96	38,9	0,0	0,0	0,0	38,9
	1996/97	51,9	0,0	0,0	0,0	51,9
	1997/98	73,3	0,0	0,0	0,0	73,3
	1998/99	79,3	0,0	0,0	0,0	79,3
	1999/00	69,9	0,0	0,0	0,0	69,9
	2000/01	54,6	0,0	0,0	0,0	54,6
	2001/02	57,1	0,0	0,0	0,0	57,1
	2002/03	63,5	0,0	0,0	0,0	63,5
	2003/04	64,1	0,0	0,0	0,0	64,1
	2004/05	62,9	0,0	0,0	0,0	62,9
	2005/06	69,8	0,0	0,0	0,0	69,8
	2006/07	51,1	0,0	0,0	0,0	51,1
2007/08	44,9	0,0	0,0	0,0	44,9	
2008/09	54,6	0,0	0,0	0,0	54,6	
2009/10	17,4	0,0	0,0	0,0	17,4	

Sistema Turia: Riegos tradicionales del Turia	Año	Superficial (hm³/a)	Pozos (hm³/a)	Rebombeos (hm³/a)	Reutilización (hm³/a)	Total (hm³/a)
Canal Campo del Turia	1990/91	35,5	0,0	0,0	0,0	35,5
	1991/92	45,4	0,0	0,0	0,0	45,4
	1992/93	44,1	0,0	0,0	0,0	44,1
	1993/94	33,8	0,0	0,0	0,0	33,8
	1994/95	14,9	0,0	0,0	0,0	14,9
	1995/96	17,8	0,0	0,0	0,0	17,8
	1996/97	35,1	0,0	0,0	0,0	35,1
	1997/98	49,6	0,0	0,0	0,0	49,6
	1998/99	45,5	0,0	0,0	0,0	45,5
	1999/00	42,9	0,0	0,0	0,0	42,9
	2000/01	33,3	0,0	0,0	0,0	33,3
	2001/02	26,1	0,0	0,0	0,0	26,1
	2002/03	36,9	0,0	0,0	0,0	36,9
	2003/04	38,1	0,0	0,0	0,0	38,1
	2004/05	43,7	0,0	0,0	0,0	43,7
	2005/06	42,3	0,0	0,0	0,0	42,3
	2006/07	25,5	0,0	0,0	0,0	25,5
	2007/08	25,9	0,0	0,0	0,0	25,9
	2008/09	37,6	0,0	0,0	0,0	37,6
	2009/10	3,9	0,0	0,0	0,0	3,9
TOTAL		4.312,3	0,0	0,0	280,0	4.592,5

Tabla 3. Recursos estimados en los trabajos de seguimiento del sistema hídrico de La Albufera por la OPH con la A.T. de TECNOMA y TYPSA para el sistema Turia más directamente relacionado con el entorno de la zona húmeda

2.3. RED DE ACEQUIAS DEL PARQUE DE LA ALBUFERA

El agua llega a entrar en el lago de La Albufera hasta por 64 puntos diferentes situados en acequias o cauces naturales como los de Beniparrell, Massanassa o Poyo. La red de canales tiene una clara disposición radial hacia el lago (Figura 4), si bien la mayor parte de los flujos de entrada siguen produciéndose por los cauces y acequias dispuestas en el NE y SE situados, a su vez, relativamente próximos a los canales de salida. En la figura referida se muestra la localización e identificación de los trece principales puntos de entrada de aguas al lago. Estos puntos corresponden a distintos subsistemas de riego del Júcar y del Turia. La acequia Dreta, la más caudalosa del sistema es limítrofe entre los regadíos de Sueca y de la acequia Real del Júcar. Las acequias del SE, que conectan el lago con el mar (Carreras de la Reina), tienen un funcionamiento reversible (pueden existir flujos en ambos sentidos) que debe ser tenido en cuenta. Cualquier modelo de distribución espacial debe incluir también las tres golases que conectan el lago con el mar: Pujol, El Perellonet y El Perelló (Figura 5). Las dos primeras evacúan aguas que proceden casi exclusivamente del lago, mientras que la última recibe también flujos del sistema de Sueca que no pasan por éste.



El riego del arrozal requiere que los suministros en parcela sean significativamente mayores que la suma de lo que se consume por evapotranspiración, infiltración o pérdidas, ya que exige una circulación del agua. Por ello, en un año hidrológicamente medio, se producen inevitablemente *retornos superficiales brutos*, parte de los cuales acaban en el lago de La Albufera. En años de sequía, se producen *rebombes brutos* que permiten reutilizar los retornos, de modo que podemos definir como *retornos superficiales netos* la diferencia entre los retornos brutos y los rebombes brutos. Cuando la sequía es mayor, el volumen rebombado puede ser superior al de los retornos brutos, produciéndose unas extracciones de agua desde el lago hacia el arrozal que podemos denominar *rebombes netos*.

Series de datos existentes

La red de control hidromorfológico recientemente implantada por la CHJ (Figura 5) se comenta a continuación. El diseño del sistema de control fue basado en el modelo conceptual del sistema hídrico. A partir de los datos registrados se pueden evaluar determinados indicadores esenciales como: volúmenes de entrada al lago y de salida desde el lago al mar y volúmenes de entrada al parque natural y de salida desde éste al mar.

Las estaciones de la red interior se distribuyen, a grandes rasgos, a lo largo de un perímetro de control asociado a la máxima superficie ocupada por el lago fluctuante durante la inundación invernal (*perellonà*). Se han considerado 12 estaciones principales, así como 65 estaciones secundarias y terciarias con estimación periódica de caudales con equipos móviles en las que la CHJ realizó una campaña de medidas de 12 meses de duración (enero a diciembre de 2008).

RED INTERIOR DE CONTROL HIDROMORFOLÓGICO		
ESTACIONES PRINCIPALES	N.º ESTACIONES	UBICACIÓN
Aportes por acequias y niveles. Perfilador Doppler. Medida en continuo	6	Acequias de El Clot, Overa, Dreta (Acequias de Favara, Carrera Nova de la Reina Nova y Carrera Vella de la Reina)
Salidas por golas y niveles. Perfilador Doppler. Medida en continuo	5	Golas de Pujol, El Perellonet, El Perelló, Del Rei y Sant Llorenç
Nivel en el lago. Medida en continuo	1	Embarcadero de Pujol
ESTACIONES SECUNDARIAS Y Terciarias (ENE. 08-DIC. 08)	N.º ESTACIONES	UBICACIÓN
Estaciones secundarias: lectura quincenal.	21	Perímetro de control
Estaciones terciarias: lectura mensual	44	Perímetro de control

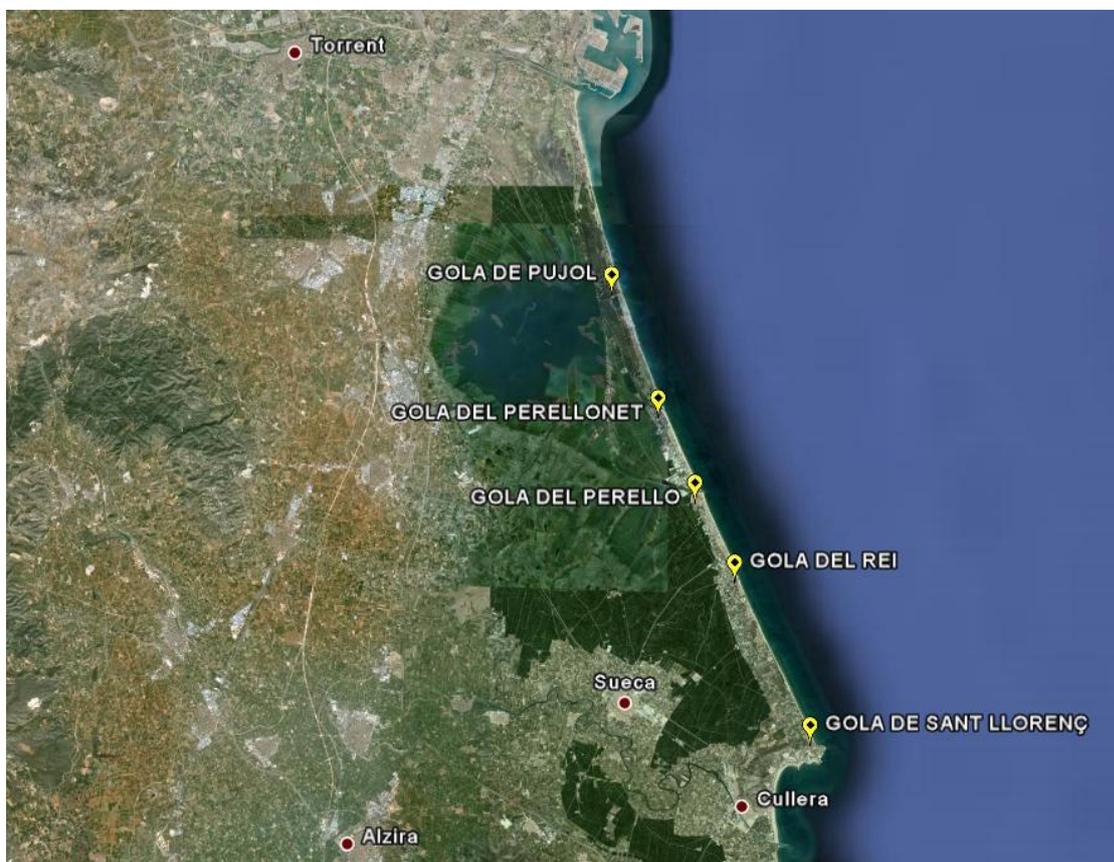


Figura 5. Estaciones de medida en las golas de la red de control hidrodinámico de la CHJ (en amarillo)

Es importante señalar que esta red resuelve carencias importantes existentes hasta el momento, como la ausencia de aforos en la acequia de Favara o en las principales acequias de Sueca (ahora se cuenta con equipos en Dreta, Clot y las dos Carreras de la Reina).

Por su parte, la red exterior constituye un sistema de medición en origen de los aportes hídricos. Los datos proceden de estaciones ya existentes:

- Sistema Automático de Información Hidrológica (SAIH) de la CHJ en elementos del sistema de regadíos (estaciones del azud de Antella, azud del Repartiment, azud de Sueca, azud de Cullera y acequia Real del Júcar en Guadassuar) y en cauces naturales (barranco del Poyo).
- Medidores de caudal en efluentes de Estaciones Depuradoras de Aguas Residuales (Generalitat Valenciana).

3. ESTUDIO HIDROLÓGICO. CAMPAÑAS DE AFOROS DIFERENCIALES. EVALUACIÓN DE AFOROS Y DETERMINACIÓN DE LA RELACIÓN RÍO-ACUÍFERO

Se han Realizado e interpretado dos amplias campañas de aforos diferenciales en otoño de 2010 y primavera de 2011 (aguas altas y aguas bajas) a lo largo del río Júcar, Magro y Verde y de los canales drenantes a La Albufera. Sus resultados fueron integrados posteriormente en el modelo matemático permitiendo una identificación pormenorizada de los tramos de río o zonas donde se da un intercambio de recursos hídricos, así como el sentido y el volumen de dicho intercambio. También sirvieron para representar los perfiles longitudinales de los río Júcar, Magro y Verde, ajustando las cotas del lecho y de lámina de agua tomadas en campo junto con la piezometría.

3.1. METODOLOGÍA

Uno de los aspectos fundamentales contemplados en la metodología es el tipo de instrumento de medida a emplear, pudiéndose distinguir entre el correntímetro o la ecosonda, así como la propia metodología de trabajo a utilizar, ya que ésta diferirá sustancialmente según las condiciones morfológicas y de vegetación ribereña. Como pauta general, se puede decir que el empleo del correntímetro o de la ecosonda viene determinado básicamente por el calado (Tabla 4).

Instrumento	Calado
<i>Correntímetro</i>	< 1,20 m.
<i>Ecosonda</i>	≥ 1,20 m.

Tabla 4. Usos según calado

La descripción del uso de uno u otro elemento se desarrolla a continuación más detalladamente.

Correntímetro

Es un instrumento de amplia difusión empleado para medir la velocidad del flujo de un río. Se trata de un instrumento de aforo directo utilizado para realizar aforos diferenciales y obtener el caudal en secciones de cauces. Su uso permite evitar la inferencia de los macrófitos como ocurre en las hélices de los molinetes convencionales, lo que es frecuente que ocurra en los casos de mediciones efectuadas en acequias.

El método empleado con el citado instrumento es el de las franjas verticales (Figura 6), en las que las mediciones de un cauce se calculan utilizando las mediciones de velocidad y profundidad obtenidas en cada una de las secciones transversales definidas.

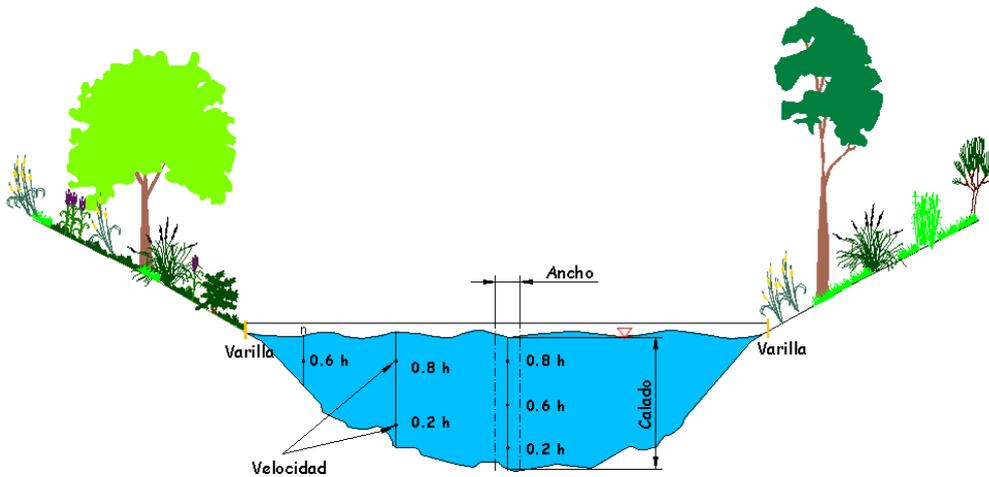


Figura 6. Método de aforo de las franjas verticales

Para determinar el caudal que pasa por una sección transversal, bien en río o en acequia, se requiere saber el caudal que pasa por cada una de la subsecciones en las que se divide dicha sección transversal, tal y como se muestra en la Figura 6. Para eso se sigue el siguiente procedimiento:

1. La sección transversal del río donde se realiza el aforo se divide en varias franjas verticales o subsecciones.

El número de franjas depende del caudal estimado que podría pasar por la sección, ya que en cada subsección no debería pasar más del 10% del caudal estimado para toda la sección. Otro criterio empleado en cauces grandes es que el número de subsecciones no sea inferior a 20. En la Tabla 5 se presenta el criterio tomado para realizar las subsecciones de una sección transversal dada.

Anchura de sección transversal	Número de subsecciones
< 4 m.	15
4-8 m.	20
> 8 m.	25

Tabla 5. Criterio de medición de las franjas verticales

El ancho de la sección transversal se divide en tramos iguales, cuya longitud es igual al ancho superior de la sección transversal dividido por el número de subsecciones calculadas.

2. En cada subsección se traza su correspondiente vertical central hasta alcanzar el lecho. La profundidad de cada vertical central se mide con la misma varilla del correntímetro que está graduada. Las verticales se trazan en el mismo momento en que se van a medir las velocidades.

En cada una de las franjas verticales el número de mediciones a realizar vendrá definido por el calado existente en cada franja (Tabla 6).

Calado de la franja	Número de mediciones	Profundidad de lectura del correntímetro. Proporcional a la profundidad de la franja vertical (h)
0 - 0.45 m.	1	0.60*h
0.45 - 1.20 m.	2	0.20*h / 0.8*h
> 1.20 m.	3	0.2*h / 0.6*h / 0.8*h o ecosonda

Tabla 6. Criterio de medición de las franjas verticales

3. Se obtiene un valor de velocidad del agua representativo en cada vertical. Para un calado entre 0 y 0,45 m., se realiza una sola medida a una profundidad de 0.6*h. Para un calado comprendido entre 0,45 y 1,2 m., se realizan dos medidas a profundidades de 0.2*h y 0,8*h y con las velocidades así obtenidas se calcula una media aritmética. Finalmente, con calados superiores a 1,2 m., se realizan tres medidas a profundidades de 0,2*h, 0,6*h y 0,8*h; el valor representativo de la velocidad se obtiene en este caso como un promedio de las velocidades registradas a las profundidades 0,2*h, 0,8*h y dos veces la velocidad a 0,6*h. En este último caso puede utilizarse la ecosonda como metodología alternativa tal y como se describirá más adelante.
4. El área de cada subsección se calcula fácilmente considerándola como un cuadrilátero cuya base (ancho de la franja) se multiplica por la altura (calado de la franja en la vertical central).
5. El caudal de agua que pasa por una subsección se obtiene multiplicando su área por el valor de la velocidad representativa calculada en su correspondiente vertical central.
6. El caudal de agua que pasa por el río es la suma de los caudales que pasan por las diferentes subsecciones.

El correntímetro se coloca siempre paralelo a la dirección del flujo con el fin de tomar la velocidad real de ese punto, siguiendo siempre la línea de la sección transversal definida previamente, lo cual permitirá obtener una información adicional sobre la batimetría del lecho del cauce, caracterizando, una vez más, la granulometría del terreno de una manera más detallada.

Mediante un **GPS** se hizo un levantamiento topográfico de cada en cada una de las secciones obteniendo el nivel de la lámina asociado al caudal circulante del momento y la cota del punto de máxima profundidad (Figura 7).



Figura 7. Medición en campo de la hidrometría con molinete electromagnético en un tramo vadeable del río Júcar. Levantamiento topográfico mediante GPS de uno de los perfiles transversales aforados

Durante las campañas de campo, la información se sintetizó en un croquis del río, para poder ser visualizado de manera esquemática. Se anotaron en estadillos todos los datos obtenidos en los muestreos de campo, así como todas las incidencias producidas u observaciones realizadas que pudieran aportar claridad en la posterior interpretación de los resultados.

Ecosonda

La ecosonda es un sistema completamente integrado que consiste en un Mini-ADP (Acoustic Doppler Current Profiler) y la electrónica necesaria contenidos en un envase hermético montado en un catamarán (Figura 8). Este instrumento se utilizó en aquellos tramos del río Júcar inviables para aforar con molinete (correntímetro) dada su inaccesibilidad en barco y/o tramos no vadeables. La ecosonda se desplaza a lo largo de una cuerda atada perpendicularmente a ambos lados del río, o de un puente.



Figura 8. Medición en campo de la hidrometría con el doppler acústico, en un tramo no vadeable del río Júcar

Se trata de un instrumento que mide la velocidad del agua y la profundidad en cada uno de los puntos de medida. A través de una antena y un receptor, estos datos son enviados a un ordenador portátil o unidad de adquisición donde quedan registrados.

La velocidad del agua se mide por medio de un Doppler o Doppler acústico a aprovechando el principio físico llamado el cambio de Doppler. El Sontek Acoustic Doppler Profiler o ADP es un tipo de instrumento de Doppler (Figura 9).

Cada uno de los transductores genera una línea estrecha de sonido que se proyecta a través del agua. Las reflexiones en partículas o de "scatterers" (por ejemplo el sedimento suspendido, la materia biológica o burbujas) presentes en la columna del agua se utilizan para determinar su velocidad. Un compás y un sensor internos de la inclinación serán los encargados de calcular las velocidades del agua en las coordenadas de la tierra, independiente de la orientación del sistema.

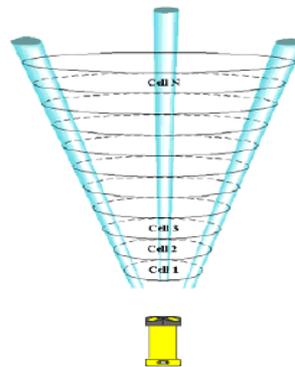


Figura 9. ADP: Acoustic Doppler Profiler

Todo el ADP tiene una región inmediatamente delante de los transductores (llamados *blanking distance*) donde no es posible realizar mediciones. El *blanking distance* es necesario para que el sistema recupere la transmisión del pulso acústico y su longitud se relaciona con la frecuencia del mismo. Inmediatamente después, el ADP hace un promedio de sus datos sobre un tamaño de celda especificado por el usuario. En este caso, fueron programadas un número total de 25 celdas en cada aforo, que determina la gama que perfila el total del sistema durante la medida. Para cada celda el ADP registró los siguientes datos:

- Tres valores de la intensidad de la señal (uno para cada línea acústica).
- Tres valores de la velocidad (uno para cada componente de velocidad).
- Tres valores de la desviación estándar (uno para cada componente de la velocidad).

Cuando los transductores están fuera del agua o el calado es más bajo que el mínimo que perfila la gama, el ADP no toma datos válidos de velocidad.

El método de trabajo empleado con este instrumento es el siguiente:

1. El compás debe ser calibrado siempre que el sistema se mueva a un nuevo ambiente o se inicie por primera vez en el día.

2. La instalación de la ecosonda varía según las condiciones de accesibilidad del terreno; según esto, se desarrollaron cuatro procedimientos distintos de trabajo:
 - a. Se colocan unas estacas en las dos orillas, las cuales quedan unidas por medio de una cuerda que queda sujeta a las mismas a través de un sistema de frenos. A su vez, en esta cuerda quedará fijada la ecosonda, de manera que de un extremo de la cuerda se va soltando cuerda y del otro se va recogiendo para la translación de la ecosonda.
 - b. Cuando las condiciones de una de las orillas no son las más propicias para que un técnico permanezca durante todo el tiempo de medición en ella soltando o tomando cuerda, se emplean unas poleas enganchadas a las crucetas en ambos lados de manera que desde una orilla es posible desplazar la ecosonda sin necesidad de que otro técnico permanezca en la otra.
 - c. Cuando la anchura del cauce es tal que hace poco o nada operacional el traspaso de cuerda de una orilla a otra, además del error que puede generar la operación de desplazamiento, así como la dificultad que supone el mantener la sonda paralela al flujo, por los vientos y corrientes de agua, se emplea un kayak que, enganchado a la cuerda fija de orilla a orilla, se desplaza a través de ella permitiendo trasladar la ecosonda de manera manual, reduciendo así al mínimo el error producido por el desplazamiento.
 - d. En los ríos en los que una de las orillas era intransitable, o incluso presentaba un cortado de afloramiento rocoso, resultó imposible la colocación de la cruceta de sujeción de la cuerda, por lo que se emplean palos extensibles para desplazar la ecosonda.
3. Seguidamente se completa la información que van solicitando los diferentes menús del programa.
4. A continuación, se mide el acimut de la sección transversal con el compás interno del ADP; este parámetro representa la orientación del compás de la sección medida desde la orilla izquierda. La ecosonda se coloca en la orilla izquierda enfrentada a la orilla derecha totalmente paralela a la sección y perpendicular al flujo. En la Figura 10 puede observarse como la sección se orienta al sur-oeste 225 grados.

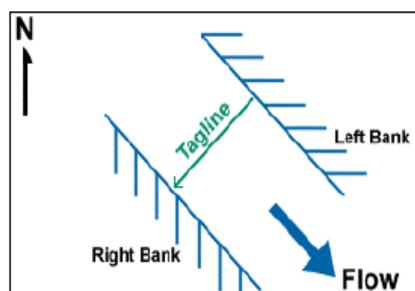


Figura 10. Acimut

5. Calibrado el compás, introducida toda la información del lugar y calculado el acimut se procede a realizar las correspondientes mediciones. El método empleado es el de la sección media, que implica hacer una serie de medidas en un determinado número de locali-

zaciones (conocidas más comúnmente como estaciones, paneles o verticales) a lo largo de una sección.

En cada estación se mide la profundidad y el perfil de velocidades. En el perfil de velocidades se computa los datos de todas las celdas válidas. La anchura de una estación concreta se determina para la suma de la mitad de la distancia a la estación anterior y de la mitad de la distancia a la estación siguiente. Este método asume que el perfil de la velocidad en cada estación representa la velocidad para el área rectangular entera de la estación.

Perfiles ríos - Niveles piezométricos

En paralelo al trabajo de campo descrito anteriormente, y a partir de la cartografía 1:10.000 de la Conselleria d'Infraestructures i Transport, se definieron unos ejes de replanteo de los ríos Júcar, Verde y Magro, siguiendo el trazado de dichos cauces por el punto más bajo de su sección transversal. Para ello se empleó un programa propio de TYPESA-TECNOMA, denominado Trazado 3, desarrollado para el diseño de obras lineales (carreteras, encauzamientos, tuberías, redes de colectores...).

Mediante la definición de estos ejes de replanteo se puede obtener un perfil longitudinal de dichos ríos, así como la correcta ubicación de los aforos y demás trabajos en campo, haciendo corresponder las coordenadas de dichos trabajos con el punto kilométrico (pK) del eje.

Los perfiles longitudinales obtenidos como corte del eje definido y la cartografía 1:10.000 son corregidos a partir de la cota del lecho del cauce en los distintos puntos aforados de la campaña, con ello se consigue un perfil de los lechos de los ríos más real, denominado lecho de campo.

Una vez definidos los lechos de los ríos se dibujan los perfiles de las láminas de agua a partir de las cotas de la lámina extraída de las campañas de aforos. De igual forma, se dibujan las líneas de piezometría, extraídas de la campaña de piezometría realizada simultáneamente a los aforos. Comparando dichas líneas de piezometría con las láminas de agua se puede identificar en cada río los tramos en los que los ríos pueden presentar un comportamiento ganador o perdedor si la permeabilidad del lecho lo permite.

Por otra parte, se compararon los perfiles de las láminas de agua obtenidos, con la piezometría máxima y mínima obtenida de la red de piezómetros existente en la zona del IGME y de la CHJ y sus series históricas.

3.2. RESULTADOS

Durante las dos campañas de aforos diferenciales llevadas a cabo: octubre-noviembre de 2010 y marzo-abril de 2011 (a priori, aguas bajas y altas respectivamente) se realizaron mediciones tanto a lo largo de los ríos Júcar, Magro, Verde, Sellent, Albaida y en la rambla Casella, como en algunos de las acequias-canales de drenaje localizados en el Parque de La Albufera. Finalmente, también se midieron los caudales emergentes a través de algunos de los ullales y manantiales más importantes en la masa de agua subterránea 080.142 Plana de Valencia Sur. En total se aforaron ciento veintiocho secciones transversales en la primera campaña y doscientas once en la segunda.

Los aforos llevados a cabo en el río Júcar caracterizan 10 tramos (J1 a J10) facilitando de este modo las comparaciones entre campañas y asegurando la inexistencia en ellos de entradas de otros tipos de aportes (colectores, drenes agrícolas, etc.), Tabla 7 y Anexo 1.

J1	Tramo que comprende la entrada del río Sellent, afluente del Júcar por su margen derecha, próximo a los municipios de Antella, Cárcer y Gavarda.
J2	Tramo que engloba la desembocadura del río Albaida, afluente del Júcar por su margen derecha.
J3	Tramo ubicado en los entornos del municipio de Benimuslem.
J4	Tramo que comprende la entrada de la rambla Casella por el margen derecho del Júcar y está próximo a los municipios de Carcaixent y Alzira.
J5	Tramo que engloba la desembocadura del río Verde, afluente del Júcar por su margen izquierda.
J6	Tramo que engloba la desembocadura del río Magro, afluente del Júcar por su margen izquierda.
J7	Tramo próximo a la localidad de Albalat de la Ribera.
J8	Tramo próximo a la localidad de Polinyà del Xúquer, aguas arriba del azud de Sueca.
J9	Tramo bajo del Júcar próximo a las localidades de Riola y Sueca, aguas arriba del azud de Cullera.
J10	Es el tramo más bajo del Júcar estudiado, que va desde la localidad de Fortaleny hasta el azud de la Marquesa.

Tabla 7. Localización de cada uno de los 10 tramos en los que queda dividido el río Júcar para la realización de la campaña de aforos

Durante la primera campaña de aforos, se consideraron en total cincuenta y cuatro secciones transversales en el río Júcar y en las proximidades de las desembocaduras de los ríos Sellent, Albaida y Barranco de Casella. Este número se amplió a sesenta y seis en la segunda campaña.

Así mismo, los aforos llevados a cabo en el río Magro se concentran en dos tramos:

- Magro Arriba (MaAr): Tramo ubicado a la altura de la localidad de Carlet. Se aforaron siete secciones transversales en la primera campaña y diez en la segunda.
- Magro Abajo (MaAb): Tramo ubicado en la parte baja del río Magro, justo antes de su desembocadura en el Júcar por su margen izquierdo. Se aforaron cinco secciones transversales en la primera campaña y seis en la segunda.

En el río Verde se aforaron un total de doce secciones transversales en cada campaña, distribuidas de la forma más homogénea posible y en función de la accesibilidad al cauce. Se incluye en estos trabajos el control del manantial de Massalavés.

En las acequias-canales de drenaje también se llevó a cabo un elevado número de aforos que incluyeron cuarenta y siete secciones transversales en la primera campaña y ciento ocho en la segunda.

Finalmente, la primera campaña también incluye tres aforos en ullales (Baldoví y Senillera) y en la segunda se incluyen nueve (Baldoví, Senillera y Tavernes de la Valldigna).

En el Anexo 1 quedan recogidos los planos de localización de los aforos realizados en ríos, acequias-canales de drenaje y ullales, tanto en la primera como en la segunda campaña. En dichos planos se muestra también el caudal estimado en cada aforo junto con la fecha de medición del mismo, la cota de la lámina de agua y la cota del punto de profundidad máxima de cada sección transversal.

3.2.1. Aforos en ríos

A. Primera Campaña

Los resultados de la primera campaña de aforos en secciones transversales en los ríos Júcar, Magro y Verde quedan recogidos en la Tabla 8. Se muestran separados por tramos, en el caso del Júcar, y ríos en los que se ha realizado un menor número de medidas:

RÍO	FECHA	CÓDIGO	CAUDAL (m ³ /s)	COTA MAX. PROFUNDIDAD (m)	COTA LAMINA AGUA (m)
JÚCAR 1 - SELLENT	29/09/2010	J1T01	11,75	31,73	32,64
	29/09/2010	J1T02	10,29	31,12	32,48
	30/09/2010	J1T04	10,52	31,53	32,30
	30/09/2010	J1T03	12,05	31,27	32,43
	01/10/2010	J1T05	11,19	29,68	30,76
	01/10/2010	J1T06	12,43	29,10	30,68
	05/10/2010	J1T08	1,53	27,47	28,43
	05/10/2010	J1T07	1,78	27,18	28,43
	05/10/2010	SeAr	0,71	29,17	29,60
	05/10/2010	SeAb	0,60	27,46	28,37
	05/10/2010	J1T09	2,60	23,51	24,81
05/10/2010	J1T10	2,78	23,70	24,59	
JÚCAR2 - ALBAIDA	06/10/2010	J2T1	2,97	20,52	21,34
	06/10/2010	J2T2	2,82	20,32	21,21
	06/10/2010	AIAr	0,10	22,93	23,12
	06/10/2010	AIAb	0,08	22,42	22,55
	07/10/2010	J2T3	4,12	17,27	18,49
	07/10/2010	J2T4	3,87	17,54	18,52
JÚCAR 3	14/10/2010	J3T1	8,49	11,86	12,90
	15/10/2010	J3T2	7,61	11,23	12,73
	15/10/2010	J3T3	7,19	10,00	12,72
	18/10/2010	J3T4	6,38	7,93	11,47
	18/10/2010	J3T5	8,04	8,71	11,37

RÍO	FECHA	CÓDIGO	CAUDAL (m ³ /s)	COTA MAX. PROFUNDIDAD (m)	COTA LAMINA AGUA (m)
JÚCAR 4 - CASELLA	19/10/2010	J4T1	8,29	7,91	10,07
	19/10/2010	J4T2	8,74	7,54	10,02
	21/10/2010	J4T3	8,10	6,82	9,60
	21/10/2010	J4T4	8,47	6,33	9,58
	19/10/2010	Casella	0,83	12,11	12,35
	20/10/2010	J4T5	9,26	7,47	9,51
	20/10/2010	J4T6	9,40	6,98	9,50
JÚCAR 5- VERDE	22/10/2010	J5T1	9,34	5,39	8,51
	22/10/2010	J5T2	9,72	4,86	8,42
	25/10/2010	J5T3	11,21	5,96	8,26
JÚCAR 6- MAGRO	26/10/2010	J6T1	10,55	5,48	8,36
	26/10/2010	J6T2	10,23	5,67	8,38
	27/10/2010	J6T3	9,87	4,51	8,33
	27/10/2010	J6T4	10,85	5,69	8,33
JÚCAR 7	28/10/2010	J7T2	11,94	3,43	8,35
	28/10/2010	J7T1	11,64	3,70	8,35
	28/10/2010	J7T4	11,74	3,53	8,31
	29/10/2010	J7T3	11,98	3,26	8,32
JÚCAR 8	28/10/2010	J8T1	11,40	3,84	8,34
	29/10/2010	J8T2	10,02	3,47	8,37
	04/11/2010	J8T3	5,49	3,96	8,32
	31/10/2010	J8T4	5,46	3,88	8,31
JÚCAR 9	02/11/2010	J9T1	4,21	0,46	5,25
	02/11/2010	J9T2	5,34	0,26	5,24
	04/11/2010	J9T3	5,02	0,35	5,26
	04/11/2010	J9T4	6,01	0,07	5,26
JÚCAR 10	03/11/2010	J10T1	1,66	-2,09	1,31
	03/11/2010	J10T2	1,16	-2,21	1,29
	05/11/2010	J10T3	3,31	-3,07	1,19
	16/11/2010	J10T4	1,49	-2,88	1,38
	16/11/2010	J10T5	0,86	-3,24	1,29
MAGRO ARRIBA	22/10/2010	MaArT1	0,30	48,47	49,10
	22/10/2010	MaArT2	0,38	48,33	48,60
	22/10/2010	MaArT3	0,35	47,69	47,91
	22/10/2010	MaArT4	0,34	47,09	47,63
	25/10/2010	MaArT5	0,25	46,80	47,06
	25/10/2010	MaArT6	0,21	46,76	46,92
	25/10/2010	MaArT7	0,17	45,76	46,85

RÍO	FECHA	CÓDIGO	CAUDAL (m ³ /s)	COTA MAX. PROFUNDIDAD (m)	COTA LAMINA AGUA (m)
MAGRO ABAJO	25/10/2010	MaArT8	0,19	45,76	46,55
	26/10/2010	MaAbT1	0,01	9,22	9,43
	26/10/2010	MaAbT2	0,01	9,26	9,40
	26/10/2010	MaAbT3	0,01	9,00	9,23
	26/10/2010	MaAbT4	0,01	8,96	9,12
VERDE	07/10/2010	VT1	0,46	18,36	19,63
	07/10/2010	VT2	0,41	18,08	19,58
	08/10/2010	VT3	0,52	17,62	18,90
	14/10/2010	VT4	0,75	15,88	16,83
	14/10/2010	VT5	0,78	15,28	16,53
	14/10/2010	VT6	1,13	14,56	15,73
	20/10/2010	VT7	0,78	14,24	15,28
	20/10/2010	VT8	0,63	14,54	15,26
	15/10/2010	VT9	0,78	13,79	14,92
	15/10/2010	VT10	0,73	13,46	14,75
	15/10/2010	VT11	0,69	12,71	13,95
	22/10/2010	VT12	0,86	8,60	10,01

Tabla 8. Resultados de caudal, cota de lámina de agua y cota del punto de profundidad máxima de la sección, obtenidos durante la primera campaña (septiembre-octubre 2010) de aforos en ríos

B. Segunda Campaña

Los resultados de la segunda campaña de aforos en los ríos Júcar, Magro y Verde quedan recogidos, también según los correspondientes tramos anteriormente definidos en la Tabla 9:

RÍO	FECHA	CÓDIGO	CAUDAL (m ³ /s)	COTA MAX. PROFUNDIDAD (m)	COTA LAMINA AGUA (m)
JÚCAR 1-SELLENT	28/02/2011	J1T1	0,86	32,05	32,44
	28/02/2011	J1T2	0,82	31,76	32,24
	07/03/2011	J1T3	0,83	30,97	31,81
	07/03/2011	J1T4	1,01	30,95	31,57
	07/03/2011	J1T5	0,89	30,14	30,68
	08/03/2011	J1T6	0,86	27,41	28,84
	08/03/2011	J1T7	0,97	27,85	28,85
	07/03/2011	SeT1	0,51	29,52	30,09
	07/03/2011	SeT2	0,49	27,95	28,82
	07/03/2011	J1T8	1,41	24,43	24,96
	07/03/2011	J1T9	1,38	23,63	24,81

RÍO	FECHA	CÓDIGO	CAUDAL (m ³ /s)	COTA MAX. PROFUNDIDAD (m)	COTA LAMINA AGUA (m)
JÚCAR 2-ALBAIDA	08/03/2011	J2T1	1,92	20,20	21,46
	08/03/2011	J2T2	1,59	20,51	21,56
	08/03/2011	J2T3	1,86	20,06	21,58
	08/03/2011	AIT1	0,66	23,47	23,86
	08/03/2011	AIT2	0,54	22,72	22,99
	21/03/2011	J2T4	3,19	0,00	18,89
	21/03/2011	J2T5	3,18	18,02	19,00
	21/03/2011	J2T6	3,19	17,98	18,90
JÚCAR 3	01/03/2011	J3T1	5,47	11,15	13,16
	01/03/2011	J3T2	5,56	10,90	12,94
	01/03/2011	J3T3	5,82	10,42	12,93
	02/03/2011	J3T4	6,45	8,32	11,69
	02/03/2011	J3T5	6,31	9,33	11,76
JÚCAR 4 - CASELLA	22/03/2011	J4T1	5,61	8,67	10,46
	22/03/2011	J4T2	5,53	8,40	10,45
	22/03/2011	J4T3	5,91	0,00	10,44
	29/03/2011	J4T4	7,19	6,18	9,05
	29/03/2011	J4T5	7,90	6,81	10,10
	29/03/2011	Casella	1,41	12,52	12,82
	28/03/2011	J4T6	9,17	7,96	9,96
	28/03/2011	J4T7	9,28	6,67	9,98
	28/03/2011	J4T8	8,84	7,85	10,06
JÚCAR 5-VERDE	10/03/2011	J5T1	7,53	6,29	8,55
	10/03/2011	J5T2	7,39	5,47	8,56
	10/03/2011	J5T3	8,56	5,18	8,55
	11/03/2011	J5T4	9,78	5,17	8,57
	17/03/2011	J5T5	7,87	6,41	8,91
	17/03/2011	J5T6	8,35	6,78	8,96
JÚCAR 6-MAGRO	07/03/2011	J6T1	8,80	5,43	8,46
	07/03/2011	J6T2	8,97	5,49	8,39
	15/03/2011	J6T3	10,32	5,20	8,96
	03/03/2011	J6T4	10,29	5,09	8,92
	03/03/2011	J6T5	10,32	6,51	9,02
JÚCAR 7	30/03/2011	J7T1	11,29	4,22	8,93
	30/03/2011	J7T2	11,77	3,89	8,92
	30/03/2011	J7T3	11,45	5,05	8,91
	01/04/2011	J7T4	9,96	4,01	8,94
	01/04/2011	J7T5	11,46	4,21	8,90

RÍO	FECHA	CÓDIGO	CAUDAL (m ³ /s)	COTA MAX. PROFUNDIDAD (m)	COTA LAMINA AGUA (m)
JÚCAR 8	31/03/2011	J8T1	12,10	4,64	8,91
	31/03/2011	J8T2	11,03	4,08	8,92
	31/03/2011	J8T3	10,01	3,65	8,84
	04/04/2011	J8T4	6,54	3,71	8,86
	04/04/2011	J8T5	7,26	3,50	8,86
JUCAR 9	05/04/2011	J9T1	5,50	1,18	5,88
	05/04/2011	J9T2	6,84	1,44	5,92
	05/04/2011	J9T3	6,64	0,94	5,93
	06/04/2011	J9T4	6,05	0,76	5,91
	06/04/2011	J9T5	6,81	0,83	5,90
	06/04/2011	J9T6	7,56	0,20	5,90
JÚCAR 10	08/04/2011	J10T1	4,50	-1,99	1,94
	08/04/2011	J10T2	5,33	-1,62	1,93
	08/04/2011	J10T3	4,99	-1,87	1,91
	07/04/2011	J10T4	6,33	-2,66	1,92
	07/04/2011	J10T5	5,09	-2,54	1,90
	07/04/2011	J10T6	5,84	-2,39	1,89
VERDE	28/02/2011	VeT1	0,36	18,85	19,71
	28/02/2011	VeT2	0,32	18,72	19,73
	09/03/2011	VeT3	0,44	17,88	19,13
	09/03/2011	VeT4	0,51	15,99	16,85
	09/03/2011	VeT5	0,48	15,87	16,67
	09/03/2011	VeT6	0,60	15,24	15,85
	09/03/2011	VeT7	0,59	14,75	15,43
	09/03/2011	VeT8	0,53	14,15	15,27
	10/03/2011	VeT9	0,50	13,95	14,89
	10/03/2011	VeT10	0,49	12,66	13,90
	10/03/2011	VeT11	0,80	8,58	10,08
	10/03/2011	VeENT11	0,05	13,19	13,49
MAGRO ARRIBA	04/04/2011	MaArT1	0,41	48,65	48,88
	04/04/2011	MaArT2	0,29	46,76	47,39
	04/04/2011	MaArT3	0,21	46,56	47,06
	04/04/2011	MaArT4	0,19	45,94	46,29
	05/04/2011	MaArT5	0,22	45,00	45,53
	05/04/2011	MaArT6	0,24	44,96	45,53
	05/04/2011	MaArT7	0,19	44,89	45,54
	05/04/2011	MaArT8	0,23	45,08	45,29
	06/04/2011	MaArT9	0,07	43,57	44,09
	06/04/2011	MaArT10	0,06	40,94	41,26

RÍO	FECHA	CÓDIGO	CAUDAL (m ³ /s)	COTA MAX. PROFUNDIDAD (m)	COTA LAMINA AGUA (m)
MAGRO ABAJO	16/03/2011	MaAbT1	0,26	9,96	10,38
	16/03/2011	MaAbT2	0,29	9,81	10,27
	16/03/2011	MaAbT3	0,29	9,78	10,19
	16/03/2011	MaAbT4	0,05	9,77	10,18
	16/03/2011	MaAbT5	0,06	9,85	10,15
	15/03/2011	MaAbT6	0,06	9,65	10,09

Tabla 9. Resultados de caudal, cota de lámina de agua y cota del punto de profundidad máxima de la sección, obtenidos durante la segunda campaña (marzo-abril 2011) de aforos en ríos

Los resultados de los aforos realizados fueron integrados posteriormente en el modelo matemático preexistente. En el apartado 8.2. se comentan las conclusiones referentes a la relación entre río y acuífero.

Perfiles ríos - Niveles piezométricos: en el Anexo 2 se recogen las figuras de los ríos Júcar, Magro y Verde donde se muestran las comparativas entre las series históricas IGME/CHJ y las distintas campañas realizadas, así como la comparativa de las piezometrías y perfiles de lámina de agua entre las distintas campañas. También están recogidas las tablas con la información utilizada para la realización de dichas comparativas. Para el caso del río Júcar, por ser el de mayor envergadura, se han obtenido además los coeficientes de ganancia y unas gráficas que representan el caudal de ganancia obtenidas a partir de los datos del SAIH durante el periodo de las campañas.

3.2.2. Aforos en acequias-canales de drenaje y ullales

Los resultados de la primera campaña de aforos en acequias-canales de drenaje y ullales quedan recogidos en la Tabla 10 y en la Tabla 11:

ACEQUIA	FECHA	CÓDIGO	CAUDAL (m ³ /s)	COTA MAX. PROFUNDIDAD (m)	COTA LAMINA AGUA (m)
FOIA	20/10/2010	FOI1	0,10	-0,06	0,28
	20/10/2010	FOI2	0,09	-0,22	0,24
	20/10/2010	FOI3	0,08	-0,52	0,25
	20/10/2010	FOI4	0,07	-0,44	0,26
ALQUERESSIA	21/10/2010	ALQ1	0,26	0,17	1,10
	21/10/2010	ALQ2	0,29	-0,15	0,67
	21/10/2010	ALQSAL2	0,08	-0,19	0,66
	21/10/2010	ALQ3	0,14	-0,26	0,67
CUBELLA	05/10/2010	CU1	0,26	1,90	2,37

ACEQUIA	FECHA	CÓDIGO	CAUDAL (m ³ /s)	COTA MAX. PRO- FUNDIDAD (m)	COTA LAMINA AGUA (m)
DRETA	01/10/2010	Dr01	0,20	2,07	2,47
	01/10/2010	Dr02	0,37	2,19	2,52
	01/10/2010	Dr03	0,42	2,22	2,57
	04/10/2010	Dr04	0,50	2,13	2,60
	04/10/2010	Dr05	0,37	2,08	2,66
	04/10/2010	Dr06	0,42	2,23	2,57
	04/10/2010	Dr07	0,41	2,26	2,68
	04/10/2010	Dr08	0,42	2,18	2,77
	04/10/2010	Dr09	0,40	2,16	2,82
	05/10/2010	Dr10	0,43	2,08	2,87
	05/10/2010	Dr11	0,40	2,53	2,97
	05/10/2010	Dr12	0,40	2,08	3,05
CLOT	25/10/2010	CLOT1	1,11	-0,99	0,90
	25/10/2010	CLOTSAL1	0,19	-0,07	0,00
	25/10/2010	CLOT2	0,73	-0,60	0,78
	25/10/2010	CLOTSAL2	0,02	0,01	0,55
	26/10/2010	CLOT3	0,66	-0,61	0,54
	26/10/2010	CLOTSAL3-1	0,05	-0,17	0,54
	26/10/2010	CLOTSAL3-2	0,02	-0,22	0,55
	26/10/2010	CLOTSAL3-3	0,03	-0,20	0,60
	25/10/2010	CLOT4	0,32	-1,01	0,59
ARBRES	08/10/2010	ARB01	0,56	-0,54	0,58
	08/10/2010	ARB02	0,58	-0,42	0,59
	08/10/2010	ARB03	0,57	-0,46	0,57
	08/10/2010	ARB04	0,71	-0,40	0,57
	07/10/2010	ARB05	0,56	-0,47	0,58
	07/10/2010	ARB06	0,58	-0,28	0,60
	07/10/2010	ARB07	0,67	-0,35	0,58
	07/10/2010	ARB08	0,69	-0,21	0,62
	07/10/2010	ARB09	0,70	-0,11	0,60
	07/10/2010	ARB10	0,56	0,06	0,66
	07/10/2010	ARB11	0,55	0,11	0,68

ACEQUIA	FECHA	CÓDIGO	CAUDAL (m ³ /s)	COTA MAX. PROFUNDIDAD (m)	COTA LAMINA AGUA (m)
NOVA	30/09/2010	N01	0,89	-0,16	0,65
	30/09/2010	N02	0,64	0,07	0,83
	30/09/2010	N03	0,69	0,94	1,61
	30/09/2010	N04	0,23	1,97	2,23
	30/09/2010	N05	0,20	2,16	2,45
	30/09/2010	N06	0,15	1,96	2,64

Tabla 10. Resultados de caudal, cota de lámina de agua y cota del punto de profundidad máxima de la sección, obtenidos durante la primera campaña (septiembre-octubre 2010) de aforos en acequias-canales de drenaje

ULLAL	FECHA	CÓDIGO	CAUDAL (m ³ /s)	COTA MAX. PROFUNDIDAD (m)	COTA LAMINA AGUA (m)
BALDOVÍ	22/10/2010	UBALD1	0,12	0,56	0,84
	22/10/2010	UBALD2	0,14	0,07	1,06
SENILLERA	01/10/2010	USe	0,17	3,96	4,46

Tabla 11. Resultados de caudal, cota de lámina de agua y cota del punto de profundidad máxima de la sección, obtenidos durante la primera campaña (septiembre-octubre 2010) de aforos en ullales

Los resultados de la segunda campaña de aforos en acequias-canales de drenaje y ullales quedan recogidos en la Tabla 12 y la Tabla 13:

ACEQUIA	FECHA	CÓDIGO	CAUDAL (m ³ /s)	COTA MAX. PROFUNDIDAD (m)	COTA LAMINA AGUA (m)
FOIA	01/03/2011	FoiT1	0,02	-0,12	0,42
	01/03/2011	FoiT2	0,05	-0,16	0,35
	01/03/2011	FoiT3	0,04	-0,31	0,35
	01/03/2011	FoiT4	0,07	-0,29	0,36
	01/03/2011	FoiT5	0,02	-0,43	0,35
	01/03/2011	FoiT6	0,08	-0,55	0,33
	01/03/2011	FoiT7	0,08	-0,47	0,34
	02/03/2011	FoiT8	0,06	-0,49	0,32
ALE	28/03/2011	AleT1	0,00	0,81	1,18
	28/03/2011	AleT2	0,01	0,15	0,68
	28/03/2011	AleT3	0,00	0,31	0,68
	28/03/2011	AleT4	0,01	0,06	0,28
BALANCI	25/03/2011	BalT1	0,01	2,05	2,18
	25/03/2011	BalT2	0,00	1,67	1,81
	25/03/2011	BalT3	0,01	1,30	1,42
	25/03/2011	BalT4	0,01	1,07	1,17
	25/03/2011	BalT5	0,01	0,86	0,98

ACEQUIA	FECHA	CÓDIGO	CAUDAL (m ³ /s)	COTA MAX. PRO- FUNDIDAD (m)	COTA LAMINA AGUA (m)
DESAIGUES	25/03/2011	DesT1	0,02	0,52	0,59
	25/03/2011	DesT2	0,02	0,11	0,43
	25/03/2011	DesT3	0,02	0,07	0,39
	25/03/2011	DesT4	0,03	-0,15	0,40
	25/03/2011	DesENT4	0,03	0,12	0,39
	25/03/2011	DesT5	0,09	-0,14	0,38
ALQUERESSIA	03/03/2011	AlqT1	0,98	-0,13	0,83
	03/03/2011	AlqSAL1	0,04	0,34	0,82
	03/03/2011	AlqT2	1,08	-0,13	0,77
	02/03/2011	AlqT3	1,08	-0,04	0,74
	03/03/2011	AlqSAL3	0,00	0,46	0,68
	02/03/2011	AlqT4	1,01	-0,04	0,63
	02/03/2011	AlqT5	0,82	0,04	0,51
	02/03/2011	AlqT6	0,76	-0,09	0,47
	02/03/2011	AlqT7	0,87	-0,29	0,45
	02/03/2011	AlqSAL7	0,01	-0,11	0,36
02/03/2011	AlqT8	0,97	-0,34	0,44	
CAMPETS	30/03/2011	CamT1	0,03	0,85	1,26
	30/03/2011	CamT2	0,04	0,78	1,25
	30/03/2011	CamT3	0,05	0,76	1,25
	03/03/2011	CamT4	0,43	-0,04	0,59
	03/03/2011	CamT5	0,39	-0,01	0,58
	08/03/2011	CamT6	0,17	0,04	0,48
	08/03/2011	CamT7	0,15	-0,03	0,45
	08/03/2011	CamT8	0,17	-0,01	0,46
	08/03/2011	CamT9	0,15	0,10	0,54
	08/03/2011	CamSAL9	0,01	0,37	0,47
	08/03/2011	CamT10	0,17	-0,05	0,47
	08/03/2011	CamT11	0,16	-0,03	0,49
08/03/2011	CamT12	0,16	-0,05	0,46	
CUBELLA	31/03/2011	CuT1	0,10	2,54	2,78
	01/04/2011	CuT2	0,10	2,48	2,73
	01/04/2011	CuENT2	0,01	2,65	2,76
	01/04/2011	CuT3	0,11	2,31	2,73
	01/04/2011	CuT4	0,10	2,22	2,71
01/04/2011	CuT5	0,09	1,87	2,70	

ACEQUIA	FECHA	CÓDIGO	CAUDAL (m ³ /s)	COTA MAX. PROFUNDIDAD (m)	COTA LAMINA AGUA (m)
SETGE PAMS	01/04/2011	SetgeT1	0,32	2,29	3,16
	01/04/2011	SetgeT2	0,37	2,60	3,09
	01/04/2011	SetgeT3	0,33	2,22	2,98
	01/04/2011	SetgeT4	0,37	2,12	2,95
	01/04/2011	SetgeT5	0,30	2,37	2,94
DRETA	31/03/2011	DreT1	0,02	4,14	4,22
	31/03/2011	DreT2	0,02	3,92	4,07
	31/03/2011	DreT3	0,02	3,83	3,98
	31/03/2011	DreT4	0,02	3,60	3,87
	31/03/2011	DreT5	0,25	3,61	3,75
	04/04/2011	DreT6	0,42	-0,40	0,49
	04/04/2011	DreT7	0,39	-0,08	0,46
	04/04/2011	DreT8	0,46	-0,60	0,48
	04/04/2011	DreT9	0,40	-0,44	0,42
	04/04/2011	DreT10	0,42	-0,55	0,43
CLOT	09/03/2011	ClotT1	1,56	-0,39	0,83
	09/03/2011	ClotT2	1,43	-0,16	0,73
	11/03/2011	ClotENT2	0,04	-0,09	0,58
	16/03/2011	ClotT3	0,57	-0,84	0,43
	17/03/2011	ClotSAL3	0,00	0,37	0,38
	17/03/2011	ClotT4	0,59	-1,78	0,41
	17/03/2011	ClotSAL4	0,00	0,26	0,34
	17/03/2011	ClotT5	0,55	-0,49	0,36
	17/03/2011	ClotT6	0,38	-0,95	0,36
	17/03/2011	ClotT7	0,60	0,36	0,40
	17/03/2011	ClotT8	0,37	-0,87	0,35
ARBRES	17/03/2011	ArbT1	0,26	-0,02	0,67
	17/03/2011	ArbT2	0,37	0,16	0,68
	21/03/2011	ArbT3	0,51	0,09	0,72
	21/03/2011	ArbT4	0,40	-0,13	0,67
	21/03/2011	ArbT5	0,45	-0,08	0,63
	21/03/2011	ArbT6	0,49	0,04	0,64
	21/03/2011	ArbT7	0,44	-0,15	0,60
	21/03/2011	ArbT8	0,47	-0,56	0,56
	21/03/2011	ArbT9	0,45	-0,27	0,56
	23/03/2011	ArbT10	0,43	-0,28	0,54
	23/03/2011	ArbT11	0,47	-0,43	0,53

ACEQUIA	FECHA	CÓDIGO	CAUDAL (m ³ /s)	COTA MAX. PROFUNDIDAD (m)	COTA LAMINA AGUA (m)
SAN LLORENÇ	11/03/2011	LlorT1	0,13	-0,86	0,27
	10/03/2011	LlorT2	0,12	-1,48	0,33
	10/03/2011	LlorT3	0,11	-0,90	0,30
	10/03/2011	LlorT4	0,12	-0,50	0,31
	10/03/2011	LlorT5	0,15	-0,51	0,31
	10/03/2011	LlorT6	0,15	-0,45	0,26
NOVA	29/03/2011	NovaT1	0,12	2,11	2,85
	29/03/2011	NovaT2	0,13	2,12	2,79
	29/03/2011	NovaENT2	0,12	2,19	2,75
	29/03/2011	NovaT3	0,20	2,00	2,76
	29/03/2011	NovaT4	0,25	1,99	2,56
	22/03/2011	NovaT5	0,19	2,02	2,31
	22/03/2011	NovaENT5-1	0,20	2,00	2,09
	22/03/2011	NovaENT5-2	0,14	1,26	1,78
	22/03/2011	NovaT6	0,37	0,83	1,70
	22/03/2011	NovaT7	0,43	0,44	1,24
	22/03/2011	NovaT8	0,34	0,16	0,86
	22/03/2011	NovaT9	0,44	0,09	0,78

Tabla 12. Resultados de caudal, cota de lámina de agua y cota del punto de profundidad máxima de la sección, obtenidos durante la segunda campaña (marzo-abril 2011) de aforos en acequias-canales de drenaje

ULLAL	FECHA	CÓDIGO	CAUDAL (m ³ /s)	COTA MAX. PROFUNDIDAD (m)	COTA LAMINA AGUA (m)
BALDOVÍ	09/03/2011	UBalT1	0,22	0,45	1,02
	09/03/2011	UBalSAL1	0,00	0,70	1,01
	09/03/2011	UBalT2	0,11	0,70	1,07
	09/03/2011	UBalT3	0,05	-0,02	0,72
SENILLERA	31/03/2011	USe	0,01	4,88	4,96
TAVERNES	15/03/2011	UTav-1-T1	0,15	-0,39	0,09
	15/03/2011	UTav-1-T2	0,09	-0,39	0,05
	15/03/2011	UTav-1-T3	0,05	-0,30	0,37
	15/03/2011	UTav-2-T1	0,07	-0,28	0,57

Tabla 13. Resultados de caudal, cota de lámina de agua y cota del punto de profundidad máxima de la sección, obtenidos durante la segunda campaña (marzo-abril 2011) de aforos en ullales

Los resultados de los aforos realizados en acequias y ullales fueron integrados posteriormente en el modelo matemático preexistente. Las conclusiones quedan recogidas de manera conjunta en el apartado 8.1. y 8.1. donde se comenta, respectivamente, la relación canales de riego-acuífero y el funcionamiento de los ullales-manantiales.

4. ESTIMACIÓN DE LA INFILTRACIÓN EN ARROZALES

Como trabajo complementario, se ha llevado a cabo la estimación de la infiltración en la zona de cultivos de arroz correspondiente a la masa de agua subterránea 080.142 Plana de Valencia Sur, para lo que se seleccionaron y estudiaron cuatro parcelas (Figura 11) durante el periodo de cultivo desde finales de mayo, coincidiendo con la inundación de los campos, hasta finales de septiembre, momento en el que tiene lugar la recogida del grano. En dicho periodo se observó la oscilación del nivel del agua de riego en cada uno de las parcelas y se estimó la infiltración a partir de los datos de evaporación, precipitación y volumen almacenado. Una vez estimada la infiltración en cada parcela, se extrapolaron los resultados a toda la zona de cultivo de arrozales comprendida en esta masa de agua subterránea.

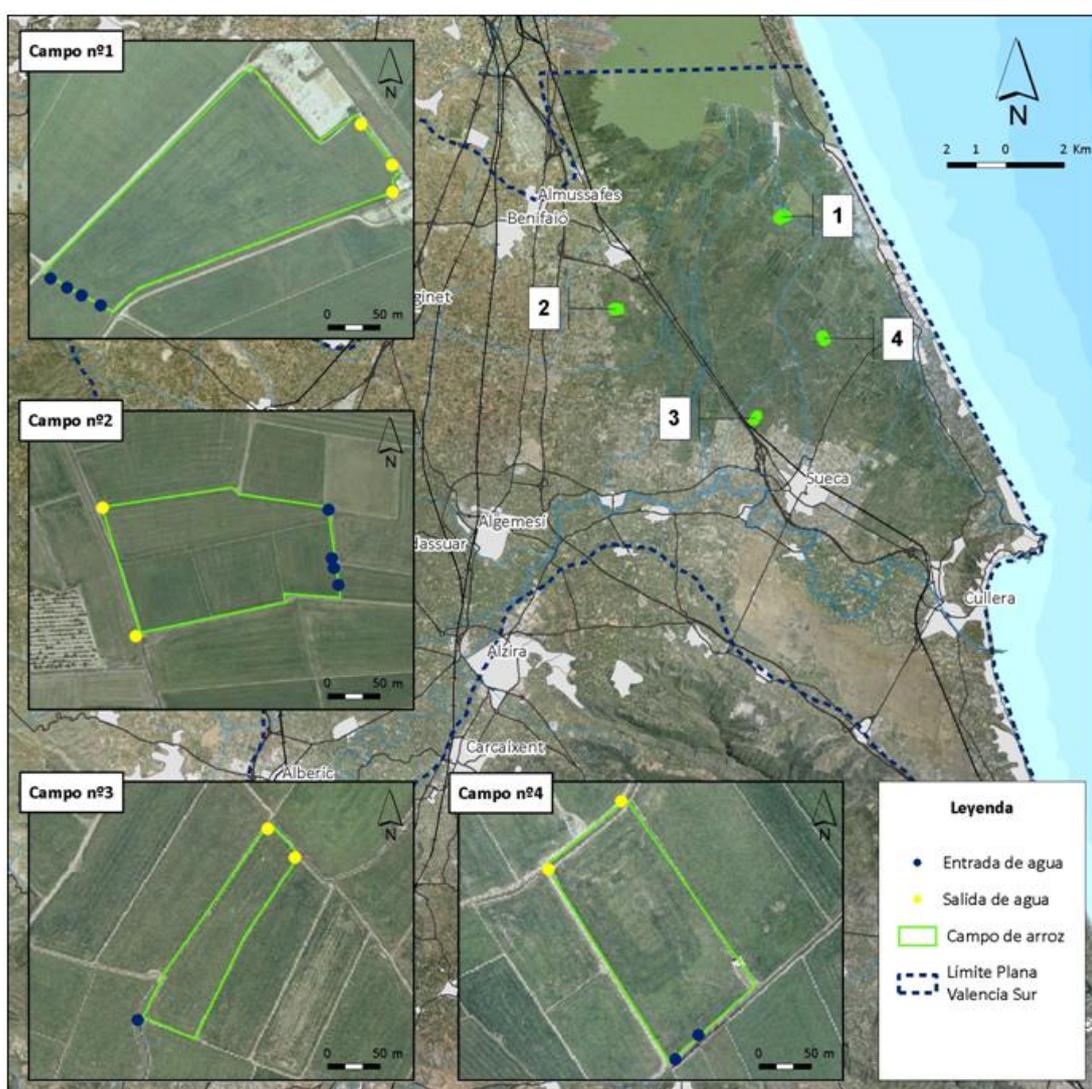


Figura 11. Ubicación de las cuatro parcelas de cultivo de arroz estudiadas situadas dentro de la masa de agua subterránea 080.142 Plana de Valencia Sur. En cada parcela quedan representados los puntos de entrada y salida del agua de riego

4.1. METODOLOGÍA

La ubicación de cada una de las parcelas queda recogida, como ya se ha indicado, en la Figura 11. En ellas se midió, durante todo el periodo de cultivo del arroz de la temporada 2011, el nivel del agua y los caudales de entrada y salida.

4.1.1. Descripción del área de estudio

PARCELA 1: Es la más septentrional y queda ubicada próxima a la costa. Su superficie es de 3,4 ha. La parcela presenta cuatro entradas de agua desde acequia y tres salidas también dirigidas hacia acequia. Todos los aforos, tanto de las entradas como de las salidas, son hormigonados y rectangulares, siendo de calidad excelente. Durante el periodo de cultivo del arroz no se apreció pérdida alguna de agua por ningún lateral de la parcela (Figura 12).



Figura 12. Parcela 1: En la imagen de la izquierda se aprecia la acequia a partir de la cual entra agua en la parcela. La imagen de la derecha es una vista general de toda la parcela

PARCELA 2: Perteneciente al municipio de Sollana y ubicado en la zona occidental, está más alejada de la costa y tiene una superficie de 2,3 ha. Presenta cuatro entradas de agua proveniente de otra parcela y dos salidas hacia acequia. La calidad de los aforos de entrada es buena (huecos hechos en la misma tierra de cultivo) y de los aforos de salida excelentes (hormigonadas con forma rectangular); ver Figura 13.



Figura 13. Vista general de la parcela 2. En la imagen de la derecha puede verse la acequia a la cual van a parar las salidas de agua de la parcela

La separación entre la parcela de estudio y la parcela donadora de agua estaba formada por un pequeño muro de ladrillos. Dicho muro estaba derruido en parte, no pudiendo llegar a cuantificar la entrada que se producía por esta zona (Figura 14). Se decide aumentar en un 20% el volumen de entrada de agua medido en campo. Cabe destacar que, desde el inicio del periodo de cultivo, la parcela contaba con la presencia de cangrejo rojo americano. Pese a ello, no se observaron a simple vista pérdidas considerables de agua por huecos y/o agujeros creados por dicho crustáceo invasor.



