

8. CUENCA DEL SEGURA-ALMERÍA

8.1. INTRODUCCIÓN

En el marco del Plan Hidrológico de la cuenca del Segura se llevó a cabo un exhaustivo análisis técnico y jurídico del complejo sistema de explotación de esta cuenca, que resulta plenamente vigente y útil a los efectos del presente nuevo análisis para la planificación hidrológica nacional. Nos remitimos, pues, a esta referencia fundamental, que se asume básicamente, incorporando ahora algunas modificaciones puntuales correspondientes, por ejemplo, a detalles de homogeneización técnica con los otros sistemas estudiados, o a la actualización de series hidrológicas, tal y como se indicará en su momento.

Además, y por las razones que se expondrán, se ha incluido en este análisis un área de la cuenca del Sur, conjuntamente con la del Segura, configurando así un sistema conjunto que se denomina Segura-Almería.

En síntesis, los elementos y magnitudes fundamentales de este sistema de explotación son los que se describen seguidamente.

8.2. ELEMENTOS DEL SISTEMA

8.2.1. APORTACIONES

Los criterios y puntos de las aportaciones hídricas consideradas son los mismos que se tomaron en el sistema global del Plan Hidrológico de la cuenca del Segura, pero extendiéndose ahora las nuevas series mensuales hasta el año hidrológico 1995/96 mediante el modelo de evaluación de recursos desarrollado para el Libro Blanco del Agua en España.

La figura adjunta muestra la situación de los puntos básicos simulados en la cuenca del Segura, junto con los del área de Almería.

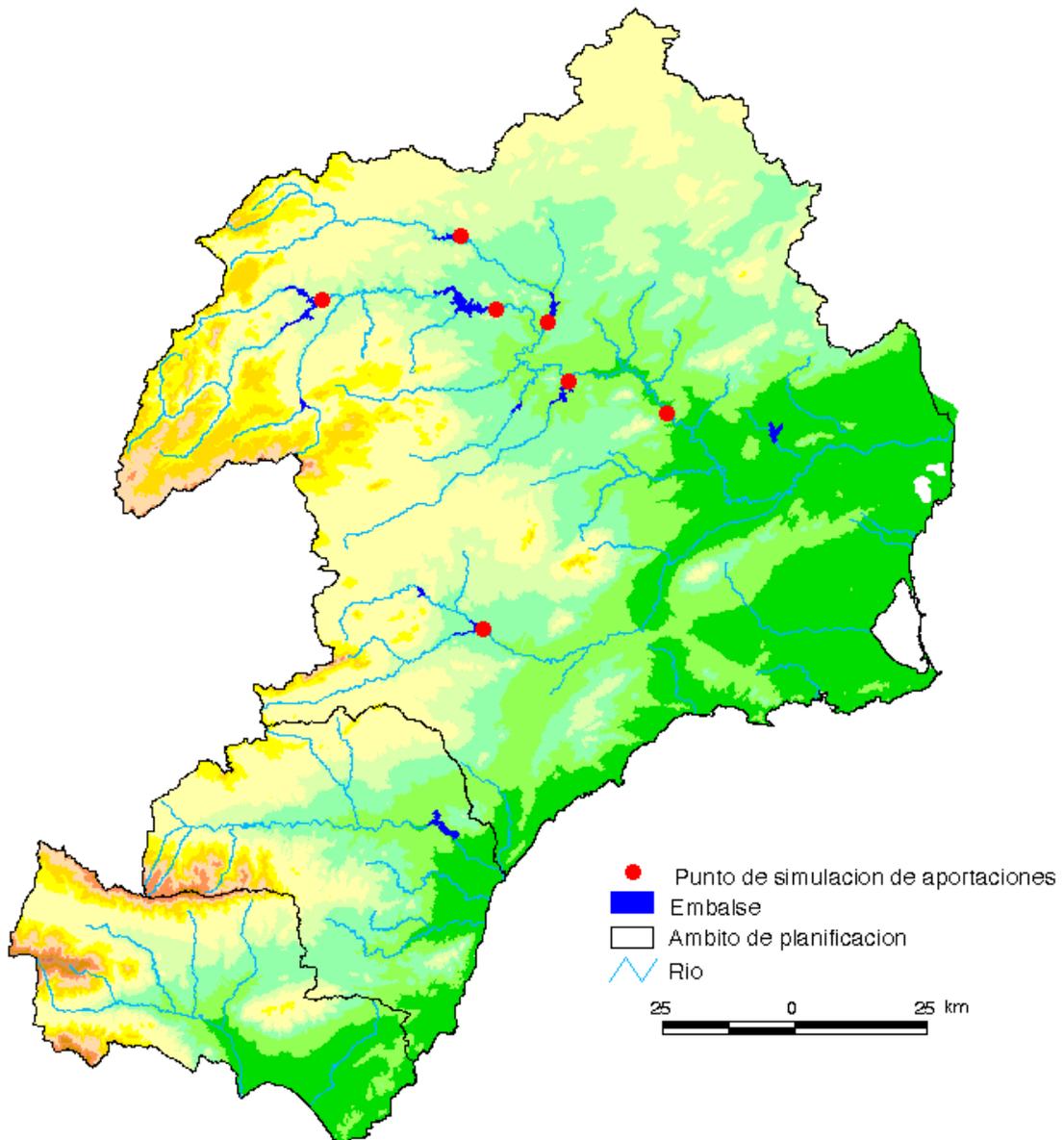


Figura 142. Puntos básicos de evaluación de recursos hídricos

Las detracciones netas son también las mismas que se evaluaron en el Plan Hidrológico de cuenca, incluyéndose las correspondientes a regadíos y abastecimientos (p.e. 8 hm³/año de regadíos y 3 de abastecimientos en cabecera del Guadalentín), pero las pérdidas por evaporación se introducen ahora de forma explícita en el modelo, y deben deducirse del coeficiente reductor. Asimismo, y a falta de estimaciones más precisas, se supone que la detracción neta correspondiente a Ojós mantiene la misma proporción respecto a sus recursos en régimen natural (que se han visto ahora reducidos con respecto a la estimación del Plan), que la estimada en el Plan Hidrológico. No existen aportes del Guadalentín al Segura, ni ganancia neta entre Ojós y Guardamar.

Con todo ello, se obtiene en definitiva el siguiente cuadro resumen.

Aportación	Aport. anual (hm ³)	Detr. neta (hm ³)	Aport. neta (hm ³)	Coef. red.
Fuensanta	275	14+2	259	0.94
Cenajo	75 (132-57)	15	60	0.45
Talave	116	7+3	106	0.91
Camarillas	43	40	0	0.00
Alfonso XIII	21	27	0	0.00
Ojós	94	71	23	0.24
Valdeinfierno	-	-	-	
Puentes	(23)	(8+3)	-	
Vald.-Puentes	23	8+3	12	0,52
	647	190	460	0.71

Tabla 61. Aportaciones hídricas consideradas en el sistema

Además de estas aportaciones propias de la cuenca, se incluyen dos posibles aportes externos que, sin perjuicio de que el origen del agua pueda ser cualquiera de los previstos en este Plan Hidrológico Nacional, entrarían físicamente a la cuenca o bien por el actual ATS, o bien por una nueva conducción procedente de Villena. Obviamente, la cuantía de tales aportes no es un dato previo, sino que será un resultado del presente análisis.

8.2.2. DEMANDAS

Bajo los supuestos básicos de este Plan Hidrológico Nacional de garantía para los abastecimientos actuales y futuros, de eliminación de la infradotación y sobreexplotación de acuíferos, y de no incremento de las superficies de riego, se han calculado las demandas básicas futuras a considerar en el sistema de explotación de la cuenca del Segura, conforme a las determinaciones de asignación de recursos establecidas en su Plan Hidrológico y en la normativa vigente. La figura adjunta ilustra sobre la situación de poblaciones y regadíos (principales demandantes de agua), y permite apreciar la fuerte concentración de las manchas de riego, su importancia territorial, y el efecto de diseminación de las huertas distribuidas por todo el territorio.

Los resultados obtenidos en el análisis de demandas se exponen seguidamente para los distintos usos.

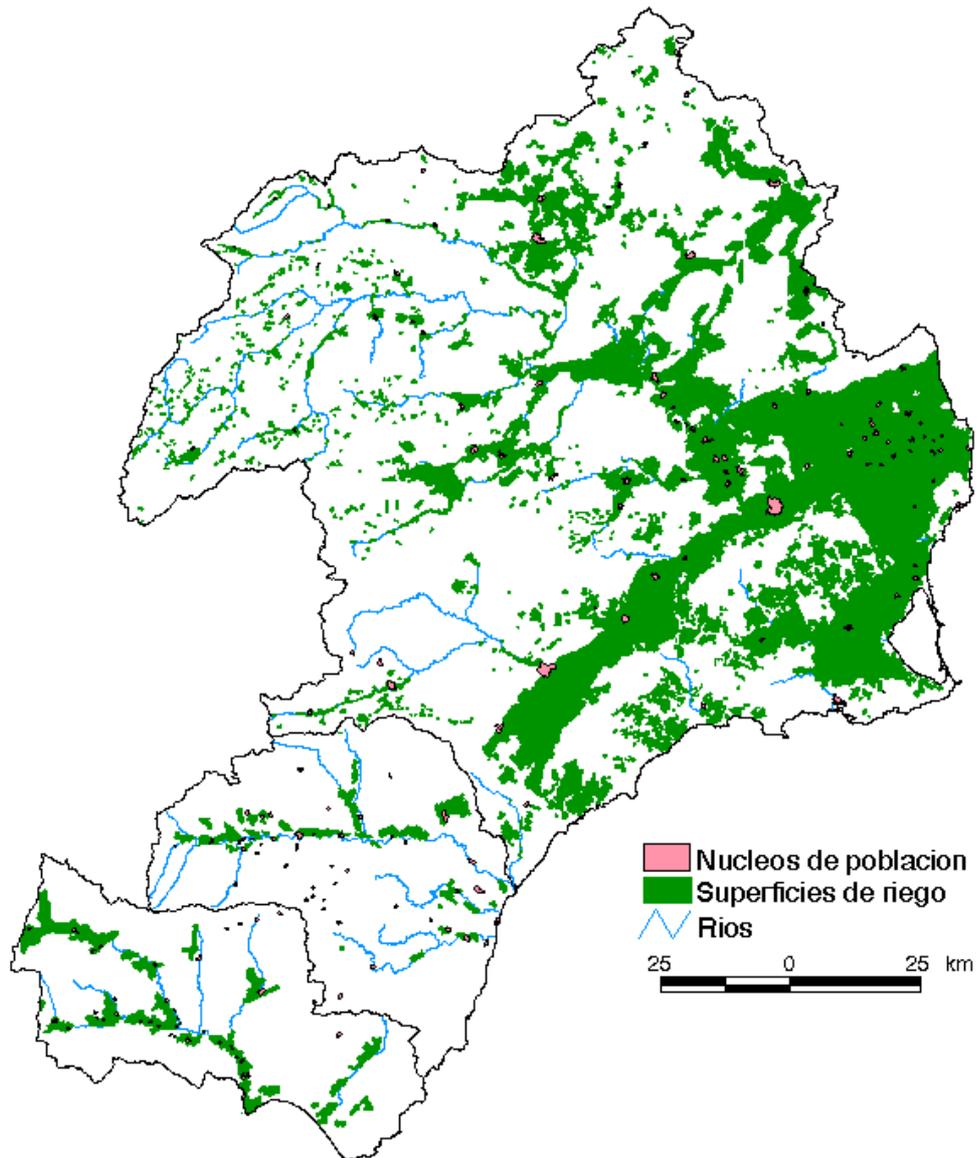


Figura 143. Mapa de situación de poblaciones y regadíos

8.2.2.1. ABASTECIMIENTOS URBANOS

Para los abastecimientos urbanos, se han considerado las unidades de demanda urbana (UDU) básicas propuestas en el Plan, agregadas en las nuevas unidades tal y como se muestra en la tabla adjunta.

UDU	DESCRIPCION	DEM	Demandas urbanas agregadas									
			1	2	3	4	5	6	Hellín	Altipl.	Detr.	
1	MCT-TAIBILLA	58	10									48
2	MCT-SIERRA ESP.	35	35									
3	MCT-CAMPOTEJAR	19		19								
4	MCT-TORREALTA	59			59							
5	MCT-PEDRERA	50				50						
6	MCT-LORCA	10					10					
7	HELLIN	3							3			
8	CABEC. SEGURA	2										2
9	CABEC. MUNDO	3										3
10	CABEC. GUADAL.	3										3
11	JUMILLA-YECLA	6									6	
12	CREVILL-ORIHUELA	2								2		
13	MURCIA- SEGURA	10								10		
	Industrial no conectada									3		
TOTAL:		245	45	19	59	50	10	15	3	6		56

Tabla 62. Unidades básicas y agregadas de demanda urbana

Como puede verse, se han definido 6 unidades agregadas (1 MCT-Sierra Espada, 2 MCT-Campotéjar, 3 MCT-Torrealta, 4 MCT-Pedrera, 5 MCT-Lorca, 6 Río Segura), no incluyéndose la UDU MCT-Taibilla por detraerse del sistema tal y como se propuso en el Plan, e imputándose sus aumentos futuros a la unidad agregada 1, de Sierra de la Espada.

Asimismo, y dada su escasa cuantía como para constituirse en unidades propias, se imputarán los requerimientos de Hellín y del Altiplano como incrementos de sus correspondientes unidades de demanda agraria, y se consideran las demandas de cabeceras como detracciones de los recursos del sistema, tal y como se vió en la tabla de aportaciones.

Por otra parte, a estas demandas urbanas debe incorporarse una demanda industrial complementaria que corresponde a la fracción de suministros industriales y de servicios no conectados a las redes. Su cuantía futura total se ha estimado en 35 hm³/año, en principio externa -por su propio concepto- a los elementos del sistema. No obstante, y en previsión de posibles incorporaciones, integraremos en este análisis una pequeña fracción del 10%, suponiendo que el resto se atiende efectivamente con incrementos de reciclaje interno y autoabastecimiento fuera del sistema de explotación. Esta demanda puede considerarse a efectos del modelo como añadida a la de los abastecimientos del Segura, que se incrementaría así hasta un total de 15 hm³/año.

8.2.2.2. REGADÍOS

En cuanto a los usos de regadío, constituyen, sin duda, el principal consumidor de recursos de la cuenca, y la variable básica que controla su balance hídrico. Es por ello que en este Plan Hidrológico Nacional nos detendremos brevemente en el análisis de su evolución pues, como en el caso similar y también estudiado de las demandas urbanas del área metropolitana de Barcelona, resulta de gran interés para la comprensión de la situación actual y las perspectivas de futuro de estos requerimientos.

Dadas las singulares aptitudes y tradición histórica de los territorios del sureste, el desarrollo de los regadíos ha ido siempre parejo al de las disponibilidades hídricas existentes para su atención, experimentando la evolución temporal mostrada en la figura adjunta. En esta figura se incluye la evolución de las superficies regadas en la cuenca, de las superficies regables y regadas en la provincia de Murcia, y de las superficies regadas en la provincia de Almería, series todas, sin perjuicio de su distinta precisión relativa y significado, bien representativas de la evolución global del proceso.

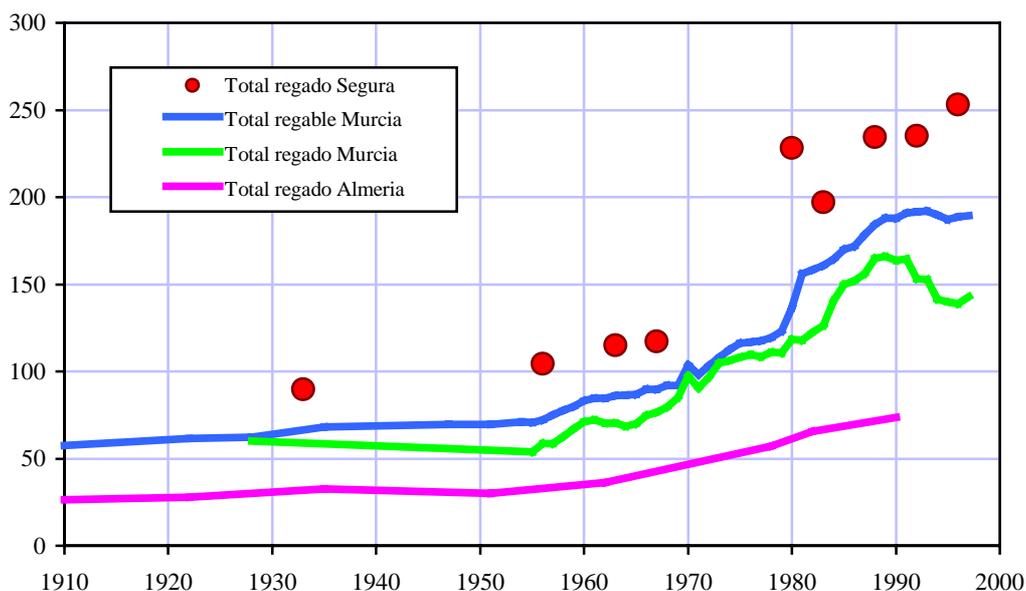


Figura 144. Evolución de las superficies de regadío

Como puede verse, tras un ligero aumento a comienzos de la década de los 30, la situación permanece relativamente estable hasta mediados de los 50, en que comienza a aumentar sensiblemente de forma sostenida durante 25 años, hasta comienzos de los 80. Desde esa fecha se produce un aumento del ritmo de transformación durante toda la década, que parece remitir completamente al final. Desde entonces –comienzos de los 90- las superficies regables no han aumentado apreciablemente, y las regadas incluso han disminuido en la primera mitad de los 90.

Todo el proceso descrito es lógicamente explicable en términos de los hitos básicos y transformaciones experimentadas por los sistemas hidráulicos de la cuenca. Así, a comienzos de los años 30 se culmina la construcción y puesta en servicio del importante embalse de Fuensanta.

El desarrollo desde mediados de los 50 es explicable por diversas razones: la fuerte demanda europea de productos hortofrutícolas junto con la reapertura del país en 1957 incentiva el desarrollo de los regadíos, y estimula la búsqueda de los recursos hídricos necesarios para este desarrollo. Son los años en que se impulsa la construcción de Cenajo y Camarillas, que entrarían en servicio poco después, y se promulga el conocido Decreto de 1953, que legalizaba aprovechamientos anteriores y reservaba los nuevos caudales regulados por estos embalses para redotaciones y ampliaciones en las Vegas del Segura. Además, son los años en que se dispara el uso de las aguas subterráneas que, empleadas a pequeña escala desde muy antiguo, comienzan a explotarse masivamente a comienzos de los 60 transformando los secanos del Campo de Cartagena, el valle del Guadalentín, el litoral de Mazarrón y Águilas, o los perímetros de Yecla y Jumilla. El ritmo de la transformación es tan intenso que en pocos años comienzan a aparecer signos de una sobreexplotación de acuíferos que hoy es estructural.

A finales de los 70 se comienza a tocar el techo de desarrollo de los recursos propios mientras se va desarrollando el trasvase Tajo-Segura, cuyas aguas llegarían a la cuenca en 1979. Este hito marca otro gran impulso del regadío durante la década de los 80, que remite al final de esta década.

Los años 90 se caracterizan por un estancamiento de las superficies regadas (el ligero aumento observado en el total del Segura obedece a la culminación de transformaciones asociadas al trasvase), debido al empleo extremo de los recursos propios superficiales y subterráneos, y al final de las nuevas transformaciones con recursos externos.

Atendiendo a las superficies regadas en la provincia de Murcia, se observa incluso una clara disminución, debida sin duda al efecto combinado de agotamiento de las fuentes de nuevos recursos, junto con la sequía de los 90.

Una vez estabilizado el aporte de recursos del Tajo (con sus incertidumbres hidrológicas asociadas) y agotadas las posibilidades propias de la cuenca, el diagnóstico a corto y medio plazo es necesariamente, sin perjuicio de movimientos coyunturales, el de estancamiento de las superficies regables, y progresiva merma de las regadas debida al empeoramiento de la calidad, el abandono de tierras, y el agotamiento o salinización de las aguas subterráneas. El mantenimiento de las superficies actuales de referencia, impidiendo su degradación y abandono, es uno de los objetivos de este Plan Hidrológico Nacional.

Considerando, pues, la situación actual, la tabla adjunta muestra el detalle de las unidades básicas de demanda agraria (UDA) consideradas en el Plan Hidrológico de la cuenca del Segura, y sus correspondientes datos de Superficie bruta SBR (has), Superficie neta SNT (has), Demanda bruta VB ($\text{hm}^3/\text{año}$), Retornos RET ($\text{hm}^3/\text{año}$), y Dotaciones neta y bruta DOTN, DOTB ($\text{m}^3/\text{ha}/\text{año}$).

