

El sistema de abastecimiento de Sevilla: análisis de situación y alternativas al embalse de Melonares

Consuelo Gisante, Ricardo Marqués Sillero, Leandro del Moral Ituarte, Carlos Pérez Bonilla y Fernando Sancho Royo.

Sevilla (España), mayo de 1998.

Existe versión impresa de este documento:

Del Moral, Leandro (coord) (1998) El sistema de abastecimiento de agua de Sevilla: análisis de situación y alternativas al embalse del Melonares. (Bilbao: Bakeaz. Nueva cultura del agua. Serie Informes, número 1998/5.)

Introducción

El abastecimiento de agua a Sevilla y su zona de influencia ha atravesado entre 1992 y 1995 momentos críticos. Sin embargo, los problemas de este sistema de abastecimiento, lejos de ser nuevos, forman parte consustancial de su historia. A lo largo de los últimos cien años esta historia ha sido la crónica del rápido crecimiento de las necesidades, del agotamiento (en ocasiones, simplemente deterioro) de los recursos más accesibles y de la expansión del sistema de captación a áreas cada vez más alejadas. Este proceso repite fielmente en Sevilla el modelo general de crecimiento de las demandas urbanas y de expansión del espacio ambiental de las ciudades modernas (la parte del territorio cuyos recursos, en este caso el agua, están asignados a la satisfacción de las necesidades de una determinada población [*Rees, 1996*]).

Los factores de la expansión del espacio ambiental hidráulico de Sevilla, como en general el de cualquier otra ciudad, han sido básicamente cuatro: factores demográficos (incremento del volumen y concentración de la población urbana); culturales, relacionados con los cambios de necesidades sociales (equipamiento doméstico, usos municipales, cambio de modelos urbanísticos); económicos, relacionados con la polarización de las actividades productivas secundarias y terciarias en estos mismos ámbitos; y tecnológicos (avances en las tecnologías hidráulicas). Los tres primeros (cambios demográficos, culturales y económicos) explican, hasta ahora, el incremento objetivo de las demandas de agua, tanto en términos absolutos como unitarios. El cuarto ha permitido la satisfacción, más o menos completa, de estas demandas crecientes mediante la captación de recursos inaccesibles en etapas de menor desarrollo técnico [*Consejería de Medio Ambiente, 1997*].

Expresado de una manera muy sintética, en la actualidad el sistema de abastecimiento de Sevilla y su área de influencia se enfrenta a una disyuntiva clave: continuar el anterior modelo de crecimiento de las demandas y de expansión en la captación de recursos o girar hacia un modelo de eficiencia y gestión

integrada del sistema, con un horizonte de estabilización de su impacto territorial. En estos momentos, esta disyuntiva se concreta en el debate sobre la existencia o no de alternativas a la construcción del embalse de los Melonares y a la consiguiente inundación del valle del Viar. *Este informe tiene como objetivo argumentar sobre la necesidad (social, económica y cultural) y sobre la posibilidad (política y técnica) de proceder a este cambio de trayectoria en el modelo de gestión del agua en Sevilla.*

La Resolución sobre el Impacto Ambiental del embalse de los Melonares (BOE de 24 de noviembre de 1997) establece como condición previa para la ejecución de la obra la justificación de la ausencia de alternativas para cubrir las necesidades de abastecimiento de Sevilla. La reciente firma del convenio entre el Ayuntamiento de Sevilla y el Ministerio de Medio Ambiente para la construcción del embalse (mayo de 1998) obvia el cumplimiento de esa condición. *Por el contrario, este informe, basado en un análisis interdisciplinar, documentado y reflexivo, combinando la perspectiva histórica, el análisis técnico y los criterios actuales en el campo de la gestión de aguas, pretende demostrar que tales alternativas existen.*

Í N D I C E

- 1. La formación del sistema de abastecimiento de agua de Sevilla
 - 1.1. El sistema tradicional de abastecimiento
 - 1.2. La primera modernización del sistema: la Compañía de los Ingleses
 - 1.3. Construcción del sistema de abastecimiento actual
- 2. Lecciones de la sequía
 - 2.1. La gestión de las últimas tres sequías en Sevilla (1974-76, 1981-83, 1992-95)
 - A. Flexibilización de la oferta
 - B. Reducción de la demanda
 - C. Restricciones: reacción sin previsión
 - D. Impactos sobre la calidad
 - 2.2. Fallos estructurales y conyunturales que agravaron la última sequía
 - A. Bajo rendimiento hidráulico de la red
 - B. Inexistencia de una política de gestión de la demanda
 - C. El retraso en la puesta en uso del embalse de Zufre
 - D. Los consumos excesivos durante 1991 y 1992
 - E. Análisis global de la incidencia de los factores señalados
- 3. Alternativas de las administraciones públicas: Melonares
 - 3.1. La justificación de la necesidad del embalse
 - 3.2. El proyecto de embalse de Melonares
 - A. Antecedentes del proyecto de embalse de Melonares
 - B. El proyecto de la presa
- 4. El valle del Viar y los impactos del embalse
 - 4.1. Notas sobre el medio físico, la naturaleza y la población
 - 4.2. Notas sobre la zona del Valle del Viar que quedaría inundada y los impactos de la presa
- 5. Alternativas a Melonares desde el punto de vista de la gestión de la demanda
 - 5.1. Previsiones de demanda
 - 5.2. Los recursos disponibles

- 5.3. Simulación de la alternativa propuesta
 - 6. Conclusiones
 - Glosario de siglas y definiciones
 - Bibliografía y documentación
 - Sobre los autores y la elaboración del informe
 - Anejos
 - Anejo A: Incertidumbre sobre los recursos disponibles
 - Anejo B: La desalinizadora de Sevilla: de proyecto "imprescindible" a disparate felizmente olvidado
 - Anejo C: Rendimiento hidráulico del sistema EMASESA y Aljarafesa
 - Anejo D: Impactos sobre la fauna del embalse de Melonares
 - Anejo E: Las tarifas de abastecimiento de EMASESA: una invitación al consumo
 - Índice de cuadros y figuras
-

1. La formación del sistema de abastecimiento de agua de Sevilla

(Volver al índice.)

1.1. El sistema tradicional de abastecimiento

(Volver al índice.)

Durante muchos siglos la fuente de abastecimiento principal de agua en Sevilla fue el propio Guadalquivir. Todavía en el siglo XVIII el párroco de San Gil, con motivo de la construcción del malecón de la Barqueta (el legendario Patín de la Damas) que impedía a los vecinos de la Macarena coger agua del río, cursó una petición solicitando una fuente para aquel sector, cuya población tenía que desplazarse hasta la de la Alameda de Hércules. Sin embargo, ya para entonces hacía tiempo que sólo la población pobre de la ciudad seguía abasteciéndose del agua del río. La minoría pudiente se venía sirviendo de la conducción denominada Caños de Carmona, que traía a la ciudad el agua procedente del manantial de Santa Lucía, localizado en las inmediaciones de Alcalá de Guadaíra. Esta conducción fue construida en el período almohade (segunda mitad del siglo XII), aprovechando la traza de una anterior de origen romano, y se extendía a lo largo de 17,2 kilómetros, los cuatro últimos sustentados en un acueducto formado por más de 400 arcos. El derecho al disfrute del agua de los Caños estaba restringido a miembros de la aristocracia e instituciones religiosas y al abastecimiento de las Huertas del Rey y del Alcázar (finalidad primordial), además de a la alimentación de algunas fuentes y baños públicos [*Aparicio Carrillo y otros, 1990*]. Incorporado en 1902 al sistema de la Compañía de los Ingleses, que más adelante se comenta, el acueducto fue finalmente derruido a partir de 1920, con el apoyo económico voluntario de los propietarios de los solares colindantes (calle Oriente, actual Luis Montoto), a quienes molestaba su presencia.

Figura 1: Tramo final de los Caños de Carmona, atravesando el arroyo Tagarete sobre la alcantarilla de Las Madejas.

El sistema tradicional de abastecimiento se completaba con pozos (generalmente salobres e insalubres) y con los abundantes manantiales que existían en las proximidades de la ciudad. El más importante de estos últimos era la Fuente del Arzobispo en servicio hasta 1874, momento en el que la calidad de sus excelentes aguas se vio alterada, entre otros motivos, por efecto de las obras de construcción del ferrocarril [*Aparicio Carrillo y otros, 1990*]. El arrabal de Triana, por su parte, contó desde 1852 con las aportaciones de la Fuente de Tomares, cuyas aguas insuficientes y también deterioradas, tuvieron que ser sustituidas por el suministro de la mencionada Compañía de los Ingleses por medio de una conducción sobre el Guadalquivir (la popular Pasarela del Agua), hoy también desaparecida [*Moral Ituarte, 1991*].

1.2. La primera modernización del sistema: la Compañía de los Ingleses

(Volver al índice.)

Hacia finales del siglo XIX, el crecimiento de la población unido a la pérdida de los manantiales tradicionales y la creciente contaminación de las aguas del río y de los pozos (consecuencia de la situación del saneamiento, tema en el que en estas páginas no podemos entrar[1]), situaron el abastecimiento de la ciudad en una situación crítica. En su obra sobre las condiciones sanitarias de la ciudad, el Dr. Hauser se preguntaba cómo los 140.000 habitantes que Sevilla alcanzó a finales del siglo XIX pudieron abastecerse con el caudal de los Caños de Carmona, que según las épocas del año variaba entre 4.000 y 6.000 metros cúbicos diarios (entre 30 y 40 litros/habitante/día), mermado, además, por salideros y derechos de riego, y contaminado por vertidos y filtraciones [*Hauser, 1882*].

En estas condiciones, en 1882 se dio el primer paso importante en la transformación del sistema tradicional, cuando el Ayuntamiento de Sevilla encargó a *The Seville Water Works Company* (la Compañía de los Ingleses) el abastecimiento de la ciudad por un período de 99 años. Esta Compañía, que se había comprometido a suministrar 100 litros/habitante/día, efectuó nuevos alumbramientos en las inmediaciones de Alcalá de Guadaira (Zacatín, La Judía, Fuensanta, Retama), sobre la misma unidad acuífera (calcarentas de Los Alcores) que alimentaba la conducción de los Caños de Carmona. El agua era conducida a Sevilla a través de una nueva conducción de 14 kilómetros de longitud y 533 mm de diámetro. La producción inicial de 20.000 m³ diarios fue reduciéndose paulatinamente por agotamiento de los manantiales. Se incrementó la producción con nuevas captaciones (Las Aceñas y Otivar y Clavinque, ésta última en el término de Mairena del Alcor), lo que no pudo evitar que ya en 1912 la Compañía sólo aportase poco más de 11.000 m³/día, lo que no llegaba a 70 litros/habitante/día, 30 menos de los que la empresa se había comprometido a garantizar [*Moral Ituarte, 1991*].

Figura 2: Estación de bombeo de Adufe (Alcalá de Guadaira) instalada por la Compañía de los Ingleses en 1885.

Aparte de la nueva conducción, en 1885 la empresa abastecedora modernizó el servicio de aguas no potables tomadas del río, junto al paseo de Las Delicias, destinadas al riego de jardines, baldeo de calles y extinción de incendios, que décadas antes había creado el Asistente Arjona. Sin embargo, a principios del presente siglo, las aguas de este tramo portuario del río se habían convertido en malsanas incluso para el riego, como consecuencia del aumento del vertido de aguas residuales. Este motivo, unido a la sobreexplotación del acuífero del Los Alcores, decidió al Ayuntamiento en 1912 a instar a la Compañía a la realización de otra toma aguas arriba de Sevilla, en las cercanías de La Algaba, con una capacidad de 25.000 m³ diarios y un tratamiento de decantación y filtración lenta para desbastar el agua [*Ayuntamiento de Sevilla, 1913*]. Esta solución obligaba a instalar una segunda red de distribución, a través de una

conducción de 800 mm desde La Algaba hasta la Macarena. De este modo, Sevilla quedó abastecida con una doble red: la que conducía las aguas de la Compañía, procedentes de Alcalá de Guadaíra, para consumo de boca (cuya dotación se redujo a 60 litros/habitante/día), y la de las aguas filtradas de la toma del río (que debían completar la dotación total, elevada hasta 175 litros/habitante/día).

1.3. Construcción del sistema de abastecimiento actual

(Volver al índice.)

Con el desarrollo demográfico y urbanístico inducido por la Exposición Iberoamericana de 1929, se fue planteando cada vez de una manera más clara la necesidad de la intervención pública en el sistema y el consiguiente debate social sobre la funcionalidad de la gestión privada. En 1937 se construyó una presa de derivación en La Algaba a fin de captar las aguas de mejor calidad de la Rivera de Huelva en su desembocadura en el Guadalquivir para suplir la red de aguas filtradas. Tras dos ampliaciones, la capacidad de producción de esta red llegó a 60.000 m³/día en 1948 y a 100.000 m³/día en 1952 [*Servicio Municipal de Aguas de Sevilla, 1973a*]. Sin embargo, ya a principios de la década de los 40 el Ayuntamiento había decidido construir a sus expensas el pantano de La Minilla, en el mismo río Rivera de Huelva, pero aguas arriba de la presa de derivación recién mencionada. Esta obra no se completó hasta que el Estado asumió su ejecución, por medio del Decreto de 31 de marzo de 1950. Con arreglo a lo dispuesto en este Decreto, el Estado aportaba un subvención del 50% del presupuesto de la obra; por su parte el Ayuntamiento de Sevilla asumía la financiación correspondiente a todos los posibles usuarios: un 25% del coste durante la ejecución y otro 25% reintegrable en 20 anualidades suplementadas con un interés del 5% [2] (Figura 3).

Figura 3: El sistema de abastecimiento de Sevilla y su área de influencia.

La construcción del embalse de La Minilla, junto con la estación de tratamiento y el depósito de cabecera de El Carambolo, con los que se inicia la historia del llamado Nuevo Abastecimiento [3], tiene dos significados fundamentales. En primer lugar, marca el final de la etapa (en realidad, un paréntesis) de gestión privada del sistema (en 1957 el Ayuntamiento llevó a cabo el rescate anticipado de la concesión de la Compañía de los Ingleses) y el inicio de una nueva etapa de gestión pública, marcada por la fuerte subvención del sistema. En segundo lugar, significa un cambio radical en la dirección de los flujos de agua (ya precedido por la procedencia de las aguas filtradas de La Algaba): a partir de ahora el abastecimiento de la ciudad dependerá básicamente de los recursos superficiales de las vertientes de Sierra Morena [4]. El espacio hidráulico subordinado a las necesidades de la ciudad experimenta un incremento importante: la longitud del canal que transporta el agua desde La Minilla a El Carambolo alcanza los 60 Km. Posteriormente, la regulación de la Rivera de Huelva se ha completado con los embalses de Aracena, Gergal y Zufre, todos ellos adscritos al abastecimiento de Sevilla (cuadro 1).

Cuadro 1: Embalses adscritos al sistema de abastecimiento de EMASESA.

EMBALSE	Capacidad (Hm3)	Superficie (Ha)	Año entrada en servicio
Minilla	60	363	1950
Aracena	127	844	1970
Gergal	35	250	1979
Zufre	168	943	1991
Subtotal	390	2.400	-
Cala	58	SD	1927
Subtotal	448	SD	-

SD= Sin Datos

Fuente: [*Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, 1995b*]; [*Bonneau, 1996*]

Desde el punto de vista de la organización, en 1968 (once años después del rescate de la concesión) se creó un Servicio Municipal para todo lo relacionado con el abastecimiento de aguas, con presupuesto propio y autonomía de gestión dentro del Ayuntamiento de Sevilla. En 1973 se iniciaron los trámites de integración del alcantarillado en el Servicio Municipal de Aguas y el año siguiente se constituyó la Empresa Municipal de Abastecimiento y Saneamiento de Sevilla, Sociedad Anónima (EMASESA), como empresa privada municipal para llevar a cabo la prestación del servicio a través de un órgano de gestión con personalidad jurídica propia. Inicialmente el nuevo sistema de abastecimiento sólo abarcaba a la propia capital y a Camas, en cuyo término se levantan las instalaciones de El Carambolo. Sin embargo, por sucesivos acuerdos y convenios se fue ampliando el área servida a aquellos términos municipales cuyos Ayuntamientos lo han solicitado. Ya en 1974 estaban incorporados la Mancomunidad del Aljarafe (ampliada y transformada en Aljarafoesa a partir de 1981), La Rinconada, Alcalá de Guadaíra y Dos Hermanas (estas tres últimas poblaciones, primero en alta y desde 1987 en baja). En 1979 se incorporó la Mancomunidad Ribereña (San Juan de Aznalfarache, Gelves, Coria del Río y Puebla del Río) y años después Mairena del Alcor, Los Palacios y Villafranca, El Garrobo, El Viso del Alcor y Alcalá del Río.

El rápido crecimiento de la demanda ha actuado como impulso de la espiral de la captación de recursos: entre 1954 y 1964 el volumen facturado pasa de 9,9 a 26,8 Hm³/año, con una tasa de crecimiento del 9,21% anual; y entre 1964 y 1974 se incrementa en otros 36,9 Hm³, a una tasa del 8,15% anual, alcanzando los 63,7 Hm³ al final del período [*Servicio Municipal de Abastecimiento y Saneamiento de Aguas de Sevilla, 1974*] y [*Servicio Municipal de Aguas de Sevilla, 1973b*]. Durante el verano de 1969 la dotación de agua bruta alcanza los 400 litros/habitante/día. Los planteamientos de la Empresa ante este proceso se ponen de manifiesto en su informe de 1973, en el que se defiende la "**necesidad de disponer de otro Abastecimiento para 1977, en que quedarán agotadas las instalaciones actuales, pues se prevé una población servida superior al millón de habitantes, con una dotación que para entonces puede estimarse en 500 litros habitante y día**" [*Servicio Municipal de Aguas, 1973a*]. Esa dotación supondría una demanda bruta de 182,5 Hm³/año: sin embargo, en ese año el volumen de agua aducida se elevó realmente a 95,1 Hm³. Como veremos, los planteamientos de la Empresa a este respecto no han cambiado sustancialmente: siguen basándose en la extrapolación mecánica hacia el futuro de los datos del pasado, con la consiguiente escalada en la demanda de nuevos embalses. Se confirma en este caso

plenamente lo que en 1993 señalaba el documento *Bases para la Política Hidráulica en Andalucía*: "**La planificación hidrológica estima las demandas futuras por medio de proyecciones tendenciales de población para la demanda urbana ... Se configuran así horizontes mecánicos, perdiéndose la oportunidad de la utilización del potencial estratégico que tiene la Política Hidráulica**" [*Consejería de Obras Públicas y Transportes/Junta de Andalucía, 1993*].

Efectivamente, a partir de 1975, el impacto de la primera crisis del Nuevo Abastecimiento (ver apartado 2.1.) y la progresiva suavización de las tasas de crecimiento de la población abastecida (tanto por incorporación al sistema como por dinámica demográfica), hacen que la evolución de las cifras de aducción y de facturación cambie su ritmo de crecimiento (ver cuadro 2). Entre 1975 y 1985 la tasa de crecimiento anual del agua aducida fue del 1,28%, y en el decenio siguiente se redujo al 1,11%. Asimismo, es muy significativa la fuerte variación anual de las cifras y su manifiesta elasticidad a las señales de escasez, tema que también se analiza más adelante. Por otra parte, las dotaciones unitarias, lejos de alcanzar los 500 litros/habitante/día, se sitúan en la actualidad por debajo de los 300.

Cuadro 2: Evolución del sistema de abastecimiento de agua de Sevilla y su área de influencia.

	Población servida	Volumen aducido (Hm3)	Facturación total (**)	Dotación bruta (l/hab.día)
1975*	779.000	102,3	69,9	359
1976*	788.900	82,1	59,0	285
1977	810.000	95,1	65,0	321
1978	845.200	115,3	72,3	373
1979	858.300	126,1	78,4	402
1980	869.200	128,4	80,7	404
1981*	880.200	82,2	59,4	255
1982*	891.100	104,8	66,6	322
1983*	908.400	99,2	64,5	299
1984	915.100	109,2	68,5	326
1985	922.900	116,3	75,6	345
1986	925.900	126,9	81,5	375
1987	952.900	137,8	87,9	396
1988	1.023.000	149,0	88,7	399
1989	1.052.200	153,0	93,4	398
1990	1.072.200	162,3	104,1	414
1991	1.117.400	173,8	107,3	426
1992*	1.143.900	167,0	106,7	399
1993*	1.160.800	133,3	87,3	314
1994	1.179.600	138,9	87,3	322
1995*	1.198.900	129,2	82,0	295
1996	1.233.588	134,0 (***)	83,3	297

(*) Años con restricciones del consumo.