Figura 14. Detalles de la parcela 2. En la imagen de la izquierda puede observarse como parte del muro de separación entre la parcela donadora de agua y la parcela objeto de estudio esta derruido. La imagen de la derecha muestra una de las entradas de agua a la parcela

PARCELA 3: Ubicada al sur, la parcela 3 es el punto más alejado del lago y de la costa. De los cuatro es el de menor dimensión, con una superficie de 1 ha. Presenta una única entrada con una mala calidad de aforo, ya que ésta consiste en una trampilla bajada por donde el agua, proveniente de la acequia, pasa tanto por encima como por debajo, produciéndose una recirculación a la entrada y sobreestimando el volumen (Figura 15 y Figura 16). Por ello se decidió reducir un 20% todos los volúmenes de entrada medidos. En cuanto a las salidas presenta dos con una excelente calidad de aforo ya que son rectangulares y hormigonadas. El agua de salida va a parar a una acequia.



Figura 15. Parcela 3. En la imagen de la izquierda está enfocada hacia la única entrada que hay en la parcela, donde el agua provenía de la acequia. En la imagen de la derecha hay una vista general junto con la acequia que linda con uno de sus laterales



Figura 16. Detalle de la única entrada de agua de la parcela 3. La imagen de la derecha muestra la entrada sin agua (izquierda) y con agua (derecha). Puede apreciarse una clara recirculación producida porque la trampilla de entrada está cerrada y por los ladrillos colocados justo a la entrada

Durante algunos días de muestreo en que la parcela estaba sin agua, pudo observarse como el tramo presentaba en el lateral, que lo separaba de la acequia, huecos por donde el agua percolaba hacia ésta (Figura 17). Dichas huecos fueron generados por el cangrejo americano y la cuantificación exacta de estas pérdidas se hace inviable, por lo que se tomó la decisión de aumentar el caudal de salida medido en un 50%.



Figura 17. Detalle de dos ejemplos claros de pérdidas incontroladas en la parcela 3

PARCELA 4: Ubicada en la parte SE de la zona de cultivos de arrozales y con una superficie de 2,3 ha (Figura 18), presenta dos entradas de agua desde acequia y dos salidas hacia otra acequia ubicada en el extremo opuesto. Ambas entradas son rectangulares y hormigonadas, presentando una calidad de aforo excelente. Las salidas son a través de un tubo de pvc y la calidad de aforo es buena. Durante el periodo de cultivo del arroz no se apreció pérdida alguna de agua por ningún lateral de la parcela.



Figura 18. Vista general del parcela 4

Los parámetros necesarios para conocer el balance hídrico en las cuatro parcelas fueron obtenidos mediante trabajos de campo y a través de otras fuentes ya existentes.

4.1.2. Toma de datos en campo

Dentro de cada una de las parcelas se colocaron cada semana, durante los meses comprendidos entre mayo y septiembre (coincidiendo con periodo de cultivo del arroz), un par de cilindros graduados tanto en su interior como en su exterior (Figura 19). Dichos cilindros fueron clavados de manera manual en la tierra (Figura 20), con el objetivo de que el caudal circulante de la parcela no afectara al interior del mismo. Al cabo de 24h, los cilindros eran retirados tras anotar nivel de agua fuera y dentro del mismo, tanto al ponerlos como al retirarlos. El dato que posteriormente se utilizó para los cálculos, fue la diferencia de nivel en el periodo comprendido entre puesta y retirada, es decir, un día. Dicho valor se consideró negativo cuando el día de la retirada del cilindro el nivel era inferior al de la puesta.

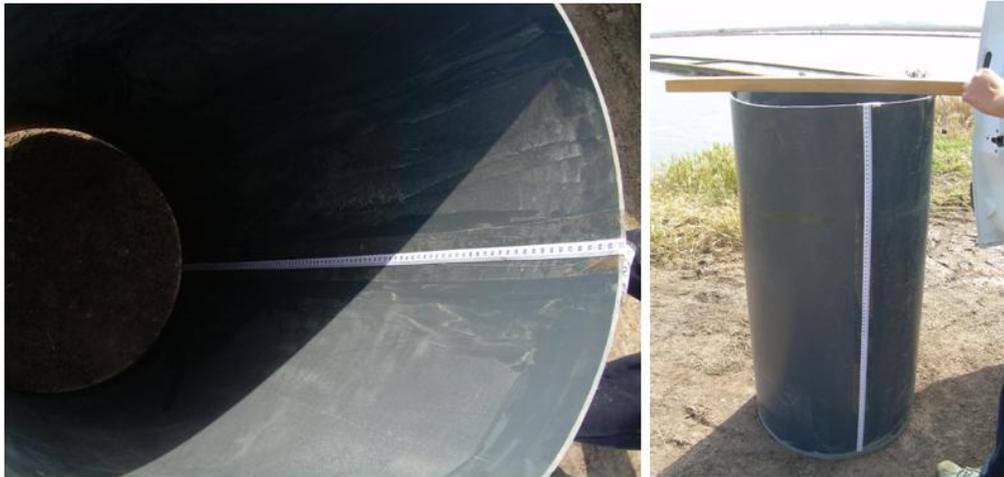
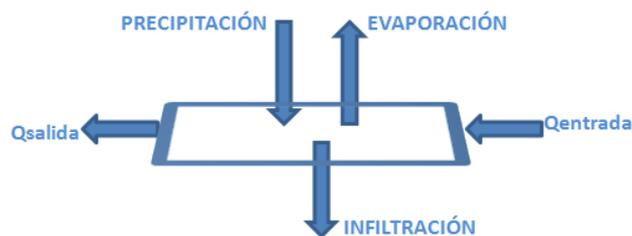


Figura 19. Cilindros utilizados nivelados tanto en su interior como exterior

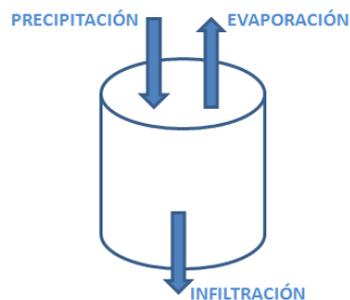


Figura 20. Ejemplos de colocación de los cilindros

- Fuera del tubo: se obtiene la oscilación de nivel correspondiente a la superficie de la parcela de cultivo a lo largo de un día. La oscilación en este caso estaría producida por los parámetros precipitación, evapotranspiración, infiltración y volumen almacenado calculado a partir de los caudales de entrada y salida del día de puesta y de retirada de los cilindros.



- Dentro del tubo: se obtiene la oscilación de nivel a lo largo de un día. La oscilación estaría producida por los parámetros precipitación, evapotranspiración e infiltración. En este caso, no se considera el volumen acumulado, calculado a partir de los caudales de entrada y salida del día de puesta, y de retirada de los cilindros, ya que el volumen acumulado permanece constante por no producirse ni entrada ni salida de caudal dentro del tubo.



El volumen almacenado en un día para cada parcela se estimó mediante la diferencia entre el volumen de entrada y el de salida en ese día. Estos caudales se calcularon a partir de los aforos realizados en cada una de las entradas y salidas de todas las parcelas (Figura 21).



Figura 21. Medición de secciones y velocidades mediante molinete de hélice en entradas y salidas para calcular posteriormente los caudales de entrada y salida

También se midieron ciertas propiedades físico-químicas a la entrada y salida de cada parcela, tanto el día de puesta como el de retirada de los cilindros. Dichas propiedades fueron tomadas con una sonda multiparamétrica YSI. Los parámetros medidos in situ fueron T^a , conductividad, pH y oxígeno disuelto.

4.1.3. Otros datos de partida

Otros datos necesarios para la estimación del parámetro infiltración son:

- a) Área de cada uno de las parcelas de arroz y de los cilindros de ensayo.
- b) Datos agroclimáticos diarios de la estación de Polinyà del Xúquer. evapotranspiración (ETo) y precipitación (P).
- c) Coeficiente de cultivo de arroz (K_c) establecido por la FAO durante este periodo. Este valor es un coeficiente de ajuste que permite estimar la evapotranspiración real (ETr). Dicho coeficiente dependen fundamentalmente de las características propias de cada cultivo, en este caso el arroz, de su estado de desarrollo y de sus etapas fenológicas. Por ello es un valor variable a lo largo del tiempo. También depende de las características del suelo y su humedad, así como de las prácticas agrícolas y del riego.

4.1.4. Balance hídrico y obtención de la infiltración

Para la estimación del valor de la infiltración que tiene lugar, en un tiempo dado, en una parcela inundada ensayada (valor equivalente al volumen implicado en la diferencia de niveles registrados en esa misma parcela y en ese mismo tiempo dado), se plantea la sustracción entre las entradas de recursos hídricos en la parcela (precipitación, agua de riego entrante y retorno de aguas infiltradas en parcelas adyacentes) y las salidas de recursos de la misma (evaporación, agua de riego saliente y pérdidas, positivas o negativas, a través de los límites de los campos); ver Figura 22

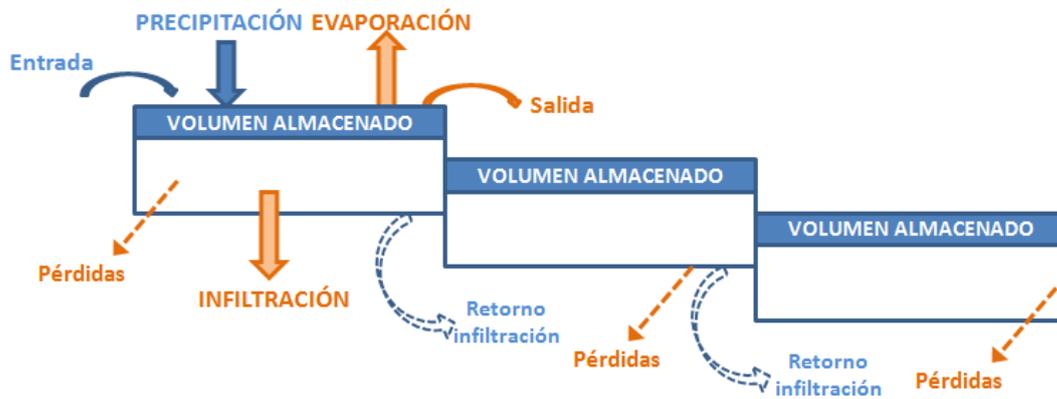


Figura 22. Esquema conceptual de todos los parámetros que intervienen en la oscilación de nivel de agua

Una vez estimada la infiltración en cada parcela, se extrapola dicho valor al resto de arrozales englobados dentro de la masa de agua subterránea 080.142 Plana de Valencia Sur. Para ello se establecen cuatro áreas (Figura 23), dentro de las cuales queda comprendida cada una de las parcelas de estudio. La división de estas cuatro áreas se realizó en función de:

- d) La superficie piezométrica: por encima o debajo de los 0 m s.n.m.
- e) La elevación de la superficie del terreno: por encima o debajo de los 1,5 m s.n.m.

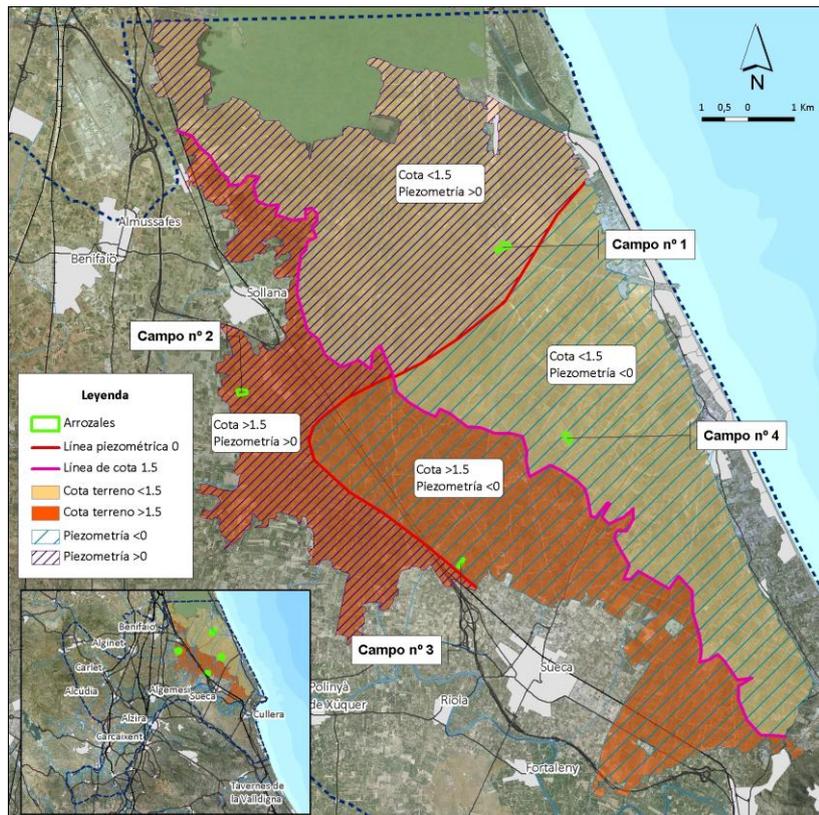


Figura 23. Áreas en las que queda dividida toda la superficie de arrozales comprendida en la masa de agua subterránea 080.142 Plana de Valencia Sur. Los valores de infiltración obtenidos en cada parcela de estudio son extrapolados a dichas áreas

4.2. RESULTADOS Y CONCLUSIONES DE LOS ENSAYOS

Los resultados de infiltración obtenidos para cada una de las parcelas quedan especificados en la Tabla 14.

	Superficie	Infiltración		Retorno infiltración		Infiltración neta	
	ha	m ³ /ha/día	hm ³ /periodo arroz	m ³ /ha/día	hm ³ /periodo arroz	m ³ /ha/día	hm ³ /periodo arroz
Parcela 1	3.44	110.19	0.04	-2.83	0.00	107.36	0.04
Parcela 2	2.29	109.14	0.02	-114.73	-0.03	-5.59	0.00
Parcela 3	1.00	249.16	0.02	-153.80	-0.02	95.37	0.01
Parcela 4	2.34	144.67	0.03	0.00	0.00	144.67	0.03

Tabla 14. Resultados del parámetro infiltración, el retorno de infiltración y la infiltración neta para cada una de la parcelas, en m³/ha/día y en hm³/periodo de cultivo de arroz (3 meses aprox.)

En la Tabla 14 puede apreciarse como la parcela 4 es la que presenta una mayor infiltración neta, mientras que la parcela 2 destaca por presentar un valor de infiltración neta negativo al presentar unos valores de retorno de infiltración elevados. Cabe destacar también que la parcela 3 es la que presenta un mayor valor tanto de infiltración como de retorno de de la misma, por lo que la infiltración neta se ve reducida considerablemente.

Los resultados de infiltración extrapolados a toda el área de cultivo de arroz comprendida dentro de la masa de agua subterránea (Figura 23) quedan recogidos en la Tabla 15.

	Superficie asignada			Infiltración		Retorno Infiltración		Infiltración neta	
	Topo (m)	Piezom (m)	Supef (ha)	m ³ /ha/día	hm ³ /periodo arroz	m ³ /ha/día	hm ³ /periodo arroz	m ³ /ha/día	hm ³ /periodo arroz
Área 1	>1.5	>0	3307.34	107.11	35.07	-6.52	-2.13	100.59	32.94
Área 2	<1.5	>0	1751.06	110.84	19.22	-82.13	-14.24	28.72	4.98
Área 3	>1.5	<0	2686.65	198.56	52.81	-130.02	-34.58	68.54	18.23
Área 4	<1.5	<0	3407.22	144.39	48.71	-5.88	-1.98	138.51	46.72

Tabla 15. Resultados de los parámetros infiltración, retorno de infiltración e infiltración neta para cada una de las áreas en las que se han extrapolado los valores obtenidos en cada parcela, en m³/ha/día y en hm³/periodo de cultivo de arroz (3 meses aprox.)

Los valores extremos de infiltración hacia el acuífero a través del suelo dedicado al cultivo del arroz en el periodo de riego de cada año hidrológico oscila entre 101 hm³/año en 1997 y 32 hm³/año en 1995, con un valor de mediana (parámetro estadístico que discrimina mejor que la media aritmética la influencia de los valores extremos) de 80 hm³/año, semejante a la deducida a partir de la utilización de los cuatro anillos de infiltración.

Dichos valores concuerdan con los obtenidos por el IGME en el proyecto de “Uso sostenible de las masas de agua subterránea en épocas de sequía. Aplicación a la cuenca baja del río Júcar” en su tomo “Cálculo de la infiltración y escorrentía superficial”. En la memoria se describe la metodología de trabajo seguida para la evaluación de la infiltración en el ámbito territorial de la MASub Plana de Valencia Sur, así como los resultados obtenidos.

Esta metodología se aplica inicialmente sobre los polígonos de uso del suelo delimitados en el mapa digital de “Cultivos y Aprovechamientos del Suelo” elaborado por el MARM. En una segunda fase, se aplica a nivel de cultivos únicos, teniendo en cuenta aspectos e informaciones tales como:

Delimitación de CCRR, UDAs y Zonas de Riego implicadas. Evaluación de las aguas superficiales derivadas hacia las mismas, bombeos y salidas superficiales hacia La Albufera, mar o cauces fluviales.

- Datos meteorológicos de estaciones pertenecientes tanto a la AEMET como al IVIA (especialmente precipitaciones y temperaturas).
- Parámetros tales como ETo, Kc, ETP, ETR, dosis de riego, humedad en el suelo, excedentes, etc.
- Un modelo numérico de cálculo.
- Obtención de los correspondientes balances hídricos diarios en el suelo por cultivo y en los que se incluye la evaluación de términos tales como la escorrentía superficial y la infiltración hacia el acuífero.

De esta manera, la metodología comentada implica la elaboración de una base de datos que proporcione, entre otras estimaciones, el valor diario de la infiltración a través del suelo dedicado a cada uno de los cultivos presentes en la zona (en este caso el arroz) en el periodo octubre de 1990-septiembre de 2008 (18 años). Una consulta en dicha tabla permite conocer el valor mensual de la infiltración para cada año hidrológico y, más concretamente, la suma de las infiltraciones producidas en los meses de riego comprendidos entre mayo y septiembre, también de cada año hidrológico.

5. CARACTERIZACIÓN HIDROGEOLÓGICA

Se ha realizado en base a una serie de estudios previos que se relacionan a continuación y se describen con mayor detalle en el presente capítulo.

- Identificación de las formaciones permeables del acuífero.
- Definición de la geometría del acuífero a partir del estudio geofísico.
- Determinación de la superficie piezométrica durante las campañas realizadas
- Grado de permeabilidad de los diferentes tramos de los lechos de los ríos.
- Sentido del intercambio hídrico entre el acuífero y los diferentes tramos de cursos fluviales y evaluación de dicho intercambio.

5.1. IDENTIFICACIÓN DE LAS FORMACIONES PERMEABLES

A partir de los trabajos de caracterización de las formaciones geológicas y de los datos obtenidos de la tomografía eléctrica realizada en este proyecto, se pueden establecer 4 formaciones de distinto comportamiento en cuanto a su permeabilidad se refiere:

Formación Permeable Cuaternaria: Aparece en toda la extensión de la MASub, y se trata de la formación más importante del acuífero. Su espesor es mayor en el eje N-S, desde Villanueva de Castellón hasta Benifaió, y decrece hacia el E y O. Está constituida por limos, arenas, gravas y conglomerados más o menos cementados dispuestos arbitrariamente, en forma de lentejones de escasa continuidad lateral, lo cual imposibilita su diferenciación en tramos con las técnicas actualmente aplicadas. La naturaleza muy permeable de los materiales, se manifiesta cerca de los cauces de los ríos Júcar, Albaida y Sellent y en la zona SO, haciéndose sensiblemente menos permeable hacia el E, el NE y lejos de los mencionados ríos.

Formación Permeable Terciaria: Se trata de una formación que aparece en casi toda la masa de agua subterránea, aumentando su espesor hacia el E y el N, coincidiendo con el graben de Sollana-Sueca. Está constituida por areniscas, conglomerados y calizas lacustres, identificadas éstas últimas en los alrededores de la Albufera por la tomografía eléctrica realizada. La permeabilidad es menor que la del anterior conjunto, disminuyendo desde el centro del acuífero hacia el E, O y N.

Formación de Muy Baja Permeabilidad Terciaria: Aparece fundamentalmente en la parte oriental de la masa de agua subterránea, donde se dispone suprayacente al mesozoico y desarrolla importantes espesores de más de 300 m. Es de carácter muy poco permeable y naturaleza margoso-arcillosa.

Formación Mesozoica: Se trata del sustrato del acuífero. Está constituida, en su mayor parte, por formaciones carbonatadas del Cretácico Superior, y por formaciones arcillosas impermeables del Keuper (Trías) de carácter, extrusivo que condicionan el funcionamiento hidráulico del acuífero.

En resumen existe un acuífero formado por tres conjuntos permeables (capas), con una formación de muy baja permeabilidad, y mayor continuidad y espesor en la mitad oriental del acuífero, intercalada entre el segundo y cuarto conjunto permeable.

Por último, se concluye que la tomografía eléctrica aplicada en este proyecto, pone de manifiesto la presencia de una fuerte heterometría en el acuífero, con materiales de escasa continuidad lateral, disposición típica de los sedimentos en las planas aluviales.

5.2. PROSPECCIÓN GEOFÍSICA

Durante los meses de octubre y noviembre de 2012, se realizaron 5 perfiles de tomografía eléctrica, divididos en 11 tramos, situados en torno al lago de La Albufera y a lo largo del río Júcar, con un total de 38,1 km de longitud, habiéndose utilizado el dispositivo Wenner con 15 m de espaciado interelectrónico. La interpretación geológica de dichos perfiles se ha realizado en base a los datos de resistividades obtenidos en los mismos, los mapas geológicos MAGNA de la zona, las columnas litológicas de sondeos cercanos y los mapas y cortes geológicos realizados en el anterior proyecto de "Uso sostenible de las masas de agua subterránea en épocas de sequía. Aplicación a la cuenca baja del río Júcar".

En los perfiles de tomografía, los colores anaranjados y rojos (40-160 ohm-m) representan litologías de alta resistividad que suelen corresponder con calizas, areniscas o gravas. En contraposición, colores verdosos y azul oscuros (10-1,6 ohm-m) corresponden con alta conductividad, representada por litologías de grano fino, tales como arcillas, margas o limos. Esta correspondencia puede variar según el contenido y salinidad del agua presente en las formaciones.

En los casos en los que el perfil de tomografía eléctrica, o los sondeos mecánicos, no resultaban suficientes para establecer la profundidad de las formaciones, se han tomado referencias a partir de los mapas de isoprofundidad e isopacas del proyecto antes mencionado.

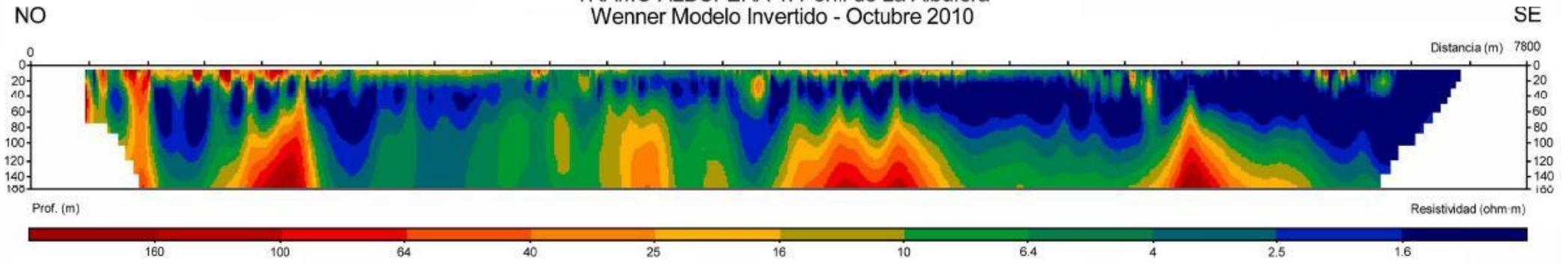
TRAMO ALBUFERA 1 (Perfil Albufera)

Localizado al S de La Albufera, con dirección aproximada NO-SE. Las zonas de alta resistividad (colores rojos y amarillos) se interpretan como litologías similares a calizas arenosas y areniscas del Terciario, de posible edad Helvetiense-Tortonense según el MAGNA. Los límites de éstas son, en ocasiones, bruscos y se representan mediante contactos mecánicos. La profundidad a la que aparecen los primeros niveles resistivos se sitúa en todos los casos próxima a 60 m.

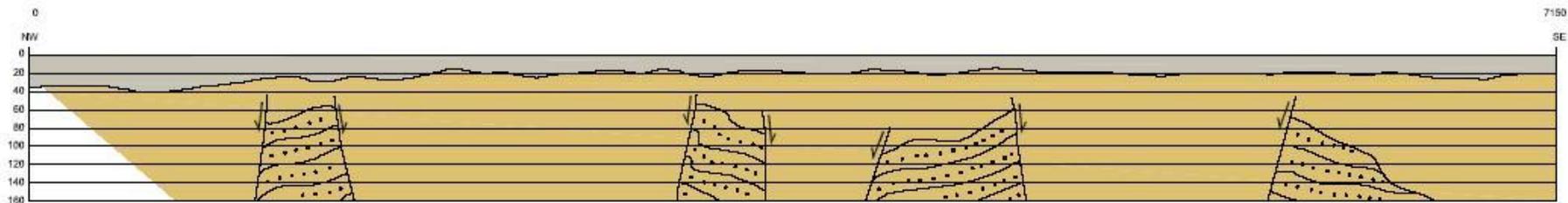
El resto del perfil, salvo la zona más superficial, aparece en la tomografía con color azul oscuro que equivalen a litologías conductoras. Esta zona se interpreta como un terciario permeable indiferenciado (formado principalmente por limos, y algunas arenas y gravas) que podría estar saturado de agua.

La parte superficial del perfil geofísico se interpreta como un nivel de sedimentos cuaternarios indiferenciados (limos, arenas y gravas) que disminuyen de espesor de NO a SE, desde 40 m a 20 m. En algunos puntos aparecen niveles ligeramente resistivos que se pueden relacionar con zonas de mayor proporción en gravas o arenas, correspondiente con antiguos canales, que no se han representado por su escasa entidad (ver Figura 24 y Anexo 2.1).

TRAMO ALBUFERA 1. Perfil de La Albufera
Wenner Modelo Invertido - Octubre 2010



ALBUFERA 1



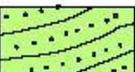
-  CUATERNARIO INDIFERENCIADO (LIMOS, ARENAS, GRAVAS)
-  TERCIARIO PERMEABLE INDIFERENCIADO
-  CALIZAS ARENOSAS Y ARENISCAS TERCARIAS

Figura 24. TRAMO ALBUFERA 1 y su correspondiente interpretación geológica

TRAMO ALBUFERA 2 (Perfil Albufera)

Realizado al O de la Albufera, con dirección N-S. En este perfil abundan las zonas con alta resistividad, que se extienden, en algunos casos, hasta casi la superficie. Existen tres bloques bien diferenciados. Al sur, un gran bloque resistivo que aparece a 20 m de profundidad y de 1.200 m de longitud; en medio un bloque central a partir de 40 m de profundidad; por último, al norte, otro bloque de similares características que el anterior. Los tres casos se pueden interpretar como calizas arenosas y areniscas del Terciario (Helvetiense-Tortonense), con algunos contactos bruscos representados a través de fallas normales.

Existen dos zonas claramente conductoras en los extremos del perfil, que pueden ser corresponder a materiales impermeables margosos o arcillosos del Terciario.

El resto del perfil, salvo los 20-30 m superficiales, está constituido por materiales de resistividad media, asociados a sedimentos permeables indiferenciados del Terciario, en los que se intercalan zonas más conductoras (verde claro) que representan áreas con predominio granulometría fina (limos o arcillas) o distinto contenido en agua.

Por último, aparece un horizonte cuaternario de 20 m de espesor, constituido por sedimentos indiferenciados, pero en el que parece predominar arenas y gravas, debido a la mayor presencia de altas resistividades en la zona más superficial (ver Figura 25 y Anexo 2.1).

TRAMO CULLERA 1 (Perfil Cullera)

Perfil realizado al O de la localidad de Cullera, a lo largo del tramo final del río Júcar y con una dirección NO-SE. A mitad del perfil aparece un tramo central de 300 m de longitud, muy bien diferenciado, de alta resistividad que se puede asociar a materiales carbonatados del Cretácico, que, a juzgar por los afloramientos cercanos de la montaña de Cullera, probablemente correspondería a dolomías del Cenomaniense-Turonense pasando hacia la base a calizas margosas del Malm (Jurásico). A ambos lados, el contacto con los materiales conductores es brusco, representándose con dos fallas normales que hacen del conjunto una estructura tipo horts.

En los extremos del perfil los materiales conductores (azul y verde) aparecen de forma muy homogénea, pudiendo representar margas y arcillas de edad Terciario.

A todo lo largo del perfil existe un recubrimiento de materiales detríticos cuaternarios compuestos por gravas, arenas y limos. Las gravas se hacen más abundantes hacia el NO, reflejándose mediante picos de resistividad, pudiéndose asociar a paleocanales y antiguos meandros del cercano cauce del Júcar. El recubrimiento no sobrepasa los 30 m, si bien parece existir un paso gradual de resistividad entre estas facies y las margas y arcillas terciarias, probablemente inducido por la similitud resistiva entre ambas litologías. Por otro lado, en la vertical de las calizas cretácicas no existe diferencia de resistividades entre éstas y los materiales cuaternarios, debido, en gran parte, a la cercanía de las calizas a la superficie y a la similitud en los valores de resistividad de ambas litologías (ver Figura 26 y Anexo 2.1).

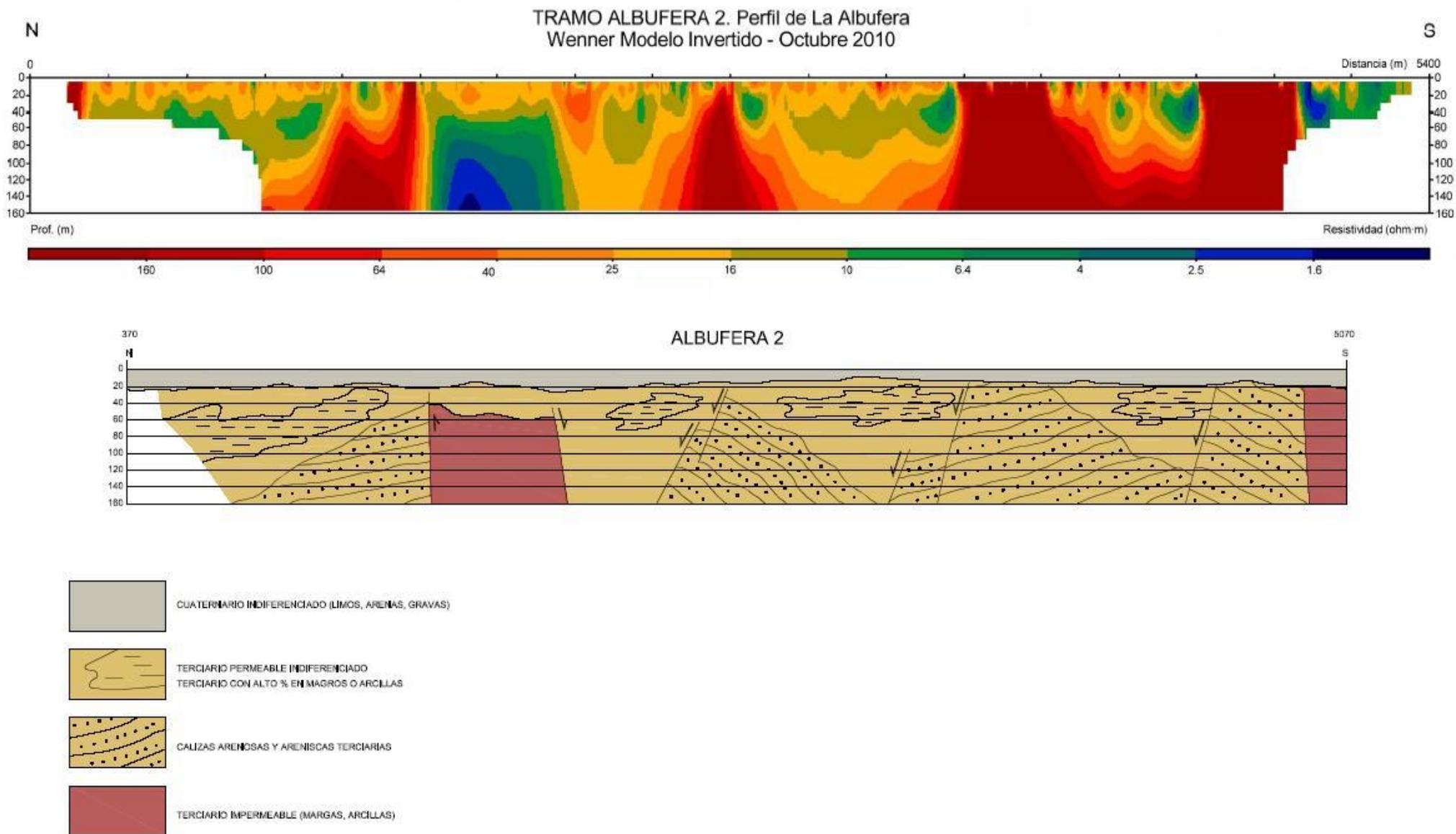


Figura 25. TRAMO ALBUFERA 2 y su correspondiente interpretación geológica

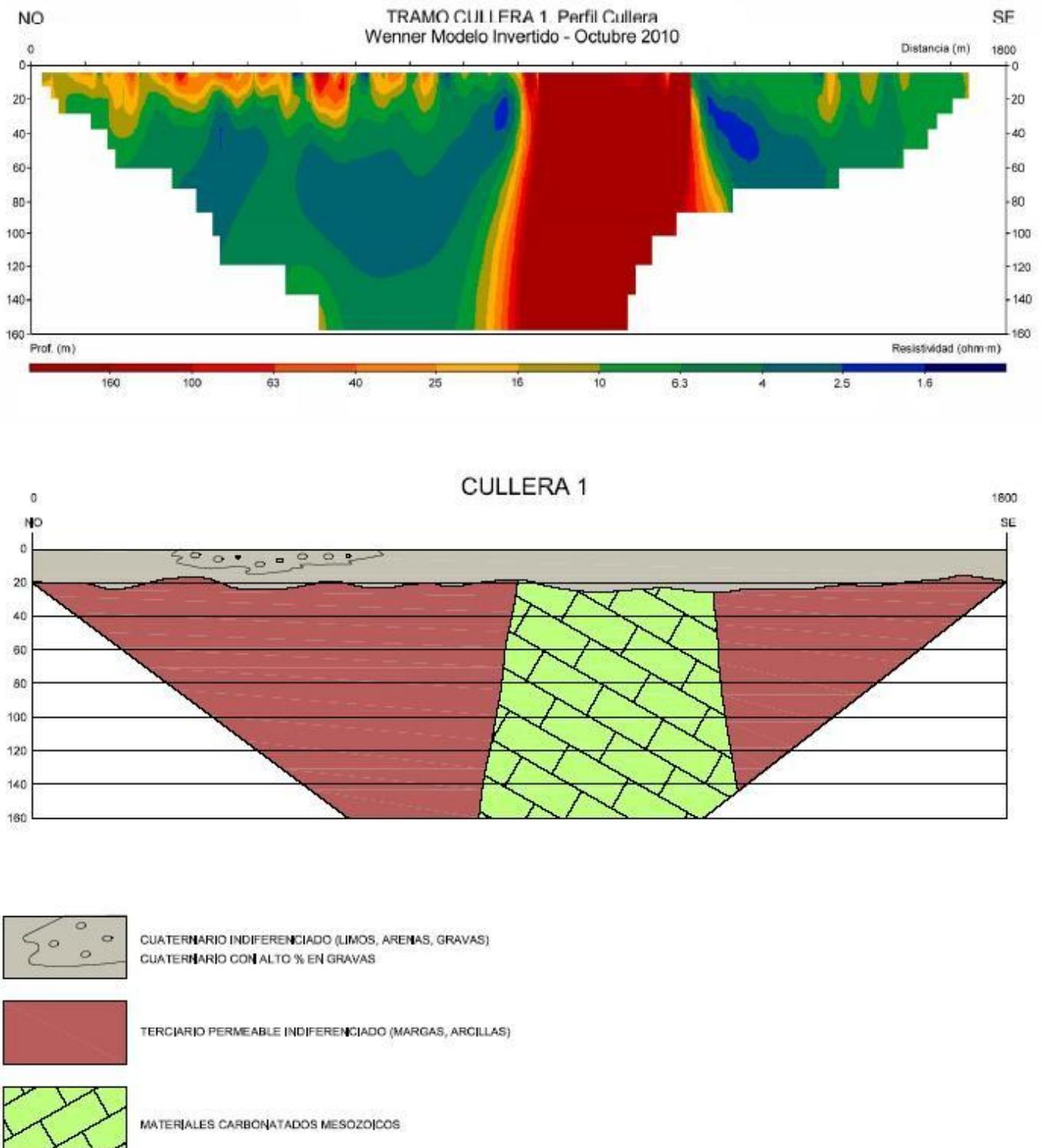


Figura 26. TRAMO CULLERA 1 y su correspondiente interpretación geológica

TRAMO CULLERA 2 (Perfil Cullera)

Realizado a continuación del tramo Cullera 1, siguiendo el margen derecho del Júcar, con dirección SO-NE. Aparecen dos zonas de alta resistividad claramente diferenciadas, la primera, en el centro del perfil, corresponde a rocas carbonatadas, probablemente dolomías cretácicas del Cenomaniense-Turoniense. Este relieve podría corresponder al mismo identificado en el anterior tramo, pero más profundo, en torno a 50 m.

La segunda zona resistiva, ubicada en el último tercio del perfil presentado, parece solaparse con las dolomías, pero la profundidad de detección no llega a discriminar este hecho. Por la situación del perfil y la morfología de la zona resistiva, que parece amortiguarse en profundidad, se puede decir que corresponde con gravas y arenas de antiguos canales y meandros del Júcar. Además debido a la exageración de la escala vertical podrían confundirse como continuación de las dolomías cretácicas. La profundidad que alcanza este paleocanal es de 70 m.

Entre las dolomías y el paleocanal, así como en el resto del perfil, existe una zona lo suficientemente conductora como para asignarle litología de margas o arcillas impermeables del Terciario.

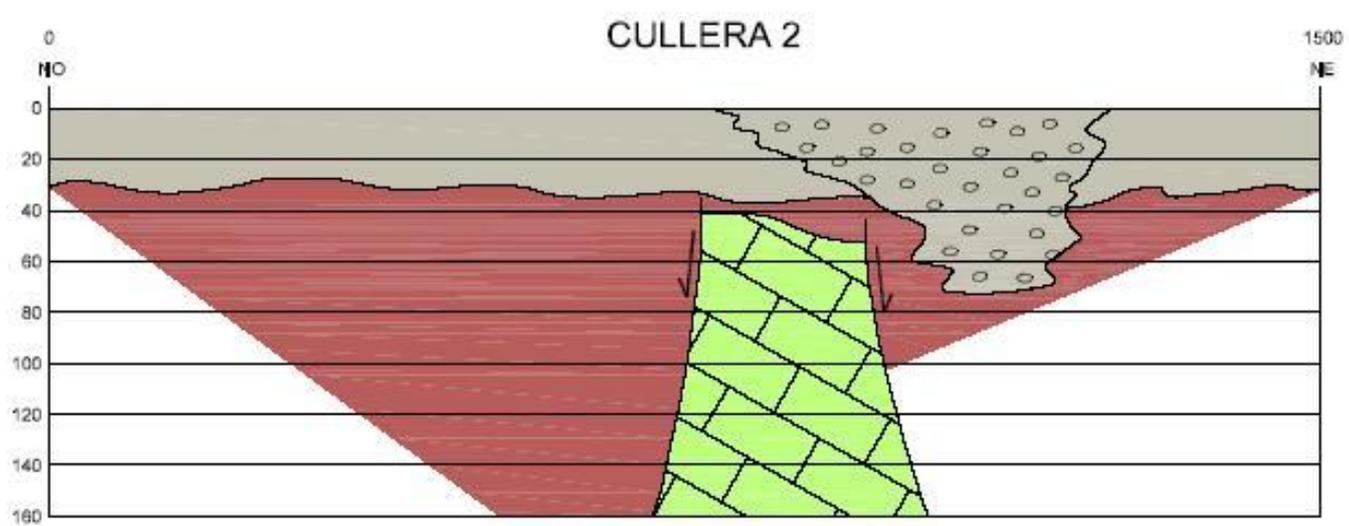
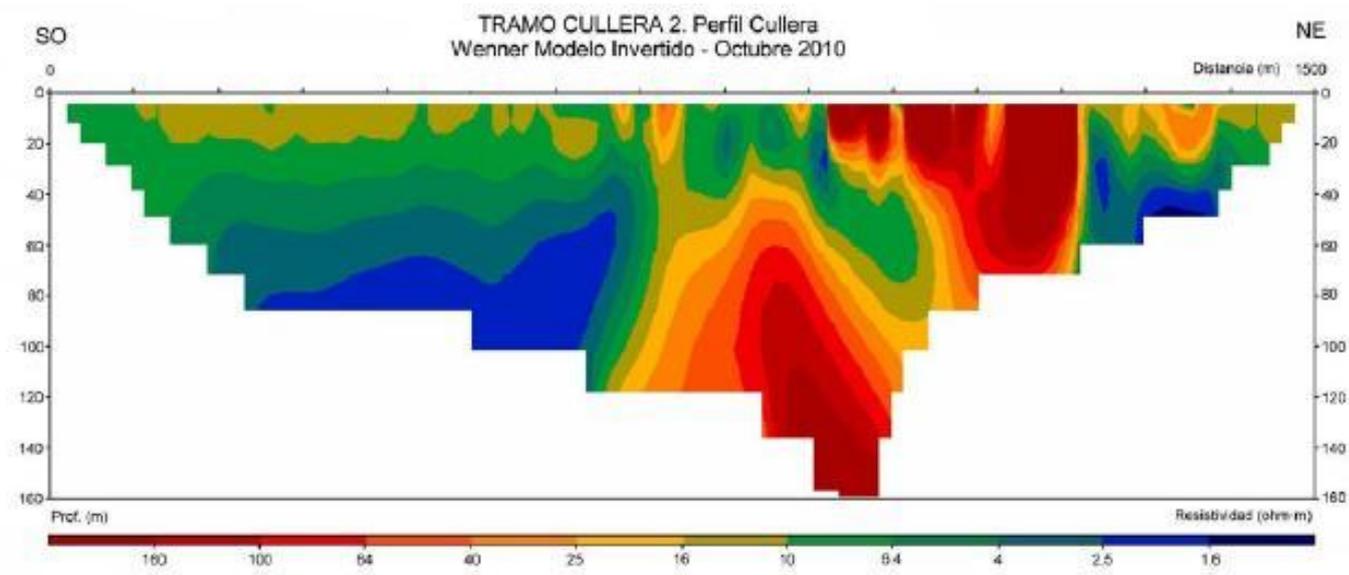
El resto de la parte superficial del perfil se completa con sedimentos cuaternarios indiferenciados (limos, arenas y gravas) más conductores hacia el SO hasta aproximadamente 30 m de profundidad (ver Figura 27 y Anexo 2.1).

TRAMO CULLERA 3 (Perfil Cullera)

Este perfil se sitúa a continuación del anterior, a lo largo de uno de los últimos meandros del Júcar antes de su paso por Cullera. La dirección es O-NE. Aparece de nuevo una alta resistividad poco después de la mitad del perfil, que se puede relacionar con un bloque de calizas-dolomías cretácicas, posiblemente del Cenomaniense-Turoniense, que finalizan aproximadamente a 70 m de la superficie. Es posible que este relieve tenga una forma alomada o escalonada hacia ambos lados. Hacia el O, en el comienzo del perfil, otro máximo de resistividad indicaría la presencia de materiales carbonatados cretácicos, aunque no se puede confirmar totalmente este hecho.

Hacia el oeste, el aumento paulatino de la resistividad, junto con los datos de isoprofundidad de anteriores estudios, permite trazar un nivel de materiales terciarios permeables que desaparecen hacia el NE. El resto del perfil, hasta 40-70 m antes de la superficie, lo ocupan valores de baja resistividad (verdes y azules) que se pueden interpretar como margas y arcillas terciarias impermeables.

El relleno superficial lo ocupan sedimentos cuaternarios indiferenciados con alta proporción de gravas y arenas, de ahí su resistividad media-alta en la mayor parte del trazado. La profundidad se sitúa en torno a 30-40 m de la superficie. Además, se puede intuir áreas con mayor proporción de gravas, relacionadas con antiguos canales del río Júcar (rojo más intenso), pero la propia representación entrecortada de los resultados de la tomografía puede inducir, en este caso, a confusión (ver Figura 28 y Anexo 2.1).



- 
CUATERNARIO INDIFERENCIADO (LIMOS, ARENAS, GRAVAS)
CUATERNARIO CON ALTO % EN GRAVAS
- 
TERCIARIO PERMEABLE INDIFERENCIADO (MARGAS, ARCILLAS)
- 
MATERIALES CARBONATADOS MESOZOICOS

Figura 27. TRAMO CULLERA 2 y su correspondiente interpretación geológica

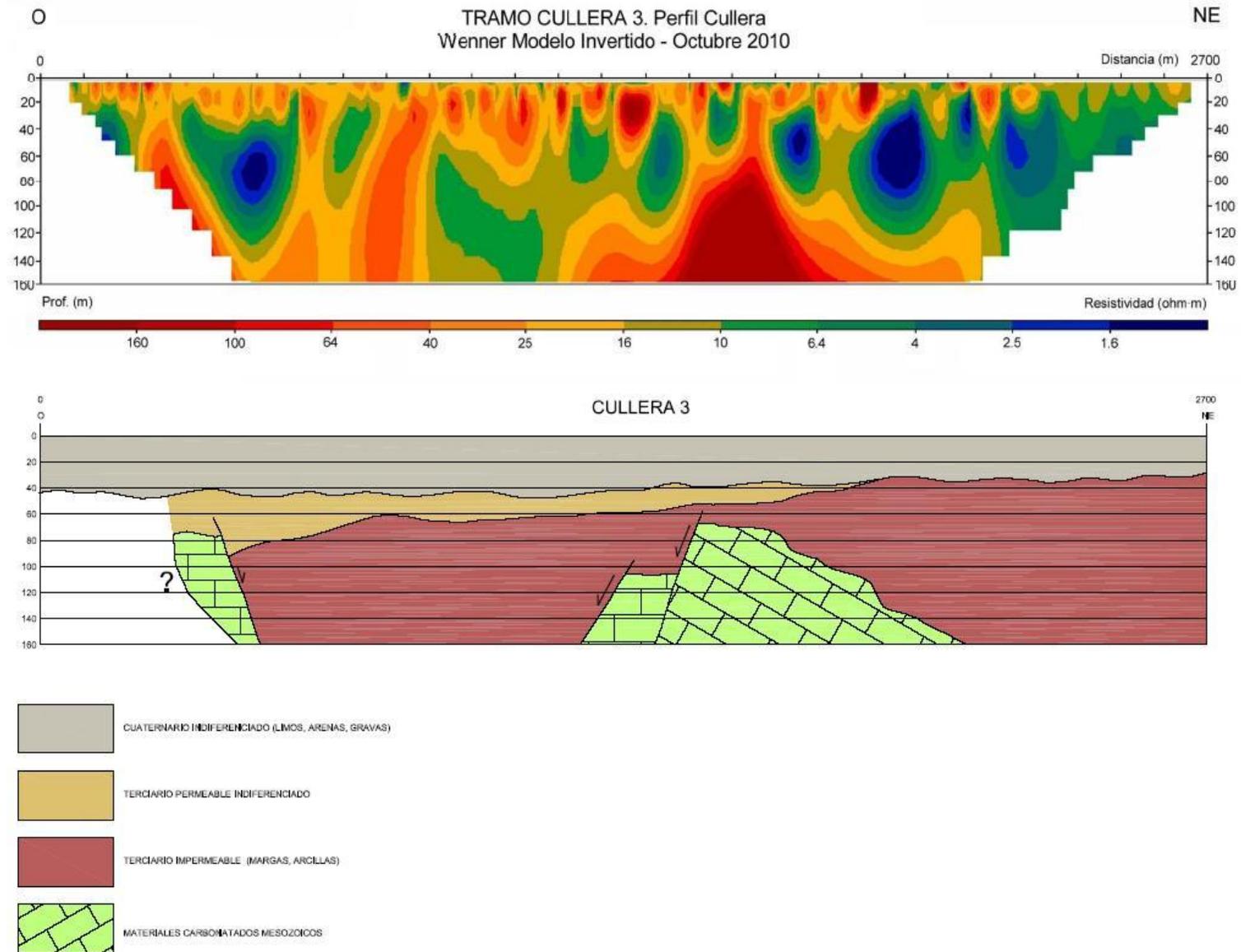


Figura 28. TRAMO CULLERA 3 y su correspondiente interpretación geológica

TRAMO CULLERA 4 (Perfil Cullera)

Realizado a continuación del tramo Cullera 3, tiene orientación NO-SE. En este caso los máximos y mínimos de resistividad son menos acusados. La zona con resistividad más elevada aparece en la primera parte del perfil. Aunque la zona no está completa se puede interpretar como materiales carbonatados mesozoicos que alcanzarían una profundidad mínima de 80 m.

El mínimo situado en el primer tercio del perfil se puede relacionar con arcillas y margas impermeables del Terciario, las cuales, según datos de anteriores estudios, pueden aparecer también hacia el SE. Además, por encima de los carbonatos mesozoicos se localiza un mínimo resistivo que podría corresponder con estos mismos materiales impermeables, creando en conjunto una estructura tipo horst rodeada de materiales terciarios impermeables.

Exceptuando la zona superficial, el resto del perfil corresponde con materiales de resistividad media, que equivaldrían a litologías permeables indiferenciadas del Terciario.

En la parte superficial se distribuyen materiales sedimentarios indiferenciados del Cuaternario con hasta 50 m de profundidad. En este caso, en el extremo NO del perfil, se manifiestan de forma patente altas resistividades que corresponden a litologías de mayor diámetro (gravas y arenas) asociadas a antiguos canales fluviales del Júcar (ver Figura 29 y Anexo 2.1).

TRAMO ALBALAT 2 (Perfil Albalat)

Comienza al O de Sueca y sigue dirección O-E, finalizando al N de la población de Albalat, siguiendo el cauce del río Júcar. En casi todo el perfil aparecen altos valores de resistividad que corresponden a rocas carbonatadas mesozoicas, probablemente calizas y dolomías del Santoniense, las cuales afloran en Benicull, a 2.000 m al S del perfil. Las calizas llegan hasta 40 m de profundidad, hundiéndose de forma brusca a partir del último tercio del perfil, hecho que coincide con los resultados de campañas geofísicas anteriores.

Los valores medio-altos de resistividad (anaranjados) corresponderían con materiales permeables indiferenciados de edad terciaria, que aumenta de proporción hacia el E.

El recubrimiento cuaternario disminuye de profundidad de O (50-60 m) a E (30-40 m). La litología que lo compone es, de forma general, de limos arenas y gravas, haciéndose más alto el porcentaje en finos en las zonas más conductoras (colores verdosos), lo cual se ha podido representar en el corte geológico (ver Figura 30 y Anexo 2.1).

Existe un sondeo próximo (2929-6-172), a 180 m al sur, que puede proyectarse sobre el corte geológico. El resultado fue que se cortaron 47 m de alternancias de arcillas limosas, arenas y limos arenosos, con un tramo final de 5 m de gravas. Hasta el final del sondeo (92 m) aparecen calizas compactas con abundante agua. La asignación litológica y profundidades coinciden con los resultados obtenidos de la tomografía eléctrica.

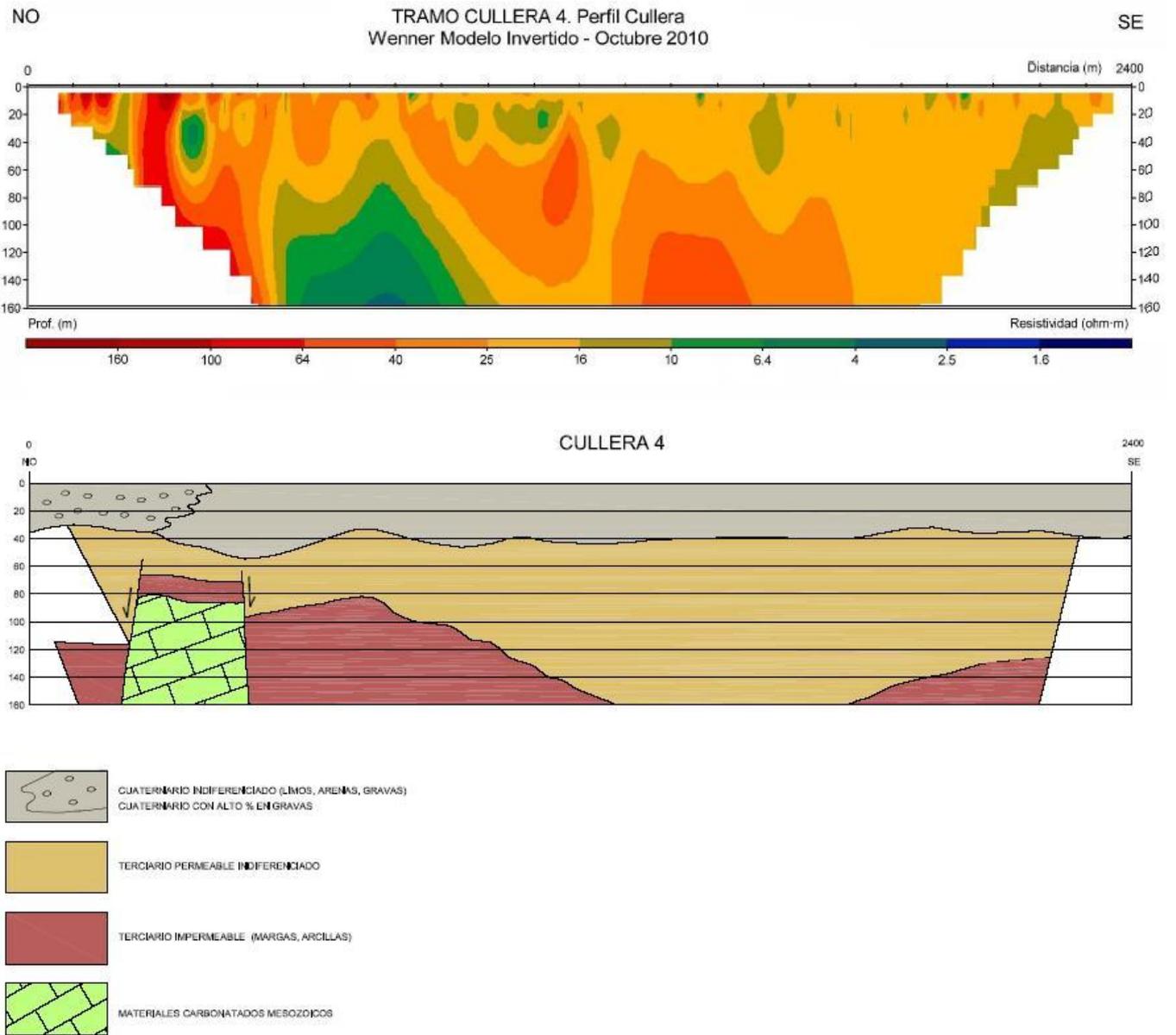


Figura 29. TRAMO CULLERA 4 y su correspondiente interpretación geológica

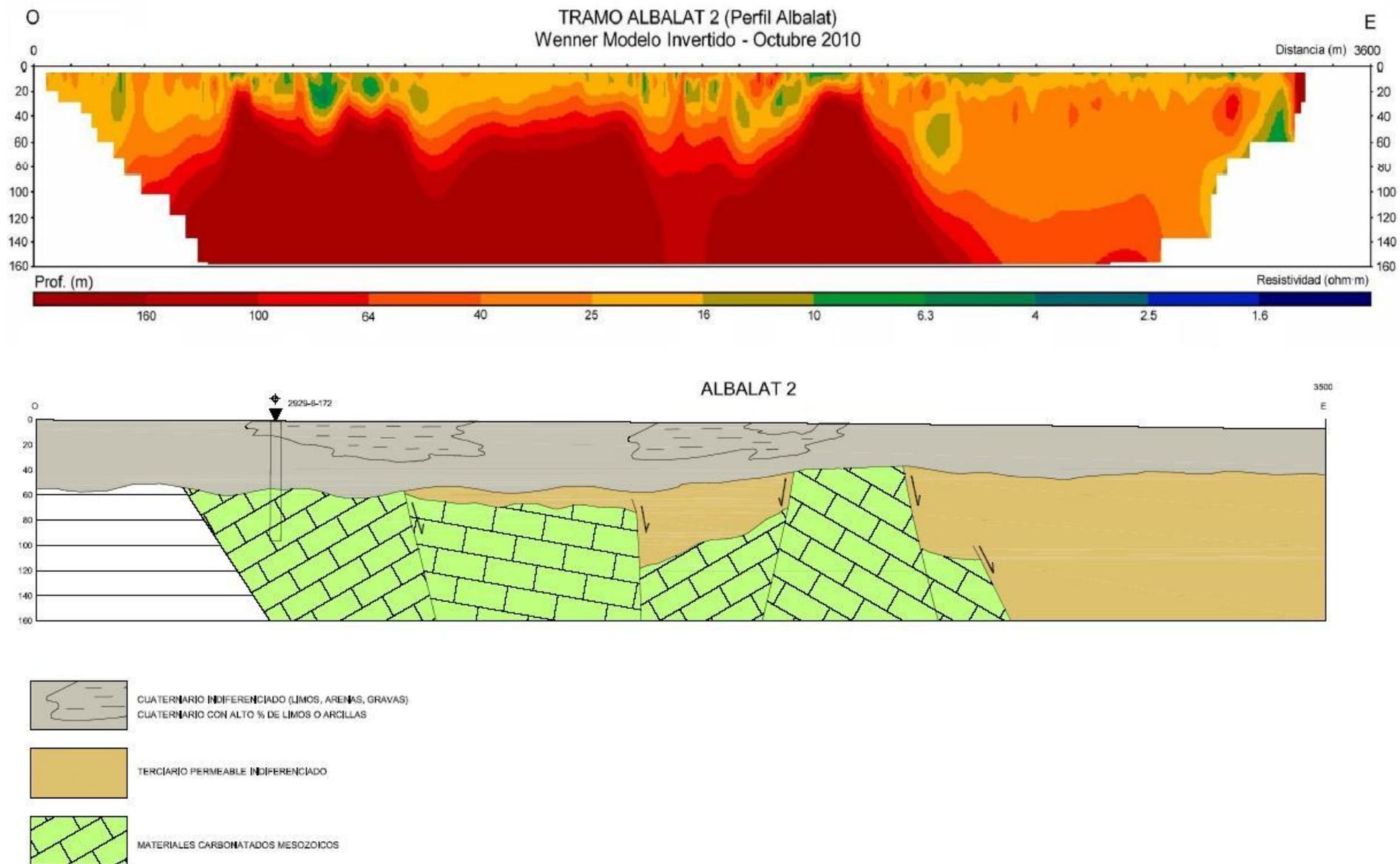


Figura 30. TRAMO ALBALAT 2 y su correspondiente interpretación geológica

TRAMO ALBALAT 3 (Perfil Algemesí)

Perfil realizado al NE de la población de Algemesí, con orientación SO-NE. Destaca una zona de alta resistividad situada en la primera mitad del perfil, que se relaciona con materiales carbonatados mesozoicos, probablemente del Santoniense. La profundidad mínima de estos carbonatos es de 50 m, aumentando hacia los extremos del perfil.

Hacia el NE los carbonatos desaparecen, dando paso a una zona de resistividad media que se correlaciona con materiales terciarios impermeables (margas y arcillas). El resto, hasta 40-50 m de profundidad, lo ocupan materiales terciarios permeables indiferenciados. Estas dos formaciones no se diferencian adecuadamente en la tomografía eléctrica, pero se ponen de manifiesto en el sondeo 2929-6-170 y por datos de isoprofundidad de anteriores proyectos.

La parte superficial la ocupa un relleno sedimentario indiferenciado de edad cuaternaria, de hasta 40-50 m de profundidad, en el que destaca, en el primer tercio del perfil, una zona de menor resistividad que corresponde con litologías arcilloso-limosas de grano fino (ver Figura 31 y Anexo 2.1).

El sondeo mencionado, 2929-6-170, localizado a 255 m de distancia en dirección SE, alcanzó 110 m de profundidad, atravesando limos y arcillas del Cuaternario y areniscas con niveles de calizas y arcillas del Terciario.

TRAMO ALBALAT 4 (Perfil Algemesí)

Comienza al S de Algemesí y sigue dirección SO-NE hasta llegar al cauce del río Verde. Se trata de un perfil relativamente homogéneo en el que destaca un pico de alta resistividad en la zona más profunda, que corresponde a materiales carbonatados del Cretácico. A 900 m al SE del perfil existe un afloramiento de edad Cenomaniense-Turonense, formado por alternancia de dolomías y dolomías arcillosas, que se podrían relacionar con los carbonatos resistivos detectados en la tomografía. La profundidad mínima se sitúa en torno a 40 m, creciendo paulatinamente hacia el NE.

Por encima de los carbonatos aparecen zonas de resistividad media-alta, asociadas a materiales indiferenciados permeables del Terciario, que alcanza profundidades mínimas de 30-40 m. Por último, aparece un nivel de sedimentos del Cuaternario (limos, arenas, gravas), de resistividad algo menor que la anterior (ver Figura 32 y Anexo 2.1).

El sondeo 2929-5-59 se encuentra a 410 m al NO, con él se pone de manifiesto la profundidad a la que aparecen los carbonatos cretácicos (44 m), y la existencia de sedimentos indiferenciados del Cuaternario por encima de éstos.

TRAMO ALCIRA (Perfil Alcira-Alberic)

El perfil se localiza al O de la localidad de Alcira, con dirección SO-NE. Destaca una amplia zona resistiva que se extiende por la zona más profunda de todo el perfil hasta 70-80 m, se interpreta como materiales carbonatados mesozoicos, probablemente formados por dolomías y dolomías arcillosas del Cretácico (Cenomaniense-Turonense). Estos carbonatos se disponen en forma de fosa o graben, con el punto más deprimido situado en el primer tercio del perfil.

El resto del perfil es bastante homogéneo, destacando tan sólo una zona más conductora hacia el NE, que corresponde con niveles someros de mayor proporción de limos o arcillas fluviales cuaternarias. La discriminación entre los materiales cuaternarios y terciarios permeables, se ha basado en datos de estudios previos, ya que el perfil geofísico no evidenciaba totalmente esta profundidad (ver Figura 33 y Anexo 2.1).