UDA	Denominación	SBR	SNT	VB	RET	DOTN	DOTB
17	Tradicional Vega Alta, Calasparra	694	501	5,19	1,04	7.483	10.357
18	Tradicional Vega Alta, Abarán-Blanca	2.799	2.022	15,22	2,32	5.437	7.525
20	Tradicional Vega Alta, Ojós-Contraparada	5.574	4.027	30,84	5,11	5.533	7.658
21	Tradicional Vega Alta, Cieza	1.549	1.119	7,22	0,53	4.664	6.455
22	Vega Alta, post, al 33 y ampl, del 53	8.005	5.784	44,16	7,22	5.517	7.636
32	Tradicional Vega Media	14.254	9.693	76,50	14,48	5.367	7.893
34	Vega Media, post, al 33 y ampl, del 53	2.055	1.397	9,49	0,85	4.616	6.789
46	Tradicional Vega Baja	20.464	14.785	98,45	8,16	4.811	6.658
48	Vega Baja, post, al 33 y ampl, del 53	13.310	9.616	62,50	4,68	4.696	6.499
52	Riegos de Levante Margen Derecha	3.785	2.896	18,18	1,16	4.803	6.279
25	Regadíos de acuíferos en la Vega Alta	2.672	1.931	14,99	2,65	5.610	7.765
36	Regadíos de acuíferos en la Vega Media	2.813	1.913	15,38	3,08	5.468	8.041
51	Regadíos de acuíferos en la Vega Baja	219	158	1,28	0,26	5.824	8.061
71	Nuevos regadíos R.L. Margen Derecha	2.176	1.017	6,39	0,41	2.935	6.279
3	Regadíos sobre Ascoy-Sopalmo	9.350	4.769	30,75	2,23	3.289	6.448
4	Reg. Ascoy-Sopalmo sobre Sincl. de Calasparra	4.077	2.599	18,67	2,21	4.580	7.185
6	Acuífero de Quibas	3.222	2.054	8,56	0,04	2.656	4.167
26	Nuevos regadíos Zona I Vega Alta-Media	3.973	2.702	19,67	2,52	4.952	7.282
37	Nuevos regadíos Zona II Vega Alta-Media	5.378	3.200	24,50	4,06	4.555	7.656
38	Nuevos regadíos Zona III Vega Alta-Media	1.583	1.278	9,86	1,69	6.229	7.714
39	Nuevos regadíos Zona IV Vega Alta-Media	8.233	4.899	31,87	2,40	3.871	6.506
40	Nuevos regadíos Zona V Vega Alta-Media	4.329	3.128	24,08	4,09	5.562	7.699
41	Nuevos regadíos Yéchar	980	750	5,79	1,00	5.907	7.721
42	Tradicionales de Mula	2.650	1.802	13,00	1,58	4.904	7.212
73	Nuevos regadíos Mula y Pliego	221	150	1,08	0,13	4.904	7.212
43	Mula, manantial de los Baños	1.296	661	5,35	1,07	4.130	8.099
44	Pliego	2.067	1.406	10,65	1,68	5.154	7.579
45	Reg. Ascoy-Sopalmo, Fortuna-Abanilla-Molina	15.083	3.846	22,05	0,96	1.462	5.734
53	Riegos de Levante Margen Izquierda-Segura	12.063	7.690	54,49	5,91	4.517	7.085
54	Riegos de Levante Margen Izquierda-Júcar	20.341	12.967	67,57	2,05	3.322	5.210
74	Nuevos regadíos R.L.Margen Izquierda-Júcar	1	1	0,00	0,00	3.321	5.210
72	Nuevos regadíos R.L. Margen Izquierda-Segura	8.343	5.319	37,68	4,09	4.517	7.085
55	Acuífero de Crevillente	2.655	1.580	5,96	0,00	2.245	3.773
56	Nuevos regadíos La Pedrera	21.287	7.238	49,80	4,68	2.339	6.880
61	Regadío de Lorca	11.782	9.013	54,10	2,71	4.592	6.002
63	Acuífero del Alto Guadalentín	21.266	9.942	55,37	2,17	2.604	5.569
64	Mixtos del Bajo Guadalentín	7.885	5.027	30,87	1,76	3.915	6.141
65	Subterráneas zona del Bajo Guadalentín	21.362	12.710	73,43	3,26	3.437	5.777
66	Nuevos regadíos Lorca y Valle del Guadalentín	10.798	7.802	50,05	3,54	4.635	6.415
57	Acuíferos del Campo de Cartagena	28.332	7.225	46,34	3,28	1.636	6.415
58	Campo de Cartagena redotado con trasvase	20.989	15.165	97,70	7,05	4.655	6.442
59	Nuevos regadíos Campo de Cartagena	16.523	11.938	79,09	6,43	4.787	6.625
67	Mazarrón	5.096	3.898	26,44	2,36	5.188	6.782
68	Aguilas	9.405	4.397	27,04	1,55	2.875	6.150
69	Almería-Segura	1.363	579	4,15	0,48	3.044	7.162
70	Nuevos regadíos Almería-Sur	4.000	3.060	22,70	3,22	5.675	7.418
8	Regadíos aguas arriba de Talave	1.364	1.043	6,33	0,34	4.642	6.068
13	Regadíos aguas arriba de Fuensanta	3.829	2.766	16,00	0,71	4.179	5.784
14	Regadíos aguas arriba de Taibilla	890	643	3,50	0,13	3.929	5.439
15	Regadíos aguas arriba de Cenajo	4.093	2.957	16,57	0,66	4.048	5.602
16	Moratalla	2.778	1.535	6,55	0,04	2.356	4.264
27	Cabecera del Argos, pozos	1.475	1.066	5,38	0,14	3.647	5.048
28	Cabecera del Argos, mixto	7.183	4.579	28,89	1,89	4.022	6.309
29	Embalse del Argos	1.209	976	4,58	0,08	3.789	4.692
30	Cabecera del Quípar, pozos	838	641	3,22	0,08	3.841	5.021
31	Cabecera del Quípar, mixto	5.287	3.595	24,80	2,36	4.691	6.899
60	Regadíos aguas arriba de Puentes	2.411	1.742	7,53	0,06	3.122	4.322
1	Yecla-Corral Rubio	16.376	6.960	24,78	0,00	1.513	3.560
2	Jumilla	8.303	4.587	14,65	0,00	1.765	3.194
5	Acuífero de Serral-Salinas	10.069	5.135	9,45	0,00	938	1.839
7	Subterráneas Hellín-Tobarra	14.445	7.367	30,31	0,09	2.098	4.114
9	Vega del Mundo, entre Talave y Camarillas	789	637	4,83	0,77	6.125	7.586
10	Canal de Hellín	4.767	3.849	22,48	1,04	4.716	5.841
12	Superficiales Tobarra-Albatana-Agramón	5.542	3.297	17,27	0,53	3.116	5.237
TOTAL:				1661,55	141,04		

Tabla 63. Unidades de demanda agraria de la cuenca del Segura

Asimismo, la siguiente tabla muestra, para cada UDA y en hm³/año, los orígenes actuales del agua aplicada a la unidad y su correspondiente balance, expresando la aplicación de recursos superficiales (ASUP), aplicación de trasvase Tajo-Segura (ATRV), aplicación de azarbes (AAZR), aplicación de residuales (ARES), otras aplicaciones de recursos (AOTR), bombeos renovables (BORE), bombeos no renovables (BNOR), aplicación total (ATOT), déficit de aplicación (DFAD), déficit total (DFTOT) y demanda de agua (DEM).

UDA	ASUP	ATRV	AAZR	ARES	AOTR	BORE	BNOR	ATOT	DFAD	DFTOT	DEM
17	5.2	0	0	0	0	0	0	5.2	0	0	5.2
18	15.2	0	0	0	0	0	0	15.2	0	0	15.2
20	30.8	0	0	0	0	0	0	30.8	0	0	30.8
21	7.2	0	0	0	0	0	0	7.2	0	0	7.2
22	36.5	0.1	0	0.7	0	6.6	0.1	44	0.2	0.3	44.2
32	76.5	0	0	0	0	0	0	76.5	0	0	76.5
34	9.5	0	0	0	0	0	0	9.5	0	0	9.5
46	98.4	0	0	0	0	0	0	98.4	0	0	98.4
48	35	0.5	21.5	1.4	3.3	0	0	61.7	0.8	0.8	62.5
52	16	0.4	0	1.6	0	0	0	18	0.2	0.2	18.2
25	0	1.5	0	0	0	4.6	0.3	6.4	8.6	8.9	15
36	0	0	0	0	0	15.3	0	15.3	0.1	0.1	15.4
51	0	0	0	0.1	0	1.2	0	1.3	0	0	1.3
71	0	5.1	0	0	0	0	0	5.1	1.3	1.3	6.4
3	0	0.1	0	0	0	0.9	19.4	20.4	10.3	29.7	30.7
4	0	0	0	0	0	0.5	11.3	11.8	6.9	18.2	18.7
6	1.7	0.1	0	0.1	0	3.8	2.5	8.2	0.4	2.9	8.6
26	0	11.9	0	0	0	0	0	11.9	7.8	7.8	19.7
37	0	7.9	0	0	0	0	0	7.9	16.6	16.6	24.5
38	0	9.1	0	0	0	0	0	9.1	0.8	0.8	9.9
39	0	24.7	0	0	0	0	0	24.7	7.2	7.2	31.9
40	0	9.2	0	0	0	0	0	9.2	14.9	14.9	24.1
41	0	3.9	0	0	0	0	0	3.9	1.9	1.9	5.8
42	4.2	1	0	2.1	0	5.3	0	12.6	0.4	0.4	13
73	0	0.9	0	0	0	0	0	0.9	0.2	0.2	1.1
43	3.3	0.1	0	0.2	0	0.3	0	3.9	1.5	1.5	5.4
44	0.6	2.1	0	0.2	0	5.4	0	8.3	2.4	2.4	10.7
45	0	0.3	0	0.2	0	0.6	12.4	13.5	8.6	21	22.1
53	0	30.9	9	3	1.5	0	0	44.4	10.1	10.1	54.5
54	0	50	6	9.3	1.8	0	0	67.1	0.5	0.5	67.6
74	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
72	0	23.9	7	0	0	0	0	30.9	6.8	6.8	37.7
55	0	0.1	0	0	0	0.7	5	5.8	0.2	0.2	6
56	0	14.1	0	1.8	15	7.9	0.1	38.9	10.9	11	49.8
61	14	30	0	4.4	0	1.5	4.2	54.1	0	4.2	54.1
63	0	0.9	0	0.3	0	9.4	27.6	38.2	17.2	44.8	55.4
64	4.1	5.1	0	0.5	0	5.8	7.6	23.1	7.8	15.4	30.9
65	1.1	6.2	0	0.5	0	16.6	20.5	44.9	28.5	49	73.4
66	0	22.7	0	0	0	0	0	22.7	27.3	27.3	50
57	0	0	0	0.9	1	41.3	1.7	44.9	1.4	3.1	46.3
58	0	46	0	20.2	3	23.2	4.2	96.6	1.1	5.3	97.7
59	0	76	0	0	3	0	0	79	0.1	0.1	79.1
67	0	0	0	1.5	0	3	11.5	16	10.4	21.9	26.4
68	0	0	0	1.3	0	8.6	11.6	21.5	5.5	17.1	27
69	0	0	0	0.3	0	2.2	1.4	3.9	0.2	1.6	4.1
70	0	15	0	0	0	0	0	15	7.7	7.7	22.7
8	6.2	0	0	0.1	0	0	0	6.3	0	0	6.3
13	15.9	0	0	0	0	0	0	15.9	0.1	0.1	16
14	3.3	0	0	0	0	0	0	3.3	0.2	0.2	3.5
15	16.3	0	0	0.2	0	0	0	16.5	0.1	0.1	16.6
16	4.8	0	0	0.3	0	1.4	0	6.5	0	0	6.5
27	1	0	0	0	0	4.2	0	5.2	0.2	0.2	5.4
28	23.6	0	0	1.3	0	4	0	28.9	0	0	28.9
29	4.6	0	0	0	0	0	0	4.6	0	0	4.6
30	1.2	0	0	0	0	1.4	0	2.6	0.6	0.6	3.2
31	18.3	0	0	0.7	0	5.3	0.4	24.7	0.1	0.5	24.8
60	2.6	0	0	0	0	2.7	2.1	7.4	0.1	2.2	7.5
1	0	0	0	0	0	14.6	10.1	24.7	0.1	10.2	24.8
2	0	0	0	0	0	7.2	6.4	13.6	1.1	7.5	14.7
5	0	0	0	0.3	0	2.4	6.8	9.5	-0.1	6.7	9.4
7	0	0	0	0.1	0	24.9	5.3	30.3	0	5.3	30.3
9	4.8	0	0	0	0	0	0	4.8	0	0	4.8
10	22.5	0	0	0	0	0	0	22.5	0	0	22.5
12	10.7	0	0	0	0	5.4	1.1	17.2	0.1	1.2	17.3
TOTAL:	495	400	44	54	29	238	174	1432	229	403	1662

Tabla 64. Aplicaciones y balances de recursos de las unidades de demanda agraria

Procediendo, conforme a los criterios del Plan Hidrológico del Segura, a la agregación geográfica de estas unidades de demanda con un criterio territorial y orientado a su caracterización en el modelo de sistema de explotación de la cuenca, se obtienen las nuevas unidades agregadas que se propone considerar en este modelo de análisis para la planificación nacional.

Como únicas modificaciones con respecto a las determinaciones del Plan de cuenca, se ha procedido a incrementar la demanda correspondiente a Almería, de forma que incluya no solo la asociada al trasvase Tajo-Segura, que es la que contempla el Plan del Segura, sino toda la demanda existente, contemplada en el Plan del Sur, y susceptible de consideración por el Plan Hidrológico Nacional.

A estos efectos, las áreas de déficit identificadas en el Libro Blanco del Agua en España se corresponden con los tres sistemas definidos en el Plan Hidrológico del Sur como III-Sierra Nevada -que incluye el muy deficitario subsistema III-4 (Campo de Dalías) en su parte oriental-, IV-Sierra Gádor-Filabres, y V-Sierra Filabres-Estancias. Conforme a este Plan Hidrológico, los déficit totales actuales –sin incrementos de demanda- de estos tres sistemas se elevan a 288 hm³/año (138+75+75 respectivamente).

Este déficit total identificado en el Plan procede de sobreexplotación de acuíferos (120 hm³/año, de los que destacan Dalías con 82, Níjar con 19, Andarax con 12 y Bedar-Alcornia y Ballabona con 5), e infradotación de regadíos (168 hm³/año, distribuidos por todos los sistemas).

En su supuesto más exigente, que es el que se adopta en este Plan Nacional, el Plan del Sur prevé unas hipótesis de actuaciones internas de reequilibrio a medio plazo –hoy englobadas básicamente en el denominado Plan Almería- que podrían reducir tal cuantía hasta unos 155 hm³/año. Si se considera la transferencia externa del Negratín-Almanzora (50 hm³/año), el resto de 105 hm³/año es el que se propone introducir en este esquema como demanda global de Almería vinculada a su conexión hidráulica con el Segura a los efectos de la planificación hidrológica nacional. Ello requiere, como se ha dicho, desarrollar el supuesto más exigente de los previstos en el Plan del Sur, de forma que el déficit total actual de 288 hm³/año se resuelva internamente, con un aporte externo total para Almería (además del Negratín-Almanzora) de únicamente 105.

Nótese que, como se ha indicado, la aproximación adoptada no incluye en el sistema la demanda vinculada a la transferencia del Negratín, que se supone servida por su propio trasvase, y, a efectos computacionales, agrega todos los otros requerimientos de Almería (tanto en el área del Levante -río Almanzora- como en el Poniente) en una demanda única virtual conectada al embalse del Almanzora, y atendible, a través de la infraestructura de transporte de la cuenca del Segura, desde cualquiera de las fuentes externas de aportaciones que contempla este Plan Nacional.

Por otra parte, se han realizado algunas reasignaciones de las unidades de demanda básicas para componer las unidades agregadas que intervienen en el modelo, tal y como se muestra en la tabla de coeficientes de las agregaciones.

Cabe también indicar que aunque el Plan del Segura postula que los actuales recursos desalados de acuíferos no se consideren con carácter permanente y sostenible, y tengan

el carácter de un bombeo complementario movilizable únicamente en situaciones críticas -como de hecho ha sucedido en los últimos años-, con la misma consideración que los pozos de sequía, en este Plan Nacional se estima conveniente exigir a esta cuenca, a los efectos del cálculo de sus déficit de transferencias, un esfuerzo permanente de desalación futura similar al indicado en el Plan como existente. Solamente en las zonas litorales, donde el recurso extraído acabará siendo de origen enteramente marino por efectos de intrusión, es admisible suponer su no razonabilidad económica frente a otras posibles fuentes alternativas, por lo que se considera una opción puente sustituible a medio y largo plazo, como elemento de reserva y emergencia de suministro, y según determinen las condiciones económicas en el futuro. Igualmente sucede con las actuales previsiones de desalación de agua marina destinada a abastecimientos.

8.2.2.3. ESPACIOS NATURALES

Por último, la estimación preliminar de reserva de recursos necesarios para el sostenimiento de humedales, descrita en el correspondiente epígrafe del Plan, asciende a la cuantía bruta de unos 50 hm³/año, de los que 30 serían la fracción consuntiva.

Dado el carácter muy disperso de estos espacios, se supone a efectos de cálculo como una demanda agrupada virtual, topológicamente atendible desde los puntos de aporte, y con retornos locales no reincorporados al sistema.

8.2.2.4. SINTESIS DE DEMANDAS CONSIDERADAS

Con todo ello, en definitiva, la relación de las 22 unidades consideradas, la tabla de coeficientes de las agregaciones, y las demandas finalmente resultantes son las mostradas.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
17		1.00																						
18		1.00																						
20			1.00																					
21		1.00																						
22		0.55	0.45																					
32			1.00																					
34			1.00																					
46			0.15	0.50	0.35																			
48			0.15	0.50	0.35																			
52					0.90																			0.10
25																0.69								0.31
36																								1.00
51																								1.00
71					0.80																	0.20		
3																0.68		0.29						0.03
4																0.97								0.03
6																0.35								0.65
26						0.60																		0.40
37						0.32																		0.68
38										0.92														0.08
39										0.77														0.23
40						0.25					0.13													0.62
41											0.67													0.33
42																0.11								0.89
73											0.82											0.18		
43																0.30								0.70
44																0.42								0.58
45																0.96								0.04
53														0.81		0.19								

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
54														0.99		0.01								
74														1										
72														0.82									0.18	
55																0.88								0.12
56							0.28															0.22		0.50
61															0.84									0.16
63											0.02						0.81							0.18
64											0.17					0.50								0.34
65											0.08					0.67								0.25
66											0.14	0.32										0.55		
57																0.07								0.93
58								0.39	0.08							0.05								0.47
59								0.80	0.16															0.04
67																		0.83						0.17
68																		0.63						0.37
69																		0.39						0.61
70													0.66									0.34		
8																								1.00
13																								1.00
14																								1.00
15																								1.00
16																								1.00
27																								1.00
28																								1.00
29																								1.00
30																								1.00
31																								1.00
60																								1.00
1																			0.41					0.59
2																			0.51					0.49
5																			0.71					0.29
7																0.17			0.01					0.83
9																								1.00
10	1.00																							
12																								1.00

Tabla 65. Coeficientes de agregación de las demandas agrarias

Unidad	Denominación	Demanda
1	Hellin	23
2	Vega Alta antes de Ojós	52
3	Vegas alta(parcial), media y baja(parcial)	161
4	Vega Baja (parcial)	80
5	Vega Baja(parcial) y RLMD	78
6	Trasvase antes de Ojós	26
7	La Pedrera	14
8	Campo de Cartagena Oriental	102
9	Campo de Cartagena Occidental	20
10	Margen Izq. antes del partidor	34
11	Margen Der. antes de Algeciras	26
12	Guadalentín despues de Algeciras	17
13	Almería	15
14	RLMI	142
15	Lorca	46
16	Def. M.Izquierda	111
17	Def. Guadalentín	109
18	Def. Mazarrón-Aguilas	41
19	Def. Altiplano	34
20	Def. ZRT Vegas-Mula	49
21	Def. ZRT Guadalentín	35
22	Def. ZRT Alicante	19
-	Reg. propios autoabast. (no incl. en sistema)	436

Tabla 66. Unidades agrarias agregadas consideradas en el modelo

Sintetizando todo lo expuesto, la consideración conjunta de abastecimientos, regadíos y humedales da lugar al cuadro resumen total de demandas consuntivas siguiente.