(**) Suma del "facturado" de EMASESA ("poblaciones en baja" más "poblaciones en alta" -algunos municipios de la provincia de Sevilla hasta 1990- y del "facturado en alta"- venta de agua bruta a la empresa Aljarafesa antes de la entrada en la estación de El Carambolo.

(***) Datos de [EMASESA, 1997a]. Sin embargo, según el informe anual de EMASESA de 1996 [EMASESA, 1997b:35,80] el volumen aducido ese mismo año fue 133 Hm3.

Fuentes: [Bonneau, 1996]; [EMASESA1985]; [EMASESA, 1997a]; [EMASESA, 1997b].

Otro aspecto del Nuevo Abastecimiento que es necesario destacar es la ausencia de integración ordenada de las aguas subterráneas en su sistema de recursos. Cuando en plena sequía, el césped de un jardín se conserva verde o una instalación de lavado de automóviles se mantiene en funcionamiento, sus propietarios, para tranquilizar a los ciudadanos, instalan a la vista del público un cartel que dice "Agua de pozo". Este fenómeno contrasta con la tendencia más acentuada de la planificación hidrológica y territorial de los países desarrollados, en los que las aguas subterráneas se protegen como fuente prioritaria de los abastecimientos urbanos de calidad. En cualquier caso, este hecho pone de relieve un potencial indiscutible y poco aprovechado para flexibilizar el suministro y reducir la presión sobre los recursos superficiales. En un reciente informe técnico, el Instituto Tecnológico y Geominero de España (ITGE) evalúa el caudal potencial de las aguas subterráneas del área de Sevilla en 1.800 litros por segundo (es decir, 57 Hm³/año), distribuido en cinco zonas (La Rinconada, Alcalá del Río, Gerena, Sur del Aljarafe y Sur de Dos Hermanas). La mayoría de estos recursos presentan problemas de calidad, aunque no mayores de los que se presentan en otras alternativas sí aceptadas, como las tomas de emergencia del río [EMASESA, 1997a] (ver apartado 2.1.). En cualquier caso, aunque no forma parte de la argumentación central de este Informe, parece claro que, como afirma la Consejería de Obras Públicas y Transporte en el documento del Plan de Ordenación del Territorio de la Aglomeración Urbana de Sevilla (POTAS) de 1996, el sistema de abastecimiento de Sevilla necesita avanzar en la integración de las posibilidades del uso conjunto de recursos superficiales y subterráneos [5].

2. Lecciones de la sequía

(Volver al índice.)

2.1. La gestión de las últimas tres sequías en Sevilla (1974-76, 1981-83, 1992-95)

(Volver al índice.)

Una región de clima mediterráneo, como es Andalucía, está caracterizada por una gran variabilidad temporal en el nivel de precipitaciones, tanto "intra-anual" (al alternarse los inviernos húmedos y los veranos secos) como interanual (al sucederse series de años con precipitación por encima o por debajo del valor medio anual). En este contexto, las sequías han sido un fenómeno recurrente en el área de Sevilla y su zona de influencia: en los últimos 25 años se han experimentado tres períodos prolongados de escasez de lluvias (1974/76, 1981/83 y 1992/1995).

Pero la escasez de lluvias no es el único factor de determina una situación de sequía. Desde el punto de vista del estudio de los riesgos naturales, se define la sequía como "un déficit de precipitaciones lo suficientemente intenso y prolongado como para generar impactos negativos sobre la sociedad que lo padece" [Pita, 1991]. En este sentido, el conjunto de la gestión del agua en un país mediterráneo - tanto en años húmedos como en años secos - consiste, en realidad, en la gestión de la irregularidad y debe ir encaminado a minimizar los impactos que ésta produce a la sociedad. Por esta razón, es un profundo error considerar la sequía como un fenómeno excepcional. Desgraciadamente, el análisis de las respuestas a los últimos tres períodos de sequía en el área metropolitana de Sevilla parece indicar que los gestores se han enfrentado a cada período sucesivo de sequía como si se tratase de algo nuevo que "siempre llega de forma

inesperada" [EMASESA, 1997a:7] (ver apartado 2.1.C). Este mismo análisis pone de manifiesto dos series de fenómenos.

Por una parte, los tres últimos períodos de sequía han obligado a los gestores, aunque sólo sea coyunturalmente, a actuar de manera diferente a la habitual. Esto se ha traducido principalmente en un cambio en la geografía, la organización y la flexibilidad del sistema de suministro, y en actuaciones encaminadas al control de la demanda. Estas experiencias pueden ser muy valiosas, si se extraen de ellas las conclusiones adecuadas, de cara a enfrentarse a futuras sequías. Pero por otra parte, una serie de fallos - bien de tipo estructural o coyuntural- en el sistema de gestión han llevado a importantes impactos sobre el servicio, tanto en aspectos cuantitativos (imposición de restricciones horarias) como cualitativos (deterioro de la calidad del agua suministrada).

En los apartados que siguen se analizan las experiencias de gestión, principalmente las orientadas a la flexibilización de la oferta, que se deberían potenciar para la gestión futura, el papel de las sequías en la reducción de la demanda y los impactos sobre la población, tanto las restricciones al consumo como el empeoramiento de la calidad del agua suministrada.

A. Flexibilización de la oferta (Volver al índice.)

Ante cada situación de escasez de recursos, EMASESA ha reaccionado reorganizando la estructura del suministro (es decir, la contribución relativa y la distribución temporal de las distintas fuentes de recurso del sistema de abastecimiento propio) y recurriendo a recursos externos a éste (cuadro 4).

Cuadro 4: **Cambios en la configuración del sistema de abastecimiento de EMASESA durante las sequías.**

	1974-76		1981-83		1992-95	
	Hm3	%	Hm3	%	Hm3	%
Embalses del sistema EMASESA	231,0	83,0	193,0	71,7	232,5	42,4
Otros embalses (Pintado y Cala)	47,0 *	17,0	52,5	19,5	81,5	14,9
Pozos	Si	SD	1,8	0,6	5,0	0,9
Tomas de emergencia del río	No (1)	0	22,0	8,2	229,0 **	41,8
Total distribuido en alta	278,0	100	269,3	100	548,0 ***	100

(*) Es la suma de 42 Hm3 del Cala y 5 Hm3 (de los 10 Hm3 cedidos) del Pintado (véase más adelante);

(**) 253,1 Hm3 según Bonneau, 1996;

(***) Suma de los volúmenes aducidos de 1992 a octubre de 1995, cuando empezaron las lluvias;

(1) Durante la sequía de 1974-76 se tomó agua del río Guadalquivir a través de los sistemas de captación preexistentes (estación de filtraje de La Algaba) en cantidad que no ha sido posible precisar.

SD= Sin Datos

Fuente: Elaboración propia partir de [Prats, 1977], [Bonneau, 1996] y [EMASESA, 1997a].

Uno de los primeros ajustes a la sequía del sistema de abastecimiento de EMASESA ha sido la transferencia de recursos de los embalses de cabecera (Aracena y Zufre, más expuestos a la evaporación) a los embalses de Minilla y Gergal. El objetivo de esta operación ha sido la reducción de las pérdidas de recurso por evaporación en el embalse y el mantenimiento de unas condiciones tróficas mínimas en los embalses de cola para su uso como fuente de agua potable.

Otra actuación emprendida por EMASESA para hacer frente a la sequía ha sido, coincidiendo con la implantación de las restricciones, la sustitución del uso de agua potable para usos municipales por agua de pozos fuera de servicio (por problemas de calidad). Posteriormente esta agua también se puso a disposición de los ciudadanos de forma gratuita para usos no de boca (riegos de jardines, piscinas, etc.).

La utilización de agua subterránea para usos de boca representa un porcentaje insignificante del total del suministro: nunca ha rebasado el 1.5% y no ha aumentado sustancialmente durante las sequías (cuadros 4 y 5), debido principalmente a problemas de calidad. No obstante, la opción de gestión experimentada por EMASESA es interesante porque, al desconectar de la red aquellos usos que no requieren una calidad de agua de boca disminuye la presión sobre el sistema de abastecimiento general. Con ello se apunta a la posibilidad de ajustar a cada requerimiento de calidad una fuente apropiada de recurso, ajuste que podría generalizarse más allá de los episodios de sequía. De hecho, los recursos subterráneos aprovechables ascenderán, como queda dicho, a la nada despreciable cantidad de 56,7 Hm³/año. No obstante, una mayor utilización de aguas subterráneas para usos no de boca debería ir acompañada de un mejor control sobre los pozos ilegales, que EMASESA estima en unos 1.500 y que, con toda probabilidad, aumentaron durante la última sequía [Bonneau, 1996].

Cuadro 5: Volúmenes y porcentajes de agua de pozo utilizada por EMASESA para usos potables.

	1981	1983	1990	1991	1992	1993	1994	1995
Vol. extracción (Hm ³)	1,3	0,5	1,487	1,477	1,558	1,698	1,020	0,739
% suministro	-	-	1,10	1,00	1,15	1,50	0,90	0,70

Fuente: [Bonneau, 1996]

Durante los tres últimos períodos de sequía, EMASESA también ha recurrido a recursos externos al sistema de embalses adscritos al abastecimiento urbano de Sevilla: los embalses de Cala y Pintado, y las tomas de emergencia del cauce del río Guadalquivir (cuadro 6).

Cuadro 6: Recursos externos utilizados por EMASESA durante la sequía.

	Cala	Pintado	Total de emergencia
	Hm3	Hm3	Hm3
1974-76	42	5 *	SD
1981-83	52,5 **	No	22,0
1992-95	51,5	30	229,0

(*) De los 10 Hm3 cedidos, solo se utilizaron 5 Hm3.

(**) Suma de 18,5 Hm3 utilizados en el 1981 (de los 22,5 Hm3 cedidos) y de 34 Hm3 utilizados en 1983 .
SD = sin datos.

Fuente: [Bonneau, 1996]; [Cruz Villalón, 1988]; [EMASESA, 1997a].

En el embalse de Cala (capacidad total 58 Hm3, volumen regulado 26 Hm3) se encuentra una central hidroeléctrica de propiedad de la Compañía Sevillana de Electricidad (C.S.E.), que se utiliza para la producción de energía en horas punta. En 1974/76 hubo un acuerdo entre EMASESA y la C.S.E., con la supervisión de la C.H.G. para la cesión de caudales antes de ser turbinados. Ésta era la solución que requería menos inversiones en obras, dado que el embalse del Gergal, situado aguas abajo del Cala, todavía no se había construido y no podía servir para almacenar los caudales turbinados, como se hizo en las sequías siguientes (ver figura 3). Las negociaciones posteriores (1981-3 y 1992-95), ya con Gergal construido, giraron sobre el momento en el que se tenía que desembalsar, con el consiguiente efecto sobre el régimen de explotación hidroeléctrico del embalse. Los precios y el calendario de la cesión se proporcionan en el cuadro 7.

Cuadro 7: **Transferencia de recursos desde el embalse de Cala.**

	Volumen cedido (Hm3)	Compensación (Mptas)	Ptas./m3	Meses
1974-76	42	55	1,3	
1981-83	34	119	3,5	Febrero-Octubre (1991)
1992-95	39 *	232	5,9	
1993	16	87	5,4	Enero, Agosto
1994	15	105	7	Junio, Julio, Septiembre
1995	8	40	5	Enero-Marzo

(*) Existe una diferencia entre el volumen total transferido del Cala (51,5 Hm3, cuadro 6, [EMASESA, 1997a]) y el volumen (39 Hm3) para el que se dispone de datos para los costes de compensación [Bonneau, 1996]. Esto es debido presumiblemente a que no toda el agua turbinada y recibida del Cala se pagó.

Fuente: [Bonneau, 1996]

Por su parte, la transferencia de caudales del embalse del Pintado al área de Sevilla fue objeto de negociaciones durante los tres últimos períodos de sequía (1974-76, 1981-83 y 1992-95), aunque sólo se llegó a un acuerdo de cesión en 1976 y 1994 (cuadro 8).

Cuadro 8: **Transferencia de recursos desde el embalse del Pintado.**

	Fecha acuerdo	Caudales nominales (reales)	Período nominal (real)	Compensación (ptas/m ³)
1976	22 Julio 1976	10 Hm ³ (5 Hm ³)	30 Agosto-30 Septiembre 1976	4,2
1981	-	-	-	-
1992-95	22 julio 1994	30 Hm ³	Julio 1994-Marzo 1995 (Julio-Diciembre 1994)	7,7

Fuente: [Bonneau, 1996]; [EMASESA, 1997a].

Los caudales de este embalse están asignados a la Comunidad de Regantes de la Zona Regable del Viar (CRV), constituida por 1.924 agricultores, con una superficie de 12.000 Ha en la margen derecha del Guadalquivir. El comienzo de las obras de dicha Zona Regable se remonta a los años de la Segunda República, en los que también se proyectó la construcción del embalse del Pintado, que entró en servicio en 1951. De las 12.000 Ha totales, la mayoría depende exclusivamente de las aguas del Pintado, mientras que cerca de 1.340 Ha (11%, sectores V y VI) dependen del sistema de regulación general del río Guadalquivir para su dotación. De hecho, para complementar la dotación de la zona regable, la Comunidad dispone de una estación de bombeo, construida en 1957, que bombea agua del río a razón de 1,5 m³/s desde un punto situado antes de la Algaba, aguas arriba de la confluencia del arroyo Herrero con el Guadalquivir. Asimismo, en la parte baja de la zona regable, existen numerosos pozos en el acuífero aluvial del Guadalquivir, que en 1994 permitieron compensar la pérdida de caudales.

En 1976 se firmó un acuerdo para la cesión de 10 Hm³, de los que se utilizaron solo 5 Hm³ con un coste de compensación de 21 millones de pesetas (4,2 pts/m³) [Cruz Villalón, 1988]. En 1993, EMASESA solicitó con suficiente anticipación a la CHG la cesión de caudales del Pintado, pero dado que no se alcanzó un acuerdo con la CRV, los caudales se quedaron inmovilizados en el embalse del Pintado, sin poder ser aprovechados ni por los agricultores ni por EMASESA (aunque de los datos de flujo del Pintado, parece que se desembalsaron unos 7 Hm³ para la ciudad de Sevilla en abril y julio). En julio 1994 se llegó a firmar un "Acuerdo de Colaboración entre EMASESA, CRV y CHG". Este acuerdo es el primero en el marco de la Ley de Aguas de 1985 (aunque esta ley no se cite en el texto del acuerdo) y prevé la reasignación temporal de la concesión, a cambio del pago al titular de la concesión (CRV) de una compensación de 231 millones de ptas. y a la CHG de los costes de explotación (canon de regulación y tarifa de utilización) durante el período de utilización de los caudales cedidos (por un importe máximo de 19 millones de ptas.). Este acuerdo preveía la transferencia de 30 Hm³ desde julio 1994 hasta marzo 1995, pero ésta se hizo efectiva sólo hasta diciembre 1994.

En cualquier caso, no se debe perder de vista que el grueso de los recursos externos del sistema en el período 1992-95 han procedido del cauce del Guadalquivir, a través de las tomas de emergencia (cuadro 9). Gracias a ellas la ciudad ha podido sortear el impacto de la sequía, aunque a costa de un grave deterioro de la calidad del suministro (ver apartado 2.1.D).

Cuadro 9: **Recursos derivados de las Tomas de Emergencia del río Guadalquivir.**

	Vol. (Hm3)	Período
1981	22	Mayo-Agosto 1981
1992-95	229	Febrero-Marzo 1992 7,76 Hm3 Julio'92-Mayo'93 43,47 Hm3 Mayo-Septiembre'93 59,56 Hm3 Abril'94 4,64 Hm3 Dic'94-Dic'95 113,34 Hm3

Fuente: [*Cruz Villalón, 1988*]; [*EMASESA, 1997a*].

Como ya se ha señalado (apartado 1.3.), el sistema de abastecimiento de Sevilla tiene una larga tradición de captaciones de agua del río Guadalquivir, en Eritaña (actual puerto) primero, en La Algaba a partir de 1926 (cuando se puso en funcionamiento la doble red, con aguas de diferente calidad, posteriormente desmantelada). Durante la sequía de 1974-76, se tuvo que volver a poner en funcionamiento la estación de filtraje de esta última localidad. También se utilizaron las aguas del Guadalquivir a través del canal del Valle Inferior, que deriva de este río en Peñaflor, tramo menos contaminado [*Prats, 1977*]. En 1981 se volvió a recurrir a las aguas del Guadalquivir, de nuevo a través del canal mencionado y de una toma situada en la Corta de la Cartuja [*Cruz Villalón, 1988*]. Al comenzar la sequía de 1992-95, el sistema contaba con dos tomas de emergencia (Emergencias I y II), situadas en la Cartuja y en el tramo final de la Rivera de Huelva, respectivamente. Sin embargo, la disminución de los caudales circulantes por el Guadalquivir, el incremento de la salinidad y de los niveles de contaminación bacteriológica en el estuario, unido a la carencia de reservas en los embalses para mezclarlas con el agua circulante por el río, obligó a construir una nueva toma de emergencia (Emergencia III), situada en Alcalá del Río. Esta toma, con una capacidad de 6 m³/s, debía cubrir la totalidad de la demanda, además de incorporar al abastecimiento recursos del embalse del Pintado, si bien hasta un máximo de 2,4 m³/s debido a la capacidad del canal del Viar en el punto de conexión con el nuevo sistema [*EMASESA, 1997a*].

Existe una coincidencia general en la idea de que el emplazamiento de esta toma en un lugar más adecuado (aguas arriba de Alcalá del Río) hubiera resuelto de una manera más completa las posibilidades de intercambio con los recursos de mejor calidad del Pintado. Por otra parte, la garantía de los bombeos de la Toma de Emergencia III estaban condicionados a una adecuada gestión de los recursos del conjunto de la cuenca del Guadalquivir, cosa que, como se indica en el anejo B dedicado al debate sobre el proyecto de desalinizadora, estuvo lejos de ocurrir.

B. Reducción de la demanda (Volver al índice.)

Las experiencias de sequía han demostrado, contrariamente a lo que se suele afirmar, que la demanda puede ser - y de hecho ha sido- flexible. En este sentido, el dato más interesante es la considerable inercia en los consumos reducidos que se observa una vez acabada la sequía, ya sin ningún tipo de restricciones. En el cuadro 10 se recoge el facturado total anual durante las dos últimas sequías y años posteriores, expresándose el porcentaje del facturado en relación al año anterior al inicio de las mismas. Se pueden observar reducciones medias de un 20-25%, debidas en gran medida a las restricciones y campañas de sensibilización, que se prolongan voluntariamente una vez suspendidas éstas últimas.

Cuadro 10: Reducción de la demanda durante y después de las sequías en Sevilla y su zona de influencia.

	Facturación total EMASESA (Hm3)	%	Facturación total EMASESA y Aljarafesa (Hm3)	%
1980	72,7	100	80,7	100
1981 *	54,3	74,6	59,4	73,6
1982 *	58,7	80,7	66,6	82,5
1983 *	57,6	79,2	64,5	79,9
1984	60,7	83,5	68,5	84,8
1991	88,8	100	107,3	100
1992 *	88,5	99,6	106,7	99,4
1993 *	71,2	80,2	87,5	81,5
1994	70,6	75,5	87,3	81,3
1995 *	67,2	75,6	82,0	76,4
1996	65,4	73,6	82,0	76,4

(*) Años con restricciones del consumo.

Fuente: Elaboración propia a partir de [EMASESA, 1997a] y [EMASESA, 1997b].

En la figura 4 se representa la evolución de la dotación bruta, es decir el agua aducida partida por el

número de habitantes (que por consiguiente integra los aumentos de población servida a lo largo del período examinado): llama la atención la acusada dispersión de los consumos, incluso en años considerados normales, con un máximo histórico 425 litros/habitante/día en 1991 - justo antes de la última sequía - y un mínimo histórico de 301 l/h/día en 1996 - justo tras la última sequía. De forma más general, se puede observar que el consumo de agua en alta en Sevilla presenta un comportamiento en "diente de sierra", con un máximo justo antes de empezar cada período de sequía y un mínimo al finalizar éste. A partir de ese punto, se observa un período de lento ascenso hasta la siguiente sequía. A veces el consumo en los años inmediatamente posteriores a un período de sequía es inferior al consumo durante los primeros años de ésta.

Figura 4: Consumo unitario de agua bruta (dotación bruta de agua aducida) por habitante y año en el área de influencia de EMASESA y Aljarefesa.

Cabría decir que las sequías juegan en Sevilla el papel que podrían jugar las campañas de ahorro y las políticas de gestión de la demanda -aunque a costa de grandes penalidades-, concienciando a la población y promoviendo las pequeñas reparaciones domésticas que, junto a una gestión más cuidadosa por parte de la propia empresa, permiten contener el consumo. Sin embargo, estos ajustes de la demanda han sido en Sevilla puramente reactivos y transitorios, al no existir una política activa encaminada a estabilizar la demanda en los niveles de los años inmediatamente posteriores a las sequías (véase más adelante el apartado 2.2.B).