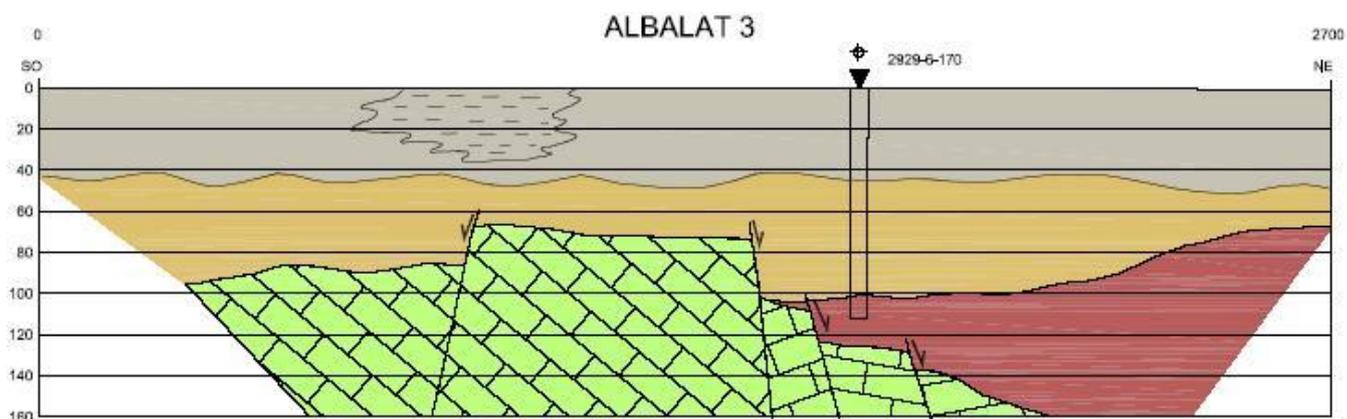
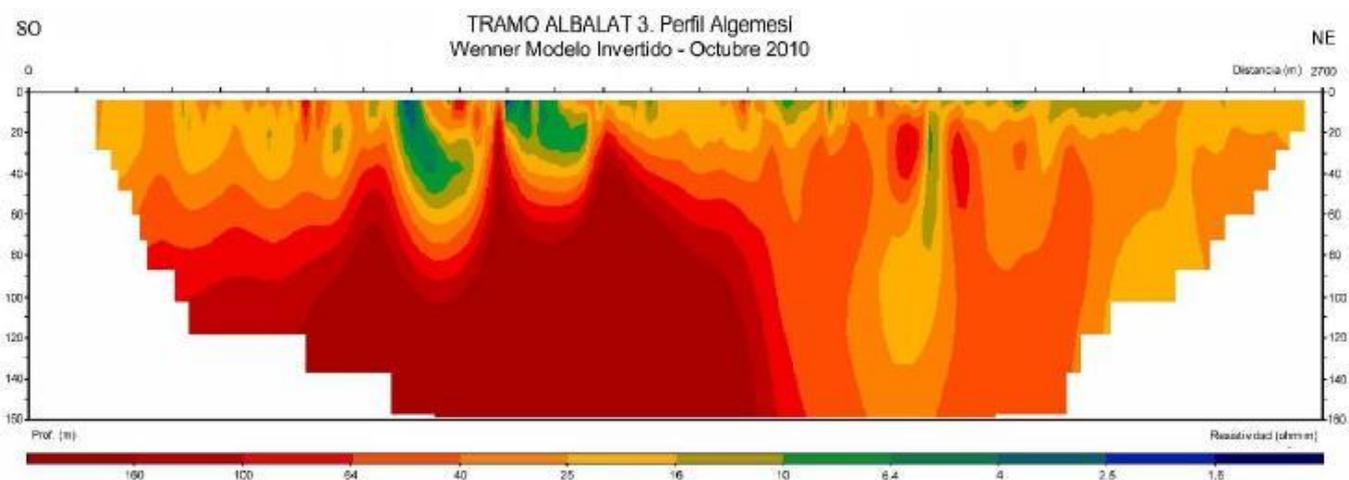


Figura 31. TRAMO ALBALAT 3 y su correspondiente interpretación geológica

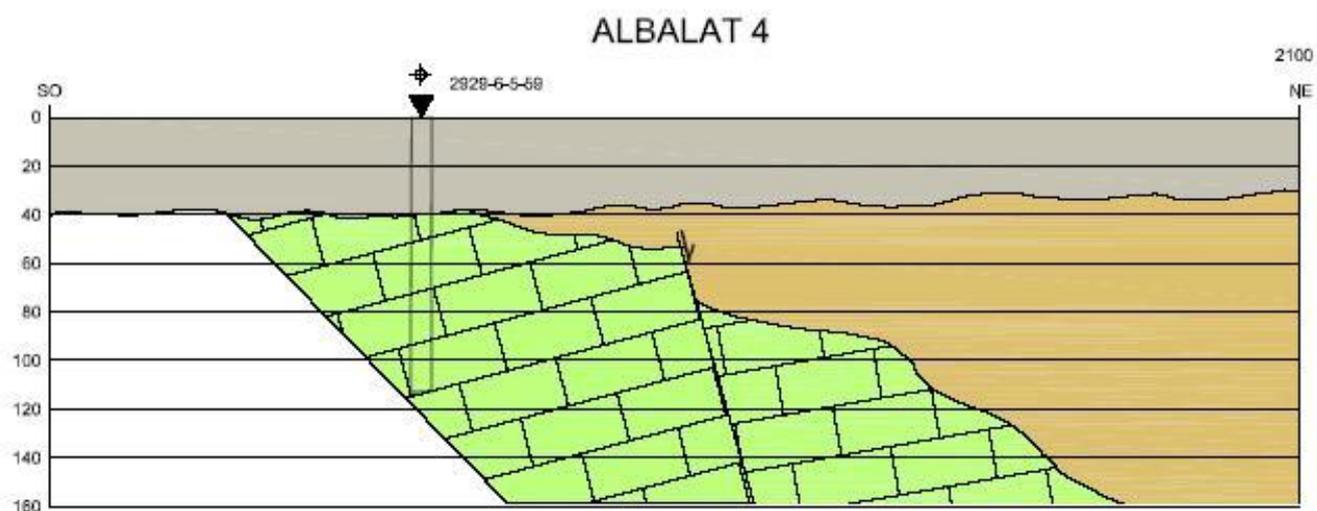
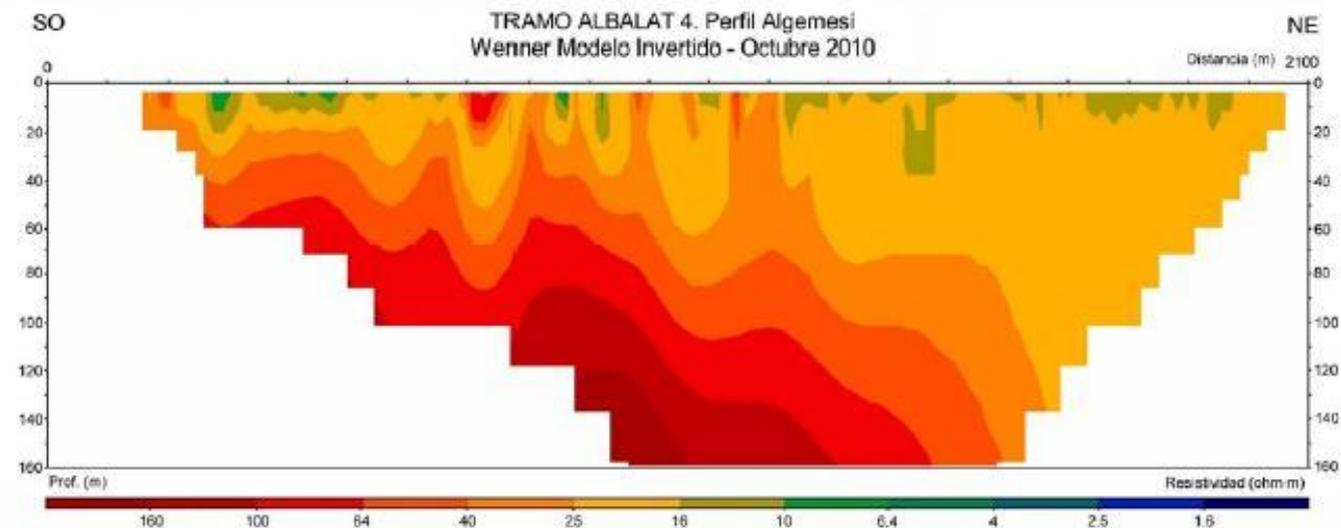


Figura 32. TRAMO ALBALAT 4 y su correspondiente interpretación geológica

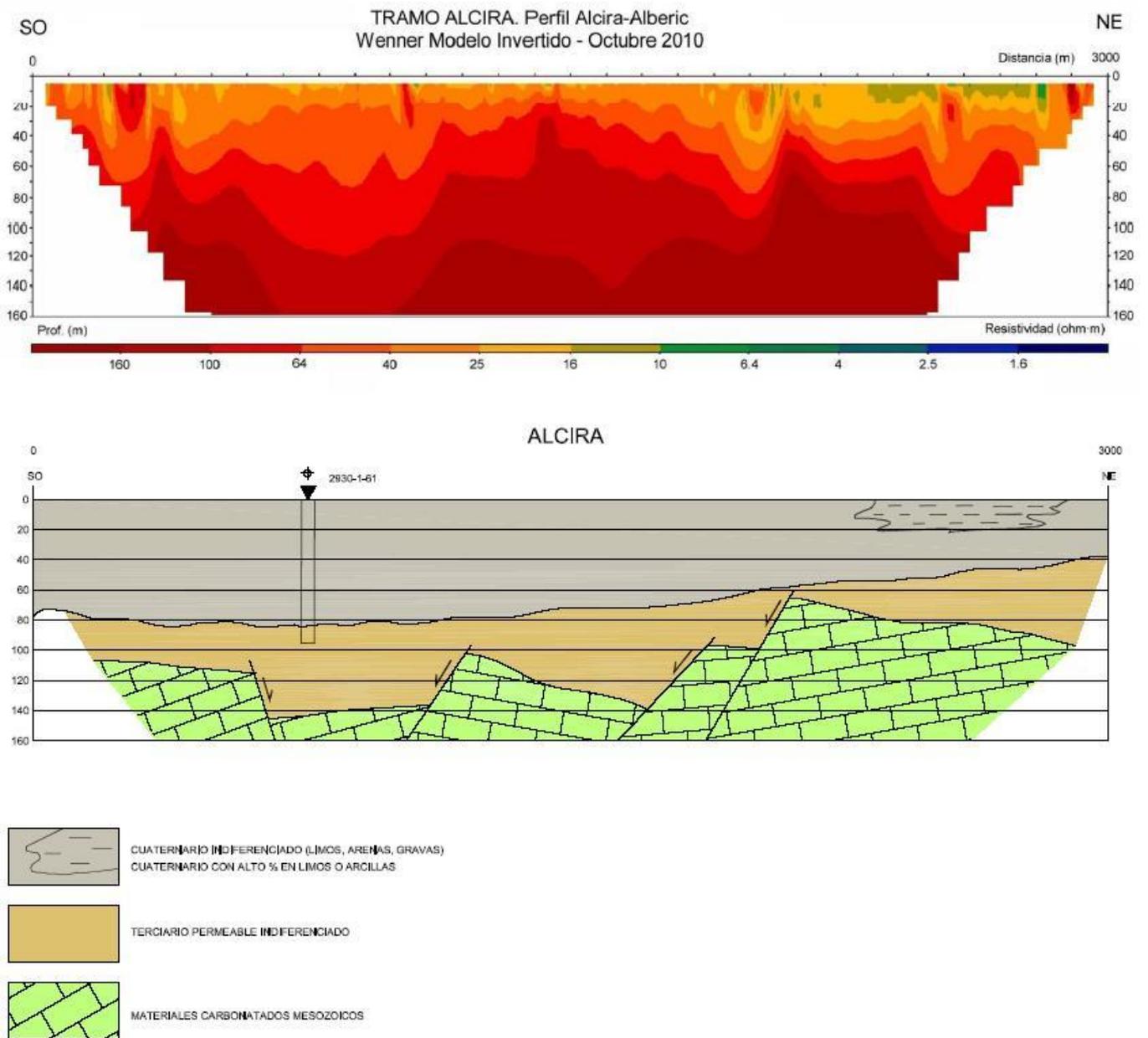


Figura 33. TRAMO ALCIRA y su correspondiente interpretación geológica

Tan solo el sondeo 2930-1-61 se sitúa sobre el perfil, llegando a la profundidad de 90 m, durante los cuales atraviesa en su totalidad los materiales cuaternarios y parte del terciario permeable, sin llegar a los carbonatos cretácicos.

TRAMO ALBERIC (Perfil Alcira-Alberic)

Este perfil parte al S de la localidad de Benimuslem y se dirige hacia el SO hasta el S de Alberic, paralelo al cauce del río Júcar. Se pone de manifiesto una zona de alta conductividad en la parte inicial del perfil, hacia el SO, que corresponde con arcillas y yesos del Triásico, los cuales posiblemente engloben algunos materiales carbonatados que provocan pequeños aumentos de la resistividad en medio de las arcillas. La profundidad mínima de estas arcillas ronda los 60 m.

Hacia el final del perfil aparecen zonas de alta resistividad, que se interpreta como materiales carbonatados mesozoicos, que pueden intercalar materiales margoso-carbonatados debido a una pequeña bajada de la resistividad en esa zona.

Sedimentos cuaternarios indiferenciados cubren la parte superficial, aumentando de profundidad de SO a NE (30-40 m a 110 m). En la parte NE, valores de alta resistividad, algo aislados del sustrato, se pueden relacionar con zonas de alto porcentaje de sedimentos de elevada granulometría, como gravas de paleocanales.

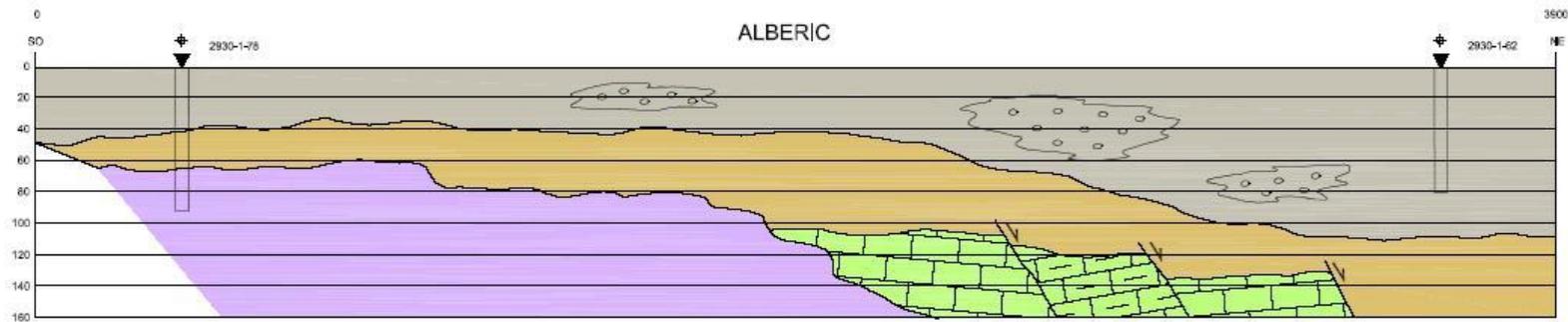
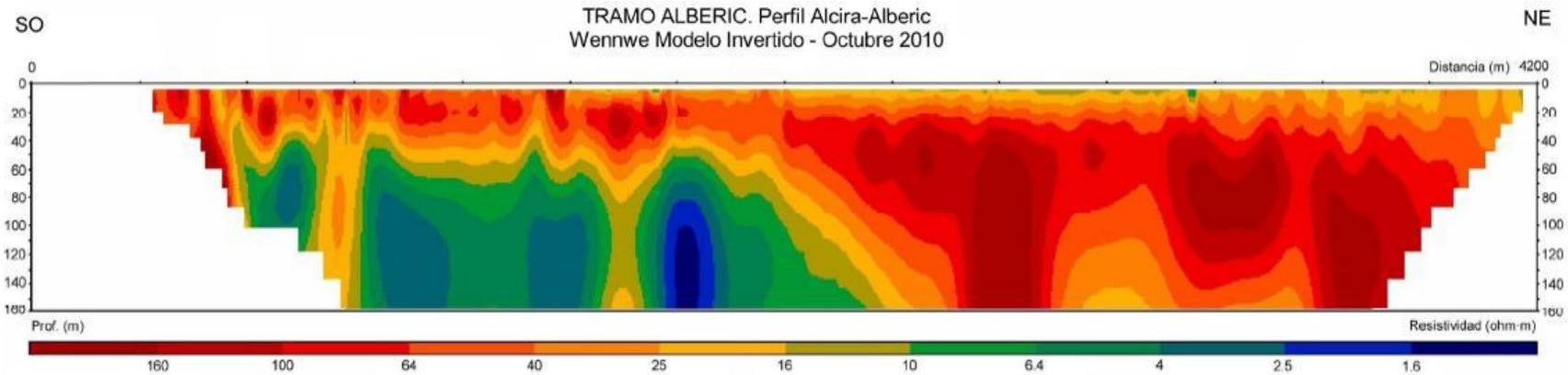
El resto del perfil, entre las arcillas y carbonatos mesozoicos y los sedimentos cuaternarios, se completa con materiales permeables indiferenciados del Terciario, puestos de manifiesto según datos de estudios previos (ver Figura 34 y Anexo 2.1).

Existen dos sondeos muy cerca del perfil, por un lado el 2930-1-62 que con 83 m de profundidad atraviesa sólo materiales cuaternarios y es poco correlacionable, ya que se localiza en el extremo del perfil. Por otro lado, el 2930-1-78 de 96 m de profundidad, parece atravesar un pequeño nivel de calizas terciarias después del cuaternario. A partir del metro 23 hasta el final toda la columna es de son arcillas terciarias y triásicas, lo cual coincide con los datos de la tomografía.

RESUMEN DE RESULTADOS

El sustrato mesozoico, formado principalmente por carbonatos del Cretácico (calizas y dolomías) aparece a distintas profundidades según la zona. En el sector de la Albufera no se identifica en los perfiles de tomografía eléctrica. En los tramos "Cullera" aparece a profundidades que van desde 20 m al E a 80 al O, tratándose de bloques generalmente aislados, tipo horst, que aumentan de profundidad de E a O. En el resto de perfiles aparece como un sistema de bloques a distintas profundidades (40-80 m), relativamente compartimentado y formando, en ocasiones, pequeñas fosas como en los casos de los perfiles Albalat 2 y Alcira.

También como sustrato mesozoico se identifica, en el perfil de Alberic, una formación impermeable interpretada como materiales triásicos impermeables, que constituyen una importante banda que recorre el acuífero de N a S.



- CUATERNARIO INDIFERENCIADO (LIMOS, ARENAS, GRAVAS)
CUATERNARIO CON ALTO % EN GRAVAS
- TERCARIO PERMEABLE INDIFERENCIADO
- MATERIALES CARBONATADOS MESOZOICOS
- MATERIALES MARGOSOS - CARBONATADOS MESOZOICOS
- MATERIALES TRIASICOS IMPERMEABLES (KEUPER)

Figura 34. TRAMO ALBERIC y su correspondiente interpretación geológica

En los perfiles de los tramos Albufera 1 y 2, dentro de la propia formación terciaria permeable, se ha podido diferenciar bloques de alta resistividad, interpretados como calizas arenosas y areniscas inmersas en materiales de baja resistividad, que se corresponderían bien a materiales de grano más fino, bien a materiales saturados en agua, o a ambas opciones a la vez.

Por debajo de los materiales permeables terciarios y/o por encima de los carbonatos mesozoicos, aparece una formación terciaria impermeable que funciona como nivel impermeable del acuífero. Ésta aumenta su presencia de O a E, haciéndose más patente en los perfiles de Cullera.

5.3. DETERMINACIÓN DE LA SUPERFICIE PIEZOMÉTRICA

Para la realización de esta labor se recopilieron datos piezométricos y de niveles en cauces fluviales en dos campañas; la primera de ellas realizada en el mes de octubre de 2010 y la segunda en marzo de 2011 coincidentes con las campañas de aforos. Una parte de estas medidas se llevaron a cabo ex profeso con motivo de la elaboración del presente documento y otras fueron tomadas por el IGME en su labor de control periódico. Ambas fuentes de medidas se integraron para conseguir deducir las correspondientes superficies piezométricas con el mayor grado de precisión posible.

En la Figura 35 (ver también Anexo 2.2) se muestra la distribución de los puntos de control medidos en la primera campaña y los códigos IGME de aquellos para los que son conocidos. Puede comprobarse cómo, prácticamente, no existen puntos asequibles ni en la franja litoral (a excepción del entorno de La Albufera) ni en el extremo más NO del acuífero (entre las poblaciones de Llobregat y Carlet), por lo que en estas posiciones no se pudieron establecer con precisión las respectivas porciones de la superficie piezométrica.

En total fueron considerados 72 puntos de control piezométrico de los que se proporciona, en la Tabla 16, su localización y sus principales características:

Así mismo, en la Figura 36 (ver también Anexo 2) se muestra la distribución de los puntos de control medidos en la segunda campaña (marzo de 2011) e, igualmente, los códigos IGME de aquellos para los que son conocidos.

Puede comprobarse como la distribución de los puntos en ambas campañas es relativamente similar, aunque en la segunda se consideran un total de 78 mediciones frente a las 72 de la primera.

Esta diferencia de puntos de control sólo permitió mejorar ligeramente, en la segunda campaña, la deducción de la morfología de la superficie piezométrica en el sector más próximo a las poblaciones de Sueca y Cullera, mientras que sobre el resto del acuífero dicha diferencia de registros entre ambas campañas no implicó una sensible mejoría en la representatividad de la información disponible a la hora de mejorar la definición de la morfología de la segunda superficie piezométrica para la primavera de 2011.

Los 78 puntos de control piezométrico considerados en la segunda campaña se listan en la Tabla 17, de los que se proporciona su localización y sus principales características.

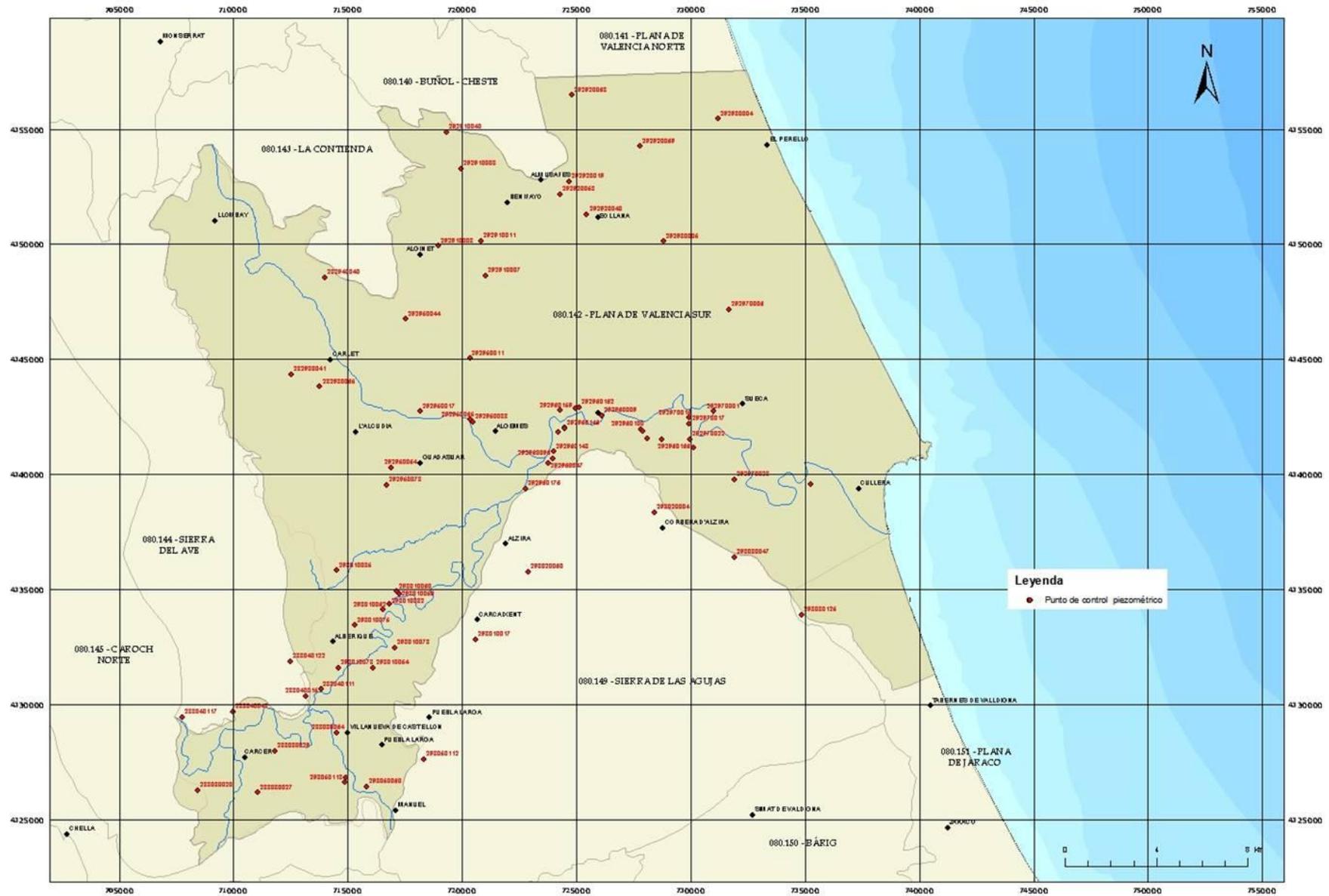


Figura 35. Distribución de los puntos de control piezométrico considerados en la primera campaña, (octubre de 2010)

IGME	CHJ	Fecha medida	X (UTM 30S)	Y (UTM 30S)	Profund. obra (m)	Z (m s.n.m.)	NP (m s.n.m.)
282940040	08.26.002	14/10/2010	713996	4348553	60.00	63.66	20.26
282980041	08.27.089	18/10/2010	712529	4344334	75.00	55.62	17.16
282980065	08.26.056	18/10/2010	713781	4343809	75.00	44.72	14.65
283040015	08.27.022	18/10/2010	713167	4330355	20.00	35.89	20.96
283040043	08.27.009	08/10/2010	709982	4329692	17.90	39.85	23.79
283040111		17/03/2011	713824	4330655		26.94	20.12
283040117		17/03/2011	707748	4329457		52.7	34.25
283040122	08.27.094	18/10/2010	712471	4331856		32.13	22.08
283080020	08.27.035	18/10/2010	708432	4326253	47.00	54.89	28.85
283080027	08.27.036	18/10/2010	711073	4326167	45.00	53.95	34.58
283080029		15/03/2011	711822	4327966		33.90	24.92
283080064		17/03/2011	714535	4328761		31.17	21.45
292910003	08.27.043	07/10/2010	719944	4353275	25.80	31.509	20.32
292910007	08.26.020	16/10/2010	721032	4348624	13.20	29.52	14.00
292910008	08.26.019	14/10/2010	718959	4349931	67.00	34.87	16.77
292910011	08.26.130	07/10/2010	720849	4350153	20.20	29.44	14.73
292910040	08.27.091	19/10/2010	719316	4354886	114.00	43.27	36.41
292920019	08.26.113	16/10/2010	724685	4352735	6.83	7.37	3.62
292920040	08.26.025	16/10/2010	725462	4351312	40.00	3.68	2.27
292920058	08.26.015	11/10/2010	724285	4352162	105.00	6.19	4.24
292920068	08.25.095	11/10/2010	724799	4356488		1.03	-0.44
292920069	08.26.103	11/10/2010	727776	4354256		1.32	-0.31
292930004	08.26.105	11/10/2010	731208	4355450		1.91	0.36
292930005	08.26.104	11/10/2010	728832	4350129		3.01	0.78
292950011	08.26.028	16/10/2010	720341	4345041	30.00	22.94	12.92
292950017	08.26.123	14/10/2010	718155	4342731	31.50	29.97	13.22
292950044	08.26.031	07/10/2010	717532	4346748	271.00	38.23	13.44
292950054	08.26.032	13/10/2010	716900	4340280	16.00	26.24	16.21
292950065		16/03/2011	720346	4342383		26.60	12.94
292950078	08.26.007	14/10/2010	716699	4339534		24.05	16.11
292950083		16/03/2011	720474	4342272		26.90	13.46
292960009	08.26.120	14/10/2010	726131	4342568	84.00	13.59	10.81
292960047		17/03/2011	723784	4340480		17	11.01
292960096		14/03/2011	723976	4340675		15.50	10.48
292960100		16/03/2011	727814	4341957		11.10	9.25
292960143		15/03/2011	724020	4340987		18	11.59
292960146	08.26.013	13/10/2010	724489	4342023	7.44	14.97	11.17
292960151		16/03/2011	724985	4342858		16.47	11.40
292960159		26/03/2011	724293	4342777		15.68	10.78
292960162		16/03/2011	725117	4342902		16.47	10.63
292960166		14/03/2011	728746	4341521		9.60	7.69
292960176		14/03/2011	722766	4339368		17.00	12.96
292970001	08.26.124	14/10/2010	731026	4342733	80.00	9.62	5.01
292970006	08.26.109	14/10/2010	731668	4347159	5.41	3.13	1.44
292970016	08.26.008	13/10/2010	729937	4342454	100.00	9.22	7.67
292970017		16/03/2011	729952	4342212		9.20	7.40
292970022		16/03/2011	729956	4341531		9.00	6.84
292970023		16/03/2011	731903	4339769		6.34	3.75

IGME	CHJ	Fecha medida	X (UTM 30S)	Y (UTM 30S)	Profund. obra (m)	Z (m s.n.m.)	NP (m s.n.m.)
293010017	08.26.044	13/10/2010	720585	4332821	54.50	21.13	17.58
293010032	08.26.055	13/10/2010	716806	4334361	29.56	20.27	15.40
293010035	08.26.047	17/03/2011	714533	4335820	10.10	24.49	15.51
293010054		15/03/2011	716123	4331581		24.67	16.37
293010059		17/03/2011	717270	4334805		26.00	18.32
293010060		26/03/2011	717123	4334902		24.50	16.92
293010062		17/03/2011	716547	4334115		25.10	16.94
293010073	08.26.005	15/03/2011	717054	4332464		23.39	16.23
293010075	08.26.118	14/10/2010	715326	4333434		26.981	16.45
293010078		15/03/2011	714594	4331579		25.9	18.60
293020004	08.31.008	13/10/2010	728422	4338349		11.66	5.91
293020060	08.31.027	13/10/2010	722915	4335750	20.00	19.33	13.83
293030047	08.26.121	14/10/2010	731906	4336410	6.50	6.40	2.10
293030125	08.31.026	14/10/2010	734875	4333908		3.72	1.02
293050060	08.26.122	14/10/2010	715819	4326414	38.00	40.84	25.44
293050112	08.26.115	14/10/2010	718346	4327611		40.38	21.88
293050113		17/03/2011	714879	4326606		45.00	24.56
		16/03/2011	730138	4341172		8.09	5.97
		14/03/2011	728092	4341573		11.60	9.78
		14/03/2011	724219	4341843		16.10	11.03
		14/03/2011	724475	4342002		14.50	10.77
		14/03/2011	727912	4341886		11.1	8.86
		16/03/2011	735262	4339564		4.80	3.12
		17/03/2011	714922	4326801		45.00	25.73

Tabla 16. Puntos de control piezométrico de la primera campaña, (octubre de 2010)

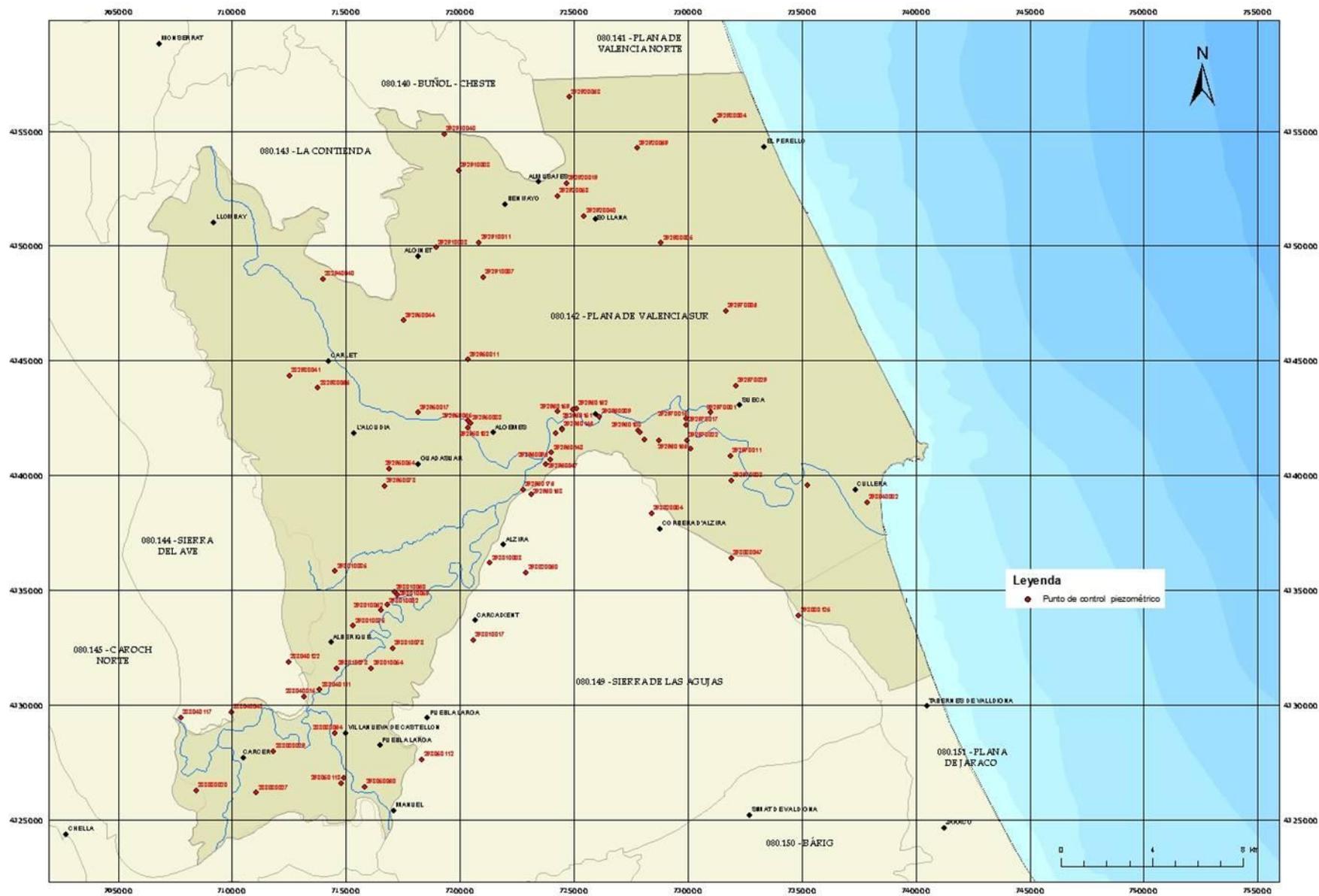


Figura 36. Distribución de los puntos de control piezométrico considerados en la segunda campaña, (marzo de 2011)

IGME	CHJ	Fecha medida	X (UTM 30S)	Y (UTM 30S)	Profund. obra (m)	Z (m s.n.m.)	NP (m s.n.m.)
282940040	08.26.002	10/03/2011	713996	4348553	60.00	63.66	20.58
282980041	08.27.089	25/03/2011	712529	4344334	75.00	55.62	16.41
282980065	08.26.056	25/03/2011	713781	4343809	75.00	44.72	13.67
283040015	08.27.022	24/03/2011	713167	4330355	20.00	35.89	20.36
283040043	08.27.009	22/03/2011	709982	4329692	17.90	39.85	23.00
283040111		17/03/2011	713824	4330655		26.94	20.12
283040117		17/03/2011	707748	4329457		52.7	34.25
283040122	08.27.094	24/03/2011	712471	4331856		32.13	22.40
283080020	08.27.035	24/03/2011	708432	4326253	47.00	54.89	27.98
283080027	08.27.036	24/03/2011	711073	4326167	45.00	53.95	34.36
283080029		15/03/2011	711822	4327966		33.90	24.92
283080064		17/03/2011	714535	4328761		31.17	21.45
292910003	08.27.043	23/03/2011	719944	4353275	25.80	31.509	22.00
292910007	08.26.020	26/03/2011	721032	4348624	13.20	29.52	12.77
292910008	08.26.019	10/03/2011	718959	4349931	67.00	34.87	16.20
292910011	08.26.130	23/03/2011	720849	4350153	20.20	29.44	14.09
292910040	08.27.091	26/03/2011	719316	4354886	114.00	43.27	36.85
292920019	08.26.113	26/03/2011	724685	4352735	6.83	7.37	3.66
292920040	08.26.025	14/03/2011	725462	4351312	40.00	3.68	2.31
292920058	08.26.015	14/03/2011	724285	4352162	105.00	6.19	4.06
292920068	08.25.095	14/03/2011	724799	4356488		1.03	-0.36
292920069	08.26.103	14/03/2011	727776	4354256		1.32	-0.36
292930004	08.26.105	14/03/2011	731208	4355450		1.91	0.45
292930005	08.26.104	14/03/2011	728832	4350129		3.01	1.10
292950011	08.26.028	26/03/2011	720341	4345041	30.00	22.94	12.09
292950017	08.26.123	24/03/2011	718155	4342731	31.50	29.97	12.25
292950044	08.26.031	23/03/2011	717532	4346748	271.00	38.23	12.88
292950054	08.26.032	24/03/2011	716900	4340280	16.00	26.24	14.64
292950065		16/03/2011	720346	4342383		26.60	12.94
292950078	08.26.007	10/03/2011	716699	4339534		24.05	14.78
292950083		16/03/2011	720474	4342272		26.90	13.46
292950102	08.26.001	14/03/2011	720351	4342067		21.00	7.66
292960009	08.26.120	24/03/2011	726131	4342568	84.00	13.59	10.38
292960047		17/03/2011	723784	4340480		17.00	11.01
292960096		14/03/2011	723976	4340675		15.50	10.48
292960100		16/03/2011	727814	4341957		11.1	9.25
292960143		15/03/2011	724020	4340987		18.00	11.59
292960146	08.26.013	14/03/2011	724489	4342023	7.44	14.97	10.60
292960151		16/03/2011	724985	4342858		16.47	11.40
292960159		26/03/2011	724293	4342777		15.68	10.78
292960162		16/03/2011	725117	4342902		16.47	10.63
292960163	08.26.110	25/03/2011	723129	4339156		19.87	16.35
292960166		14/03/2011	728746	4341521		9.60	7.69
292960176		14/03/2011	722766	4339368		17.00	12.96
292970001	08.26.124	24/03/2011	731026	4342733	80.00	9.62	2.90
292970006	08.26.109	24/03/2011	731668	4347159	5.41	3.13	1.25
292970011	08.26.108	24/03/2011	731881	4340849	17.80	6.92	3.60
292970016	08.26.008	14/03/2011	729937	4342454	100.00	9.22	7.39

IGME	CHJ	Fecha medida	X (UTM 30S)	Y (UTM 30S)	Profund. obra (m)	Z (m s.n.m.)	NP (m s.n.m.)
292970017		16/03/2011	729952	4342212		9.20	7.40
292970022		16/03/2011	729956	4341531		9	6.84
292970023		16/03/2011	731903	4339769		6.34	3.75
292970029	08.26.072	14/03/2011	732112	4343920		4.00	2.13
293010003	08.26.043	24/03/2011	721324	4336180	41.13	21.56	14.76
293010017	08.26.044	23/03/2011	720585	4332821	54.50	21.13	17.34
293010032	08.26.055	23/03/2011	716806	4334361	29.56	20.27	14.59
293010035	08.26.047	17/03/2011	714533	4335820	10.10	24.49	15.51
293010054		15/03/2011	716123	4331581		24.669	16.37
293010059		17/03/2011	717270	4334805		26	18.32
293010060		26/03/2011	717123	4334902		24.50	16.92
293010062		17/03/2011	716547	4334115		25.10	16.94
293010073	08.26.005	15/03/2011	717054	4332464		23.39	16.23
293010075	08.26.118	25/03/2011	715326	4333434		26.98	16.50
293010078		15/03/2011	714594	4331579		25.90	18.60
293020004	08.31.008	14/03/2011	728422	4338349		11.66	5.82
293020060	08.31.027	10/03/2011	722915	4335750	20.00	19.33	12.99
293030047	08.26.121	24/03/2011	731906	4336410	6.50	6.40	2.38
293030125	08.31.026	24/03/2011	734875	4333908		3.72	1.05
293040002	08.26.018	09/03/2011	737883	4338817	4.60	4.54	0.65
293050060	08.26.122	24/03/2011	715819	4326414	38.00	40.84	23.52
293050112	08.26.115	24/03/2011	718346	4327611		40.38	20.06
293050113	08.26.016	22/03/2011	714809	4326592		46.00	26.88
		16/03/2011	730138	4341172		8.09	5.97
		14/03/2011	728092	4341573		11.60	9.78
		14/03/2011	724219	4341843		16.10	11.03
		14/03/2011	724475	4342002		14.50	10.77
		14/03/2011	727912	4341886		11.10	8.86
		16/03/2011	735262	4339564		4.80	3.12
		17/03/2011	714922	4326801		45.00	25.73

Tabla 17. Puntos de control piezométrico de la segunda campaña, (marzo de 2011)

Así mismo, de forma previa al trazado del mapa piezométrico, y para conseguir el mayor entendimiento posible de la distribución de los flujos subterráneos en el entorno de los principales cursos fluviales y La Albufera, se analizaron también los siguientes aspectos:

- Grado de permeabilidad de los diferentes tramos de los lechos de los ríos.
- Sentido del intercambio hídrico entre el acuífero y los diferentes tramos de cursos fluviales.

5.3.1. Grado de permeabilidad de los diferentes tramos de los lechos de los ríos

Para la deducción del grado de permeabilidad en los diferentes tramos de los lechos de los ríos se contó especialmente con la siguiente información de partida:

- Columnas litológicas atravesadas por algunos de los sondeos más próximos a ellos.
- Serie de perfiles de tomografía eléctrica, descrita en apartados anteriores, realizados cerca de diversos tramos del río Júcar y de los alrededores de La Albufera.

En la Figura 37 (ver también Anexo 2) se muestra tanto la disposición de los 11 perfiles geofísicos ejecutados (en total 38 km de longitud) como de los 39 sondeos con columnas litológicas disponibles (localizados cerca de los principales cauces fluviales y de los perfiles geofísicos) en los que se basó gran parte de la interpretación sobre la distribución de las permeabilidades. Además, en la Tabla 18 y en la Tabla 19 se relacionan las principales características de los sondeos y perfiles tratados.

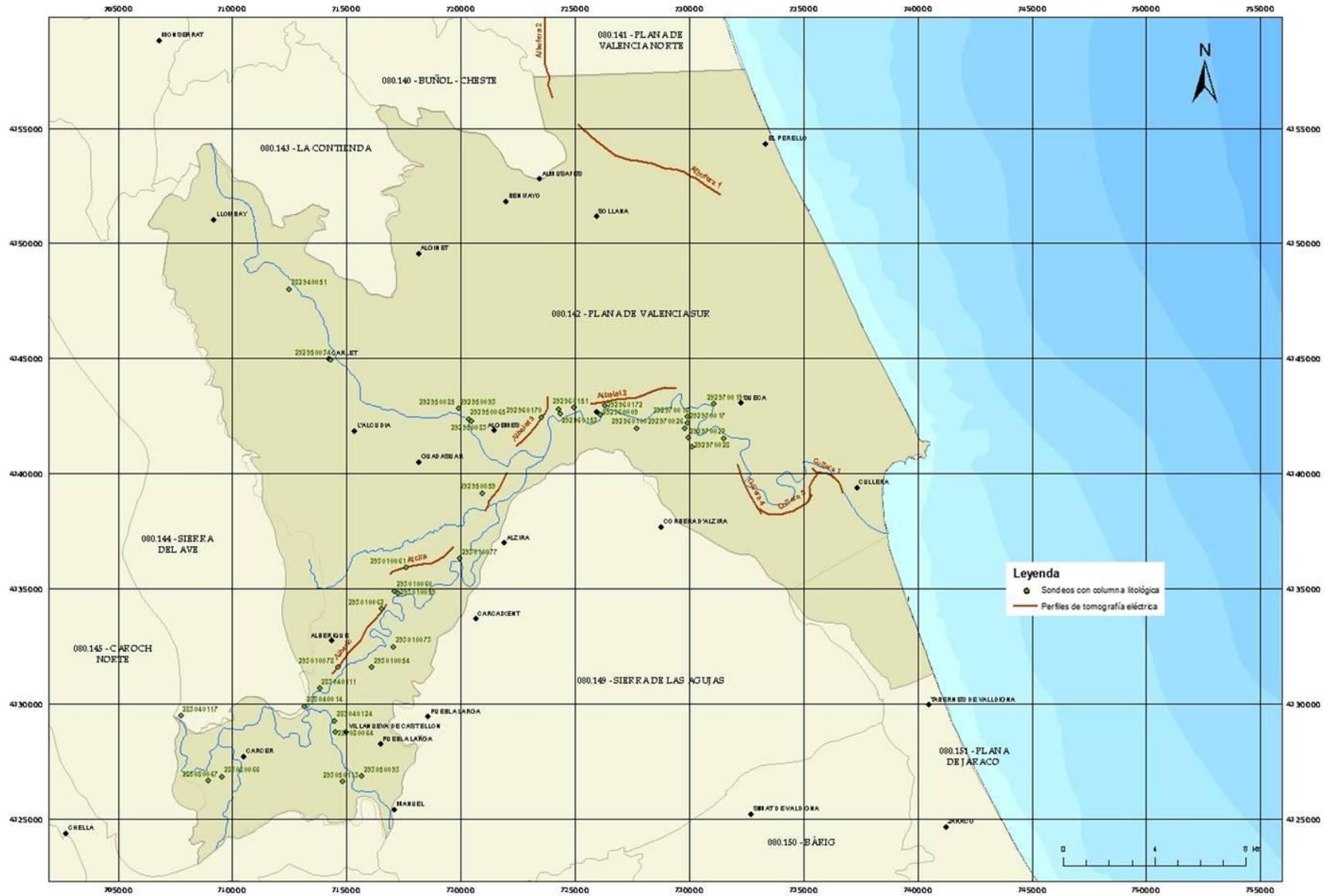


Figura 37. Distribución de los sondeos con columna litológica disponible y de los perfiles de tomografía eléctrica sobre al acuífero

IGME	X (UTM 30S)	Y (UTM 30S)	Z (m s.n.m.)	Profund. obra (m)
282840109	709106	4368759	125.00	2355
283040014	713169	4329924	40.00	42
283040111	713821	4330654	40.00	57
283040117	707748	4329457	53.35	255
283040124	714496	4329242	40.00	114
283080064	714535	4328761	31.17	118
283080066	709521	4326802	45.00	200
283080067	708965	4326648	48.00	200
292950034	714318	4344930	46.86	80
292950059	720945	4339152	18.03	84
292950065	720340	4342370	24.00	103
292950083	720460	4342268	21.00	82
292950085	719904	4342814	25.00	76
292950093	719907	4342820	25.00	92
292960009	726131	4342568	13.60	84
292960100	727712	4341996	12.00	66
292960151	724985	4342858	15.00	96
292960152	724390	4342581	15.00	100
292960159	724293	4342777	15.68	83
292960170	723544	4342445	15.07	109
292960172	726317	4342957	14.00	92
292970016	729937	4342454	9.22	100
292970017	729941	4342211	10.00	85
292970019	731075	4343013	10.00	48
292970020	731513	4341508	7.00	47
293010054	716123	4331581	24.67	111
293010059	717271	4334794	24.00	113
293010060	717118	4334891	22.00	88
293010061	717632	4335899	22.00	90
293010062	716547	4334108	20.00	83
293010073	717055	4332464	23.39	102
293010077	719965	4336300	20.00	114
293010078	714618	4331586	26.00	96
293050093	715672	4326848	38.50	153
293050113	714847	4326607	50.00	81
292970026	729839	4341929	20.00	93
292970028	730138	4341172	8.09	85
292970022	729959	4341548	6.00	70
282940051	712500	4348000	60.00	128

Tabla 18. Sondeos analizados con columna litológica disponible cerca de los principales cauces y perfiles geofísicos

Nombre	Long. (m)	Xo (UTM 30S)	Yo (UTM 30S)	Xf (UTM 30S)	Yf (UTM 30S)
Albalat 2	4200	729421	4343701	725662	4343030
Albalat 3	2700	723802	4343362	722438	4341207
Albalat 4	2100	722037	4340046	720964	4338430
Alberic	3900	716730	4334307	714368	4331307
Albufera 1	7200	731365	4352123	725126	4355176
Albufera 2	5400	723999	4356347	723793	4361580
Alcira	3000	719622	4336783	716930	4335660
Cullera 1	2100	736720	4339186	735389	4340240
Cullera 2	2100	735638	4340052	735209	4338781
Cullera 3	3000	735376	4339095	732975	4338509
Cullera 4	2400	733149	4338259	732135	4340398

Tabla 19. Perfiles de tomografía eléctrica ejecutados sobre el acuífero

Con dicha información, se dedujo la distribución de permeabilidades en los diferentes tramos de los lechos de los cauces más relevantes y sobre los perfiles geofísicos que se expone en la Figura 38 y en el Anexo 2.

Para que dicha interpretación resultase lo más precisa posible, especialmente en los lugares carentes de la suficiente información, ésta se basó también en otros aspectos adicionales tales como:

- Modelo conceptual de funcionamiento hidráulico del acuífero. Especialmente de su cartografía geológica, análisis estratigráfico de los materiales cuaternarios y localización de las principales áreas de transferencias entre el acuífero y las masas de agua superficial.
- Modelo numérico existente de la plana desarrollado por el método de las diferencias finitas.

Si se considera la longitud total de lechos de río y de perfiles geofísicos analizados se desprende que el 51% de dicha longitud se interpretó como de baja permeabilidad, el 29% de media-baja permeabilidad, el 19% de alta permeabilidad y el 2% se consideró de permeabilidad con carácter desconocido.

5.3.2. Sentido del intercambio hídrico entre el acuífero y los diferentes tramos de cursos fluviales

Se procedió tanto a la identificación de los tramos ganadores, perdedores y variables como a la cuantificación del flujo neto en los mismos.

Para la evaluación de estos términos se dispuso de la siguiente información de partida obtenida de las dos campañas ya comentadas:

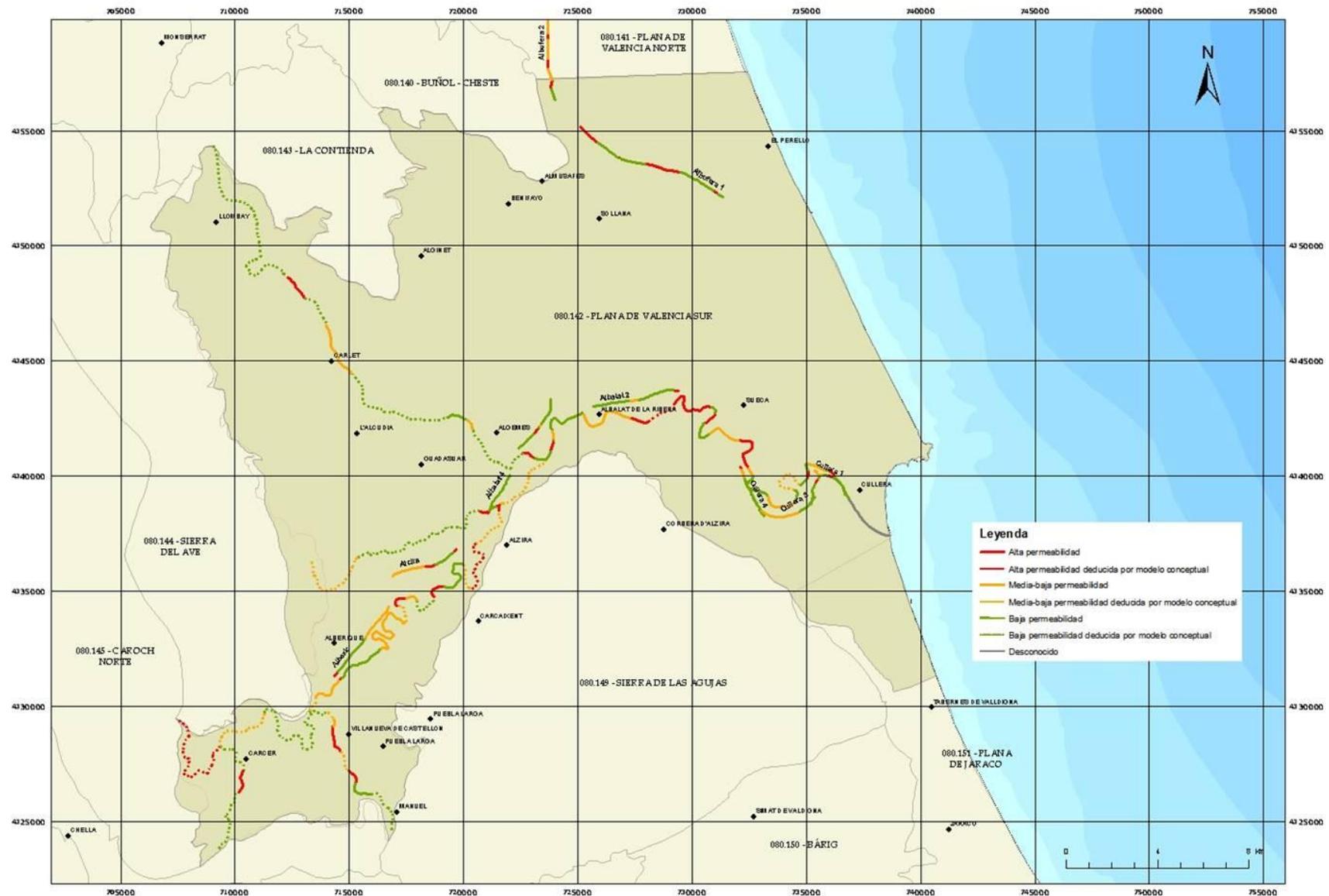


Figura 38. Distribución de las permeabilidades deducidas en los diferentes tramos de los lechos de los principales cauces implicados en la zona de estudio y sobre los perfiles geofísicos ejecutados

- Registros de los piezométricos considerados.
- Registros hidrométricos, ver Anexo 1, realizados en numerosas secciones de los cauces implicados que proporcionaron tanto información sobre alturas de la lámina de agua en ríos como sobre evoluciones de caudales superficiales a lo largo de los mismos.

Igualmente, allí donde no se disponía de información suficiente, se recurrió al modelo conceptual de funcionamiento hidráulico de la plana y al modelo numérico en diferencias finitas existente para poder proponer valores medios deducidos de la forma más coherente posible.

La estimación del sentido del intercambio hídrico no estuvo exenta de cierta incertidumbre pues existen algunos procesos no controlados que pueden dificultar en gran medida su interpretación de manera directa y real; así por ejemplo, los tramos fluviales en los que varias estaciones de aforos registraron sucesivamente caudales superiores aguas abajo, se consideraron normalmente ganadores si, además, el nivel piezométrico próximo superaba la cota de la lámina de agua en estos tramos fluviales.

Sin embargo:

- La existencia de vertidos y/o de tomas incontrolados puede enmascarar los caudales y las tasas de transferencias reales o naturales.
- Considerar según qué niveles piezométricos próximos a los cauces como pertenecientes al mismo acuífero de la plana (especialmente en sus límites occidentales y meridionales) puede influir también a error puesto que, en ocasiones, son indicativos de cargas hidráulicas correspondientes a las MASub adyacentes.

Por supuesto, también pueden darse problemáticas similares cuando se analizan tramos aparentemente perdedores o relativamente estables.

Teniendo en cuenta esta posible limitación, en la Figura 39 y en el Anexo 2, se muestran los tramos identificados según su carácter ganador, perdedor, relativamente estable o desconocido, y en la Tabla 20 el valor de las transferencias netas y las tasas de dichas transferencias estimadas en cada uno de los tramos fluviales identificados para la campaña realizada en octubre de 2010.



Figura 39. Carácter de los tramos fluviales según el sentido del intercambio de recursos hídricos subterráneos y superficiales en éstos. Campaña llevada a cabo en el mes de octubre de 2010

CAMPAÑA OCTUBRE 2010					
Tramo	Aforo 2 (m ³ /s)	Aforo 1 (m ³ /s)	Dif. Aforos (m ³ /s)	Long. Tramo (m)	Tasa (m ³ /s/m)
1	1.531	12.050	-10.519	4720	-2.229E-03
2	2.784	1.531	1.253	2812	4.456E-04
3	2.971	2.784	0.187	5374	3.480E-05
4	8.494	2.971	5.523	10135	5.449E-04
5	5.990	8.494	-2.504	2558	-9.789E-04
6	7.600	5.990	1.610	4580	3.515E-04
7	6.460	7.600	-1.140	1256	-9.076E-04
8	8.840	6.460	2.380	2713	8.773E-04
9	8.640	8.840	-0.200	1753	-1.141E-04
10	Desconocido				
11	10.010	10.610	-0.600	2841	-2.112E-04
12	11.403	10.010	1.393	6007	2.319E-04
13	3.630	11.403	-7.773	5780	-1.345E-03
14	5.920	3.630	2.290	2362	9.695E-04
15	1.160	3.630	-2.470	2208	-1.119E-03
16	Similar		0.000	8853	0.000E+00
17	Desconocido				
18	Modelo numérico		0.177	2408	7.345E-05
19	Modelo numérico		-0.176	6940	-2.531E-05
20	Modelo numérico		-0.102	14351	-7.093E-06
21	0.185	0.3	-0.115	846	-1.359E-04
22	0.007	0.008	-0.001	325	-3.077E-06
23	1.126	0.41	0.716	4402	1.627E-04
24	0.69	1.126	-0.436	2950	-1.478E-04
25	0.86	0.69	0.17	4342	3.915E-05
26	Desconocido				
27	Modelo numérico		-0.940	7822	-1.202E-04
28	0.08	0.1	-0.02	270	-7.407E-05
29	Modelo numérico		-0.195	5404	-3.603E-05
30	0.601	0.705	-0.104	640	-1.625E-04

Tabla 20. Valores de los aforos registrados en cada tramo fluvial identificado, diferencia entre éstos, longitud de cada tramo y tasa de infiltración estimada en cada uno de ellos. Campaña realizada en octubre de 2010

De la longitud total de cauces fluviales considerados, se dedujo que el 52% de dicha longitud podrían corresponder a tramos perdedores, el 36% a tramos ganadores, el 7% a tramos relativamente estables y el 5% a tramos con carácter desconocido (localizados principalmente en la desembocadura del río Júcar al mar y, en la confluencia del río Verde al Júcar).

De forma análoga, se presenta la Figura 40 (ver Anexo 2) y la Tabla 21 con los resultados obtenidos a partir de la campaña realizada en marzo de 2011.



Figura 40. Carácter de los tramos fluviales según el sentido del intercambio de recursos hídricos subterráneos y superficiales en éstos. Campaña llevada a cabo en el mes de marzo de 2011

CAMPAÑA ABRIL 2011					
Tramo	Aforo 2 (m ³ /s)	Aforo 1 (m ³ /s)	Dif. Aforos (m ³ /s)	Long. Tramo (m)	Tasa (m ³ /s/m)
1	Similar		0	4720	0.000E+00
2	1.41065	0.96559	0.44506	2812	1.583E-04
3	1.86298	1.38459	0.47839	5374	8.902E-05
4	5.4677	1.86298	3.60472	10135	3.557E-04
5	6.44556	5.4677	0.97786	2558	3.823E-04
6	5.0608	6.44556	-1.38476	4580	-3.023E-04
7	5.91228	5.53087	0.38141	1256	3.037E-04
8	9.27556	5.9128	3.36276	2713	1.239E-03
9	8.5644	8.83674	-0.27234	1753	-1.554E-04
10	Desconocido				
11	10.31513	7.8663	2.44883	3191	7.674E-04
12	12.10464	10.31513	1.78951	6007	2.979E-04
13	5.87833	12.10464	-6.22631	5780	-1.077E-03
14	7.5592	5.87833	1.68087	2362	7.116E-04
15	4.50045	7.5592	-3.05875	2208	-1.385E-03
16	6.3295	4.50045	1.82905	8853	2.066E-04
17	Desconocido				
18	Modelo numérico		0.177	2408	7.345E-05
19	Modelo numérico		-0.176	6940	-2.531E-05
20	Modelo numérico		-0.102	14351	-7.093E-06
21	0.21157	0.40564	-0.19407	846	-2.294E-04
22	0.06049	0.05156	0.00893	325	2.748E-05
23	0.59577	0.3245	0.27127	4402	6.162E-05
24	0.49489	0.59577	-0.10088	2950	-3.420E-05
25	0.803	0.49489	0.30811	4342	7.096E-05
26	Desconocido				
27	Modelo numérico		-0.940	7822	-1.202E-04
28	0.49461	0.50813	-0.01352	270	-5.007E-05
29	Modelo numérico		-0.195	5404	-3.603E-05
30	0.49461	0.50813	-0.01352	640	-2.113E-05

Tabla 21. Valores de los aforos registrados en cada tramo fluvial diferenciado, diferencia entre éstos, longitud de cada tramo y tasa de infiltración estimada en cada uno de ellos. Campaña llevada a cabo en el mes de marzo de 2011

Así, de la longitud total de cauces fluviales considerados, se obtuvo que el 46% de dicha longitud correspondía a tramos perdedores, el 45% a tramos ganadores, el 4% a tramos relativamente estables y el 5% a tramos con carácter desconocido. Parece entonces que, durante la segunda campaña, pudo incrementarse en un 9% la longitud de tramos ganadores en el río Júcar respecto a la primera campaña. Los pocos aforos realizados en los ríos Magro, Sellent y Albaida, no han proporcionados registros muy diferenciados entre las dos campañas, además, éstos se consideran muy poco representativos para registrar la evolución de caudales que pudiesen darse en el conjunto de dichos cauces; por ello se consideró un carácter medio estable para todos estos tramos fluviales implicados y unas tasas de infiltración medias proporcionadas por el modelo número en régimen permanente desarrollado para este acuífero por el método de las diferencias finitas.

En la Figura 41 y Anexo 2 se muestra cómo quedarían caracterizados los mismos tramos mostrados en la Figura 39 y en la Figura 40 anteriores si se representasen en función de la media aritmética de los valores netos (teniendo en cuenta el sentido) de los flujos que atravesaron sus lechos durante las dos campañas de aforos estudiadas. En la Tabla 22. Valores medios de tasa de infil-

tración y diferencias de caudales registrados en cada uno de los tramos fluviales considerados durante las dos campañas de medidas se muestra el valor de dichas medias para cada tramo fluvial identificado.

MEDIA ARITMÉTICA AMBAS CAMPAÑAS		
Tramo	Tasa (m ³ /s/m)	Dif. Aforos (m ³ /s)
1	-0.001114	-5.260
2	0.000302	0.849
3	0.000062	0.333
4	0.000450	4.564
5	-0.000298	-0.763
6	0.000025	0.113
7	-0.000302	-0.379
8	0.001058	2.871
9	-0.000135	-0.236
10	Desconocido	
11	0.000278	0.924
12	0.000265	1.591
13	-0.001211	-7.000
14	0.000841	1.985
15	-0.001252	-2.764
16	0.000103	0.915
17	Desconocido	
18	0.000073	0.177
19	-0.000025	-0.176
20	-0.000007	-0.102
21	-0.000183	-0.155
22	0.000012	0.004
23	0.000112	0.494
24	-0.000091	-0.268
25	0.000055	0.239
26	Desconocido	
27	-0.000120	-0.940
28	-0.000062	-0.017
29	-0.000036	-0.195
30	-0.000092	-0.059

Tabla 22. Valores medios de tasa de infiltración y diferencias de caudales registrados en cada uno de los tramos fluviales considerados durante las dos campañas de medidas

En esta ocasión, de la longitud total de cauces fluviales considerados, se obtuvo que el 50% de dicha longitud correspondía a tramos perdedores, el 45% a tramos ganadores y el 5% a tramos con carácter desconocido.

Finalmente, en la Figura 42 (ver también Anexo 2) se representa, como conclusión final, el comportamiento ganador, perdedor, mixto o desconocido experimentado por cada uno de los tramos reconocidos en las campañas ejecutadas.

De la longitud total de cauces fluviales considerados, se obtuvo que el 42% de dicha longitud correspondía a tramos que siempre se comportaron como perdedores, el 32% a tramos que siempre se comportaron como ganadores, el 21% a tramos con comportamientos mixtos y el 5% a tramos con carácter desconocido.