Unidad	Tipo	Denominación	Dem.inic.	Otros	Demanda
1	Abast.	MCT-Sierra Espada	45		45
2	Abast.	MCT-Campotéjar	19		19
3	Abast.	MCT-Torrealta	59		59
4	Abast.	MCT-Pedreira	50		50
5	Abast.	MCT-Lorca	10		10
6	Abast.	Río Segura y varios	15		15
7	Reg.	Hellin	23	3 ⁽¹⁾	26
8	Reg.	Vega Alta antes de Ojós	52		52
9	Reg.	Vegas alta(parcial), media y baja(parcial)	161		161
10	Reg.	Vega Baja (parcial)	80		80
11	Reg.	Vega Baja(parcial) y RLMD	78		78
12	Reg.	Trasvase antes de Ojós	26		26
13	Reg.	La Pedreira	14		14
14	Reg.	Campo de Cartagena Oriental	102		102
15	Reg.	Campo de Cartagena Occidental	20		20
16	Reg.	Margen Izq. antes del partidior	34		34
17	Reg.	Margen Der. antes de Algeciras	26		26
18	Reg.	Guadalentín despues de Algeciras	17		17
19	Reg.	Almería	15	90 ⁽²⁾	105
20	Reg.	RLMI	142		142
21	Reg.	Lorca	46		46
22	Reg.	Def. M.Izquierda	111		111
23	Reg.	Def. Guadalentín	109		109
24	Reg.	Def. Mazarrón-Aguilas	41		41
25	Reg.	Def. Altiplano	34	6 ⁽¹⁾	40
26	Reg.	Def. ZRT Vegas-Mula	49		49
27	Reg.	Def. ZRT Guadalentín	35		35
28	Reg.	Def. ZRT Alicante	19		19
29	Z.Hum.	Conserv. humedales	30		30
TOTAL:			1462	99	1561

(1) Incremento debido a la incorporación a la unidad de las necesidades de abastecimiento

(2) Incremento debido a la consideración de todas las demandas externas de Almería

Tabla 67. Síntesis global de demandas consuntivas consideradas en el sistema

Resalta en estas cifras la importancia del déficit global del valle del Guadalentín, explicable si se observa que existe un total de unas 45.000 has, en gran medida precarias y eventuales, que requieren para su satisfacción del orden de 260 hm³/año, y que cuentan de hecho con unos 180, de los que 60 son no renovables. Asimismo es importante el déficit agregado de margen izquierda y otros, que corresponde fundamentalmente a la fuerte sobreexplotación de los acuíferos en la margen izquierda del Segura.

La modulación estacional de estas demandas es la misma que se estimó en el Plan, asimilando la mixta a regadíos, y que se ofrece en la tabla adjunta.

Mes	O	N	D	E	F	M	A	Y	J	L	A	S
Abast.	8	8	8	7	6	8	8	8	9	10	11	9
Reg.	4	4	3	3	6	8	10	11	12	14	14	11

Tabla 68. Distribución estacional de las demandas

En cuanto a niveles de garantía y prioridades de suministro, se adoptan los criterios estándares de la planificación nacional cifrados en déficit anuales acumulados de cuantías porcentuales [2,3,10] y [50,75,100] para abastecimientos y riegos respectivamente. Además de estos criterios de caracterización del fallo ordinario, el coeficiente de fallo absoluto (umbral de fallo) se fija en un 1'5 considerando el carácter dominante de los regadíos.

Nótese que con las demandas virtuales añadidas se agregan y resumen los déficits totales existentes en la cuenca, y satisfacerlas equivale a eliminar esos déficits y consolidar los regadíos que ahora los soportan, sin ninguna nueva transformación, lo que constituye estrictamente el principio general adoptado en este Plan Hidrológico Nacional.

8.2.3. REUTILIZACIÓN DE RETORNOS

Una vez definidas las demandas, cabe considerar sus retornos producidos, susceptibles de reintroducción en el sistema, como nuevas aportaciones que incrementan los recursos propios.

Considerando los retornos del abastecimiento urbano-industrial, se examinan los producidos por las demandas de abastecimientos principales, y que se incorporan al sistema hidráulico en condiciones de ser reutilizados. Como es lógico, y se indica en el Plan Hidrológico de cuenca, estos se concentran en las áreas de mayor densidad urbana, que son el valle del Segura y, en mucha menor medida, Cartagena y Lorca. Por ello, a efectos computacionales se concentraron todos los retornos de abastecimiento en un nodo que sustancialmente domina los riegos de este valle. La cuantía total del retorno aprovechable en la cuenca se cifró en el Plan en un total de 99 hm³/año (57+42), por lo que, asumiendo que un 60% de este total de la cuenca es utilizable en las Vegas por retornos directos, el retorno anual útil se evaluó en 60 hm³/año, es decir, del orden de un 30% del total de suministro para abastecimientos.

Ha de notarse que 99 hm³/año reutilizados supone del orden del 50% del total demandado para abastecimientos, incluyendo este total tanto las pérdidas como el agua no depurada, lo que constituye un valor muy elevado ya en la situación actual.

Estudios específicos realizados para los municipios costeros de la cuenca del Segura, en los que no hay usuarios potenciales aguas abajo y existe por tanto la posibilidad de disponer de un nuevo recurso neto, han mostrado tasas de reutilización actual (para riego de zonas próximas) del orden del 71% del total depurado (MOPTMA, 1995). Es difícil elevar estas tasas en el futuro, pero aún suponiendo que se aumentase la tasa de depuración y se alcanzase idealmente el 100% de reutilización, la cuantía volumétrica neta de estos nuevos recursos sería muy moderada.

A los actuales efectos del Plan Hidrológico Nacional, considerando no solo la franja costera sino toda la cuenca, y en la misma línea de rigor ya planteada, se considera exigible el mayor esfuerzo posible de reutilización de los retornos de abastecimiento, por lo que, a efectos del modelo, se propone incrementar en más de un 50% el retorno útil actual aprovechable en las Vegas, hasta alcanzar los 100 hm³/año, es decir, casi un 45% del total bruto demandado, lo que se traducirá, a efectos de cómputo, en coeficientes del 45% para todas las unidades de demanda urbana. Los nudos de incorporación elegidos son en cada caso los que se han estimado más idóneos desde el punto de vista topológico.

Aunque parezcan valores relativamente moderados, esta exigencia de cuantías de reutilización es ciertamente muy elevada, y sin parangón en ninguna otra cuenca peninsular, requiriendo que las pérdidas en redes sean reducidas, y la práctica totalidad de los retornos de las unidades de demanda urbana sean tratados, vuelvan al sistema, y sean de nuevo reutilizados por el mismo.

Por otra parte, dadas las singulares características del sistema de riegos de las vegas, con derivación, aplicación, drenaje, retorno y reusos sucesivos, se ha considerado también oportuno introducir expresamente este efecto en el modelo como otra forma análoga de reutilización del agua. Los posibles retornos de otras zonas de riego son inexistentes o despreciables (se riega con eficiencias muy altas, sin avenamientos), y no llegan a incorporarse al sistema.

En consecuencia, se considera a efectos de cómputo la introducción de un único retorno agregado globalmente significativo, que es el correspondiente al drenaje de las vegas media y baja, y que se introduce en el modelo como el 18% (30/161) de la unidad de demanda agregada de la Vega alta (p), media y baja(p).

8.2.4. CAUDALES MÍNIMOS

Siguiendo lo establecido en el Plan Hidrológico de la cuenca del Segura, y que se recoge por este Plan Nacional, los caudales mínimos circulantes en los distintos tramos fluviales son los mostrados en el cuadro adjunto.

TRAMO	Ap. reg. natural (hm ³ /año)	Caudal mín. (m ³ /s)	Caudal mín. (hm ³ /mes)
Fuensanta-Cenajo	282	0.90	2.3
Cenajo-Confl. Mundo	433	1.37	3.6
Talave-Camarillas	138	0.44	1.1
Camarillas-Confl. Segura	182	0.58	1.5
Ojós-Contraparada	-	3.00	7.9
Contraparada-San Antonio	-	4.00	10.4

Tabla 69. Caudales mínimos

Estos caudales se introducirán, siguiendo los criterios conceptuales propuestos en el Libro Blanco, como restricciones de funcionamiento al sistema global de explotación de recursos.

8.2.5. ELEMENTOS DE REGULACIÓN SUPERFICIAL

El cuadro resumen de volúmenes (hm³) de todos los embalses considerados en el Plan de cuenca, y que se adopta en este análisis, es el adjunto. Se consideran de forma expresa, por su singularidad, los volúmenes mínimos de la Pedrera y el Hondo, y se añade únicamente el embalse de Almanzora, ya que, tal y como se explicó, los requerimientos agregados de Almería se han incorporado explícitamente a este esquema.

Embalse	Volumen total	Volumen útil	Volumen mínimo	Resguardo propuesto	Volumen útil estac.	Periodo
Fuensanta	210	199		30	169	sep-nov
Cenajo	437	415		25	390	sep-nov
Talave	35	33		15	18	sep-nov
Camarillas	36	34		25	9	sep-nov
Alfonso XIII	22	21		10	11	sep-nov
Algeciras	50	47		10	37	sep-nov
La Pedrera	246	240	40		200	
Crevillente	13	12		1	11	sep-nov
El Hondo	16	14	10		4	todo el año
Vald-Puentes	47	37		25	12	sep-nov
Almanzora	160	140			140	

Tabla 70. Embalses considerados

En los horizontes de la planificación de la cuenca del Segura no se prevé la construcción de ninguna nueva presa de regulación que pueda afectar significativamente al sistema, con la única excepción del posible recrecimiento de Camarillas. Asimismo, cabe suponer que el área del Altiplano dispone de almacenamientos propios para admitir un régimen de llegadas a 8 meses, lo que puede simularse mediante un cierto embalse agregado ficticio para esta demanda.

En aras a optimizar desde el punto de vista técnico y económico la explotación de la cuenca, se permite la regulación de recursos en cualquier embalse del sistema, con independencia de la tipificación jurídica de los destinos del agua.

Este óptimo funcionamiento hidráulico conllevará su correspondiente imputación de costes mediante los adecuados cánones de regulación, cuyo análisis queda, obviamente, fuera del alcance de este Plan Nacional.

Agotada la regulación superficial de los recursos propios, quedaría por evaluar únicamente las posibilidades de nuevos bombeos de aguas subterráneas y de uso conjunto. Tal y como fué dilucidado en trabajos previos para la planificación hidrológica del Segura, no cabe esperar aumentos apreciables de regulación por el uso conjunto o posibles bombeos de aguas subterráneas en las áreas de cabecera, pues la situación de agotamiento de la cuenca tiene su origen en el extremo aprovechamiento de sus escasos recursos, y no en carencias significativas de infraestructuras o modos de explotación que pudieran incrementar sensiblemente la disponibilidad hídrica.

No obstante, y con objeto de revisar y acotar tal posibilidad en el marco de este Plan Hidrológico Nacional, se ha procedido a realizar una nueva investigación específica tal y como se describe en el siguiente epígrafe.

8.2.6. ELEMENTOS DE REGULACIÓN SUBTERRÁNEA Y USO CONJUNTO

En este epígrafe se procede a estudiar de forma simplificada y homogénea las posibilidades de incrementar las disponibilidades de recursos en la cuenca del Segura y en la zona de Almería mediante las aguas subterráneas, para lo que se ha realizado un estudio de los recursos subterráneos no utilizados en la actualidad. Tras ello, se contrastará este análisis con los resultados obtenidos en otros estudios disponibles.

Un análisis preliminar podría consistir en hallar las diferencias entre las recargas y bombeos a la escala global del área considerada. Sin embargo esta estimación sencilla no sería rigurosa, pues parte del aumento de disponibilidades debidas a los bombeos podría quedar embebida en las correspondientes a los embalses, dado que estos bombeos podrían disminuir las aportaciones entrantes a los embalses si se sitúan en acuíferos que drenan hacia ellos, y, en consecuencia, mermar considerablemente la cifra de regulación superficial. En teoría, otra parte sí que serviría para aumentar las disponibilidades ya que significaría mejorar la regulación del sistema mediante la utilización de los acuíferos que drenan a las cuencas vertientes a los embalses.

Sin embargo, puede admitirse en la práctica que la utilización de los acuíferos situados aguas arriba de los embalses no mejoraría significativamente las disponibilidades, tal y como se deduce al analizar los recursos naturales y disponibles en las subcuencas vertientes a dos de los principales embalses de la cuenca del Segura, controladores de las cabeceras del Segura y del río Mundo, y cuya ubicación, subcuencas, y datos básicos se muestran en la figura y tabla adjuntas.

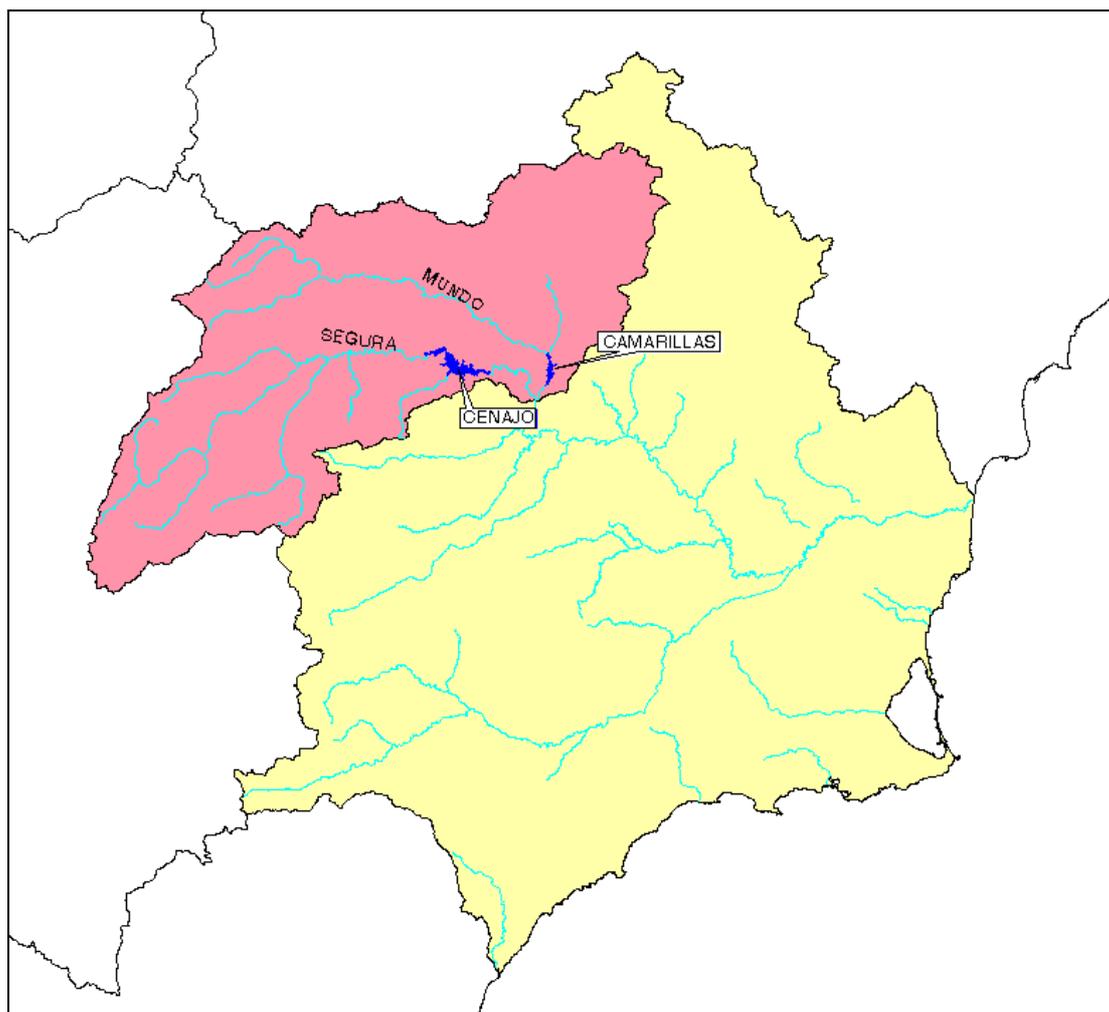


Figura 145. Cuencas vertientes a los embalses de Cenajo y Camarillas

Ámbito de planificación	Cuenca del río	Embalse	Rec. natural (hm ³ /año)	Rec. disponible (hm ³ /año)	Porcentaje de regulación
Segura	Segura	Cenajo	410	340	83
Segura	Mundo	Camarillas	170	150	88

Tabla 71. Porcentajes de regulación en las cuencas vertientes a dos de los principales embalses de la cuenca del Segura

Según estas cifras las cuencas vertientes a esos embalses se encuentran ya muy reguladas, con porcentajes teóricos de regulación aislada próximos al 90%. Los datos reflejados en la tabla anterior han sido obtenidos mediante los modelos de simulación de aportaciones naturales y de optimización de los sistemas de explotación de recursos utilizados en el Libro Blanco del Agua en España, y con los cuales ya se estimaron las cifras globales para cada uno de los ámbitos de planificación. El recurso disponible se ha estimado bajo el supuesto de una distribución de demanda variable con el criterio

de garantía utilizado en el LBAE de déficit anuales acumulados del 50, 75 y 100% de la demanda anual para 1, 2 y 10 años, respectivamente. El hecho de que no se hayan producido más que muy excepcionalmente vertidos no deseados (y sólo en el río Mundo), confirma la extrema regulación de estas cabeceras. Si además se tiene en cuenta que la superficie indicada produce cerca del 70% de todos los recursos naturales de la cuenca, puede intuirse ya que no cabe esperar resultados espectaculares de mejora de la regulación por el uso conjunto.

En cualquier caso, procede continuar el análisis centrando la atención en los acuíferos más significativos localizados aguas abajo de los principales embalses de regulación, tal y como se muestra en la siguiente figura.

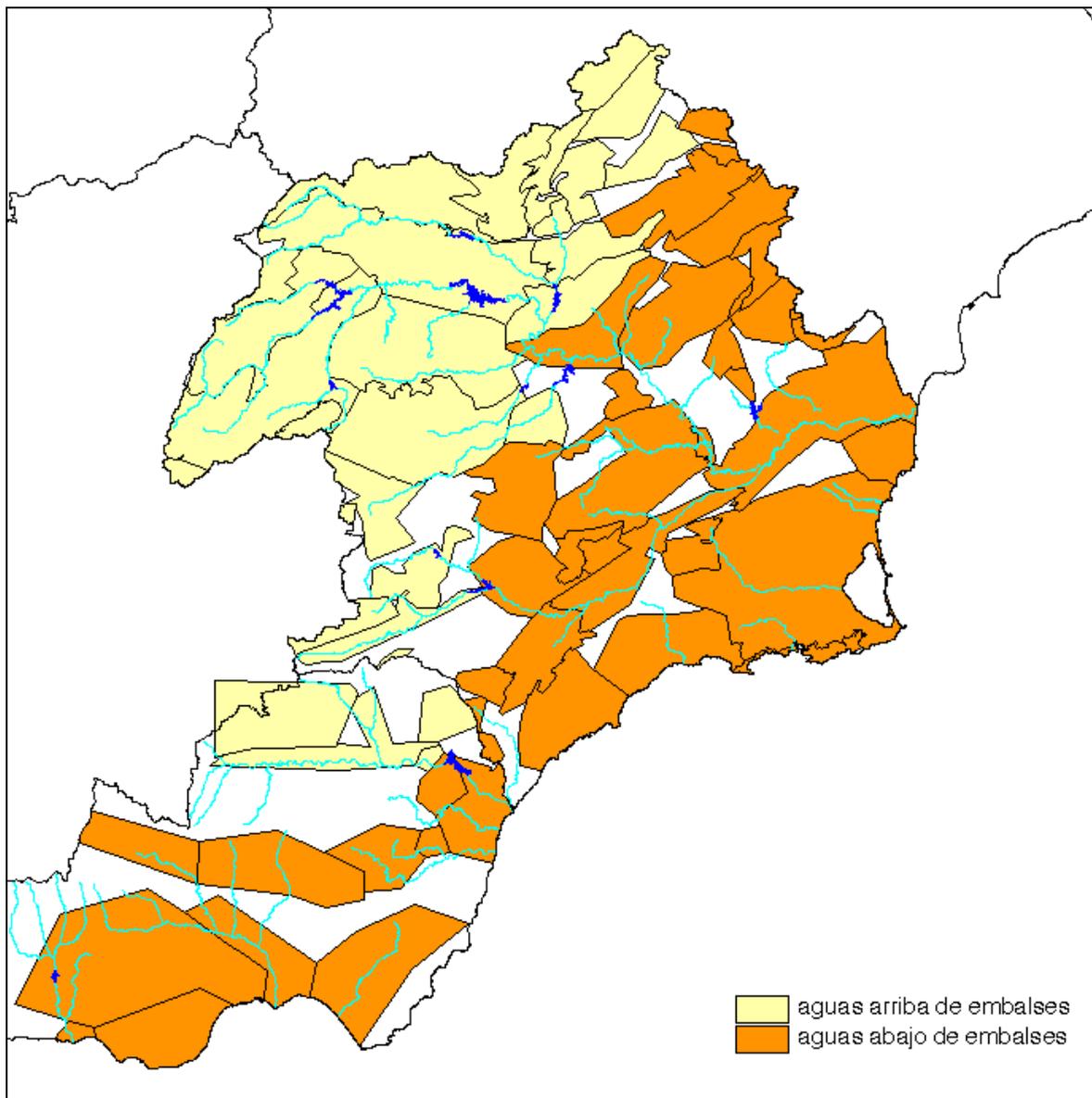


Figura 146. Selección de unidades hidrogeológicas en las cuencas del Segura y Almería

Se han considerado dos hipótesis, las derivadas de asumir, o no, que parte de las extracciones de las aguas subterráneas se utilizan para reducir los problemas de sobreexplotación. En la primera hipótesis el recurso que todavía podría utilizarse sería como máximo igual al sumatorio de la diferencia entre las recargas y bombeos de todas las unidades hidrogeológicas consideradas. En la segunda hipótesis el recurso sería mayor al no considerar que las posibles extracciones adicionales pueden servir para atender en parte la sobreexplotación existente. En este caso el recurso todavía utilizable se ha obtenido como el sumatorio de la diferencia entre las recargas y bombeos en aquellas unidades donde los bombeos son inferiores a las recargas.