C. Restricciones: reacción sin previsión (Volver al índice.)

En los tres períodos de sequía se ha producido una secuencia en la toma de medidas de acuerdo con el esquema siguiente:

- Una primera fase de **sensibilización**: la población es informada por la prensa sobre la gravedad de la situación, se declara el estado de sequía con un primer bando municipal y se invita a moderar el consumo de agua.
- Una segunda fase de **restricciones cualitativas**, que coincide con la emisión de bandos municipales: en primer lugar, se prohíben o reducen al mínimo los usos municipales (utilización de agua potable para limpieza y mantenimiento de espacios públicos, funcionamiento de fuentes sin circuito cerrado). El objetivo de esta fase es el de realizar unos primeros ahorros y sobre todo, introducir un criterio de ejemplaridad. Sucesivamente se pasa a la prohibición de usos suntuarios en los hogares, como el llenado de piscinas, el riego de jardines y el lavado de coches.
- Una tercera fase de medidas más coercitivas, es decir las **restricciones propiamente dichas**: en esta etapa las restricciones duran menos de 10 horas diarias, siendo su objetivo principal la reducción de las pérdidas durante la horas nocturnas con unos niveles de ahorro esperado de 15-20%.
- Una cuarta fase de **radicalización de la restricciones**: éstas duran más de 10 horas diarias, con unos objetivos de ahorro de entre el 25% y el 35%.

Pero a pesar de la repetición de fases parecidas de respuestas a la sequía, cada período de sequía se ha manejado como si se tratase de un evento nuevo y sin precedentes. Las estrategias de repuestas a la sequía han sido una reacción, más que una previsión. Se ha echado en falta una planificación de fases de emergencia con umbrales definidos, a los que corresponden una serie de medidas específicas. Se ha

tomado conciencia de la sequía tan sólo cuando el balance oferta-demanda está amenazado a muy corto plazo (menos de 6 meses). La opinión pública ha sido informada de la situación de escasez sólo cuando las reservas en los embalses se encontraban en torno a un tercio de la capacidad total de éstos (cuadro 11).

Cuadro 11: Fases de alerta durante los últimos tres períodos de sequía y porcentajes de la capacidad máximas de los embalses.

	Sequía 1974-76		Sequía 1981-83				Sequía 1992-95			
	Fecha	ER %	Fecha	ER %	Fecha	ER %	Fecha	ER %	Fecha	ER %
I. Sensibilización/Declaración de sequía	09/74	21	11/80	27	-	-	02/92	32	01/95	6
II. Prohibición de usos municipales	10/74	20	01/81	25	-	-	03/92	30	-	-
III. Restricciones (<10 horas diarias)	11/75	6	02/81	21	02/83	34	09/92	15	06/95	7,7
IV. Restricciones (>10 horas diarias)	01/76	5	03/81	21	09/83	12	01/93	5	11/95	6,9
Normalización	12/76	15	01/82	27	01/84	SD	11/93	8	01/96	39

ER = Estado de las Reservas, es el volumen en los embalses partido por la capacidad total de los embalses del sistema EMASESA (cabe recordar que ésta última ha ido aumentando de 187 Hm³ en 1974-76 a 222 Hm³ en 1981-83 y a 390 Hm³ en 1992-95);
SD = Sin Datos

Fuente: Elaboración propia basada en [Bonneau, 1996] y [EMASESA, 1997a].

Del cuadro 11 parece difícil extraer una regla general o un criterio para el inicio de cada una de las fases: los valores límites de reservas en los embalses (ER) para el inicio de las restricciones varían desde 6% en 1975 a 34% en 1983. Así, en el período de sequía 1981/83, unas reservas al 34% en febrero de 1983 determinan el inicio de las restricciones, cuando casi un año antes (enero de 1982) unas reservas en los embalses del 27% habían marcado el final de las restricciones. Asimismo, en noviembre del 1993, unas reservas en los embalses de tan solo 8% se han considerado suficientes para levantar las restricciones.

También, en enero de 1995, el 6% se entra simplemente en la fase de sensibilización, mientras en enero de 1993 con el mismo nivel de reservas se estaban aplicando unas restricciones de 11 horas diarias. Bien es cierto que 1995 ya estaba funcionando la Toma de Emergencia III. Sin embargo, ello no parece que debía haber conducido a una relajación tan exagerada del control.

Otro elemento de inconsistencia es la falta de coordinación entre los bandos de sequías de EMASESA y Aljarafesa, que aunque se abastezcan de las mismas fuentes de recursos y se sitúan en el mismo marco legal [*Junta de Andalucía, 1991*], tienen diferentes criterios en relación con el calendario y el contenido de estos bandos. Un factor importante a tener en cuenta en esta discordancia es el diferente signo político de las autoridades locales que controlan los Consejos de Administración de cada una de estas dos empresas públicas, lo que en ocasiones ha dado lugar a la utilización de los temas del agua en la pequeña lucha partidista cotidiana.

Consecuencia de esta falta de previsión y del desfase intrínseco entre la toma de medidas y la consecución de unos efectivos ahorros es que la disminución drástica de los volúmenes distribuidos en alta ocurre mucho después de que los volúmenes embalsados alcancen niveles claramente preocupantes.

D. Impactos sobre la calidad (Volver al índice.)

El alto porcentaje de agua del río Guadalquivir utilizada para el abastecimiento de Sevilla ha tenido consecuencias importantes sobre la calidad del agua suministrada por EMASESA. Entre 1993 y 1995, la calidad de las aguas que llegó a las plantas potabilizadoras de EMASESA fue tan baja que, incluso con un tratamiento más intenso y costoso que el habitual, fue imposible alcanzar los requisitos de calidad para el agua potable establecidos por ley, rebasándose algunas de las concentraciones máximas admisibles establecidas por el Reglamento Técnico Sanitario (RTS) de 1990.

Para regularizar esta situación hubo que aplicar el artículo 3-2-d de éste último, en el que se prevé un régimen excepcional. Según este régimen, las Comunidades Autónomas pueden autorizar la flexibilización de hasta 10 parámetros de calidad en casos extremos -tales como "condiciones meteorológicas excepcionales"- por un período máximo de 6 meses. Esta autorización tiene que ser concedida por la Comisión Provincial de Calificación de Aguas, órgano en el que participan representantes del Servicio Andaluz de Salud, de la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, de los municipios y de las empresas abastecedoras afectadas.

La Comisión Provincial de Calificación de Aguas autorizó varias rebajas de los parámetros de potabilidad a lo largo del último período de sequía: en 1993 (entre enero y junio y entre abril y octubre), en 1994 (entre junio y diciembre) y en 1995 (entre marzo y septiembre y entre noviembre y abril 1996). Sin estas modificaciones del Reglamento Técnico Sanitario (RTS), las restricciones hubieran sido aún más graves de lo que fueron.

A título de ejemplo, los valores de concentraciones máximas admisibles (CMA) se elevaron, con el régimen especial establecido en enero de 1993 (y de forma parecida con el de abril de 1994) de 50 mg/l a 80 mg/l para el magnesio, de 150 mg/l a 200 mg/l para el sodio, de 250 mg/l a 400 mg/l para los sulfatos y de 200 mg/l a 350 mg/l para los cloruros [*Bonneau, 1996*]. Llama particularmente la atención esta última excepción, dado que en el RTS se afirma que, por encima de una concentración de 200 mg/l de cloruros, "existe el riesgo de efectos secundarios" en la población.

2.2. Fallos estructurales y conyunturales que agravaron la última sequía

(Volver al índice.)

Durante el último período de sequía se ponen de manifiesto una serie de deficiencias estructurales del sistema de abastecimiento de aguas de Sevilla y su entorno, gestionado por EMASESA y Aljarafesa, y se suceden determinados errores de gestión que agravan de forma innecesaria la ya de por sí difícil situación. Podemos afirmar que, sin esas deficiencias - tanto estructurales como coyunturales -, la situación de penuria extrema padecida podría haberse evitado sin duda alguna. En este apartado analizaremos la influencia en la gestión de la sequía de algunas de estas deficiencias (cuadro 12).

Cuadro 12: Fallos estructurales y coyunturales en la gestión de la sequía 1991-95 en Sevilla.

Factores estructurales	Bajo rendimiento hidráulico de la red	Inexistencia de una política de gestión de la demanda
Factores coyunturales	Retraso en la entrada en servicio del embalse de Zufre	Consumo excesivo e injustificado en los años 1991 y 1992

Fuente: Elaboración propia.

A. Bajo rendimiento hidráulico de la red (Volver al índice.)

El rendimiento hidráulico de la red se define como el tanto por ciento del agua facturada en baja respecto al total del agua bruta desembalsada o captada (agua bruta aducida, ver anejo C). En la práctica, los rendimientos hidráulicos alcanzados por la red de abastecimiento de EMASESA y Aljarafesa durante los años de sequía e inmediatamente anteriores y posteriores han sido los que aparecen en el cuadro 13.

Como puede observarse, el rendimiento hidráulico global de la red de abastecimiento es muy bajo, lo que, para un consumo dado, obliga a desembalsar agua en proporciones muy superiores a lo que sería razonable.

Cuadro 13: Rendimiento hidráulico global del sistema EMASESA - Aljarafesa.

Año	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Rendimiento	58,6%	60,7%	62,1%	59,4%	60,1%	58,6%

Para la red de distribución de Aljarafesa se ha supuesto un rendimiento parcial del 71%, único dato disponible.

Fuente: Elaboración propia a partir de [EMASESA, 1997a] y [Aljarafesa, 1992].

B. Inexistencia de una política de gestión de la demanda (Volver al índice.)

Las políticas de gestión de la demanda son políticas encaminadas a disminuir el consumo de agua por habitante sin merma de la calidad de vida de la población abastecida. Entre ellas se incluyen campañas de concienciación, campañas informativas acerca de las mejores tecnologías de ahorro disponibles, tanto para el sector doméstico como para el industrial, subvenciones a la implantación de tales tecnologías, reforma

del sistema tarifario para hacerlo progresivo, etc. En el caso de EMASESA y Aljarafesa tales políticas no se han aplicado, salvo las campañas de concienciación y las restricciones ya en situación de emergencia, como se ha puesto de manifiesto en el apartado 2.1.B (figura 4).

El primer objetivo de una política de gestión de la demanda - inexistente hoy en día - sería estabilizar el consumo de agua por habitante en años normales a un nivel similar al de los años posteriores a cada sequía, tratando luego de disminuir este consumo en una segunda fase. A este respecto, sólo con posterioridad a la última sequía y a instancias de la oposición municipal se ha iniciado un programa que cabría englobar dentro de las políticas de gestión de la demanda: el plan de sustitución de contadores colectivos (Plan CINCO), que supone descensos promedios del 20% en los consumos domésticos de agua [EMASESA, 1995]. Pero queda aún mucho por hacer: campañas de concienciación, de implantación de tecnologías de ahorro, de reforma tarifaria e implantación de unas tarifas progresivas, etc.

C. El retraso en la puesta en uso del embalse de Zufre (Volver al índice.)

El embalse de Zufre fue terminado en 1987 pero no entró en servicio hasta 1991, debido al retraso en la ejecución del desvío en una carretera a causa de la descoordinación entre las administraciones afectadas (EMASESA, MOPTMA, Junta de Andalucía y CHG). Tal anomalía se haría notar en los años siguientes.

Figura 5: **Embalse de Zufre en 1995.**

Figura 6: **Embalse de Zufre en 1996.**

Para evaluar la importancia del retraso en la puesta en uso de Zufre, es preciso conocer la capacidad de regulación (o volumen promedio de agua embalsada anualmente) de los diferentes embalses administrados por EMASESA. En el cuadro cuadro 3 puede observarse que el embalse de Zufre supone un incremento del 70% (48 Hm³) sobre la capacidad anterior de regulación de los embalses adscritos al abastecimiento urbano de Sevilla y su entorno (69 Hm³). Si tenemos en cuenta que a principios de 1991 el total de agua embalsada en los pantanos entonces en servicio (Minilla, Gergal y Aracena) era de 160 Hm³ [Bonneau, 1996], una simple regla de tres nos permite estimar la disminución de las reservas disponibles a principios de 1991 como consecuencia del retraso en la puesta en servicio de Zufre:

Disminución de reservas estimada = Reservas efectivas x 70 / 100 = 112 Hm³

Como se verá, estos 112 Hm³ hubieran podido reducir a prácticamente la mitad el total de agua extraída de las tomas de emergencia durante la sequía, aumentando considerablemente la calidad del agua consumida.

Por tanto, es preciso hacer hincapié en el hecho de que, en contra de lo que suele afirmarse, la pasada sequía no se abordó con el sistema de abastecimiento actual en servicio y a pleno rendimiento: si el sistema completo de embalses hubiera estado en servicio y plenamente operativo durante los años de fuertes lluvias que precedieron a la sequía, el volumen de reservas al inicio de la misma hubiera sido considerablemente superior. Esta consideración es pertinente en el debate acerca de la necesidad de construir Melonares, necesidad que supuestamente la última sequía pone en evidencia.

D. Los consumos excesivos durante 1991 y 1992 (Volver al índice.)

Ya hemos visto (figura 4 y cuadro 2) que 1991 y 1992 representan años record en el consumo de agua en Sevilla. Ello se debe, en parte, a la señalada inexistencia de una política de gestión de la demanda, que provoca esa característica evolución del consumo en "diente de sierra". Pero para entender la cifra record de 1991 y el elevado consumo en 1992 - pese a ser éste un año de sequía, en el que comenzaron ya las restricciones - es preciso también recurrir al ambiente de despilfarro de recursos que precedió y acompañó a la Expo'92, sin lo cual tales cifras no se entenderían. Por el contrario, la cantidad de agua demandada en 1996 (e incluso en 1997) para abastecer a una población superior a la servida en 1991-92 sigue siendo notablemente inferior a la demandada durante dichos años, sin que quepa aducir ninguna penuria o merma de la calidad del abastecimiento.

E. Análisis global de la incidencia de los factores señalados (Volver al índice.)

La sequía se inicia en el otoño de 1991 y dura hasta las fuertes lluvias de noviembre-diciembre de 1995. Por otra parte, el embalse de Zufre no entra en servicio hasta enero de 1991. Para evaluar la incidencia de los factores señalados en el abastecimiento de agua durante el período de sequía, consideraremos el período que va desde la entrada en servicio de Zufre, a principios de 1991, hasta el final de la sequía en noviembre de 1995. Las captaciones de agua en alta para abastecimiento se listan en el cuadro 14.

Cuadro 14: Captaciones de agua en alta de enero de 1991 a noviembre de 1995 (Hm3).

Año	1991	1992	1993	1994	1995*	TOTAL
Captaciones	174	167	133	139	109*	722

(*) 1995 excepto noviembre y diciembre.

Fuente: [EMASESA, 1997a (gráfico n. 4, pag. 25 y cuadro n. 17, pag. 56).]

Para hacer posible este consumo de agua en alta se utilizaron los siguientes recursos: las reservas embalsadas a comienzo de 1991; las aportaciones netas embalsadas durante el período por los pantanos de EMASESA; los recursos provenientes de los embalses de Cala y El Pintado y, finalmente, las tomas de emergencia. El total de todo ello equivale a la suma de las captaciones totales del cuadro 14 anterior, más los 27 Hm3 remanentes (embalsados en el Gergal) a principios de noviembre de 1995 (cuadro 15).

Cuadro 15: Origen de los recursos en el período 1991-1995* (Hm3).

Reservas	Aportaciones	Cala	Pintado	T. Emergencia	TOTAL
160	277,5	51,5	31 (**)	229	722 (+27) (***)

Reservas: volumen embalsado a principios de la sequía.

Aportaciones: aportaciones a embalses derivadas de las precipitaciones durante el período de sequía.

(*) 1995 excepto noviembre y diciembre.

(**) Sin embargo, en el acuerdo de colaboración entre la CHG y la CRV se establece un volumen de 30

Hm3.

(***) Remanente en embalses al final de la sequía.

Fuente: [EMASESA, 1997a (gráfico n.7, pag. 51)]; [Bonneau, 1996].

En relación con los 229 Hm3 obtenidos de las tomas de emergencia, lo primero que hay que hacer notar es que se podrían haber reducido en 112 Hm3 simplemente con que el embalse de Zufre hubiese estado operativo al 100% a la fecha de su terminación en 1987.

Además, si durante el período de enero de 1991 a noviembre de 1995 se hubiese producido un nivel de consumo similar al de 1996 (año sin restricciones ni merma de calidad), traducido en unos desembalses globales de 134 Hm3, el total de agua demandada hubiera sido de 648 Hm3, en lugar de los 722 Hm3 realmente demandados durante el período, lo que hubiera reducido la necesidad de recurrir a las tomas de emergencia en otros 74 Hm3.

Finalmente, un rendimiento hidráulico de la red del 75% (ver el anejo C) en lugar del 60% actual, hubiese reducido la demanda de agua en alta en:

Reducción demanda de agua en alta = $648 \times (1 - 0,6/0,75) = 130$ Hm3

Con todo ello, hubieran sido innecesarias no sólo las tomas de emergencia, sino incluso los recursos tomados de Cala y El Pintado. No obstante, esta cifra puede ser criticada si tenemos en cuenta que parte del agua no facturada se debe a lo que EMASESA califica de "desviación de contadores", es decir agua realmente consumida en baja que no es registrada por la obsolescencia de gran parte del parque actual de contadores [6]. Si tenemos en cuenta dicho consumo de agua (no facturado pero real), el rendimiento hidráulico "efectivo" actual se elevaría, aunque en ningún caso por encima del 65%, con lo que la reducción de la demanda de agua en alta considerada sería de:

Reducción demanda de agua en alta = $648 \times (1 - 0,65/0,75) = 86$ Hm3

Si nos colocamos en esta segunda hipótesis más conservadora, serían 86 Hm3 los que corresponderían a la posible reducción de la demanda por mejora del rendimiento hidráulico, con lo que el total de reducciones sería de $112 + 74 + 86 = 272$ Hm3, reducción que habría hecho innecesario el recurso tanto a las tomas de emergencia como a los desembalses de El Pintado, manteniendo la necesidad de disponer de los del Cala.

Resumiendo, la conjunción de una serie de fallos estructurales (bajo rendimiento hidráulico de la red e inexistencia de políticas de gestión de la demanda) y coyunturales (consumos excesivos durante el bienio 1991-92 y retraso en la entrada en servicio del embalse de Zufre), han contribuido de forma decisiva a las penurias padecidas por la población durante la última sequía, hasta el punto de que si tales factores no hubiesen estado presentes, total o parcialmente, el recurso a las tomas de emergencia hubiera sido innecesario o necesario en mucha menor medida.

3. Alternativas de las administraciones públicas: Melonares

(Volver al índice.)

3.1. La justificación de la necesidad del embalse

(Volver al índice.)

Todas las respuestas que se han dado desde las diferentes administraciones públicas al problema del abastecimiento urbano de Sevilla y su entorno coinciden en la necesidad de la construcción del embalse de Melonares. Esta necesidad se plantea con diferentes niveles de prioridad: máxima, en el caso de la CHG y del gobierno municipal (y EMASESA); relativa y situada en el contexto de alternativas más complejas, en el caso de la administración autonómica [*Consejería de Obras Públicas y Transportes, 1996*]. Además, dicha coincidencia se realiza desde evaluaciones dispares, no sólo de la demanda esperada, sino también de la capacidad de regulación de los embalses de la cuenca.

Hemos resumido en el cuadro 18 las diferentes estimaciones de la demanda realizadas hasta ahora. En el Nuevo Estudio de Impacto Ambiental (EIA) del embalse de los Melonares (1995) se realiza un evaluación de las demandas esperadas hasta el año 2012 no sólo en la zona abastecida por EMASESA-Aljarafesa, sino también en la zona abastecida por el embalse del río Huesna. Esta última abarca en la actualidad 14 poblaciones de la provincia de Sevilla, con una demanda real de en torno a 20 Hm³/año. Se estima que el sistema del Huesna es excedentario, por lo que podría aportar recursos al Área Metropolitana de Sevilla. Los datos de demanda aportados en el EIA - sin ninguna justificación, por cierto - se reflejan en la primera fila del cuadro 18.

Otra evaluación de la demanda futura es la realizada por la propia EMASESA en febrero de 1996, esta vez referidos exclusivamente al Área servida por EMASESA y Aljarafesa. En esta evaluación aparecen por vez primera, junto a la evaluación de la demanda urbano-industrial propiamente dicha de las poblaciones de la zona, una serie de epígrafes, algunos de fácil comprensión (medioambientales, resguardos) y otros menos claros (industria singular, riegos), que suponen variaciones sustanciales de las cifras de demanda. Para una mejor comprensión hemos reflejado en la segunda fila del cuadro 18 los datos de demanda estimados por EMASESA exclusivamente como demanda urbano-industrial de las poblaciones de la zona, y en la fila tercera los datos totales de demanda estimados, teniendo en cuenta todos los epígrafes citados que, como se ve, incrementan notablemente las cifras de demanda.