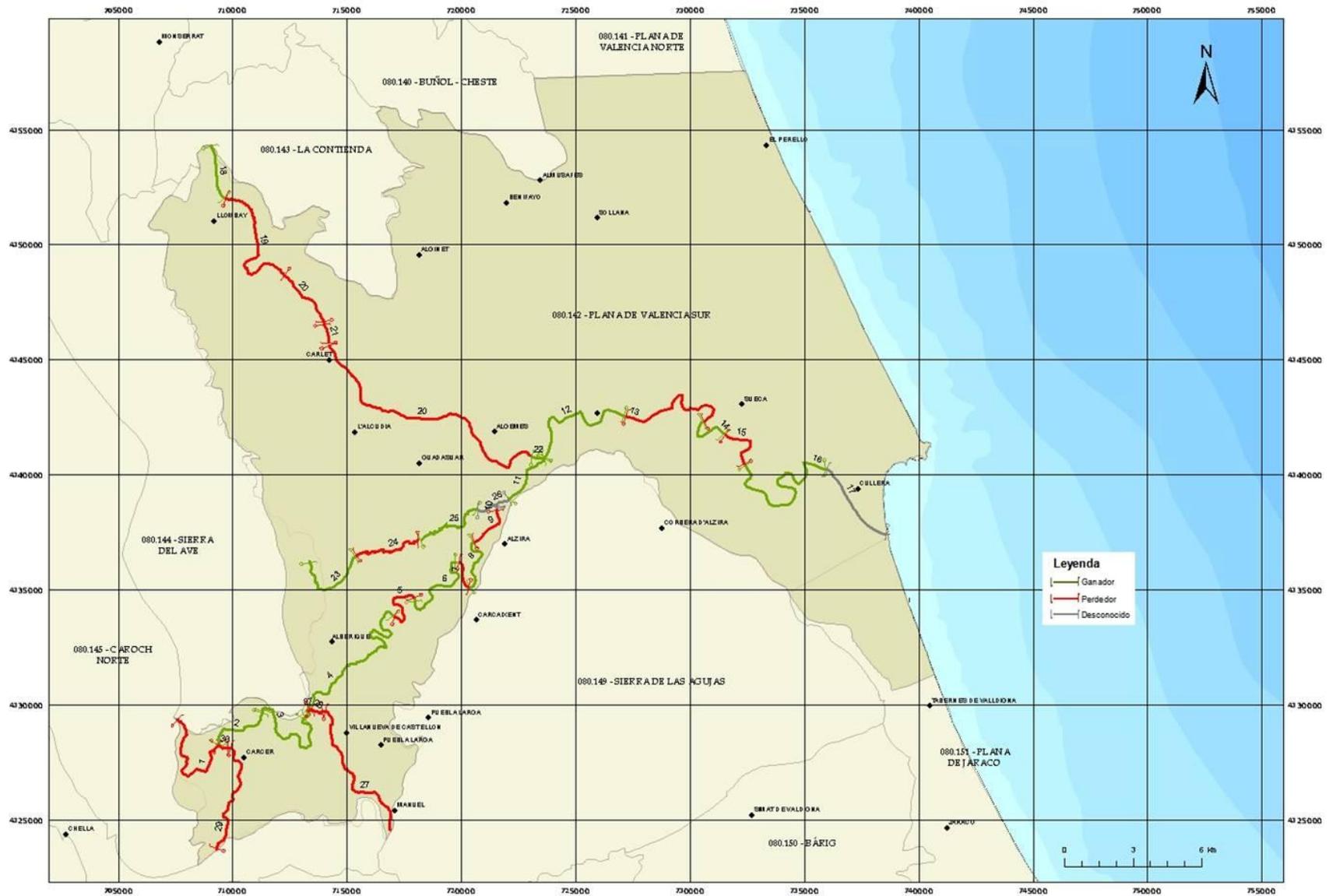


Figura 41. Carácter de los mismos tramos fluviales según la media aritmética de los valores netos (teniendo en cuenta su sentido) de los flujos que atravesaron sus lechos durante las dos campañas de aforos estudiadas



Figura 42. Comportamiento ganador, perdedor o mixto de cada tramo fluvial identificado deducido a partir de las dos campañas de aforos y piezometría ejecutadas

5.3.3. Superficies piezométricas resultantes

Tras la recopilación y tratamiento de la información disponible descrita en los apartados anteriores, se estuvo en condiciones de elaborar los correspondientes mapas piezométricos de las dos campañas realizadas, en los que las líneas de igual carga hidráulica se adaptaron de la forma más coherente posible tanto en las áreas fluviales y en La Albufera (reflejando las relaciones hídrica entre éstas y el acuífero) como en el resto de las zonas no dependientes de las aguas subterráneas.

En la Figura 43, en la Figura 44 y en el Anexo 2 se exponen los planos piezométricos resultantes de las campañas de octubre de 2010 y marzo de 2011, en ellos se incluye el valor (cota absoluta en m s.n.m.) de nivel registrado en cada uno de los puntos de control.

Después de la observación de la Figura 43 y de la Figura 44, puede comprobarse cómo las mayores diferencias piezométricas entre ambos periodos tienen lugar en el entorno centro-occidental de la masa y al O de la población de Cullera. Las variaciones en el régimen de los bombeos, regadíos, pluviosidad y en los cauces fluviales (especialmente el río Júcar) probablemente se encuentren entre las principales causas que motivan estas diferencias de relativo menor orden.

5.4. CONSIDERACIONES Y SÍNTESIS DE RESULTADOS

El primer comentario general que puede realizarse es que las diferencias en el comportamiento hidráulico experimentadas por el acuífero y sus espacios dependientes de las aguas subterráneas durante las dos campañas llevadas a cabo, en octubre de 2010 y marzo de 2011, no son sustancialmente importantes.

En la franja litoral (a excepción del entorno de La Albufera) y en el extremo NO de la MASub (entre las poblaciones de Llombay y Carlet) prácticamente no existen piezómetros asequibles, por lo que en estas posiciones no se han podido deducir las respectivas superficies piezométricas.

Además del análisis piezométrico, para la elaboración más precisa de los mapas piezométricos representativos de las campañas realizadas, se han llevado a cabo estudios accesorios para determinar:

- Grado de permeabilidad de los diferentes tramos de los lechos de los ríos.
- Sentido del intercambio hídrico entre el acuífero y los diferentes tramos de cursos fluviales.

Estos estudios conllevaron, además del ya citado análisis piezométrico, otros tipos de análisis tales como:

- Columnas litológicas.
- Perfiles de tomografía eléctrica.
- Registros de aforos de aguas superficiales en cauces fluviales.
- Modelo conceptual de funcionamiento hidrogeológico del acuífero.
- Modelo numérico de la plana por el método de las diferencias finitas.

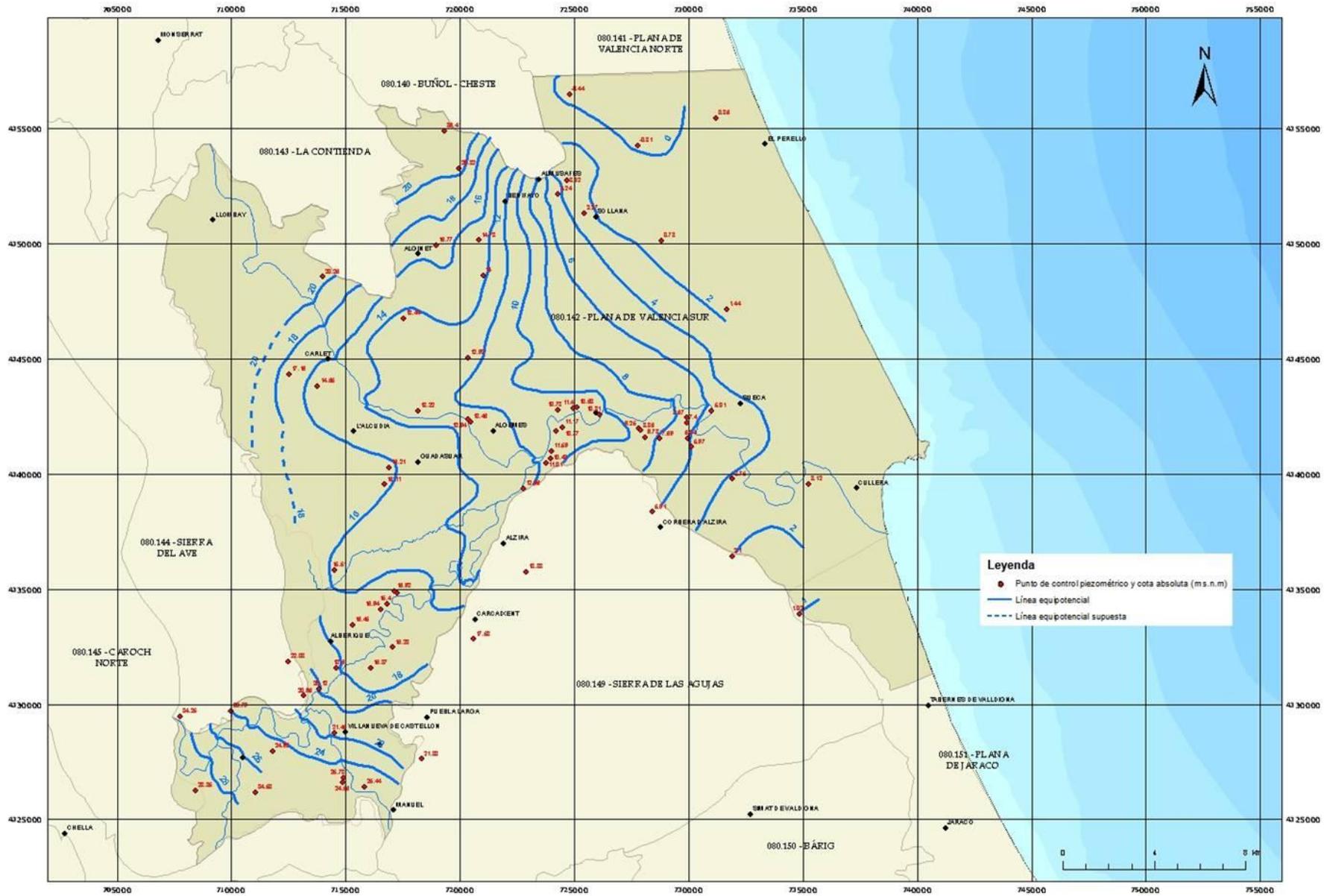


Figura 43. Superficie piezométrica deducida. Campaña de octubre de 2010

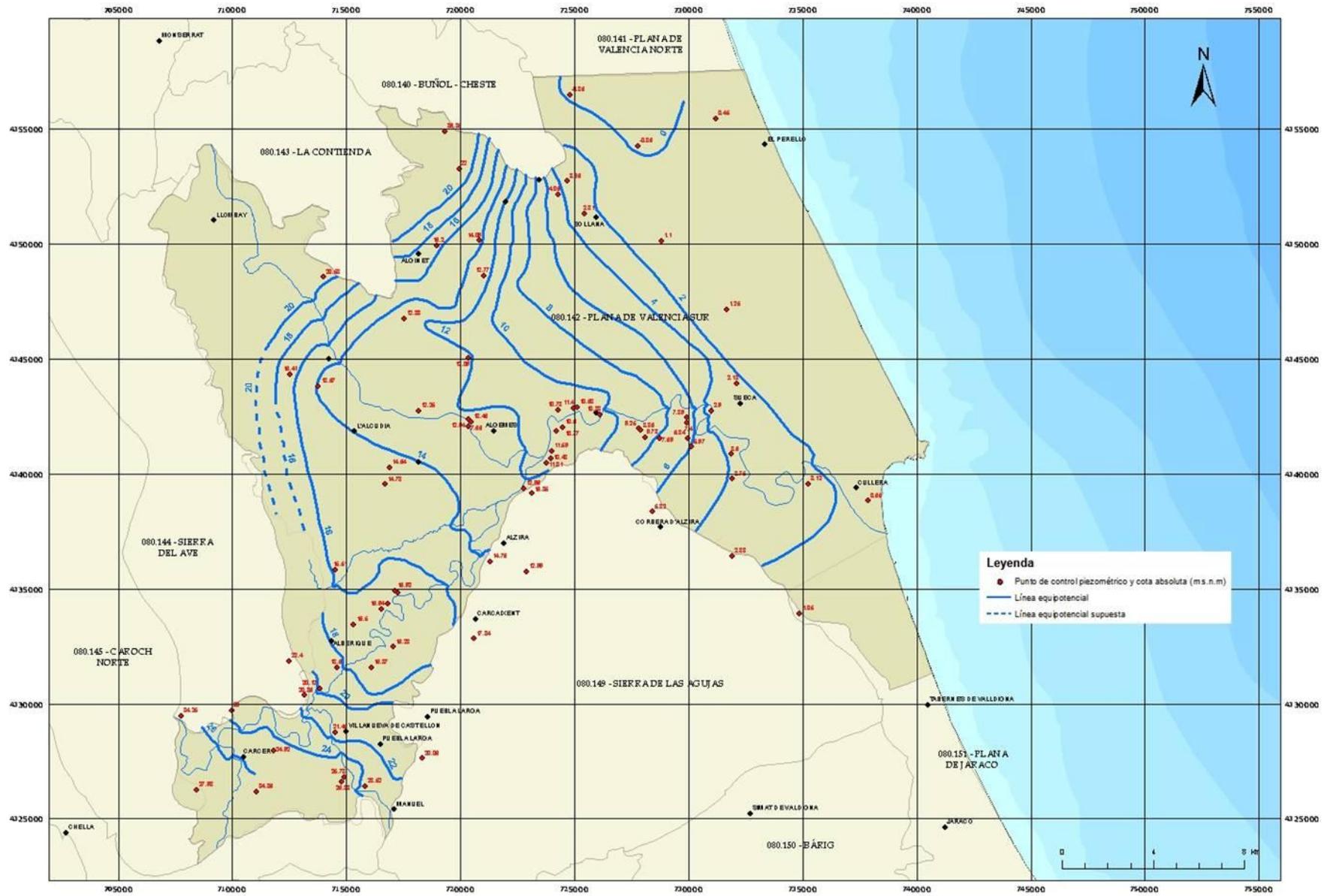


Figura 44. Superficie piezométrica deducida. Campaña de marzo de 2011

Con la información existente, y a pesar de las lagunas existentes en algunas áreas, se procedió tanto a proponer una serie de tramos fluviales caracterizados por su permeabilidad y comportamiento hídrico, como a la cuantificación de dicho comportamiento en diferentes situaciones (durante las dos campañas y con la media aritmética de éstas). Finalmente, se elaboraron sendos mapas piezométricos para cada campaña.

De la longitud total de lechos de río y de perfiles geofísicos analizados se desprende que el 51% de ésta se interpretó como de baja permeabilidad, el 29% de media-baja permeabilidad, el 19% de alta permeabilidad y sólo el 2% se consideró de permeabilidad con carácter desconocido. La distribución de los tramos con permeabilidades diversas es enormemente irregular y no parecen ceñirse a un patrón concreto.

De la longitud total de cauces fluviales considerados en las dos campañas, se dedujo que el 42% de dicha longitud correspondía a tramos que siempre se comportaron como perdedores (esta proporción podría reducirse en cierta medida si se llevase a cabo un estudio más exhaustivo en los ríos Magro, Sellent y Albaida ya que sólo se consideró su comportamiento medio), el 32% a tramos que siempre se comportaron como ganadores, el 21% a tramos con comportamientos mixtos y el 5% a tramos con carácter desconocido.

Los valores de las tasas de intercambio obtenidos oscilan entre unos $2,2E-03 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}$ (tramo fluvial perdedor) y los $1,2E-03 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}$ (tramo fluvial ganador). A nivel global, dominan las ganancias sobre las pérdidas de recursos hídricos a través de los lechos de los cauces implicados. Según el modelo numérico en régimen permanente el valor medio neto de ganancias hacia los cursos superficiales desde el medio subterráneo se encontraría próximo a los $128 \text{ hm}^3/\text{año}$ (Capítulo 8).

Del análisis de los mapas piezométricos resultantes se desprende que las mayores diferencias piezométricas entre ambos periodos tienen lugar en el entorno centro-occidental de la masa y al O de la población de Cullera. Las variaciones en el régimen de los bombeos, regadíos, pluviosidad y en los cauces fluviales (especialmente el río Júcar) probablemente se encuentren entre las principales causas que motivan estas diferencias.

6. ANÁLISIS DE LA SALINIDAD Y TEMPERATURA DE LA ALBUFERA

El objetivo de esta actividad es la determinación de la distribución espacial de la salinidad, basada en la conductividad eléctrica (CE) y la temperatura de las aguas del lago con el fin de identificar aquellas zonas donde puedan existir aportes de aguas subterráneas. Los registros se realizaron en dos campañas (abril y septiembre de 2011) con la utilización de una embarcación tradicional.

La información de partida con la que se contó fue:

- a) La batimetría del lago.
- b) La posición de los ullales históricos, según diversos autores y el conocimiento de barqueros y pescadores de la zona.
- c) Los principales puntos de entradas de aguas superficiales al humedal, que presentan gran diversidad en sus calidades químicas, ya que a La Albufera llegan aguas superficiales procedentes principalmente de los ríos Júcar y Turia, excedentes de riego de la recirculación de los arrozales, vertidos diversos y recursos depurados procedentes de EDARs.

6.1. METODOLOGÍA

Para la obtención de las medidas de salinidad en el lago se llevaron a cabo los siguientes trabajos:

- a) **Recorridos con embarcación** midiendo en continuo la CE a dos profundidades y la temperatura del agua. Para realizar estas mediciones se instaló en la amura de estribor de la embarcación una estructura que sujetaba los dos sensores o CTs en un mismo lado (Figura 45). Dicha estructura fue colocada en la parte anterior de la nave para evitar obtener registros que pudieran haberse visto afectados por unas turbulencias generadas por la propia embarcación y que pudieran haber modificado la estratificación natural de la parte superior de la columna de agua del humedal. Los sensores se colocaron a 0,40 m y a 0,90 m de la superficie. En aquellas zonas con profundidad menor a 0,90 m únicamente se registraron datos con el sensor superficial. La hora de ambos CTs fue sincronizada con la de un GPS para tener la posición de cada uno de los registros tomados en un mismo tiempo. El intervalo de estos registros fue de 1 segundo. El modelo de CT utilizado para la toma de dichos registros en continuo fue el XR-420 de RBR.

Mientras se llevaban a cabo todas estas mediciones, se tomaron las posiciones de la embarcación mediante un GPS modelo Trimble Juno SB. De esta forma se iban posicionando los datos registrados de temperatura y CE.



Figura 45. Disposición de los CTs en la embarcación para la obtención de registros de temperatura y CE en continuo a dos profundidades diferentes

- b) Realización de perfiles detallados en la columna de agua** en puntos seleccionados en todo el lago cada 300 m, y con mayor densidad en aquellas zonas donde se localizaban clásicamente los principales ullales o donde se identificaron zonas de alta o baja CE tras analizar los recorridos anteriormente comentados. El tipo de CT utilizado para la realización de los perfiles fue el Cast Away de YSI; ver Figura 46 y Figura 47.



Figura 46. CT Cast Away de YSI durante la primera campaña de muestreo en el lago de La Albufera

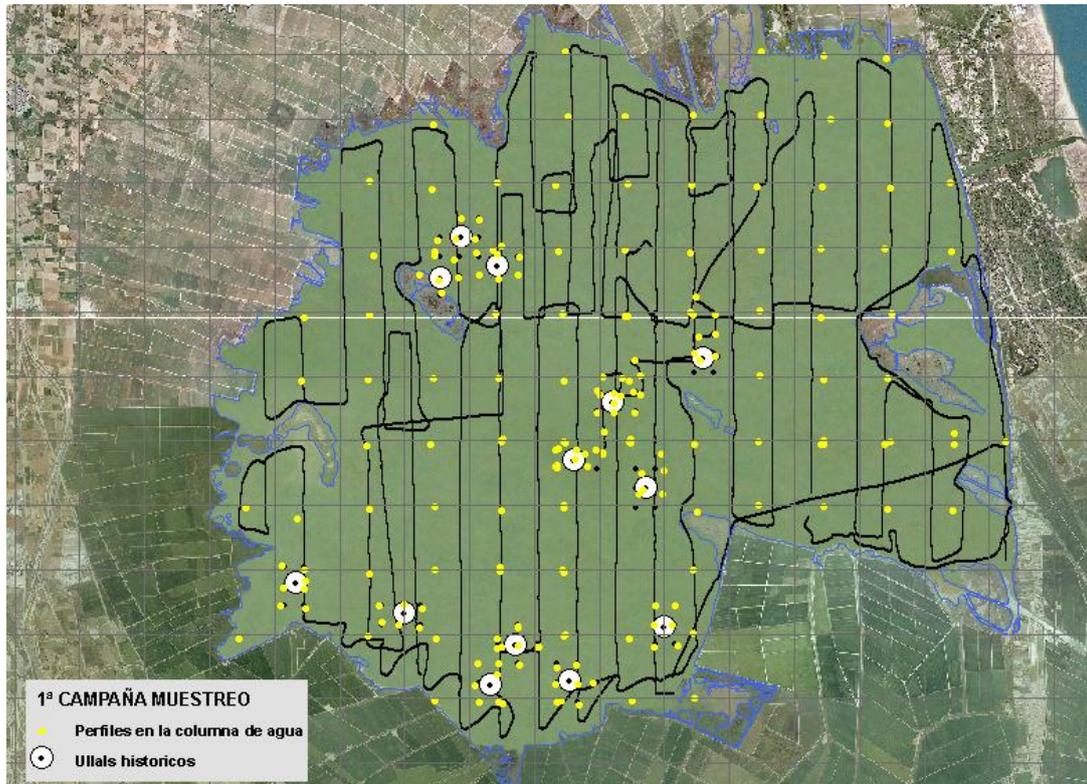


Figura 47. Localización en el lago de La Albufera de los rastreos realizados en medición continua de temperatura y de CE, y de los distintos perfiles en la columna de agua. La densidad de los perfiles realizados es mayor cerca de los ullals históricos. Durante las dos campañas el muestreo en el lago fue muy similar entre si

6.2. RESULTADOS

A partir de la información recogida en los días de muestreo durante los meses de abril y de septiembre de 2011, se obtuvieron los siguientes resultados referentes a temperatura y a CE de las aguas del lago. El método de interpolación utilizado en todos los casos fue el "Spline". Este método estima valores mediante una función matemática que minimiza la curvatura general de la superficie, lo que resulta una superficie suave que pasa exactamente por los puntos de entrada. La forma básica de la curvatura mínima de interpolación por spline impone las siguientes dos condiciones:

- La superficie debe pasar exactamente por los puntos de datos.
- La superficie debe tener una curvatura mínima (la suma acumulativa de los cuadrados de los términos de la derivada segunda de la superficie tomada sobre cada punto de la superficie debe ser mínima).

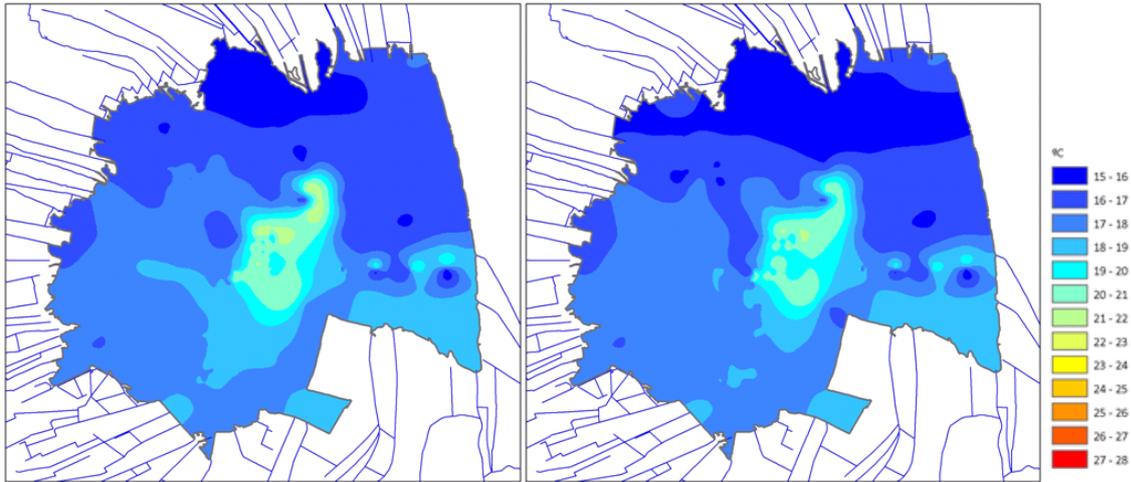


Figura 48. Temperatura en superficie (izquierda) y en profundidad (derecha) a partir de perfiles en la columna de agua en el lago de La Albufera. Abril 2011

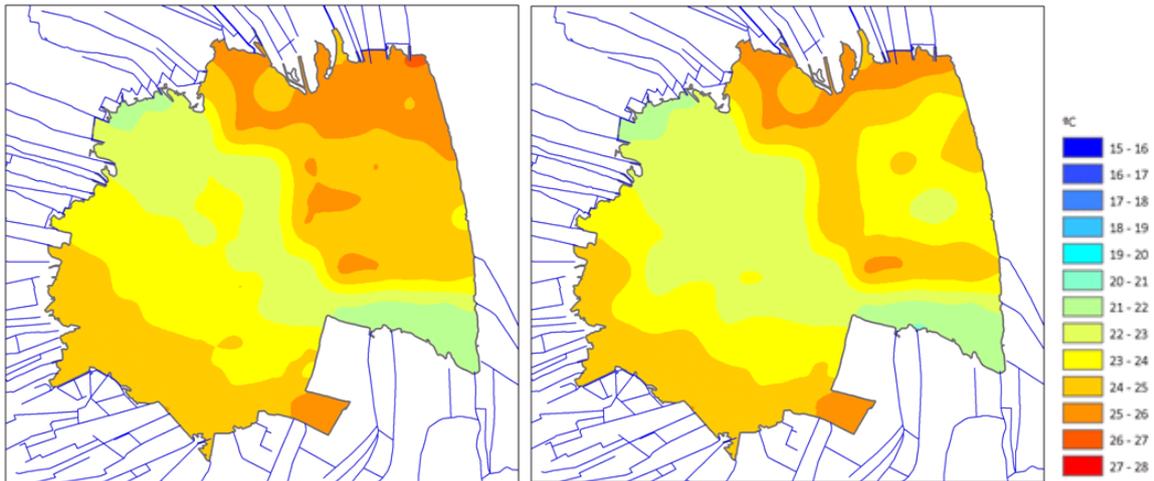


Figura 49. Temperatura en superficie (izquierda) y en profundidad (derecha) a partir de perfiles en la columna de agua en el lago de La Albufera. Septiembre 2011

En la Figura 48 y Figura 49 se observa como las temperaturas obtenidas durante el mes de septiembre son considerablemente más elevadas que las del mes de abril. Además, dentro de una misma época, se aprecia como se llegan a alcanzar diferencias de temperatura de entre 3 y 4° en una misma profundidad. Esto es debido a la oscilación de la temperatura a lo largo del día. Para evitar la influencia de esta oscilación diaria se realiza la diferencia de temperatura superficial y en profundidad para cada periodo de muestreo (Figura 50 y Figura 51).

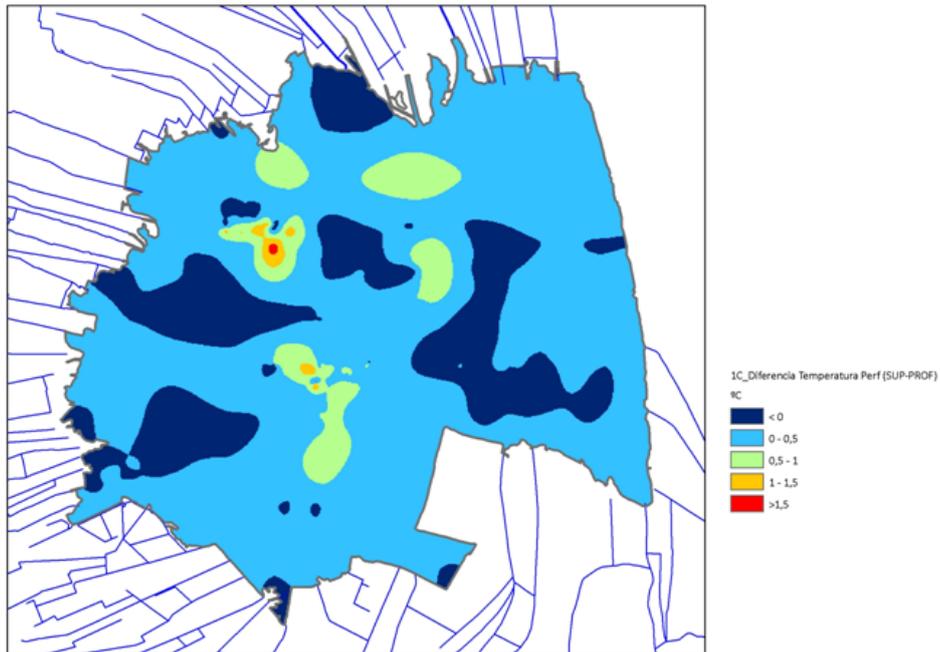


Figura 50. Diferencia entre temperatura superficial y temperatura en profundidad en el lago de La Albufera.
Abril 2011

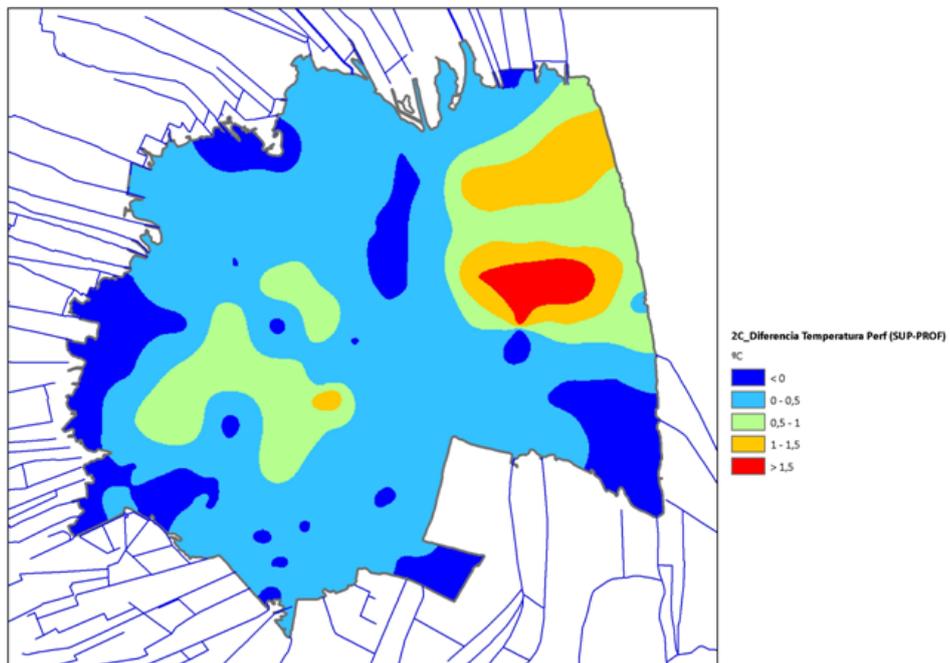


Figura 51. Diferencia entre temperatura superficial y temperatura en profundidad en el lago de La Albufera.
Septiembre 2011

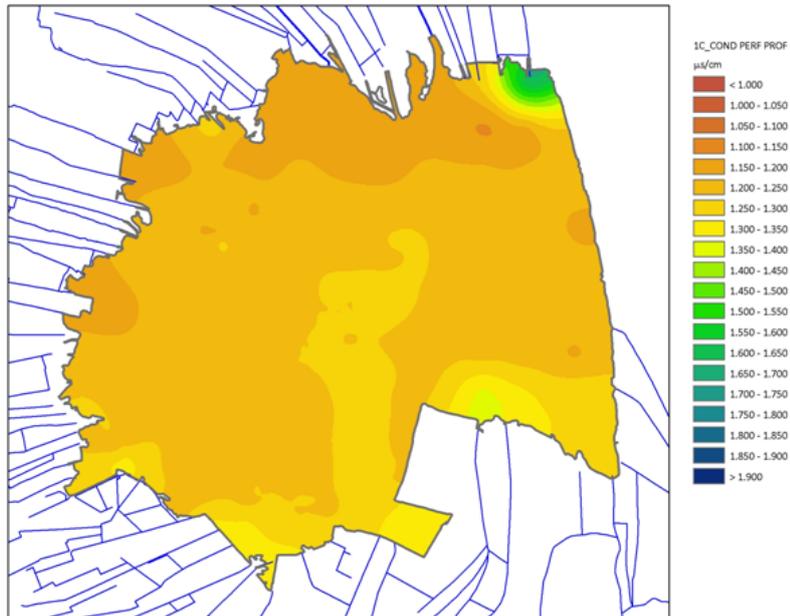


Figura 52. Conductividad eléctrica ($\mu\text{S/cm}$) en profundidad a partir de perfiles en la columna de agua en el lago de La Albufera. Abril 2011

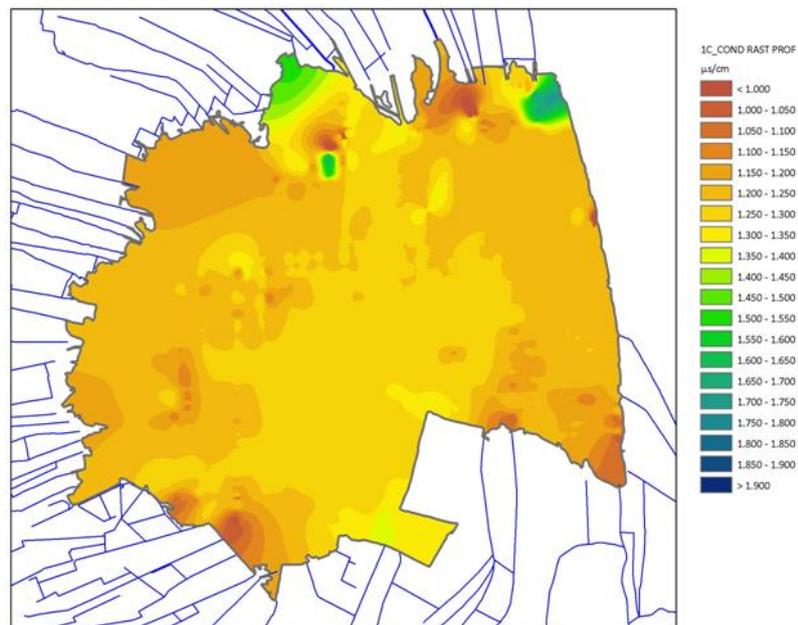


Figura 53. Conductividad eléctrica ($\mu\text{S/cm}$) a partir de los rastreos en medición continua realizados mediante el CT ubicado a 90 cm de superficie en el lago de La Albufera. Abril 2011

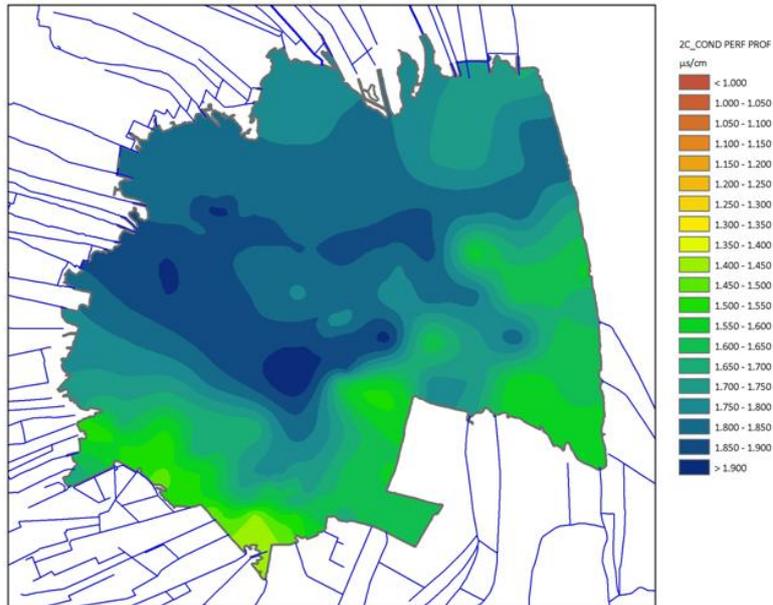


Figura 54. Conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) en profundidad a partir de perfiles en la columna de agua en el lago de La Albufera. Septiembre 2011

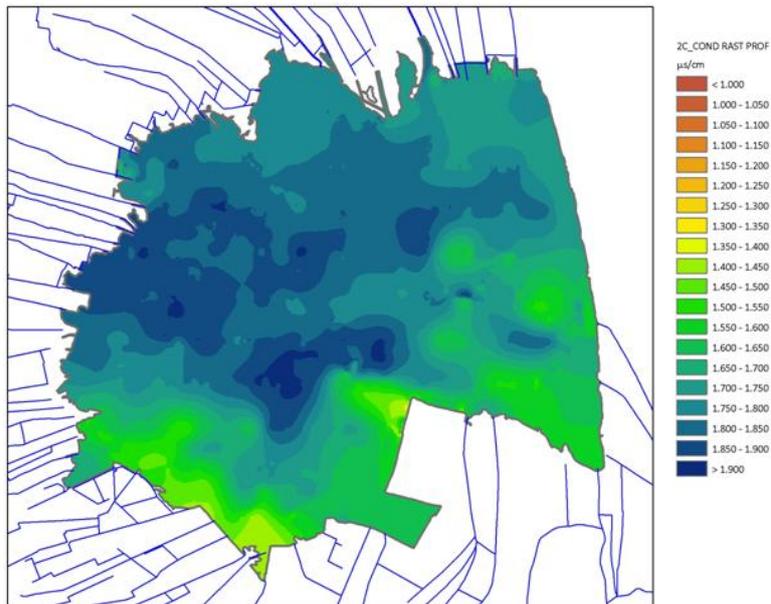


Figura 55. Conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) a partir de los rastreos en medición continua realizados mediante el CT ubicado a 90 cm de superficie en el lago de La Albufera. Septiembre 2011

Se aprecia una clara diferencia en la CE entre la primera y la segunda campaña. Durante la de abril osciló entre 1.100 y 1.300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Figura 52 y Figura 53), mientras que en septiembre los valores en profundidad de CE oscilaron entre 1.500 y 1.800 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (Figura 54 y Figura 55).

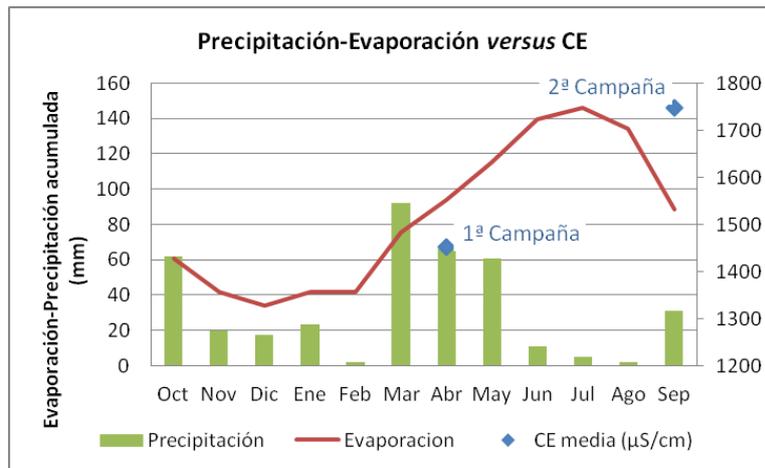


Figura 56. Valores de precipitación y evaporación en el año 2010-2011 frente a los valores medios de conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$) en cada una de las campañas

En la Figura 56, se observa una clara relación entre el aumento de la evaporación en los meses comprendidos entre la primera y la segunda campaña, y el aumento de CE media a una profundidad de 0,90 m de una campaña a otra. También se aprecia como el mes de máximas precipitaciones se da en marzo, días antes de las mediciones de la primera campaña. Ambos fenómenos, el de precipitación y el de evaporación, justifican la diferencia de valores de CE que hay entre la campaña de abril y la de septiembre.

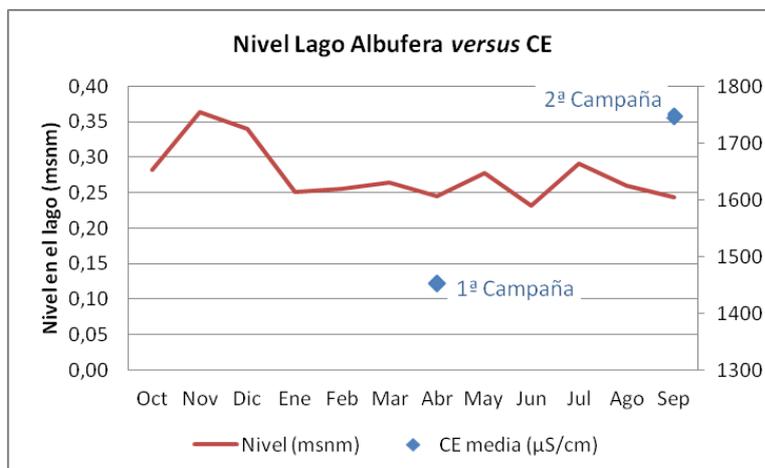


Figura 57. Nivel del lago durante la anualidad 2010-2011 (msnm) frente a los valores medios de CE ($\mu\text{S}/\text{cm}$) en cada una de las campañas

En la Figura 57 quedan representados los valores de nivel o altura del agua del lago durante la anualidad 2010-2011 frente a los valores de CE medios tomados en profundidad para cada campaña de muestreo. No se aprecia una clara relación entre la oscilación del nivel con el aumento de CE comprendido entre las dos campañas.

Por otro lado, también se han representado los niveles mensuales de tres estaciones piezométricas, 08.25.095, 08.26.103 y 08.26.105 (Figura 58), distribuidas de oeste a este respectivamente en el sur del lago, frente a las CE medias de cada campaña. En este caso, tampoco se aprecia

una relación directa en el aumento de CE de una campaña a otra con las variaciones de los niveles piezométricos durante esos mismo meses.

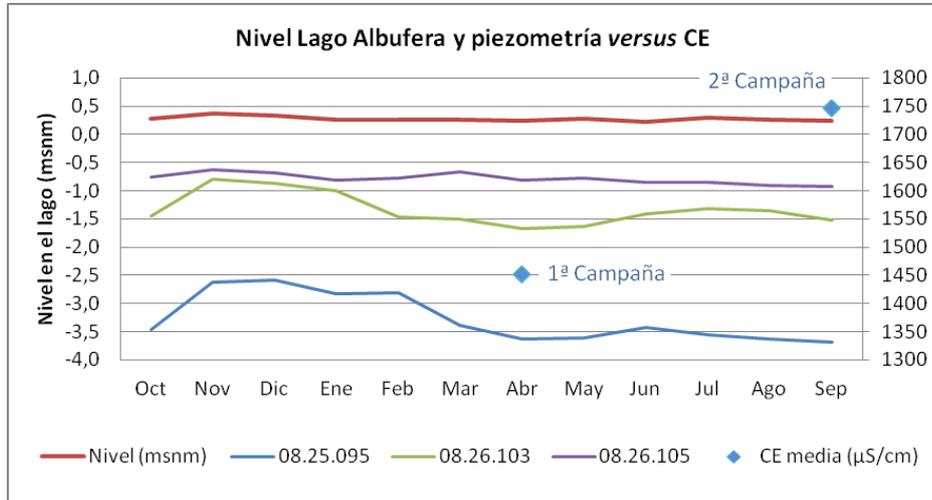


Figura 58. Nivel del lago y de tres estaciones piezométricas ubicadas al sur del mismo (msnm) durante la anualidad 2010-2011 frente a los valores medios de CE ($\mu\text{S}/\text{cm}$) en cada una de las campañas

Analizando los mapas de ambas campañas de muestreo, no se aprecia ninguna zona clara donde puedan existir aportes de aguas subterráneas.

En este sentido, aportan una mayor información los mapas de temperatura, donde sí se observan diferencias en algunas zonas, pero sin llegar a resultados concluyentes.

7. ESTUDIO HIDROQUÍMICO

7.1. PRESENTACIÓN Y OBJETIVOS

El presente capítulo tiene por objeto valorar los efectos de las relaciones río-acuífero sobre la composición de las aguas de uno y otro medio, a efectos de determinar las posibles variaciones de sus características hidroquímicas derivadas de la puesta en contacto de ambas, tanto en lo que concierne a los componentes de origen natural, como a aquellas sustancias ajenas a este último capaces de alterar su calidad. Asimismo, estos resultados representan una aportación al conocimiento del funcionamiento hidrogeológico de la MASub Plana de Valencia Sur. El eje fundamental del estudio se centra en las relaciones entre esta última y el tramo del río Júcar que discurre por la misma, así como en las derivaciones desde este río, a través de canales de riego, hacia el Parque Natural de La Albufera.

La información de partida empleada para la ejecución del estudio ha sido, esencialmente, la proporcionada por los análisis químicos e isotópicos de un conjunto de muestras de aguas subterráneas y superficiales procedentes de dos campañas de muestreo realizadas en el marco del presente proyecto (octubre-10 y marzo-11). Además, estos análisis se han complementado con otros proporcionados por el IGME procedentes de las redes de vigilancia que gestiona este Organismo en el área de estudio, entre los que se incluyen las series históricas disponibles de cada uno de los puntos seleccionados de dichas redes, así como de los muestreados en las campañas citadas en aquellos casos en que existió coincidencia.

7.2. METODOLOGÍA, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

7.2.1. Campañas de muestreo y análisis

Según se indicó en el apartado precedente, en el marco del presente estudio se han llevado a cabo dos campañas de recogida de muestras de aguas subterráneas y superficiales para determinación "in situ" de parámetros no conservativos, así como para el análisis en laboratorio de componentes mayoritarios y minoritarios. Dichas campañas fueron realizadas durante los meses de octubre de 2010 y marzo de 2011, con un resultado de 19 y 16 muestras de aguas subterráneas recogidas y analizadas en una y otra sobre un total de 20 puntos de agua, y otras 24 de aguas superficiales, 12 por cada una de las campañas

La selección se llevó a cabo sobre la base del inventario disponible y mediante reconocimientos de campo. El criterio fundamental fue el de escoger puntos de agua próximos al cauce del río Júcar y, en menor medida, de sus afluentes Magro y Verde, preferentemente en los tramos más próximos a su confluencia. Asimismo, se procuró, en la medida de lo posible, que los puntos seleccionados no perteneciesen a las redes de vigilancia del IGME, de manera que ambos muestreos resultasen complementarios.

Las Figura 59 y Figura 60 reflejan su situación así como la de los puntos de muestreo de aguas superficiales, a los que se hará referencia más adelante. Asimismo, la Tabla 23 recoge la relación pormenorizada de los puntos muestreados para análisis químico en el marco del presente proyecto, y las campañas en que lo fueron.

Como complemento a esta información, se procedió a seleccionar, entre los puntos de agua controlados periódicamente por el IGME, los más próximos a los cursos de los ríos Júcar, Verde y

Magro, concretamente los situados a una distancia inferior a 2 km, cuya situación también aparece reflejada en las citadas Figura 59 y Figura 60. Ello permitió incorporar 8 nuevas captaciones de agua subterránea muestreadas en las mismas fechas que las del presente proyecto. Sin embargo, no fue posible encontrar puntos tan próximos al río en el tramo comprendido entre las localidades de Alberic y Algemesí por lo que, para intentar paliar esta laguna de información y a efectos de la representación de isovalores sobre plano, se optó por seleccionar tres puntos adicionales situados en dicho tramo pero a mayor distancia, cuyos análisis más recientes corresponden a los años 2007 y 2008.

Teniendo en cuenta, pues, estas incorporaciones, el número total de puntos de agua subterránea considerados asciende a 30. Las Tabla 24 y Tabla 25 reflejan, respectivamente, los análisis de las muestras recogidas en las campañas de octubre-10 y marzo-11 correspondientes al presente proyecto y a las redes de vigilancia del IGME, así como los de los tres puntos adicionales arriba citados.

7.2.2. Variabilidad temporal de la composición de las aguas subterráneas

Puesto que, desde el punto de vista hidroquímico, el estudio de las relaciones río-acuífero se sustenta sobre los datos de composición de uno y otro tipo de aguas, la posibilidad de disponer de análisis procedentes de campañas realizadas en situaciones climáticas diferentes –octubre-10 y marzo-11– ha permitido estudiar su variabilidad estacional y, de este modo, valorar la influencia de dicho factor sobre la representatividad de cada uno de los análisis.

Asimismo, teniendo en cuenta que, en el caso de las aguas subterráneas, también ha podido disponerse de series históricas de análisis de algunos de los puntos seleccionados, tal variabilidad ha resultado mejor fundamentada, obviamente tanto más cuanto mayor ha sido el número de análisis recopilados.

La Tabla 26 refleja la relación de puntos de agua subterránea y el número de análisis químicos disponible de cada uno de ellos –355 en total, incluyendo las series históricas–, fechas y rangos de mineralización. La serie completa de dichos análisis puede consultarse en el Anexo 6.1. Por último, la Tabla 27 recoge la totalidad de los análisis isotópicos realizados en ambas campañas en muestras de aguas subterráneas y superficiales.

Código IGME	Tipo	Nombre	Campaña de muestreo	
			OCT10	MAR11
283080029	Sondeo	Abto. Beneixida	X	X
292960012	Sondeo	Abto. Algemesí	X	X
292960096	Sondeo	Finca La Coma	X	X
292960100	Sondeo	Matapollar	X	X
292960159	Sondeo	Paletilla (ARJ-34)	X	X
292960165	Ullal	Ullal de Senillera Grande	X	X
292960172	Sondeo	Abto. Albalat	X	X
292960176	Sondeo	José Luis Carrió (Finca El Francés)	X	X
292970001	Sondeo	Abto. Sueca (San Roque 1)	X	
292970008	Ullal	Ullal de Baldoví	X	X
292970011	Sondeo	Abto. Fortaleny	X	
292970016	Sondeo	El Poli (Polideportivo)	X	X
292970017	Sondeo	Noria	X	X
292970023	Sondeo	Bou	X	X
292970030	Sondeo	Pozo "La Parra"	X	X
293010054	Sondeo	Vintena-Beni	X	X
293010060	Sondeo	Mulata		X
293010062	Sondeo	Moia	X	
293010073	Sondeo	Cuadró	X	X
293050077	Sondeo	Abto. Villanueva	X	
JUC-PTO1	Río	Río Júcar	X	X
JUC-PTO2	Río	Río Júcar	X	X
JUC-PTO3	Río	Río Júcar	X	X
JUC-PTO4	Río	Río Júcar	X	X
JUC-PTO5	Río	Río Júcar	X	X
VERDE	Río	Río Verde	X	X
MAGRO-PTO1	Río	Río Magro	X	X
MAGRO-PTO2	Río	Río Magro	X	X
CLOT	Acequia	Séquia del Clot	X	X
FOIA	Acequia	Séquia de Foia	X	X
DRETA	Acequia	Séquia Dreta	X	X
ARBRES	Acequia	Séquia dels Arbres	X	X

Tabla 23. Relación de puntos muestreados en cada campaña para análisis químicos

	Código IGME	Código CHJ	Tipo	UTM X	UTM Y	Cota (msnm)	Prof. obra (m)	Nombre	Fecha muestreo	In situ				Concentraciones en mg/l																						
										pH	C.E. (µS/cm)	Tª (°C)	pH	C.E. (µS/cm)	TSD	DQO	Cl	SO4	HCO3	CO3	NO3	Na	Mg	Ca	K	NO2	NH4	PO4	SiO2	B	F	Li	Br	Sr	Al	
Proyecto relación río-acuífero	283080029		S	711822	4327966	33,90	60,0	Abto. Beneixida	18/10/10	7,22	1.394	18,30	7,43	1.528	1.198	0,5	248	312	236	0	41	135	53	156	3,0	0,00	0,00	0,00	7,1	<0,2	0,205	<0,05	0,276	6,7	<0,002	
	292960012		S	722413	4341133	18,20	65,0	Abto. Algemesi	08/10/10	7,23	1.129	19,40	7,46	1.195	1.019	0,5	103	283	282	0	64	50	60	160	2,0	0,00	0,00	0,00	11,1	<0,05	0,176	<0,05	0,232	3,5	<0,001	
	292960096		S	723976	4340675	15,50	5,4	Finca La Coma	15/10/10	7,14	1.176	18,80	7,33	1.257	1.142	0,5	115	300	279	0	130	52	69	180	2,0	0,00	0,00	0,00	11,6	<0,05	0,175	<0,05	0,251	2,7	<0,001	
	292960100		S	727814	4341957	11,10	66,0	Matapollar	15/10/10	7,17	1.175	18,20	7,41	1.274	1.162	0,5	116	352	283	0	92	54	68	180	2,0	0,00	0,00	0,00	10,0	0,055	0,160	<0,05	0,293	4,7	0,0013	
	292960159		S	724293	4342777	15,68	83,0	Paletilla (ARJ-34)	14/10/10	7,23	1.184	18,40	7,35	1.294	1.176	0,8	114	360	284	0	96	56	68	180	2,0	0,00	0,00	0,00	10,6	0,062	0,183	<0,05	0,293	5,2	<0,001	
	292960165		Ullal	726994	4344880	6,30		Ullal de Senillera Grande	01/10/10	-	1.385	19,38	7,62	1.327	1.119	0,5	123	324	274	0	80	81	68	150	3,0	0,00	0,00	0,00	10,3	0,052	0,231	<0,05	0,425	5,2	0,0063	
	292960172		S	726300	4343043	13,40	92,0	Abto. Albalat	15/10/10	7,21	1.211	18,50	7,40	1.300	1.284	0,5	120	410	283	0	112	76	69	206	2,0	0,00	0,00	0,00	0,1	0,066	0,168	<0,05	0,318	4,9	<0,001	
	292960176		S	722766	4339368	17,00		José Luis Carrió (Finca El Francés)	18/10/10	7,16	1.053	18,70	7,38	1.098	896	0,5	114	186	262	0	90	45	53	134	1,0	0,00	0,00	0,00	9,4	<0,05	0,134	<0,05	0,335	1,3	<0,001	
	292970001	08.26.124	S	731132	4342936	9,62	80,0	Abto. Sueca (San Roque 1)	13/10/10	7,14	1.310	18,90	7,38	1.408	1.362	0,5	135	420	342	0	76	82	81	202	3,0	0,00	0,00	0,00	13,4	0,082	0,261	<0,05	0,342	6,7	0,0025	
	292970008		Ullal	731536	4347985	4,50		Ullal de Baldovi	22/10/10	-	3.017	18,41	7,48	3.020	2.205	2,1	852	334	259	0	47	411	96	180	8,0	0,00	0,00	0,00	9,2	<0,2	0,245	<0,5	3,014	5,5	<0,004	
	292970011	08.26.108	S	731882	4340802	6,93	17,8	Abto. Fortaleny	13/10/10	7,09	1.158	19,20	7,41	1.253	1.122	0,5	128	326	324	0	25	83	73	146	2,0	0,00	0,00	0,00	10,8	0,062	0,243	<0,05	0,350	3,4	<0,001	
	292970016		S	729937	4342454	9,20	100,0	El Poli (Polideportivo)	07/10/10	7,10	1.385	18,60	7,45	1.540	1.421	1,0	151	440	318	0	112	92	95	188	4,0	0,00	0,00	0,00	14,2	<0,2	0,308	<0,05	0,313	6,6	<0,002	
	292970017		S	729952	4342212	9,20	85,0	Noria	07/10/10	7,12	1.235	19,30	7,36	1.295	1.188	0,5	124	376	310	0	40	81	76	160	3,0	0,00	0,00	0,00	12,4	0,075	0,238	<0,05	0,281	4,9	<0,001	
	292970023		S	731903	4339769	6,34		Bou	07/10/10	7,16	1.175	20,70	7,48	1.222	1.037	0,5	153	248	326	0	4	84	57	144	2,0	0,00	0,00	0,00	13,0	0,074	0,307	<0,05	0,256	5,7	<0,001	
	292970030		S	731932	4340995	8,20		Pozo "La Parra"	13/10/10	7,11	1.496	18,70	7,27	1.680	1.551	0,8	147	516	460	0	10	97	140	158	2,0	0,00	0,00	0,00	13,7	0,266	0,413	<0,05	0,414	6,6	<0,002	
	293010054		S	716124	4331581	25,51	111,0	Vintena-Beni	18/10/10	7,25	1.155	18,80	7,35	1.242	1.037	0,5	160	218	280	0	66	109	46	138	2,0	0,00	0,00	0,00	13,4	0,067	0,215	<0,05	0,258	4,4	<0,001	
	293010062		S	716547	4334115	25,10	83,0	Moia	07/10/10	7,30	1.190	19,00	7,42	1.383	1.170	0,9	206	272	274	0	58	131	50	158	3,0	0,00	0,00	0,00	13,1	0,054	0,183	<0,05	0,284	4,2	<0,001	
	293010073		S	717054	4332464	23,39	102,0	Cuadró	18/10/10	7,31	1.015	19,00	7,44	1.059	870	0,5	125	155	279	0	54	84	42	113	2,0	0,00	0,00	0,00	12,7	0,062	0,187	<0,05	0,233	2,7	<0,001	
293050077	08.26.083	S	715461	4328394	35,50	42,0	Abto. Villanueva	08/10/10	7,40	976	18,80	7,53	1.010	870	0,6	115	172	273	0	37	89	37	104	3,0	0,00	0,00	0,00	37,0	0,079	0,223	<0,05	0,219	2,9	<0,001		
Red IGME	(< 2km del río)	283080008	08.27.049	S	708786	4328756	42,00	18,5		18/10/10	7,57	1.064	19,70	7,55	922	638	0,5	93	227	121	0	16	47	38	81	3,0	0,00	0,00	0,00	6,4	0,055	0,186	<0,05	0,175	4,7	
		292950017	08.26.123	S	718258	4342981	29,97	31,5		14/10/10	7,23	2.030	19,20	7,20	1.950	1.724	0,6	138	560	237	0	320	76	111	256	2,0	0,25	0,00	0,00	15,9	0,213	0,161	<0,05	0,513	6,5	
		292960168	08.26.126	S	726131	4342568	13,59			14/10/10	7,39	1.392	21,60	7,47	1.322	1.083	0,6	121	340	209	0	100	75	66	152	3,0	0,00	0,00	0,00	11,3	0,075	0,149	<0,05	0,307	4,7	
		293010032	08.26.055	S	716806	4334360	20,27	29,6		13/10/10	7,40	1.005	22,90	7,78	948	714	0,8	95	242	162	0	2	62	43	91	5,0	0,00	0,00	0,00	6,8	0,064	0,260	<0,05	0,172	5,1	
		293010035	08.26.047	S	714533	4335820	25,08	10,1		13/10/10	7,67	1.113	18,90	7,45	1.105	877	0,6	96	270	252	0	1	46	49	140	4,0	0,00	0,00	0,00	11,7	0,060	0,285	<0,05	0,169	6,6	
	293030128	08.26.127	S	732688	4337201	5,00			15/10/10	7,25	1.560	18,40	7,26	1.456	1.016	0,5	150	362	205	0	5	81	84	111	2,0	0,00	0,00	0,00	10,3	0,081	0,177	<0,05	0,308	5,4		
	292950059		S	720946	4339153	18,03	84,0		14/08/07				7,50	1.387	1.199	0,60	124	390	264,0	0	78	67	73	182	2,0	0,00	0,00	0,00	15,0	0,069		0,0	0,158	3,500		
	293010071		S	718176	4335237	21,71			29/10/08				7,70	1.042	752	0,50	139	166	162,0	0	52	88	40	85	2,0	0,00	0,00	0,00	16,6	0,085		0,0	0,201	1,500		
	293010072		S	718448	4338206	18,68			29/10/08				7,70	1.150	843	0,60	138	244	156,0	0	49	81	50	105	2,0	0,00	0,00	0,00	15,5	0,093		0,0	0,227	2,600		

Tabla 24. Análisis químicos de aguas subterráneas (campaña octubre-10)

	Código IGME	Código CHJ	Tipo	UTM X	UTM Y	Cota (msnm)	Prof. obra (m)	Nombre	Fecha muestreo	In situ			pH	C.E (µS/cm)	Concentraciones en mg/l																				
										pH	C.E (µS/cm)	Tª (°C)			TSD	DQO	Cl	SO4	HCO3	CO3	NO3	Na	Mg	Ca	K	NO2	NH4	PO4	SiO2	B	F	Li	Br	Sr	Al
Proyecto relación río-acuífero	283080029		S	711822	4327966	33,90	60,0	Abto. Beneixida	15/03/11	7,29	1.330	18,10	7,43	1.451	1.208	0,7	246	310	234	0	38	175	52	136	4,0	0,00	0,00	0,00	7,0	0,064	0,191	<0,05	0,265	5,3	0,0011
	292960012		S	722413	4341133	18,20	65,0	Abto. Algemesí	14/03/11	7,31	1.098	19,30	7,39	1.157	1.001	0,5	100	278	280	0	64	53	65	144	2,0	0,00	0,00	0,00	11,4	0,059	0,162	<0,05	0,231	3,5	<0,001
	292960096		S	723976	4340675	15,50	5,4	Finca La Coma	14/03/11	7,19	1.132	17,60	7,47	1.215	1.042	0,7	114	266	271	0	104	55	72	144	2,0	0,00	0,00	0,00	11,3	<0,05	0,160	<0,05	0,259	2,3	<0,001
	292960100		S	727814	4341957	11,10	66,0	Matapollar	16/03/11	7,31	1.156	18,20	7,41	1.213	1.044	0,6	107	310	261	0	72	71	70	136	2,0	0,00	0,00	0,00	10,0	0,061	0,149	<0,05	0,281	4,2	<0,001
	292960159		S	724293	4342777	15,68	83,0	Paletilla (ARJ-34)	26/03/11	7,22	1.153	18,40	7,28	1.242	1.055	1,0	113	306	256	0	80	75	68	138	3,0	0,00	0,00	0,00	10,5	0,068	0,163	<0,05	0,291	4,6	0,0122
	292960165		Ullal	726994	4344880	6,30		Ullal de Senillera Grande	31/03/11	sd	1.524	18,70	7,35	1.361	1.191	0,6	132	352	275	0	92	73	69	180	3,0	0,00	0,00	0,00	10,1	0,079	0,170	<0,05	0,357	4,6	0,0031
	292960172		S	726300	4343043	13,40	92,0	Abto. Albalat	15/03/11	7,31	1.181	18,50	7,42	1.260	1.095	0,6	119	304	273	0	86	79	64	152	3,0	0,00	0,00	0,00	10,3	0,071	0,154	<0,05	0,310	4,0	<0,001
	292960176		S	722766	4339368	17,00		José Luis Carrió (Finca El Francés)	14/03/11	7,19	1.016	18,90	7,33	1.056	864	0,6	112	191	239	0	80	46	54	130	1,0	0,00	0,00	0,00	9,4	<0,05	0,124	<0,05	0,363	1,1	0,0010
	292970008		Ullal	731514	4347878	4,50		Ullal de Baldoví	09/03/11	sd	3.360	18,20	7,53	2.970	2.094	1,8	760	340	270	0	45	360	100	192	9,0	0,00	0,00	0,00	9,9	<0,2	0,203	<0,5	2,486	5,4	<0,004
	292970016		S	729937	4342454	9,20	100,0	El Poli (Polideportivo)	16/03/11	7,14	1.335	18,40	7,35	1.518	1.295	0,9	145	360	340	0	88	93	100	144	4,0	0,00	0,00	0,00	14,0	<0,2	0,295	<0,05	0,308	6,6	<0,002
	292970017		S	729952	4342212	9,20	85,0	Noria	16/03/11	7,23	1.195	18,80	7,43	1.274	1.098	0,6	125	320	299	0	41	82	76	134	3,0	0,00	0,00	0,00	12,1	0,089	0,239	<0,05	0,275	4,9	0,0202
	292970023		S	731903	4339769	6,34		Bou	16/03/11	7,25	1.125	20,30	7,39	1.190	997	0,7	146	270	283	0	3	85	61	128	2,0	0,00	0,00	0,00	12,5	0,083	0,286	<0,05	0,252	5,7	0,0165
	292970030		S	731932	4340995	8,20		Pozo "La Parra"	14/03/11	7,11	1.451	18,20	7,28	1.634	1.436	1,1	145	510	380	0	10	104	136	128	2,0	0,00	0,00	0,11	13,5	0,307	0,400	<0,05	0,419	6,6	0,0057
	293010054		S	716123	4331581	24,67	111,0	Vintena-Beni	15/03/11	7,08	1.129	18,00	7,31	1.204	1.010	0,5	157	220	267	0	62	111	50	122	3,0	0,00	0,00	0,00	13,4	0,078	0,180	<0,05	0,258	3,7	0,0015
293010060		S	717123	4334902	24,50		Mulata	26/03/11	7,17	1.085	18,60	7,32	1.172	973	0,5	146	237	256	0	45	89	54	126	3,0	0,00	0,00	0,00	11,7	0,052	0,189	<0,05	0,246	5,0	0,0039	
293010073		S	717054	4332464	23,39	102,0	Cuadró	15/03/11	7,29	995	18,50	7,44	1.029	844	0,8	124	167	247	0	54	89	40	105	3,0	0,00	0,00	0,00	12,5	0,069	0,180	<0,05	0,229	2,2	0,0035	
Red IGME (< 2km del río)	282980012	08.27.017	S	712450	4346696	65,00	112,0		25/03/11	7,40	1.602	21,70	7,35	1.760	1.424	0,9	163	478	131	0	240	120	83	192	3,0	0,00	0,00	0,00	12,7		0,276	<0,05	0,724		
	283080008	08.27.049	S	708786	4328756	42,00	18,5		24/03/11	7,68	893	21,00	7,73	988	807	1,0	119	248	128	0	66	92	41	97	3,0	0,00	0,00	0,00	12,5		0,241	<0,05	0,305		
	292950017	08.26.123	S	718258	4342981	29,97	31,5		24/03/11	7,31	2.030	16,10	7,36	1.859	1.692	0,8	131	584	240	0	270	92	109	248	3,0	0,20	0,00	0,00	14,0		0,182	<0,05	0,414		
	292960168	08.26.126	S	726131	4342568	13,59			24/03/11	7,58	1.425	16,80	7,51	1.309	1.085	0,6	123	314	262	0	76	91	65	140	3,0	0,00	0,00	0,00	10,4		0,163	<0,05	0,279		
	293010032	08.26.055	S	716806	4334360	20,27	29,6		23/03/11	7,36	904	16,30	7,64	785	648	0,7	99	208	145	0	1	81	36	68	6,0	0,00	0,00	0,00	3,6		0,209	<0,05	0,156		
	293010035	08.26.047	S	714533	4335820	25,08	10,1		23/03/11	6,85	1.046	16,20	7,72	997	840	0,7	89	287	216	0	1	68	44	120	4,0	0,00	0,00	0,00	10,5		0,317	<0,05	0,143		
	292950059		S	720946	4339153	18,03	84,0		14/08/07				7,50	1.387	1.199	0,6	124	390	264	0	78	67	73	182	2,0	0,00	0,00	0,00	15,0	0,069		0,000	0,158	3,5	
Red IGME (> 2km del río)	293010071		S	718176	4335237	21,71			29/10/08				7,70	1.042	752	0,5	139	166	162	0	52	88	40	85	2,0	0,00	0,00	0,00	16,6	0,085		0,000	0,201	1,5	
	293010072		S	718448	4338206	18,68			29/10/08				7,70	1.150	843	0,6	138	244	156	0	49	81	50	105	2,0	0,00	0,00	0,00	15,5	0,093		0,000	0,227	2,6	