Estos recursos potenciales adicionales deben entenderse como un límite superior que sirve para acotar las máximas posibilidades de extracción de agua de los acuíferos en la cuenca del Segura y Almería.

En la tabla adjunta, de elaboración propia a partir de información contenida en los Planes Hidrológicos de cuenca, se muestra una estimación de los incrementos potenciales de los bombeos en las unidades hidrogeológicas consideradas, observándose que los incrementos máximos absolutos en la cuenca del Segura y en la zona de Almería son prácticamente despreciables en las dos hipótesis adoptadas, y negativos si se considera la sobreexplotación y el posible reequilibrio interno.

Área de estudio	Infiltración por lluvia y cauces. (hm ³ /año).	Infiltración por excedentes de riego (hm ³ /año)	Recarga (hm ³ /año)	Transferencias (hm ³ /año)	Bombeo actual (hm ³ /año)	Incremento potencial teórico de bombeo (considerando la sobreexplotac.).	Incremento potencial teórico de bombeo (sin considerar la sobreexplotac.)
Segura	198	67	265	5	400	-130	86
Almería	83	27	110	10	181	-61	17

Tabla 72. Incrementos máximos en la explotación de las aguas subterráneas

Todas las cifras globales mencionadas en párrafos anteriores proceden de integrar los recursos adicionales estimados en las unidades hidrogeológicas. Conviene también analizar como se distribuyen esos recursos potenciales a través de las cuencas. Para ello, en la figura adjunta se muestran las cifras de infiltración debida a lluvia y cauces y los bombeos. También se ha representado la cifra de la diferencia entre las transferencias subterráneas que entran y salen de una determinada unidad hidrogeológica.

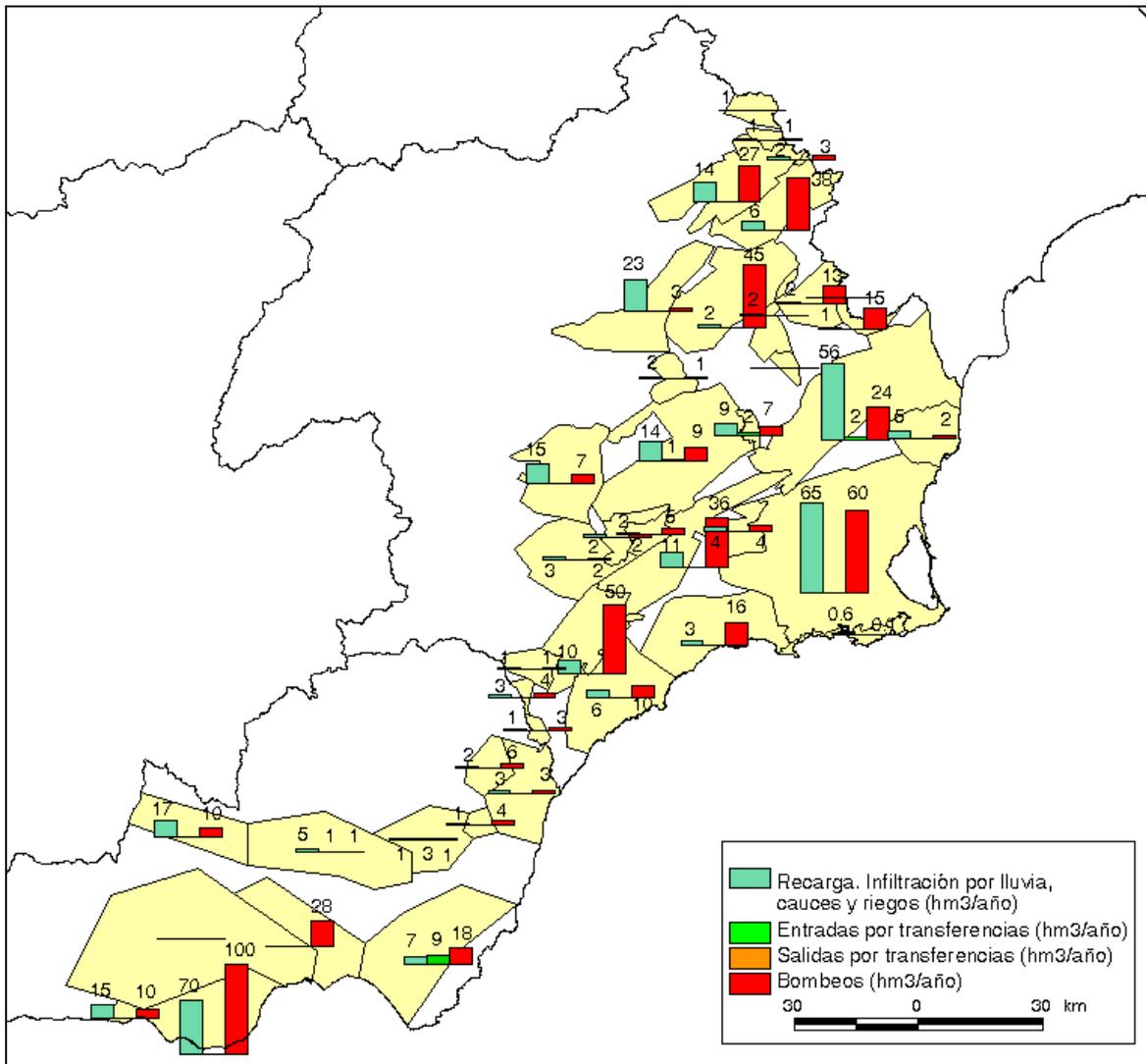


Figura 147. Recargas y bombeos en las unidades hidrogeológicas estudiadas de la cuenca del Segura y Almería

A partir de los datos anteriores se han obtenido las diferencias (hm³/año) entre la suma de las recargas más las transferencias, y los bombeos, en las diferentes unidades hidrogeológicas consideradas, tal y como se muestra en la siguiente figura.

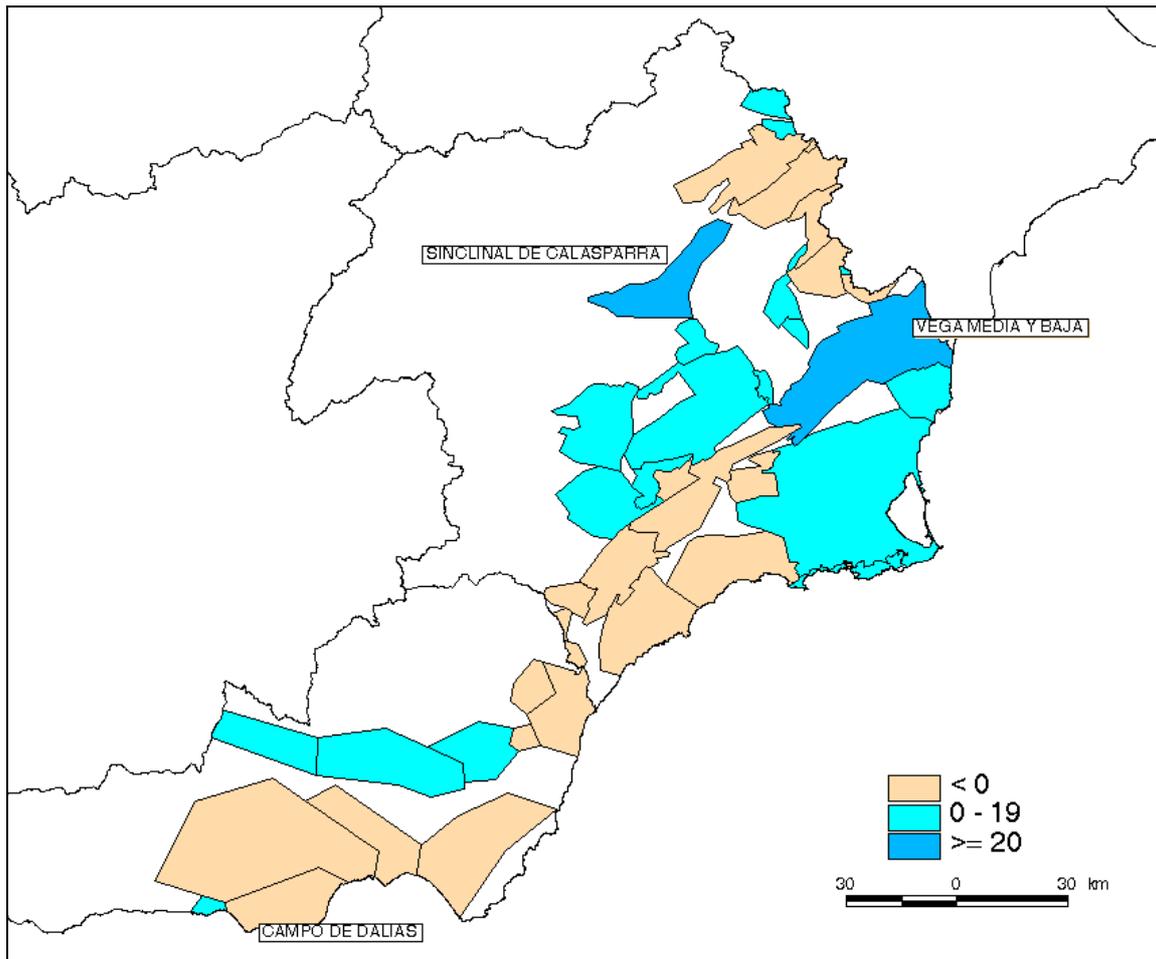


Figura 148. Diferencia entre recargas más transferencias y bombeos en las unidades hidrogeológicas estudiadas de la cuenca del Segura y de Almería

El análisis de las figuras anteriores muestra que en la cuenca del Segura y en la zona de Almería prácticamente no existen recursos subterráneos adicionales a los actuales. Únicamente en los acuíferos de la Vega Media y Baja del Segura podrían captarse teóricamente algunos recursos en torno a los 30 hm³/año, y en el Sinclinal de Calasparra unos 20 hm³/año. La captación de las Vegas viene planteándose de forma regular en situaciones de sequía, aunque, por lo general, y salvo sectores muy aislados, la elevada salinidad del agua la hace inservible para el regadío. El Sinclinal de Calasparra es también objeto, desde hace años, de aprovechamiento temporal mediante pozos de sequía, y no se considera adecuado incrementar su utilización. Más adelante se observará este modelo de funcionamiento contemplando la evolución piezométrica.

Existen algunos otros pocos acuíferos donde la diferencia entre recargas y bombeos es positiva, aunque sólo alcanza valores muy reducidos, de unos pocos hm³/año, y cuya regulación puede generar agotamiento de manantiales y efectos ambientales adversos, sin perjuicio de las dificultades sociales y administrativas que conllevaría esta nueva

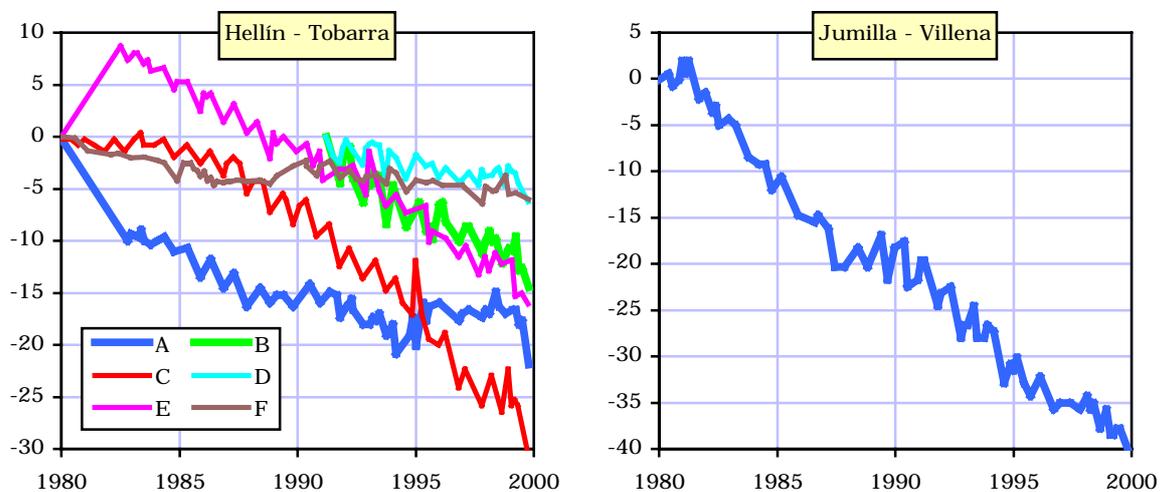
regulación, y que la hacen indeseable e inviable en la práctica. Es el caso de los acuíferos de la margen derecha, asociados a los ríos Argos, Quípar, Mula y Pliego.

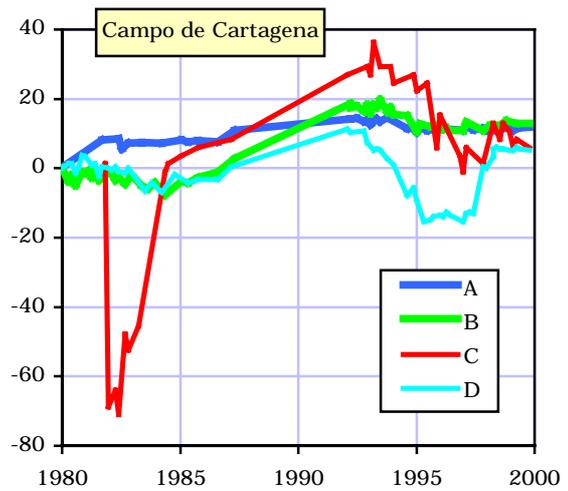
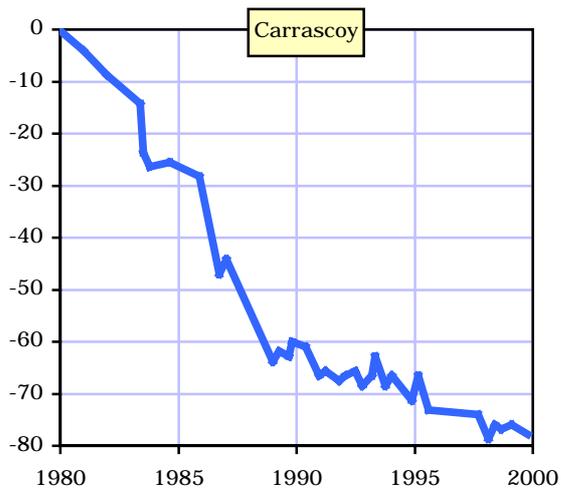
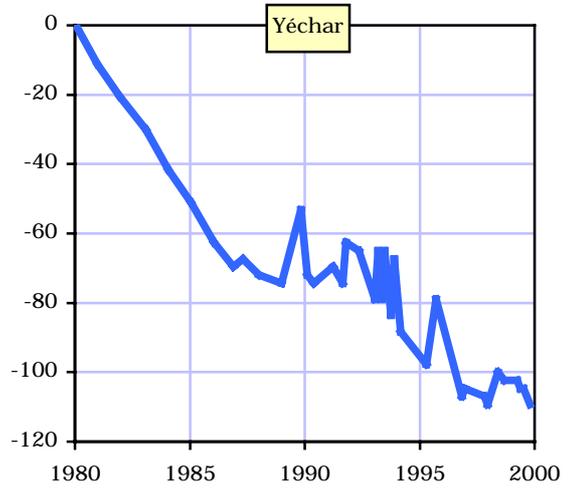
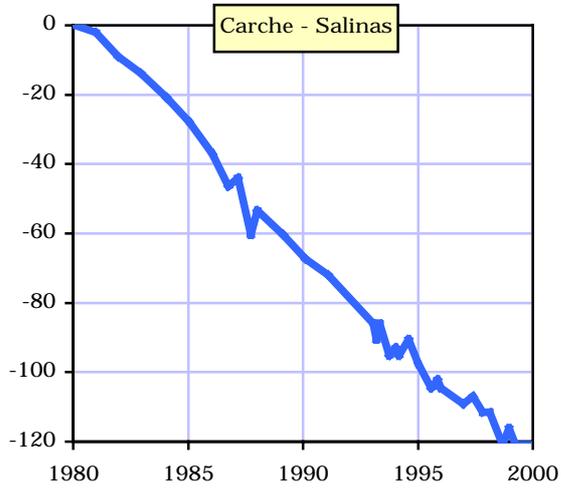
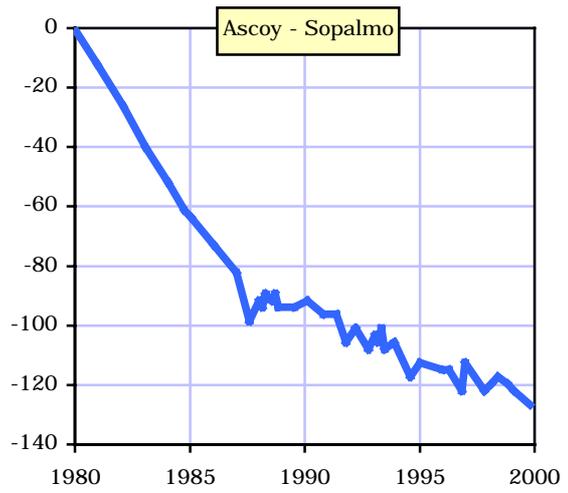
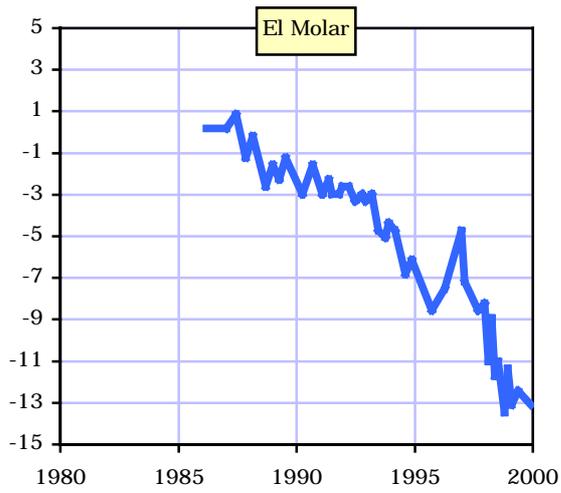
La integración de los recursos subterráneos y superficiales en esquemas de aprovechamiento mixto es, pues, una realidad fáctica en amplias zonas de las cuencas del Segura y en la zona de Almería, aunque no siempre obedeciendo a una optimizada programación conjunta. Puede afirmarse que una mayor implantación de estos esquemas no constituye una alternativa con impacto significativo en el incremento de las disponibilidades, dada la situación de uso intensivo, sobreexplotación y déficit generalizado existente.

Recientes trabajos de mayor detalle confirman estos resultados, concluyendo que esta posibilidad de incremento sería prácticamente nula en el caso del Segura, y escasa en la zona de Almería (MIMAM, 1998), donde se podrían extender los esquemas actuales a los acuíferos de Adra-Campo de Dalías y Andarax-Almería.

Otros estudios recientes (MOPTMA, 1995) orientados específicamente a investigar esta posibilidad de uso de las aguas subterráneas, han analizado las unidades hidrogeológicas considerando que los excedentes actuales sean o no utilizados, que se trate de unidades costeras, o que existan valores ecológicos de deseable conservación relacionados con la unidad. La conclusión para el Segura es que no cabe proponer ningún incremento de explotación por bombeo en ninguna unidad de la cuenca, y cabe, por el contrario, proponer una reducción de 282 hm³/año sobre las actuales extracciones, concentrada en el valle del Guadalentín, el Campo de Cartagena y los acuíferos de la margen izquierda.