Finalmente es preciso citar las diversas evaluaciones realizadas en el borrador de 1996 del Plan de Ordenación del Territorio de la Aglomeración Urbana de Sevilla (POTAS), elaborado por la Consejería de Obras Públicas de la Junta de Andalucía, referidas al conjunto del área abastecida por EMASESA y Aljarafesa. Las diferentes evaluaciones de demanda realizadas en el POTAS aparecen en las filas cuatro a nueve del cuadro 18. Las diferentes hipótesis de cálculo son las siguientes:

Hipótesis A: Se consideran las dotaciones en litros por habitante y día establecidas por la Orden del MOPU de 24 de septiembre de 1992 en función de la población total y del nivel de actividad industrial y comercial de la zona.

Hipótesis B: Se calcula la dotación media en baja de cada municipio en el período 1990-1994 y se divide por el rendimiento hidráulico de la red de abastecimiento (calculado como 0,65 para EMASESA y 0,7 para Aljarafesa).

Hipótesis C: Igual que la anterior, pero suponiendo que se ha alcanzado un rendimiento hidráulico global del 0,75.

También en el POTAS aparece un epígrafe titulado "incremento por consumo industrial" adicional a las cifras calculadas en las tres hipótesis, que nos parece de difícil justificación, por lo que lo hemos desagregado, de modo que las cifras de demanda incluyendo dicho epígrafe se rotulan como A2, B2 y C2 respectivamente, mientras que las demandas calculadas sin tener en cuenta dicho incremento se rotulan A1, B1 y C1.

Finalmente, en la última columna, se incluye el incremento porcentual de la demanda entre la primera y la última columna, para cada fila.

Cuadro 18: **Estimaciones de demandas según diversas fuentes para 2012 (Hm3).**

Año	1992	1996	2002	2006	2012	Incremento 1992/1996 => 2012
EIA (*)		188	202		213	+13,3%
EMASESA-1	155		168		192	+19,1%
EMASESA-2	200		214		237	+18,5%
POTAS-A1 (**)		156	163	173	178	+14,1%
POTAS-A2 (**)		158	169	185	197	+24,7%
POTAS-B1 (**)		150	156	179	185	+23,3%
POTAS-B2 (**)		152	163	191	204	+34,2%
POTAS-C1 (**)		127	132	151	157	+23,6%
POTAS-C2 (**)		127	137	162	173	36,2%

Fuentes:

(*) [*Confederación Hidrográfica de Guadalquivir, 1995a*] (EMASESA+Aljarafesa+Huesna);

(**) [*Consejería de Obras Públicas y Transportes, 1996*] (años 2001 y 2011).

Lo primero que llama la atención es la gran disparidad de las previsiones que, para el año 2012 y la zona EMASESA + Aljarafesa, oscilan entre un máximo de 237 Hm3/año y un mínimo de 157 Hm3/año. Otro aspecto sorprendente de las estimaciones es el gran incremento porcentual calculado en todas las hipótesis para el año 2012, que en todos los casos supera el incremento poblacional, calculado en un 11,7% para el conjunto de la Aglomeración Urbana por el POTAS. Finalmente es preciso señalar que, excepto en el caso de las hipótesis C1 y C2 (que implican una mejora en el rendimiento de la red) las estimaciones de

demanda para 1996 (un año sin restricciones y de grandes lluvias) **son en todos los casos superiores al consumo real en dicho año**, que en el área EMASESA-Aljarafesa fue de 133 Hm³, manteniéndose este volumen de consumo en 1997 (137 Hm³).

En cuanto a los recursos superficiales disponibles, sobre los que recae en todos los estudios citados el peso del abastecimiento, las distintas evaluaciones de la capacidad de regulación en Hm³/año de los distintos embalses de la zona, así como su asignación actual, se ofrecen en el cuadro 19. Los subtotales corresponden a la suma con los recursos listados en las filas superiores de la misma columna.

Cuadro 19: **Recursos superficiales regulados (Hm³)**

	EMASESA/CHG*	EIA**	POTAS***
Embalses EMASESA	117	132	133
Subtotal + Cala (H)	143	155	156
Subtotal + Huesna (A)		185	186
Subtotal + Pintado (R)		250	252
Regulación de Melonares		39	48

A: abastecimiento; H: hidroeléctrico; R: regadío.

Fuentes:

(*) [*Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, 1994*];

(**) [*Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, 1995a*];

(***) [*Consejería de Obras Públicas y Transportes, 1996*]

De nuevo pueden observarse serias discrepancias, sobre todo entre los datos suministrados por EMASESA y los suministrados por el POTAS y el EIA. Puede observarse cómo el conjunto de embalses de EMASESA más Cala dan unas cifras de capacidad de regulación que no garantizan el abastecimiento de la zona a abastecer, excepto en el caso de la hipótesis C1. Hay que decir, no obstante, que esta última hipótesis, mantenida por la Consejería de Obras Públicas de la Junta de Andalucía, es la única que incorpora objetivos de gestión de la demanda, tan razonables, por otra parte, como incrementar el rendimiento hidráulico de la red hasta un 75%.

3.2. El proyecto de embalse de Melonares

(Volver al índice.)

A. Antecedentes del proyecto de embalse de Melonares (Volver al índice.)

La toma en consideración del embalse de Melonares (juzgado necesario en las alternativas recién analizadas, con la excepción señalada) empieza en 1972, cuando la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir encarga al Servicio Geológico de Obras Públicas un estudio para el emplazamiento de dos presas alternativas sobre el Viar. Apreciada su idoneidad geológica (aspectos meramente constructivos,

topográficos y de impermeabilidad) en 1975, transcurren algunos años hasta que en 1985 la Consejería de Obras Públicas de la Junta encarga a una consultora el estudio y proyecto de la presa de Melonares. A partir de entonces, por precepto legal, se inicia el trámite de evaluación de impacto ambiental, a petición de la Dirección General de Medio Ambiente del MOPTMA, que encomienda a la DGOH (en particular a la CHG) la redacción del correspondiente Informe. Remitido el 3 de agosto de 1990, es aprobado y presentado al público el 1 de febrero de 1992. Ante una serie de alegaciones alusivas al carácter incompleto y arbitrario de este primer informe, que emanaron del propio MOPTMA (DG Protección Ambiental) y de la AMA -ello a pesar de que en 1993 había aparecido un estudio complementario, que aspiraba a paliar las deficiencias encontradas-, se decidió realizar un segundo Estudio de Impacto Ambiental, que se completa en febrero de 1995. Este segundo informe, mucho más extensivo y sistemático que el primero, contiene abundante información de interés.

Posteriormente, el MIMAM, a través de su DG de Calidad y Evaluación Ambiental (DGCEA), ha dado a conocer una Resolución (de 13 de octubre de 1997), publicada en el BOE de 24 de noviembre. En este documento se describe brevemente el proyecto, sus antecedentes, se analizan los estudios realizados y se concluye lo siguiente: la construcción de la presa "produciría impactos ambientales significativos negativos en el valle del río Viar, que constituye una de las zonas más valiosas del Parque Natural de la Sierra Norte de Sevilla, declarado como tal y protegido por la Ley 2/1989, de 18 de julio". Este mismo valoración se desprende de la lectura del Plan Rector de Uso y Gestión del Parque, así como del Plan de Ordenación de Recursos Naturales del mismo [*Consejería de Cultura y Medio Ambiente, 1994a*] [*Consejería de Cultura y Medio Ambiente, 1994b*]. Consecuentemente la Resolución establece que, como condición indispensable para ejecutar la obra de Melonares, la DGOHCA debe demostrar que:

1. No hay otras alternativas para cubrir las necesidades de abastecimiento de Sevilla.
2. Hay razones de primer orden para justificar la realización del proyecto.

Sin embargo, no se establece el procedimiento para cumplir las condiciones que se exigen -que, de hecho, constituirían un obstáculo insalvable para la obra- sino que se da por supuesta la realización del proyecto, al que se exige un total de tres requisitos (estudios previos) antes de la ejecución, a la vez que se endurecen las medidas compensatorias obligadas para paliar sus efectos. En resumen, aunque clara en la definición de los graves impactos del embalse, la Resolución admite la obra, por lo que se han levantado múltiples reacciones contrarias a la misma. En particular, a 22 de diciembre de 1997, la CODA presentó recurso ordinario dirigida a la DGCEA del MIMAM.

El sector afectado por el proyecto, que inundaría 1.457 Ha, contiene diez de los catorce tipos de hábitat natural de interés comunitario en la Sierra Norte, siendo dos de ellos de carácter prioritario. La práctica totalidad del sector que se inundaría está declarada como ZEPA n. 053 Sierra Norte (zona de especial protección para las aves), según la Directiva Europea 79/409/CEE y pertenece a la Red Europea Natura 2000, según la Directiva Europea 92/43/CEE. Asimismo pertenece mayoritariamente al área de importancia internacional para las aves (IBA n. 232 Sierra Morena de Sevilla).

Figura 7: **El valle del río Viar.**

B. El proyecto de la presa (Volver al índice.)

La presa proyectada, que puede calificarse de gran presa con los criterios internacionalmente aceptados para ello, se situaría sobre el cauce del río Viar, a 1.100 m aguas arriba de la carretera comarcal C-433 de Sevilla a Cazalla de la Sierra, sobre el emplazamiento actual de una estación de aforo denominada de Puente Quebrada. Inundaría una franja de 16 Km longitudinalmente sobre el curso del río, cubriendo una superficie de unos 15 Km². Los municipios a los que afecta la inundación son Castilblanco de los Arroyos, El Pedroso, Almadán de la Plata, El Real de la Jara y Cazalla de la Sierra, todos ellos de la provincia de Sevilla, en la comarca de la llamada Sierra Norte. Parte de la zona inundada corresponde al Parque Natural del mismo nombre (ver figura 7).

Cuadro 20: Características del embalse de los Melonares.

Capacidad (Hm3)	185,6
Regulación anual (Hm3/año)	39-48 (*)
Superficie inundada (Km2)	14,57
Aportación media anual de la cuenca (Hm3/año)	552
Superficie de captación	68,87
Tipo de presa	arco-gravedad
Altura sobre el cauce de la coronación de la presa (m)	42,25
Cota de la coronación de presa (sobre el nivel del mar) (m)	87,25
Cota máxima de inundación de la lámina de agua	86,22
Cota máxima normal de la lámina de agua (m)	82,00
Longitud de coronación (m)	272,00

(*) Cifras más frecuentemente manejadas en la actualidad. También se ha cifrado la regulación anual en 60Hm3 [CHG, 1991b]. El propio EIA de 1995 maneja dos cifras: 62,3 Hm3/año que reduce luego (vol. 5, 7.3.) a 39 Hm3 [CHG, 1995a]. Ver anejo A.

Fuente: [Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, 1995a]; [Ministerio de Medio Ambiente, 1997].

La cerrada donde se situaría la presa no es perfecta, porque la margen izquierda cercana a la obra consta de una hilera de collados, por entre los cuales escaparía el agua a partir de cierto nivel de llenado del embalse; por ello se prevé la construcción de diques de materiales sueltos para asegurar el cierre lateral. Esto supondría una longitud de 1,3 Km adicionales de diques, con el consiguiente impacto.

Un aspecto de gran importancia es la proyectada restitución del canal del Viar. Este canal, que actualmente presta servicio a los regantes del Viar, toma sus aguas de un azud a unos 15 Km aguas arriba de la presa (ver apartado 4.1.). El canal tiene su trazado, paralelo al curso del río, en la margen derecha de éste. Quedará por ello inundado en épocas de máximo llenado y por lo tanto inutilizable tras la obra a lo largo de estos 15 Km. El proyecto prevé la restitución del canal. ¿Qué quiere decir esto? El canal queda

sustituido por el embalse a lo largo de este tramo, lo que equivale a decir que el origen del canal deja de ser el azud mencionado para pasar a ser el propio embalse de Melonares. Inevitablemente, este hecho convierte al embalse en un recipiente de doble uso, tanto para regadíos como para abastecimiento urbano. ¿Cómo se pretende conciliar estas funciones? Mediante las tomas de agua: la más alta (72 m) alimentaría por gravedad el canal del Viar. Las dos más profundas (a 58 m ambas) irían, la primera, a abastecimiento urbano de Sevilla, la segunda, a una central de bombeo que impulsaría las aguas para alimentar el canal. ¿Para qué sirve la central de bombeo? Cuando el embalse esté a medio llenar (situación previsible con cierta frecuencia), la alimentación superior, de 72 m, dejará de funcionar por no llegar a ella el nivel de embalse. En ese momento, empezará a funcionar la central de bombeo para impulsar agua hacia el canal usando energía eléctrica.

Las repercusiones de este modelo de uso combinado son múltiples. La más inmediata es el hecho de que se vuelve imposible separar la gestión de El Pintado (aguas arriba) de la de Melonares (ver apartado 4.1.). Para que este último esté razonablemente explotado desde el punto de vista de los regantes, convendrá tener lleno Melonares, a costa de desembalsar Pintado. Si las demandas de la ciudad vacían parcialmente el embalse de Melonares, habrá que recurrir a la energía eléctrica para alimentar el canal de los regantes, que deberán pagar una tarifa adicional por ello. Esto puede originar tensiones por competencia entre dos modelos de explotación de embalse: el de una abastecedora en estado puro (por ejemplo, el de La Minilla) y el de una comunidad de regantes.

Parece manifiesta la ambigüedad del proyecto, inicialmente planteado como obra de regulación general y, tras la sequía, recalificado como embalse de abastecimiento a Sevilla. Efectivamente, con la extraña aquiescencia de los beneficiarios originales (regantes del arrozal marismeño) a los que oficialmente se desposee, el embalse fue apresuradamente reorientado de riego a abastecimiento. De hecho, la opción de tomas fijas adoptada en el proyecto parece de momento excluir la posibilidad de instalar una torre de toma; sin este elemento, un embalse de abastecimiento urbano es anómalo y la gestión de la calidad pierde una de sus variables fundamentales (la profundidad de captación).

Esta oscuridad se acentúa si se tiene en cuenta que el canal del Viar arrancarían de la presa y, que como se ha indicado más arriba, el uso agrario y el urbano habrían de coexistir. Por otra parte, si los regantes se llevan rutinariamente el agua de la cota más alta, estarán con ello sustrayendo la fracción de más calidad del sistema Viar. Cuando, a causa de la escasez, haya que soltar aguas de El Pintado y ambos usuarios -agricultores y metropolitanos- deban compartir las aguas por las tomas de cota 58, estarán compitiendo por un recurso de peor calidad, posiblemente alimentado con aguas del hipolimnion de El Pintado. Todo ello arroja una sombra sobre la ensalzada calidad de las aguas que procuraría a Sevilla el embalse de Melonares.

Por último, lo que se conoce del presupuesto de la obra constituye sólo un fragmento del total de actuaciones necesarias. Nada consta acerca de la vía de aducción del agua hasta Sevilla: la opción más barata, pero menos eficiente en cuanto a pérdidas y energía, es usar el propio canal del Viar, complementado con bombeos hasta la estación potabilizadora de El Carambolo. Si, por el contrario, se pretende crear una conducción cerrada desde la presa hasta Sevilla, el presupuesto se multiplicará. La tentación de aprovechar la presa como puente para la carretera C-433, de trazado antiguo, tortuoso y abandonado a la espera de las hipotéticas obras del embalse, es otra amenaza que no se debe omitir.

Todo ello configura un proyecto oscuro, un embalse readaptado en cuanto a usos pero no en su concepto, que se implanta sin previsión de efectos en una comarca de gran valor natural y de potenciales extraordinarios.

4. El valle del Viar y los impactos del embalse

(Volver al índice.)

4.1. Notas sobre el medio físico, la naturaleza y la población

(Volver al índice.)

Lo que en código planificador se identifica como área 7.1.5.Viar (de acuerdo con la zonificación de la cuenca para el inventario de recursos hidráulicos naturales), o como sistema de explotación de recursos 12 (Viar), perteneciente a la unidad estructural Sierra Morena, no es sino aquel río que en 1785 era descrito en estos términos [**López, 1785**]: "El arroyo de Viar, que es de los mayores de la sierra [...] corre por entre unas sierras tan agrias, ásperas y elevadas, que son el pasmo de cuantos las ven, pues en su carrera tiene varios saltaderos, donde el agua se precipita a más de 80 varas de profundidad. Y siguiendo su curso separa los términos de [Almadén y Castilblanco] con el de Cantillana, en donde entra en el Guadalquivir después de haber corrido 15 leguas, tan caudaloso que a veces compite con el mismo Guadalquivir". También es el mismo río del que el *Libro de la Montería*, de Alfonso XI (1312-1350) dice: "los valles de sobre Viar son buenos montes de oso et de puerco en yvierno, et en tiempo de los panes et de las uvas".

En la escala geológica del tiempo, el Viar tiene otro retrato. El borde meridional del Macizo Hespérico, apéndice del continente Noratlántico, fue sometido a lo largo del Mesozoico a un intenso desgaste por erosión, que prosiguió hasta entrada la era terciaria. Este borde continental era entonces lindero del Mar de Tetis, antepasado del Mediterráneo, que se veía progresivamente comprimido por el avance de la placa continental de Gondwana, macrocontinente englobador de lo que luego serían África y Sudamérica. La presión ejercida por aproximación de placas continentales no sólo hizo emerger los sedimentos marinos del fondo del Tetis, plegándolos y alzándolos hasta edificar con ellos las cordilleras béticas, sino que flexionó el borde del Macizo Hespérico, creando la extensa ondulación en la que ya se reconocerían los rasgos de la Sierra Morena. La rigidez del Macizo dio lugar a muchas fracturas transversales -fallas- que luego serían aprovechadas por los ríos para excavar su cauce, originando regueros de erosión que fueron cegando el brazo de mar a que había quedado reducido el vecino Tetis. Este brazo colmatado y hundido es ahora el Guadalquivir y uno de estos ríos tallados en la Sierra es el Viar.

Ya su nacimiento confuso, en tierra relativamente llana y extremeña (por fusión de tres riveras de difícil orden jerárquico en el triángulo formado por Monesterio, Fuente de Cantos y Llerena), pone en claro su procedencia. Se trata de una muesca tallada al borde de la meseta, que desarrolla sus perfiles más hondos aguas abajo, en las excavaciones y fracturas del escalón de la Sierra, mientras desciende hacia la fosa tectónica de su desembocadura entre Burguillos y Cantillana, "siendo ya tan caudaloso a su muerte que sus corrientes cortan las del río [Guadalquivir] hasta bastante distancia, y el retroceso de las del río causa la inundación de Cantillana" [**López, 1799**].

¿De dónde provienen estos grandes caudales? El clima del Valle, gracias a su posición abierta al mar, sin barreras para los frentes atlánticos, garantiza precipitaciones relativamente abundantes (decrecientes hacia el este): en su mayor parte, la cuenca del Viar recibe unos 700 mm/año, con la excepción del tramo final (alrededor de 600) y de las cabeceras de Benalija y Tamujar, que recogen unos 800 mm. A su vez, la evapotranspiración potencial media anual es algo superior, situándose en media alrededor de los 800 mm (más elevada en el tramo final), lo que determina anualmente un período seco entre primavera y otoño, en el que el balance de aportaciones es negativo. Por otra parte, con relativa frecuencia se registran lluvias intensas (con período de retorno 10 años, se producen precipitaciones superiores a los 100 mm en 24 horas). Sin embargo, todo el cauce del Viar, desde el embalse de El Pintado hasta la desembocadura, está calificado como zona de riesgo potencial de inundaciones de prioridad mínima.

Los tres cursos de agua principales (de la zona que nos ocupa), el Viar y sus tributarios Gargantafría y Tamujar, mantienen una corriente permanente -sobre todo el Gargantafría-, salvo en alguna sequía extrema. Debido al encajonamiento del río, la ramificación de la cuenca es arborescente (cuenca dendrítica).

Cuadro 21: **Algunos datos sobre el río Viar.**

Longitud (Km)	133
Desnivel (m)	810
Superficie de cuenca (Km ²)	1.803
Pendiente media (uno por mil)	6,09
Precipitación media anual (l/m ²)	687
Aportación media anual (Hm ³)	242
Escorrentía anual (mm)	134
Recursos regulados por El Pintado (Hm ³ /año)	65 (*)

(*) Ver nota 7.