Tabla 25. Análisis químicos de aguas subterráneas (campaña marzo-11)

Código IGME	Nº análisis	Serie histórica análisis		C.E. (µs/cm)		TSD (mg/l)	
		Primero	Último	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
282980012 ^a	17	02/06/1995	25/07/2011	799	1.805	693	1.448
283080008 ^a	18	25/05/1973	22/07/2011	902	1.005	633	820
283080029 ^b	44	25/06/1973	15/03/2011	1.096	1.815	694	1.260
292950017 ^a	10	01/07/2007	27/07/2011	1.628	2.323	1.228	1.728
292950059 ^g	3	25/07/2006	14/08/2007	964	1.427	919	1.200
292960012 ^b	43	03/07/1972	14/03/2011	770	1.315	585	1.549
292960096 ^d	2	15/10/2010	14/03/2011	1.215	1.257	1.042	1.142
292960100 ^d	2	15/10/2010	16/03/2011	1.213	1.274	1.044	1.162
292960159 ^f	8	05/04/2006	26/03/2011	1.235	1.347	900	1.176
292960165 ^e	16	16/06/2006	31/03/2011	1.095	1.818	808	1.191
292960168 ^a	10	01/07/2007	26/07/2011	1.231	1.500	894	1.195
292960172 ^d	2	15/10/2010	15/03/2011	1.260	1.300	1.095	1.284
292960176 ^d	2	18/10/2010	14/03/2011	1.056	1.098	864	896
292970001 ^c	11	23/04/2007	26/07/2011	1.217	1.408	1.109	1.362
292970008 ^e	15	16/06/2006	09/03/2011	2.705	3.473	1.455	2.205
292970011 ^c	11	27/07/2006	26/07/2011	1.015	1.253	792	1.122
292970016 ^f	3	30/05/2007	16/03/2011	1.431	1.540	1.223	1.421
292970017 ^f	7	27/07/2006	16/03/2011	1.201	1.295	846	1.188
292970023 ^d	2	07/10/2010	16/03/2011	1.190	1.222	997	1.037
292970030 ^d	2	13/10/2010	14/03/2011	1.634	1.680	1.436	1.551
293010032 ^a	14	18/04/2006	26/07/2011	582	1.399	448	1.203
293010035 ^a	14	18/04/2006	26/07/2011	881	1.105	639	942
293010054 ^f	6	05/04/2006	15/03/2011	1.204	1.377	939	1.114
293010059 ^g	4	04/04/2006	14/08/2007	1.178	1.377	877	1.111
293010060 ^d	1	26/03/2011	26/03/2011	1.172	1.172	973	973
293010062 ^f	6	04/04/2006	07/10/2010	1.345	1.584	972	1.180
293010071 ^g	6	04/04/2006	29/10/2008	1.042	1.121	752	933
293010072 ^g	3	24/10/2007	29/10/2008	1.150	1.269	804	1.077
293010073 ^f	5	30/05/2007	15/03/2011	1.029	1.170	740	931
293030128 ^a	10	27/07/2006	27/07/2011	1.228	1.800	980	1.258
293050077 ^h	58	05/11/1976	27/07/2011	872	1.690	512	1.139

^a Red de calidad general de sequía del IGME

^b Red histórica IGME + análisis proyecto RRA

^c Red de calidad general de sequía del IGME + análisis proyecto RRA

^d Análisis proyecto RRA

^e Red de ullales del IGME + análisis proyecto RRA

^f Pozo de sequía + análisis proyecto RRA

^g Pozo de sequía

^h Red de calidad general de sequía del IGME + red histórica IGME + análisis proyecto RRA

Tabla 26. Series históricas disponibles, rangos de mineralización y origen de los análisis químicos correspondientes a los puntos de agua seleccionados

Código muestra	Tipo	Toponimia	Campaña I				Campaña II			
			$\delta^2\text{H}$ VSMOW	$\delta^{18}\text{O}$ VSMOW	d (‰)	Tritio (UT)	$\delta^2\text{H}$ VSMOW	$\delta^{18}\text{O}$ VSMOW	d (‰)	Tritio (UT)
283080029	Sondeo	Abto. Beneixida	-49,73	-7,98	14,08	12,5 ± 0,6	-31,03	-5,31	11,47	13,3 ± 0,4
292960012	Sondeo	Abto. Algemesí	-34,83	-5,68	10,63	2,6 ± 0,5	-35,14	-6,33	15,53	4,3 ± 0,4
292960096	Sondeo	Finca La Coma	-30,63	-5,23	11,18	1,8 ± 0,5	-22,02	-5,78	24,18	3,1 ± 0,4
292960100	Sondeo	Pozo Matapollar	-27,66	-4,66	9,64	1,9 ± 0,5	-30,26	-4,64	6,87	2,9 ± 0,4
292960159	Sondeo	Paletilla (ARJ-34)	-40,40	-6,39	10,72	3,5 ± 0,5	-27,78	-4,54	8,56	5,2 ± 0,5
292960165	Ullal	Ullal de Senillera Grande	-41,10	-6,43	10,32	4,0 ± 0,5	-24,37	-4,55	12,03	-
292960172	Sondeo	Abto. Albalat	-38,26	-6,10	10,58	3,2 ± 0,5	-27,36	-4,87	11,62	3,7 ± 0,4
292960176	Sondeo	J.L. Carrió (finca polígono)	-27,54	-4,90	11,68	1,6 ± 0,5	-22,94	-5,30	19,43	2,2 ± 0,4
292970001	Sondeo	Abto. Sueca (San Roque 1)	-	-	-	5,4 ± 0,6	-	-	-	-
292970008	Ullal	Ullal de Baldoví	-	-	-	2,1 ± 0,5	-25,02	-4,81	13,44	-
292970011	Sondeo	Abto. Fortaleny	-	-	-	0,5 ± 0,5	-	-	-	-
292970016	Sondeo	Poli (Polideportivo)	-32,67	-5,09	8,01	5,8 ± 0,6	-27,76	-5,06	12,71	6,3 ± 0,4
292970017	Sondeo	Noria	-50,59	-8,10	14,20	-	-28,87	-5,03	11,35	5,9 ± 0,4
292970023	Sondeo	El Molino (Bou?)	-45,70	-7,24	12,22	8,0 ± 0,6	-24,26	-3,78	6,02	9,8 ± 0,4
292970030	Sondeo	La Parra (Frederic)	-45,11	-7,05	11,31	-	-24,36	-4,63	12,66	2,9 ± 0,4
293010054	Sondeo	Vintena	-50,21	-8,62	18,71	2,2 ± 0,5	-26,51	-4,97	13,24	4,1 ± 0,4
293010060	Sondeo	Mulata	-	-	-	-	-31,84	-5,08	8,83	6,6 ± 0,5
293010062	Sondeo	Moia	-48,62	-7,23	9,20	5,1 ± 0,6	-	-	-	-
293010073	Sondeo	Cuadró	-35,73	-6,32	14,85	-	-25,24	-4,90	13,98	2,1 ± 0,4
ARBRES	Acequia	Acequia des Arbres	-	-	-	-	-23,38	-4,68	14,09	4,2 ± 0,5
CLOT	Acequia	Acequia del Clot	-40,80	-6,39	10,30	4,2 ± 0,5	-23,35	-4,54	12,99	3,6 ± 0,4
DRETA	Acequia	Acequia Dreta	-41,92	-6,43	9,49	3,8 ± 0,5	-23,68	-4,61	13,17	4,4 ± 0,5
FOIA	Acequia	Acequia Foia	-35,60	-5,62	9,40	5,8 ± 0,5	-18,03	-3,59	10,70	5,2 ± 0,5
JUC-PT01	Río	Río Júcar	-54,01	-8,55	14,36	9,1 ± 0,6	-27,66	-4,94	11,86	5,7 ± 0,5
JUC-PT02	Río	Río Júcar	-38,01	-5,57	6,51	5,1 ± 0,5	-25,02	-4,80	13,36	6,1 ± 0,5
JUC-PT03	Río	Río Júcar	-38,22	-5,72	7,53	5,8 ± 0,5	-26,71	-5,08	13,90	6,5 ± 0,5
JUC-PT04	Río	Río Júcar	-40,48	-6,23	9,38	5,3 ± 0,5	-24,88	-4,92	14,49	4,8 ± 0,5
JUC-PT05	Río	Río Júcar	-42,80	-6,80	11,60	5,1 ± 0,5	-23,36	-4,73	14,52	5,3 ± 0,5
MAG-PT02	Río	Río Magro	-41,78	-6,81	12,71	3,9 ± 0,5	-17,57	-3,87	13,38	3,3 ± 0,5
VERDE	Río	Río Verde	-42,24	-7,06	14,26	3,6 ± 0,5	-22,67	-4,81	15,81	4,6 ± 0,4

Tabla 27. Análisis isotópicos de muestras de aguas superficiales y subterráneas

Como instrumentos para valorar las variaciones temporales de composición, se han empleado los diagramas de Schoeller y Piper (Anexo 6.2), así como los diagramas de caja de los puntos con más de dos análisis (Anexo 6.3). Los análisis más recientes –los realizados entre octubre-10 y julio-11– aparecen destacados en rojo en ambos tipos de diagramas.

El examen de cada uno de los citados diagramas pone de manifiesto, especialmente a través de los puntos con series históricas más amplias, que la composición de estas aguas experimenta modificaciones debido, casi exclusivamente, a fenómenos de dilución-concentración, que inducen variaciones del contenido salino sin alterar sensiblemente las proporciones relativas de los componentes mayoritarios. Este comportamiento se manifiesta de forma generalizada, de manera que las desviaciones al mismo se limitan a casos puntuales. Entre estos últimos cabe citar la presencia de sendos análisis de los puntos 282980012 y 293010073 que, tal como se aprecia en sus respectivos diagramas de Piper y Schoeller, difieren del grupo de los restantes.

La ocurrencia de estos fenómenos de dilución-concentración puede ir asociada tanto a oscilaciones pluviométricas de carácter meramente estacional –dentro del mismo año hidrológico–, como a

variaciones del régimen de precipitaciones más intensas y prolongadas como, por ejemplo, los ciclos recurrentes de sequía característicos del área mediterránea. Según se observa en los diagramas de Piper del Anexo 6.2, los triángulos de color rojo –análisis realizados en octubre-10, marzo-11 y, en algunos casos, también julio-11–, representativos de las variaciones estacionales del año hidrológico 2010-11, se mantienen, en la mayoría de los casos, en rangos de variación muy estrechos, por lo que cualquiera de ellos o, incluso, la concentración promedio de los mismos, podría considerarse representativo de la composición del agua en el punto al que pertenece.

En lo referente a los ciclos de sequía, las captaciones con series históricas más prolongadas: 293050077, 283080029 y 292960012, con 58, 44 y 43 análisis respectivamente, pueden considerarse, a este respecto, las más representativas. Pese a este elevado número de análisis, la dispersión de sus valores de conductividad eléctrica o de TSD (Total de Sólidos Disueltos) no difiere sensiblemente de la de puntos con un número inferior, tal como se observa en sus respectivos diagramas de caja (Anexo 6.3). Asimismo, el paralelismo de los perfiles de los diagramas de Schoeller evidencia, como se indicó anteriormente, que la influencia de estos fuertes descensos pluviométricos hace variar el grado de mineralización del agua, pero no altera su facies hidroquímica.

A la vista de estos resultados, se concluye que los análisis de las aguas subterráneas realizados en el marco del presente proyecto y los procedentes de las redes de vigilancia del IGME realizados en las mismas fechas, no varían sensiblemente respecto a los de años hidrológicos anteriores, por lo que pueden considerarse, en todos los casos, plenamente representativos de sus características.

7.2.3. Caracterización hidroquímica de las aguas subterráneas en el entorno del río Júcar

Los análisis empleados para realizar la caracterización hidroquímica de las aguas subterráneas son los correspondientes a las dos campañas realizadas en el marco del presente proyecto, complementados con los obtenidos de las redes de vigilancia del IGME en el mismo período. En tales circunstancias, puede considerarse, pues, como una caracterización su situación actual (año hidrológico 2010-11).

La Tabla 28 refleja las facies hidroquímicas de las muestras analizadas entre octubre-10 y julio-11. La primera cuestión que salta a la vista en esta tabla es la escasa variabilidad temporal de las hidrofacies, claramente dominadas por las de carácter sulfatado-bicarbonatado y, en el caso de los cationes, por el calcio y el magnesio.

Según se deduce de la Tabla 29, de los 57 análisis considerados 45 (el 78,9%) corresponden a muestras sulfatadas, 7 a bicarbonatadas y 5 a cloruradas. Asimismo, de los 27 puntos analizados en este período, 19 (el 70,4%) presentaron facies sulfatadas en todas las muestras, 3 facies cloruradas, 2 facies bicarbonatadas y 3 oscilaron entre facies sulfatadas y bicarbonatadas, según la campaña. Esta clara prevalencia de las aguas sulfatadas en los sectores próximos a los ríos Júcar, Magro y Verde, es similar a la obtenida en estudios anteriores para el conjunto del acuífero de la Plana de Valencia Sur.

En efecto, el estudio *Caracterización hidroquímica e isotópica de la masa de agua subterránea 081.142 (Plana de Valencia Sur)* (IGME, 2010) puso de manifiesto el predominio neto de las facies sulfatadas, cuya génesis estaría muy probablemente asociada a la presencia de materiales triásicos (Keuper). Sin perjuicio de otros posibles fenómenos modificadores, resulta claro, pues, que el factor litológico ejerce un control esencial sobre los componentes mayoritarios del agua también en estas zonas del acuífero más próximas a los cursos fluviales citados, una circunstancia que ha

de tenerse en cuenta a la hora de evaluar las implicaciones hidroquímicas de las relaciones río-acuífero.

Las Figura 61 y Figura 62 reflejan la posición, sobre sendos diagramas de Piper, de las muestras recogidas y analizadas en el marco del presente proyecto, así como las procedentes de la redes de vigilancia del IGME, incluyendo algunas adicionales de julio del presente año.

Código IGME	Tipo	Nombre	Fecha muestreo	In situ			TSD (mg/l)	Facies hidroquímica ¹
				pH	C.E (µS/cm)	Tª (°C)		
Proyecto relación río-acuífero	S	Abto. Beneixida	18/10/10	7,22	1.394	18,30	1.198	Clorurada-sulfatada cálcico-sódica
			15/03/11	7,29	1.330	18,10	1.208	Clorurada-sulfatada sódico-cálcica
	S	Abto. Algemesi	08/10/10	7,23	1.129	19,40	1.019	Sulfatada-bicarbonatada cálcico-magnésica
			14/03/11	7,31	1.098	19,30	1.001	Sulfatada-bicarbonatada cálcico-magnésica
	S	Finca La Coma	15/10/10	7,14	1.176	18,80	1.142	Sulfatada-bicarbonatada cálcico-magnésica
			14/03/11	7,19	1.132	17,60	1.042	Sulfatada-bicarbonatada cálcico-magnésica
	S	Matapollar	15/10/10	7,17	1.175	18,20	1.162	Sulfatada-bicarbonatada cálcico-magnésica
			16/03/11	7,31	1.156	18,20	1.044	Sulfatada-bicarbonatada cálcico-magnésica
	S	Paletilla (ARJ-34)	14/10/10	7,23	1.184	18,40	1.176	Sulfatada-bicarbonatada cálcico-magnésica
			26/03/11	7,22	1.153	18,40	1.055	Sulfatada-bicarbonatada cálcico-magnésica
	Ullal	Ullal de Senillera Grande	01/10/10	-	1.385	19,38	1.119	Sulfatada-bicarbonatada cálcico-magnésica
			31/03/11	-	1.524	18,70	1.191	Sulfatada-bicarbonatada cálcico-magnésica
	S	Abto. Albalat	15/10/10	7,21	1.211	18,50	1.284	Sulfatada-bicarbonatada cálcico-magnésica
			15/03/11	7,31	1.181	18,50	1.095	Sulfatada-bicarbonatada cálcico-magnésica
	S	José Luis Carrió (Finca El Francés)	18/10/10	7,16	1.053	18,70	896	Bicarbonatada-sulfatada cálcico-magnésica
			14/03/11	7,19	1.016	18,90	864	Sulfatada-bicarbonatada cálcico-magnésica
	S	Abto. Sueca (San Roque 1)	13/10/10	7,14	1.310	18,90	1.362	Sulfatada-bicarbonatada cálcico-magnésica
			26/07/11	-	-	-	1.289	Sulfatada-bicarbonatada cálcico-magnésica
	Ullal	Ullal de Baldoví	22/10/10	-	3.017	18,41	2.205	Clorurada sódico-cálcica
			09/03/11	sd	3.360	18,20	2.094	Clorurada-sulfatada sódico-cálcica
	S	Abto. Fortaleny	13/10/10	7,09	1.158	19,20	1.122	Sulfatada-bicarbonatada cálcico-magnésica
			26/07/11	-	-	-	1.075	Sulfatada-bicarbonatada cálcico-magnésica
	S	El Poli (Polideportivo)	07/10/10	7,10	1.385	18,60	1.421	Sulfatada-bicarbonatada cálcico-magnésica
			16/03/11	7,14	1.335	18,40	1.295	Sulfatada-bicarbonatada magnésico-cálcica
	S	Noria	07/10/10	7,12	1.235	19,30	1.188	Sulfatada-bicarbonatada cálcico-magnésica
			16/03/11	7,23	1.195	18,80	1.098	Sulfatada-bicarbonatada cálcico-magnésica
	S	Bou	07/10/10	7,16	1.175	20,70	1.037	Bicarbonatada-sulfatada cálcico-magnésica
			16/03/11	7,25	1.125	20,30	997	Sulfatada-bicarbonatada cálcico-magnésica
	S	Pozo "La Parra"	13/10/10	7,11	1.496	18,70	1.551	Sulfatada-bicarbonatada magnésico-cálcica
			14/03/11	7,11	1.451	18,20	1.436	Sulfatada-bicarbonatada magnésico-cálcica
S	Vintena-Beni	18/10/10	7,25	1.155	18,80	1.037	Bicarbonatada-sulfatada cálcico-sódica	
		15/03/11	7,08	1.129	18,00	1.010	Sulfatada-clorurada cálcico-sódica	
S	Mulata	26/03/11	7,17	1.085	18,60	973	Sulfatada-bicarbonatada cálcico-magnésica	
S	Moia	07/10/10	7,30	1.190	19,00	1.170	Clorurada-sulfatada cálcico-sódica	
S	Cuadró	18/10/10	7,31	1.015	19,00	870	Bicarbonatada-clorurada cálcico-sódica	
		15/03/11	7,29	995	18,50	844	Bicarbonatada-clorurada cálcico-sódica	
S	Abto. Villanueva	08/10/10	7,40	976	18,80	870	Bicarbonatada-sulfatada cálcico-sódica	
		27/07/11	-	-	-	-	Bicarbonatada-sulfatada cálcico-sódica	
Redes de vigilancia IGME	S		25/03/11	7,40	1.602	21,70	1.424	Sulfatada-clorurada cálcico-magnésica
			25/07/11	-	-	-	1.410	Sulfatada-bicarbonatada cálcico-magnésica
	S		18/10/10	7,57	1.064	19,70	638	Sulfatada-clorurada cálcico-magnésica
			24/03/11	7,68	893	21,00	807	Sulfatada-clorurada cálcico-sódica
	S		22/07/11	-	-	-	820	Sulfatada-bicarbonatada cálcico-magnésica
			14/10/10	7,23	2.030	19,20	1.724	Sulfatada-nitratada cálcico-magnésica
	S		24/03/11	7,31	2.030	16,10	1.692	Sulfatada cálcico-magnésica
			27/07/11	-	-	-	1.659	Sulfatada-bicarbonatada cálcico-magnésica
	S		14/10/10	7,39	1.392	21,60	1.083	Sulfatada-bicarbonatada cálcico-magnésica
			24/03/11	7,58	1.425	16,80	1.085	Sulfatada-bicarbonatada cálcico-magnésica
	S		26/07/11	-	-	-	1.195	Sulfatada-bicarbonatada cálcico-magnésica
			13/10/10	7,40	1.005	22,90	714	Sulfatada-clorurada cálcico-magnésica
	S		23/03/11	7,36	904	16,30	648	Sulfatada-clorurada sódico-cálcica
			26/07/11	-	-	-	675	Sulfatada-bicarbonatada sódico-cálcica
	S		13/10/10	7,67	1.113	18,90	877	Sulfatada-bicarbonatada cálcico-magnésica
			23/03/11	6,85	1.046	16,20	840	Sulfatada-bicarbonatada cálcico-magnésica
	S		26/07/11	-	-	-	881	Sulfatada-bicarbonatada cálcico-magnésica
			15/10/10	7,25	1.560	18,40	1.016	Sulfatada-clorurada magnésico-cálcica
S		27/07/11	-	-	-	865	Sulfatada-bicarbonatada cálcico-magnésica	

¹Se han considerado, en cada caso, los aniones y cationes más abundantes entre los que superan el 10% en meq/l.

Tabla 28. Facies hidroquímicas de las muestras de la campaña de octubre-10

Facies hidroquímica	Nº análisis
Sulfatada-bicarbonatada cálcico-magnésica	32
Bicarbonatada-sulfatada cálcico-sódica	3
Sulfatada-bicarbonatada magnésico-cálcica	3
Sulfatada-clorurada cálcico-magnésica	3
Bicarbonatada-clorurada cálcico-sódica	2
Bicarbonatada-sulfatada cálcico-magnésica	2
Clorurada-sulfatada cálcico-sódica	2
Clorurada-sulfatada sódico-cálcica	2
Sulfatada-clorurada cálcico-sódica	2
Clorurada sódico-cálcica	1
Sulfatada cálcico-magnésica	1
Sulfatada-bicarbonatada sódico-cálcica	1
Sulfatada-clorurada magnésico-cálcica	1
Sulfatada-clorurada sódico-cálcica	1
Sulfatada-nitratada cálcico-magnésica	1
TOTAL	57

Tabla 29. Distribución de facies hidroquímicas en las muestras del año hidrológico 2010-11

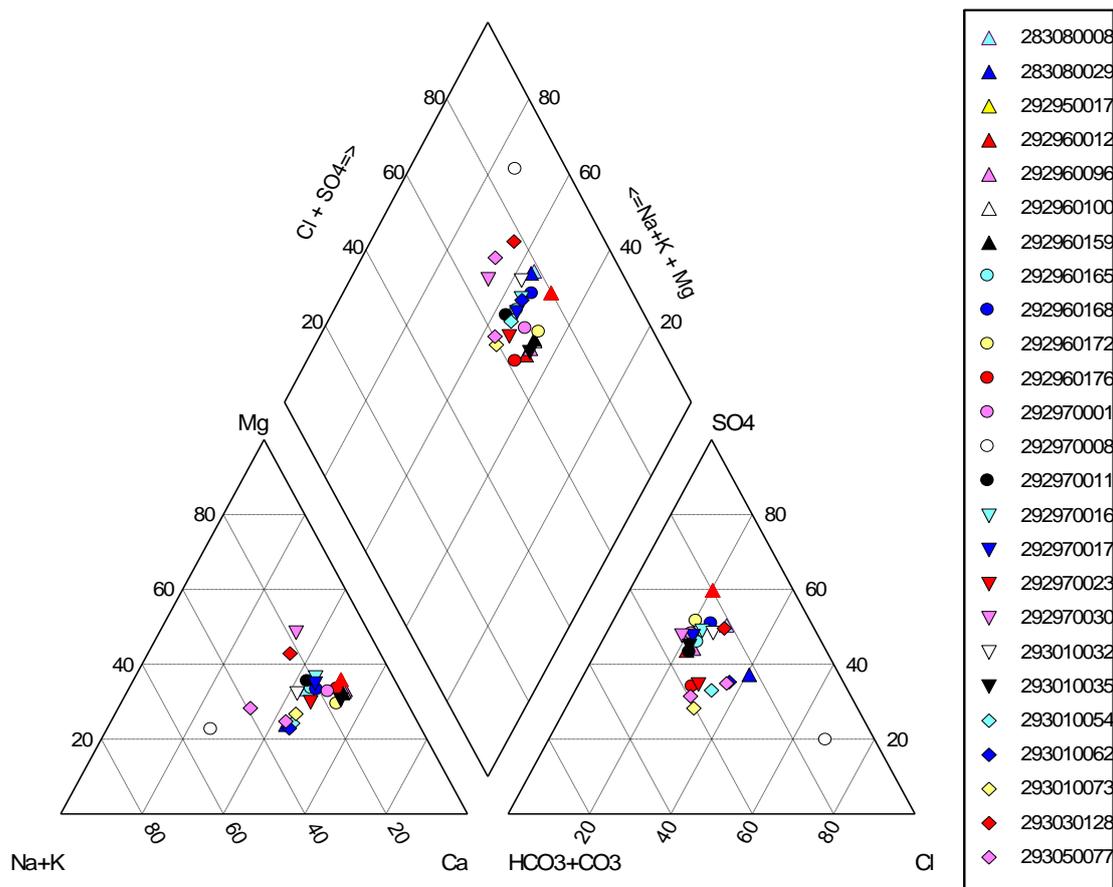


Figura 61. Diagrama de Piper de la campaña de octubre-2010

En la Figura 61 se observa la presencia de una muestra que se aparta notablemente del resto; se trata del Ullal de Baldoví (292970008), cuya naturaleza clorurada sódica, puesta de manifiesto a través de los análisis periódicos que se realizan del mismo, es la causa de este distanciamiento del grupo principal. Respecto al resto de los puntos, forman un grupo que puede calificarse de compacto salvo un ligero desplazamiento hacia posiciones más enriquecidas en metales alcalinos y magnesio en tres de las muestras. Esta situación es similar a la que refleja el diagrama de Piper de correspondiente al año 2011 (Figura 62).

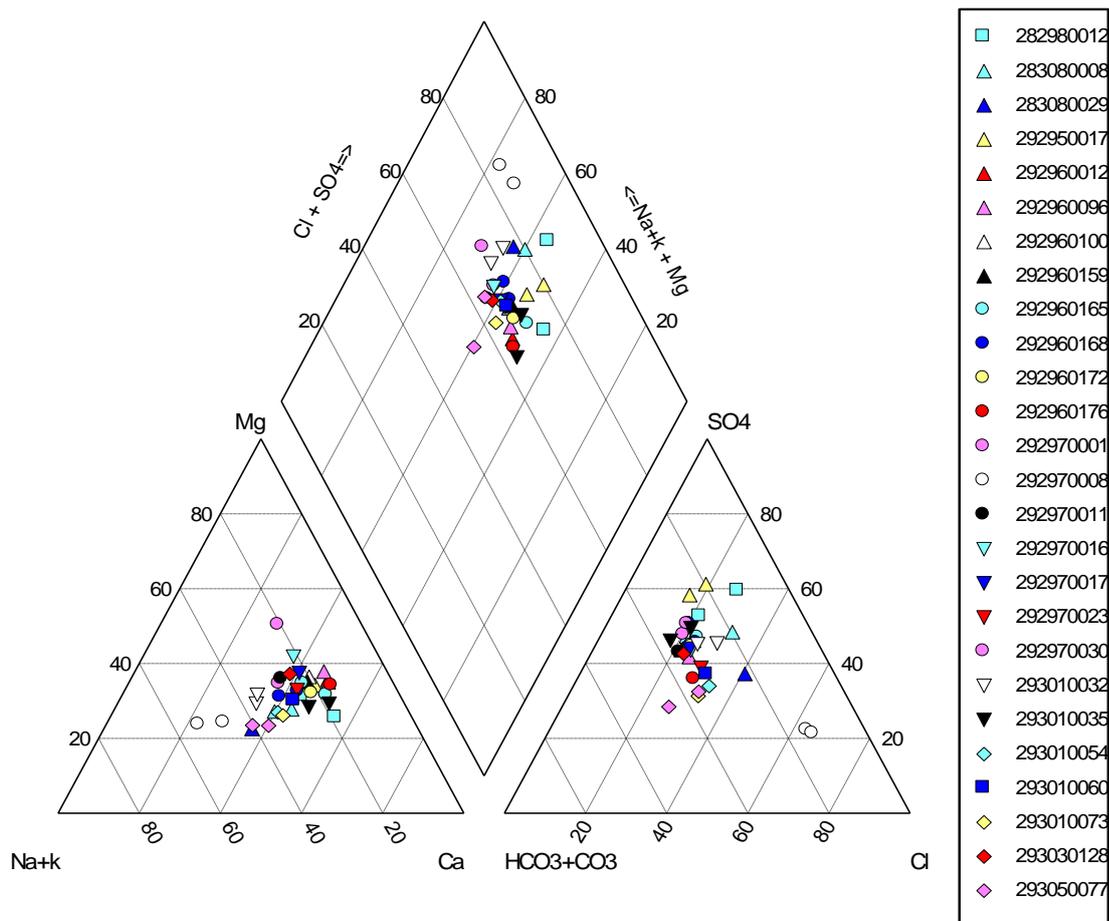


Figura 62. Diagrama de Piper de las campañas de marzo y julio de 2011

Los rangos de mineralización de las muestras ofrecen también parecidos resultados entre ambas campañas. Según se deduce de la Figura 63, la distribución por intervalos del TSD y de la conductividad eléctrica (C.E.), algo más del 70% de las muestras analizadas en ambos períodos se mantiene en un rango del TSD de 800-1.200 mg/l. En el caso de la C.E., el 83% de las muestras de la campaña de octubre y el 62% de las de marzo-11 presentan valores incluidos en el rango 1.000-1.400 μ S/cm.

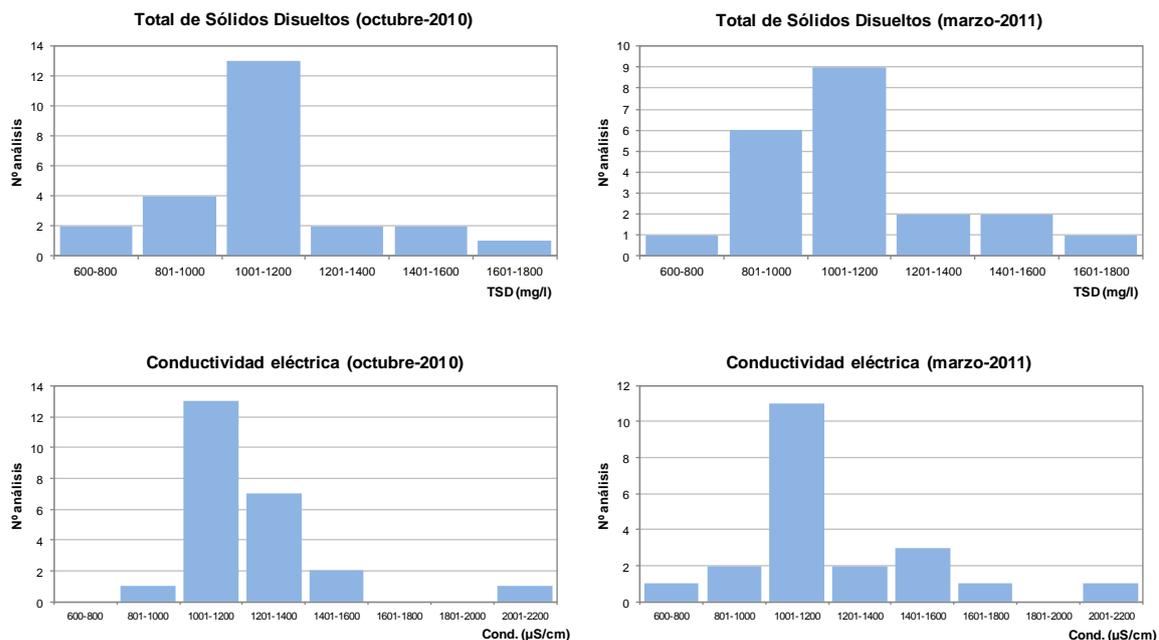


Figura 63. Distribución por intervalos y campañas del grado de mineralización de las aguas subterráneas

Las gráficas de correlación de las Figura 64 y Figura 65 muestran las relaciones entre el TSD y los principales iones mayoritarios y minoritarios, calculadas para ambas campañas. Según se desprende de los valores del grado de ajuste (R^2) de estas gráficas, sulfatos y bicarbonatos en el caso de los aniones, y calcio y magnesio en el de los cationes, son las especies que se perfilan como determinantes en lo referente a la mineralización del agua, como era de esperar a la vista de las facies hidroquímicas predominantes.

En lo referente a la distribución espacial de los diferentes componentes del agua, se ha elaborado una serie de planos de isovalores de los parámetros analizados en cada campaña, en los que aparecen representados los tramos ganador y mixto del río Júcar definidos en el marco de los trabajos del presente proyecto.

En la Figura 66 se representan los planos de isovalores de la conductividad eléctrica. Los valores más elevados de este parámetro se sitúan, en ambas campañas, hacia la zona Sueca-Cullera, al igual que en el caso del TSD (Figura 67) y de los iones SO_4 (Figura 68) y Sr (Figura 69). Este resultado es coherente con lo observado en el estudio del IGME (2010) anteriormente citado, en el que se puso de manifiesto la existencia en esta zona, situada en el vértice sureste de la MASub Plana de Valencia Sur, de una formación de Keuper no aflorante en contacto directo con el acuífero cuaternario, cuya influencia sobre este último se expresa a través de un incremento de la mineralización del agua asociado a un aumento de sulfatos, tal como se aprecia en la Figura 70. Asimismo, al igual que en el citado estudio, se produce una notable coincidencia entre las distribuciones de SO_4 y Sr, así como en la correlación existente entre ambos parámetros (Figura 71). Los planos de isocontenidos de los demás iones aparecen recogidos en el Anexo 6.4.

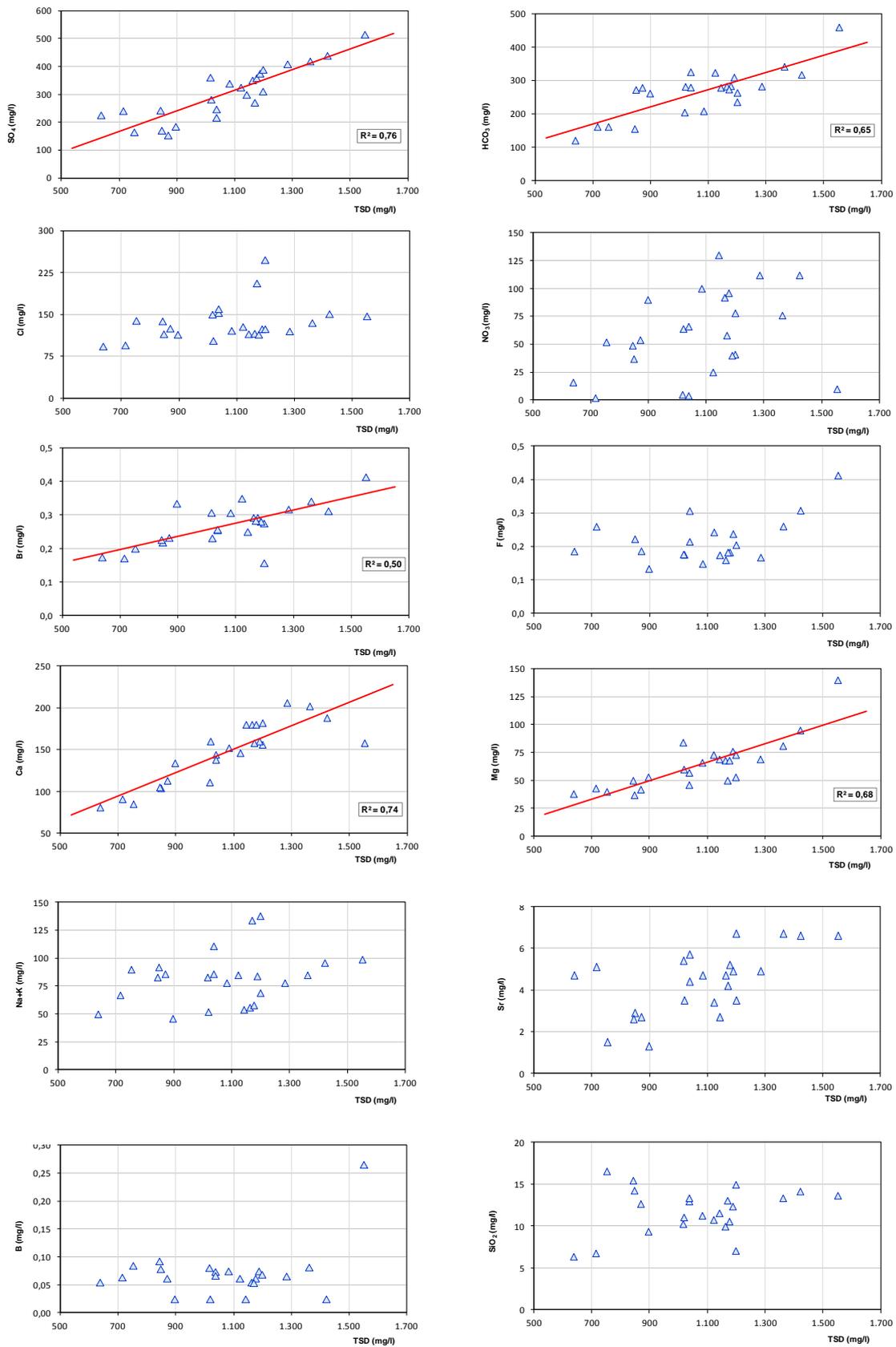


Figura 64. Relación TSD vs. iones mayoritarios en aguas subterráneas (campana octubre-10)

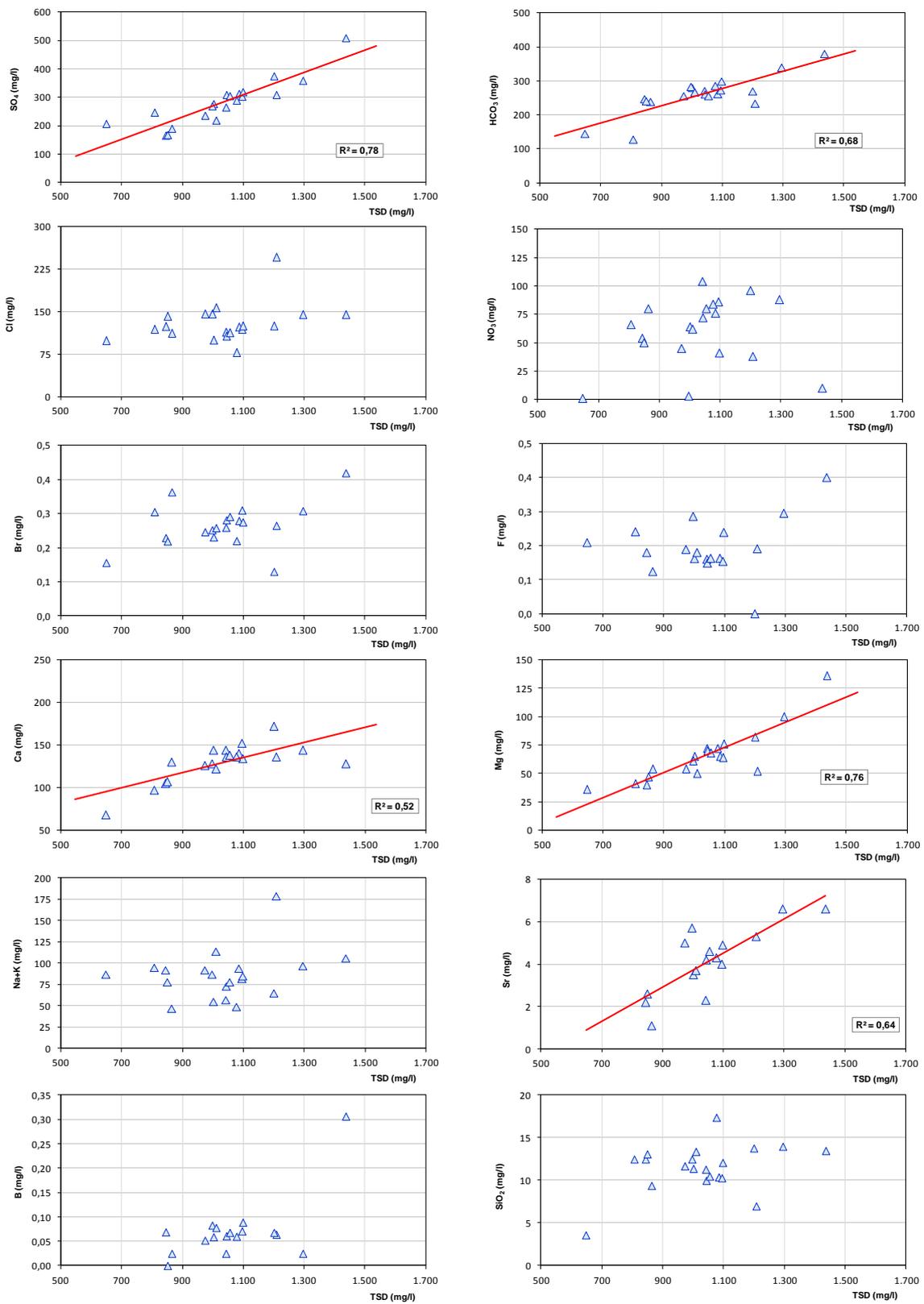
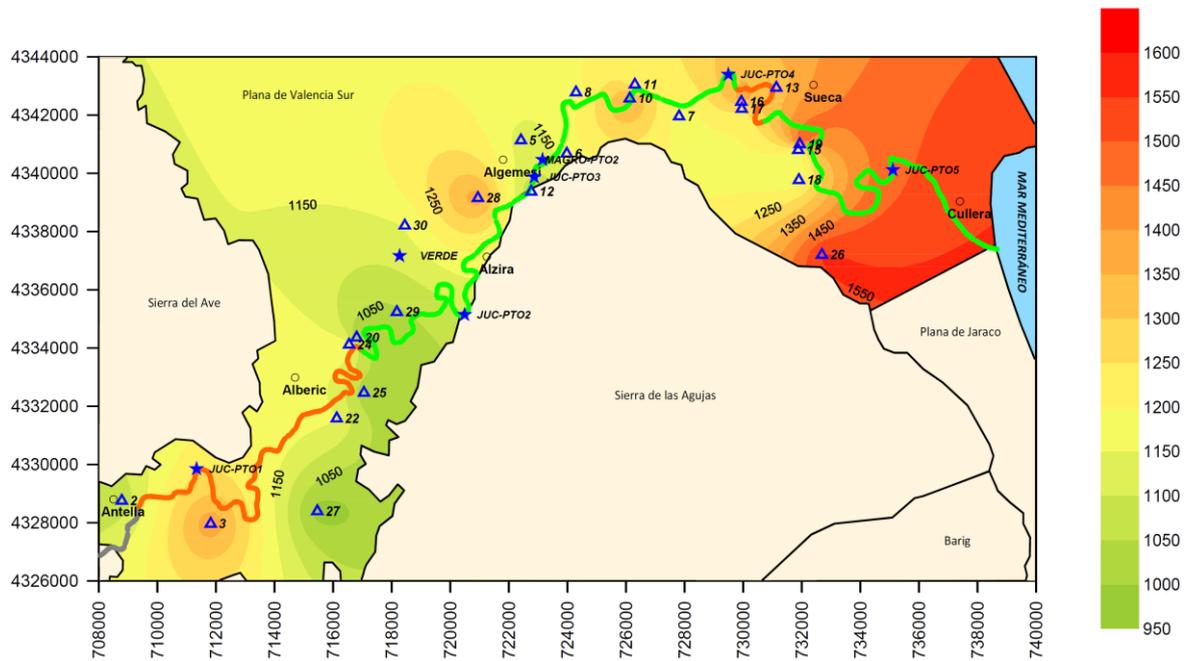
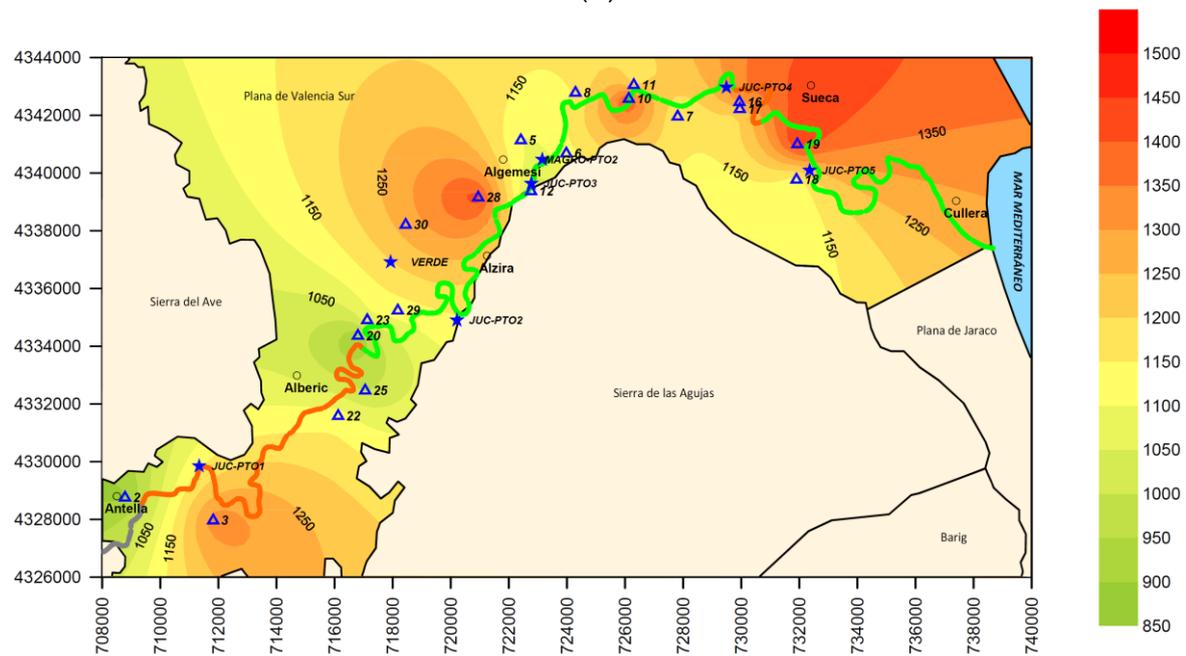


Figura 65. Relación TSD vs. iones mayoritarios en aguas subterráneas (campana marzo-2011)

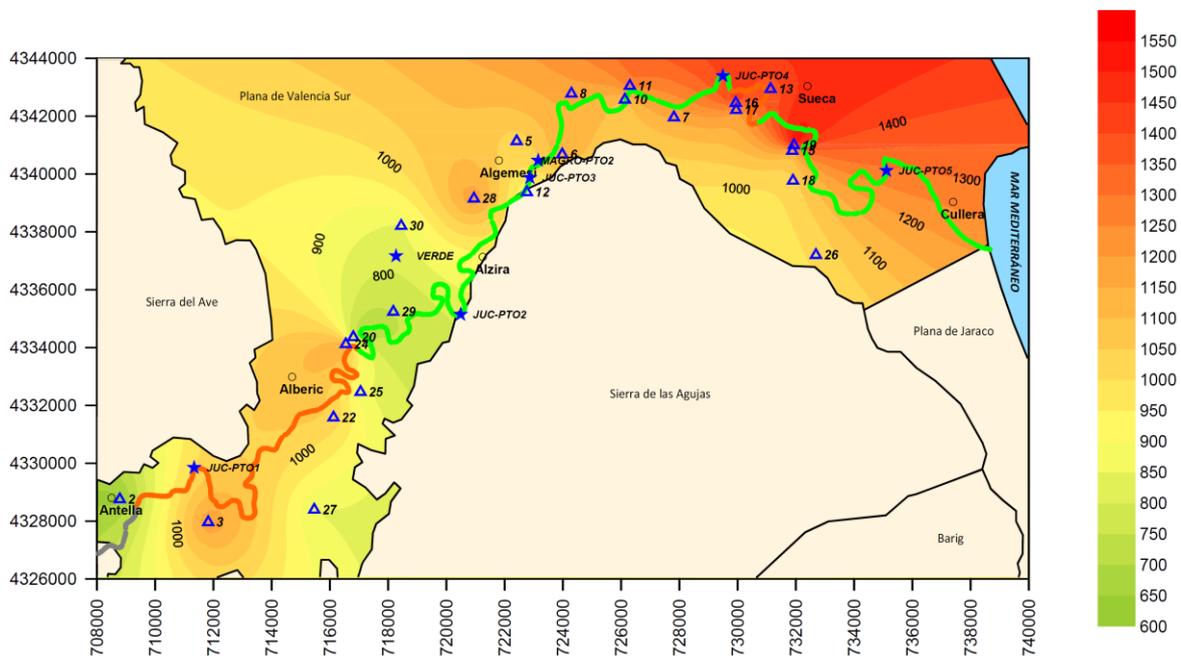


(A)

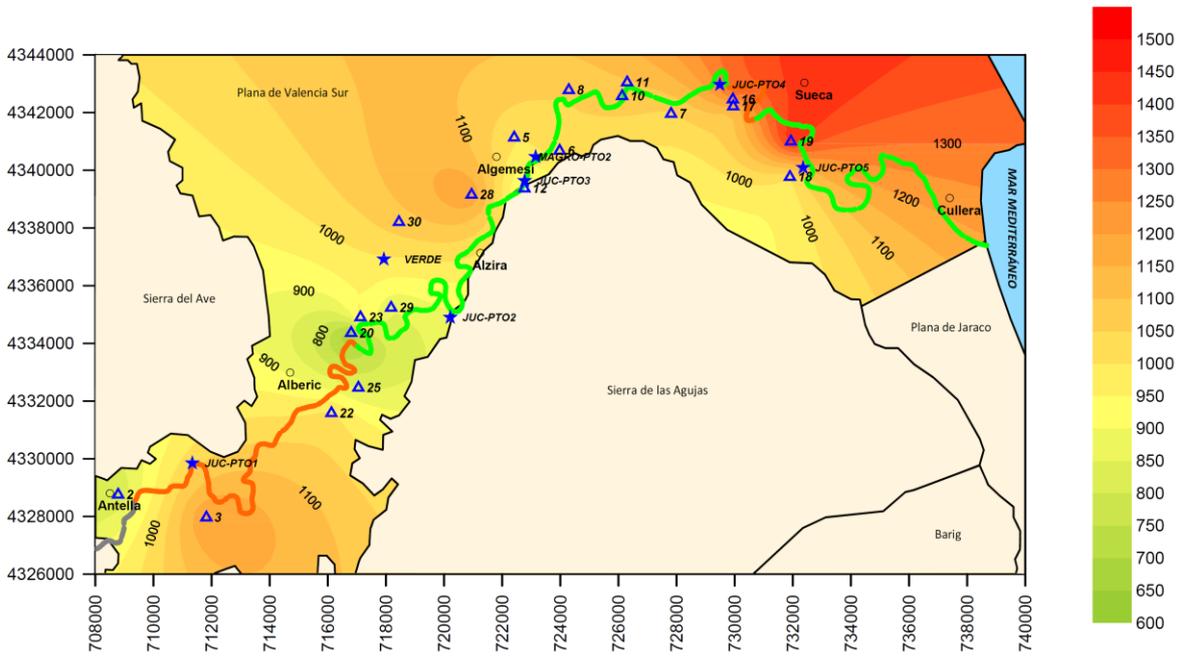


(B)

Figura 66. Plano de isovalores de la conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) de las campañas de octubre-10 (A) y marzo-11 (B)

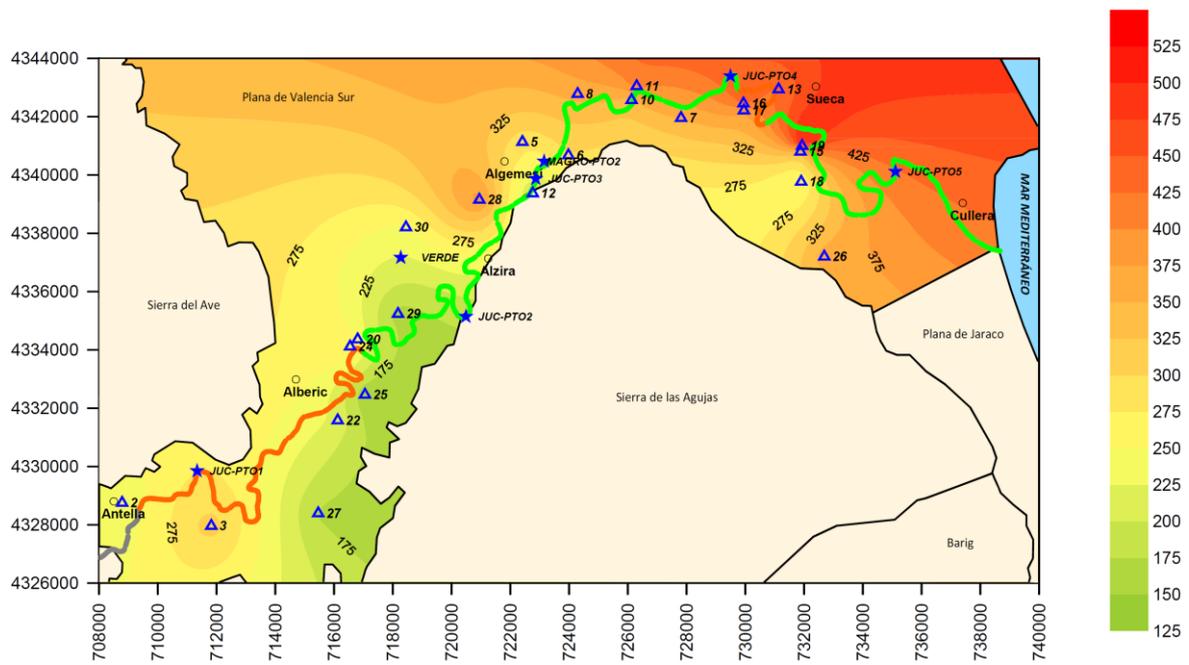


(A)

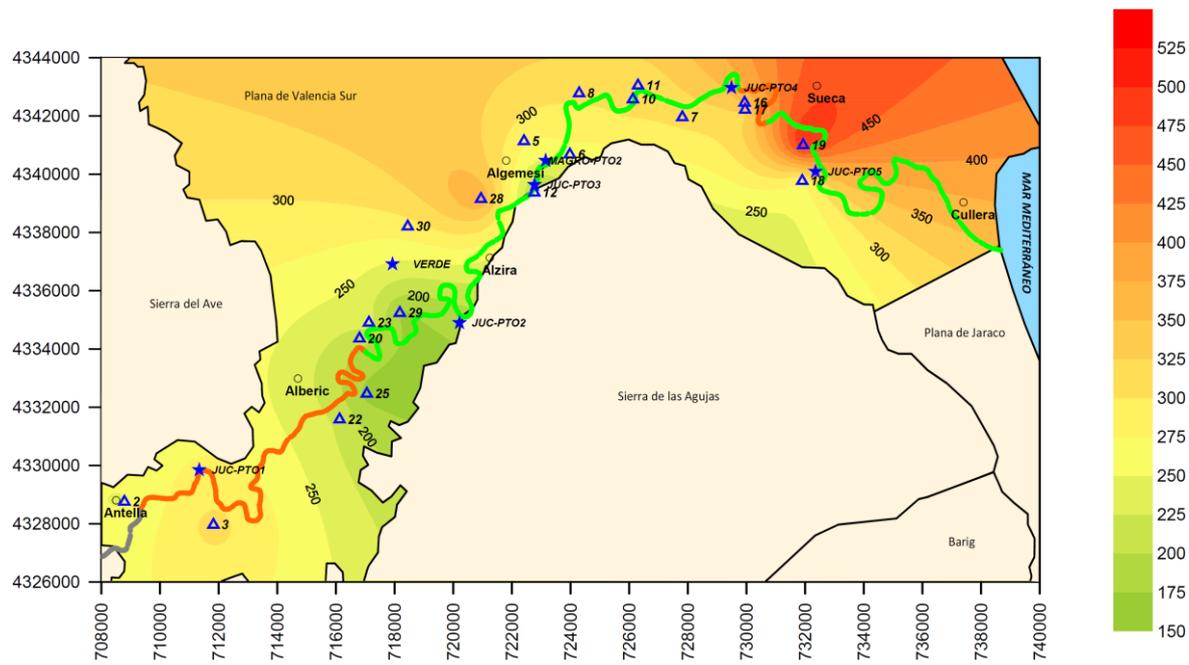


(B)

Figura 67. Plano de isovalores del TSD (mg/l) de las campañas de octubre-10 (A) y marzo-11 (B)

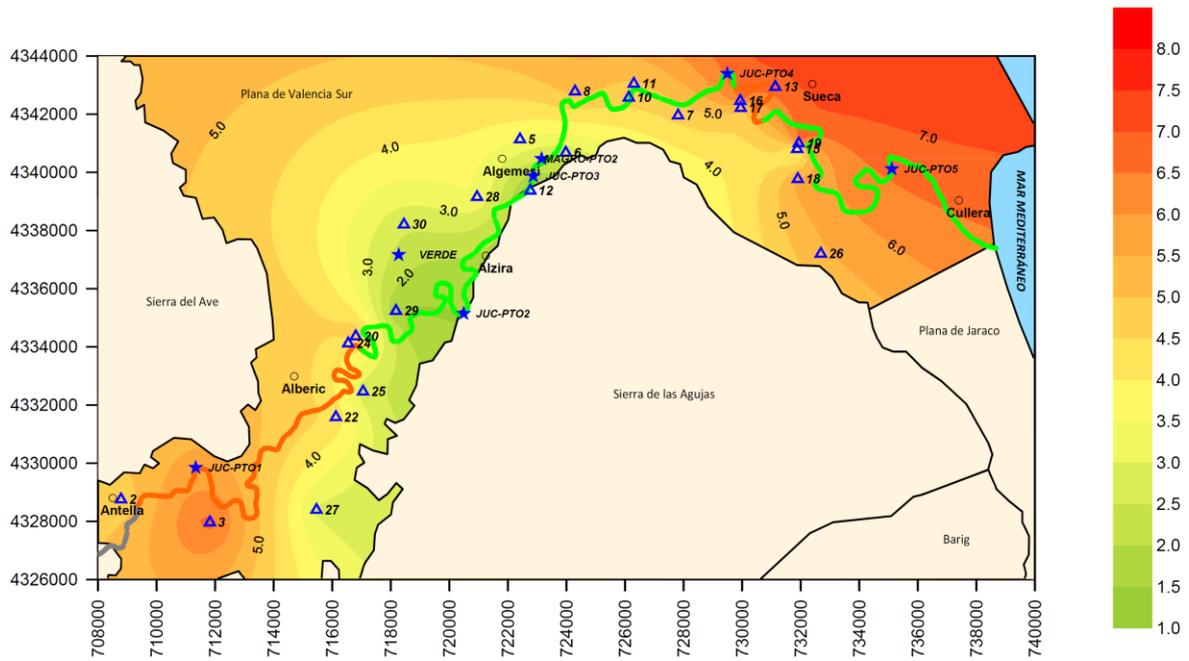


(A)

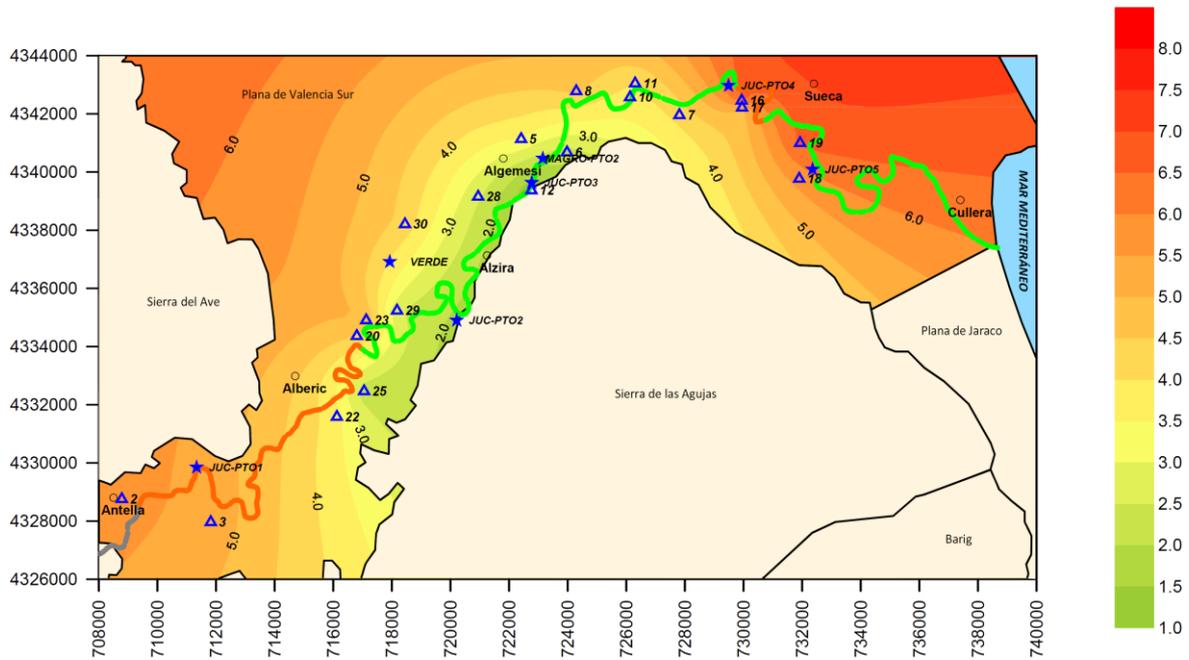


(B)