Una muy expresiva visualización de esta situación es la proporcionada por las figuras adjuntas, en las que se muestra la evolución piezométrica media, en los últimos 20 años, de diferentes unidades hidrogeológicas de la cuenca (ITGE, 1999), para lo que se ha tomado como origen (ordenada 0) el nivel existente en 1980. Su inspección nos permitirá, además, ilustrar las tipologías básicas de funcionamiento de los acuíferos de la cuenca, lo que resulta relevante a los efectos de las posibles transferencias previstas en este Plan Hidrológico Nacional.





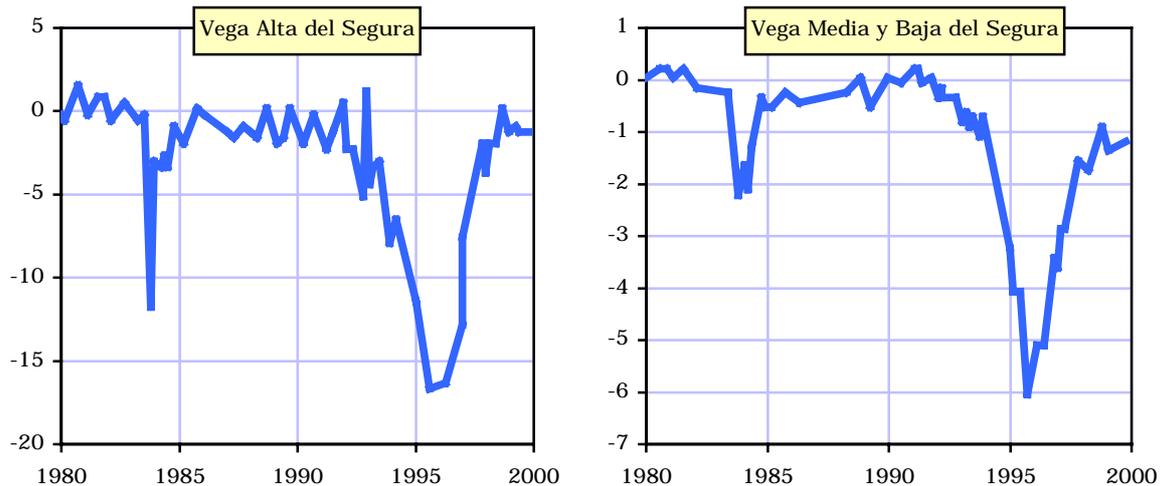


Figura 149. Evolución de niveles piezométricos medios en algunos acuíferos de la cuenca

Como se observa examinando las figuras, cabe distinguir tres situaciones representativas de la evolución de los acuíferos de la cuenca. Además de los importantes acuíferos de cabecera que, como se vió, drenan a los embalses y están, en consecuencia, plenamente regulados, existe un importante conjunto de unidades que viene presentando un continuo e ininterrumpido descenso de niveles, condicionante de la importante sobreexplotación y degradación de la calidad de las aguas subterráneas de la cuenca. Junto a ello, existen situaciones, como la del Campo de Cartagena, en las que el aporte de recursos procedentes del trasvase Tajo-Segura dio lugar –en la década de los 80 y hasta comienzos de los 90- a una importante recarga que elevó los niveles de forma casi generalizada. Tras ello, y una vez alcanzado el nuevo equilibrio, se observan descensos coincidentes con la sequía de mediados de los 90, y una situación actual relativamente equilibrada, con descensos moderados salvo algún sector específico claramente sobreexplotado. Por último, existen algunos acuíferos, como los de las Vegas del Segura, que pueden utilizarse como elementos de reserva en épocas de sequía. Como puede verse, sus niveles experimentan un descenso en 1983 al que sigue una recuperación, y otro descenso muy importante en el periodo 93-96, indicativo de la fuerte sequía de mediados de los 90. Se observa que la situación ha vuelto a recuperarse sensiblemente tras el vaciado de socorro, y este mecanismo de los pozos de reserva ha funcionado satisfactoriamente, no procediendo incrementar permanentemente las extracciones de estas unidades.

No existen, en consecuencia, acuíferos en situación de equilibrio que permitan movilizar de forma permanente nuevas aguas subterráneas hoy no empleadas directa o indirectamente en los distintos usos existentes. Las únicas posibilidades se ciñen a los acuíferos de cabecera y del noroeste, ya regulados de forma indirecta, y, como se apuntó, con previsibles efectos ambientales adversos sobre sus surgencias naturales. A este respecto es oportuno recordar los conceptos introducidos en la Directiva Marco de Aguas sobre disponibilidad de recursos subterráneos, cuya consideración anularía las posibilidades efectivas de nuevas movilizaciones en el área.

En definitiva, todo lo expuesto conduce a afirmar, sin margen de error, que no procede generar nuevas disponibilidades hídricas en la cuenca del Segura mediante el

incremento de la explotación de aguas subterráneas o el uso conjunto. Muy al contrario, alcanzar niveles de sostenibilidad en el aprovechamiento requiere disminuir sensiblemente la actual tasa de bombeos en la cuenca, habiéndose incluso llegado a proponer la necesidad de aportes externos específicos para reponer el daño ambiental debido al vaciado de reservas acuíferas.

En consecuencia, no cabe considerar explícitamente en el esquema elementos de uso conjunto, salvo acaso en unidades singulares del área de Almería. Dado que las actuaciones de mejora, aprovechamiento conjunto y gestión óptima de esta zona quedan, como se dijo, embebidas a efectos de cómputo en un requerimiento externo de menor cuantía, el posible mayor uso conjunto en el área ya ha sido considerado de forma implícita en la especificación de las demandas del modelo. Las posibilidades de extracción temporal complementaria en unidades como las Vegas del Segura o el Sinclinal de Calasparra se consideran en el análisis mediante el mecanismo de los socorros del sistema de explotación.

8.2.7. CONDUCCIONES

Tras examinar las posibilidades y elementos de regulación, el cuadro resumen de conducciones básicas consideradas en el Plan de cuenca, y que se adopta en este estudio, es el adjunto. Por analogía con los criterios adoptados en los otros análisis de este Plan Nacional, no se impone ninguna limitación de servicio estacional, y a las conducciones propias previstas en el Plan de cuenca se añaden ahora las vinculadas más específicamente al Plan Nacional, que son las correspondientes a la posible transferencia desde el Júcar al bajo Segura, al túnel Talave-Cenajo, al Canal Alto de la Margen Derecha, a la conexión costera del litoral y el Almanzora, y a las dos posibles conexiones para atender la zona del Altiplano. Todas éstas no existen actualmente, por lo que no se les impone a priori ninguna capacidad, y quedan a expensas de los resultados del análisis.

CONDUCCIÓN	Q _{max} (m ³ /s)	Q _{max} (hm ³ /mes)
C.P.M.D. hasta Algeciras	10	26
Toma de la presa de Algeciras	6	15
Retorno de la presa de Algeciras	6	15
C.P.M.D. tramo Algeciras-Lorca	10	26
C.P.M.D. tramo Lorca-Almería	7	18
C.P.M.I. hasta el partididor	27	70
C.M.I. tramo partididor-sifón de Orihuela	27	70
C.M.I. tramo sifón-Pedrerera	27	70
C.M.I. tramo Pedrerera-C. De Cartagena	20	52
Impulsión de Fuente Alamo	4,6	12
Derivación Sifón-Vega Baja	4	10
Canal de retorno de la Pedrerera	30	78
Toma Segura-embalses del Hondo	7	18
Canal Hondo-Riegos de Levante	7	18
C.M.I. tramo partididor-Crevillente	14	36
Canal Crevillente-Riegos de Levante	10	26

Tabla 73 . Conducciones consideradas

Este sistema es el que se somete a optimización de la gestión y análisis de la regulación general, con los resultados que seguidamente se exponen.

8.4. ANÁLISIS DEL SISTEMA Y RESULTADOS OBTENIDOS

8.4.1. ANÁLISIS BÁSICOS

Comenzando por el análisis de la situación actual, sin nuevas conducciones ni elementos de regulación, la tabla de doble entrada adjunta muestra el número de demandas del sistema que presentan fallos ordinarios, en función del aporte externo que se reciba por las dos posibles entradas consideradas (desde el ATS o desde el ámbito del Júcar, procedente del Vinalopó-Villena). Este aporte externo se supone en principio a caudal continuo durante todo el año por ambas entradas.

		Aporte Acueducto Tajo-Segura (hm ³ /año)														
		400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100
Aporte Júcar-Segura (hm ³ /año)	0	29	29	29	29	29	29	28	28	28	26	22	15	8	6	6
	50	29	29	29	29	29	28	28	28	26	22	15	8	6	6	6
	100	29	29	29	29	28	28	28	26	22	15	8	6	6	6	6
	150	29	29	29	28	28	28	26	22	15	8	6	6	6	6	6
	200	29	29	28	28	28	26	22	15	8	6	6	6	6	6	6
	250	28	28	28	28	26	22	14	8	6	6	6	6	6	6	6
	300	28	28	28	25	23	15	8	6	6	6	6	6	6	6	6
	350	26	26	26	22	14	8	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	400	20	20	18	18	8	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	450	18	18	18	17	8	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	500	18	18	18	18	8	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	550	18	18	18	17	8	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	600	18	18	18	17	8	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
	650	18	18	18	17	8	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
700	18	18	18	17	8	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	

Tabla 74. Fallos del sistema en situación actual

Como puede verse, sea cual sea la cuantía de los aportes externos, y aunque se aumente indefinidamente, siempre hay 6 unidades de demanda que presentan fallos de suministro de forma permanente. Ello revela, evidentemente, un problema estructural de imposibilidad de atención de demandas no por falta de recursos, sino por incapacidad de las infraestructuras del sistema.

Examinando cuales son las demandas que fallan, y dejando a salvo la necesaria nueva conducción al Altiplano, se observa que son las correspondientes a los riegos del Guadalentín trasvase y déficit de sobreexplotación y zonas regables del trasvase en el Guadalentín, el regadío de Lorca, el regadío de Mazarrón y Águilas, el regadío de Almería, y el abastecimiento de Lorca. En definitiva, todas las demandas vinculadas al valle del Guadalentín-Litoral-Almería, y que requieren para su atención del flujo de caudales por el Canal de la Margen Derecha del Postravase Tajo-Segura.

Inspeccionando el funcionamiento de esta conducción, se comprueba que el tramo desde Ojós a Algeciras se mantiene lleno, a plena capacidad, de forma continua, todos los meses de todos los años simulados, lo que revela claramente el origen del estrangulamiento producido. La llegada a Algeciras es, también, prácticamente continua, tal y como puede verse en la figura adjunta.

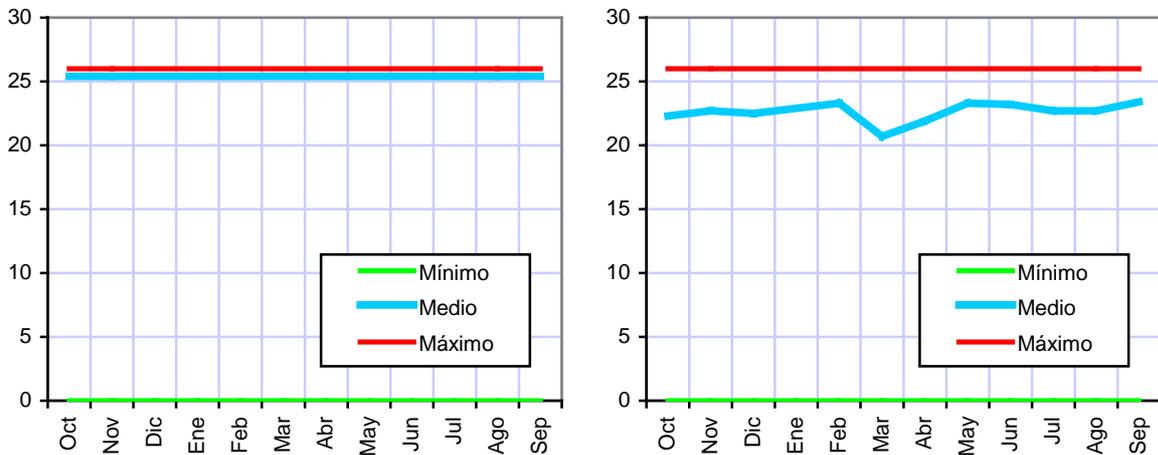


Figura 151. Circulación en las conducciones del Canal Principal M.D. (hm³/mes)

El embalse de Algeciras debe modular este régimen continuo llenándose en otoño e invierno –con carrera intraanual próxima a los 25 hm³- y distribuir los recursos de forma que se aportan en estos meses a Almería, donde son de nuevo remodulados por el embalse de Almanzora para la satisfacción de sus demandas, máximas en verano.

Las figuras adjuntas muestran sintéticamente tal patrón intraanual de comportamiento.

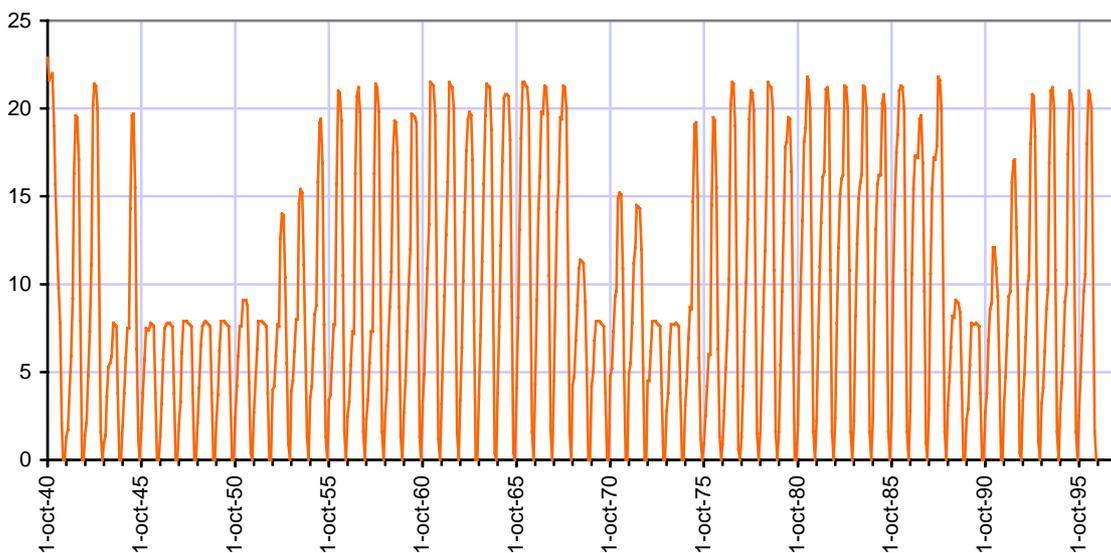


Figura 152. Serie de existencias mensuales embalsadas en Algeciras (hm³)

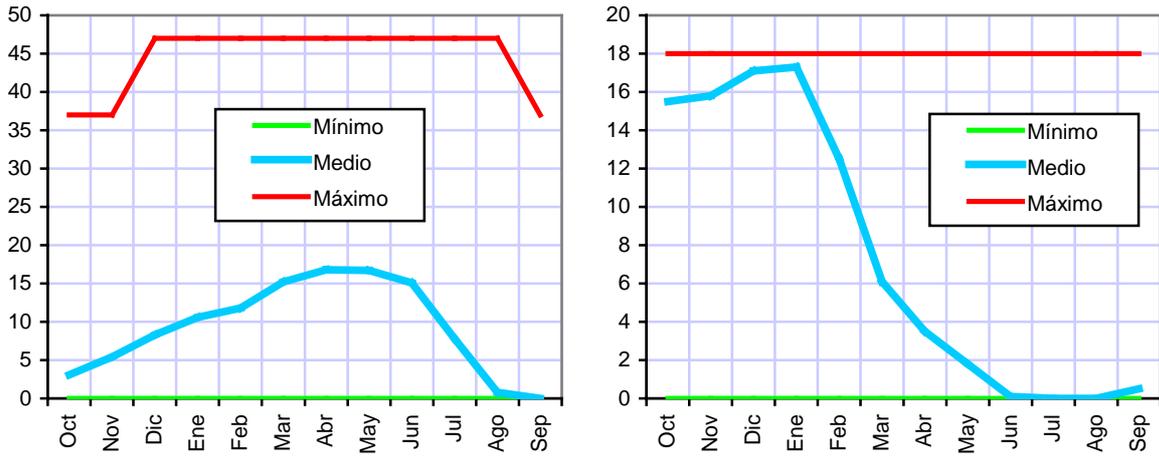


Figura 153. Régimen medio de Algeciras y circulación a Almería (hm³/mes)

Analizando la topología del esquema hidráulico se observa que este problema estructural puede ser resuelto de tres formas distintas.

Una primera, obvia, consiste en el *recrecimiento del canal de la margen derecha*. La tabla adjunta muestra, para esta nueva situación de infraestructura, el número de demandas del sistema que presentan fallos ordinarios, en función, como antes, del aporte externo que se reciba por las dos posibles entradas.

		Aporte Acueducto Tajo-Segura (hm ³ /año)														
		400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100
Aporte Júcar-Segura (hm ³ /año)	0	29	29	29	29	29	29	28	28	28	27	23	14	10	0	0
	50	29	29	29	29	29	28	28	28	27	23	15	9	0	0	0
	100	29	29	29	29	28	28	28	27	23	14	9	0	0	0	0
	150	29	29	29	28	28	28	27	23	15	10	0	0	0	0	0
	200	29	29	28	28	28	27	23	15	10	0	0	0	0	0	0
	250	28	28	28	28	27	23	16	10	0	0	0	0	0	0	0
	300	28	28	28	27	23	16	10	0	0	0	0	0	0	0	0
	350	26	26	26	23	17	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	400	20	20	20	15	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	450	18	18	18	17	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	500	18	18	18	17	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	550	18	18	18	17	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	600	18	18	18	17	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	650	18	18	18	17	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	700	18	18	18	17	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 75. Fallos del sistema con CPMD recrecido

Como se observa, si el aporte por el ATS no alcanza los 650 hm³/año, se producirán fallos del sistema sea cual sea la cuantía del aporte por el Vinalopó, observándose un funcionamiento correcto si, cumplido este requisito mínimo del ATS, la suma de ambos aportes alcanza los 1050 hm³/año. Este funcionamiento correcto supone dar satisfacción a las demandas propias reales existentes, sin ampliación de regadíos,

eliminar la sobreexplotación de acuíferos, y cumplir los requerimientos básicos de naturaleza medioambiental previstos en el Plan.

Es interesante, asimismo, examinar las salidas del sistema al mar, para cada uno de los supuestos de aportes externos considerados. Las cuantías medias anuales, en hm³, son las ofrecidas en la tabla.

		Aporte Acueducto Tajo-Segura (hm ³ /año)														
		400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100
Aporte Júcar-Segura (hm ³ /año)	0	25	25	26	26	27	28	29	30	32	34	35	37	39	49	72
	50	25	26	26	27	28	29	30	32	34	35	37	39	49	72	106
	100	26	26	27	28	29	30	32	34	35	37	39	49	72	106	147
	150	26	27	28	29	30	32	34	35	37	39	49	72	106	146	190
	200	27	28	29	30	32	34	35	37	39	49	72	106	146	190	236
	250	28	29	30	32	34	35	37	39	49	72	106	147	190	236	285
	300	29	30	32	34	35	37	39	49	71	106	146	190	236	285	334
	350	30	32	34	35	37	40	49	72	106	146	190	236	285	334	383
	400	32	34	35	37	41	49	73	107	148	190	236	285	334	383	432
	450	38	42	45	48	56	79	110	151	193	237	285	334	383	432	481
	500	86	90	94	97	105	128	159	199	241	286	334	383	432	481	530
	550	135	139	143	146	154	177	208	248	290	335	383	432	481	530	580
	600	184	188	192	195	203	226	256	297	339	384	432	481	530	580	629
	650	233	238	241	244	252	275	305	345	388	433	482	531	580	629	679
	700	283	287	290	293	302	324	354	394	437	483	531	580	630	679	729

Tabla 76. Salidas del sistema al mar con CPMD recrecido

Puede verse que, en el entorno de las cuantías mínimas de no fallo, las salidas del sistema son del orden de los 50 hm³/año, lo que revela dos cosas importantes: un extremo aprovechamiento de los recursos disponibles (salidas del orden del 3% de las aportaciones totales del sistema), y la no necesidad, en principio, de establecer nuevas regulaciones complementarias a las ya existentes, o mejoras en la modulación estacional de las llegadas. Este resultado básico ha de ser prudentemente matizado teniendo en cuenta las condiciones ideales de flujo que se suponen en el modelo, y la dificultad para llevarlas a la práctica en la realidad cotidiana de la explotación de la cuenca. Es por ello que puede resultar conveniente alguna actuación en tal sentido, pero, como se observa, básicamente desde el punto de vista de mejora de la facilidad de explotación más que de incremento de la regulación en sentido estricto.