Fuente: [*Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, 1995b*]

El Viar, como casi todos los ríos de Sierra Morena, tiene su curso interrumpido por obras hidráulicas. Pero a diferencia de la mayoría de los valles, dispone de un largo tramo final no represado, con lo que se mantienen en su cauce fenómenos de hidrología de gran dinamismo. Esta singularidad del valle es una de las razones de su excepcional valor.

La obra hidráulica más dura del Viar es el embalse de El Pintado, en el límite norte de la provincia, rayano con Badajoz (a vuelo de pájaro entre Cazalla y Monesterio). Se trata de una gran presa, destinada al regadío (regantes del Viar, capacidad 202 Hm³, volumen regulado anual 65 Hm³ [7]) a unos 40 km aguas arriba del lugar donde se proyecta situar la presa de Melonares.

Cuadro 22: **Volúmenes embalsados (Hm3) en El Pintado, en mayo de sucesivos años (1979-1995).**

Capacidad del embalse, 202 Hm3.

79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	92	93	94	95
196	135	45	69	14	97	151	123	91	109	150	87	23	85	20

Fuente: [*Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, 1995a*]

El Pintado tiene aprovechamiento hidroeléctrico, para lo que se hace uso de una tubería forzada que alimenta las turbinas de un contraembalse -La Ganchosa- situado aguas abajo, a unos 8 Km. Más al Sur de La Ganchosa no hay obras de importancia, si se excluye algún pequeño embalse sobre el arroyo Tamujar, que viene de Cazalla, y un azud o presa de derivación, sobre el mismo curso del Viar, situado en cabeza del canal de los regantes del Viar. Este azud, de pequeña altura sobre el cauce, sirve para alimentar el citado canal que, a partir de este punto, baja en paralelo al río por la margen derecha, del que se distancia progresivamente al bajar hacia la Vega del Guadalquivir. Es de gran importancia este punto de derivación, no sólo por su situación en la confluencia del Tamujar con el Viar, sino por corresponder, según lo proyectado, a la cola del futuro embalse de Los Melonares. De hecho, la pista que, desde Almadén lleva a la C-433 (Sevilla-Cazalla), cruzaría precisamente por aquí, aprovechándose el azud para asentar un puente sobre el Viar.

Así pues, el Viar está desdoblado, ofreciendo en paralelo dos cursos alternativos, en los siguientes tramos: a) entre el embalse de El Pintado y su contraembalse (a través de la conducción de agua para la central hidroeléctrica), y b) a partir de la presa de derivación del Viar (a través del canal de los regantes). Estas rutas alternativas afectan con cierta intensidad los procesos naturales, al establecer trampas para la fauna del río, arrastrada bien a las turbinas de la central o hacia el canal del Viar.

Otro efecto de las infraestructuras sobre el sistema natural es la alteración de los regímenes de flujo. El caudal ecológico mínimo que deja escapar el embalse de El Pintado es 0,05 m3/s. Pero salvo esta cifra mínima, aguas abajo del embalse los caudales circulantes están a merced de la Junta de Explotación del sistema, con lo que se registran intensas fluctuaciones, especialmente en los tramos desdoblados. Las abundantes fugas del canal del Viar introducen una leve compensación, devolviendo al curso del río algo del agua derivada en el azud. Se dispone de cifras sobre el caudal en el propio punto donde se elevaría la presa (estación de aforo de Puente Quebrada), en un registro que se inició el año 76-77. El caudal medio mensual es mínimo en septiembre (0,14 m3/s) y máximo en enero y febrero (11 y 15 m3/s respectivamente).

La baja densidad de población de la zona, el efecto autodepurador en los tramos todavía largos de flujo libre, la agricultura escasa y extensiva, la ganadería dispersa contribuyen a asegurar una excelente calidad de aguas. El Gargantafría, afluente de la margen derecha, trae alguna contaminación de origen urbano -aportada por el arroyo de Calzadilla, que lleva las aguas residuales, no depuradas, de Almadén de la Plata; pero la longitud del tramo hasta su confluencia con el Viar y la buena conservación general del ecosistema, con cierta presencia de galerías arbóreas, da lugar a una visible autodepuración. En el tramo del Viar donde se construiría la presa se dispone pues de una calidad pre-potable, muy baja en nitratos, con pH levemente básico.

En resumen, puede describirse el tramo final del Viar, desde El Pintado hasta su desembocadura en el Guadalquivir, como un extenso valle (unos 70 Km) despoblado y solitario, sin ninguna población que lo acompañe, rodeado de un mosaico de paisajes propios de la Sierra Morena cálida, con un río aún vivo que estructura importantes comunidades faunísticas y que conserva gran parte de su dinamismo de cauce.

4.2. Notas sobre la zona del Valle del Viar que quedaría inundada y los impactos de la presa

(Volver al índice.)

La zona afectada por la inundación (ver figura 7) se extiende aproximadamente desde la C-433 Sevilla-Cazalla hacia el Norte, unos dieciséis kilómetros aguas arriba, hasta alcanzar la presa-azud de derivación del Viar, lugar donde arranca actualmente el canal de los regantes. Se inundarían unos 15 km². En esquema, se trata de una franja alargada centrada sobre el río Viar, cuyo límite Norte es el citado azud de derivación, al pie de la confluencia del arroyo Tamujar, importante tributario de la margen izquierda.

La base productiva de la zona descansa sobre todo en el sector primario, una ganadería extensiva que aprovecha los pastos, el ramón, el matorral y la bellota, y alguna agricultura de secano (cereal, girasoles, leguminosas) dirigida en parte a reforzar la alimentación del ganado. La dehesa sufrió grandes pérdidas de rentabilidad a partir de los años 60, debido sobre todo a cuatro factores (subida de salarios de braceros a causa de la emigración; competencia con la ganadería intensiva de granja; irrupción de la peste porcina africana; sustitución progresiva del picón y carbón vegetal por el gas butano). Actualmente, en la zona del embalse previsto, sólo un 13% de la tierra se labra, el 40% es de prados y pastizales y el resto es forestal.

Los municipios afectados y sus poblaciones se indican en el cuadro 23, junto con una estimación de la distancia entre el núcleo de población y la ubicación prevista de la presa. La población de los escasos pueblos de la zona se ha resentido mucho de la emigración y muestra un notable envejecimiento. Sobre un total de unos 15.000 habitantes (1994), se registraban unos 1.100 parados, sobre todo en el sector de servicios, construcción e industria. En cambio, en el sector primario, el desempleo era escaso. La escasa industria existente se orienta a la transformación de productos agropecuarios, y los servicios prestados incluyen una débil actividad de comercio y hostelería -sobre todo en Castilblanco-.

Cuadro 23: **Municipios afectados por el embalse de Melonares**

Municipio	Población de derecho	Distancia aproximada en línea recta al emplazamiento previsto para la presa (Km)
Almadén de la Plata	1.771	30
Cazalla de la Sierra	5.263	40
El Pedroso	2.428	25
El Real de La Jara	1.769	50
Castilblanco de los Arroyos	4.305	15

Fuente: [*Instituto de Estadística de Andalucía, 1997*].

Se desprende de la figura 7 y de los datos:

- La zona es muy despoblada.
- El embalse no interrumpiría ninguna vía de comunicación importante (aunque afectaría posiblemente a los desplazamientos de algunos estratos económicos poco visibles -cabreros, furtivos).
- Castilblanco es el pueblo con más vinculación a este tramo del río, por su proximidad, su vinculación por carretera -e, indirectamente, por el camino hacia la ermita de San Benito- con el paraje de Los Melonares, y por la vigorosa toma de partido de su Gobierno Municipal a favor de la obra, tras una posición inicial muy crítica [*Ministerio de Medio Ambiente, 1997*].

Ha de mencionarse también la presencia, fuertemente vinculada a la explotación del Viar, de la Zona Regable del mismo nombre, que, situada en la margen derecha del Guadalquivir sobre una extensión de unas 12.000 Ha, se alimenta de la presa azul de derivación antes mencionada, a unos 28 Km de la confluencia del Viar con el Guadalquivir. Los términos municipales beneficiarios de esta zona regable son Cantillana, Villaverde, Burguillos, Guillena, Alcalá del Río y La Algaba. Los regadíos se distribuyen sobre cultivos como girasol, algodón, maíz y frutales.

Por lo que toca al medio natural, en la zona se distinguen [*Sancho Royo y Prenda Martín, 1995*] tres unidades ambientales, además del propio curso de agua:

- dehesas en el fondo plano del valle;
- matorral y bosque mediterráneo, sobre todo en el escarpe de la sierra, en la margen izquierda;
- densas galerías arbóreas acompañando a arroyos, sobre todo en las gargantas de la margen derecha.

El Mapa Forestal de España (provincia de Sevilla, Madrid 1991, Ministerio de Agricultura y Pesca) muestra numerosas teselas en la zona que componen un paisaje de mosaico o parcheo. Un recorrido por las diversas fichas muestra la diversidad del medio:

411: mosaico de cultivos y pastizal, alguna encina suelta.

412: pastizal con pies dispersos de encina y acebuche, con presencia de palmito, lentisco y piruétano.

485: mancha degradada con pies dispersos de encina y abundante matorral de coscoja, acebuche, lentisco; adelfa en las vaguadas.

486: dehesa de encinas con subpiso de pastizal.

487 y 499: repoblación de eucaliptos con alguna encina relictas.

488: como 487, con zonas de garriga media.

490: repoblación de eucaliptos con pies dispersos de acebuche, lentisco y palmito.

550: mancha degradada con pies dispersos de encina, pino piñonero, pastos con jaral, algunos ejemplares de coscoja, acebuche, palmito y vaguadas de adelfa.

551: pastos con jaral mixto; algunas encinas, acebuches y palmitos.

552: mosaico de repoblación de eucaliptos y pastizal, con alguna encina.

El paisaje resultante, al que se añaden algunos cultivos de huerta en el fondo del valle, no parece a primera vista prometer nada excepcionalmente atrayente (al menos para la habitual valoración de lo campestre que se nos inculcó en la escuela: no se trata de bosques de alto dosel, de praderas verdeantes ni de espejos lacustres), pero detrás de su fragmentariedad, raída y desmedrada, se agazapan grandes valores naturales, raros en Europa.

Este paisaje, diverso y modulado, sería sustituido por la bandeja azul de la lámina de agua (15 Km² en inundación máxima) en la que, recortadas sobre una orla árida, descansarían cimas de montes. Salvo en momentos de máxima inundación, es forzoso que el contacto entre las laderas y el plano de agua se haga por mediación de una banda sin vegetación, fuertemente erosionada por las subidas y bajadas del agua. Este marco estéril es uno de los caracteres que permiten distinguir a primera vista un embalse de un lago. Por otro lado, el paisaje no sólo sufre las consecuencias directas de la obra (la masa ingente de la presa, el sepelio de los campos) sino también de las innumerables actuaciones auxiliares que la acompañan: alumbrado, caminos de servicio, líneas eléctricas -se proyecta construir 10.5 Km de línea de alta tensión-, urbanización de mantenimiento de presa, reposición de cercas, reestructuración de rutas, vías y accesos, etc.

De la riqueza ornitológica excepcional del área que quedaría inundada da idea la declaración de la mayor parte de la zona como ZEPA y como IBA. Y, en cuanto a la fauna general, como se pone de manifiesto en el anejo D, *Impactos sobre la fauna*, son numerosas las especies amenazadas que hacen uso en algún momento del espacio proporcionado por este tramo de valle.

Ello se debe a varios factores. En primer lugar, la zona constituye un área de campeo para especies de importancia singular. Se ha constatado la presencia de abundantes poblaciones de especies presa, debido a la diversidad de opciones de alimento y refugio que ofrece el valle: la densidad, por ejemplo, de conejos en el tramo entre la desembocadura del Gargantafría y el lugar proyectado para la presa es excepcional; existen además elevadas concentraciones de perdiz, paloma torcaz y rabilargo en dehesas y montes próximas al curso fluvial. Esta abundancia de presas convierte a todo el área en zona de campeo para predadores mediterráneos de alto valor ecológico.

Por otra parte, la zona sirve de pasillo, conectando entre sí áreas de alto valor natural. La desembocadura del Gargantafría (afluente del Viar por la margen derecha) y la del Tamujar (margen izquierda), así como la confluencia de numerosos pequeños arroyos, constituyen otras tantas puertas de paso para la fauna. Son enclaves de contacto entre unidades de ecosistema, de topografía encrespada, donde alternan los tipos de vegetación y las orientaciones (solana-umbría). Suponen para el sistema natural nudos de circulación, cuya supresión desbarata las rutas preferentes de la fauna.

Por último, el cauce del río en sí mismo ofrece un conducto de movimiento longitudinal para la fauna fluvial (entre ellos, peces autóctonos como barbo gitano, boga de río, cacho y calandino), facilitando el desplazamiento requerido para completar el ciclo vital de determinadas especies. En el río Viar, gracias a la relativa ausencia de infraestructura, son todavía vigorosos los movimientos aguas arriba en busca de frezadero, que empujan a los peces a remontar arroyos como el Gargantafría, Galeras o Pedregosa en busca de márgenes tranquilas donde desovar. También la densa población de nutrias del Viar, parte de la cual tiene sus efectivos en la zona que será anegada, aprovecha la conexión fluvial para sus desplazamientos.

La Resolución del 13 de octubre de 1997 pretende paliar estos efectos adversos mediante diversas medidas, entre ellas la creación de zonas de paso para lince ibérico y otros mamíferos, una de ellas aguas abajo de la presa y otra aguas arriba de la cola de embalse. La propuesta es sin duda elogiable, pero cabe dudar de su efectividad. Por un lado, los más de quince kilómetros de distancia entre pasos distorsionarán en gran medida la movilidad de la fauna, creando una barrera de gran longitud.

A ello se añade que las zonas previstas para los pasos (que se reforestarían para convertirlas en manchas de arbolado y matorral) están demasiado próximas a lugares de fácil acceso para excursionistas. Por ejemplo, aguas abajo de la presa cruza la carretera C-433, de Castilblanco a El Pedroso. Entre la carretera, la mole de la presa (43 m sobre el cauce), la iluminación nocturna asociada, el ruido de turbinas, la proximidad del poblado urbanizado que se ha de construir en las inmediaciones, y el canal del Viar que arrancarían de la presa, difícilmente podrá reproducirse un hábitat natural de compensación. Se generará más bien un lugar artificial y visitable, un oteadero para coches circulantes, y una fuente de alteraciones en cascada.

En cuanto a la otra zona prevista para compensación, la cola del embalse, ya se ha señalado su gran valor ecológico potencial, asignable a la cercana confluencia del Tamujar y su carácter de pasillo natural entre las dos márgenes del Viar. Sin embargo, la restitución del camino que une Almadén con la C-433, para la que se construirá un puente precisamente en la cola de embalse, sobre el actual azud de derivación para regantes, convierte esta zona en enclave accesible y probablemente querencioso para excursionistas y domingueros. Algo similar se ha producido en la cola del embalse de Huesna, a pesar de su relativo aislamiento. De paso, hay que señalar que la obra de restitución del camino es ya de por sí injustificadamente ambiciosa, previéndose la construcción de 9 Km de nuevo trazado, con dos carriles de 3 m de ancho cada uno.

5. Alternativas a Melonares desde el punto de vista de la gestión de la demanda

(Volver al índice.)

5.1. Previsiones de demanda

(Volver al índice.)

Como ya hemos señalado la evolución de la demanda de agua en Sevilla y su zona de influencia (EMASESA más Aljarafesa) presenta un comportamiento típico en "diente de sierra", correspondiendo el mínimo a los años justo después de cada sequía y el máximo a los años inmediatamente precedentes a cada período cíclico de sequía. Ello es consecuencia de la inexistencia de políticas de gestión de la demanda que frenen la expansión de ésta en los períodos entre sequías. Para una evaluación de lo que podría ser la demanda de agua de Sevilla y su zona en presencia de políticas de gestión de la demanda, partiremos del diagrama de flujos correspondiente al año 1996, justo después del último período de sequía, año de abundantes lluvias y sin restricciones de ningún tipo.

Figura 8: **Diagrama de flujo de EMASESA y Aljarafesa.**

Como puede apreciarse, el volumen total de agua aducida fue de 133 Hm³, mientras que la suma del agua no facturada por EMASESA más las pérdidas estimadas en el sistema de potabilización y distribución de Aljarafe asciende a 55,8 Hm³; es decir, el rendimiento hidráulico global del sistema es del 58%. Hay que decir, no obstante, que del total de agua no facturada por EMASESA habría que sustraer una cierta cantidad correspondiente a consumos gratuitos (riegos y baldeos de calles) y a consumos no registrados por la obsolescencia del parque de contadores. Como ya hemos señalado en otro lugar, las cifras estimadas por EMASESA por estos conceptos no resisten un análisis mínimamente pormenorizado. De modo arbitrario y a falta de mejor estimación hemos estimado generosamente el total por estos conceptos en 10 Hm³ anuales, de los cuales 5 Hm³ corresponderían a desviación de contadores y otros 5 Hm³ a riegos y baldeos (5 Hm³ anuales equivalen a algo más de 11 litros diarios por habitante, o a un total de 1.370 camiones cuba de 10 m³ cada uno al día). Con esta corrección, las pérdidas reales se reducirían a 45,8 Hm³, lo que daría un rendimiento hidráulico neto no mayor del 65,5 %.

Hay que recordar los objetivos de rendimiento hidráulico planteados en el borrador del Plan de Ordenación del Territorio de la Aglomeración Urbana de Sevilla (POTAS) y en el Anteproyecto de Ley de Abastecimiento de Agua y Saneamiento de Andalucía de 75% y 85%, respectivamente (ver Anejo C: *Rendimiento Hidráulico*).

Otro aspecto a considerar en la estimación de las demandas futuras es el impacto del plan de sustitución de contadores colectivos por contadores individuales en los bloques de viviendas, en curso en este momento. El ahorro que podría derivarse de la sustitución total del actual parque de contadores colectivos por baterías de contadores individuales - sustitución que a medio plazo viene obligada por el vigente reglamento de suministro domiciliario de agua (Junta de Andalucía, 1991) - ha sido estimado por EMASESA en un 11% del consumo total en Sevilla y su zona [EMASESA, 1995].

Partiendo de estos datos hemos realizado nuestra estimación de las demandas futuras de acuerdo con las siguientes hipótesis:

0.- De acuerdo con la empresa [EMASESA, 1997b], la cifra indicada de 133 Hm³ ha sido la demanda real de agua en alta en 1996. Por su parte, suponemos la demanda total de agua en baja en ese mismo año como la suma del agua facturada en baja por EMASESA y Aljarafe [8] más 10 Hm³ anuales, lo que supone una estimación generosa de las posibles desviaciones de contadores y consumos gratuitos para riegos y baldeos: en total 87,2 Hm³ de demanda de agua en baja en 1996.

Hipótesis 1.- Un incremento tendencial de la demanda de agua en alta igual al crecimiento tendencial de la población en el área Metropolitana de Sevilla, estimado en el borrador del Plan de Ordenación del Territorio de la Aglomeración Urbana de Sevilla (POTAS) en el 0,74% anual en el período 1996-2012.

Hipótesis 2.- Una reducción lineal de la demanda anual de agua en baja por políticas de gestión de la demanda hasta alcanzar la cifra del 6% en el año 2012 sobre la estimación anterior. Esta reducción de la demanda corresponde a la mitad de la alcanzable sólo mediante el plan de sustitución de contadores colectivos por individuales y supone por tanto una estimación muy modesta.

Hipótesis 3.- A la anterior reducción se añade un incremento lineal del rendimiento hidráulico de la red hasta alcanzar el 75% en el año 2012, tal y como se propone en el borrador del Plan de Ordenación del Territorio de la Aglomeración Urbana de Sevilla [Consejería de Obras Públicas y Transporte, 1996].

Hipótesis 4.- Finalmente, a la demanda total de agua en alta calculada se le suman 10 Hm³ anuales de caudales ecológicos mínimos.

Según ello, se obtienen los datos presentados en el cuadro 24.

Cuadro 24: **Estimación de la demanda de agua en alta 1996-2012.**

Demandas en alta (Hm ³)	1996	2002	2006	2012
Hipótesis 1 (tendencial)	133	139	143	150
Hipótesis 2 (con gestión de la demanda)	133	136	138	141
Hipótesis 3 (con incremento del rendimiento hidráulico)	133	132	127	123
Hipótesis 4 (con caudales ecológicos mínimos)	143	142	137	133

Fuente: Elaboración propia, a partir de los datos citados en el texto.

El resultado de las hipótesis precedentes es, como puede verse, una estabilización de la demanda de agua en alta en torno a los 133 Hm³ anuales en el período considerado. Esta estabilización es consecuencia de un mínimo ahorro por gestión de la demanda del 6% sobre la demanda tendencial en el 2012, combinado con un incremento del rendimiento hidráulico neto del sistema del 65,5% al 75% en el mismo período. Hay que señalar que ello permite incluso la reserva de 10 Hm³ anuales para caudales ecológicos, sin incremento de la demanda en alta.