Figura 68. Plano de isocontenidos de sulfatos (mg/l) de las campañas de octubre-10 (A) y marzo-11 (B)

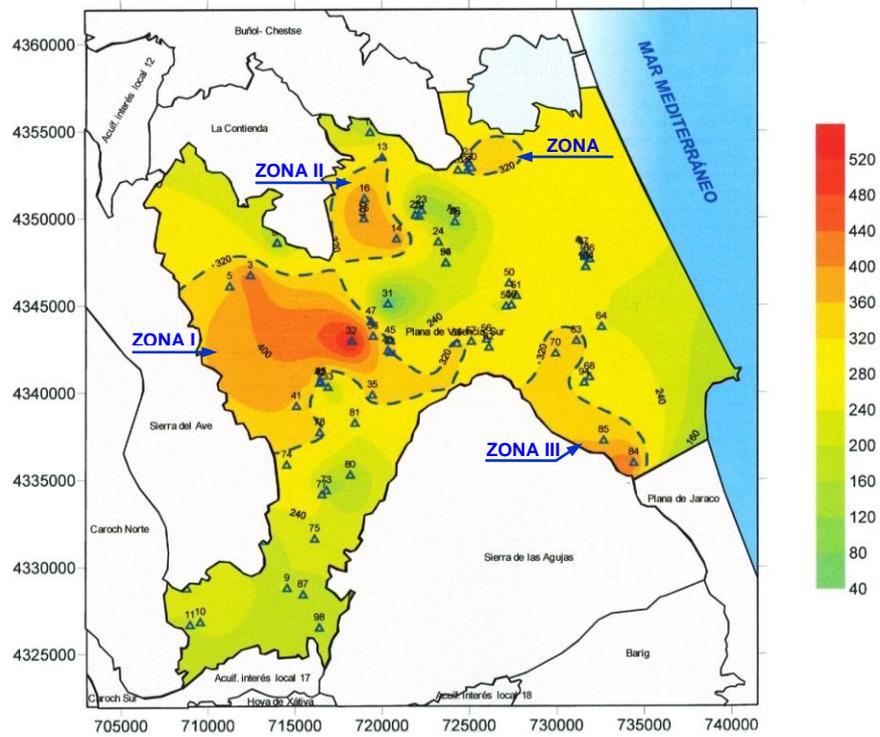


(A)

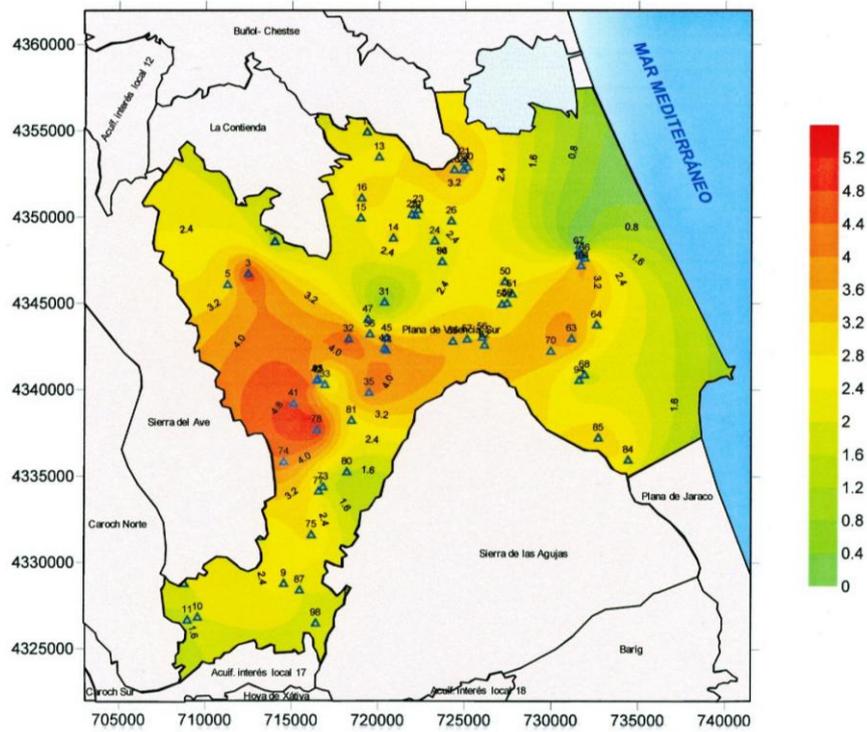


(B)

Figura 69. Plano de isocontenidos de estroncio (mg/l) de las campañas de octubre-10 (A) y marzo-11 (B)



(A)



(B)

Figura 70. Planos de isocontenidos de sulfatos (A) y estroncio (B) en la Plana de Valencia Sur durante el período 2008-2009 (IGME, 2010)

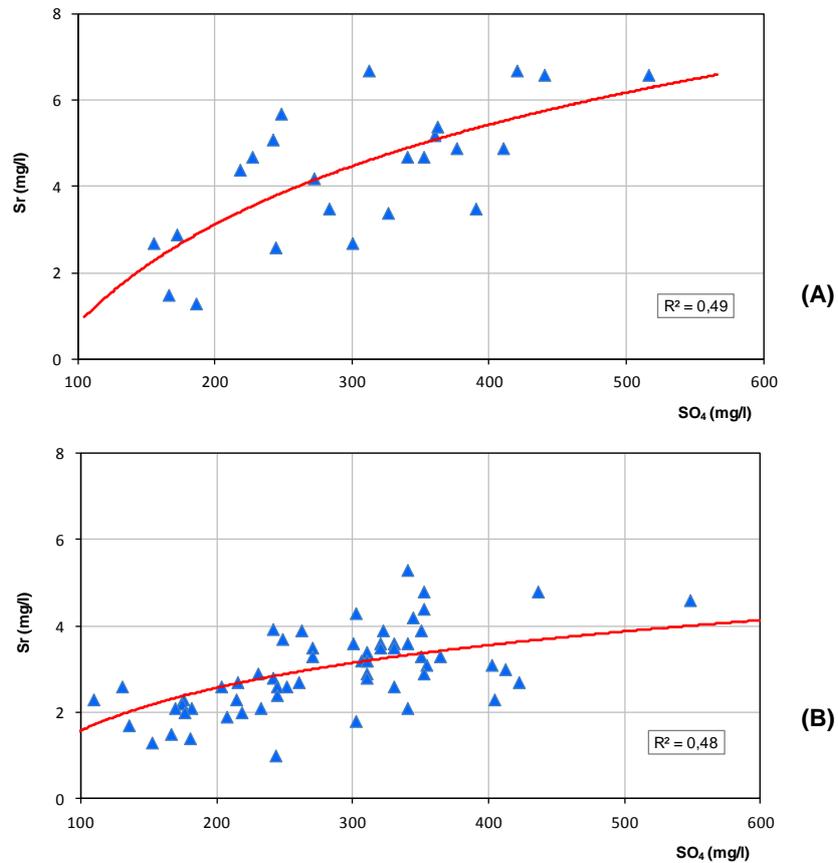
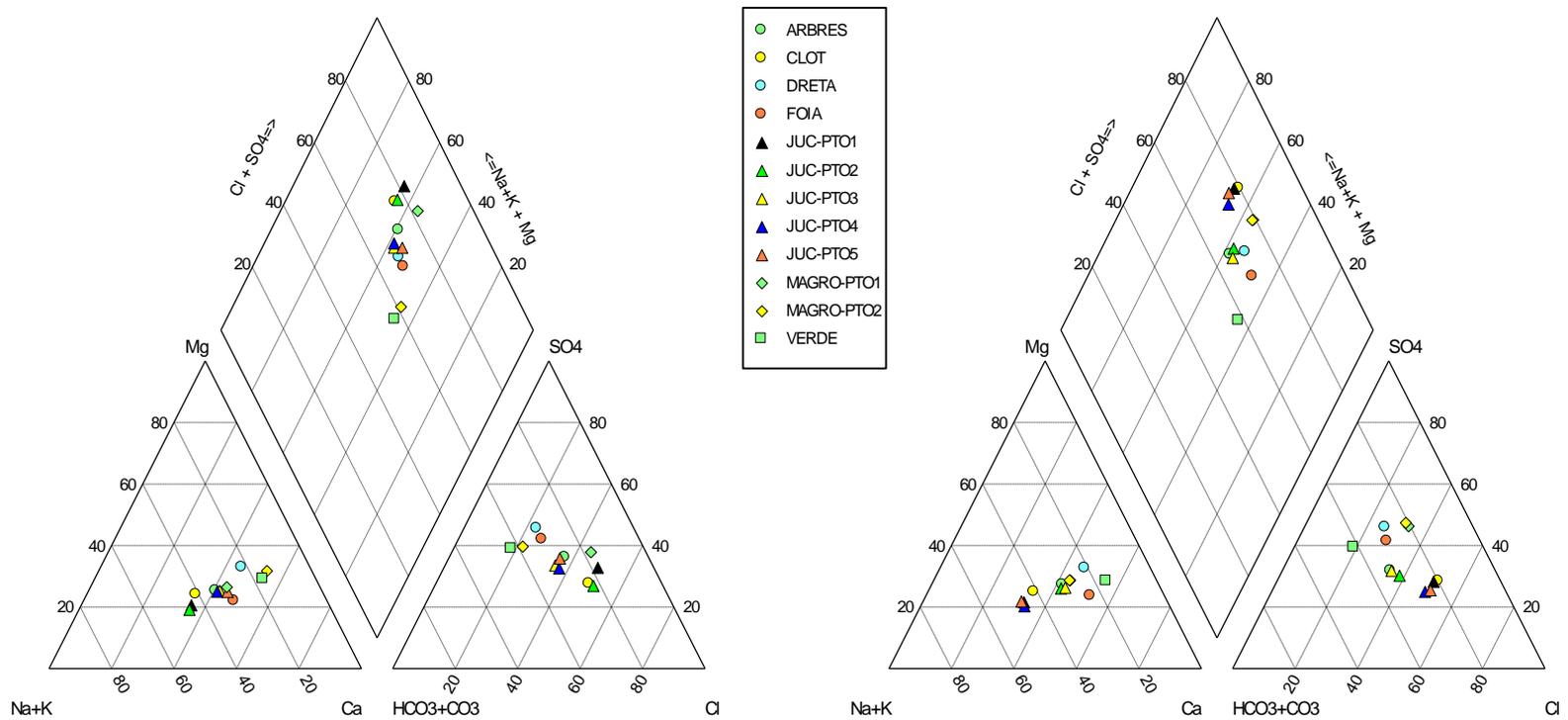


Figura 71. Relación SO₄ vs. Sr en las muestras del presente proyecto (A) y en las del estudio IGME, 2010 (B)

7.2.4. Caracterización hidroquímica de las aguas del río Júcar

Según se indicó en el apartado 6.2.1, se recogió un total de 24 de aguas superficiales, 12 por cada una de las campañas (octubre-10 y marzo-11). Los análisis químicos realizados aparecen recogidos en las Tabla 30 y Tabla 31. Según reflejan estas últimas, las muestras corresponden a los ríos Júcar, Magro y Verde y a cuatro acequias que transportan agua procedente del primero de estos ríos hacia la zona de La Albufera. Su situación aparece reflejada en los planos de las Figura 59 y Figura 60 incluidas en el apartado 6.2.1 de este Informe.

Para obtener una primera visión de las características de estas aguas, en la Figura 72 se han representado los diagramas de Piper de los análisis de ambas campañas, así como el cuadro de facies hidroquímicas. Ante estos resultados, llama la atención, en primer lugar, el hecho de que, en 14 de los 24 análisis, la facies aniónica predominante sea la clorurada (10 cloruradas-sulfatadas y 4 cloruradas-bicarbonatadas), frente a 8 de tipo sulfatado (5 sulfatadas-bicarbonatadas y 3 sulfatadas-cloruradas) y 2 bicarbonatadas-sulfatadas.



Muestra	Facies hidroquímica ¹	
	Octubre-2010	Marzo-2011
JUC-PTO1	Clorurada-sulfatada sódico-cálcica	Clorurada-sulfatada sódico-cálcica
JUC-PTO2	Clorurada-sulfatada sódico-cálcica	Clorurada-bicarbonatada cálcico-sódica
JUC-PTO3	Clorurada-sulfatada cálcico-sódica	Clorurada-bicarbonatada cálcico-sódica
JUC-PTO4	Clorurada-sulfatada cálcico-sódica	Clorurada-bicarbonatada sódico-cálcica
JUC-PTO5	Sulfatada-clorurada cálcico-sódica	Clorurada-sulfatada sódico-cálcica
VERDE	Bicarbonatada-sulfatada cálcico-magnésica	Bicarbonatada-sulfatada cálcico-magnésica
MAGRO-PTO1	Clorurada-sulfatada cálcico-sódica	Sulfatada-clorurada cálcico-magnésica
MAGRO-PTO2	Sulfatada-bicarbonatada cálcico-magnésica	Sulfatada-clorurada cálcico-magnésica
CLOT	Clorurada-sulfatada sódico-cálcica	Clorurada-sulfatada sódico-cálcica
FOIA	Sulfatada-bicarbonatada cálcico-sódica	Sulfatada-bicarbonatada cálcico-magnésica
DRETA	Sulfatada-bicarbonatada cálcico-magnésica	Sulfatada-bicarbonatada cálcico-magnésica
ARBRES	Clorurada-sulfatada cálcico-sódica	Clorurada-bicarbonatada cálcico-sódica

¹ Se consideran los dos aniones y cationes más abundantes entre los que superan el 10% en meq/l

Figura 72. Caracterización de las aguas superficiales analizadas en las campañas de octubre-10 y marzo-11

Asimismo, es importante destacar que **la facies clorurada es la más abundante en 9 de las 10 muestras recogidas a lo largo del cauce del río Júcar, siendo los iones Na y Ca los más abundantes en la totalidad de las mismas**. Esta circunstancia es importante en la medida en que, según se indicó anteriormente, **la facies dominante en las aguas subterráneas del entorno de aquél es la sulfatada**, mientras que la de tipo clorurada posee una escasa representación, si bien entre estas últimas la de contenido más elevado –excluido el Ullal de Baldoví– corresponde al abastecimiento a Beneixida, situado a unos 2 km de la muestra JUC-PT01, la primera –en sentido descendente– de las recogidas en el río Júcar. Las concentraciones de cloruros y sulfatos de ambos puntos son las siguientes:

Punto		Campaña	Cl (mg/l)	SO ₄ (mg/l)
3	283080029	OCT10	248	312
		MAR11	246	310
JUC-PT01		OCT10	304	278
		MAR11	286	221

El perfil de composición de las cinco muestras del río Júcar analizadas en ambas campañas que se ofrece en la Figura 73, refleja que las oscilaciones más acusadas corresponden, precisamente, al ión Cl y a los cationes Na+K. En lo referente al primero de estos iones, la citada Figura muestra dos niveles de concentración, una circunstancia que también se manifiesta en los diagramas de Piper de la Figura 72 a través de los dos grupos de muestras que conforman las recogidas en el río Júcar. Sin embargo, entre las que definen uno y otro sólo dos se mantienen en ambas campañas: JUC-PT01 y JUC-PT03.

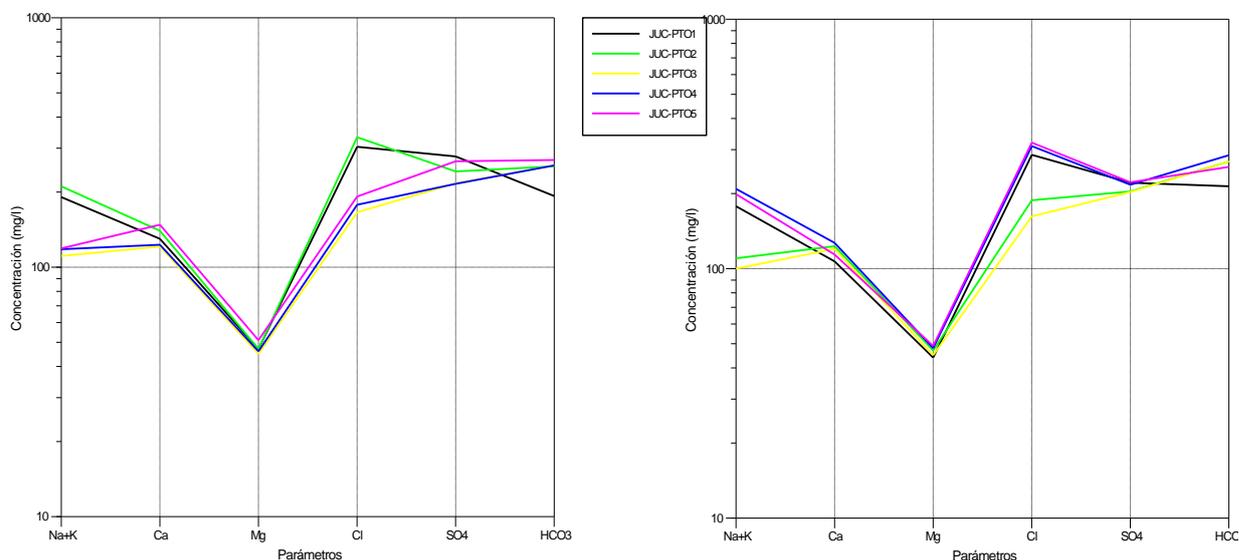


Figura 73. Diagramas de Schoeller de las muestras del río Júcar de las campañas de octubre-10 (izquierda) y marzo-11 (derecha)

Como en el caso de las aguas subterráneas, se ha llevado a cabo, para ambas campañas, las gráficas de correlación entre el TSD y los parámetros más representativos, cuya representación se refleja en las Figura 74 y Figura 75. Mientras en aquéllas la mineralización aparecía ligada básicamente a los iones SO₄, HCO₃ y Ca, en las aguas superficiales dicha asociación corres-

pondería a los iones Cl, SO₄ y Na+K, un resultado coherente con las facies hidroquímicas predominantes.

Antes de abordar el estudio detallado de la evolución de la composición química de las aguas del río Júcar a lo largo de su cauce, es interesante analizar el modo en que se refleja, sobre un diagrama de Piper, el contrastaste de facies entre aguas superficiales y subterráneas ante apuntado. Con este fin, en la Figura 76 se ha representado, para cada campaña, el diagrama de Piper de ambos tipos de aguas. Estos resultados revelan que **las aguas superficiales y subterráneas no constituyen, desde el punto de vista de su composición, grupos diferenciados**; por el contrario, las posiciones sobre ambos diagramas de las aguas de uno y otro tipo aparecen entremezcladas, por lo que no es posible establecer una discriminación. En tales circunstancias, el análisis de las modificaciones de composición que, en el caso del río Júcar, se producen a lo largo del tramo de río objeto de estudio, adquiere especial relevancia a efectos de definir las relaciones río-acuífero.

7.2.5. Análisis de las relaciones río-acuífero en el tramo objeto de estudio

La Figura 77 y Figura 78 reflejan los perfiles de evolución de la composición de los parámetros analizados en las cinco muestras de aguas del río Júcar recogidas en cada una de las campañas. Dichos perfiles incorporan también los tramos ganador y mixto de aquél, los puntos que señalan las desembocaduras de los ríos Albaida, Verde y Magro, así como, a título orientativo, la posición aproximada respecto al río de una serie de localidades.

La primera de las gráficas a considerar es la del TSD, reflejo de la ganancia o pérdida de contenido salino del río. Según los datos de la campaña de octubre-10, entre la primera muestra (JUC-PT01), situada entre Antella y Gavarda, y la más próxima a la desembocadura (JUC-PT05), recogida entre las localidades de Fortaleny y Cullera, se produce un descenso del TSD del 6,6%, que contrasta con el incremento del 12,7% registrado en la de marzo-11. Esta cuestión se analizará más adelante.

El plano de isovalores del TSD en las aguas subterráneas representado en la Figura 67 señala, básicamente, tres sectores de mineralización diferenciados. El primero –Sector 1– estaría comprendido, aproximadamente, entre las localidades de Antella y Alberic, con valores del citado parámetro del orden de 1.000-1.200 mg/l. El segundo –Sector 2–, situado entre Alberic y Alzira, presenta valores del TSD algo inferiores, en torno a 900-1.100 mg/l, mientras que el Sector 3, ubicado entre Alzira y Cullera, ofrece los contenidos más elevados cuyos máximos, hasta de 1.550 mg/l, se alcanzan en la zona de Sueca.

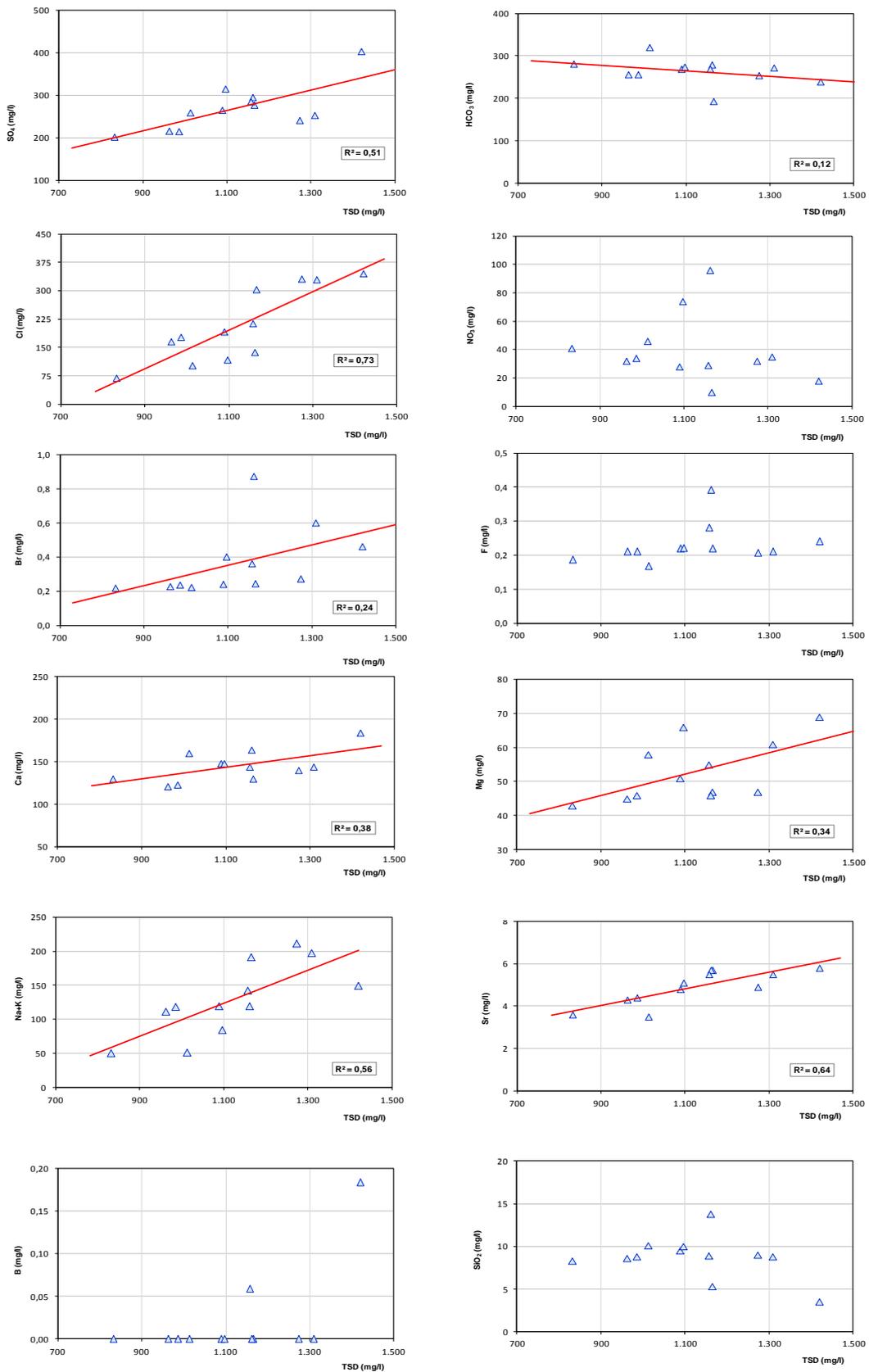


Figura 74. Relación TSD vs. iones mayoritarios en aguas subterráneas (campana octubre-2011)

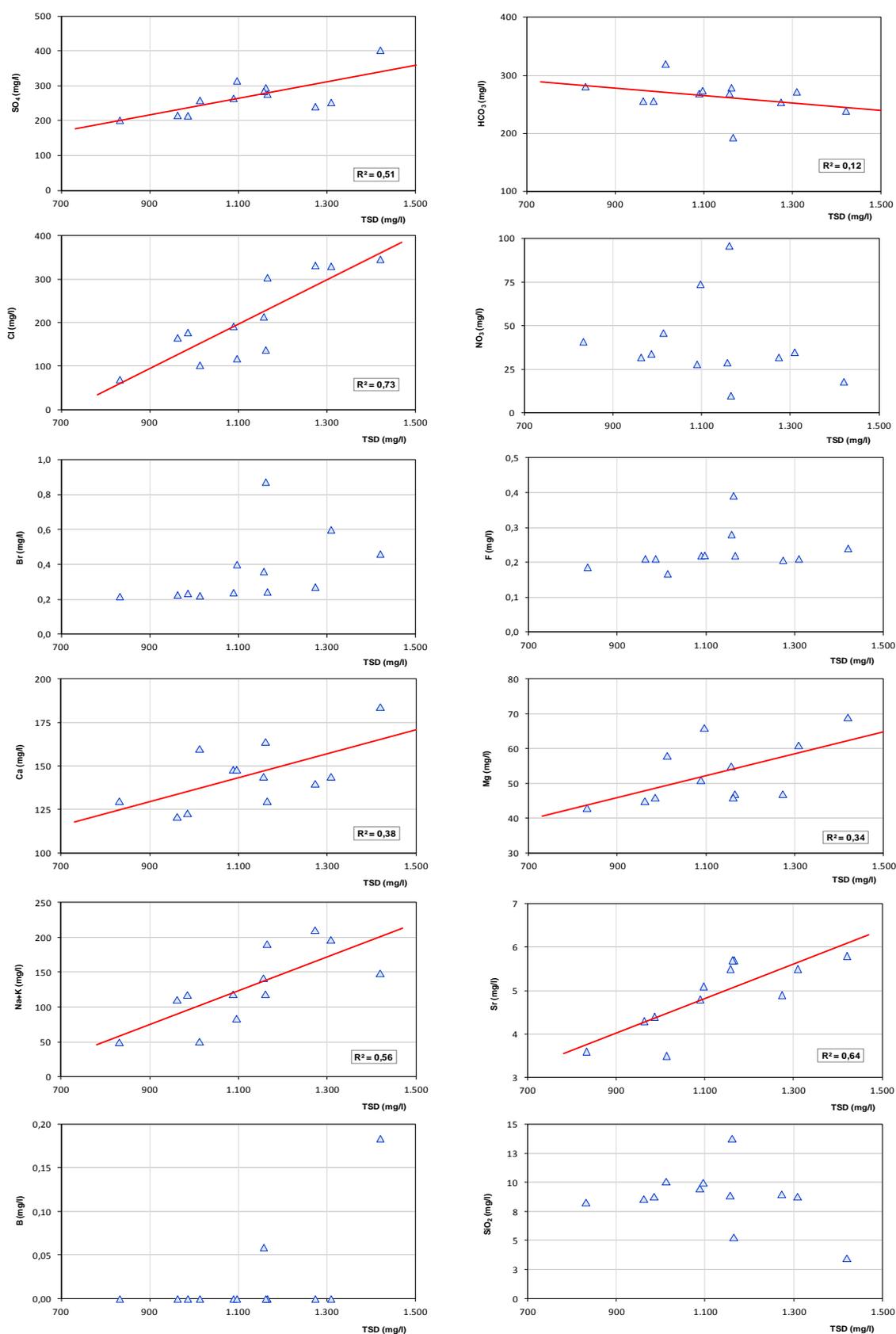


Figura 75. Relación TSD vs. iones mayoritarios en aguas subterráneas (campana marzo-11)

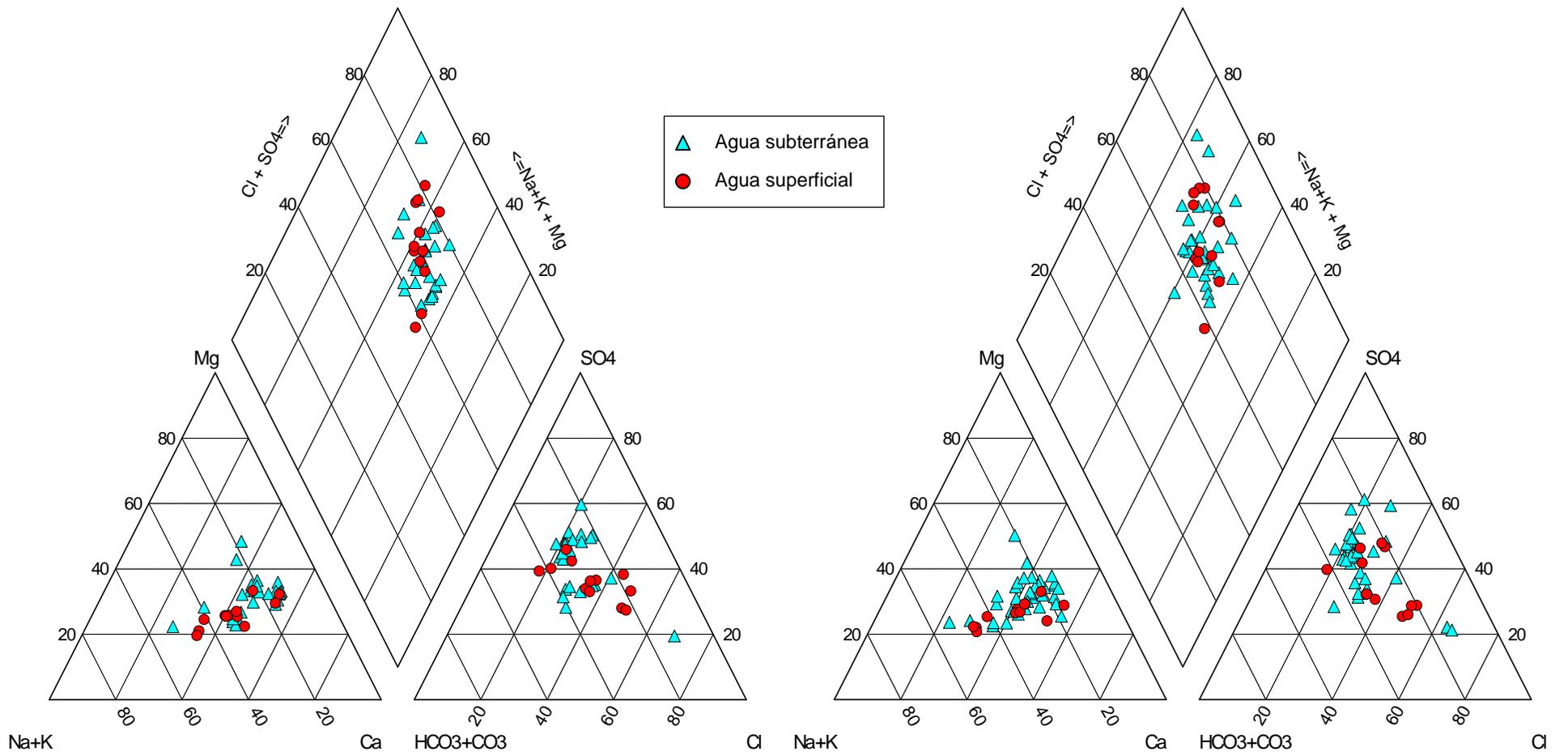


Figura 76. Diagramas de Piper de las muestras de aguas superficiales y subterráneas recogidas en las campañas de octubre-10 y marzo-11

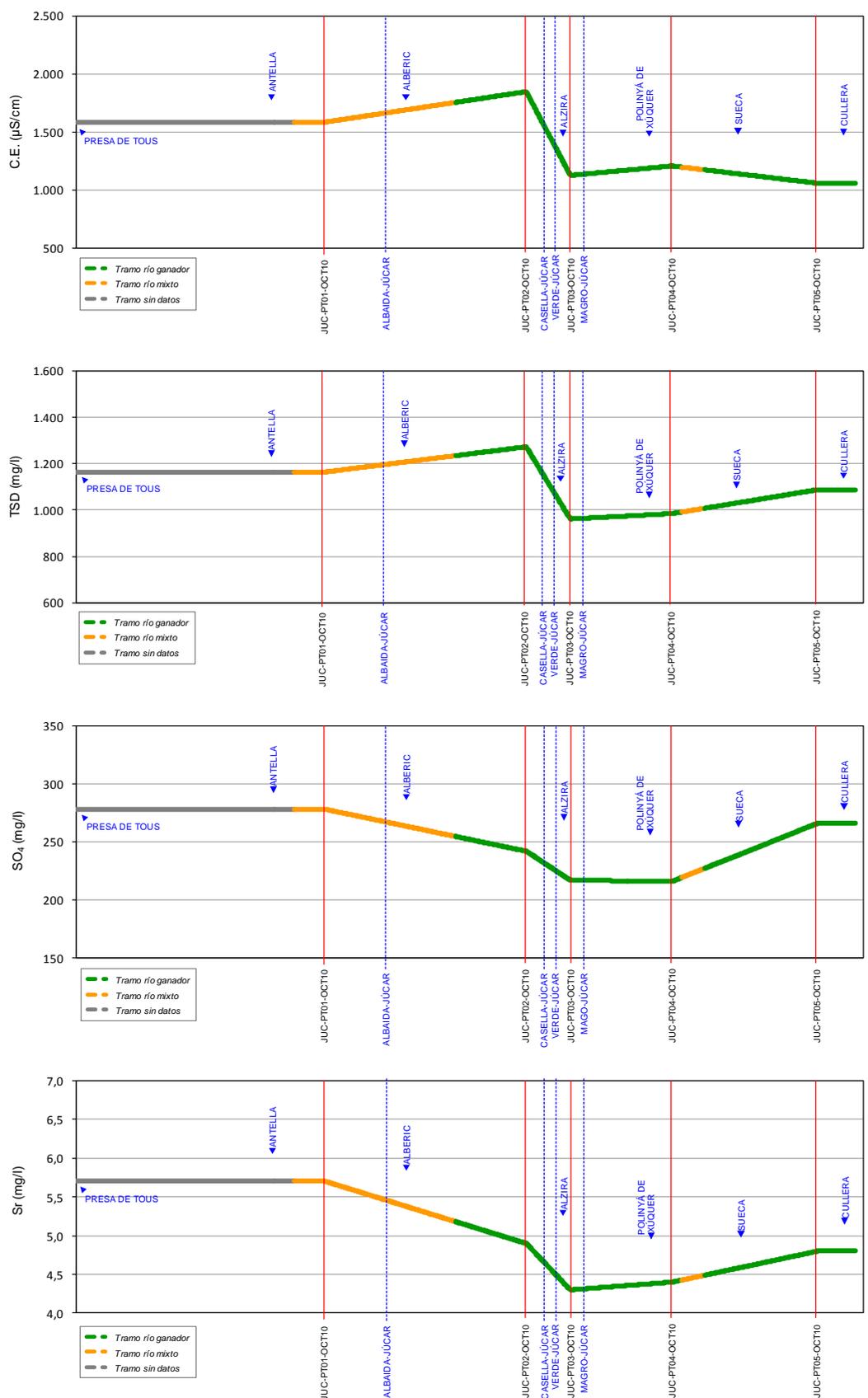


Figura 77. Perfil hidroquímico del río Júcar-Campaña octubre-10

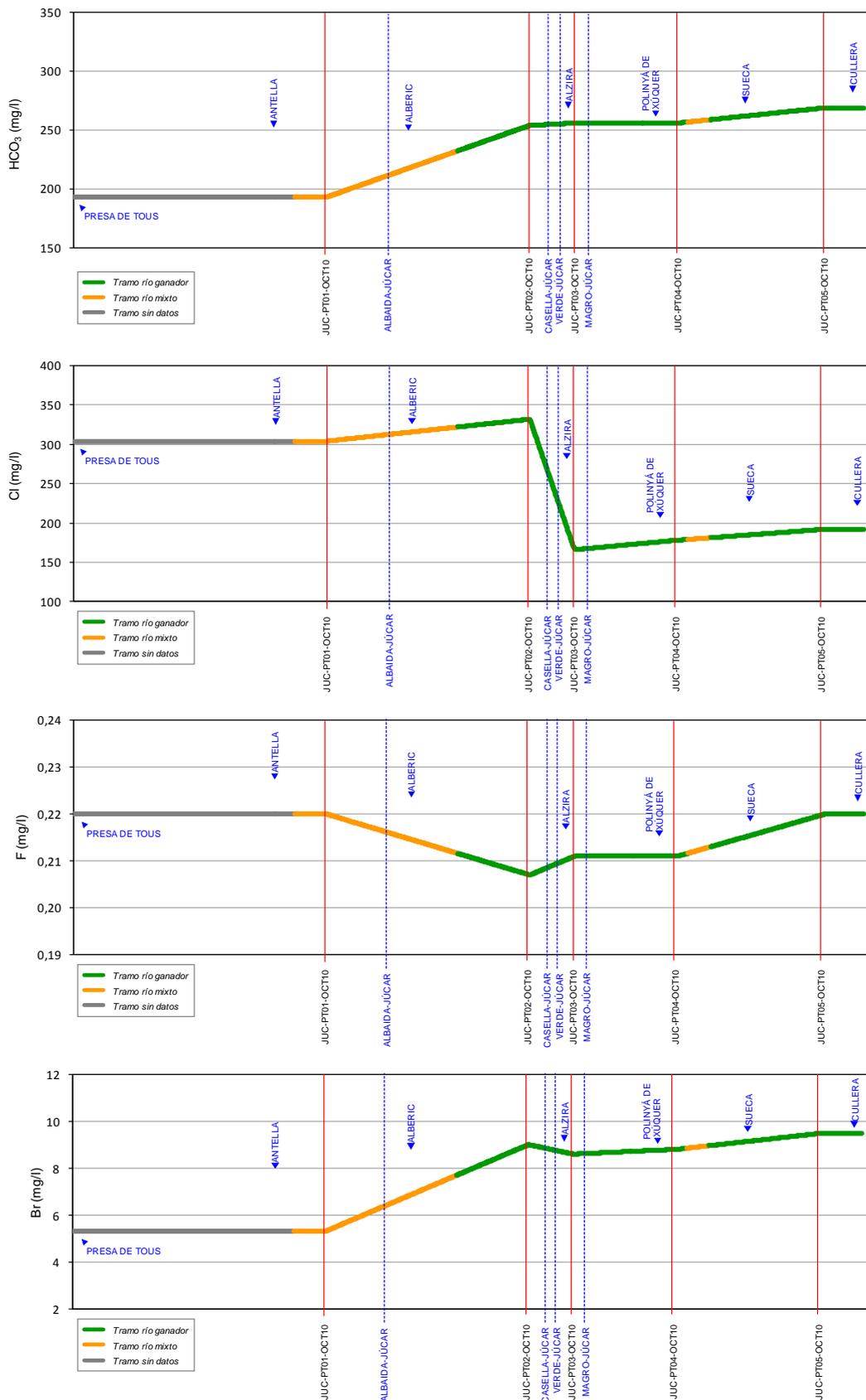


Figura 56 (cont.). Perfil hidroquímico del río Júcar-Campaña octubre-10

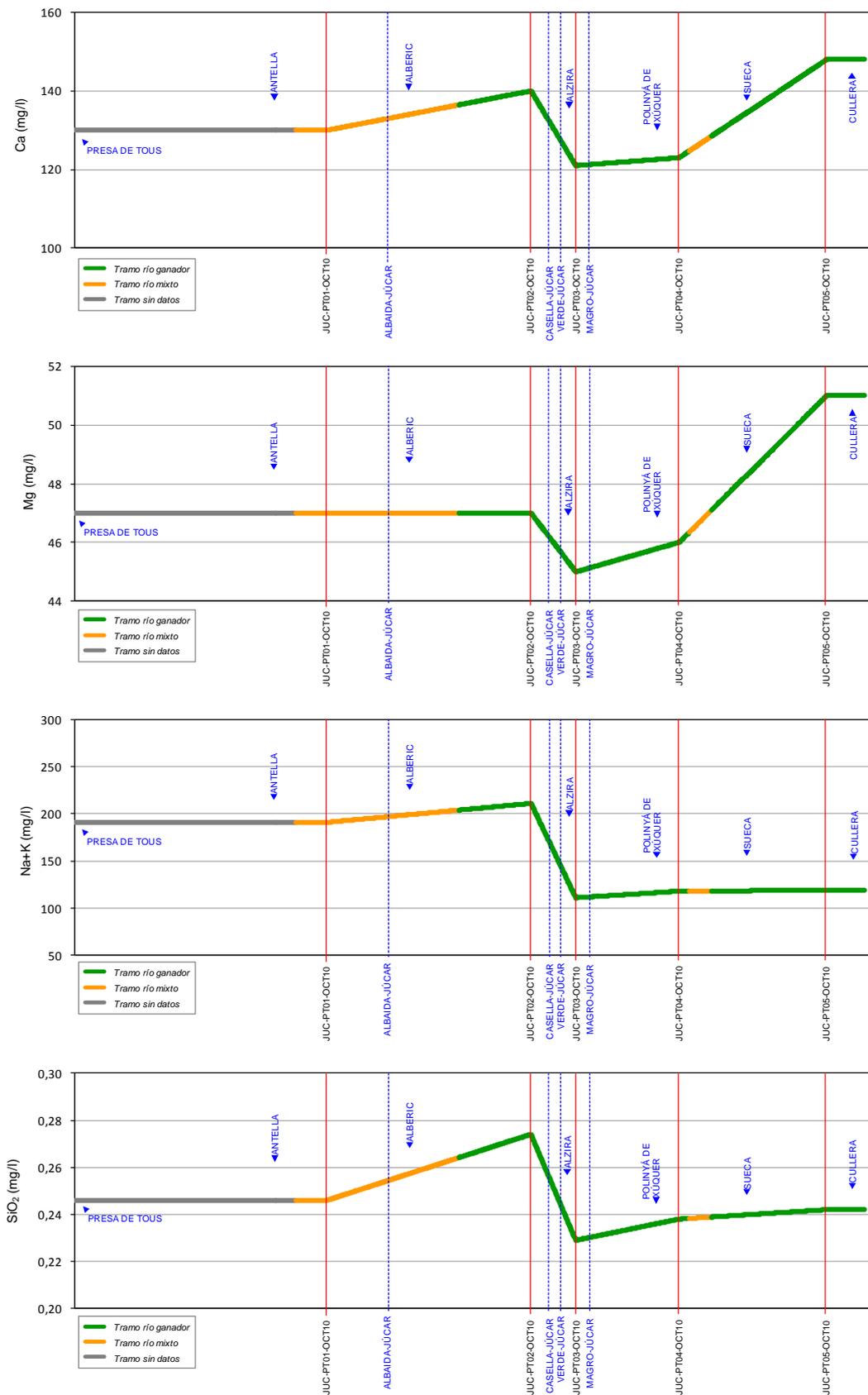


Figura 56 (cont.). Perfil hidroquímico del río Júcar-Campaña octubre-10

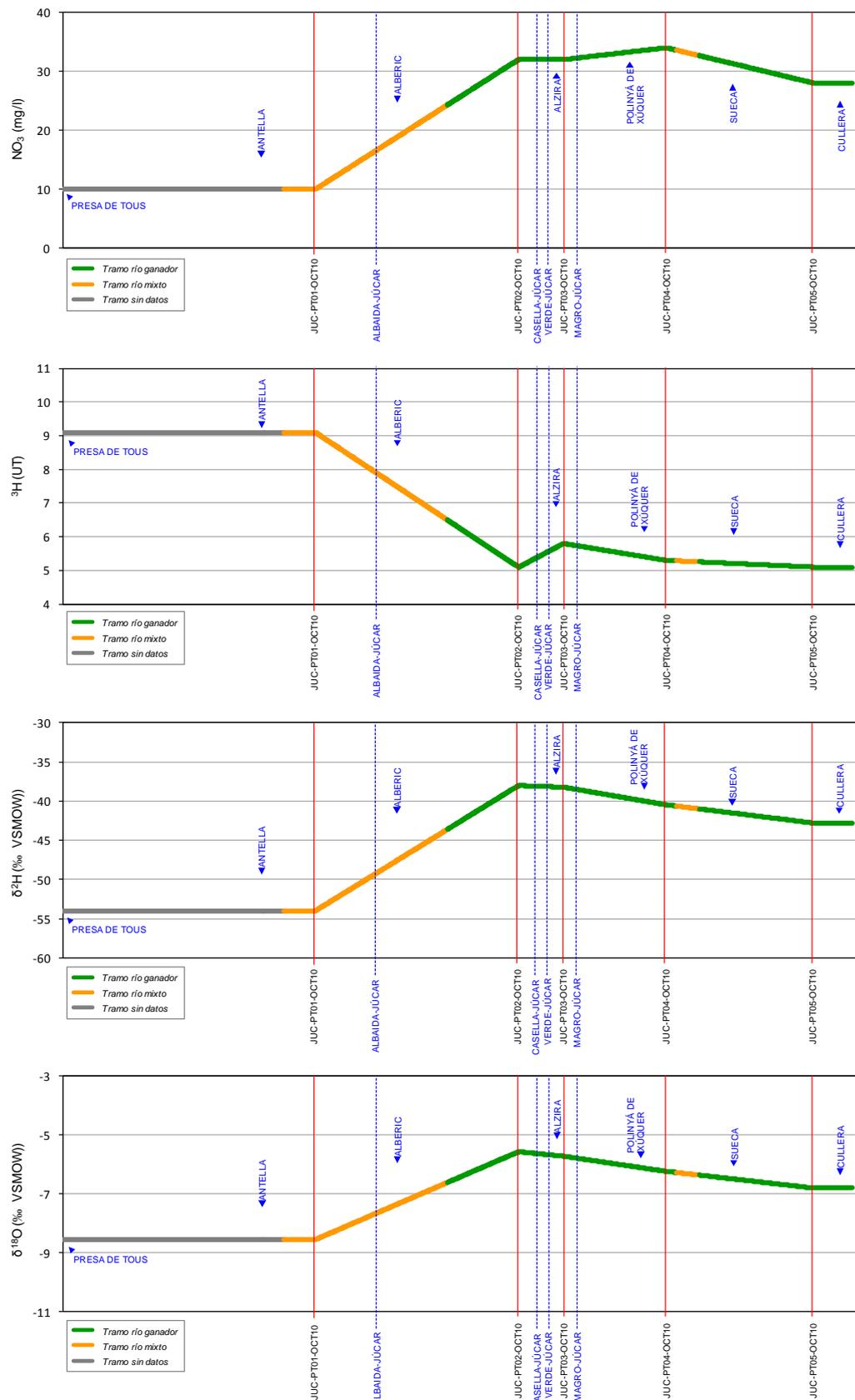


Figura 56 (cont.). Perfil hidroquímico del río Júcar-Campaña octubre-10

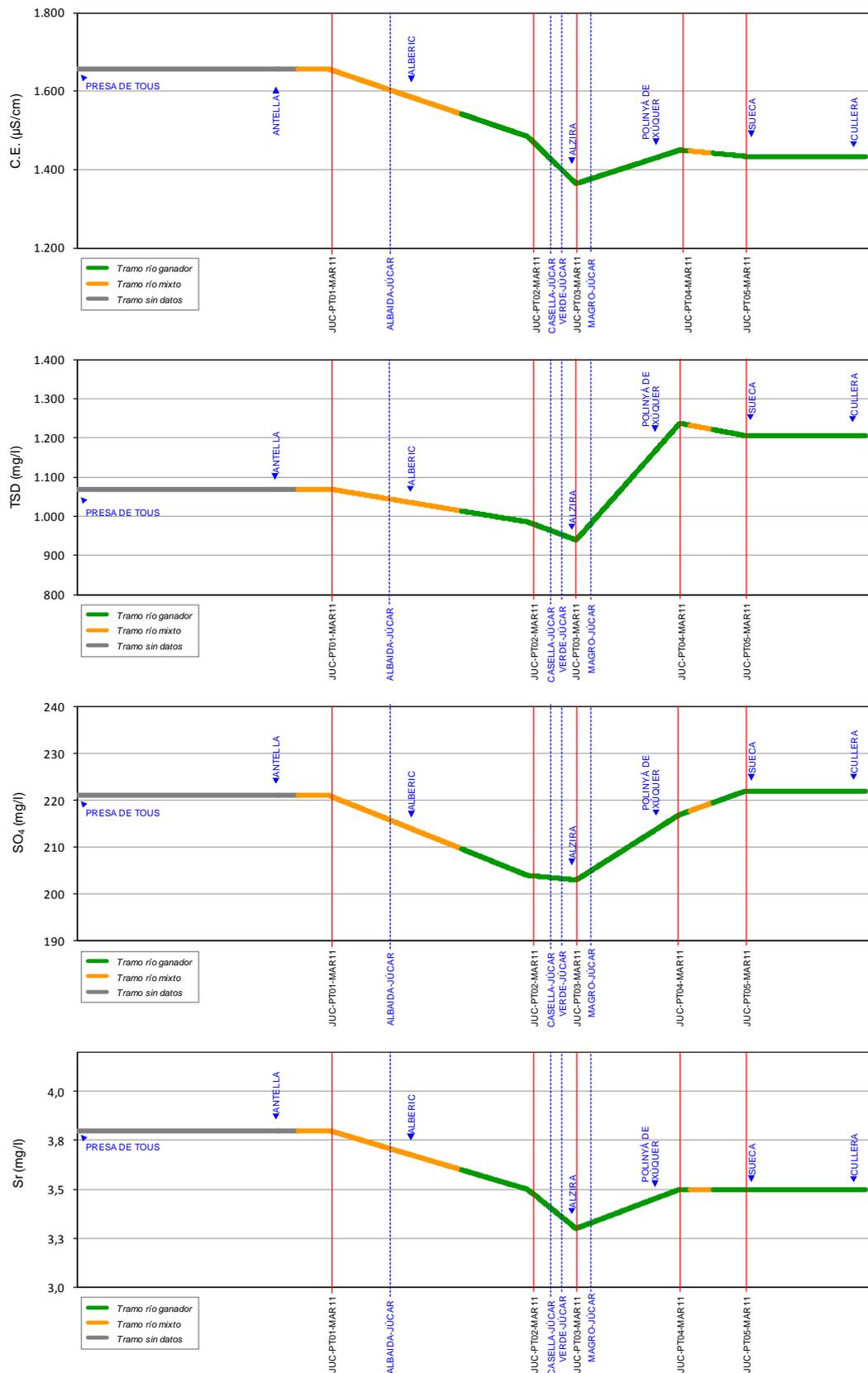


Figura 78. Perfil hidroquímico del río Júcar-Campaña marzo-11

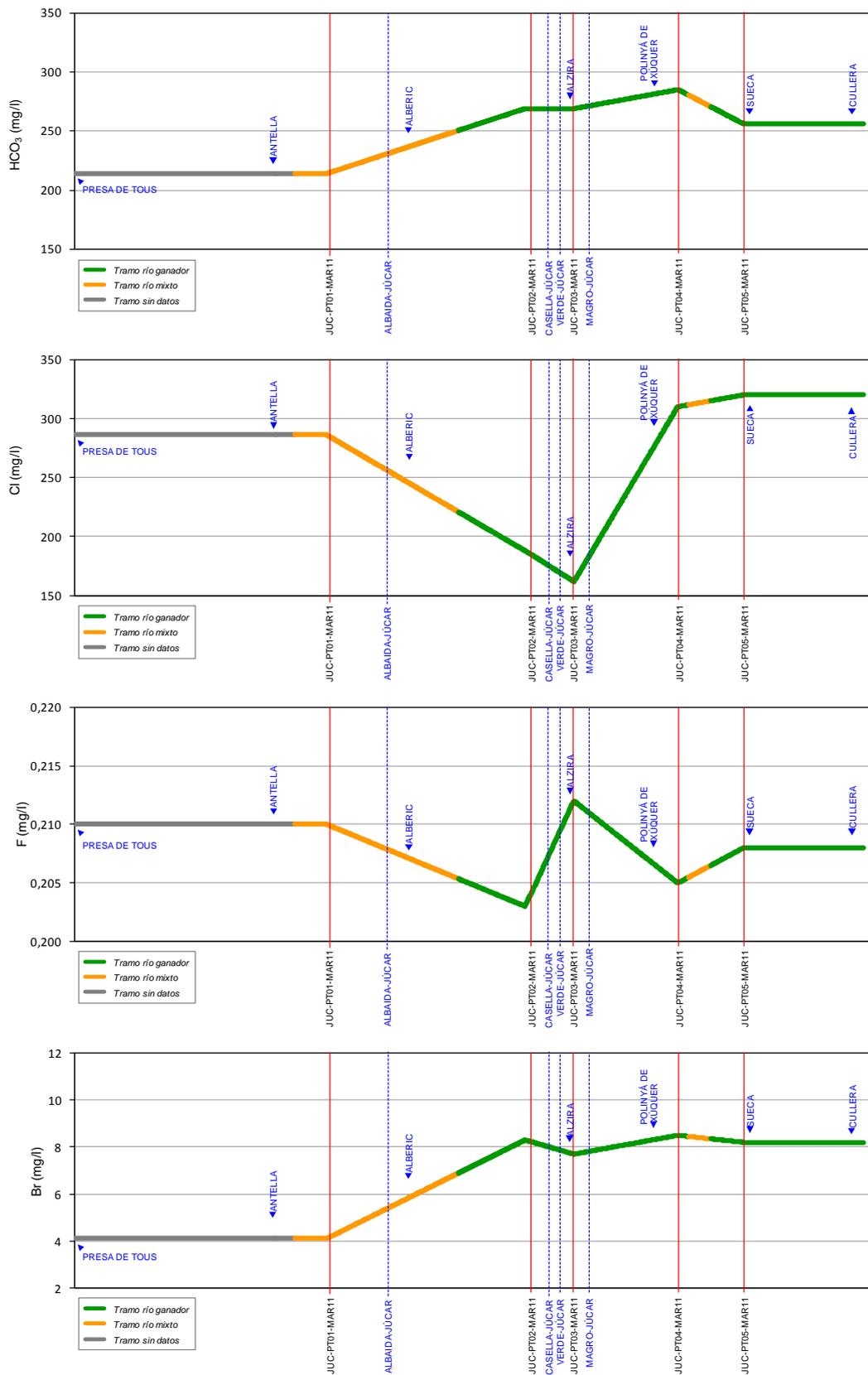


Figura 57 (cont.). Perfil hidroquímico del río Júcar-Campaña marzo-11

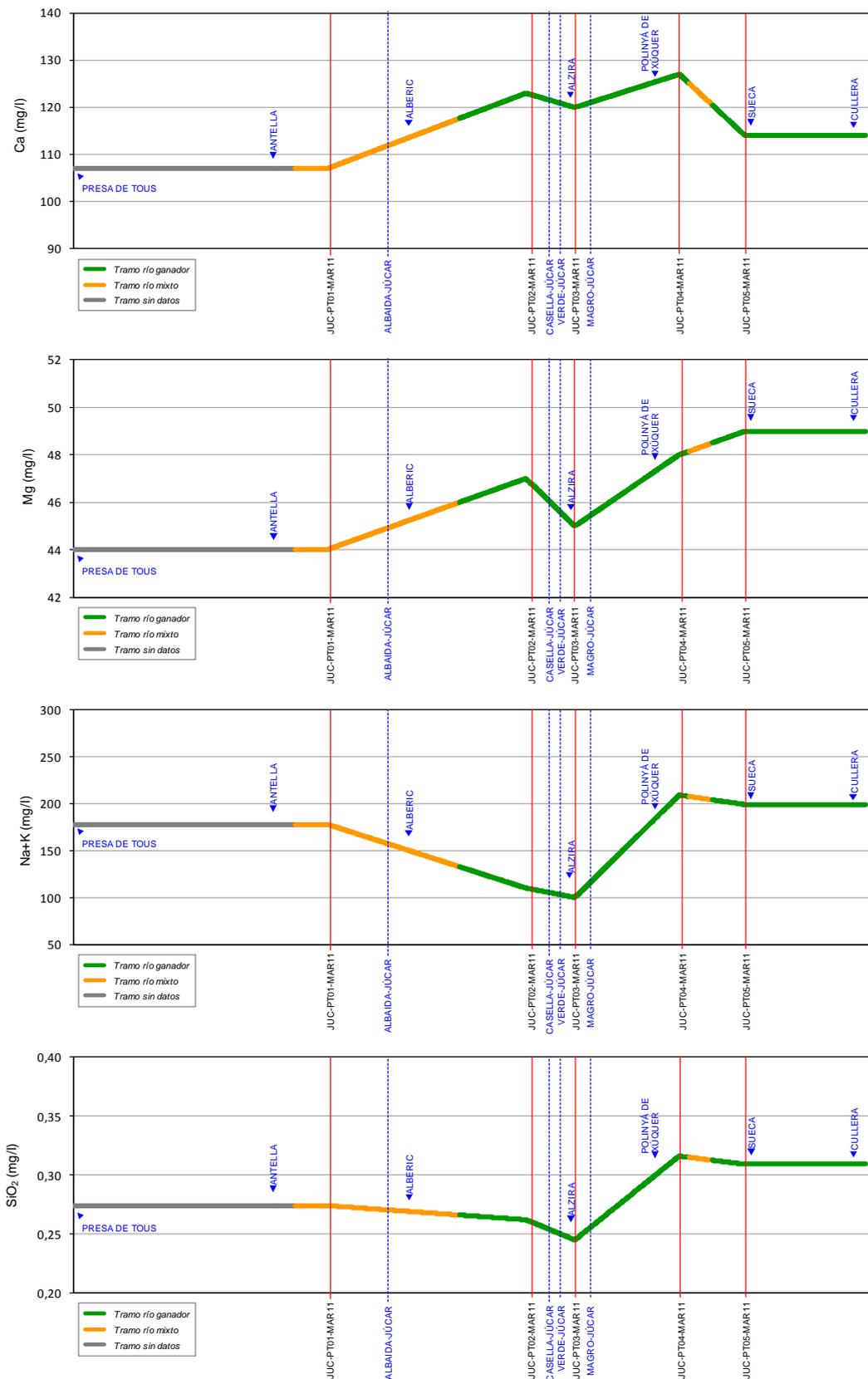


Figura 57 (cont.). Perfil hidroquímico del río Júcar-Campaña marzo-11

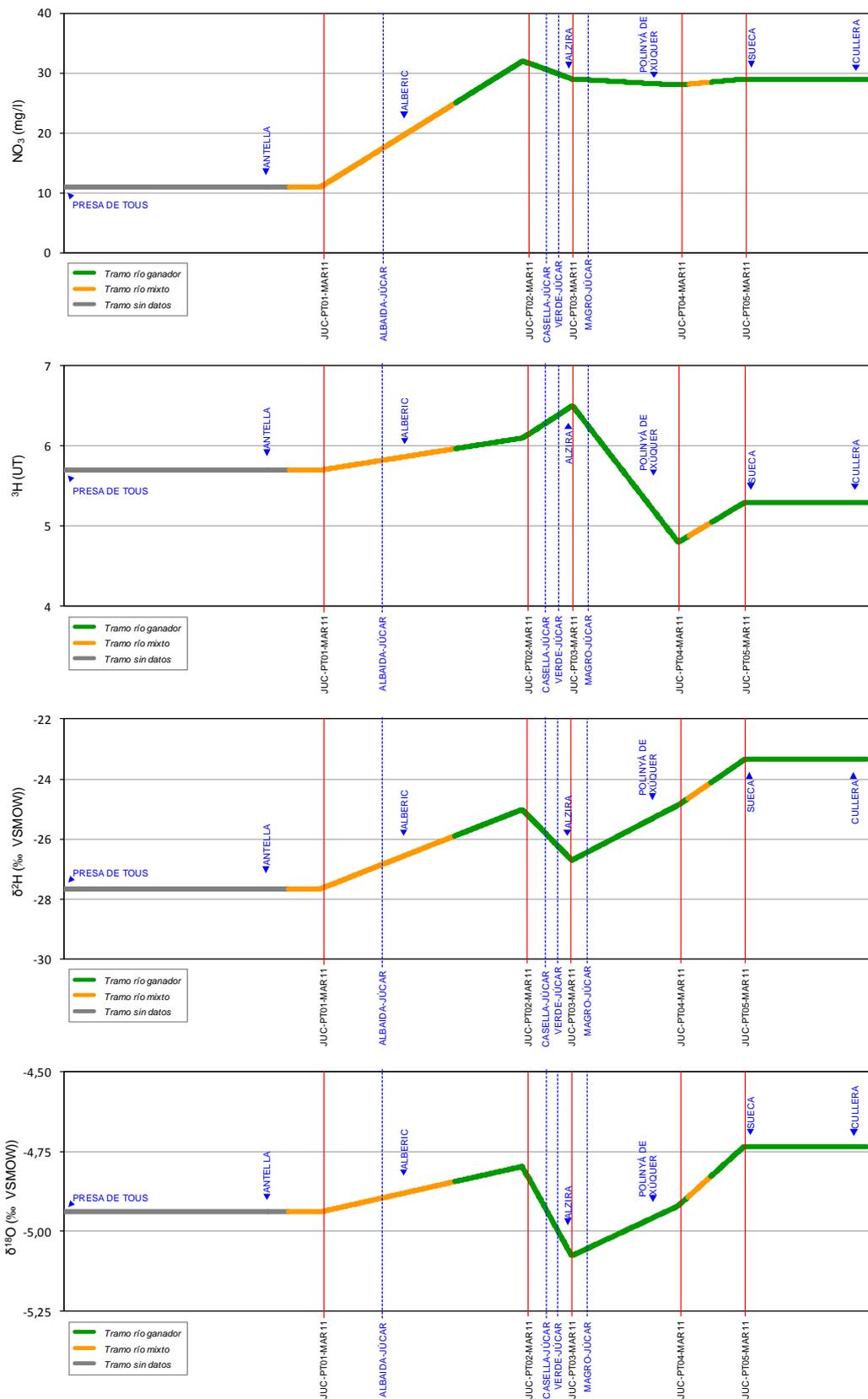


Figura 57 (cont.). Perfil hidroquímico del río Júcar-Campaña marzo-11

Los valores del TSD del agua superficial y subterránea en el Sector 1, coincidente con un segmento de río de carácter mixto, son del mismo orden. En dicho tramo se produce un descenso de las concentraciones de SO₄, Sr, F y tritio en el agua superficial, mientras que aumentan las de las restantes especies salvo Cl, Mg y Na+K, que sólo registran ligeras variaciones.

El agua subterránea en este tramo es, en principio, más rica que la superficial en HCO₃, Ca y NO₃. En lo referente al tritio, la muestra de agua subterránea más próxima a la JUC-PT01 (abastecimiento a Beneixida, 283080029), presenta el contenido más elevado de todos los analizados tanto en la muestra de octubre-10 (12,5 ± 0,6 UT) como en la de marzo-11 (13,3 ± 0,4 UT), ambos superiores, además, a cualquiera de los detectados en las aguas superficiales incluyendo las citada JUC-PT01 (9,1 ± 0,6 UT), y casi tres veces superior a las de las precipitaciones actuales. Teniendo en cuenta los elevados valores de este isótopo medidos en el Júcar por el IGME en el año 2008 (Tabla 32), parece evidente que la citada captación ha recibido aportes de agua superficial¹, lo que significa, pues, que el río ha debido comportarse en algún momento como perdedor, al menos, en la zona donde aquélla se ubica.