Una segunda solución al problema planteado consistiría en la construcción del *enlace Talave-Cenajo-Canal Alto de la Margen Derecha*, hasta llegar al embalse de Algeciras, donde enlazaría con el CPMD, en su caso recrecido desde ese punto. La activación de esta conducción da lugar a los resultados ofrecidos en la tabla.

		Aporte Acueducto Tajo-Segura (hm ³ /año)														
		400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100
Aporte Júcar-Segura (hm ³ /año)	0	29	29	29	29	29	29	28	28	28	27	23	18	11	0	0
	50	29	29	29	29	29	28	28	28	27	23	19	11	0	0	0
	100	29	29	29	29	28	28	28	27	23	19	11	0	0	0	0
	150	29	29	29	28	28	28	27	23	16	11	0	0	0	0	0
	200	29	29	28	28	28	27	23	17	11	0	0	0	0	0	0
	250	28	28	28	28	27	23	16	10	0	0	0	0	0	0	0
	300	28	28	28	27	23	16	11	0	0	0	0	0	0	0	0
	350	26	26	26	23	17	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	400	20	20	20	16	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	450	18	18	18	17	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	500	18	18	18	17	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	550	18	18	18	17	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	600	18	18	18	17	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	650	18	18	18	17	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
700	18	18	18	17	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Tabla 77. Fallos del sistema con Talave-Cenajo-CAMD

Como se observa, estos resultados son similares a los obtenidos en el caso anterior, lo que era de prever teniendo en cuenta que, en ambos casos, los puntos de suministro y destino son virtualmente los mismos, variando únicamente el trazado recorrido. Entre ambas opciones existe, obviamente, una diferencia de costes y afecciones ambientales que se analiza en los correspondientes Anejos, pero son análogas desde el punto de vista funcional de la regulación del sistema.

Como antes, las salidas medias anuales del sistema son las mostradas en la tabla.

		Aporte Acueducto Tajo-Segura (hm ³ /año)														
		400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100
Aporte Júcar-Segura (hm ³ /año)	0	25	25	25	26	27	28	29	30	32	33	35	37	39	48	71
	50	25	25	26	27	28	29	30	32	33	35	37	39	48	71	104
	100	25	26	27	28	29	30	32	33	35	37	39	48	71	104	144
	150	26	27	28	29	30	32	33	35	37	39	48	71	104	144	187
	200	27	28	29	30	32	33	35	37	39	48	71	104	144	187	233
	250	28	29	30	32	33	35	37	39	48	71	104	144	187	233	282
	300	29	30	32	33	35	37	39	48	70	104	144	187	233	282	331
	350	30	32	33	35	37	40	48	70	104	144	187	233	282	331	380
	400	32	33	35	37	40	49	72	105	146	188	234	282	331	380	429
	450	38	42	45	48	56	79	110	149	191	235	283	331	380	429	478
	500	86	90	94	97	105	127	158	198	239	284	331	380	429	478	527
	550	135	139	143	146	154	176	207	246	288	332	380	429	478	527	577
	600	184	188	192	195	202	225	254	295	336	381	429	478	527	577	626
	650	233	237	241	244	251	273	303	343	385	430	479	527	577	626	676
700	283	287	290	293	301	322	352	392	434	480	528	577	627	676	726	

Tabla 78. Salidas del sistema al mar, con Talave-Cenajo-CPMD

Puede verse que, en el entorno de las cuantías mínimas de no fallo, las salidas del sistema son análogas a las del supuesto anterior -del orden de los 50 hm³/año- por lo que puede considerarse también igual desde este punto de vista.

Por último, una tercera solución al problema planteado consiste en desarrollar la *circulación por la línea costera*, en un trazado de nueva concepción que arrancaría en el punto de aporte desde el Vinalopó, siguiendo el canal de la Margen Izquierda hasta La Pedrera, y continuando por el canal del Campo de Cartagena, desde el que se enlazaría –mediante nueva conducción– con la zona litoral de Mazarrón-Águilas, y prolongándose hasta el Almanzora.

Desde el punto de vista de los fallos de garantía, los resultados de esta alternativa son los mostrados en la tabla.

		Aporte Acueducto Tajo-Segura (hm ³ /año)														
		400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100
Aporte Júcar-Segura (hm ³ /año)	0	29	29	29	29	29	28	28	28	28	25	21	11	8	1	1
	50	29	29	29	29	29	28	28	28	27	23	18	11	0	0	0
	100	29	29	29	29	28	28	28	27	23	19	11	0	0	0	0
	150	29	29	29	28	28	28	27	23	18	11	0	0	0	0	0
	200	29	29	28	28	28	27	23	18	11	0	0	0	0	0	0
	250	29	28	28	28	27	23	18	11	0	0	0	0	0	0	0
	300	28	28	28	27	23	15	10	0	0	0	0	0	0	0	0
	350	28	28	27	23	16	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	400	28	27	23	16	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	450	26	25	17	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	500	20	19	11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	550	15	15	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	600	15	15	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	650	15	15	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	700	15	15	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 79. Fallos del sistema con circulación costera

Como puede verse, estos resultados son ligeramente diferentes a los anteriores. Aunque la suma mínima de ambos aportes externos vuelve a ser de 1050 hm³/año, el umbral de aporte por el ATS se reduce ahora a 550 hm³/año, en lugar de los 650 de antes.

Las salidas medias anuales del sistema son las mostradas en la tabla.

		Aporte Acueducto Tajo-Segura (hm ³ /año)														
		400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100
Aporte Júcar-Segura (hm ³ /año)	0	25	26	26	27	28	29	30	32	33	35	37	39	46	67	99
	50	25	26	26	27	28	29	30	32	34	35	37	39	50	73	107
	100	26	26	27	28	29	30	32	34	35	37	39	50	72	106	147
	150	26	27	28	29	30	32	34	35	37	39	49	72	106	147	190
	200	27	28	29	30	32	34	35	37	39	49	72	106	147	190	236
	250	28	29	30	32	34	35	37	39	49	72	106	147	190	236	285
	300	29	30	32	34	35	37	39	49	72	106	147	190	236	285	334
	350	30	32	34	35	37	39	49	72	106	147	190	236	285	333	382
	400	32	34	35	37	39	49	72	106	147	190	236	285	334	382	431
	450	34	35	37	39	49	72	106	147	190	237	285	334	383	432	481
	500	35	37	39	50	72	107	147	190	237	285	334	383	432	481	530
	550	37	39	49	72	107	147	190	237	285	334	383	432	481	530	579
	600	39	49	73	105	147	191	238	285	334	383	432	480	530	579	629
	650	78	92	117	151	194	240	286	334	382	431	480	530	579	629	679
	700	126	140	165	199	243	288	335	383	431	480	529	579	629	678	728

Tabla 80. Salidas del sistema al mar con circulación costera

Puede verse que, en el entorno de las cuantías mínimas de no fallo, las salidas del sistema vuelven a ser iguales a las de los supuestos anteriores -del orden de los 50 hm³/año- por lo que cabe extraer las mismas conclusiones que entonces.

Asimismo, es interesante contrastar el efecto que tendría un aporte externo desde el Vinalopó de las mismas cuantías que las consideradas, pero con una modulación estacional que, en lugar de producirse en régimen continuo todo el año, concentrarse el total anual en los 8 meses fuera del verano, es decir, suponiendo que en el periodo junio-septiembre las transferencias son nulas, y desde octubre a mayo se aporta, en régimen continuo, el volumen total anual. Este supuesto es interesante para investigar el impacto de posibles situaciones de transferencias que requieran derivaciones de las fuentes fuera de los periodos de estiaje.

Las tablas adjuntas muestran la diferencia del número de demandas con fallo ordinario con relación al supuesto anterior de flujo continuo en 12 meses, y para ambas posibilidades de flujo costero o por la margen derecha.

		Aporte Acueducto Tajo-Segura (hm ³ /año)														
		400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100
Aporte Júcar-Segura (hm ³ /año)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	0
	100	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0
	150	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0	0	0
	200	0	0	0	0	0	0	2	1	0	4	0	0	0	0	0
	250	0	0	0	0	0	2	0	0	4	0	0	0	0	0	0
	300	0	0	0	0	2	1	1	7	0	0	0	0	0	0	0
	350	0	0	0	2	0	1	7	0	0	0	0	0	0	0	0
	400	-2	-1	2	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	450	-4	-3	1	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	500	-2	-3	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	550	2	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	600	2	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	650	2	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	700	2	0	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 81. Diferencias de fallos del sistema (C8-C12) con circulación costera

Puede verse que, en el supuesto de circulación costera, las combinaciones de aportes continuos en que no se producía ningún fallo (marcadas en azul), siguen sin producirlo en la hipótesis de 8 meses excepto el efecto de borde de la diagonal debido a una necesidad de aporte ligeramente mayor (no fallos a 12 meses son ahora fallos a 8). Salvo efectos puntuales no significativos, ambas hipótesis son básicamente iguales excepto para aportes reducidos del ATS y elevados desde el Júcar, situación en que la hipótesis de 8 meses es claramente desfavorable, y que puede explicarse por la mayor dificultad del sistema de cabecera -con aportes reducidos desde el ATS- para compensar la peor modulación de la entrada por el Vinalopó.

La tabla de diferencias resultante para el flujo interior, por la margen derecha, es la siguiente.

		Aporte Acueducto Tajo-Segura (hm ³ /año)														
		400	450	500	550	600	650	700	750	800	850	900	950	1000	1050	1100
Aporte Júcar-Segura (hm ³ /año)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1	0	0	0	0
	150	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	1	0	0	0	0
	200	0	0	0	0	0	0	2	3	1	3	0	0	0	0	0
	250	0	0	0	0	0	2	1	1	6	0	0	0	0	0	0
	300	-1	-1	-1	-1	2	0	1	7	0	0	0	0	0	0	0
	350	-4	-4	-4	-2	1	-2	6	0	0	0	0	0	0	0	0
	400	-1	-1	-1	3	6	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	450	1	1	1	1	7	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	500	1	1	1	1	7	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	550	1	1	1	1	7	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	600	1	1	1	1	7	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	650	1	1	1	1	7	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	700	1	1	1	1	7	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 82. Diferencias de fallos del sistema (C8-C12) con circulación interior

Como puede comprobarse, el resultado es similar al de la circulación costera, con el mismo efecto de borde, por lo que vale lo anteriormente indicado.

La conclusión de estas tablas comparativas es que no hay diferencias sustanciales entre el régimen de aportes a 12 meses y el de aportes a 8 meses. Se aprecia únicamente un muy pequeño aumento del total transferido, y un efecto singular para aportes reducidos del ATS y elevados desde el Júcar, debido a la topología de la red de flujo.

En definitiva, suponiendo el caso más desfavorable de llegadas a 8 meses, el análisis del sistema muestra que se requiere un aporte externo total del orden de 1100 hm³/año, de los que han de proceder del ATS al menos unos 550 si la circulación es costera, y al menos 700 si es interior, por la margen derecha.

Una vez centradas estas magnitudes básicas, y con el objeto de afinar las cifras obtenidas, se realiza un análisis de detalle considerando el supuesto razonable de aporte por el ATS de 540 hm³/año (máximo neto del trasvase vigente, concordante con las demandas supuestas), y estudiando la sensibilidad del sistema frente a distintas cuantías de aporte a 8 meses por el Vinalopó.

Así, para cada volumen anual aportado al sistema desde el Vinalopó, el primer gráfico muestra el índice ponderado de comportamiento del sistema (IPOC), el número de demandas con fallos ordinarios, el número de demandas con fallos absolutos, y la tasa de circulación (relación porcentual entre el aumento de las salidas del sistema y el aumento de sus entradas). El segundo gráfico muestra los volúmenes anuales de socorro (VAS, suma de los socorros requeridos por todas las demandas del sistema) máximo y medio, junto con el número de años en que se requiere este socorro medio.

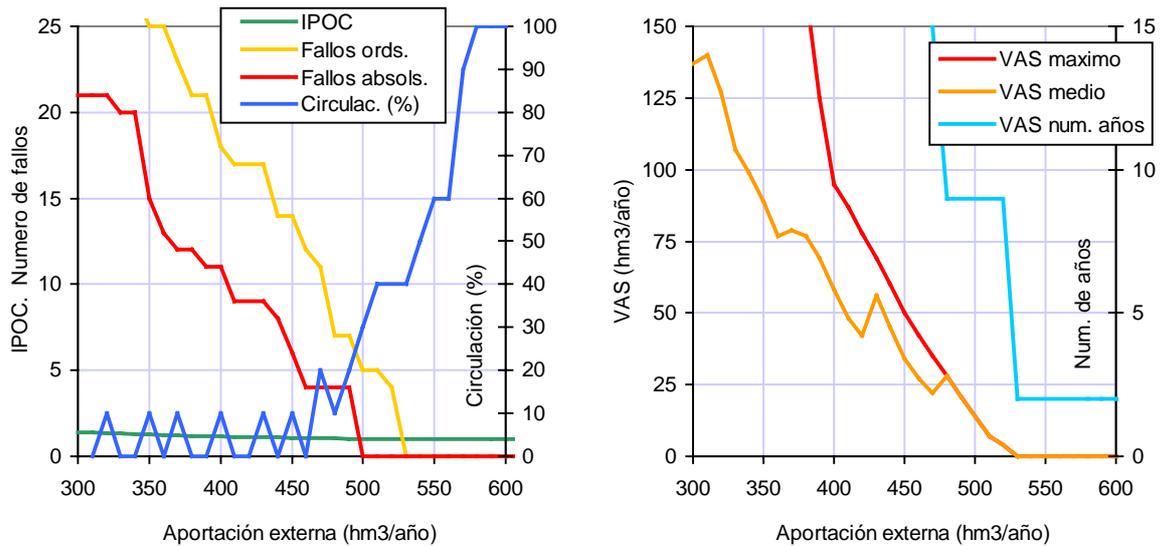


Figura 154. Indicadores de comportamiento según el volumen de aportación externa

Como puede verse, todos los indicadores muestran una situación inicial (aporte desde el Vinalopó en torno a los 300 hm³/año) inadmisibles, que mejora rápidamente a medida que se va incrementando esta aportación externa hasta valores asintóticos finales entre 500 y 550 hm³/año. El número de fallos ordinarios se anula para aportes superiores a los 520 hm³/año, y el de fallos absolutos para aportes superiores a los 500, por lo que éstas parecen ser buenas cuantías iniciales de referencia.

Asimismo, la tasa de circulación es nula hasta trasvases próximos a los 500 hm³/año, y aumenta rápidamente a partir de este valor hasta los 580 hm³/año, en que alcanza el 100% (el aumento de salidas es igual al aumento de entradas). Ello muestra claramente la horquilla de eficiencia de los aportes externos. El índice IPOC es siempre próximo a 1, y muy próximo a partir de los 450 hm³/año transferidos.

Por su parte, el máximo volumen global suma de todos los socorros necesarios para todas las unidades de demanda del sistema es superior a 100 hm³/año para trasvases inferiores a 400, y se reduce progresivamente hasta los 520, anulándose a partir de 530. El medio desciende también progresivamente hasta prácticamente anularse con valores del mismo orden de magnitud.

Como se observa, todos los indicadores examinados apuntan a un buen funcionamiento del sistema con trasvases mínimos por el Vinalopó del orden de los 520 hm³/año, por lo que esta es la cuantía de referencia que se propone. De estos 520 hm³/año, 105 irían a la cuenca del Sur (zona de Almería Levante y Poniente), y 415 irían destinados propiamente al Segura. Esta cuantía es la equivalente a los 460 obtenidos en el Plan Hidrológico de esta cuenca, y la diferencia puede explicarse considerando los nuevos y más exigentes requerimientos de reutilización, el desarrollo de la desalación, las diferencias en los criterios de garantía adoptados, y el régimen de circulación de caudales externos, no previsto, lógicamente, en el Plan de cuenca.

Si se repite ahora este análisis detallado, pero en la situación contraria de suponer aporte nulo por el Júcar, y estudiando la sensibilidad del sistema frente a distintas cuantías de aporte continuo desde el ATS, se obtienen los resultados mostrados en los gráficos adjuntos, similares a los anteriores.

Para cada volumen anual aportado al sistema por el ATS, el primer gráfico muestra el índice ponderado de comportamiento del sistema (IPOC), el número de demandas con fallos ordinarios, el número de demandas con fallos absolutos, y la tasa de circulación (relación porcentual entre el aumento de las salidas del sistema y el aumento de sus entradas). El segundo gráfico muestra los volúmenes anuales de socorro (VAS, suma de los socorros requeridos por todas las demandas del sistema) máximo y medio, junto con el número de años en que se requiere este socorro medio.

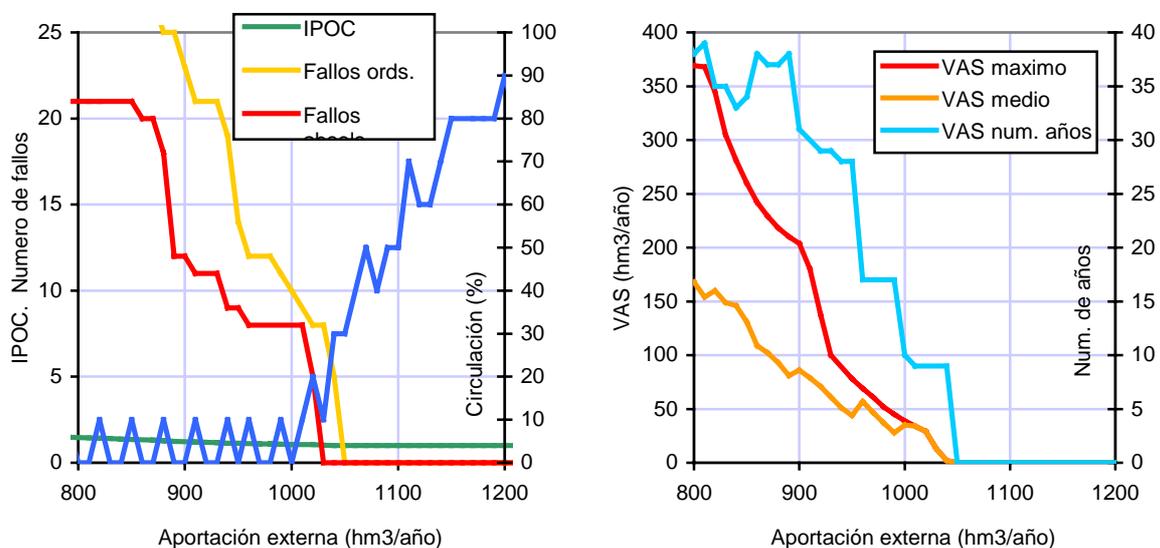


Figura 155. Indicadores de comportamiento según el volumen de aportación externa

Como puede verse, todos los indicadores muestran una situación inadmisibles hasta aportes mínimos del orden de los 900 hm³/año, mejorando rápidamente a medida que se va incrementando esta aportación externa hasta valores asintóticos finales del orden de los 1050 hm³/año. El número de fallos ordinarios se anula para aportes superiores a los 1030 hm³/año, y el de fallos absolutos para aportes superiores a los 1050, por lo que éstas parecen ser buenas cuantías iniciales de referencia.

Asimismo, la tasa de circulación es nula hasta trasvases próximos a los 1000 hm³/año (los aportes externos son completamente absorbidos), y aumenta rápidamente a partir de este valor hasta los 1200 hm³/año, en que alcanza casi el 100% (el aumento de salidas es igual al aumento de entradas). Ello muestra claramente la horquilla de eficiencia de los aportes externos. El índice IPOC es próximo a 1 a partir de los 1000 hm³/año transferidos.

Por su parte, el máximo volumen global suma de todos los socorros necesarios para todas las unidades de demanda del sistema es superior a 100 hm³/año para trasvases inferiores a 930, y se reduce progresivamente hasta los 1040, en que se anula. El medio

desciende también progresivamente hasta prácticamente anularse con valores del mismo orden de magnitud, y con un número de años requerido que aumenta rápidamente si los aportes no alcanzan estas cifras.

Como se observa, todos los indicadores examinados apuntan a un buen funcionamiento del sistema con trasvases mínimos por el ATS del orden de los 1050 hm³/año, por lo que esta es la cuantía de referencia que se propone. De estos 1050 hm³/año, 540 son los netos del actual trasvase del Tajo, 105 irían a la cuenca del Sur (zona de Almería Levante y Poniente), y los 405 restantes irían destinados propiamente al Segura. Nótese la similitud de estos resultados con los obtenidos en el supuesto anterior de máximo aporte por el Vinalopó, con diferencias relativas irrelevantes en la práctica. Ello indica la capacidad del sistema para absorber trasvases por ambos lugares, sin alteraciones sensibles en las cuantías externas requeridas.