5.2. Los recursos disponibles

(Volver al índice.)

Según la CHG la capacidad de regulación del conjunto de embalses adscritos al abastecimiento urbano de Sevilla y zona de influencia asciende a 117 Hm³/año (Aracena 39, Zufre 48, Gergal 15, Minilla 15). Recordamos que esta estimación es la más baja de todas, incluso más que la considerada en el EIA de 1995 (ver Anejo A y cuadro 19). La adscripción del embalse de Cala (26 Hm³ de regulación), actualmente propiedad de Sevillana, al sistema de abastecimiento, supondría elevar esta cifra a 143 Hm³/año, ya por encima de la demanda estimada.

Por otra parte, las negociaciones en marcha con la Comunidad de Regantes del Viar permitirían una sustitución de caudales de agua de primera calidad, procedente del embalse de El Pintado, por los proporcionados por las tomas de emergencia propiedad de EMASESA, hasta un total de 21 Hm³/año, según datos suministrados por la propia EMASESA, posibilidad a la que cabe añadir la ya probada de reasignación de caudales con indemnización, previo acuerdo con la Comunidad de Regantes y la propuesta de financiación por EMASESA del arreglo de las conducciones de riego a cambio de la reasignación del agua ahorrada. Asimismo, EMASESA ha evaluado la posibilidad de obtener recursos del embalse del Huesna hasta un total de 9,5 Hm³/año en el año horizonte del 2011. Todo ello supone la posibilidad de disponer de unos recursos de agua de primera calidad, por intercambio de caudales, hasta un total de 30,5 Hm³/año.

El total de recursos de agua de primera calidad disponibles anualmente sería por tanto de 173,5 Hm³/año.

A estos recursos habría que añadir los recursos provenientes de las tomas de emergencia (con los avanzados tratamientos de potabilización que las nuevas instalaciones van a permitir) y los recursos subterráneos reconocidos por la propia EMASESA, recursos de menor calidad y mayor coste que habrá que explotar sólo en caso de necesidad y, sobre todo, para la satisfacción de los usos menos exigentes.

En conclusión, simplemente con la adscripción de Cala al sistema de abastecimiento de Sevilla, tendríamos una capacidad de oferta de agua de primera calidad de 143 Hm³/año (superior a la demanda estimada), que aumentaría hasta los 173,5 Hm³/año si se ponen en práctica políticas de intercambio de caudales (que en nada afectarían a la calidad del agua suministrada ni a otros usos). Esta oferta global podría eventualmente aumentarse aún en muchas decenas de Hm³/año de recursos subterráneos y procedentes de las tomas de emergencia de menor calidad.

5.3. Simulación de la alternativa propuesta

(Volver al índice.)

Aunque, como hemos visto en el apartado anterior, los recursos disponibles permiten garantizar el abastecimiento de agua en situación normal, hay que tener en cuenta que Sevilla y su entorno se ven sometidos frecuentemente a largos períodos de sequía que históricamente han significado grandes dificultades para el abastecimiento urbano, siendo posiblemente la última sequía el episodio más dramático, hasta el momento, de la serie. Por tanto, toda política de abastecimiento de aguas ha de tener en cuenta esta particularidad, garantizando el abastecimiento no sólo en períodos "normales", sino también durante las sequías. Para evaluar la suficiencia de las políticas de gestión de la demanda y de captación de recursos expuestas en los apartados anteriores a la hora de afrontar períodos prolongados de sequía, hemos llevado a cabo una simulación en la que, partiendo de una situación similar a la existente al comienzo de la última sequía y suponiendo que tales políticas están ya en marcha y sus objetivos alcanzados, evaluamos la suficiencia de los recursos disponibles para afrontar una sequía idéntica a la que hemos padecido recientemente (a este respecto, ver también el apartado 2.2).

La última sequía, considerando como tal una sucesión continuada de años hidrológicos en los que la aportación al sistema es inferior a la media, comenzó en septiembre de 1990, y se extendió durante los 5 años consecutivos 1990-91, 1991-92, 1992-93, 1993-94 y 1994-95, finalizando en el año 1995-96, con las abundantes lluvias de noviembre. Al comienzo del año hidrológico 1990-91, en septiembre de 1990, los tres embalses entonces disponibles por EMASESA para el abastecimiento urbano de Sevilla (Aracena, Minilla y Gergal), con una capacidad total de embalse de 221 Hm³, se hallaban al 75% de su capacidad. Durante los 5 años siguientes, los embalses de EMASESA (los anteriores más Zufre, que entró en servicio en 1991) recibieron unas aportaciones netas totales de 261,4 Hm³ a consecuencia de las escasas precipitaciones registradas, aportaciones que equivalen al 67% de la capacidad total de embalse (389 Hm³ entre Aracena, Zufre, Minilla y Gergal).

Partiendo de estos datos, hemos supuesto que al comienzo de la sequía de referencia, el conjunto de embalses adscritos al abastecimiento de Sevilla (Aracena, Zufre, Minilla, Gergal y Cala), con una capacidad de embalse total de 444 Hm³, se hallan al 75 % de su capacidad, es decir con un volumen total de recursos al comienzo del período de 333 Hm³. Durante los cinco años hidráulicos de sequía, los embalses recibirían unas aportaciones netas del 67% de su capacidad total, es decir de 298 Hm³. Ello supone un total de recursos disponibles en el conjunto de embalses adscritos al abastecimiento urbano de

Sevilla de 631 Hm³, para afrontar 5 años de sequía; a los que habría que añadir los recursos de agua de calidad disponibles por intercambio de caudales (hasta un máximo de 30,5 Hm³/año).

Por contra, la demanda total de agua en alta durante este período, incluyendo caudales ecológicos, sería de 5x133=665 Hm³.

La conclusión del análisis precedente es clara: con una política de corrección de fugas y gestión de la demanda de tan modestos objetivos como la propuesta, tan sólo con los recursos ordinarios procedentes de los embalses de Aracena, Zufre, Minilla, Gergal y Cala se garantizaría el 95% de los recursos necesarios para superar un período de sequía tan severo como el último padecido, en el horizonte problema del 2012. Ello implica que un uso moderado y juicioso de las posibilidades de intercambio de caudales con la Comunidad de Regantes del Viar y con el Consorcio del Huesna, bastante inferior al máximo citado, debería bastar para superar períodos de sequía como el último o incluso aún peores, sin recurrir a restricciones ni a medidas que supusiesen una disminución en la calidad o la cantidad del agua abastecida, quedando aún por utilizar los recursos procedentes de las tomas de emergencia y los subterráneos.

Ante una conclusión como la expuesta habría que preguntarse qué hizo que la coincidencia de cinco años hidráulicos de precipitaciones inferiores a la media supusiese las graves penurias que la pasada sequía ocasionó a Sevilla. Resumiendo el análisis efectuado en el apartado 2.2., se puede concluir en las siguientes ideas: en primer lugar hay que citar el hecho de que ni el embalse de Zufre ni el de Cala pudieron aprovecharse al 100% desde el comienzo del período de sequía, por los motivos ya comentados en cada caso. También hay que citar la coincidencia de los años de sequía con años de consumo incontrolado de agua, como fueron 1991 y 1992, en los que las demandas se dispararon de una manera cuanto menos imprudente, como se comprueba por comparación con los consumos reales de los dos últimos años de abundantes lluvias (1996 y 1997) [9]. Además hay que tener en cuenta la inexistencia de un programa de sequías por parte de EMASESA, que llevó a que la primera medida para afrontarla no se tomase hasta el 12 de marzo de 1992 (primer bando de la Alcaldía), cuando los embalses estaban al 30% de su capacidad y se afrontaba el largo y seco período veraniego (por no mencionar la controversia política entre Alcaldía-Consejería de Obras Públicas-Delegación del Gobierno durante el período septiembre-diciembre de ese mismo año, en torno a las medidas a tomar). Desde nuestro punto de vista hubiera sido necesario comenzar a aplicar medidas de intercambio de caudales con el Viar desde mucho antes. Estos intercambios, que en nada afectan a la calidad del agua suministrada, no se efectuaron en la sequía a la que nos referimos hasta marzo de 1993, con los embalses de EMASESA bajo mínimos.

6. Conclusiones

(Volver al índice.)

Sería injusto negar los avances que las empresas de abastecimiento del área de estudio han realizado en los últimos años. La documentación que en este informe se ha manejado profusamente, y en la que en buena parte el propio informe se basa, lo prueba. Pero pese a los innegables avances, el modelo que subyace en la actual gestión del sistema de abastecimiento de Sevilla y en la consiguiente propuesta de embalse de los Melonares se sigue caracterizando excesivamente, en nuestra opinión, por los siguientes rasgos:

- ausencia de visión integrada de los problemas, debido al predominio de una cultura eminentemente infraestructuralista;
- falta de enfoques multidisciplinares y exceso de inercias corporativas;
- condicionamiento de las decisiones a redes de intereses económicos sectoriales con fuerte implantación en la administración hidráulica;
- falta de transparencia en determinados temas y ausencia de una información completa a la población [10].

Hemos visto como los argumentos con los que la Empresa y la CHG defienden el embalse, en ocasiones sin ni siquiera considerar necesario justificarlos, son reiteración de los esquemas del pasado. ¿De dónde, por ejemplo, proceden los datos de demanda actual y futura o los escenarios de incremento del rendimiento hidráulico que manejan los promotores de la obra? Ni de las tendencias de futuro ni de las experiencias más avanzadas de los países de nuestro entorno se extraen las conclusiones adecuadas. Simplemente tomando en consideración los planteamientos adelantados por la Administración Autonómica (previsiones demográficas, modelos de desarrollo urbano, objetivos de rendimiento hidráulico, etc), las evaluaciones de las que se parte deberían ser profundamente modificadas.

Desde el punto de vista de los balances hídricos, la conclusión general del presente informe es clara: sobre la base de a) la demanda real de agua en el momento presente, b) una política de corrección de mermas que eleve el rendimiento hidráulico del sistema al 75% (objetivo 10 puntos por debajo del considerado óptimo en la literatura especializada y en el borrador de Ley de Abastecimiento de Agua y Saneamiento de Andalucía) y c) una política de gestión de la demanda que suponga un ahorro del 6% sobre el consumo tendencial (la mitad de lo que la propia Empresa considera que se podría ahorrar por la aplicación total del plan de sustitución de contadores colectivos), sería posible estabilizar la demanda de agua en alta para abastecimiento urbano, incluyendo caudales ecológicos, en torno a 133 Hm³/año. Ello supone que con los recursos disponibles provenientes de los embalses existentes y de políticas de captación de recursos por intercambio de caudales (sin contar las posibilidades de las tomas de emergencia con tratamiento mejorado y los recursos de aguas subterráneas), el abastecimiento urbano de Sevilla y zona de influencia estaría garantizado en el horizonte del año 2012, en cualquier hipótesis razonable, sin necesidad de recurrir a la construcción del embalse de los Melonares. Quedaría aún todo un arsenal de medidas correctoras de mermas y de gestión de la demanda que permitirían mantener estable la demanda de agua en años posteriores. [Nota del Editor: Véase a este respecto el anejo E, donde se analizan las posibilidades de mejora que ofrecen las actuales tarifas de EMASESA.]

El análisis de las sequías sufridas por Sevilla ha puesto de manifiesto que su identificación precoz es una de las claves para evitar los perjuicios a los usuarios. En este sentido coincidimos plenamente con la Empresa en que urge la preparación de un Plan de Sequías con una clara identificación de las medidas informativas, legislativas, operativas y financieras que se deben tomar en cada caso. La definición del inicio y final de una sequía, como resultado de la consideración de múltiples factores pluviométricos, hidrológicos y socioeconómicos, es una tarea muy compleja pero imprescindible. La elaboración de este Plan por parte no sólo de EMASESA sino del conjunto de entidades gestoras del sistema Rivera de Huelva-Viar-Huesna (Aljarafesa, Comunidad de Regantes del Viar, Consorcio del Huesna, CHG) para una gestión integrada de sus recursos, constituye una pieza clave de las políticas aquí propuestas. En él deben establecerse indicadores claros -pluviométricos, de previsiones meteorológicas y de volumen de agua embalsada- para la puesta en marcha de medidas de intercambio de caudales y, complementariamente, de sustitución de usos menos exigentes (mantenimiento del sistema de espacios libres y zonas verdes, fundamentalmente) por recursos subterráneos y de las tomas de emergencia. Medidas estas últimas que,

aunque recomendables en todo caso, en presencia del resto de las medidas propuestas requerirían para ser decretadas de períodos de sequía bastante más duros que el que acabamos de padecer, como se ha demostrado.

Hay que subrayar que, en el caso de que estas situaciones se presentaran, el embalse de los Melonares, con las previsiones de demanda que las administraciones que defienden su necesidad manejan, resultaría absolutamente insuficiente para hacer frente a las mismas. Por el contrario, las medidas aquí propuestas:

- suponen una mayor garantía en el abastecimiento que la mera construcción de un nuevo pantano (los recursos ahorrados son más seguros que los dependientes de inciertos cálculos sobre la capacidad de regulación, según hemos visto);
- no suponen lesión a los intereses de los agricultores (los caudales son intercambiados, no reasignados; sólo se reasignan en caso de que los agricultores prefieran la compensación económica al mero intercambio); y
- el efecto sobre la creación de empleo de las medidas de gestión de la demanda propuestas es muy superior al que tendría la construcción de una presa.

El largo tramo final de un río vivo, un valle solitario y de variado paisaje, el esplendor de la fauna y flora mediterránea, pueden para algunos reducirse todavía a valores insignificantes, reivindicaciones sensibleras fáciles de descalificar con autosuficientes argumentos economicistas. Sin embargo, el embalse de los Melonares carece hasta de esos argumentos. Con la extraña aquiescencia de los beneficiarios originales (regantes del arrozal marismeño) a los que oficialmente se desposee, el embalse fue reorientado precipitadamente de riego a abastecimiento. Las cuentas de demanda infladas y las presiones casi unánimes de los grupos de interés no pueden ocultar las inconsistencias del proyecto ni el vacío planificador en que la obra se insertaría.

(Volver al índice.)

Fecha de referencia: 5-11-1999

1: En realidad, el tratamiento del saneamiento es inseparable del abastecimiento; cuando el alcantarillado no existe o es deficiente, cualquier aumento en el abastecimiento de aguas empeora la situación del saneamiento; por el contrario, la reforma del alcantarillado (en Sevilla el primer proyecto del alcantarillado fue adjudicado en 1899 a la Compañía Anónima de Saneamiento y Urbanización de Sevilla) es inviable sin la existencia de agua abundante que permita el arrastre de los vertidos. A su vez, la propia disponibilidad de recursos de la calidad requerida está crecientemente condicionada a la adecuada depuración de los efluentes que les puedan afectar. Por esto, no se concibe actualmente un tratamiento separado de los distintos aspectos del ciclo urbano del agua, que aquí hacemos debido al objeto concreto de este trabajo.

2: Este sistema de subvención se ha mantenido para los restantes embalses del sistema, con la excepción de Gergal (1979), cuya financiación corrió íntegramente a cargo del Municipio. El Decreto de 1950 es un precedente directo del de 1 Febrero de 1952 sobre auxilios a Ayuntamiento para obras de abastecimiento, que completa la normativa preexistente de 1944, generalizando la subvención estatal a los servicios de agua de grandes poblaciones.

3: El Nuevo Abastecimiento se inauguró efectivamente en 1961, al entrar en servicio la primera fase de la estación de tratamiento del El Carambolo con una capacidad de producción de 2.500 litros/segundo. Tres años más tarde, la segunda fase aumentó la capacidad a 5.000 litros/segundo, que nuevamente es aumentada hasta 10 m³/segundo (864.000 m³/día) en 1988. Por su parte, el primer depósito de cabecera de 200.000 m³ se ha visto ampliado hasta un total actual de 480.000 m³ (incluyendo el depósito de cola de Adufe, en Alcalá de Guadaira, y los de Dos Hermanas).

4: Con la captación de los recursos de la Ribera de Huelva se inicia un proceso general de transferencia de las aguas de la margen derecha del Guadalquivir a los focos de demanda de la margen izquierda, proceso que tuvo su continuación en operaciones posteriores (Plan Écija, Sistema del Huesna) y que todavía no ha terminado (Sistema Sur de Córdoba).

5: Hace tiempo, por ejemplo, que están descritas y experimentadas las posibilidades de recarga del acuífero aluvial del Guadalquivir (con una potencialidad estimada en 100 Hm³/año y del acuífero de las calcarenitas de Carmona-Dos Hermanas. en relación a este último, en 1993 el jefe del área de investigación y desarrollo del ITGE señalaba que el método de recarga artificial resulta "técnicamente viable y altamente eficaz para mejorar la regulación de los recursos hídricos" [*López Geta y Murillo Díaz, 1993*]. Por su parte, la sexta conclusión del diagnóstico sobre aguas del POTAS señala la necesidad de mejorar la utilización de las aguas subterráneas mediante, entre otras medidas, la "inyección de recursos desde el río Guadalquivir en épocas de lluvias que permitan el mantenimiento del sistema de espacios libres metropolitanos" [*Consejería de Obras Públicas y Transportes, 1996:301*]. ¿Por qué desde entonces no se ha avanzado nada en esa dirección, aunque de palabra nadie se atreva a oponerse a la gestión conjunta de aguas superficiales y subterráneas? La composición profesional, las tradiciones culturales, el predominio de la política de obras sobre las tareas de gestión y los vínculos de la administración hidráulica con determinados sectores de la industria del agua parece, en opinión de muchos expertos, que tienen algo que ver en la respuesta a este interrogante.

6: Ver [*EMASESA, 1997a (cuadro n.1, pag.23)*]. Dicho cuadro incluye también un epígrafe de "consumos gratuitos" que no hemos considerado por carecer de justificación en años en que tales consumos (riegos y baldeos principalmente) estuvieron total y parcialmente prohibidos a causa de la sequía (ver anejo C).

7: La cifra de desembalse asegurado (regulación anual) de El Pintado que históricamente se ha proporcionado ha sido de 100 Hm³/año [*Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, 1964*]. Este mismo organismo hablaba en 1991 de 79 Hm³/año [*CHG, 1991b*]. En el proyecto de embalse de los Melonares, al referirse a El Pintado, se manejaba la cifra de 100 Hm³/año, que se reduce a 66 Hm³/año en el Estudio de Impacto Ambiental complementario de 1993. El nuevo Estudio de Impacto Ambiental de 1995 justifica esta diferencia por la aplicación a la última estimación de los criterios de la Orden ministerial de 24 de septiembre de 1992 [*CHG, 1995a*]. Véase también el Anejo A.

8: La falta de información .pese a los esfuerzos que el equipo redactor ha realizado para intentar obtenerla. sobre la facturación y el RH de Aljarafesa ha obligado a aplicar los mismos supuestos, muy prudentes en lo que se refiere a pérdidas en esta empresa, contemplados en la figura 8.

9: De acuerdo con los últimos datos disponibles, la demanda en alta de 1997 fue de 137 Hm³, mientras que para 1998 se prevé una demanda incluso menor.

10: También sería injusto no diferenciar los niveles de elaboración y de información al público de EMASESA (a cuyos responsables agradecemos la colaboración prestada) de los muy inferiores de Aljarafe (véase referencias bibliográficas y documentales). Como ya se ha señalado, de esta última empresa pública no ha sido posible obtener información detallada y actualizada de temas tan básicos como facturación anual, pese a lo que hemos intentado insistentemente. De estas páginas reiteramos la absoluta necesidad de superar estas situaciones de opacidad, incompatibles con la propia norma vigente.

Boletín CF+S > 11 -- Especial: EL AGUA Y LA CIUDAD > <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n11/armar.html>

Edita: Instituto Juan de Herrera. Av. Juan de Herrera 4. 28040 MADRID. ESPAÑA. ISSN: 1578-097X

Glosario de siglas y definiciones

(Volver al índice.)

AMA: Agencia del Medio Ambiente
CHG: Confederación Hidrográfica del Guadalquivir
CODA: Coordinadora de Organizaciones de Defensa Ambiental
CMA: Concentraciones Máximas Admisibles
CPCA: Comisión Provincial de Calificación de Aguas
CRV: Comunidad de Regantes del Viar
DGCEA: Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental
DGOH: Dirección General de Obras Hidráulicas
DGOHCA: Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de las Aguas
EIA: Evaluación de Impacto Ambiental
EMASESA: Empresa Municipal de Agua de Sevilla, S.A.
IBA: Área de importancia internacional para las aves
ITGE: Instituto Tecnológico Geominero de España
MIMAM: Ministerio de Medio Ambiente
MOPTMA: Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente
MOPU: Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo
PHG: Plan Hidrológico del Guadalquivir
POTAS: Plan de Ordenación del Territorio de la Aglomeración Urbana de Sevilla
RH: Rendimiento hidráulico
RTS: Reglamento Técnico Sanitario
ZEPA: Zona de especial protección para las aves

Aducción/Captación: volúmenes extraídos de las fuentes de abastecimiento (embalses, campos de pozos) y transportados a las estaciones de tratamiento (en Sevilla, la estación de El Carambolo de EMASESA). En caso de embalses, se hablará de desembalses.