Código	Descripción	UTM X	UTM Y	Fecha análisis	³ H (U.T.)
J 1	Río Júcar aguas arriba pero muy próximo a la Central Nuclear de Cofrentes	666812	4341357	13/03/08	20,46 ± 0,73
C 1	Río Cabriel antes de su confluencia con el Júcar (cola del embalse de Embarcaderos)	667115	4345010	13/03/08	8,92 ± 0,50
JC 1	Embalse de Embarcaderos, aguas abajo de la confluencia del Júcar y el Cabriel	669748	4345572	13/03/08	15,95 ± 0,65
JC 2	Proximidades de la Presa del embalse de Embarcaderos	678345	4346450	13/03/08	26,02 ± 0,83
Alginet	Canal Júcar-Turia en Alginet	718091	4353445	10/04/08	28,53 ± 0,88
Sumacàrcer	Río Júcar en Sumacàrcer, aguas abajo y muy próximo a la presa de Tous	704658	4331725	10/04/08	16,91 ± 0,67
J-Antella	Río Júcar en la toma de la Acequia Real del Júcar	707995	4328918	10/04/08	15,06 ± 0,63
Fortaleny	Río Júcar en el puente de Fortaleny	731617	4341625	10/04/08	8,17 ± 0,48

Fuente: *Caracterización hidroquímica e isotópica de la masa de agua subterránea 081.142 (Plana de Valencia Sur)* (IGME, 2010)

Tabla 32. Contenidos de tritio en aguas superficiales procedentes de ríos y canales de riego

La muestra JUC-PT01 presenta un contenido de NO₃ de apenas 10 mg/l, que contrasta con el de las aguas subterráneas en el entorno del Sector 1 cuyos valores oscilan en un rango aproximado de 46-65 mg/l NO₃. Puesto que el contenido de este ión en la muestra JUC-PT02 se incrementa hasta 32 mg/l, cabe suponer que, en este caso, **el río se esté comportando como ganador** salvo, naturalmente, que pudiesen haberse producido vertidos o bien aportes de aguas superficiales²

¹ El origen de tales concentraciones debe atribuirse a los efluentes de las centrales nucleares de Trillo y Cofrentes. La primera, situada a orillas del Tajo, realiza sus vertidos en este último, por lo que su influencia alcanzaría al río Júcar a través del Trasvase Tajo-Segura, en cuyo recorrido se encuentra el embalse de Alarcón. La segunda, situada en la margen derecha del Júcar, lo hace directamente sobre este último.

² El río Albaida desemboca en un punto situado entre ambas muestras, con un caudal aportado al Júcar que, según el aforo del octubre-10, representó el 2,8% del que circulaba por este último antes la unión entre ambos, y una cifra muy superior: el 29%, en el caso del aforo de marzo-11.

al cauce del río Júcar contaminados por dicho compuesto. En el apartado 6.2.7 se ofrece un análisis más amplio del comportamiento de este ión.

Los dos sondeos situados en el entorno del Sector 1, aguas abajo del citado abastecimiento a Beneixida, presentan concentraciones de tritio de $2,2 \pm 0,5$ UT (293010054) y $5,1 \pm 0,6$ UT (293010062), mientras que el de la muestra JUC-PT02, situada entre Alzira y Carcaixent, aguas abajo de estos sondeos, es de $5,1 \pm 0,5$ UT. Este último valor representa un importante descenso (-44%) respecto al valor del JUC-PT01, por lo que cabe suponer la existencia de un proceso de dilución con aguas de menor contenido de tritio. En tales circunstancias, esta variación de tritio puede interpretarse, al igual que en el caso del NO_3 , como una consecuencia del **comportamiento ganador del río**, si bien no habría que descartar, como se indicó anteriormente, posibles aportes de aguas superficiales al Júcar de bajo contenido en este isótopo.

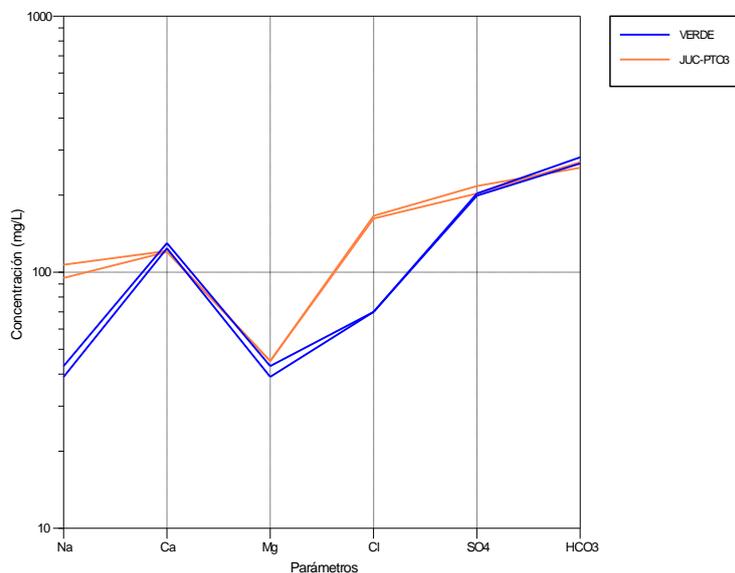
De igual modo podría interpretarse el incremento en JUC-PT02 respecto a JUC-PT01 de los contenidos de HCO_3 , Ca y SiO_2 , cuya fuente podría ser también el agua subterránea, dado que sus concentraciones son también mayores en esta última que en la del río en este sector. La excepción a este comportamiento ganador sería el ión cloruro, pues su concentración se incrementa entre ambas muestras superficiales pese a que el agua subterránea debería haber actuado como diluyente, dado que su contenido en cloruros es más bajo en este tramo que el del agua superficial.

El definido como Sector 2, situado entre Alberic y Alzira, presenta, según se indicó anteriormente, valores del TSD en torno a 900-1.100 mg/l, es decir, inferiores a los de los Tramos 1 y 3. Las muestras del río Júcar a considerar en dicho Sector son JUC-PT02 y JUC-PT03, esta última recogida aguas abajo de la desembocadura del río Verde. En lo referente al comportamiento del Júcar, los datos de octubre lo definen como mixto entre Alberic y Benimuslem, y de carácter ganador entre esta última localidad y Alzira.

Las gráficas del TSD recogidas en la Figura 77 y Figura 78 evidencian, en ambas campañas, un notable descenso en la muestra JUC-PT03 respecto al JUC-PT02, consecuencia de un descenso generalizado de las concentraciones iónicas, con las únicas excepciones de HCO_3 y NO_3 , que se mantienen prácticamente invariables, y un ligero aumento del flúor. La comparación entre los valores del TSD de ambas muestras y de los sondeos situados en el entorno de este Sector que se muestra en el siguiente cuadro, sugiere que el menor contenido salino del agua subterránea estaría propiciando un efecto de dilución sobre el río, cuyo resultado sería la composición observada en la muestra JUC-PT03. **Este resultado es coherente con el comportamiento ganador deducido de los aforos y la piezometría del río en la zona donde se recogió dicha muestra.**

Punto		Campaña	TSD (mg/l)
JUC-PT02		OCT10	1.273
		MAR11	986
12	292960176	OCT10	896
		MAR11	864
30	293010072	OCT10	843
		MAR11	1.077
Río Verde		OCT10	831
		MAR11	807
JUC-PT03		OCT10	962
		MAR11	940

No obstante, sin perjuicio de este planteamiento, es necesario considerar también el posible efecto de dilución de la Rambla de la Casella y del río Verde sobre la composición de la muestra JUC-PT03, teniendo en cuenta que ambos confluyen en el Júcar entre ésta y la JUC-PT02, así como el hecho de que su mineralización, al menos en el caso del río Verde –ver cuadro superior y Figura 79–, es inferior a la del río Júcar en esta zona. La suma de las aportaciones a este último de la



Rambla de la Casella y del río Verde en el aforo de octubre-10, representó el 22,1% del caudal del Júcar aguas arriba de la citada Rambla, y un 32,6% en el caso de los aforos de marzo-11.

Figura 79. Diagrama de Schoeller de las muestras JUC-PT03 y VERDE analizadas en ambas campañas.

En lo referente al tritio, las variaciones entre campañas de los puntos involucrados en el presente Sector 2 en cuestión son:

Punto	Tritio (UT)	
	OCT10	MAR11
JUC-PT02	5,1 ± 0,5	6,1 ± 0,5
12 292960176	1,6 ± 0,5	2,2 ± 0,4
RÍO VERDE	3,6 ± 0,5	4,6 ± 0,4
JUC-PT03	5,8 ± 0,5	6,5 ± 0,5

Estos resultados muestran incrementos de pequeña entidad entre las dos muestras del Júcar, lo que significa que el efecto de dilución observado en los análisis químicos no se manifiesta en el caso de este isótopo, pese a que su concentración en el río Verde y en las aguas subterráneas del entorno es inferior a la de las citadas muestras.

El Sector 3, ubicado entre Alzira y Cullera y definido, como los dos anteriores, en función del grado de mineralización de las aguas subterráneas situadas en su entorno próximo, es el de mayor contenido salino de los tres, con valores del TSD que alcanzan sus máximos –hasta 1.550 mg/l– en la zona de Sueca. El estudio realizado en el marco del presente proyecto atribuye a este sector del Júcar un comportamiento ganador, a excepción de un pequeño tramo de carácter mixto situado aguas arriba de la localidad de Riola.

A la altura de Algemesí, el río recibe las aguas procedentes del Magro, las cuales fueron analizadas en dos puntos: MAGRO-PT01, situado a la altura del trasvase Júcar-Turía, aguas arriba de

Carlet, y MAGRO-PT02, próximo a su confluencia con el Júcar. Respecto a este último, se cuenta también con dos muestras: JUC-PT04, ubicada entre Polinyá de Xúquer y Sueca, y JUC-PT05. Esta última muestra, a diferencia del resto, no pudo recogerse en el mismo punto en ambas campañas. Si bien las dos lo fueron aguas arriba de Cullera, la de octubre-10 se situó muy cerca de esta localidad, mientras que la de marzo-11 se recogió cerca de Fortaleny. Por último, en este tramo del río Júcar se dispone de los análisis de tres acequias que derivan agua de este último hacia la zona de La Albufera: DRETA (Sèquia de la Dreta), cuya toma de agua se encuentra próxima –aguas abajo– de Polinyá de Xúquer, y las acequias CLOT (Sèquia del Clot) y ARBRES (Sèquia dels Arbres), que la derivan desde la zona de Sueca. Asimismo, se dispone de análisis de la Sèquia de la Foia (FOIA), situada junto al lago de La Albufera, a la altura de la factoría Ford de Almussafes, cuya alimentación proviene de la Acequia Real del Júcar cuya toma se encuentra en el Azud de Antella.

Según se observa en las Figura 77 y Figura 78, tras el descenso del contenido salino del agua producido entre las muestras JUC-PT02 y JUC-PT03, aguas abajo de esta última la tendencia se invierte y el TSD se incrementa en las dos siguientes (JUC-PT04 y JUC-PT05), como consecuencia de sendos aumentos en la concentración de prácticamente todos los iones analizados, especialmente acentuado en la campaña de octubre-10 debido, probablemente, a que la muestra JUC-PT05 se tomó más cerca de la desembocadura del río que la de marzo-11. **Este comportamiento es plenamente coherente con el carácter ganador asignado a este tramo del río**, al igual que los descensos en el contenido de tritio de este último. Ambos pueden ser atribuidos a la influencia del agua subterránea, más rica en sales y, en la mayoría de los casos, con menor concentración de tritio que la que transporta el río al acceder a este tercer Sector.

No obstante, este isótopo ofrece, en algunas captaciones, valores superiores a los que cabría esperar en las aguas subterráneas, que deben interpretarse como un comportamiento de río perdedor. Es el caso del sondeo 292970023, y podrían serlo también los puntos 292970016 y 292970017 (Tabla 33).

Punto		TSD (mg/l)		Tritio (UT)	
		OCT10	MAR11	OCT10	MAR11
JUC-PT03		962	940	5,8 ± 0,5	6,5 ± 0,5
JUC-PT04		985	1.237	5,3 ± 0,5	4,8 ± 0,5
5	292960012	1.019	1.001	2,6 ± 0,5	4,3 ± 0,4
6	292960096	1.142	1.042	1,8 ± 0,5	3,1 ± 0,4
7	292960100	1.162	1.044	1,9 ± 0,5	2,9 ± 0,4
8	292960159	1.176	1.055	3,5 ± 0,5	5,2 ± 0,5
10	292960168	1.083	1.085		
11	292960172	1.284	1.095	3,2 ± 0,5	3,7 ± 0,4
13	292970001	1.362		5,4 ± 0,6	
15	292970011	1.122		0,5 ± 0,5	
16	292970016	1.421	1.295	5,8 ± 0,6	6,3 ± 0,4
17	292970017	1.188	1.098		5,9 ± 0,4
18	292970023	1.037	997	8,0 ± 0,6	9,8 ± 0,4
19	292970030	1.551	1.436		2,9 ± 0,4
JUC-PT05		1.088	1.206	5,1 ± 0,5	5,3 ± 0,5

Tabla 33. Valores del TSD y concentraciones de tritio en las muestras del Sector 3 del río Júcar

Respecto a estos dos últimos, para valorar correctamente dicha influencia sería necesario conocer las concentraciones actuales de ^3H en las precipitaciones de la zona, pues los datos más recientes disponibles corresponden a los medidos en el año 2006 en la estación de Valencia de la red REVIP (CEDEX), indicados en el cuadro adjunto.

Año	^3H (U.T.)
2000	9,98 ± 0,3
2001	6,28 ± 0,3
2002	5,20 ± 0,3
2003	5,46 ± 0,3
2004	4,15 ± 0,3
2005	4,91 ± 0,3
2006	4,13 ± 0,3

Al igual que en los Sectores 1 y 2, se ha considerado también la posible influencia del río Magro sobre la composición de las muestras recogidas aguas abajo de este último. La Figura 80 refleja, para cada campaña, el perfil hidroquímico de las muestras recogidas en el Magro y la del río Júcar más próxima a aquél, aguas abajo de la confluencia de ambos ríos (JUC-PT04).

Estos resultados y los de los análisis recogidos en las Tabla 30 y Tabla 31 ponen de manifiesto, en primer lugar, que existen diferencias de composición de cierta entidad entre ambas campañas, por lo que el agua resultante de la mezcla de ambos ríos también habrá de ser distinta entre una y otra época.

En síntesis, en la campaña de octubre-10 el agua del río Magro experimenta una notable variación entre las muestras 1 y 2, consistente en un descenso de la mineralización –disminuyen SO_4 , Cl, Na+K y Mg– y un incremento del contenido de HCO_3 y NO_3 , de manera que la composición del agua previa a su incorporación al río Júcar presenta contenidos de Cl y Na+K inferiores a los de este último, aunque más elevados de SO_4 , HCO_3 , NO_3 , Ca y Mg. No obstante, el caudal aportado por el Magro en el momento del aforo sólo representaba el 0,08% del que circulaba por el Júcar, lo que reduce considerablemente su capacidad de influencia. En el caso de la campaña de marzo, dicho porcentaje seguía siendo muy bajo –0,67%– por lo que, aunque el agua procedente del Magro era entonces más mineralizada que la del Júcar, sus efectos sobre este último también seguirían siendo muy limitados. Por último, es interesante destacar que el contenido de tritio en el río Magro ha sido inferior a 4 UTs en ambas campañas, lo que significa que se encuentra por debajo de cualquiera de los medidos en el Júcar.

En lo referente a los análisis realizados en las acequias de riego, se han comparado los resultados obtenidos en cada una de ellas con los de las muestras recogidas en el río aguas de arriba de sus respectivas tomas, salvo en el caso de Foia en que la primera disponible se encuentra aguas abajo del Azud de Antella, punto de partida de la Acequia Real del Júcar de la que se deriva. Aguas abajo de esta última se encuentran, por este orden, las derivaciones hacia las acequias Dreta, Clot y Arbres. En la Figura 81 se representan sus respectivos perfiles hidroquímicos, que se ajustan a los siguientes valores del TSD:

Acequia	TSD (mg/l)	
	OCT10	MAR11
FOIA	1.161	1.231
DRETA	1.096	1.187
CLOT	1.308	1.516
ARBRES	1.156	998

La citada Figura pone de manifiesto, entre otros, uno de los rasgos más significativos de la evolución del agua del río Júcar, que no es otro que el descenso progresivo, aguas abajo, de su concentraciones de iones Cl y Na+K.

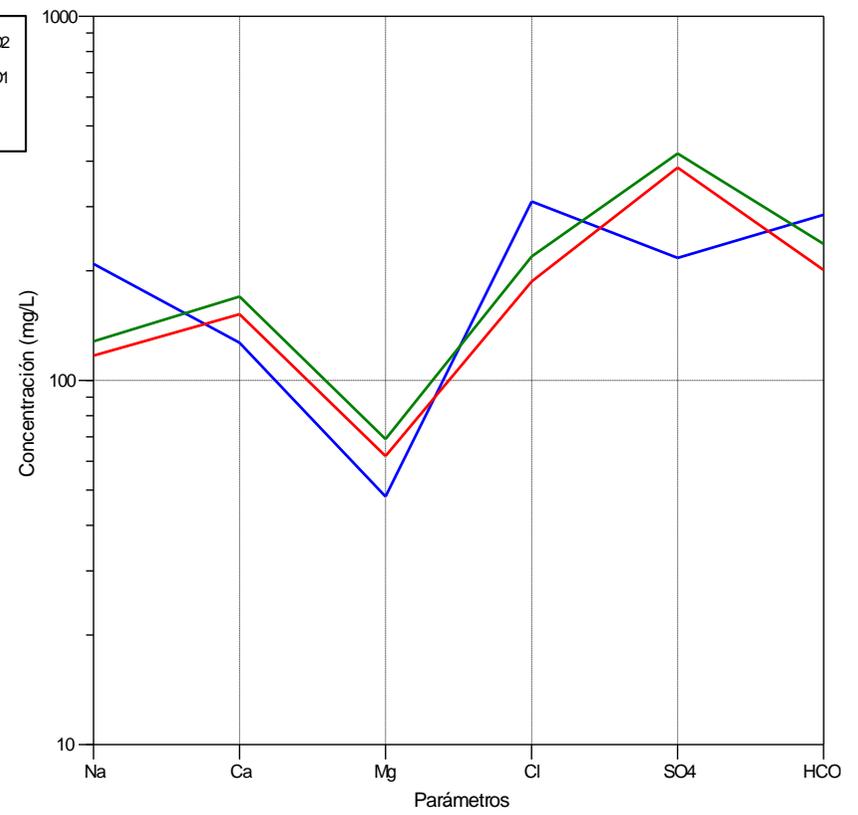
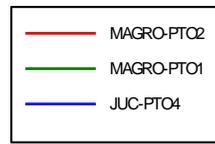
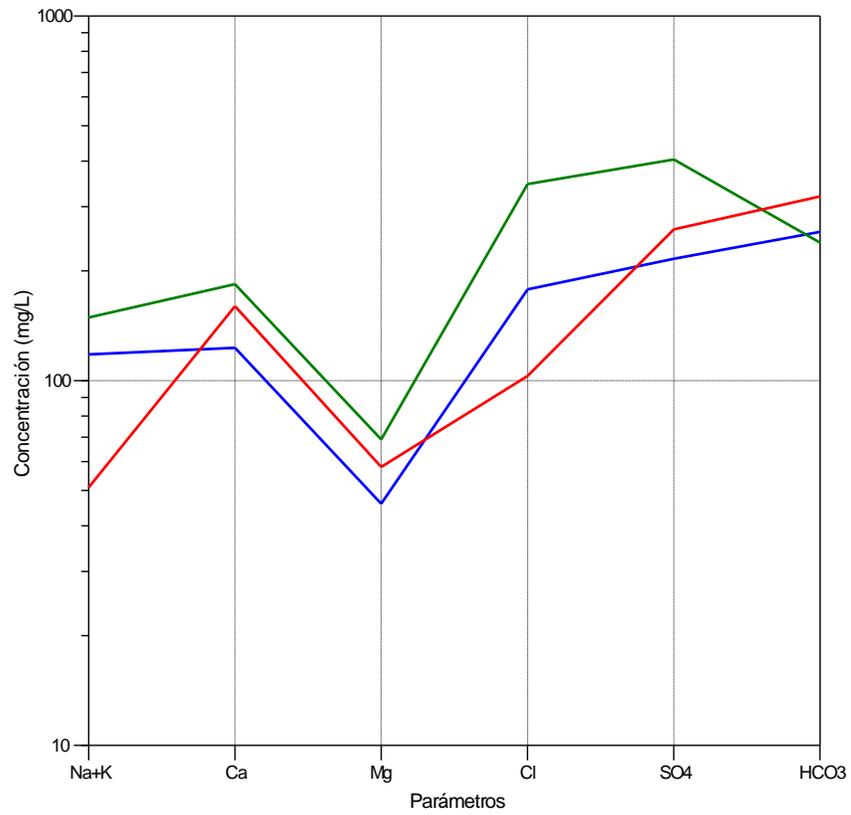


Figura 80. Diagramas de Schoeller de las muestras de los ríos Magro y Júcar

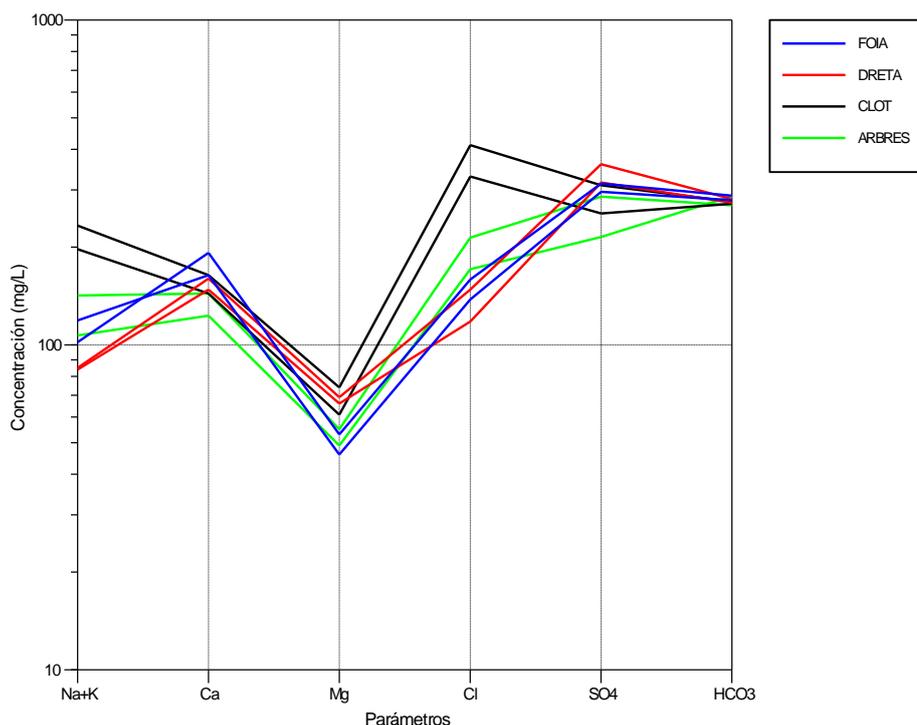


Figura 81. Diagrama de Schoeller de las muestras de las acequias de riego recogidas en ambas campañas

Los perfiles hidroquímicos de las muestras de agua de las acequias citadas, comparados con los de las muestras de agua del Júcar situadas aguas arriba de sus respectivas tomas, aparecen reflejados en la Figura 82. En el caso de las acequias Foia y Dreta, no existe coincidencia entre dichos perfiles, lo que significa que el agua ha debido sufrir alteraciones entre los puntos de muestreo de las acequias y la composición del río en sus respectivas tomas, cuyo origen no es posible determinar al no disponerse de la oportuna información (mezcla con otras aguas, evaporación, etc.). No obstante, en el caso concreto de la Foia debe tenerse en cuenta la considerable distancia existente entre el punto de toma de la acequia (Azud de Antella) y el de muestreo, junto al lago de La Albufera (más de 30 km en línea recta). En lo referente a las acequias Clot y Arbres, si bien existen diferencias, éstas son de mucha menor entidad.

También como elemento de comparación, se han empleado las concentraciones de tritio en cada una de las muestras del río y acequias. Según se observa en la Tabla 34, en todos los casos tales concentraciones resultan más elevadas en el río, si bien las diferencias son, como en el caso anterior, menos acentuadas en el caso de las acequias de Clot y Arbres.

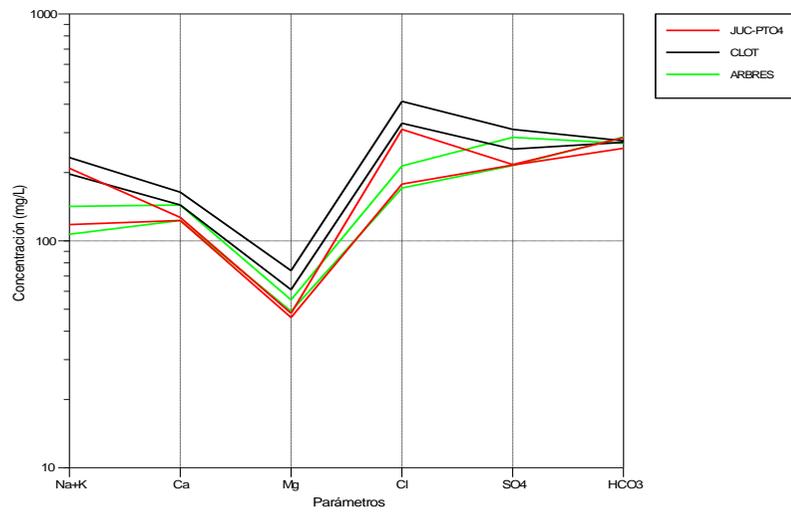
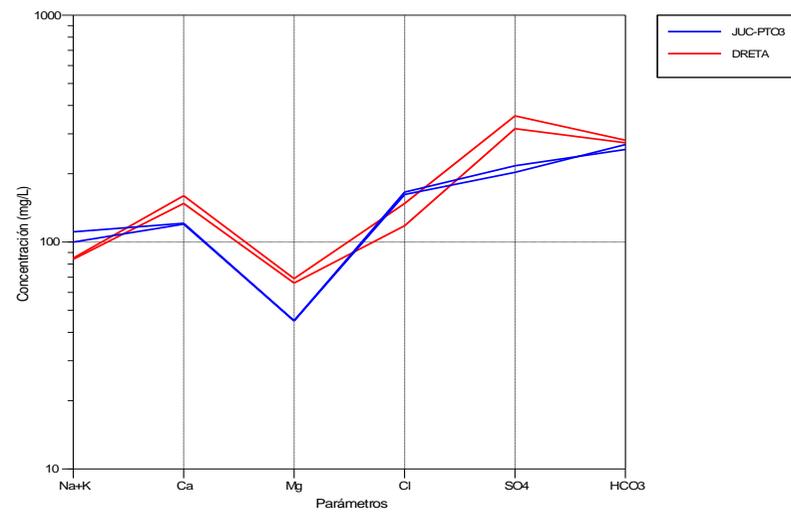
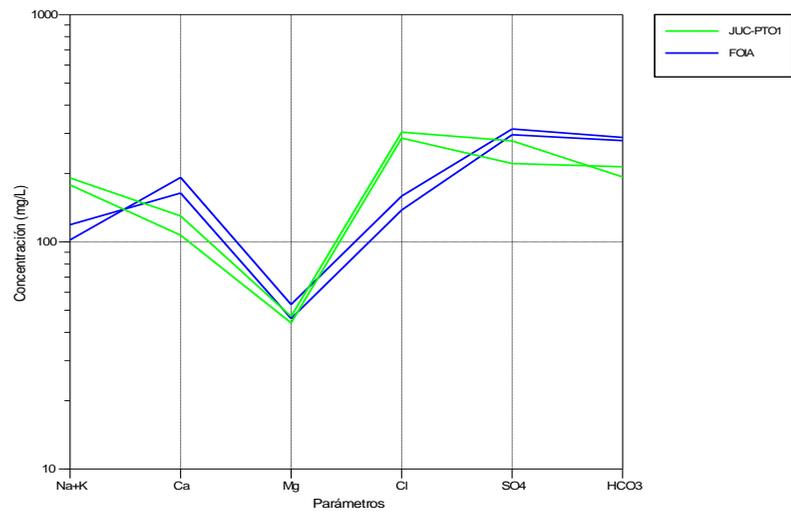


Figura 82. Diagramas de Schoeller comparativos de los análisis de las muestras procedentes de acequias y del río Júcar recogidas en ambas campañas

Muestra	³ H (UT)	
	OCT10	MAR11
FOIA	5,8 ± 0,5	5,2 ± 0,5
JUC-PT01	9,1 ± 0,6	5,7 ± 0,5
DRETA	3,8 ± 0,5	4,4 ± 0,5
JUC-PT03	5,8 ± 0,5	6,5 ± 0,5
CLOT	4,2 ± 0,5	3,6 ± 0,4
ARBRES	-	4,2 ± 0,5
JUC-PT04	5,3 ± 0,5	4,8 ± 0,5

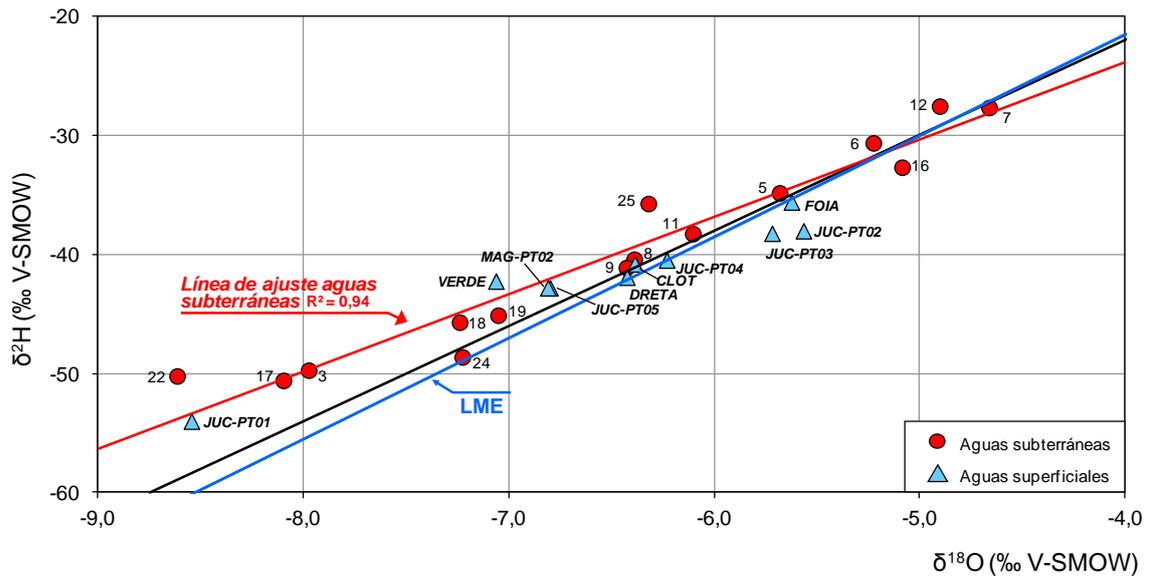
Tabla 34. Contenido de tritio en las muestras de las acequias de riego y del río Júcar recogidas en ambas campañas

En síntesis, considerando, pues, los datos de composición química de las muestras de agua recogidas en los cursos fluviales y en las captaciones de agua subterránea próximas a estos últimos, así como los resultados de los análisis de tritio de las mismas, se concluye que **el comportamiento del río respecto al agua subterránea básicamente coincide con el deducido del estudio comparativo de aforos diferenciales y niveles piezométricos realizado en el marco del presente proyecto**. Ello no es óbice para que, en algunas captaciones, se hayan detectado niveles del citado isótopo indicativos de un comportamiento perdedor del río en áreas en que se presumía lo contrario, al menos a escala local, que deberían ser objeto de atención en futuros trabajos a fin de delimitar su alcance real.

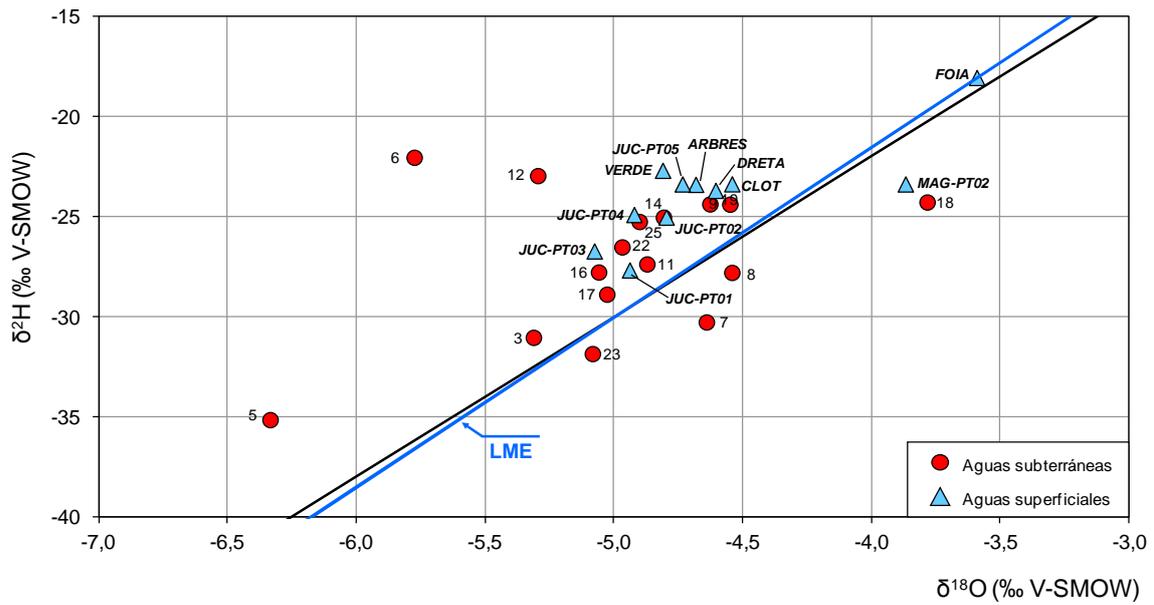
7.2.6. Isótopos estables en las muestras de aguas superficiales y subterráneas

La Figura 83 refleja las graficas correspondientes a la relación $\delta^{18}\text{O}$ vs. $\delta^2\text{H}$ para ambas campañas. En cada una de ellas se ha representado la denominada *Línea Mundial de Aguas Meteorológicas* (LMAM) o *recta de Craig*, que corresponde a una recta de ecuación $\delta^2\text{H} = 8\delta^{18}\text{O} + 10$. El término +10 corresponde al llamado exceso de deuterio (d) y se emplea frecuentemente como índice de evaporación del agua; su valor, expresado en ‰, se determina mediante la expresión $d = \delta^2\text{H} - 8\delta^{18}\text{O}$. Asimismo, a partir de los datos del período 2000-2006 proporcionados por la Red Española de Vigilancia de Isótopos en la Precipitación³ (REVIP), se ha calculado la *Línea Meteorológica de España* (LME) correspondiente al territorio peninsular y Baleares, cuya ecuación resulta muy similar a la LMAM: $\delta^2\text{H} = 8,49\delta^{18}\text{O} + 12,40$. Sin perjuicio del uso de una u otra se procura, mediante análisis isotópicos de precipitaciones locales o de aguas de infiltración reciente, trazar una *Línea Meteorológica Local*, más ajustada a los valores específicos del área de estudio, lo que no ha sido posible en este caso al no disponerse de datos.

³ Red gestionada por el Centro de Estudios de Técnicas Aplicadas del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (CEDEX), en colaboración con la Agencia Estatal de Meteorología (AEMET).



(a)



(b)

Figura 83. Relación $\delta^{18}\text{O}$ vs. $\delta^2\text{H}$ para las muestras recogidas en las campañas de octubre-10 (a) y marzo-11 (b)

Según se desprende de estas gráficas, las situaciones que reflejan una y otra son sensiblemente diferentes. En la campaña de octubre, las aguas subterráneas se ajustan a una recta con un elevado valor de R^2 (0,94). Los puntos que representan las aguas superficiales presentan relaciones $\delta^{18}\text{O}$ vs. $\delta^2\text{H}$ del mismo orden que las subterráneas, sin que se aprecien segregaciones entre unas y otras.

Es interesante destacar que las muestras JUC-PT01, 3 (283080029) y 22 (293010054), pertenecientes al Sector 1, comparten el mismo rango de valores de dicha relación. Las muestras del Sector 2 (JUC-PT02 y JUC-PT03) aparecen muy próximas en el diagrama, al igual que las del Sector 3 (JUC-PT04 y JUC-PT05). Cada uno de estos tres grupos ocupa posiciones bien diferenciadas en el diagrama, probablemente como consecuencia de las interacciones río-acuífero que experimentan en cada uno de los Sectores citados, Figura 88 (a).

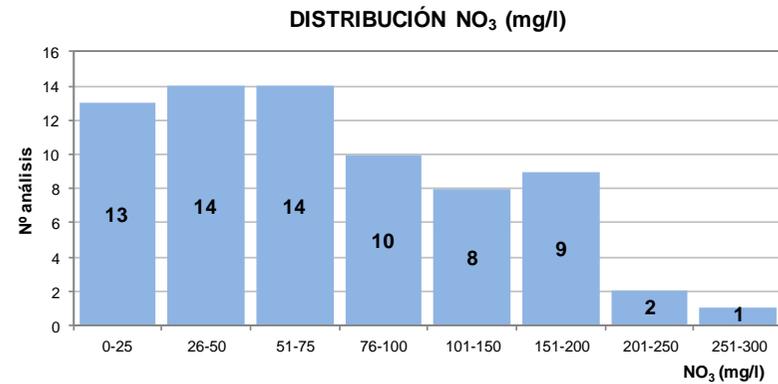
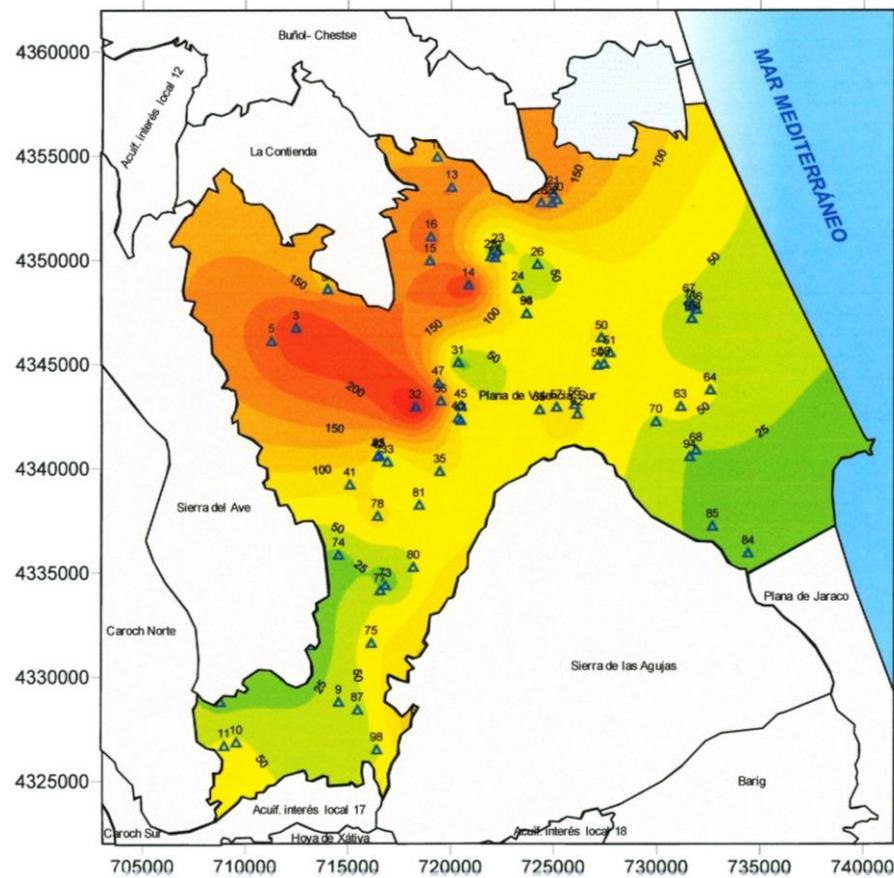
Los datos de la campaña de marzo-11 reflejan una situación muy distinta. En este caso, los rangos de variación de ambos isótopos en las muestras del río Júcar son mucho más estrechos, de manera que no es posible establecer la clasificación por Sectores tan claramente observada en la campaña de octubre. Asimismo, varias de las muestras de aguas subterráneas presentan derivas tanto por encima como por debajo de las rectas meteóricas, lo que impide ajustar satisfactoriamente una recta incluso eliminando los puntos más extremos.

Por último, en lo referente a los valores calculados del *exceso de deuterio*, teniendo en cuenta que sólo los valores de d sensiblemente inferiores a +10‰ son indicativos de procesos de evaporación, únicamente en las muestras JUC-PT02 (6,51‰) y JUC-PT03 (7,53‰) de la campaña de octubre-10, y en las de los sondeos 292970023 (6,02‰) y 292960100 (6,87‰) de la campaña de marzo-11, se aprecian indicios de dicho proceso.

7.2.7. Distribución del ión NO_3 en las aguas superficiales y subterráneas

Los estudios realizados por el IGME en el acuífero de la Plana de Valencia Sur así como las campañas de seguimiento periódico de la calidad de las aguas subterráneas en esta área, han puesto de manifiesto en reiteradas ocasiones la presencia de elevados niveles de nitratos, un factor que condiciona su uso como fuente de abastecimiento urbano.

La Figura 84 reproduce el mapa de isocontenidos de nitratos realizado en el marco del proyecto del IGME (2010) anteriormente referido (período enero-2008–enero 2009), en el que se observa que sólo las zonas coloreadas en verde se hallan por debajo del umbral de 50 mg/l de este compuesto. Asimismo, la citada figura recoge su distribución en intervalos de concentración cuyos resultados ponen de manifiesto un importante grado de afección antrópica, con un valor promedio para el conjunto de las muestras de 80,3 mg/l y un máximo de 270 mg/l. El 62% de los análisis supera el umbral de 50 mg/l, lo que significa que no son aptas para el consumo humano de acuerdo con el criterio establecido al respecto en el *Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano*. También conviene destacar el elevado número de muestras afectadas por valores muy altos de nitratos: un 28,3% supera los 100 mg/l NO_3 .



NO ₃ (mg/l)	Nº análisis	%
0-25	13	18,3%
26-50	14	19,7%
51-75	14	19,7%
76-100	10	14,1%
101-150	8	11,3%
151-200	9	12,7%
201-250	2	2,8%
251-300	1	1,4%

Figura 84. Distribución del contenido de nitratos en el acuífero de la Plana de Valencia Sur (período enero-08–enero-09)

Fuente: *Caracterización hidroquímica e isotópica de la masa de agua subterránea 081.142 (Plana de Valencia Sur)* (IGME, 2010)

En lo referente a las muestras recogidas en el marco del presente estudio, pertenecientes también a la MASub Plana de Valencia Sur aunque circunscritas al área más próxima al río Júcar, las concentraciones de nitratos detectadas en las aguas subterráneas aparecen recogidas en la Figura 85 junto, también, a las de las aguas superficiales.

Los valores promedio en las aguas subterráneas y superficiales para los análisis de octubre-10 fueron de 58,7 y 39,6 mg/l NO₃, y de 60,0 y 36,3 mg/l NO₃ en la de marzo-11. Los respectivos mapas de isocontenidos en aguas subterráneas recogidos en la Figura 86 y Figura 87, sitúan la zona de mayor concentración de esta especie en la primera mitad del Sector 3, aproximadamente entre Alzira y Sueca.

En lo referente a las aguas superficiales, los perfiles de evolución del ión NO₃ a lo largo del cauce del Júcar representados en la Figura 86 y Figura 87, evidencian un comportamiento básicamente similar en ambas campañas. La primera cuestión que es importante destacar es la baja concentración que presenta, en ambas campañas, la primera de las muestras tomadas aguas arriba (JUC-PT01): 10-11 mg/l (ver Tabla 35).

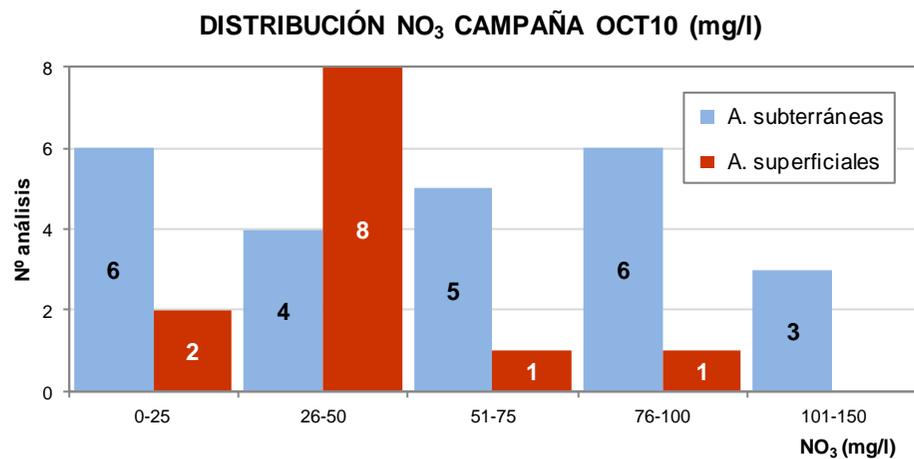
Muestra	NO ₃ (mg/l)	
	OCT10	MAR11
JUC-PT01	10	11
JUC-PT02	32	32
JUC-PT03	32	29
JUC-PT04	34	28
JUC-PT05	28	29
VERDE	41	46
MAGRO-PT01	18	9
MAGRO-PT02	46	14
FOIA	96	104
DRETA	74	70
CLOT	35	32
ARBRES	29	32

Tabla 35. Concentración de nitratos en aguas superficiales. Octubre 2010 y marzo 2011

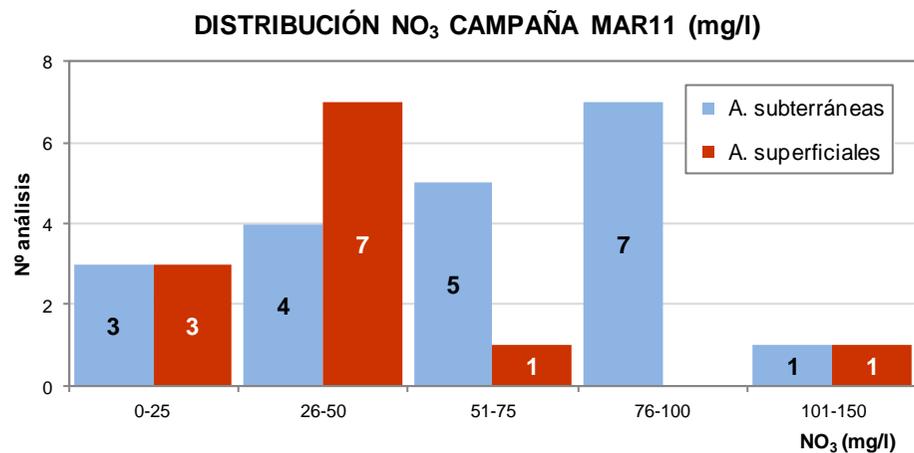
Entre esta muestra y la siguiente (JUC-PT02), el río adquiere una carga de nitratos que triplica la inicial (32 mg/l NO₃ en ambas campañas), y que se mantendrá en un nivel básicamente similar hasta la muestra más próxima a su desembocadura (JUC-PT05), aguas arriba de Cullera. La concentración de este compuesto en las aguas subterráneas situadas en el entorno de las dos primeras muestras supera, según se observa en los planos de isocontenidos, a la del río, por lo que cabe atribuir a este último un comportamiento ganador en este sector.

No obstante, como se indicó ya en anteriores apartados, *a priori* existe la posibilidad de que pudieran estar produciéndose descargas sobre el río que, de contener este compuesto, estarían contribuyendo a su enriquecimiento, una circunstancia que podría investigarse a través de un inventario detallado de vertidos. En lo referente a las aportaciones de cauces superficiales naturales, entre las muestras JUC-PT01 y JUC-PT02 la más importante es la del río Albaida. Aunque no se dispone de análisis de este río, conviene tener en cuenta que, según los aforos de octubre-10 y marzo-11, su caudal representó, respectivamente, el 2,8% y el 29% del caudal del Júcar a la altura de su confluencia.

Las tres muestras situadas aguas abajo de las anteriores mantienen un estrecho rango de nitratos (28-32 mg/l NO₃), lo que significa que ni los intercambios río-acuífero ni los posibles aportes de origen superficial bastan para alterar estas concentraciones. Respecto a estos últimos, el río Verde, cuya confluencia con el Júcar se sitúa entre las muestras JUC-PT02 y JUC-PT03 –cuando el río ya ha incrementado su contenido de NO₃ respecto a la concentración inicial–, aporta a este último un caudal que representa entre el 22,1% (octubre-10) y el 32,6% (marzo-11) del que transporta el Júcar en dicho punto, con una carga de nitratos de 41-46 mg/l.



NO ₃ (mg/l)	Octubre-10		Marzo-11	
	Nº análisis	%	Nº análisis	%
0-25	6	25,0%	3	15,0%
26-50	4	16,7%	4	20,0%
51-75	5	20,8%	5	25,0%
76-100	6	25,0%	7	35,0%
101-150	3	12,5%	1	5,0%



NO ₃ (mg/l)	Octubre-10		Marzo-11	
	Nº análisis	%	Nº análisis	%
0-25	2	16,7%	3	25,0%
26-50	8	66,7%	7	58,3%
51-75	1	8,3%	1	8,3%
76-100	1	8,3%	0	0,0%
101-150	0	0,0%	1	8,3%

Figura 85. Distribución del contenido de nitratos en las aguas superficiales y subterráneas analizadas

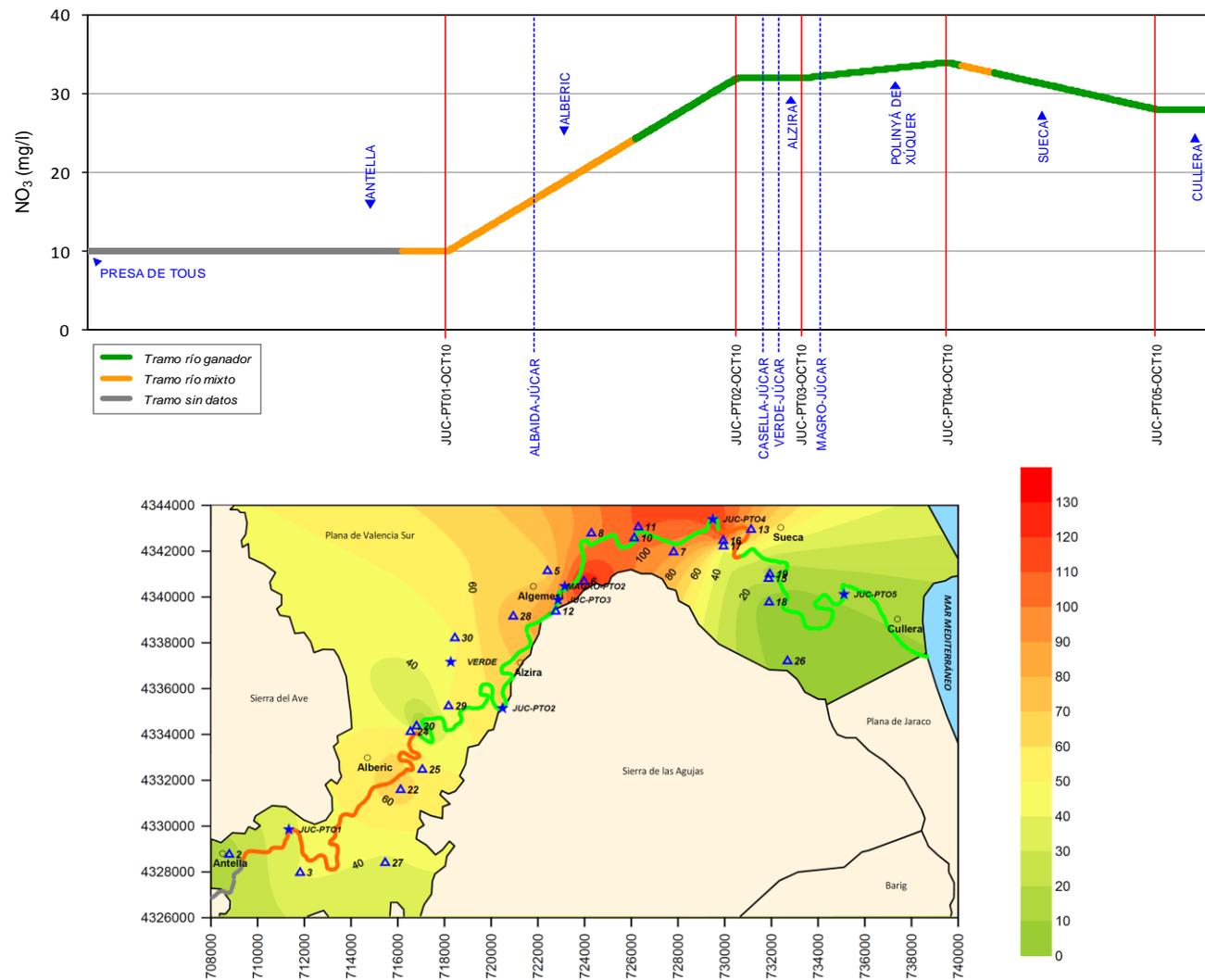


Figura 86. Distribución del ión NO_3^- en el río Júcar y en las aguas subterráneas de su entorno (campaña octubre-10)

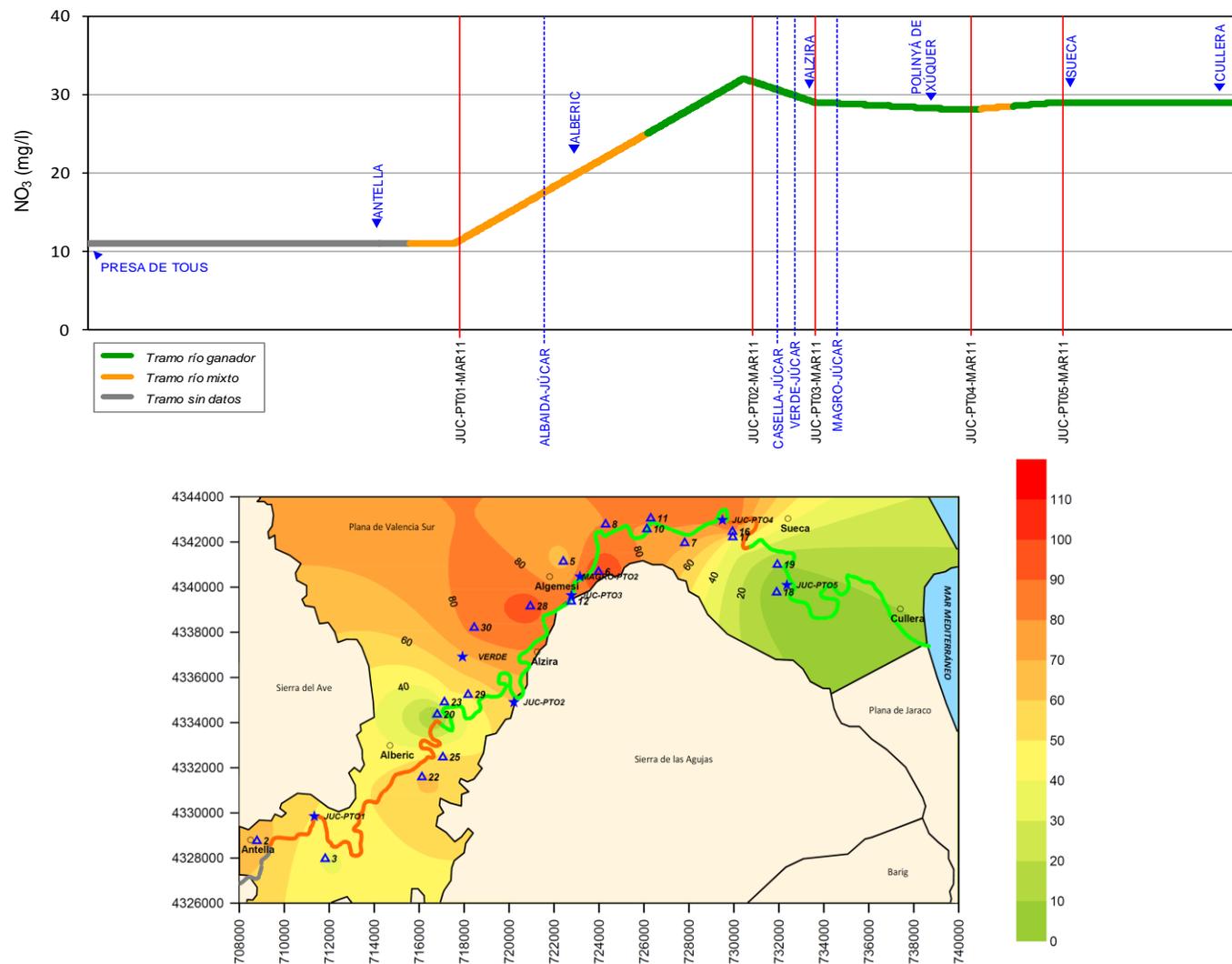


Figura 87. Distribución del ión NO₃ en el río Júcar y en las aguas subterráneas de su entorno (campaña marzo-11)

En lo referente al río Magro, el caudal es sensiblemente inferior $-0,08\%$ y $0,67\%$ en las mismas fechas– y su carga de nitratos similar o inferior, según se observa en el cuadro adjunto, a la del río Verde, lo que reduce considerablemente su capacidad de influencia.

Asimismo, en la Tabla 35 se observa, además de las grandes diferencias de concentración de NO_3 existentes entre las dos campañas, el enriquecimiento en este compuesto que tiene lugar entre la muestra ubicada aguas arriba (Magro-PT01) y la situada aguas abajo (Magro-PT02), atribuible a un comportamiento ganador del río salvo, naturalmente, posibles descargas de efluentes sobre su cauce (sin embargo, tanto a partir del análisis de los aforos realizados en este río como a partir de modelo numérico de flujo subterráneo, parece ser más probable que éste tenga un comportamiento perdedor y que en su cauce se podrían estar llevando a cabo vertidos demasiado ricos en nitratos).

Por último, en lo referente a las acequias de riego las del Clot y Arbres presentan contenidos similares a los del Júcar, mientras que en las de Foia y Dreta son considerablemente más elevadas, lo que hace presumir que puedan estarse produciendo mezclas con aguas ajenas a las de aquél.

En síntesis, los análisis del contenido de nitratos en aguas superficiales y subterráneas revelan que el río Júcar se incorpora al ámbito del acuífero de La Plana con bajas concentraciones de dicho compuesto –del orden de 10 mg/l –, que se incrementan con cierta rapidez hasta valores de unos 30 mg/l presumiblemente por la influencia de aquél, manteniéndose en niveles similares hasta su desembocadura. La derivación de parte de su caudal a través de la amplia red de canales de riego situada sobre la superficie del acuífero debe considerarse, en lo referente al ión NO_3 , beneficiosa, en la medida en que supone una aportación de agua de concentración inferior a la del propio acuífero.

7.2.8. El lago de La Albufera

En el capítulo 6 del presente informe se han analizado e interpretado los datos de salinidad y temperatura del lago de La Albufera, obtenidos a través de las campañas realizadas durante los meses de abril y septiembre de 2011. Además de estos trabajos, se valoró la posibilidad de recoger muestras de agua para análisis de laboratorio, al objeto de establecer, en la medida de lo posible, mapas de composición que pudiesen contribuir al conocimiento sobre sus relaciones con el acuífero subyacente. Sin embargo, finalmente se optó por centrarse en las aguas subterráneas y en las del Júcar y sus afluentes Verde y Magro.

La composición del agua del lago de La Albufera es la resultante de las aportaciones de agua subterránea que se producen a través de su lecho; de las provenientes de los canales de riego, cauces naturales y otras posibles descargas superficiales; de las interacciones con el mar a través de las golas; de las precipitaciones directas sobre su superficie; de los procesos de evaporación, etc. Esta complejidad de factores podría ser razonablemente considerada como causa fundamental de que los perfiles de conductividad eléctrica y temperatura del lago realizados en este proyecto no hayan resultado, en principio, suficientemente resolutivos a efectos de identificar con claridad las zonas donde podrían estarse produciendo entradas de agua subterránea a través de su lecho, si bien han puesto de relieve otro importante fenómeno como es el de la intensidad de las variaciones estacionales que experimentan dichos parámetros.

En tales circunstancias, se considera que la recogida y análisis químico de muestras mediante perfiles longitudinales, constituiría una herramienta de mayor capacidad para intentar discrimi-

nar las zonas donde tales entradas de agua estarían produciéndose, en la medida en que proporcionarían un número mayor y más variado de parámetros de referencia con los que intentar identificar las zonas afectadas por las descargas de aguas subterráneas. En tal caso, los mapas de isosalinidades y temperaturas realizados en el presente proyecto constituirían una valiosa herramienta para diseñar el trazado de la malla de muestreo.

7.3. RESUMEN Y CONCLUSIONES DEL ESTUDIO HIDROGEOLÓGICO

- Se han llevado a cabo dos campañas de muestreo y análisis químico e isotópico durante los meses de octubre de 2010 y marzo de 2011, con un resultado de 19 y 16 muestras de aguas subterráneas recogidas y analizadas, seguidamente sobre un total de 20 puntos de agua, y otras 24 de aguas superficiales, 12 por cada una de las campañas. Esta información se ha complementado con la obtenida a partir de las redes de vigilancia del IGME, con un balance final de 30 puntos y 355 análisis químicos de aguas subterráneas.
- Con el fin de valorar la representatividad de cada uno de los análisis de aguas subterráneas, se ha realizado un estudio de su variabilidad temporal, cuyos resultados han puesto de manifiesto que las variaciones que se producen son de escasa entidad, y se limitan básicamente a procesos de dilución-concentración que hacen variar el grado de mineralización del agua pero no alteran su facies hidroquímica, por lo que pueden considerarse plenamente representativos de sus características.
- Las facies hidroquímicas de las muestras analizadas entre octubre-10 y julio-11, representativas, pues, de su situación actual, reflejan una escasa variabilidad temporal, así como un dominio claro de las de carácter sulfatado-bicarbonatado y, en el caso de los cationes, del calcio y el magnesio. Esta prevalencia de las aguas sulfatadas en los sectores próximos a los ríos Júcar, Magro y Verde, es similar a la obtenida en estudios anteriores para el conjunto del acuífero de la Plana de Valencia Sur. Sin perjuicio de otros posibles fenómenos modificadores, resulta claro, pues, que el factor litológico ejerce un control esencial sobre los componentes mayoritarios del agua también en estas zonas del acuífero más próximas a los cursos fluviales citados, una circunstancia que ha de tenerse en cuenta a la hora de evaluar las implicaciones hidroquímicas de las relaciones río-acuífero.
- Los planos de isovalores de la conductividad eléctrica indican que los más elevados se sitúan, en ambas campañas, hacia la zona Sueca-Cullera, al igual que en el caso de los del TSD y de los iones sulfato y estroncio. Este resultado es coherente con lo observado a través de estudios anteriormente realizados por el IGME (2010), en los que se ponía de manifiesto la existencia en esta zona, situada en el vértice sureste del acuífero de la Plana de Valencia Sur, de una formación de Keuper no aflorante en contacto directo con el acuífero cuaternario, cuya influencia sobre este último se expresa a través de un incremento de la mineralización del agua asociado a un aumento de sulfatos. Asimismo, al igual que en el citado estudio, se produce una notable coincidencia entre las distribuciones de SO_4 y Sr, así como en la correlación existente entre ambos parámetros
- La facies clorurada es la más abundante en 9 de las 10 muestras recogidas a lo largo del cauce del río Júcar, con el Na y el Ca como cationes más abundantes en la totalidad de las mismas. Esta situación contrasta con el claro predominio de la facies sulfatada en las aguas subterráneas de su entorno, en las que las de tipo clorurado poseen

una escasa representación. Sin embargo, la representación sobre un diagrama de Piper de las aguas superficiales y subterráneas revela que sus respectivas posiciones aparecen entremezcladas, una circunstancia que, a efectos de definir las relaciones río-acuífero, otorga especial relevancia al análisis de las modificaciones de composición que se suceden a lo largo del río.