Cuanto hasta aquí se ha expuesto, lo ha sido bajo la hipótesis de un aporte externo fijo anual, cual si de una aportación fluvial constante se tratase. Un paso más en el análisis es el de considerar que no hay un suministro anual permanente, sino que se permite al sistema tomar del exterior lo que necesite en cada momento para satisfacer sus demandas, sin limitación alguna más que la prohibición de captar agua en el periodo estival, de junio a septiembre. Los resultados obtenidos son los mostrados en la figura.

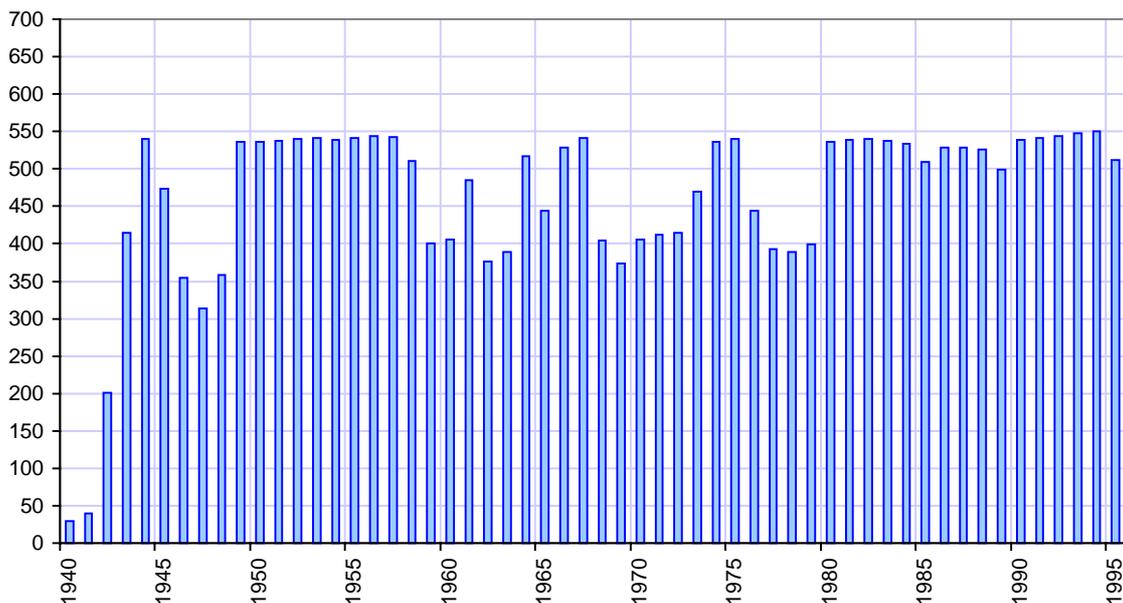


Figura 156. Volúmenes anuales tomados por el sistema en situación de no limitación

Como se observa, dejando a salvo el periodo de arranque inicial, los resultados son muy estables todos los años, con cuantías que oscilan entre los 400 y los 550 hm³, no habiendo ningún año de todo el periodo en que no se requiera captar mínimos de ese orden de magnitud.

Ello muestra lo ajustado del aporte externo previsto, y la necesidad permanente, no coyuntural, de recibir este aporte.

Resulta interesante comparar estos resultados con los obtenidos realizando el mismo análisis para el Júcar y para las Cuencas Internas de Cataluña: Segura y Cuencas Internas ilustran patrones de comportamiento tan distintos como la naturaleza de sus respectivos déficit, y el Júcar ocupa una posición intermedia entre ambas.

8.4.2. ANÁLISIS COMPLEMENTARIOS

Una vez realizados los análisis básicos del sistema, y evaluada la necesidad de aportes externos, procede realizar otros análisis, complementarios de los anteriores, con objeto de estudiar el impacto sobre estos aportes de efectos como los posibles ahorros de suministro y el cambio climático. Otras posibilidades de intensificación de disponibilidades propias como la reutilización o el uso conjunto ya han sido introducidas en los anteriores análisis básicos.

Las posibles disminuciones de las necesidades hídricas de la cuenca como consecuencia de programas de gestión de la demanda y ahorros por mejoras y modernizaciones en las infraestructuras de suministro, tanto de los abastecimientos urbanos como de los regadíos, pueden suponer una disminución de las necesidades de aportes externos cuya cuantía debe ser evaluada. Asimismo, y en sentido contrario, la posible disminución de aportaciones naturales como consecuencia del cambio climático podría tener un efecto intensificador de estas necesidades externas.

La resultante de estos efectos contrapuestos es incierta, pero puede ser evaluada estimativamente, debiendo interpretarse estas evaluaciones como un análisis de sensibilidad y de robustez de los resultados básicos obtenidos.

A tales análisis de sensibilidad se dedican los epígrafes siguientes.

8.4.2.1. POSIBILIDADES DE AHORRO EN ABASTECIMIENTOS URBANOS

Atendiendo a a las posibilidades de reducción de la demanda por medidas de gestión y ahorro en los abastecimientos urbanos y en las industrias conectadas a estas redes, cabe indicar que, como se mostró en el Libro Blanco del Agua en España, en los últimos años se ha observado un descenso global de las dotaciones medias empleadas en el país, tal y como se muestra en la tabla adjunta, en la que se incluyen también las pérdidas medias.

Año	Dotación media (l/hab/día)	Agua no registrada (%)
1987	309	30
1990	313	32
1992	302	29
1994	265	28
1996	289	29

Tabla 83. Evolución reciente de la dotación de abastecimientos y volúmenes no registrados medios en España

En el descenso de la dotación de los años 1992 y 1994 debe tenerse en cuenta la presencia de una fuerte sequía, con su correspondiente moderación de la demanda, y las medidas de ahorro y de reducción de fugas llevadas a cabo en un buen número de poblaciones. En 1996 la dotación se recupera, pero a niveles más contenidos que los del comienzo de la década, permaneciendo el buen efecto de moderación de consumos inducido por la sequía. Como se observa, un valor encajado de la máxima reducción es del orden del 8%.

En lo que se refiere a pérdidas y agua no controlada, una parte del agua distribuida no es registrada por las entidades suministradoras. Estos volúmenes suelen corresponder a la limpieza de calles y riego de jardines, errores de medición y pérdidas, tanto en tratamiento como en distribución. El valor medio de estas cantidades no registradas oscila entre un 34% en el caso de las grandes áreas metropolitanas y un 24% en las poblaciones inferiores a 20.000 habitantes. Las cuantías observadas oscilan entre poco más de un 10 y algún caso excepcional que alcanza el 50%. En las poblaciones superiores a 20.000 habitantes la evolución temporal de este valor medio se sitúa relativamente estable, en torno al 30%, según se muestra en la tabla. En poblaciones inferiores a 20.000 hab., el porcentaje es algo mayor (en torno al 31% en 1996).

Sin duda, una de las fuentes más importantes de posibles ahorros es la reducción de las pérdidas que se producen en las redes, fundamentalmente en las más antiguas. Existe, sin embargo, un límite técnico y económico para las pérdidas, que algunos especialistas sitúan entre el 10 y el 15%. Alcanzar estos límites requiere disponer de sofisticados sistemas automáticos de control que permitan conocer en tiempo real el estado de la red, y detectar los posibles incidentes para poder actuar con la necesaria rapidez.

Contrastando estos mínimos técnico-económicos con el ahorro máximo registrado en sequía, y con los valores medios actuales del país, se concluye que puede haber un margen máximo de maniobra en torno al 10-15%, siendo esta cifra, en consecuencia, una estimación encajada del ahorro medio máximo teórico que puede conseguirse en los abastecimientos urbanos.

En el caso concreto de la cuenca del Segura, recientes estudios (MOPTMA, 1995) han mostrado la posibilidad de desarrollar actuaciones de mejora y modernización de las redes urbanas en 10 municipios. Estas actuaciones, junto con una cierta moderación de consumos por los usuarios, pueden permitir alcanzar un ahorro total real del orden del 8%, inferior a la horquilla media para el país dada anteriormente.

Debe tenerse presente que los principales sistemas urbanos de esta cuenca, forzados por la escasez, han abordado ya hace años programas de mejora de redes y gestión del suministro en baja, un buen ejemplo de los cuales es el del área metropolitana de Murcia -descrito en el Libro Blanco y del que se muestra su evolución en el gráfico-, el de la ciudad de Alicante, descrito en MIMAM (1996), o el de la ciudad de Cartagena, con mejoras del 10% durante los 5 años de la primera mitad de los noventa (pasó del 67 al 77% de rendimiento).

Por su parte, la gran red de abastecimiento en alta gestionada por la Mancomunidad de Canales del Taibilla, ha ido reduciendo sus niveles de pérdidas hasta cotas muy reducidas, del orden del 2-3%, lo que constituye un mínimo técnico no mejorable.

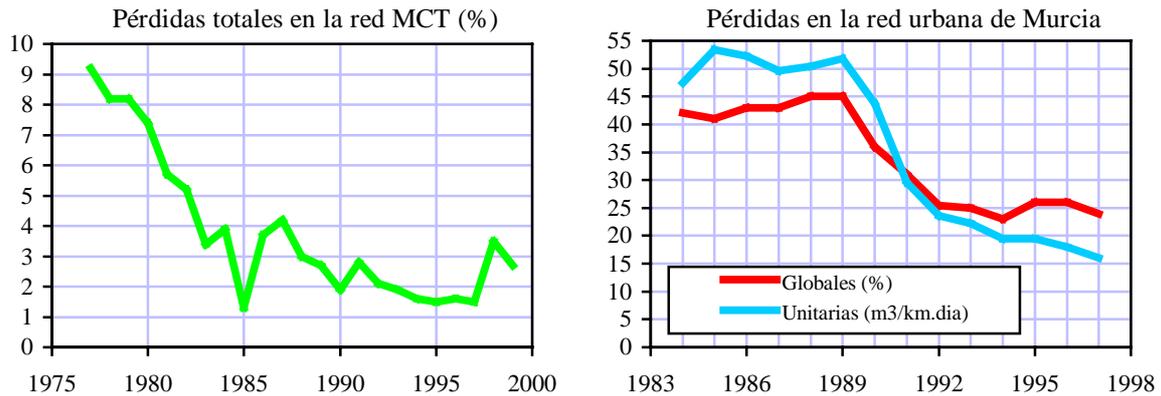


Figura 157. Evolución de las pérdidas en las redes de abastecimiento urbano en alta de la MCT, y en baja, de la ciudad de Murcia

A la luz de lo expuesto, cabe suponer que las posibilidades reales de actuación van a ser muy marginales, tanto en términos absolutos como relativos, en comparación con otras cuencas o sistemas hidráulicos donde aún no se ha requerido desarrollar tales medidas de mejora y gestión de la demanda.

En cualquier caso, y sea cual sea la cifra de ahorro finalmente alcanzable, para evaluar su impacto en la cuenca del Segura, y analizar su incidencia sobre la necesidad de recursos externos, se ha estudiado la sensibilidad de comportamiento del sistema global, con entradas por el ATS de $540 \text{ hm}^3/\text{año}$ y variables por el Vinalopó, frente a distintas variaciones de todas sus demandas de abastecimiento, obteniéndose los resultados ofrecidos en los gráficos. En ellos se muestran familias de curvas con el número de fallos ordinarios, número de fallos absolutos, volumen medio anual de socorro (hm^3) y número de años requeridos, volumen máximo total anual de socorro (hm^3), y salidas medias anuales del sistema (hm^3), en función del aporte externo recibido por el Vinalopó (entre 360 y $520 \text{ hm}^3/\text{año}$), y con una curva para cada nivel de ahorro medio en las demandas de abastecimiento (6 curvas, del 80 al 105% del requerimiento previsto).

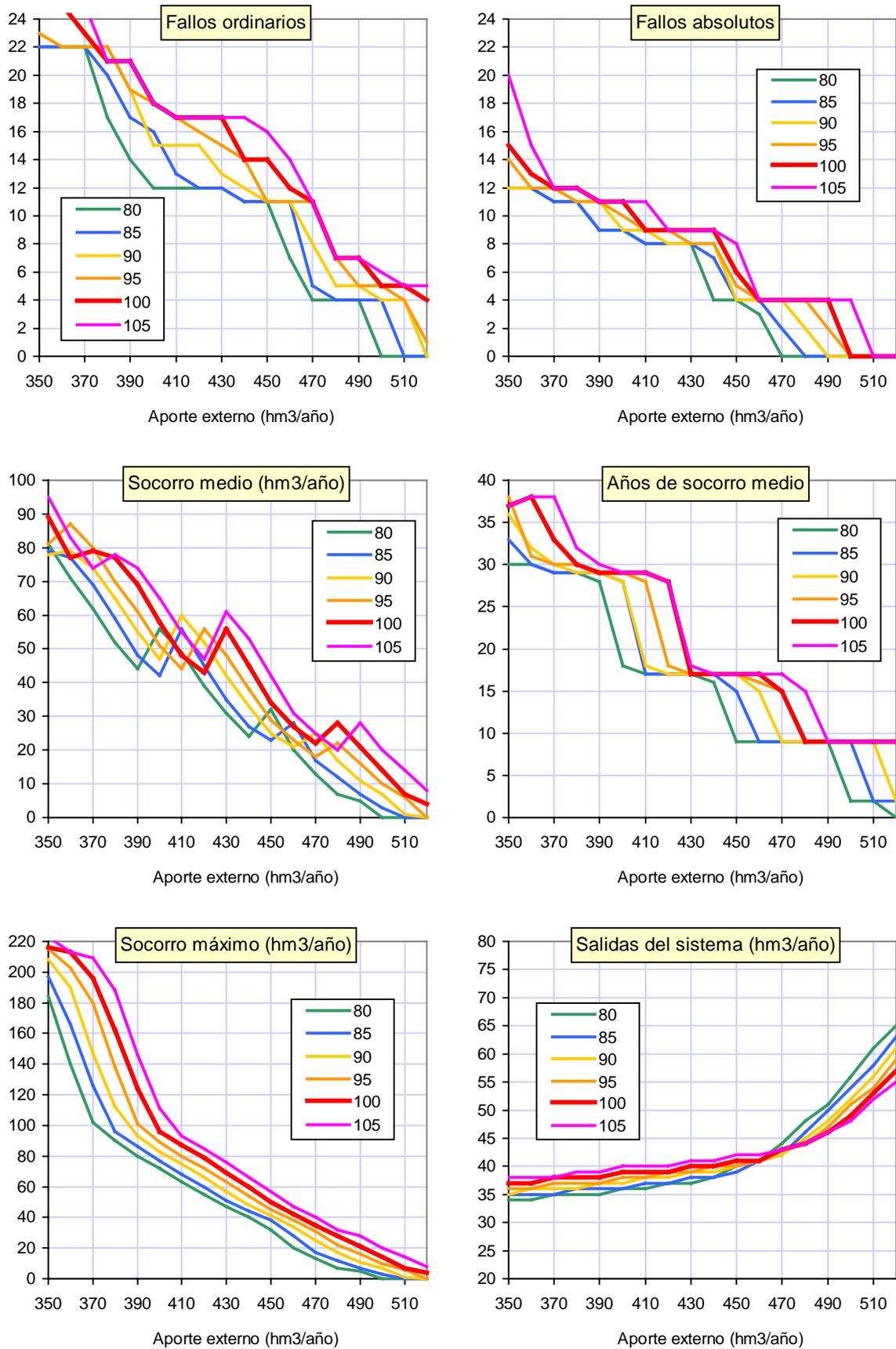


Figura 158. Indicadores de comportamiento según ahorros en los abastecimientos urbanos

Como se observa, el número de fallos ordinarios se reduce progresivamente, sea cual sea el nivel de ahorro, pero no llega a anularse en ningún caso hasta alcanzar los 500 hm³/año de aporte, y ello con ahorros del 20%, muy superiores a los realmente posibles. Con ahorros del 8% la situación es prácticamente indistinguible de la nominal, y no llega a eliminar fallos hasta trasvases de 520 hm³/año. La figura de fallos absolutos revela un comportamiento similar, con requerimientos mínimos de 470 hm³/año suponiendo ahorros del 20%. Si los ahorros son del 8%, la supresión de fallos requiere trasvases de 490 hm³/año.

Por otra parte, si se inspecciona el gráfico de volúmenes máximos de socorro anual, se observa que trasvases inferiores a 500 hm³/año comienzan a generar la necesidad de socorros ahorrando hasta el 20%. Si el ahorro conseguido es del 8%, la diferencia con la situación nominal es muy reducida (menos de 10 hm³/año), tal y como se observa en la figura, en la que todas las curvas están muy próximas. Además, los socorros medios son también muy similares entre sí, con algún escalonamiento debido a saltos en el número de años necesarios. Puede verse que el número de años con socorro aumenta muy rápidamente (al menos 10) para trasvases inferiores a 500 hm³/año, sea cual sea el nivel de ahorro alcanzado, lo que da una idea de lo ajustado de las cifras manejadas.

Finalmente, las salidas medias del sistema muestran un comportamiento muy regular, poco dependiente del nivel de ahorro, con tasas de circulación similares, y un efecto de inflexión en torno a los 460 hm³/año, por debajo de los cuales la tasa de circulación es extremadamente reducida y se absorben prácticamente todas las entradas al sistema.

Puede concluirse, en definitiva, el muy reducido impacto sobre la necesidad de transferencias externas que tendría el ahorro en los abastecimientos urbanos como consecuencia de mejoras de redes y actuaciones similares.

Si los ahorros alcanzables son del orden del 8%, la situación es prácticamente indistinguible de la nominal tanto desde el punto de vista de los fallos de demandas como de los volúmenes de socorro necesarios, y, en consecuencia, sigue requiriéndose un aporte externo prácticamente de la misma cuantía que en esta hipótesis de cálculo.

8.4.2.2. POSIBILIDADES DE AHORRO EN REGADÍOS

Los ahorros de agua como consecuencia de las actuaciones de mejora y modernización de los regadíos son una de las fuentes potenciales más importantes para disminuir la demanda hídrica y, en consecuencia, los posibles aportes externos requeridos.

En el marco del Plan Nacional de Regadíos (MAPA, 1998) se han llevado a cabo algunos estudios básicos orientados a la caracterización de los regadíos existentes, y a la evaluación de estas posibilidades de ahorro en distintas áreas de riego de todo el país. Sus análisis se centran fuera de las conducciones principales, y se diferencia entre actuaciones de consolidación (eliminación de la infradotación actual) y de mejora (ahorros en regadíos bien dotados o sobredotados).

Tales estudios resultan de interés para este Plan Hidrológico Nacional, en el que, puesto que ya se ha considerado la eliminación de la sobreexplotación como objetivo básico, y se han computado las correspondientes necesidades en la definición del sistema, queda por indagar el posible efecto de ahorros como consecuencia de la mejora de los regadíos existentes con dotaciones suficientes o abundantes, a los que se aplican mejoras de eficiencia o de sistemas de riego susceptibles de traducirse en menores suministros de agua.

Según los estudios de tipificación de regadíos del PNR, la superficie de actuación de mejora supera el millón de hectáreas, y podría generar un ahorro global de agua de 1876 hm³/año de los que 152 corresponderían a la cuenca del Segura. Ello supone del orden de un 9% del total demandado en la cuenca con destino a regadíos, por lo que esta es una primera estimación de los niveles alcanzables por este concepto.

Ha de tenerse presente, en todo caso, que para ofrecer estas cifras el Plan Nacional de Regadíos considera las áreas de riego de forma aislada, y suma los totales obtenibles en las distintas áreas. Ello es lógico considerando los objetivos de este Plan, pero puede introducir alguna distorsión a nuestros efectos teniendo en cuenta el carácter no acumulativo de los sistemas hídricos, en los que hay situaciones de reuso de retornos que pueden alterar apreciablemente estas cifras. Este es el caso de las vegas del Segura y su sistema de retornos y reutilizaciones sucesivas, que hace que una cierta disminución de las necesidades de una zona no se traduzca directamente en menores necesidades de suministro hídrico de igual cuantía, y deba diferenciarse el ahorro bruto de las áreas de riego del ahorro neto desde el punto de vista del sistema de suministro hidráulico. El 9% sería una estimación de este ahorro bruto, y debe reducirse para alcanzar el ahorro efectivo, pertinente a nuestros efectos, máxime si se considera que es precisamente en los riegos de las vegas donde pueden plantearse preferentemente las actuaciones de modernización y mejora.

Además de las estimaciones del PNR, se dispone de otros trabajos previos (MOPTMA, 1995) en los que se ha realizado también una evaluación del ahorro alcanzable en los regadíos tanto por mejora de las infraestructuras principales de conducción, como de las aplicaciones en parcela. En el caso del Segura, estos estudios muestran una cuantía total de ahorro efectivo, por suma de ambos conceptos, de 82 hm³/año, lo que supone del orden del 6% de la demanda de riego, cifra, como se vé, razonablemente encajada con la del Plan de Regadíos, aunque los conceptos manejados no son, como se ha dicho, plenamente coincidentes (ahorro suma de áreas en un caso, ahorro efectivo en otro, no conducciones primarias en un caso, actuaciones completas en el otro).