Agua bruta: agua aducida antes de ser sometida a tratamiento de potabilización.

Capacidad de embalse: volumen máximo que puede ser retenido en el embalse.

Regulación anual de un embalse: volumen promedio de agua disponible anualmente, dependiente de la capacidad del embalse, el régimen hidrológico del río en el que se sitúa, los embalses preexistentes y la garantía asignada al suministro al que se destina (OM de 24/9/1992). También se denomina desembalse asegurado.

Distribución en alta: distribución de agua bruta a grandes consumidores (ej. Aljarafe)

Distribución en baja: distribución de agua potabilizada a los consumidores finales.

Dotación bruta: volumen aducido total dividido por la población abastecida.

Dotación neta: volumen facturado en baja dividido por la población abastecida.

Gestión de la demanda: políticas encaminadas a disminuir el consumo de agua por habitante sin merma de la calidad de vida de la población abastecida.

Rendimiento hidráulico: porcentaje de agua facturada en baja respecto al total del agua bruta aducida. Es

la otra cara (complementario a uno) de las "pérdidas totales", que en sentido amplio, incluyen diversos conceptos: pérdidas por transporte y distribución, mermas en tratamientos y explotación de redes, consumos gratuitos y desviación de contadores. Estos dos últimos han sido descontados a los cálculos realizados en este Informe.

Consuelo Gisante, Ricardo Marqués Sillero, Leandro del Moral Ituarte, Carlos Pérez Bonilla y Fernando Sancho Royo.

Fecha de referencia: 5-11-1999

El sistema de abastecimiento de Sevilla: ...embalse de Melonares > <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n11/armarglo.html>

Edita: Instituto Juan de Herrera. Av. Juan de Herrera 4. 28040 MADRID. ESPAÑA. ISSN: 1578-097X

El sistema de abastecimiento de Sevilla: ...embalse de Melonares > <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n11/armarbib.html>

Edita: Instituto Juan de Herrera. Av. Juan de Herrera 4. 28040 MADRID. ESPAÑA. ISSN: 1578-097X

Bibliografía y documentación

(Volver al índice.)

Aljarafesa (1992) **1982-1992. La eficacia de un esfuerzo común, Tomares (Sevilla)**. (Empresa Mancomunada de El Aljarafe, S.A. (Aljarafesa).)

Aparicio Carrillo, M.D. y otros (1990) **El agua en Sevilla**. (Sevilla, EMASESA/Ediciones Guadalquivir) .

Ayuntamiento de Sevilla (1913) **Copia de la escritura para completar el Abastecimiento de Aguas de Sevilla otorgada el 26 de octubre de 1912 entre el Excmo. Ayuntamiento y la Compañía concesionaria "The Seville Water Works Company Limited"**. Sevilla.

Bonneau, H. (1996) **Approvisionnement urbain et sécheresse: alternatives de gestion de l'eau sur Séville et son "aire métropolitaine"**. (Maîtrise d'Urbanisme et d'Aménagement du Territoire, Universidad de Sevilla (Departamento de Geografía Humana)/Université de Paris IV, Sorbonne (Institut de Géographie)) .

Comisión de las Comunidades Europeas (1997) **Propuesta de Directiva del Consejo por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de agua**. (Bruselas, 26 de febrero) .

Confederación Hidrográfica del Guadalquivir/DGOH/MOP (1964) **Guadalquivir. Años 1939-1963**.

*Confederación Hidrográfica del Guadalquivir/DGOH/MOTPM*A (1991a) **Proyecto de Directrices del Plan Hidrológico de la cuenca del Guadalquivir, Sevilla**.

*Confederación Hidrográfica del Guadalquivir/DGOH/MOTPM*A (1991b) **La Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, Sevilla, abril 1991**.

*Confederación Hidrográfica del Guadalquivir/DGOH/MOTPM*A (1994) **Redacción de la Propuesta del Plan Hidrológico del Guadalquivir, Sevilla**.

*Confederación Hidrográfica del Guadalquivir/DGOH/MOTPM*A (1995a) **Nuevo estudio de Impacto Ambiental del Embalse de los Melonares**. (Ingeniero director Benigno Bayón Jardín, Sevilla, febrero 1995) .

*Confederación Hidrográfica del Guadalquivir/DGOH/MOTPM*A (1995b) **Plan Hidrológico del Guadalquivir. Memoria y Normas**. (Sevilla, julio 1995) .

Consejería de Cultura y Medio Ambiente/Junta de Andalucía (1994a) **Plan Rector de Uso y Gestión del Parque Natural Sierra Norte**. (BOJA n. 111, Decreto 120/1994 del 31/05/94) .

Consejería de Cultura y Medio Ambiente/Junta de Andalucía (1994b) **Plan de Ordenación de Recursos Naturales del Parque Natural Sierra Norte**. (BOJA n. 111, Decreto 120/1994 del 31/05/94) .

Consejería de Medio Ambiente/Junta de Andalucía (1997) "El ciclo del agua en las ciudades", (en El medio ambiente urbano en Andalucía, Sevilla, pp.63-78) .

Consejería de Obras Públicas y Transportes/Junta de Andalucía (1993) **Bases para la Política Hidráulica de Andalucía**. Sevilla.

Consejería de Obras Públicas y Transportes/Junta de Andalucía (1996) **Plan de Ordenación del Territorio del Aglomeración urbana de Sevilla (POTAS)**. (Diagnóstico sobre el Ciclo Integral del Agua, mayo 1996) .

Cruz Villalón, J. (1988) "Abastecimiento y consumo de agua en el Área de Sevilla" (en Gil Olcina, A. y Morales Gil, A. (Coords.), Demanda y Economía del agua en España, Alicante, Diputación Provincial de Alicante, pp. 89-99) .

EMASESA (1985) **Memoria anual, Empresa Municipal de Abastecimiento y Saneamiento de Aguas de Sevilla**. (Sevilla) .

EMASESA (1993) **Memoria anual, Empresa Municipal de Abastecimiento y Saneamiento de Aguas de Sevilla**. (Sevilla) .

EMASESA (1995) (Estudio para la instalación de contadores individuales en sustitución de contadores colectivos).

EMASESA (1997a) **Crónica de una sequía, 1992-1995. Final de la sequía 1996-1997**. (Empresa Municipal de Abastecimiento y Saneamiento de Aguas de Sevilla) .

EMASESA (1997b) **Informe Anual de 1996**. (Empresa Municipal de Abastecimiento y Saneamiento de Aguas de Sevilla) .

EMASESA (sin fecha) **El agua en Sevilla** (Empresa Municipal de Abastecimiento y Saneamiento de Aguas de Sevilla) .

Environment Agency/NRA (1995-97) **Demand Management Bulletin, External Newsletter of the National Demand Management Centre**. (Worthing, West Sussex (Reino Unido)) .

Estevan, A. y Ballesteros, G. (1997) **Diseño de programas integrados de gestión de la demanda de agua**. (Documento de síntesis, Ministerio de Medio Ambiente/Secretaría de Estado de Aguas y Costas/Dirección General de Obras Hidráulicas y Calidad de Aguas) .

Fernández García, D. (1998) "La equidad, requisito de calidad en un servicio de agua urbana" (en Congreso sobre Planificación y Gestión de Aguas, Zaragoza) .

Hauser, Ph. (1882) (Estudios médico-topográficos de Sevilla). (Sevilla, Tomás Sanz) .

Instituto de Estadística de Andalucía (1997) **Sistema de Información Municipal de Andalucía (SIMA)** (de 1997, versión 1) .

Junta de Andalucía (1991) **Reglamento de Abastecimiento de Suministro**. (BOJA n.81, 10 de Septiembre 1991 (Decreto 120/91)) .

Junta de Andalucía (1997) **Anteproyecto de Ley de Abastecimiento de Agua y Saneamiento de Andalucía**. (18 de Julio de 1997) .

López Geta, J.A. y Murillo Díaz, J.M. (1993) "**Recarga de acuíferos y reutilización de recursos hídricos**", (en *Las Aguas subterráneas. Importancia y perspectivas*, ITGE/Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, pp. 233-254) .

López, T. (1785) **Diccionario Geográfico**, (interrogatorio de Cazalla) .

López, T. (1799) **Diccionario Geográfico**, (interrogatorio de Montemolín) .

Mediterranean Blue Plan (1996) **Water in the Mediterranean Region. Euro-Mediterranean Conference on Local Water Management**, (Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), Marsella, Noviembre 1996) .

Ministerio de Medio Ambiente/Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental (1997) (Resolución de 13 de octubre de 1997, BOE núm. 281, 24 noviembre 1997) .

Ministerio de Agricultura y Pesca (1991) **Mapa Forestal de España (provincia de Sevilla)**.

Ministerio de Obras Públicas y Transportes (1992) **Orden de 24 de septiembre de 1992, Instrucciones y recomendaciones técnicas complementarias para la elaboración de los Planes Hidrológicos de cuencas intercomunitarias**, (BOE, núm, 249, 16 de octubre) .

Moral Ituarte, L. del (1991) **La obra hidráulica en la cuenca baja del Guadalquivir (siglo XVIII-XX). Gestión del agua y organización del territorio**. (Sevilla, Universidad de Sevilla/Consejería de Obras Públicas) .

Moral Ituarte, L. del (1994) **El abastecimiento de Sevilla y su zona de influencia: inercias de la política de oferta y debilidades de la gestión de la demanda. Investigaciones Geográficas**, (Alicante, Instituto Universitario de Geografía, 12, pp. 119-132) .

Moral Ituarte, L. del (1995) "**La desaladora de Sevilla: un proyecto caro e innecesario**", (El Correo de Andalucía, 31 de diciembre, p. 21) .

Pérez-Díaz, V., Mezo, J., Álvarez-Miranda, B. (1996) **Política y Economía del Agua en España**, (Madrid, Círculo de Empresarios) .

Pita López, M.F. (1991) **Los Riesgos Hídricos en Andalucía: Sequías e Inundaciones**, Sevilla, (Junta de Andalucía/Servicio de Protección Civil) .

Prats Villa, J.L. (1977) **Sevilla no esperó a la lluvia (El abastecimiento de aguas a Sevilla y su zona de influencia durante la sequía de los años 1974, 1975 y 1976)**, (Sevilla, Empresa Municipal de Abastecimiento y Saneamiento de Aguas de Sevilla) .

Rees, E. (1996) **Criterios territoriales de sustentabilidad, Ecología Política**, (12, pp. 27-41) .

Sancho Royo, F. (1995) **Consideraciones acerca de los costes medioambientales del proyecto de construcción de una presa en el río Viar (proyecto Melonares)**, (Informe técnico, Confederación Hidrográfica del Guadalquivir) .

Sancho Royo, F. y Prenda Martín, J. (1995) **Caracterización ecológica de la zona de Melonares**, Informe técnico, Confederación Hidrográfica del Guadalquivir.

Servicio Municipal de Abastecimiento y Saneamiento de Aguas de Sevilla (1974) **Memoria anual**, (Sevilla) .

Servicio Municipal de Aguas de Sevilla (1973a) **Breve información sobre el abastecimiento de aguas** (Ayuntamiento de Sevilla) .

Servicio Municipal de Aguas de Sevilla (1973b) **Memoria anual**, (Sevilla) .

Sociedad Española de Ornitología (1995) **Afecciones medioambientales del embalse de Los Melonares (Sierra Norte de Sevilla)**, (Informe de mayo de 1995) .

Tepro Consultores Agrícolas S.L. (1994) **Valoración Económica de la Privación de Uso de Agua para Riego a la Zona Regable del Viar en el Año 1993**, (Sevilla, Vicente Maesso Sánchez-Arjona, enero 1994) .

Consuelo Gisante, Ricardo Marqués Sillero, Leandro del Moral Ituarte, Carlos Pérez Bonilla y Fernando Sancho Royo.

Fecha de referencia: 5-11-1999

El sistema de abastecimiento de Sevilla: ...embalse de Melonares > <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n11/armarbib.html>

Edita: Instituto Juan de Herrera. Av. Juan de Herrera 4. 28040 MADRID. ESPAÑA. ISSN: 1578-097X

El sistema de abastecimiento de Sevilla: ...embalse de Melonares > <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n11/armaraut.html>

Edita: Instituto Juan de Herrera. Av. Juan de Herrera 4. 28040 MADRID. ESPAÑA. ISSN: 1578-097X

Sobre los autores y la elaboración del informe

(Volver al índice.)

Consuelo Giansante es Licenciada en Biología por la Universidad de Milán. Ha sido ayudante de investigación en el Departamento de Geografía de la University College London (UCL), Reino Unido, donde realizó un trabajo para la Royal Society for the Protection of Birds (RSPB) sobre la planificación hidrológica en 12 países de la UE. Ha colaborado en el trabajo Towards a Sustainable/Strategic Management of Water Resources: Evaluation of Present Policies and Orientations for the Future (IPTS-JRC, Comisión Europea, 1997-1998). Actualmente desarrolla en el Departamento de Geografía Humana de la Universidad de Sevilla su tesis doctoral titulada *Evaluación socioeconómica y medioambiental de diversas opciones de gestión del agua en dos áreas de Andalucía: Bajo Guadalquivir y Campo de Dalías*. Es miembro del equipo de investigación del proyecto europeo SIRCH.

Ricardo Marques Sillero es Doctor en Física y Profesor Titular de la Universidad de Sevilla. Ha orientado buena parte de su actividad profesional a la investigación y a la intervención política y social en temas de ecología urbana. Es autor del trabajo "Factores estructurales y coyunturales que agravaron la sequía en Sevilla en el período 1992-1995" presentado en el Congreso sobre Planificación y Gestión de Aguas, Zaragoza 1998. Es portavoz de Los Verdes de Andalucía y concejal en el Ayuntamiento de Sevilla. Ha sido miembro del Consejo de Administración de la Empresa Municipal de Abastecimiento y Saneamiento de Sevilla (EMASESA).

Leandro del Moral Ituarte es Doctor en Geografía. Ha sido profesor de la Universidad Complutense de Madrid y actualmente es Profesor Titular de la de Sevilla, en donde dirige un curso de doctorado sobre "Gestión sostenible de recursos hidráulicos". Autor del libro *La obra hidráulica en la cuenca baja del Guadalquivir (siglos XVIII-XX). Gestión del agua y organización del territorio*, coeditado por la Universidad de Sevilla, la Consejería de Obras Públicas y Transportes y el Ministerio de Agricultura, 1991. Ha colaborado en varias ocasiones con el *Joint Research Center* de la Comisión Europea en trabajos sobre política hidráulica. Actualmente dirige el equipo de la Universidad de Sevilla que, junto a las Universidades de Oxford, Middlesex, Amsterdam y Politécnica de Madrid, desarrolla para la DG XI-CE el trabajo *Respuestas sociales e institucionales a los riesgos hídricos: sequías e inundaciones (SIRCH)*.

Carlos Pérez Bonilla es Profesor en el C.P. Cervantes de El Pedroso (Sevilla). Es representante de las organizaciones ecologistas en la Junta Rectora del Parque Natural Sierra Norte de Sevilla y Secretario de la Comisión de Protección Ambiental de la CEPA (Confederación Ecologista Pacifista de Andalucía).

Fernando Sancho Royo es Doctor en Biología y Profesor Titular de Ecología de la Universidad de Sevilla. Es redactor de un Informe encargado por la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir sobre las consecuencias derivadas de la construcción de la presa de los Melonares (1995). Ha formado parte del equipo redactor del Plan de Ordenación del Territorio de la Aglomeración Urbana de Sevilla (1996) y ha colaborado en varias ocasiones, como consultor medioambiental, con las Consejerías de Obras Públicas y

Transportes y de Medio Ambiente de la Junta de Andalucía en la redacción de Planes Territoriales.

Ha participado en la redacción de este informe: Andalus (Asociación para la Supervivencia de la Naturaleza y el Medio Ambiente, Sevilla).

Debe, finalmente, agradecerse la colaboración de SEO (Sociedad Española de Ornitología) y de AEDENAT.

[Nota del Editor: Esta versión en Internet ha sido especialmente cuidada para facilitar en lo posible la lectura en pantallas. Se ha añadido un índice de cuadros y figuras y algunas porciones de texto se han reorganizado. Con todo, cabe señalar que la versión impresa, editada por Bakeaz, es diferente y contiene información gráfica no incluida aquí.]

Consuelo Gisante, Ricardo Marqués Sillero, Leandro del Moral Ituarte, Carlos Pérez Bonilla y Fernando Sancho Royo.

Fecha de referencia: 5-11-1999

El sistema de abastecimiento de Sevilla: ...embalse de Melonares > <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n11/armaraut.html>

Edita: Instituto Juan de Herrera. Av. Juan de Herrera 4. 28040 MADRID. ESPAÑA. ISSN: 1578-097X

Incertidumbre sobre los recursos disponibles

(Volver al índice.)

Al comenzar la construcción del embalse de Zufre en 1983, cuya entrada en servicio estaba prevista para 1987, EMASESA declaraba que dicho embalse "permitiría que el fantasma de la sequía sea sólo un recuerdo similar al de las grandes catástrofes de épocas pasadas" [**Cruz Villalón, 1988**]. Pero no era solamente la Empresa Municipal quien incurría en una apreciación que la experiencia posterior ha demostrado equivocada. En fechas más recientes, la Consejería de Obras Públicas y Transportes de la Junta de Andalucía escribía, refiriéndose al sistema de abastecimiento de Sevilla: "El balance del conjunto, con la reciente puesta en explotación del embalse de Zufre, ofrece en la actualidad una cifra claramente positiva" [**Consejería de Obras Públicas y Transportes / Junta de Andalucía, 1993**]. Por su parte, el tercer organismo implicado, la Confederación Hidrográfica del Guadalquivir (CHG), juzgaba en octubre de 1991 que este sistema (Sistema de Explotación 13: Sevilla-Cuenca del río Rivera de Huelva) mantenía una "situación de equilibrio", gracias a la absorción de su ligero déficit con aguas del embalse hidroeléctrico de Cala [**Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, 1991a**]. Nada se adivinaba sobre déficit de recursos, por lo que se preveía la asignación del futuro embalse de los Melonares, sobre el río Viar, a la regulación general de la cuenca (es decir, dada su localización, al riego del arrozal) no estimándose que fuera necesario para ampliar la garantía del abastecimiento del área de Sevilla.

Sin embargo, la realidad es que a comienzos del año 1993 la situación del abastecimiento del área de Sevilla entró en una fase crítica, como más adelante se describe. Para entender las razones de esta situación hay que tener en cuenta el retraso en la entrada en servicio del embalse de Zufre, a consecuencia de la demora en la construcción de los nuevos accesos a la población del mismo nombre [**EMASESA, 1997a:41 y ss.**]. Este hecho impidió que el embalse recogiera las escorrentías del invierno 1989-90, extraordinariamente lluvioso (400 litros/m² en diciembre de 1989). Cuando por fin entró en servicio Zufre, comenzó el período seco 1991-92 a 1994-95, de manera que las posibilidades del nuevo embalse quedaron prácticamente inéditas.

Pero junto a esto hay que destacar otro fenómeno: el propio método empleado en el cálculo de la capacidad de regulación de los embalses del sistema, es decir de la cantidad de agua que dichos embalses garantizan, teniendo en cuenta las características de la demanda que atienden. En el cuadro 3 se muestra cómo se ha modificado la evaluación de la regulación del sistema a resultas, por una parte, de la aplicación de la nueva normativa que redujo los déficits admitidos en la satisfacción de la demanda urbana [**Ministerio de Obras Públicas y Transportes, 1992: Orden de 24 de septiembre**] y, por otra, de la incorporación parcial de los datos del último período seco a las series hidrométricas utilizadas en el cálculo de dicha capacidad de regulación. El sistema de regulación en el que se basa el abastecimiento de Sevilla, siendo físicamente el mismo -los mismos embalses, sobre el mismo río- pierde, a efectos de contabilidad de recursos disponibles, 27 Hm³/año entre los cálculos de 1983/1988 y 1993, y otros 13 Hm³/año en las estimaciones de 1994. Además, las dos estimaciones posteriores, 1995 y 1996, los vuelven a incrementar, sin que estén claras las razones. No queremos complicar la lectura refiriéndonos

pormenorizadamente a las estimaciones para cada embalse en particular, en las que, en algunos casos, las discrepancias se acentúan. Sirva esto como una llamada de atención y prudencia en relación con las afirmaciones que tan contundentemente se acostumbra a hacer acerca de las virtualidades de los nuevos proyectos de embalse: basta repasar la hemeroteca para darse cuenta de que cada nuevo embalse se ha considerado siempre la solución definitiva a los problemas del sistema.