- El plano de isovalores del TSD en las aguas subterráneas señala, básicamente, tres sectores de mineralización diferenciados en el entorno del Júcar. El primero –**Sector 1**– estaría comprendido, aproximadamente, entre las localidades de Antella y Alberic, con valores del citado parámetro del orden de 1.000-1.200 mg/l. El segundo –**Sector 2**–, situado entre Alberic y Alzira, presenta valores algo inferiores, en torno a 900-1.100 mg/l, mientras que el **Sector 3**, ubicado entre Alzira y Cullera, ofrece los contenidos más elevados cuyos máximos, hasta de 1.550 mg/l, se alcanzan en la zona de Sueca.
- La muestra recogida en el extremo aguas arriba del **Sector 1**, ubicada cerca de la localidad de Gavarda, presenta un contenido de NO_3 de apenas 10 mg/l que contrasta con el de las aguas subterráneas de su entorno cuyos valores oscilan en un rango aproximado de 46-65 mg/l NO_3 . Puesto que el contenido de este ión en la siguiente muestra del río –situada entre Carcaixent y Alzira– se incrementa hasta 32 mg/l, cabe suponer que, en este caso, el río se esté comportando como ganador, descontándose vertidos o bien aportes de aguas superficiales al cauce del río Júcar contaminados por dicho compuesto. Asimismo, el importante descenso del contenido de tritio entre ambas muestras, así como los incrementos de HCO_3 , Ca y SiO_2 , constituyen también evidencias del comportamiento ganador del río en dicho Sector.
- La comparación entre los valores del TSD de las dos muestras del río recogidas en el **Sector 2** y de los sondeos situados en el mismo, sugiere que el menor contenido salino del agua subterránea estaría propiciando un efecto de dilución sobre el río. Este resultado es coherente con el comportamiento ganador deducido de los aforos y de la piezometría en la zona del río donde se recogió dicha muestra. No obstante, es necesario considerar también el posible efecto de dilución producido por la Rambla de la Casella y el río Verde que, en el momento en que se realizaron los aforos, aportaban conjuntamente entre el 22,1% y el 32,6% del caudal que transportaba el Júcar aguas arriba de su confluencia. Al menos en el caso del río Verde –no se dispone de análisis de la Rambla de la Casella –, su mineralización es inferior a la del río Júcar en este Sector.
- El **Sector 3**, ubicado entre Alzira y Cullera, es el de mayor contenido salino de los tres, con valores del TSD que alcanzan sus máximos –hasta 1.550 mg/l– en la zona de Sueca. El estudio realizado atribuye un comportamiento ganador al Júcar en este Sector, a excepción de un pequeño tramo de carácter mixto situado aguas arriba de la localidad de Riola. A este respecto, el incremento del contenido salino de las aguas del río, así como el descenso de la concentración de tritio, inferior en las aguas subterráneas al que transporta el río al acceder a este tercer Sector, resultan plenamente coherentes con dicho comportamiento ganador.
- El estudio comparativo de los resultados de los análisis de las cuatro acequias de riego muestreadas –Foia, Dreta, Clot y Arbres– y los del río Júcar aguas de arriba de sus respectivas tomas –excepto en Foia, en que la primera disponible se encuentra aguas abajo del Azud de Antella, punto de partida de la Acequia Real del Júcar de la que se deriva–, pone de manifiesto importantes diferencias de composición respecto al río en el caso de las de Foia y Dreta. Ello significa que el agua ha debido sufrir alteraciones

entre los puntos de muestreo de las acequias y sus respectivas tomas cuyo origen no es posible determinar, al no disponerse de información (mezcla con otras aguas, evaporación, etc.). En lo referente a Clot y Arbres, situadas aguas abajo de las anteriores, si bien también existen diferencias, éstas son de mucha menor entidad. Las concentraciones de tritio en las cuatro acequias resultan, en todos los casos, inferiores a las del río, si bien las diferencias son, como en el caso anterior, menos acentuadas en el caso de las de Clot y Arbres.

- La representación sobre un diagrama $\delta^{18}\text{O}$ vs. $\delta^2\text{H}$ de los análisis de isótopos estables de la campaña de octubre-10, pone de manifiesto la proximidad a la *Recta de Craig* y a la *Línea Meteorica de España* de los puntos tanto de aguas superficiales como de subterráneas, así como el elevado grado de ajuste a una recta en el caso de estos últimos. Los puntos que representan las aguas superficiales presentan relaciones $\delta^{18}\text{O}$ vs. $\delta^2\text{H}$ del mismo orden que las subterráneas, sin que se aprecien segregaciones entre unas y otras. Asimismo, las muestras del río se agrupan en tres rangos de valores, que se corresponden con los tres Sectores de distribución por salinidades de las aguas subterráneas a los que se hizo referencia anteriormente. Estos resultados contrastan con los de la campaña de marzo-11, en la que los rangos de variación de ambos isótopos en las muestras del Júcar son mucho más estrechos –no existe diferenciación por Sectores–, de manera que no es posible establecer la clasificación por tramos tan claramente observada en la campaña de octubre. Asimismo, varias las muestras de aguas subterráneas presentan derivas tanto por encima como por debajo de las rectas meteoricas.
- Los valores promedio de concentración de nitratos detectados en las aguas subterráneas y superficiales de la campaña de octubre-10 fueron, respectivamente, de 58,7 y 39,6 mg/l NO_3 , y de 60,0 y 36,3 mg/l NO_3 en la de marzo-11. Los respectivos mapas de isocontenidos en aguas subterráneas coinciden en señalar la zona de mayor concentración de esta especie en la primera mitad del Sector 3, aproximadamente entre Alzira y Sueca.
- En lo referente a las aguas superficiales, los perfiles de evolución del ión NO_3 a lo largo del cauce del Júcar ofrecen una gran coincidencia entre ambas campañas. Resulta particularmente importante destacar la baja concentración de nitratos que presenta la muestra recogida junto a Gavarda, en el extremo aguas arriba del Júcar: 10-11 mg/l. Entre esta muestra y la siguiente, situada entre Carcaixent y Alzira, el río adquiere una carga de nitratos que triplica la inicial (32 mg/l NO_3 en ambas campañas), y que se mantendrá en un nivel básicamente similar hasta la muestra más próxima a su desembocadura, situada aguas arriba de Cullera. La concentración de este compuesto en las aguas subterráneas situadas en el entorno de las dos primeras muestras supera a la del río, por lo que cabe atribuir a este último un comportamiento ganador en este Sector, si bien debería valorarse la posible influencia de eventuales descargas de efluentes contaminantes. Las tres muestras situadas aguas abajo de las anteriores mantienen un estrecho rango de nitratos 28-32 mg/l NO_3 , lo que significa que ni los intercambios río-acuífero ni los posibles aportes de origen superficial bastan para alterar estas concentraciones.
- En síntesis, los análisis del contenido de nitratos en aguas superficiales y subterráneas revelan que el río Júcar se incorpora al ámbito del acuífero de La Plana con bajas concentraciones de dicho compuesto –del orden de 10 mg/l–, que se incrementan con cierta rapidez hasta valores de unos 30 mg/l presumiblemente por la influencia de aquél, manteniéndose en niveles similares hasta su desembocadura. La derivación de parte

de su caudal a través de la amplia red de canales de riego situada sobre la superficie del acuífero debe considerarse, en lo referente al ión NO_3 , beneficiosa para el propio acuífero, en la medida en que supone una aportación de agua de concentración inferior.

- La complejidad de factores que influyen sobre la composición del agua del lago de La Albufera podría ser razonablemente considerada como causa fundamental de que los perfiles de conductividad eléctrica y temperatura del lago no hayan resultado, en principio, suficientemente resolutivos a efectos de identificar con claridad las zonas donde podrían estarse produciendo entradas de agua subterránea a través de su lecho. En tales circunstancias, se considera que la recogida y análisis químico de muestras mediante perfiles longitudinales, constituiría una herramienta de mayor capacidad para intentar discriminar las zonas donde tales entradas de agua estarían produciéndose, en la medida en que proporcionarían un número mayor y más variado de parámetros de referencia con los que intentar identificar dichas zonas. En tal caso, los mapas de isosalinidades y temperaturas realizados constituirían una valiosa herramienta para diseñar el trazado de la malla de muestreo.

8. CONTRASTE DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS CON EL MODELO NUMÉRICO PREEXISTENTE

El modelo numérico preexistente del acuífero Plana de Valencia Sur realizado por IGME (2011) mediante el software Visual Modflow v.4.2.0.151, de Waterloo Hydrogeologic hoy Schlumber Water Services, que resuelve la ecuación general de flujo hídrico en medio poroso saturado por el método de las diferencias finitas.

Las mediciones de altura de lámina de agua en numerosas secciones de los ríos de la plana y canales del Parque de La Albufera y los aforos realizados en los principales cauces y manantiales durante las campañas realizadas con objeto de este proyecto constituyeron una fuente de información de capital importancia para comprobar la bondad de dicho modelo numérico.

8.1. RELACIÓN CANALES DE RIEGO-ACUÍFERO

El modelo numérico realizado ha mostrado la importancia de introducir en el modelo conceptual de funcionamiento hidrogeológico el importante volumen de agua subterránea drenado por los canales de riego situados en zonas cercanas a la costa y en el entorno de La Albufera.

Este hecho se ha simulado introduciendo en el modelo numérico la condición de borde de tipo “drain” en los canales de riego a los que se les asignaron los valores necesarios para conseguir la adecuada calibración (siempre siguiendo criterios coherentes con el modelo conceptual de funcionamiento hidráulico del acuífero).

Posteriormente, al disponerse de la altura de lámina de agua en un considerable número de secciones de aforo de los canales en las dos campañas llevadas a cabo en el presente proyecto (ver Anexo 1), se pudo comprobar que los valores previamente introducidos en el modelo numérico eran del mismo orden de magnitud que los registrados en la naturaleza y, por tanto, coherentes con la realidad observada. En la Figura 88 puede apreciarse la distribución de los drenajes considerados:

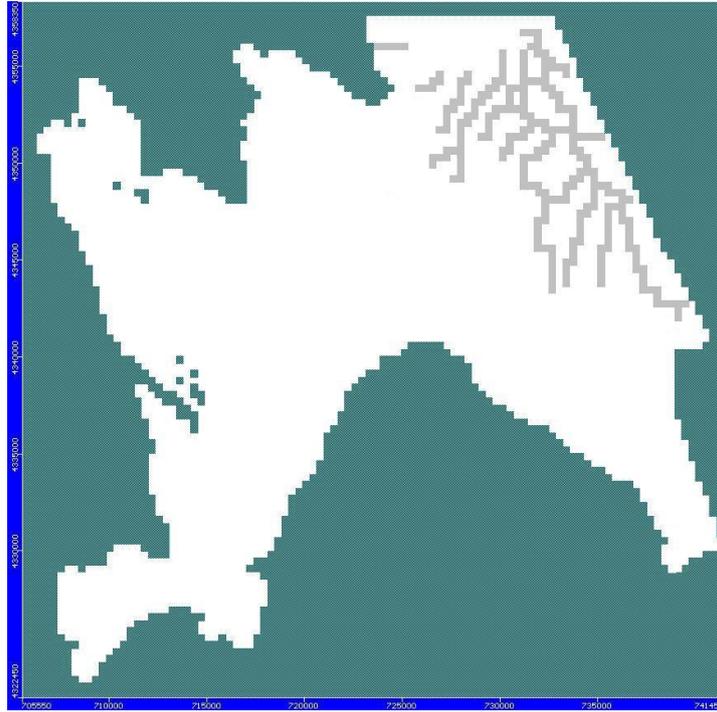


Figura 88. Distribución de los canales de drenaje incluidos en el modelo numérico de la MASub Plana de Valencia Sur

De esta manera, el calibrado de la superficie piezométrica y los diversos términos del balance hídrico calculados por el modelo numérico se ajustaron mucho mejor al modelo conceptual previo definido para la MASub. Además, las mediciones obtenidas en las dos campañas, también ayudaron a confirmar la bondad de los valores piezométricos resultantes del modelo numérico.

En la Tabla 36 se muestran los valores calculados por el modelo para los términos más significativos en el entorno de La Albufera:

Términos del balance hídrico	Valor medio (hm ³ /año)
Agua subterránea drenada por los canales	75
Descarga de agua subterránea directamente a La Albufera a través de su lecho	13
Salidas subterráneas al mar Mediterráneo entre La Albufera y la población de Cullera	15
Total	103

Tabla 36. Valores medios anuales de los términos del balance hídrico del entorno de La Albufera afectados por la condición de borde de tipo “drain” para simular el comportamiento de los canales de drenaje

8.2. RELACIÓN RÍO-ACUÍFERO

Para el análisis de la relación río-acuífero en las porciones de los ríos Júcar, Magro, Verde, Sellent y Albaida incluidas dentro de la Plana de Valencia Sur (ver Figura 89) se contó inicialmente con la cartografía topográfica de detalle elaborada por el CEDEX, a escala 1:2.000, encuadrada dentro del “Plan Global frente a inundaciones en la Ribera del Júcar”.

Tras las campañas de aforos realizadas (Anexo 1), dicha cartografía pudo perfeccionarse aún más en aquellos lugares aforados, pues en ellos se contaba con información adicional sobre altura de lámina de agua, profundidad, caudal y secciones transversales de los ríos que se calcularon a partir de no menos de seis puntos con cota topográfica.

La información así recopilada favoreció, en gran medida, introducir en el modelo numérico la condición de borde de tipo “stream”, la cual permitió:

1. Evaluar la relación río-acuífero en cualquier tramo.
2. Para cada tramo fluvial considerado, sumar los aportes superficiales del tramo superior.
3. Calcular el caudal superficial en un punto dado y evaluar su evolución espacial, estimando y comparando los caudales resultantes en diferentes tramos fluviales con los observados en la realidad, teniendo así un criterio más de calibración del modelo numérico.

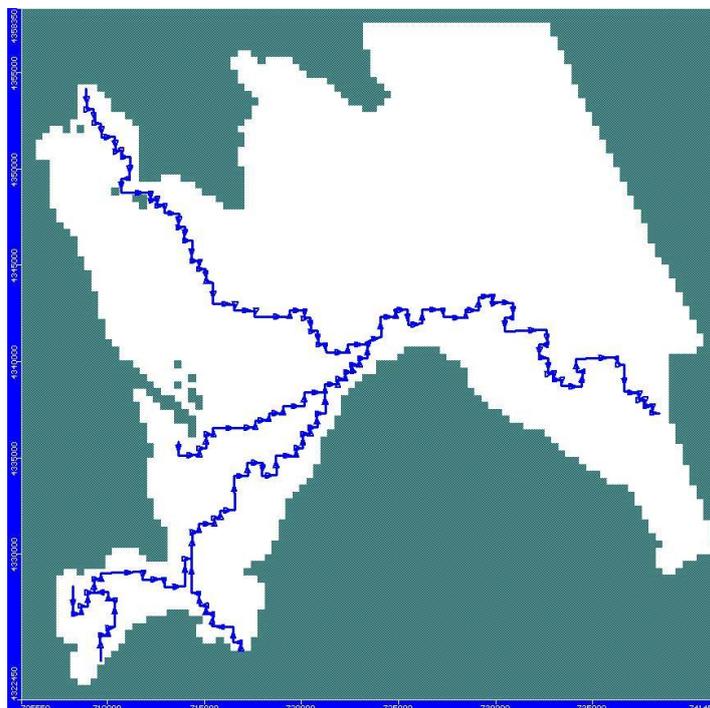


Figura 89. Cursos fluviales considerados en el modelo numérico mediante la condición de borde “stream”

De este modo, en cuanto a la relación río-acuífero se refiere, del modelo numérico de la MA-Sub Plana de Valencia Sur se desprenden los siguientes comportamientos y valores netos medios de las porciones de los ríos incluidos en el presente estudio, ver Tabla 37:

Ríos perdedores	Valor medio (hm ³ /año)	Ríos ganadores	Valor medio (hm ³ /año)
Albaida	30	Júcar	125
Sellent	6	Verde	34
Magro	3		
Total	39		159

Tabla 37. Comportamientos y valores netos medios de las porciones de los ríos de la MASub Plana de Valencia Sur

En los apartados siguientes se procederá a comparar los resultados ofrecidos por el modelo numérico y los obtenidos a partir de las campañas de campo, sin embargo deben tenerse presente diversos aspectos que puede enmascarar esta relación:

- Dado que no existían estudios previos de permeabilidad de los lechos fluviales, en el modelo numérico se supuso que todos los lechos eran lo suficientemente permeables como para no impedir ninguna posible relación entre las aguas subterráneas y las superficiales. Además dichos lechos presentaban conductancias y espesores muy similares a lo largo del acuífero.
- En el momento de realización del modelo no se conocían con precisión los posibles aportes y derivaciones antrópicas que se realizan en los cauces considerados.
- El modelo numérico simula la media del periodo octubre 1990-septiembre 2008 y no dos periodos concretos correspondientes a las campañas de octubre de 2010 y marzo de 2011.
- Aunque en una segunda versión del modelo numérico, adaptada a los resultados obtenidos en el presente proyecto, se utilizó la herramienta “Zone Budget” de Visual Modflow para estimar el intercambio de agua subterránea-superficial en cada uno de los tramos fluviales considerados en el apartado 5.3 DETERMINACIÓN DE LA SUPERFICIE PIEZOMÉTRICA DURANTE LAS CAMPAÑAS REALIZADAS, debe entenderse que el mallado del modelo numérico no es lo suficientemente fino como para adaptarse perfectamente a dichos tramos implicando, por tanto, también un cierto error de cálculo (ver Figura 90). Se adjunta también, en la Figura 91, los tramos considerados en dicho apartado 5.3 para poder comparar mejor ambas distribuciones de tramos fluviales. Por otro lado, la diferente distribución de los “Zone Budget” en las dos versiones del modelo permitió detectar algunas diferencias en los balances hídricos y/o comportamientos de ciertos tramos fluviales (especialmente en el río Magro, Albaida y Sellent donde se disponía de escasa información hidrométrica).
- En los ríos Júcar y Verde las campañas de aforo fueron sensiblemente más intensas que en el resto de los cauces (Magro, Verde, Sellent, Albaida y La Albufera). En estos últimos se dio preferencia a los resultados del modelo numérico para estimar los intercambios hídricos a través de sus respectivos tramos fluviales.

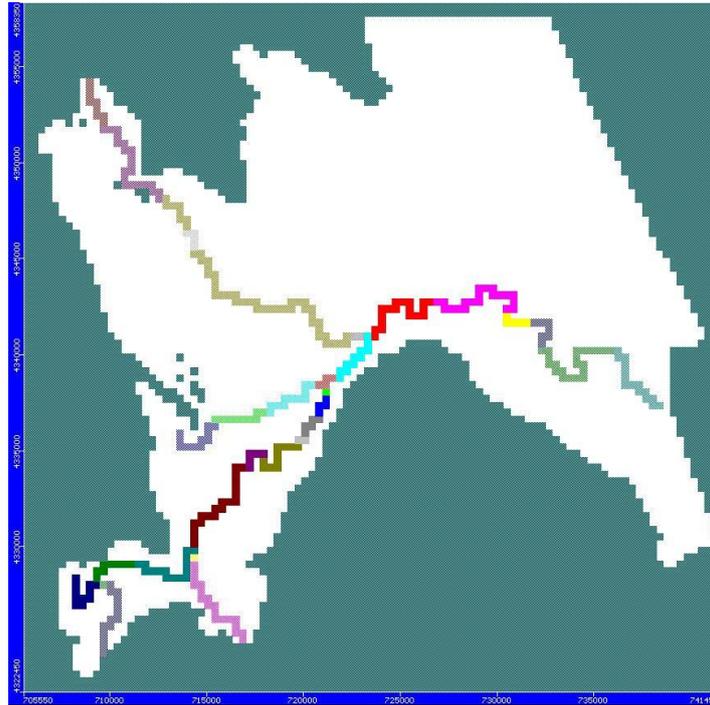


Figura 90. Herramientas “Zone Budget” (30 en total) introducidas en el modelo numérico existente



Figura 91. Tramos fluviales considerados en el apartado 5.3 DETERMINACIÓN DE LA SUPERFICIE PIEZOMÉTRICA DURANTE LAS CAMPAÑAS REALIZADAS

Conocidas las oportunas salvedades, los resultados obtenidos tras la realización de la comentada comparación se presentan en la Figura 92 y la Tabla 38 asociada y se comentan posteriormente.

Tramo	Río	Dif. Aforos (m ³ /s) Campaña oct. 2010	Dif. Aforos (m ³ /s) Campaña mar. 2011	Dif. Aforos (m ³ /s) Media aritmética	Modelo numérico con nuevos Z.Bud. (m ³ /s)
1	Júcar	-10.519	0.000	-5.260	-0.140
2		1.253	0.445	0.849	-0.403
3		0.187	0.478	0.333	-0.020
4		5.523	3.605	4.564	0.678
5		-2.504	0.978	-0.763	-0.055
6		1.610	-1.385	0.113	0.283
7		-1.140	0.381	-0.379	0.068
8		2.380	3.363	2.871	0.396
9		-0.200	-0.272	-0.236	0.349
10		Desconocido	Desconocido	Desconocido	0.101
11		-0.600	2.449	0.924	0.929
12		1.393	1.790	1.591	0.763
13		-7.773	-6.226	-7.000	-0.328
14		2.290	1.681	1.985	-0.019
15		-2.470	-3.059	-2.764	0.137
16		0.000	1.829	0.915	0.803
17		Desconocido	Desconocido	Desconocido	0.079
18	Magro	0.177	0.177	0.177	-0.093
19		-0.176	-0.176	-0.176	0.046
20		-0.102	-0.102	-0.102	-0.125
21		-0.115	-0.194	-0.155	-0.007
22		-0.001	0.009	0.004	0.077
23	Verde	0.716	0.271	0.494	0.865
24		-0.436	-0.101	-0.268	-0.383
25		0.170	0.308	0.239	0.762
26	Verde-Júcar	Desconocido	Desconocido	Desconocido	0.435
27	Albaida	-0.940	-0.940	-0.940	-0.797
28		-0.020	-0.014	-0.017	-0.143
29	Sellent	-0.195	-0.195	-0.195	-0.190
30		-0.104	-0.014	-0.059	-0.005
Suma		-11.595	5.088	-3.254	4.066

Tabla 38. Intercambio hídrico en cada tramo fluvial considerado, evaluado para las campañas de octubre de 2010 y de marzo de 2011, para sus medias aritméticas y por modelo numérico preexistente. Valores negativos implican tramos perdedores y valores positivos tramos ganadores

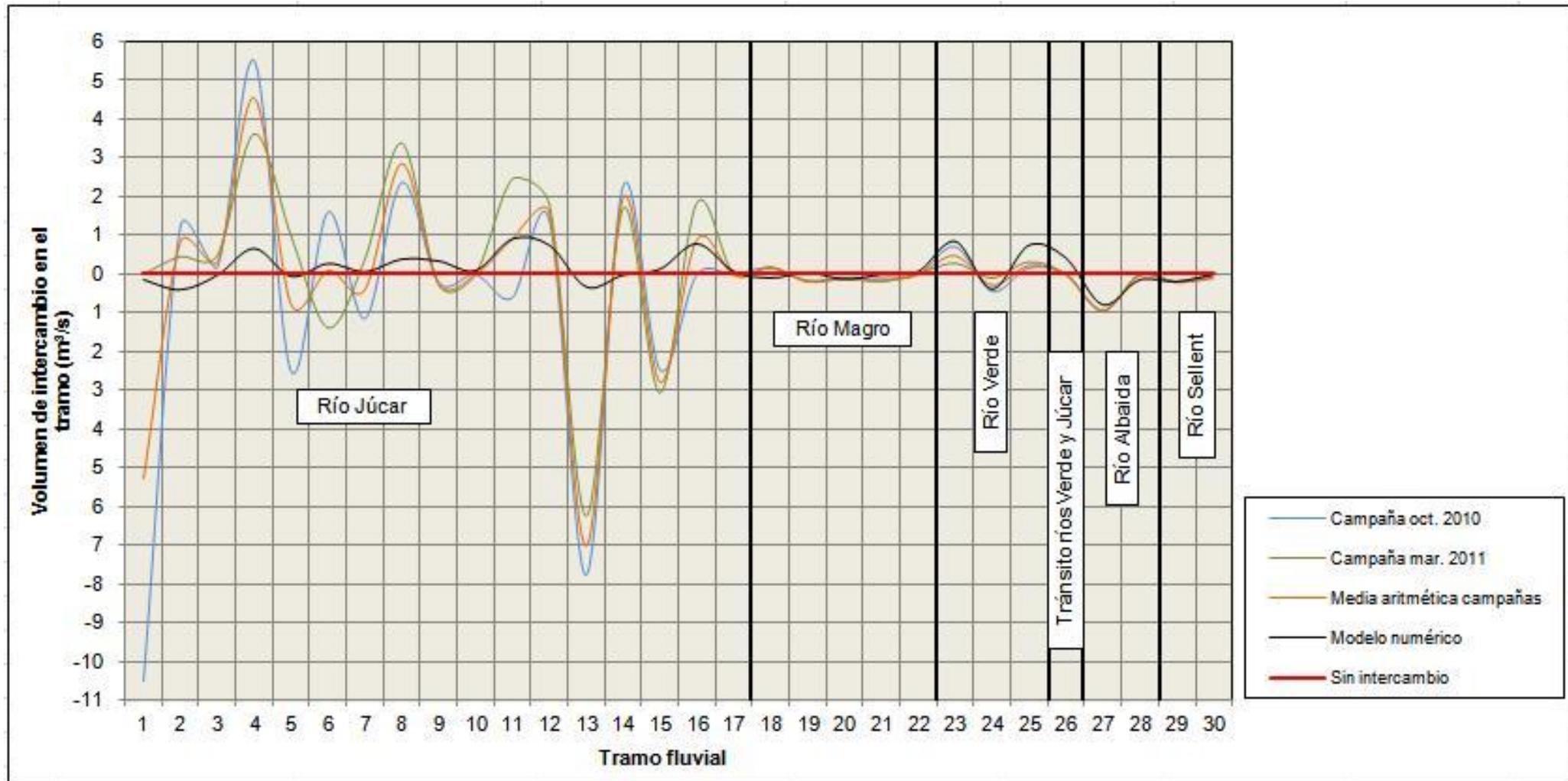


Figura 92. Intercambio hídrico en cada trama fluvial considerado, evaluado para las campañas de octubre de 2010 y de marzo de 2011, para sus medias aritméticas y por modelo numérico preexistente. Valores negativos implican tramos perdedores y valores positivos gramos ganadores

En la Tabla 39 se muestra un mayor desglose de los valores, expresados en hm³/año, calculados con la herramienta “Zone Budget” de Visual Modflow en cada tramo y curso fluvial considerado.

Tramo fluvial	Curso fluvial	Pérdida parcial por tramo (hm ³ /año)	Ganancia parcial por tramo (hm ³ /año)	Ganancia neta por tramo (hm ³ /año)	Carácter por tramo	Pérdida parcial por curso (hm ³ /año)	Ganancia parcial por curso (hm ³ /año)	Ganancia neta por curso (hm ³ /año)	Carácter por curso
1	Júcar	5	0	-4	Perdedor	153	267	114	Ganador
2		13	1	-13	Perdedor				
3		34	34	-1	Perdedor				
4		67	88	21	Ganador				
5		8	6	-2	Perdedor				
6		1	10	9	Ganador				
7		0	2	2	Ganador				
8		0	12	12	Ganador				
9		0	11	11	Ganador				
10		0	3	3	Ganador				
11		0	29	29	Ganador				
12		0	24	24	Ganador				
13		16	5	-10	Perdedor				
14		2	2	-1	Perdedor				
15		7	11	4	Ganador				
16		0	25	25	Ganador				
17		0	2	2	Ganador				
18	Magro	3	0	-3	Perdedor	29	25	-3	Perdedor
19		7	8	1	Ganador				
20		18	14	-4	Perdedor				
21		0	0	0	Neutro				
22		0	3	2	Ganador				
23	Verde	4	31	27	Ganador	32	71	39	Ganador
24		19	7	-12	Perdedor				
25		10	34	24	Ganador				
26	Verde-Júcar	0	14	14	Ganador	0	14	14	Ganador
27	Albaida	31	6	-25	Perdedor	36	7	-30	Perdedor
28		5	1	-5	Perdedor				
29	Sellent	7	1	-6	Perdedor	7	1	-6	Perdedor
30		0	0	0	Neutro				
Total		257	385	128		257	385	128	

Tabla 39. Intercambio hídrico en cada tramo y curso fluvial considerado, evaluado por el modelo numérico de la MASub en régimen permanente.

Río Júcar

De la observación de la Figura 92 y Tabla 38 se desprende que los valores de intercambio hídrico estimados por el modelo numérico son sensiblemente menores que los calculados a partir de las campañas de aforo. Sin embargo, el patrón de todas las evoluciones sí resulta similar. Así, cuando un tramo se identifica como ganador o perdedor tras analizar la información procedente de las campañas de aforo, este mismo carácter suele repetirse en el modelo numérico.

El hecho de tener valores de intercambio diferentes con patrones evolutivos tan similares entre el resultado de las campañas y del modelo numérico, se atribuye a la ya comentada circunstancia de haber supuesto que el lecho del río Júcar presenta una conductancia y potencias constantes durante todo su recorrido, en vez de unos tramos con características hidráulicas distintas.

Además, si se observa la Tabla 38, donde se calcula la pérdida o ganancia neta para las dos campañas a partir de todos los tramos fluviales identificados, pueden apreciarse resultados relativamente parecidos entre los datos de la campaña realizada en marzo de 2011 y los del modelo numérico. Ello podría ser indicador de que:

- El mes de marzo de 2011 pudo constituir un mes hidráulicamente medio que se aproxima a la media de los procesos evaluados en el modelo numérico para el periodo octubre 1990-septiembre 2008.
- Si la anterior afirmación es correcta, el volumen total de recursos hídricos considerados por el modelo numérico para el río Júcar (al que llegan los aportes de todos los demás cauces) es correcto aunque mal distribuido por considerar un solo lecho de características hidrogeológicas constantes.
- Las precipitaciones del mes de octubre de 2010 no fueron suficientes como para elevar la superficie piezométrica, deprimida durante el periodo de estiaje, y recuperar la situación habitual de ríos ganadores que impera en la MASub Plana de Valencia Sur.

De esta manera, según la evolución observada en la Figura 92, se puede afirmar que los tramos fluviales del Júcar con codificación 4, 8, 12 y 14 tienden a ser los más ganadores, mientras que los codificados como 13 y 15 tienden a ser los más perdedores. Otros como 1, 5, 6, 11 y 16 presentaron comportamientos mixtos y, finalmente tramos como 2, 3, 7, 9, 10 y 17 presentaron intercambios poco relevantes.

Entre los tramos fluviales con comportamiento más estable, destaca la ganancia de unos 5,5 m³/s que se produjo en el tramo 4 durante la campaña de octubre de 2010, y la pérdida que tuvo lugar de unos 7.8 m³/s en el tramo 13 durante esa misma campaña.

Río Verde

La relativamente escasa longitud de este lecho y el menor volumen de aportes hídricos superficiales respecto a los del río Júcar, seguramente han influido de forma decisoria en que no se hayan producido valores tan discrepantes entre los resultados procedentes del tratamiento de la información de las campañas de aforo y del modelo numérico por haber considerado un lecho con características hidráulicas constantes, (Figura 92 y Tabla 38).

Igualmente, puede comprobarse que las evoluciones de los intercambios hídricos en las dos campañas de aforo, media aritmética de éstas y resultados del modelo numérico, son compatibles entre sí para los tres tramos fluviales en los que ha sido subdividido este río. De esta manera, se concluye que los tramos codificados como 23 y 25 tienden a comportarse como ganadores y el codificado como 24 tiende a ser perdedor.

El tramo número 23 de este río, nacimiento del mismo, resultó ser el más ganador durante los periodos considerados con aportes, que pudieron oscilar entre unos 0,3 y 0,9 m³/s, mientras que el tramo 24 intermedio pudo presentar unas pérdidas de entre 0,1 y 0,4 m³/s.

Río Magro

Tras la observación de la Figura 92 y Tabla 38 se desprende que, salvo en los tramos fluviales situados en posiciones más extremas, este río se comporta como perdedor, aunque con tasas de infiltración muy reducidas.

El haber analizado el modelo numérico de la MASub Plana de Valencia Sur con dos distribuciones diferentes de "Zone Budget" permitió identificar áreas que, dependiendo de la longitud considerada, podían comportarse como tramos fluviales ganadores o perdedores. Así, el tramo codificado como 18 situado en la posición más septentrional, parece que pudo comportarse como ganador tras su entrada en la MASub para irse reduciendo su tasa de ganancia hasta convertirse incluso en perdedor. En este mismo sentido pero en el extremo opuesto, el tramo 22 (ya junto a la confluencia con el río Júcar), puede presentar un carácter variable, aunque también con reducidas tasas de ganancias o pérdidas.

Ríos Sellent y Albaida

En la Figura 92 y Tabla 38 puede observarse como, a partir de la escasa información disponible, ambos cauces presentan carácter perdedor en toda su longitud.

Esta pérdida de recursos hídricos superficiales resultó algo mayor en el tramo 27 del río Albaida (entrada de éste en la plana), mientras que en el tramo 28 de este mismo cauce y en el Sellent las tasas de infiltración resultaron muy reducidas (tramos 29 y 30).

Tránsito del río Verde al Júcar y desembocadura del río Júcar

Constituyen sendas áreas en las que no se dispone de información suficiente para realizar estimaciones. A pesar de todo es probable que en tránsito del río Verde al Júcar se pueda producir un comportamiento mixto dependiendo del tiempo de medida.

8.3. MANANTIALES Y ULLALES

Para conseguir un modelo numérico de flujo cercano al modelo conceptual previo y a la realidad observada, resultaron de extraordinaria importancia las nivelaciones y las medidas de caudal realizadas en los principales manantiales/ullales de la MASub, ver Figura 93.

En las fases finales de calibración del modelo numérico, se comprueba que los caudales de drenaje calculados para dichos manantiales/ullales se ajustan a los reales observados. Dado que la información recopilada en este sentido no era de gran calidad antes del inicio de la construcción del modelo, la información obtenida por los aforos fue esencial, (Anexo 1).

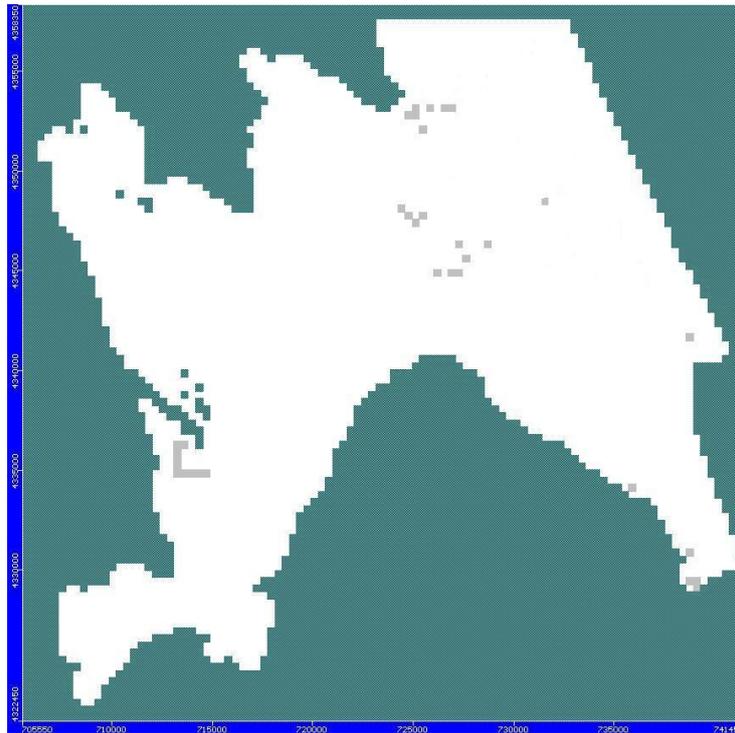


Figura 93. Distribución de los manantiales/ullales de la MASub tratados en el modelo numérico

Así, de las citadas mediciones realizadas, y del modelo numérico construido se desprenden unas emergencias medias cercanas a los 56 hm³/año, distribuidas según lo indicado en la Tabla 40:

Emergencias	Valor medio (hm ³ /año)
Manantial de Masalavés	20
Ullales del entorno de La Albufera	7
Ullales del entorno centro de la plana	6
Ullales del entorno de Tavernes de la Valldigna	13
Ullales de la Muntanyeta dels Sants	9
Ullal de Sant Llorenç	1
Total	56

Tabla 40. Valores medios anuales de los principales manantiales/ullales de la MASub

8.4. RELACIÓN PARQUE DE LA ALBUFERA-ACUÍFERO

Es necesario comentar que, una vez calibrado el modelo numérico de la MASub Plana de Valencia Sur, se estuvo en condiciones de evaluar el volumen de agua medio anual que, con pro-

cedencia subterránea, entra en el Parque de La Albufera, tanto a través del lecho de la propia albufera como de los abundantes canales de riego y ullales existentes, valores que se ofrecen en la Tabla 41:

Entrada de agua subterránea	Valor medio (hm ³ /año)
La Albufera	13
Canales de riego	75
Ullales	22
Total	110

Tabla 41. Entradas de agua subterránea al Parque de La Albufera según el modelo numérico de flujo

Si se compara el término total medio (110 hm³/año) estimado por el modelo numérico con los datos del balance hídrico proporcionados por la Oficina de Gestión de La Albufera (OPH de la CHJ) para el periodo octubre 1990-septiembre 2008 (valor medio 97 hm³/año), cuyos cálculos se basaron en el previo conocimiento de algunos términos del balance hídrico, así como de las salidas al mar a través de las golas, puede apreciarse el grado de similitud entre los valores deducidos por ambas metodologías (ver Figura 94):

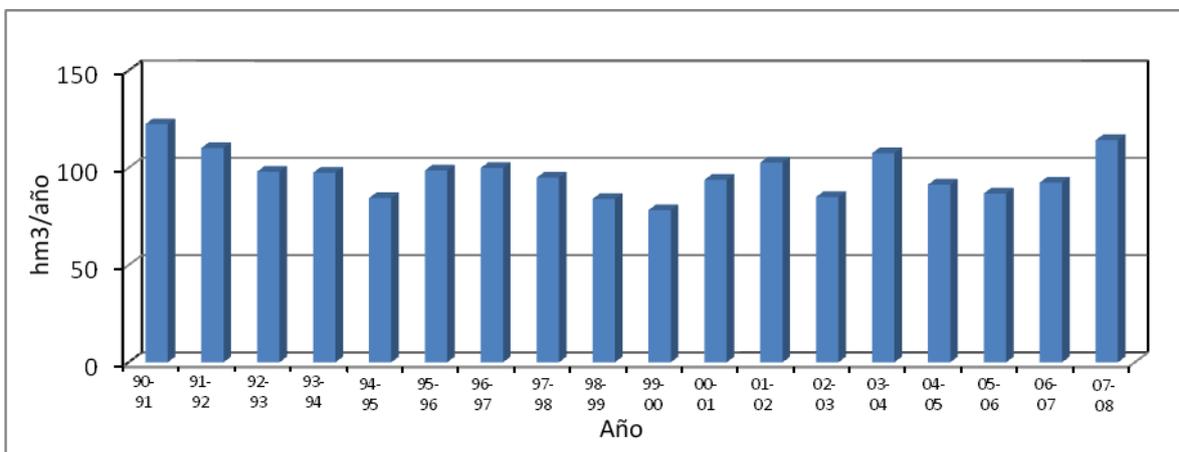


Figura 94. Distribución de los valores anuales de entradas de aguas subterráneas al Parque de La Albufera estimadas por la OPH de la CHJ para el periodo octubre 1990-septiembre 2008

9. CONCLUSIONES GENERALES

En el proyecto se han analizado las infraestructuras de derivación en el curso bajo del río Júcar, los regadíos y la red de acequias del Parque de La Albufera, así como algunos aspectos específicos relacionados con ellos que deben ser tenidos muy en cuenta como “tancats”, “perrellonada” y “rebombeos”.

Mejorar sensiblemente el conocimiento de todos los elementos citados en el párrafo anterior ha sido de capital importancia tanto a la hora de escoger donde llevar a cabo algunos de los estudios específicos y mediciones directas como para mejorar el modelo conceptual de funcionamiento hidrogeológico de la MASub 080.142 Plana de Valencia Sur.

Salvo en situaciones muy puntuales y concretas, y/o interferencias que pudieran haber provocado ciertos vertidos incontrolados, los resultados y conclusiones alcanzados a partir del estudio de los aforos diferenciales realizados en ríos y canales de riego, infiltración en arrozales, hidrometría de manantiales y ullales, piezometría, análisis hidroquímicos-isotópicos y del modelado numérico de flujo realizado en la MASub son altamente complementarios y coherentes entre sí.

En cualquier caso, con este proyecto se ha conseguido un sensible avance en el conocimiento de las relaciones entre el acuífero y las aguas superficiales, tales como los ríos Júcar, Verde y Magro, los principales ullales y los canales de riego más directamente vinculados a la producción del arroz. Así, a día de hoy se dispone de un balance hídrico de la MASub Plana de Valencia Sur más veraz, preciso y con más términos que el disponible antes del inicio de los trabajos. De esta manera, se ha dado un paso más en el planteamiento de un modelo conceptual detallado sobre su funcionamiento hidráulico, pilar indispensable para la correcta gestión responsable y eficaz de los recursos hídricos de una MASub de gran valor estratégico como ésta, especialmente en las épocas de sequía más extrema.

Según la metodología utilizada por el IGME en el proyecto de “Uso sostenible de las masas de agua subterránea en épocas de sequía. Aplicación a la cuenca baja del río Júcar” en su tomo “Cálculo de la infiltración y escorrentía superficial”, los valores extremos de infiltración hacia el acuífero a través del suelo dedicado al cultivo del arroz en el periodo de riego de cada año hidrológico contemplado (octubre 1990-septiembre 2008) oscila entre 101 hm³/año en 1997 y 32 hm³/año en 1995, con un valor de la mediana (parámetro estadístico que discrimina mejor que la media aritmética la influencia de los valores extremos) de 80 hm³/año, muy semejante al deducido en este proyecto a partir de la utilización de los cuatro anillos de infiltración dispuestos en cuatro parcelas representativas y, posteriormente, extrapolando los resultados a toda la zona de cultivo de este producto.

De las 4 principales formaciones identificadas como integrantes de la MASub más el Keuper, 3 de ellas se consideran permeables (pertenecientes al Cuaternario, Terciario y Mesozoico), mientras que 2 de ellas se consideran de muy baja permeabilidad (pertenecientes al Terciario y al Keuper).

De la interpretación de los perfiles de tomografía eléctrica se desprende que, el sustrato mesozoico, formado principalmente por carbonatos del Cretácico (calizas y dolomías) aparece a distintas profundidades según la zona. En el sector de la Albufera no se identifica en los perfiles de tomografía eléctrica. En los tramos “Cullera” aparece a profundidades que van desde 20 m

al E a 80 al O, tratándose de bloques generalmente aislados, tipo horst, que aumentan de profundidad de E a O. En el resto de perfiles aparece como un sistema de bloques a distintas profundidades (40-80 m), relativamente compartimentado y formando, en ocasiones, pequeñas fosas, como en los casos de los perfiles Albalat 2 y Alcira.

También, como sustrato mesozoico, se identifica, en el perfil de Alberic, una formación interpretada como materiales triásicos impermeables, que constituyen una importante banda que recorre el acuífero de N a S.

La formación del Terciario permeable, junto con los sedimentos del Cuaternario, forma un paquete de resistividad homogénea difícilmente diferenciable entre sí. En general, ambas formaciones están compuestas por limos, arenas, gravas y conglomerados de similares características litológicas y escasa continuidad, lateral debido a que en la mayoría de los casos se trata de depósitos de origen fluvial. Esta disposición constituye un amplio acuífero multicapa que se extiende a lo largo de todo el curso del río Júcar y alrededores de la Albufera, desde escasos metros bajo la superficie hasta más de 150 m de profundidad. Los resultados de la actual tomografía eléctrica no permiten diferenciar niveles continuos ni en el Terciario ni en el Cuaternario, salvo en contadas ocasiones, donde el aumento de la proporción de limos o gravas sí se ve reflejado en la geofísica, como por ejemplo en los perfiles de los tramos Cullera 1, 2 y 4, Albalat 2 y 3, Alcira y Alberic.

En los perfiles de los tramos Albufera 1 y 2, dentro de la propia formación terciaria permeable, se han podido diferenciar bloques de alta resistividad interpretados como calizas arenosas y areniscas, inmersos en materiales terciarios de baja resistividad, que se interpretan bien como terciarios de grano más fino, bien como materiales saturados en agua, o bien ambas opciones a la vez.

Por debajo de los materiales permeables terciarios y/o por encima de los carbonatos mesozoicos, aparece una formación terciaria impermeable que funciona como sustrato del acuífero. Ésta aumenta su presencia de O a E, haciéndose más patente en los perfiles de Cullera.

Sin embargo, y probablemente debido a la complejidad de factores que influyen sobre la composición del agua del lago de La Albufera y/o de su avanzado estado de colmatación, los perfiles de conductividad eléctrica y temperatura no han resultado, en principio, suficientemente resolutivos a efectos de identificar con claridad las zonas por donde podrían estarse produciendo entradas de agua subterránea a través de su lecho. Por el contrario, sí que pudo comprobarse cómo la conductividad eléctrica general de La Albufera disminuye sensiblemente en el mes de abril tras las lluvias más importantes del año, y aumenta en los meses más cálidos a medida que la evaporación es cada vez más intensa. En tales circunstancias, se considera que la recogida y análisis químico de muestras mediante perfiles longitudinales constituiría una herramienta de mayor capacidad para intentar discriminar las zonas donde tales entradas de agua estarían produciéndose, en la medida en que proporcionarían un número mayor y más variado de parámetros de referencia con los que intentar identificar dichas zonas. En tal caso, los mapas de isosalinidades y temperaturas constituirían una valiosa herramienta para diseñar el trazado de la malla de muestreo.

Se han llevado a cabo dos campañas de muestreo y análisis químico e isotópico durante los meses de octubre de 2010 y marzo de 2011, con un resultado de 19 y 16 muestras de aguas subterráneas, respectivamente, recogidas y analizadas, sobre un total de 20 puntos de agua, y otras 24 de aguas superficiales, 12 por cada una de las campañas. Esta información se ha

complementado con la obtenida a partir de las redes de vigilancia del IGME, con un balance final de 30 puntos y 355 análisis químicos de aguas subterráneas.

Las facies hidroquímicas de las muestras analizadas entre octubre-10 y julio-11, representativas, pues, de su situación actual, reflejan una escasa variabilidad temporal, así como un dominio claro de las de carácter sulfatado-bicarbonatado y, en el caso de los cationes, del calcio y el magnesio. Esta prevalencia de las aguas sulfatadas en los sectores próximos a los ríos Júcar, Magro y Verde, es similar a la obtenida en estudios anteriores para el conjunto del acuífero de la Plana de Valencia Sur. Sin perjuicio de otros posibles fenómenos modificadores, resulta claro, pues, que el factor litológico ejerce un control esencial sobre los componentes mayoritarios del agua también en estas zonas del acuífero más próximas a los cursos fluviales citados, una circunstancia que ha de tenerse en cuenta a la hora de evaluar las implicaciones hidroquímicas de las relaciones río-acuífero.

Los valores promedio de concentración de nitratos detectados en las aguas subterráneas y superficiales de la campaña de octubre-10 fueron, respectivamente, de 58,7 y 39,6 mg/l NO_3 , y de 60,0 y 36,3 mg/l NO_3 en la de marzo-11. Los respectivos mapas de isocontenidos en aguas subterráneas coinciden en señalar la zona de mayor concentración de esta especie en la primera mitad del Sector 3, aproximadamente entre Alzira y Sueca.

En lo referente a las aguas superficiales, los perfiles de evolución del ión NO_3 a lo largo del cauce del Júcar ofrecen una gran coincidencia entre ambas campañas. Resulta particularmente importante destacar la baja concentración de nitratos que presenta la muestra recogida junto a Gavarda, en el extremo aguas arriba del Júcar: 10-11 mg/l. Entre esta muestra y la siguiente, situada entre Carcaixent y Alzira, el río adquiere una carga de nitratos que triplica la inicial (32 mg/l NO_3 en ambas campañas), que se mantiene en un nivel básicamente similar hasta la muestra más próxima a su desembocadura, situada aguas arriba de Cullera. La concentración de este compuesto en las aguas subterráneas situadas en el entorno de las dos primeras muestras supera a la del río, por lo que cabe atribuir a este último un comportamiento ganador en este Sector, si bien debería valorarse la posible influencia de eventuales descargas de efluentes contaminantes. Las tres muestras situadas aguas abajo de las anteriores mantienen un estrecho rango de nitratos 28-32 mg/l NO_3 , lo que significa que ni los intercambios río-acuífero ni los posibles aportes de origen superficial bastan para alterar estas concentraciones.

A pesar de que los canales de riego de los principales arrozales toman el agua del Júcar, la composición química de ésta se diferencia de la original a medida que se aleja de dicho cauce, debido a la mezcla con otras aguas de procedencia diversa (vertidos incontrolados, depuradoras, excedentes de riego, evaporación, etc.) entre las que se debe tener también muy en cuenta la de origen subterráneo, pues dichos canales actúan como drenes del acuífero de la MASub Plana de Valencia Sur. El estudio comparativo de los resultados de los análisis de las cuatro acequias de riego muestreadas –Foia, Dreta, Clot y Arbres– y los del río Júcar aguas de arriba de sus respectivas tomas –excepto en Foia, en que la primera disponible se encuentra aguas abajo del Azud de Antella, punto de partida de la Acequia Real del Júcar de la que se deriva–, pone de manifiesto importantes diferencias de composición respecto al río en el caso de las de Foia y Dreta. Ello significa que el agua ha debido sufrir alteraciones entre los puntos de muestreo de las acequias y sus respectivas tomas, cuyo origen no es posible determinar al no disponerse de información (mezcla con otras aguas, evaporación, etc.). En lo referente a Clot y Arbres, situadas aguas abajo de las anteriores, si bien también existen diferencias, éstas son de mucha menor entidad. Las concentraciones de tritio en las cuatro acequias resultan, en todos los casos, inferiores a las del río, si bien las diferencias son, como en el caso anterior, menos acentuadas en el caso de las de Clot y Arbres.

Los planos de isovalores de la conductividad eléctrica indican que los más elevados se sitúan, en ambas campañas, hacia la zona Sueca-Cullera, al igual que en el caso de los del TSD y de los iones sulfato y estroncio. Este resultado es coherente con lo observado a través de estudios anteriormente realizados por el IGME (2010), en los que se ponía de manifiesto la existencia en esta zona, situada en el vértice sureste del acuífero de la Plana de Valencia Sur, de una formación de Keuper no aflorante en contacto directo con el acuífero cuaternario, cuya influencia sobre este último se expresa a través de un incremento de la mineralización del agua asociado a un aumento de sulfatos. Asimismo, al igual que en el citado estudio, se produce una notable coincidencia entre las distribuciones de SO_4 y Sr, así como en la correlación existente entre ambos parámetros

El plano de isovalores del TSD en las aguas subterráneas señala, básicamente, tres sectores de mineralización diferenciados en el entorno del Júcar. El primero –Sector 1– estaría comprendido, aproximadamente, entre las localidades de Antella y Alberic, con valores del citado parámetro del orden de 1.000-1.200 mg/l. El segundo –Sector 2–, situado entre Alberic y Alzira, presenta valores algo inferiores, en torno a 900-1.100 mg/l, mientras que el Sector 3, ubicado entre Alzira y Cullera, ofrece los contenidos más elevados cuyos máximos, hasta de 1.550 mg/l, se alcanzan en la zona de Sueca.

La muestra recogida en el extremo aguas arriba del Sector 1, ubicada cerca de la localidad de Gavarda, presenta un contenido de NO_3 de apenas 10 mg/l que contrasta con el de las aguas subterráneas de su entorno, cuyos valores oscilan en un rango aproximado de 46-65 mg/l NO_3 . Puesto que el contenido de este ión en la siguiente muestra del río –situada entre Carcaixent y Alzira– se incrementa hasta 32 mg/l, cabe suponer que, en este caso, el río se esté comportando como ganador. Asimismo, el importante descenso del contenido de tritio entre ambas muestras, así como los incrementos de HCO_3 , Ca y SiO_2 , constituyen también evidencias del comportamiento ganador del río en dicho Sector.

La comparación entre los valores del TSD de las dos muestras del río recogidas en el Sector 2 y de los sondeos situados en el mismo, sugiere que el menor contenido salino del agua subterránea estaría propiciando un efecto de dilución sobre el río. Este resultado es coherente con el comportamiento ganador deducido de los aforos y de la piezometría en la zona del río donde se recogió dicha muestra. No obstante, es necesario considerar también el posible efecto de dilución producido por la Rambla de la Casella y el río Verde que, en el momento en que se realizaron los aforos, aportaban conjuntamente entre el 22,1% y el 32,6% del caudal que transportaba el Júcar aguas arriba de su confluencia. Al menos en el caso del río Verde –no se dispone de análisis de la Rambla de la Casella –, su mineralización es inferior a la del río Júcar en este Sector.

El Sector 3, ubicado entre Alzira y Cullera, es el de mayor contenido salino de los tres, con valores del TSD que alcanzan sus máximos –hasta 1.550 mg/l– en la zona de Sueca. El estudio realizado atribuye un comportamiento ganador al Júcar en este Sector, a excepción de un pequeño tramo de carácter mixto situado aguas arriba de la localidad de Riola. A este respecto, el incremento del contenido salino de las aguas del río, así como el descenso de la concentración de tritio, inferior en las aguas subterráneas al que transporta el río al acceder a este tercer Sector, resultan plenamente coherentes con dicho comportamiento ganador.

La representación sobre un diagrama $\delta^{18}\text{O}$ vs. $\delta^2\text{H}$ de los análisis de isótopos estables de la campaña de octubre-10, pone de manifiesto la proximidad a la *Recta de Craig* y a la *Línea Meteorológica de España* de los puntos tanto de aguas superficiales como de subterráneas, así como el elevado grado de ajuste a una recta en el caso de estos últimos. Los puntos que representan las

aguas superficiales presentan relaciones $\delta^{18}\text{O}$ vs. $\delta^2\text{H}$ del mismo orden que las subterráneas, sin que se aprecien segregaciones entre unas y otras. Asimismo, las muestras del río se agrupan en tres rangos de valores, que se corresponden con los tres Sectores de distribución por salinidades de las aguas subterráneas a los que se hizo referencia anteriormente. Estos resultados contrastan con los de la campaña de marzo-11, en la que los rangos de variación de ambos isótopos en las muestras del Júcar son mucho más estrechos –no existe diferenciación por Sectores–, de manera que no es posible establecer la clasificación por tramos tan claramente observada en la campaña de octubre. Asimismo, varias las muestras de aguas subterráneas presentan derivas tanto por encima como por debajo de las rectas meteóricas.

Otros estudios realizados en este proyecto, han conseguido mejorar sensiblemente el modelo conceptual de funcionamiento hidrogeológico de la MASub 080.142 Plana de Valencia Sur, especialmente a lo que a las relaciones río-acuífero se refiere:

- Estudio piezométrico.
- Estudio del grado de permeabilidad de los diferentes tramos de los lechos de los ríos.
- Estudio del sentido y evaluación del intercambio hídrico entre el acuífero y los diferentes tramos de cursos fluviales.

A partir de ellos se concluyó que:

- De la longitud total de lechos de río y de perfiles geofísicos analizados se desprende que el 51% de ésta se interpretó como de baja permeabilidad, el 29% de media-baja permeabilidad, el 19% de alta permeabilidad y sólo el 2% se consideró de permeabilidad con carácter desconocido. La distribución de los tramos con permeabilidades diversas es enormemente irregular y no parecen ceñirse a un patrón concreto.
- De la longitud total de cauces fluviales considerados en las dos campañas, se dedujo que el 42% de dicha longitud correspondía a tramos que siempre se comportaron como perdedores (esta proporción podría reducirse en cierta medida si se llevase a cabo un estudio más exhaustivo en los ríos Magro, Sellent y Albaida ya que sólo se consideró su comportamiento medio), el 32% a tramos que siempre se comportaron como ganadores, el 21% a tramos con comportamientos mixtos y el 5% a tramos con carácter desconocido.
- Los valores de las tasas de recarga obtenidos oscilan entre unos $-2,2\text{E}-03 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}$ (tramo fluvial perdedor) y los $1,2\text{E}-03 \text{ m}^3/\text{s}/\text{m}$ (tramo fluvial ganador). Sin embargo, a nivel global, dominan las ganancias sobre las pérdidas de recursos hídricos. Según el modelo numérico en régimen permanente del acuífero el valor medio neto de ganancias hacia éstos desde el medio subterráneo se encontraría próximo a los $128 \text{ hm}^3/\text{año}$.

Del análisis de los mapas piezométricos resultantes se desprende que las mayores diferencias piezométricas entre ambos periodos tienen lugar en el entorno centro-occidental de la masa y al O de la población de Cullera. Las variaciones en el régimen de los bombeos, regadíos, pluviosidad y en los cauces fluviales (especialmente el río Júcar) probablemente se encuentren entre las principales causas que motivan estas diferencias de relativo menor orden. No debe olvidarse que cualquier gestión que se plantee de los recursos hídricos de la MASub 080.142 debe tener muy presente las posibles afecciones a los ullales-manantiales y zonas húmedas

relacionadas con ella, pues pequeños descensos piezométricos locales pueden tener graves consecuencias en dichas áreas (tanto de caudal como de deterioro de la calidad de sus aguas).

Tras comparar los resultados obtenidos tras la realización de las dos campañas campo para la obtención de los diversos registros y el modelo numérico preexistente se deduce que:

Río Júcar

Los valores de intercambio hídrico estimados por el modelo numérico son sensiblemente menores que los calculados a partir de las campañas de aforo. Sin embargo, el patrón de todas las evoluciones sí resulta similar. Así, cuando un tramo se identifica como ganador o perdedor tras analizar la información procedente de las campañas de aforo, este mismo carácter suele repetirse en el modelo numérico.

El hecho de tener valores de intercambio tan dispares pero patrones evolutivos tan similares entre el resultado de las campañas y del modelo numérico se atribuye a la circunstancia de haber supuesto que el lecho del río Júcar presentaba una conductancia y potencias constantes durante todo su recorrido sobre el acuífero, en vez de unos tramos con unas características hidráulicas más interesantes que otros.

Además, a escala global los resultados de la campaña realizada en marzo de 2011 y los del modelo numérico preexistente son relativamente parecidos en cuanto a volúmenes de agua netos intercambiados (no en cuanto a su distribución geográfica).

De esta manera, los tramos fluviales del Júcar con codificación 4, 8, 12 y 14 tienden a ser los más ganadores, mientras que los codificados como 13 y 15 tienden a ser los más perdedores. Otros como 1, 5, 6, 11 y 16 presentaron comportamientos mixtos y, finalmente tramos como 2, 3, 7, 9, 10 y 17 presentan intercambios poco relevantes.

Entre los tramos fluviales con comportamiento más estable, destaca la ganancia de unos 5,5 m³/s que se produjo en el tramo 4 durante la campaña de octubre de 2010, y la pérdida que tuvo lugar de unos 7.8 m³/s en el tramo 13 durante esa misma campaña.

Río Verde

La relativamente escasa longitud de este lecho y el menor volumen de aportes hídricos superficiales respecto a los del río Júcar, seguramente han influido de forma decisoria en que no se hayan producido valores tan discrepantes entre los resultados procedentes del tratamiento de la información de las campañas de aforo y del modelo numérico por haber considerado un lecho con características hidráulicas constantes.

Igualmente, puede comprobarse que las evoluciones de los intercambios hídricos en las dos campañas de aforo, media aritmética de éstas y resultados del modelo numérico, son compatibles entre sí para los tres tramos fluviales en los que ha sido subdividido este río. De esta manera, se concluye que los tramos codificados como 23 y 25 tienden a comportarse como ganadores y el codificado como 24 tiende a perdedor.

El tramo número 23 de este río, nacimiento del mismo, resultó ser el más ganador durante los periodos considerados con aportes que pudieron oscilar entre unos 0,3 y 0,9 m³/s, mientras que el tramo 24 intermedio pudo presentar unas pérdidas de entre 0,1 y 0,4 m³/s.

Río Magro

Se desprende que salvo en los tramos fluviales situados en posiciones más extremas, este río se comporta como perdedor, aunque con tasas de infiltración muy reducidas.

El haber analizado el modelo numérico de la MASub Plana de Valencia Sur con dos distribuciones diferentes de "Zone Budget" permitió identificar áreas que, dependiendo de la longitud considerada, podían comportarse como tramos fluviales ganadores o perdedores. Así, el tramo codificado como 18 situado en la posición más septentrional, parece que pudo comportarse como ganador tras su entrada en la MASub para irse reduciendo su tasa de ganancia hasta convertirse incluso en perdedor. En este mismo sentido pero en el extremo opuesto, el tramo 22 (ya junto a la confluencia con el río Júcar), éste puede presentar un carácter variable aunque también con reducidas tasas de ganancias o pérdidas.

Ríos Sellent y Albaida

A partir de la escasa información disponible, parece deducirse que ambos cauces presentan carácter perdedor en toda su longitud.

Esta pérdida de recursos hídricos superficiales resultó algo mayor en el tramo 27 del río Albaida (entrada de éste en la plana), mientras que en el tramo 28 de este mismo cauce y en el Sellent las tasas de infiltración resultaron muy reducidas (tramos 29 y 30).

Tránsito del río Verde al Júcar y desembocadura del río Júcar

Constituyen sendas áreas en las que no se dispone de información suficiente para realizar estimaciones. A pesar de todo es probable que en tránsito del río Verde al Júcar se pueda producir un comportamiento mixto dependiendo del tiempo de medida.

Así mismo, las campañas de aforo realizadas tanto en los canales de riego del Parque de La Albufera como en los principales manantiales y ullales permitieron un sensible avance con el modelo numérico de flujo que implicó la mejorar de la calibración y del balance hídrico en estas localizaciones, tal y como se ha concretado en este documento.

Debe tenerse en cuenta que una parte considerable de los recursos hídricos de este acuífero corresponden a transferencias subterráneas procedentes de las MASubs colindantes, esencialmente de la 080.144 Sierra del Ave y de la 080.149 Sierra de las Agujas, por lo que en su gestión debe tenerse muy presente los recursos comprometidos en aquellas. Del mismo modo, deberá de permitirse unas ciertas salidas subterráneas al mar para evitar el desarrollo de procesos de intrusión marina.

A modo de resumen

Las pérdidas y ganancias parciales, las ganancias netas y el carácter general evaluado por el modelo numérico en régimen permanente para cada uno de los cursos fluviales presentes sobre el acuífero de la Plana de Valencia Sur se muestran en la Tabla 42. El valor medio neto de las ganancias de recursos hídricos en dichos cursos desde el medio subterráneo se encuentra próximo a los 128 hm³/año, resultando especialmente relevantes las ganancias obtenidas por el río Júcar y las pérdidas experimentadas por el río Albaida, localizado en el sector SO del dominio del modelo.

Curso fluvial	Pérdida parcial (hm³/año)	Ganancia parcial (hm³/año)	Ganancia neta (hm³/año)	Carácter
Júcar	153	267	114	Ganador
Magro	29	25	-3	Perdedor
Verde	32	71	39	Ganador
Tránsito Verde-Júcar	0	14	14	Ganador
Albaida	36	7	-30	Perdedor
Sellent	7	1	-6	Perdedor
Total	257	385	128	Ganador

Tabla 42. Resumen de los intercambios hídricos curso fluvial-acuífero evaluados por el modelo numérico de la MASub en régimen permanente