En relación con las posibilidades de ahorro en los regadíos resulta ilustrativo examinar la evolución temporal de las superficies regadas en la cuenca, junto con la evolución de las superficies con riego localizado e invernaderos en las provincias de Murcia y Almería. Ello da una idea ajustada tanto de los ritmos de transformación y las tendencias recientes, como del nivel alcanzado en cuanto a mejora de redes, tecnificación y eficiencias de suministro de agua para riego.

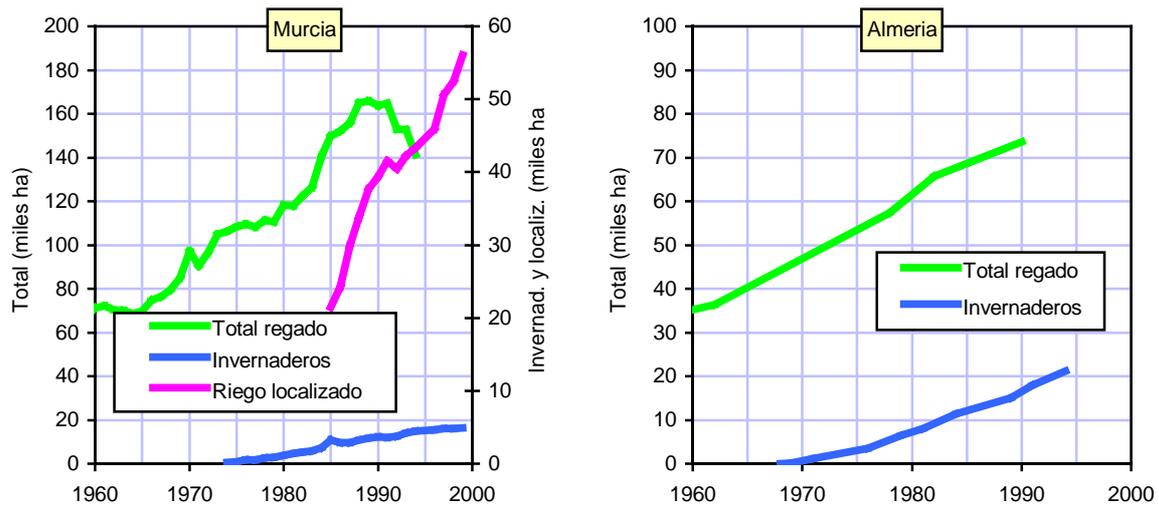


Figura 159. Evolución de regadíos localizados e invernaderos

Como puede observarse, más de un tercio del total regado en la provincia de Murcia dispone de riego localizado, y casi 5000 has son invernaderos. En Almería la proporción de invernaderos es aún mayor, con casi un tercio del total regado. Todo ello indica que las posibilidades reales de actuación en mejora de regadíos van a ser ciertamente marginales, tanto en términos absolutos como relativos, en comparación con otras cuencas o sistemas hidráulicos donde aún no se ha requerido desarrollar tales medidas de mejora y gestión de la demanda.

En cualquier caso, y teniendo presentes los mencionados órdenes de magnitud, se ha evaluado el efecto que tendría sobre las transferencias de recursos la puesta en marcha de todas las actuaciones de mejora y modernización previstas, para lo que se ha estudiado la sensibilidad de comportamiento del sistema global frente a distintas variaciones de todas sus demandas de regadío, obteniéndose los resultados ofrecidos en los gráficos. En ellos se muestran, como antes con los abastecimientos, familias de curvas con el número de fallos ordinarios, número de fallos absolutos, volumen medio anual de socorro (hm^3) y número de años requeridos, volumen máximo total anual de socorro (hm^3), y salidas medias anuales del sistema (hm^3), en función del nuevo aporte externo recibido (entre 0 y $520 \text{ hm}^3/\text{año}$), y con una curva para cada nivel de ahorro medio alcanzable en las demandas de regadío (6 curvas, del 80 al 105% del requerimiento previsto).

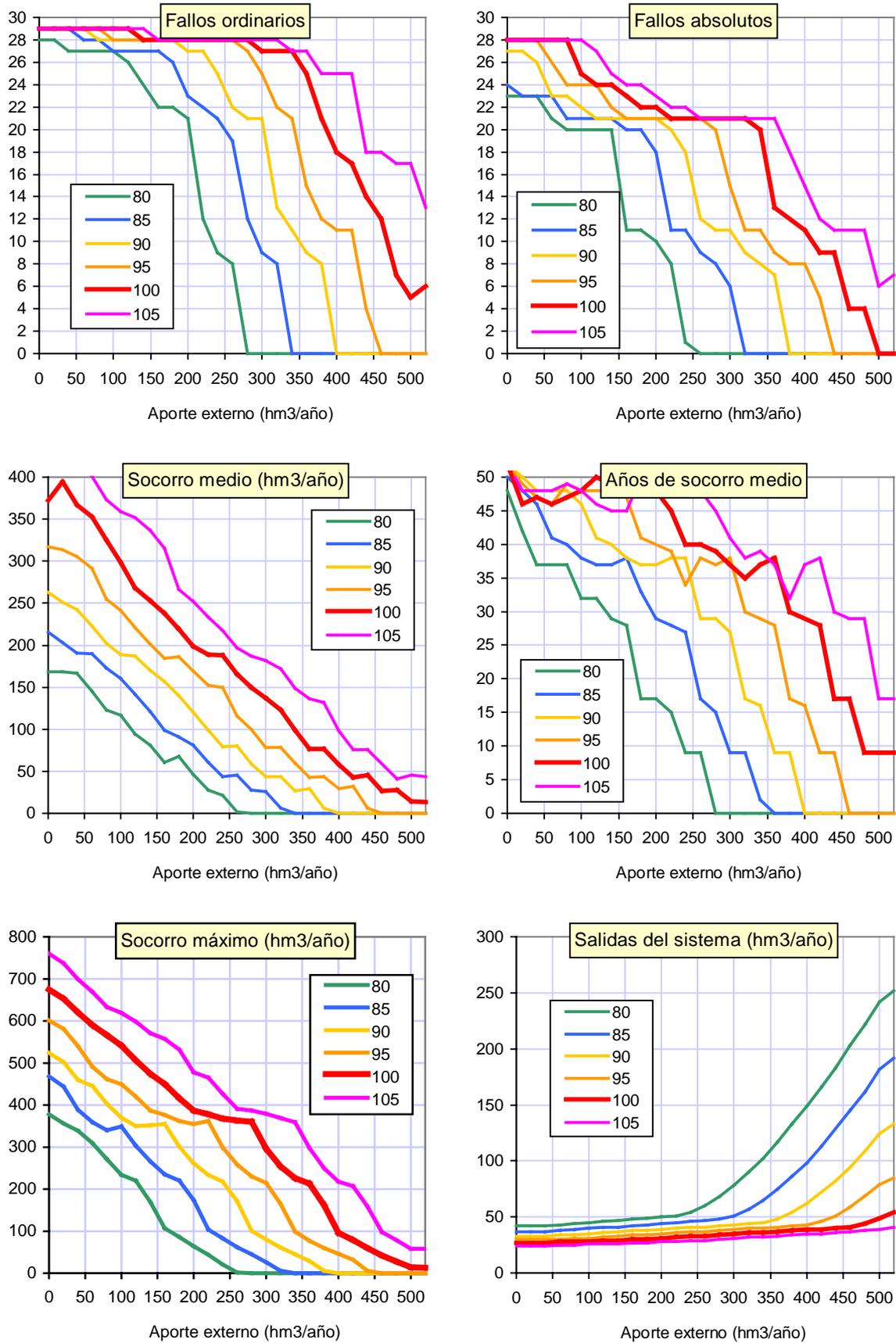


Figura 160. Indicadores de comportamiento según ahorros en los regadíos

Como se observa, el número de fallos ordinarios es muy elevado hasta trasvases mínimos superiores a los 200 hm³/año para cualquier nivel de ahorro. Niveles del orden del 6% requieren trasvases mínimos de 450 hm³/año para anular los fallos ordinarios, y el número de estos fallos crece rápidamente hasta colapsar casi al sistema completo con trasvases menores de unos 300 hm³/año. Si el aporte externo es nulo, fallarían todas las demandas del sistema. La figura de fallos absolutos reproduce este patrón de comportamiento y muestra que la anulación de fallos absolutos requiere, en todo caso, trasvases superiores a los 400 hm³/año, con crecimientos abruptos del número de fallos a poco que disminuyan estos aportes. Si se anulasen, los fallos de todo el sistema serían absolutos.

Por otra parte, si se inspecciona el gráfico de volúmenes máximos de socorro anual se observa que, para ahorros del 6%, trasvases inferiores a 450 hm³/año comienzan a generar la necesidad de socorros, que se hacen muy elevados a poco que disminuyan los aportes externos. Valores máximos de 100 hm³/año y medios de 50 se superan para trasvases inferiores a 350 hm³/año, lo que resulta inviable en la práctica dado el elevado número de años en que se requieren tales socorros (prácticamente el 50%). A explicar esta grave situación contribuye el hecho de que la cantidad nominal de 520 está muy ajustada y no alcanza a eliminar completamente la necesidad de socorros, aunque los reduce a cuantías moderadas.

Finalmente, las salidas medias del sistema muestran un comportamiento muy regular, con tasas de circulación similares y un efecto de inflexión variable según el nivel de ahorro. Para niveles del orden del 6%, este punto estaría próximo a los 450 hm³/año, por debajo de los cuales la tasa de circulación es extremadamente reducida y se absorben prácticamente todas las entradas al sistema.

Puede concluirse, en definitiva, que el desarrollo de todas las medidas de mejora y modernización previstas en el Plan Nacional de Regadíos y otros estudios previos, que harían posible un ahorro máximo de recursos para riego en el ámbito del Júcar del orden del 6-9%, pueden reducir la necesidad de aportes externos en alguna medida, pero no alcanzan no ya a suprimirla, sino a rebajarla a niveles inferiores a los 400-450 hm³/año.

Además, e igual que sucede en el caso del Júcar, las dotaciones empleadas en el Plan de cuenca han sido evaluadas con criterios ajustados, y una parte muy importante de los ahorros efectivos previstos en la cuenca se originarían en el regadío tradicional de las vegas (la totalidad según MOPTMA [1995]), regadío al que ya se ha aplicado en nuestro análisis una apreciable reducción teniendo en cuenta las fundamentales determinaciones del Plan Hidrológico del Segura –posterior a los citados estudios del PNR y MOPTMA- en su revisión de las asignaciones del Decreto de 1953. Ello hace que estas cifras de aporte mínimo deban contemplarse con la necesaria cautela, pues pueden encubrir duplicidades que reduzcan ficticiamente las verdaderas necesidades de los aportes externos.

8.4.2.3. EFECTOS DEL POSIBLE CAMBIO CLIMÁTICO

Además de las posibilidades de ahorro y gestión de la demanda, es interesante comprobar la sensibilidad del sistema frente a posibles efectos de cambio climático. Tales efectos sobre los sistemas hidráulicos han sido analizados en el Libro Blanco del Agua, cuya conclusión al respecto puede resumirse en que no procede modificar las demandas hídricas previstas, pero sí cabe reducir las aportaciones en cuantías que son inciertas, pero que pueden tentativamente cifrarse, a efectos de diseño, en un 5-6% medio global al segundo horizonte del Plan (la horquilla correspondiente al Segura está en el 6-13% de disminución de aportaciones). Asimismo, se prevé también un aumento de irregularidad de las aportaciones, cuya cuantificación se ignora.

Con objeto de tener una idea del impacto que este fenómeno podría tener sobre el funcionamiento del sistema y su necesidad de aportes externos, se ha estudiado el supuesto conjunto de programas de ahorro en abastecimientos y regadíos hasta niveles globales del 8% y el 6% respectivamente, junto con una reducción de todas las aportaciones por cambio climático, de cuantía variable.

Nótese que, a diferencia de otras aproximaciones anteriores que estudian de forma simple los efectos de la regulación sobre almacenamientos aislados, y con disminuciones de recursos fijas y predeterminadas, el análisis aquí ofrecido introduce la disminución de aportaciones de forma rigurosa, considerando en toda su complejidad el funcionamiento del sistema hidráulico completo, y no se limita a algún escenario específico, sino a toda la gama de posibilidades, de forma continua.

Los resultados obtenidos, según el nivel de reducción de aportaciones considerado, son los mostrados en la figura adjunta.

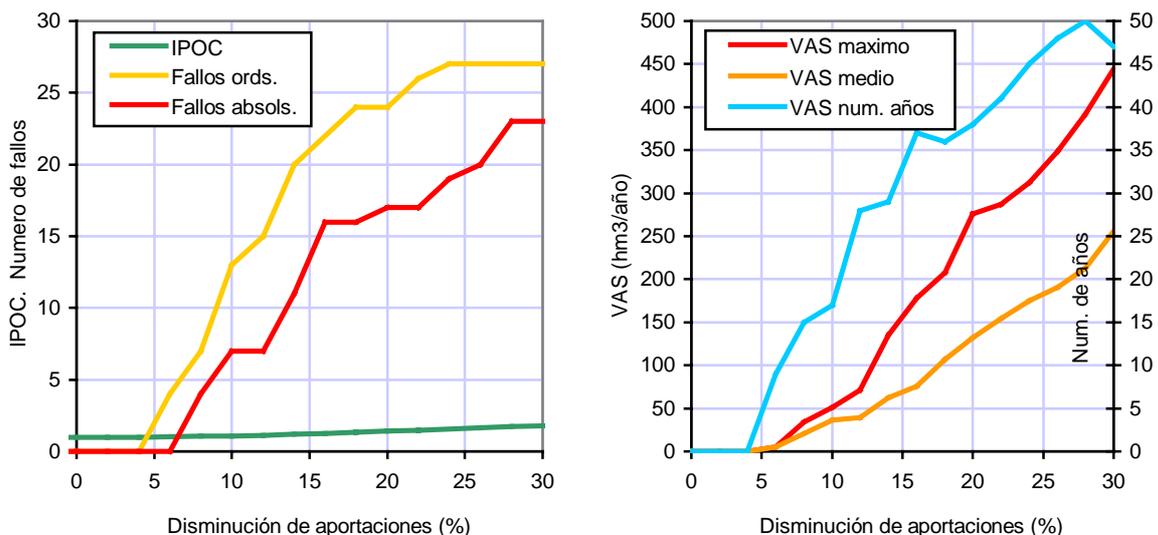


Figura 161. Sensibilidad del sistema frente a efectos de cambio climático

Como puede verse, si las aportaciones disminuyesen entre un 6 y un 13% como consecuencia del cambio climático, los posibles ahorros totales, tanto de abastecimientos urbano-industriales como por modernizaciones y mejoras de regadío, no podrían llegar a compensar tal merma de recursos, y el sistema comenzaría a presentar fallos y a requerir volúmenes adicionales de socorro. Con el criterio de diseño global del 5%, todos los posibles ahorros apenas podrían compensar la disminución de aportaciones, y el sistema estaría en estricto equilibrio.

Ello significa que ambos efectos contrarios tienen una incidencia similar y opuesta sobre el sistema, y la resultante conjunta es sensiblemente nula, lo que permite sustentar la robustez de las determinaciones básicas anteriormente ofrecidas.

8.4.3. CONCLUSIONES

En síntesis, el análisis realizado muestra con nitidez las siguientes conclusiones básicas para este Plan Hidrológico Nacional:

7. Con la infraestructura existente no es posible atender correctamente las demandas y caudales mínimos planteados, aunque se aportasen recursos externos en cuantía ilimitada. La razón es un estrangulamiento crítico de capacidad localizado en el canal principal de la margen derecha del postravase Tajo-Segura. Éste estrangulamiento infraestructural es el único detectado en todo el sistema.
8. Si se incrementase la capacidad de aporte hasta el embalse de Algeciras y Almería, bien recreciendo el canal de la margen derecha, o bien habilitando la conexión Talave-Cenajo-Canal Alto de la Margen Derecha (opción de flujo por el canal de la margen derecha), el sistema puede satisfacer todos sus requerimientos si los aportes externos totales alcanzan cuantías del orden de los 1050 hm³/año, de los que al menos 650 han de entrar por el Acueducto Tajo-Segura. Un análisis detallado de esta opción muestra que sería viable el funcionamiento aportando exclusivamente 1050 hm³/año por al ATS.
9. Si se optase por un nuevo esquema de circulación litoral (canal costero La Pedrera-Campo de Cartagena-Mazarrón-Águilas-Almería), el sistema puede funcionar correctamente si los aportes externos alcanzan también valores del orden de los 1050 hm³/año, de los que al menos unos 550 han de entrar por el ATS. Específicamente, el análisis detallado del sistema muestra que, si se mantiene una entrada neta por el ATS de 540 hm³/año (actual cuantía neta vigente), la necesidad de nuevo aporte externo procedente del Vinalopó puede cifrarse en 520 hm³/año.
10. Con cualquiera de estas opciones, que pueden unificarse sintéticamente en 520 hm³/año de nuevos aportes por cualquiera de las dos posibles entradas, se produce un extremo aprovechamiento de los recursos disponibles (salidas del orden del 3% de las aportaciones totales del sistema), no siendo necesario, en principio, establecer nuevos grandes embalses para regulaciones básicas complementarias a las ya existentes, y ello sin perjuicio de posibles actuaciones encaminadas a la mejora y

mayor facilidad de la explotación del sistema (como el posible recrecimiento de Camarillas o la contribución de Alarcón), que deben analizarse en estudios locales de mayor detalle, fuera de este Plan Nacional. El supuesto de nuevas llegadas externas en los 8 meses de octubre a mayo, sin aportes en verano, no modifica sustancialmente las anteriores conclusiones.

11. Los efectos conjuntos de posibles mayores ahorros en los suministros de abastecimientos y regadíos, y de disminución de aportaciones naturales como consecuencia de un hipotético cambio climático, tienden a compensarse entre sí generando una resultante sensiblemente nula, lo que permite sustentar la robustez de las determinaciones básicas anteriormente ofrecidas

Dilucidar entre los dos grandes esquemas de flujo y las tres opciones básicas de infraestructura planteadas excede el ámbito del análisis hidrológico, y requiere de otras consideraciones, económicas y medioambientales. Tales consideraciones se contemplan, como se verá, en el análisis y optimización de las opciones globales de transferencias previsto en este Plan Hidrológico Nacional, y su desarrollo y definición final requerirán obviamente de estudios de detalle, no procedentes en el contexto de este Plan Hidrológico Nacional.

A los efectos de tal análisis global de las transferencias, y a la luz de cuanto se ha expuesto, la cuenca del Segura-Almería puede representarse, desde un punto de vista funcional y conceptual, como un sistema básico con tres posibles entradas externas (ATS, conducción desde el Vinalopó, y conducción desde el Negratín al Almanzora), y siete macrounidades de demandas virtuales agregadas (Altiplano, Almería-Levante, Almería-Poniente, Alto Segura, Bajo Segura, Cartagena-Litoral, y Guadalentín).

El esquema topológico de circulaciones en este sistema virtual agregado, apto para la optimización global de las posibles transferencias, sería el mostrado en la figura adjunta.

Almería. Si se deducen los 50 ya autorizados del Negratín-Almanzora, los nuevos requerimientos para el Levante Almeriense se reducirían a 30 hm³/año.

Las cuatro restantes admiten distintas valoraciones, según sea la opción de aportes, recirculaciones y flujos internos elegida, tal y como se muestra en la tabla adjunta.

Demanda virtual agregada	Canal M.D.	Canal costero
Altiplano	40	40
Almería-Levante	30	30
Almería-Poniente	75	75
Alto Segura	140 ⁽⁴⁾	0
Guadalestín	185 ⁽¹⁾	0
Bajo-Segura	40 ⁽²⁾	325 ⁽⁴⁾
Cartagena-Litoral	10 ⁽³⁾	50 ⁽⁵⁾
Total:	520	520

(1) 35+109+41 de déficit en el área del Guadalestín y litoral

(2) redondeo de 19+10+8 de déficit en Alicante y aumento de abastecimientos en Torrealta y La Pedrera

(3) redondeo de los 9 hm³ de déficit en C.Cartagena, agregados en la UD22

(4) resto hasta los 570 totales

(5) 9+41 de C.Cartagena y zona litoral

Tabla 84 . Demandas virtuales globales agregadas según opción de transporte

Los flujos y circulaciones óptimas serán el resultado del análisis global, a escala nacional, de estos esquemas integrados de las diferentes cuencas consideradas en el Plan.