Cuadro 3: Comparación de estimaciones de la regulación anual (Hm³) de los embalses del sistema de EMASESA según distintas fuentes.

Embalse	CHG, 1983/1988	EMASESA, 1993	CHG, 1994	EIA, 1995	POTAS, 1996
Minilla	40	23	15	24	25
Aracena	51	35	39	36	36
Gergal	14	12	15	12	12
Zufre	52	60	48	60	60
Total	157	130	117	132	133

CHG: Confederación Hidrográfica del Guadalquivir.

EIA: Nuevo Estudio de Impacto Ambiental del embalse de los Melonares, 1995.

POTAS: Plan de Ordenación del Territorio de la Aglomeración Urbana de Sevilla, 1996.

Fuente: Elaboración propia a partir de [*Moral Ituarte, 1994*]; [*Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, 1994*]; [*Confederación Hidrográfica del Guadalquivir, 1995a*]; [*Consejería de Obras Públicas y Transporte, 1996*].

Ver también cuadro 19 y nota 7.

Consuelo Gisante, Ricardo Marqués Sillero, Leandro del Moral Ituarte, Carlos Pérez Bonilla y Fernando Sancho Royo.

Fecha de referencia: 5-11-1999

El sistema de abastecimiento de Sevilla: ...embalse de Melonares > <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n11/armaraa.html>

El sistema de abastecimiento de Sevilla: ...embalse de Melonares > <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n11/armarab.html>

Edita: Instituto Juan de Herrera. Av. Juan de Herrera 4. 28040 MADRID. ESPAÑA. ISSN: 1578-097X

La desalinizadora de Sevilla: de proyecto "imprescindible" a disparate felizmente olvidado

(Volver al índice.)

En el momento más crítico de la sequía, tras el verano de 1995, con los recursos del sistema de regulación general de la cuenca del Guadalquivir -de los que dependía el abastecimiento urbano de Sevilla a través de la Tomas de Emergencia III- virtualmente agotados, y ante el posible retraso o ausencia de las lluvias de otoño-invierno, se planteó la construcción de una desalinizadora en Sevilla, para tratar las aguas salobres del estuario. Teniendo en cuenta que el Guadalquivir ya contaba por entonces con un volumen de embalse de 6.200 Hm³ (actualmente 6.850 Hm³) y que el abastecimiento de la aglomeración urbana de Sevilla, que se encuentra al final de esa cuenca, necesita al año poco más de 100 Hm³, se entiende que algo había fallado, no sólo en la gestión del sistema de abastecimiento urbano, sino en el conjunto de la gestión de la cuenca hidrográfica. Efectivamente, admitiendo que la ciudad necesitara recurrir a las aguas del Guadalquivir -con los graves efectos sobre la calidad del abastecimiento que se han comentado- sólo una gestión profundamente imprevista podía conducir a que este río no fuera capaz de proporcionar los recursos requeridos. La ley define la prioridad de los abastecimientos urbanos sobre otros usos del agua. Aun en el peor escenario imaginable, con una gestión adecuada, el abastecimiento de Sevilla (como el de Córdoba y otras ciudades de la cuenca) debería haber estado garantizado. Sin embargo, en 1994, en plena sequía, se desembalsaron cientos de millones de metros cúbicos de aguas superficiales para riego, en muchos casos de cultivos extensivos con un baja productividad en relación con el volumen de agua aplicado. Un programa riguroso de gestión de la sequía debería haberlo impedido. Lo que hubiera producido en todo un año la desaladora (en torno a 20 Hm³) no es más que lo que consumen en un año normal 3.000 Ha de tierras regadas, una mínima parte de las más de 600.000 Ha que se riegan en la cuenca. Con una fracción de las 100 pts/m³ que significarían los costes de explotación (los 5.500 millones de inversión se pretendían obtener de Bruselas y de las administraciones central y autonómica) se hubieran podido indemnizar holgadamente todos los intereses afectados [*Moral, 1995*].

Finalmente, en el invierno de 1995 llegaron las lluvias y el proyecto fue poco a poco olvidado. Afortunadamente, hoy ya se reconoce el error: "...aunque la Ley de Aguas concede prioridad al abastecimiento a la población, no siempre se actuó conforme este principio, dando lugar en plena sequía a desembalses en cantidad tal que, a pesar de carecer de efectividad práctica para los usos agrícolas a que se destinaban, supusieron una merma muy importante de las reservas con destino al abastecimiento" [*EMASESA, 1997a*].

La experiencia del proyecto de desalinizadora debería hacer reflexionar a los actuales defensores del embalse de los Melonares. En primer lugar, deberían releer sus declaraciones, asegurando el carácter absolutamente imprescindible de la obra: todavía en primavera de 1996, con los embalses del Guadalquivir al 70%, la Alcaldesa de Sevilla insistía en que la desalinizadora se haría. En segundo lugar, deberían reflexionar a cerca de la operatividad de decidir sobre el dinero de los demás: también Melonares

se pretende construir con financiación europea (75% de la inversión), ignorando que los actuales planteamientos de gestión del agua apuntan a aumentar la capacidad de los usuarios para tomar las decisiones que les afectan (subsidiariedad), pero también a incrementar su responsabilidad respecto de los costes derivados de ellas [*Comisión de las Comunidades Europeas, 1997*]. Esto es así especialmente en a) sistemas de abastecimiento urbano de agua con capacidad de incorporación de dichos costes, b) sistemas con unos márgenes muy holgados de mejora de la eficiencia de la gestión de los recursos ya disponibles y c) alternativas infraestructurales que implican costes ambientales muy elevados.

Otro tema diferente es el perfeccionamiento de los sistemas de potabilización de las aguas del río proporcionadas por las tomas de emergencia con vistas a mejorar su calidad en momentos en que fuera necesario su funcionamiento. En este sentido, es de destacar el proceso actual de introducción de nuevos tratamientos en la estación del El Carambolo (microtamizado, pre- y postratamiento de ozono y filtro de carbón activo granulado), con un coste total de 6.200 millones de pta, que, cualquiera que sea el resultado del debate sobre los temas que aquí se plantean, permitirán afrontar situaciones de máxima emergencia en mejores condiciones que en el pasado. Siempre y cuando las pautas de gestión general de la cuenca se modifiquen en el sentido indicado.

Consuelo Gisante, Ricardo Marqués Sillero, Leandro del Moral Ituarte, Carlos Pérez Bonilla y Fernando Sancho Royo.

Fecha de referencia: 5-11-1999

El sistema de abastecimiento de Sevilla: ...embalse de Melonares > <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n11/armarab.html>

Rendimiento hidráulico del sistema EMASESA y Aljarafesa

(Volver al índice.)

El rendimiento hidráulico se define como el porcentaje de agua facturada en baja respecto al total del agua bruta aducida. Es la cara opuesta (complementario a uno) de las pérdidas totales, que en sentido amplio incluyen diversos conceptos: como pérdidas en alta (por transporte y potabilización) y en baja (pérdidas de la red de distribución, mermas en tratamientos y explotación de redes, consumos gratuitos o desviación de contadores). Su cuantificación en el sistema de EMASESA se detalla a continuación:

Las pérdidas en alta (cuadro 16) corresponden a:

- **Merms en aducción (o de transporte):** corresponden básicamente a las pérdidas del canal Minilla-Carambolo y Gergal-Carambolo (ver figura 3). Se observa un aumento a partir de 1990, debido al deterioro del canal Minilla-Carambolo, que tiene ahora 50 años de edad. En 1994 fue ejecutado un proyecto de reparación del canal, a raíz del cual las pérdidas bajaron de 4% a 2,8% entre aquel año y el siguiente.
- **Merms de potabilización:** son inherentes al proceso de potabilización, que se desarrolla en cuatro fases: aclarado, decantación, filtración y cloración. Este tipo de pérdidas disminuyen en períodos de sequía (promedio 1975-95= 3.6%; 1976= 1.2%; 1981= 1.6%; 1994= 2.2%) por la reutilización de las "aguas de lavado" derivadas de la fase de aclarado.

Cuadro 16: **Desglose de la pérdidas en alta del sistema EMASESA y Aljarafesa.**

	Volumen aducido (Hm3)	Mermas de transporte (%)	Mermas de potabilización (%)	Salida Carambolo (Hm3)
1975	102,3	3,6	2,2	90,7
1976	82,1	3,2	1,2	75,5
1977	95,1	3,2	1,5	85,5
1978	115,3	3,7	2,1	103,1
1979	126,1	3,7	3,7	110,6
1980	128,4	3,6	4,0	111,3
1981	82,2	3,0	1,6	73,4
1982	104,8	3,6	2,0	91,2
1983	99,2	3,3	5,0	84,2
1984	109,2	3,7	8,4	89,1
1985	116,3	3,3	8,3	95,0
1986	126,9	3,4	7,3	105,0
1987	137,8	3,5	5,0	115,7
1988	149,0	3,4	3,4	126,8
1989	153,0	3,4	3,0	129,1
1990	162,3	3,9	2,8	134,9
1991	173,8	3,4	2,7	141,6
1992	167,0	5,6	2,9	135,4
1993	133,3	4,3	2,5	110,1
1994	138,9	4,0	2,2	112,7
1995	129,2	2,8	4,6	107,2

Fuente: **[Bonneau, 1996]**.

Las pérdidas en baja corresponden al concepto de "Agua no Controlada" (ANC), manejado por EMASESA. En lo que respecta a las "pérdidas en red" se observa una discrepancia entre los datos proporcionados por EMASESA en el Informe sobre Sequía de 1997 **[EMASESA, 1997a]** y los datos citados en **[Bonneau, 1996]**, que se recogen en la última columna del cuadro 17. Las pérdidas en baja comprenden:

- **Merms de explotación:** son debidas esencialmente a las purgas, que aumentan su frecuencia durante las restricciones para evitar que los depósitos que se forman en las tuberías lleguen a los grifos, cuando vuelve a utilizarse la red.
 - **Consumos gratuitos:** bajo este concepto EMASESA incluye los riegos de jardines, las bocas anti-incendio y el mantenimiento de espacios públicos. Habría que interrogarse sobre las razones de la estabilidad de este porcentaje durante la última sequía, cuando además, los riegos y baldeos fueron los primeros usos afectados, quedando prohibidos justo al principio de la misma. En 1995, mientras la ciudad estaba sometida a severas restricciones, que llevaron a una reducción en el consumo doméstico de un 25%, según los datos oficiales estos consumos gratuitos seguían representando el 8% de suministro total (un tercio del ahorro conseguido por los ciudadanos).
 - **Error de contadores:** es el porcentaje de agua distribuida que no se factura a los consumidores por errores en el volumen registrado por los contadores. El porcentaje de error aumenta en función de la edad de los contadores, por lo que es difícil explicar la evolución intermitente de este concepto a lo largo de las últimas dos décadas (ver más adelante).
 - **Pérdidas:** son las pérdidas propiamente dichas o fugas en la red de distribución. Estos valores son bastante elevados en la red de EMASESA, oscilando en la última década entre 15% y 19% según los datos del Informe de Sequía de EMASESA (cuadro 17). Sin embargo, según otras fuentes, las pérdidas en red oscilaron en el mismo periodo entre 18% y 26% (cuadro 17). Como puede observarse, cuanto mayor es la discrepancia entre estas dos series de datos, mayores son los valores atribuidos a la desviación de contadores.
-

Cuadro 17: **Desglose de las pérdidas en red (en baja) de EMASESA.**

(Hm3 y porcentaje de la "Salida del Carambolo")

	Salida Carambolo (Hm3)	ANC (*) total (%)	ANC (*)				Pérdidas en red (%) (**)
1975	90,7	29,3	2,9	8,2	4,6	13,4	19,2
1976	75,5	25,8	2,6	7,3	4,1	11,8	15,7
1977	85,5	30,0	3,0	8,4	3,5	15,1	18,1
1978	103,1	35,4	2,1	9,9	5,6	17,7	23,5
1979	110,6	35,1	2,0	9,7	5,6	17,5	23,3
1980	111,3	34,7	2,0	9,7	6,5	16,4	23,1
1981	73,4	26,0	2,5	7,2	4,2	11,9	16,3
1982	91,2	35,6	3,2	9,9	6,0	16,3	24,2
1983	84,2	31,6	3,2	8,8	5,1	14,5	22,1
1984	89,1	31,8	1,9	8,8	5,1	16,0	20,8
1985	95,0	29,7	1,8	8,3	4,7	14,8	18,4
1986	105,0	31,2	1,9	7,8	5,5	15,6	20,1
1987	115,7	33,4	2,0	8,0	6,6	16,7	21,8
1988	126,8	40,0	2,3	9,6	8,0	19,9	27,5
1989	129,1	39,0	2,3	10,1	7,0	19,4	26,5
1990	134,9	35,6	2,1	9,9	5,7	14,4	23,0
1991	141,6	37,0	2,2	8,9	7,3	18,5	24,8
1992	135,4	34,6	3,7	7,6	7,2	15,6	22,1
1993	110,1	35,3	3,9	7,7	5,0	18,5	22,8
1994	112,7	37,0	4,1	8,0	6,4	18,3	22,8
1995	107,2	37,3	4,1	8,2	6,4	18,5	22,3

ANC: Agua no Controlada.

Fuente: Elaboración propia a partir de (*) [EMASESA, 1997a]

(**) [Bonneau, 1996].

En conclusión, los valores de rendimiento hidráulico global (RH) para el sistema de EMASESA que se desprenden de los anteriores datos son notablemente bajos, generalmente alrededor de 0,60 (o 60%). Se pueden observar aumentos hasta el 70%, que coinciden con las sequías de 1974-76 y 1981-83, pero en la última década la tendencia ha sido más bien hacia un empeoramiento por debajo del 60%. Ello implica

unos valores de pérdidas totales (en alta y baja), bajo distintos conceptos, del 40%, cifra muy por encima de los niveles considerados aceptables a nivel nacional y internacional. De la comparación del RH en alta y en baja del sistema de EMASESA se desprende que en la distribución en alta queda poco margen para reducir pérdidas; por contra, es la mejora de la distribución en baja la que puede contribuir en mayor medida al incremento del rendimiento hidráulico global.

Mejora del Rendimiento Hidráulico: referencias nacionales e internacionales

Los objetivos de rendimiento hidráulico que se fijan en la literatura y documentación especializada son claramente superiores al actual RH del sistema EMASESA + Aljarafesa. El borrador del Plan de Ordenación del Territorio de la Aglomeración Urbana de Sevilla (POTAS), elaborado por la Consejería de Obras Públicas de la Junta de Andalucía, se propone como objetivo alcanzar un rendimiento hidráulico del 75% en Sevilla y su zona para el año 2.011. Por su parte, el borrador de Anteproyecto de Ley de Abastecimiento de Agua y Saneamiento de Andalucía de 18 de Julio de 97, elaborado por el Gobierno Andaluz, es aún más ambicioso al establecer en su artículo 16.5 un tope del 15% del agua facturada para las pérdidas admisibles en las redes de distribución de agua potable [*Junta de Andalucía, 1997*], es decir un rendimiento hidráulico de 85%. Se podría considerar esta cifra como nivel de pérdidas fisiológico, tomando en cuenta los volúmenes que se pierden inevitablemente en las conducciones, en los procesos de tratamiento y gestión de la red (purgas, desviación de contadores). Este nivel ya se ha alcanzado o se piensa realistamente alcanzar en varias ciudades, de las que la continuación se presenta una relación indicativa:

- En la ciudad de Alicante el rendimiento hidráulico ha pasado de 80,5 % en 1991 a 85,8 % en 1995 gracias a un adecuado mantenimiento de la red de distribución. De este modo, aunque el suministro en alta ha descendido en un 16 por ciento desde 1991, el consumo global sólo se ha reducido en un 9 por ciento. Aun así, se ha diseñado un Programa Integrado de Gestión de la Demanda, que plantea, entre otras actuaciones, la mejora de la eficiencia en distintos sectores de consumo. Estos programas llevarían a una reducción media de los consumos de un 16% en usos residenciales interiores, de un 17% en usos residenciales exteriores, de un 8,8% en actividades industriales, de 11,7% en actividades de servicios y 14% en actividades institucionales [*Estevan y Ballesteros, 1997*].
- La ciudad de Boston consiguió reducir sus pérdidas desde un 30% a un 12% en 15 años (entre 1978 y 1993) con una excelente relación coste-beneficio [*Pérez-Díaz et al., 1996*].
- En el área servida por la empresa abastecedora francesa Lyonnaise des Eaux (13 millones de habitantes) el Rendimiento Hidráulico era 83% en 1996- las pérdidas expresadas en m³/Km/día eran 5,1 [*Environment Agency/NRA, 1995-97*].
- La ciudades de Fez y Rabat en Marruecos han iniciado un programa de mejora de la red de distribución de agua urbana y de control de perdidas con financiación del Banco Mundial. El objetivo es pasar de un rendimiento hídrico de 65% a 80% en cinco años en la ciudad de Fez y alcanzar un rendimiento del **80-85 %**, en la ciudad de Rabat [1] [*Mediterranean Blue Plan, 1996*].

Para las comparaciones internacionales, lo ideal es disponer de cifras de pérdidas en red expresadas en m³/Km de red/día. A título de ejemplo, en 1996 el promedio oficial de pérdidas en redes de distribución era 3,7 m³/Km/día en los Länder occidentales de Alemania, 4,2 m³/Km/día en Francia, entre 3,77 y de 8,4 m³/Km/día en Dinamarca; 8,4 m³/Km/día en Inglaterra y 15,7 m³/Km/día en Gales. Además, los homólogos franceses de la Confederaciones Hidrográficas (Agences de Bassin) han anunciado que dejarán

de subvencionar obras de regulación hidráulica a los municipios, cuando sus niveles de pérdidas en la red superen los siguientes umbrales: 1.5-2.5 m³/Km/día (para las zonas rurales); 3-5 m³/Km/día (en zonas semi-rurales) y 7-10 m³/Km/día (en zonas urbanas) [*Environment Agency/NRA1995-97*].

Comparando estos órdenes de magnitud con el caso del abastecimiento de Sevilla, según los datos de pérdidas para el año 1995 (19,9 Hm³ sin considerar otros conceptos incluidos en el apartado "Agua No Controlada", [*EMASESA, 1997a:23*])- y considerando una longitud de la red de 2.702 Km [*EMASESA, 1997b*], se obtienen valores de pérdidas de cerca de 20 m³/Km/día, ampliamente superiores a los valores citados en la literatura internacional.

Consuelo Gisante, Ricardo Marqués Sillero, Leandro del Moral Ituarte, Carlos Pérez Bonilla y Fernando Sancho Royo.

Fecha de referencia: 5-11-1999

1: En ambos casos, con una inversión de cerca de \$8.5 m, que el banco Mundial estimó que sería compensada por los beneficios derivados de la disminución de pérdidas al cabo de 3 años [*Mediterranean, 1996*].

El sistema de abastecimiento de Sevilla: ...embalse de Melonares > <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n11/armarac.html>

El sistema de abastecimiento de Sevilla: ...embalse de Melonares > <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n11/armarad.html>

Edita: Instituto Juan de Herrera. Av. Juan de Herrera 4. 28040 MADRID. ESPAÑA. ISSN: 1578-097X

Impactos sobre la fauna

(Volver al índice.)

La Resolución de la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental de 13 de octubre (BOE num.201 de 24/11/97) pone de manifiesto el grave impacto ambiental que provocaría la construcción del pantano de Melonares sobre el río Viar. No estaría de más recordarlo y completarlo haciendo hincapié en las especies de la fauna silvestre protegida que se verían afectadas en caso de construirse el embalse.

La Sierra Norte de Sevilla está catalogada como *Área Importante para la Conservación del Patrimonio Natural Europeo* en el proyecto **Corine-Biotopos** de la CEE con el número 322, estando considerada de interés comunitario por la Directiva Hábitat (92/43/CEE) e incluida en la *Red Ecológica Natura 2000*. Este espacio alberga según dicha directiva 14 tipos de hábitats de interés prioritario de los que 10 se encuentran en el valle del Viar. Esta directiva protege de manera especial, entre otras, a especies como el lince o la nutria.

El **lince** (*Lynx pardina*) catalogado "en peligro de extinción" por el R.D. 439/1990 y como "especie prioritaria, estrictamente protegida y cuyo hábitat debe ser objeto de medidas especiales de conservación" por la Directiva 92/43/CEE, está considerado como el felino más amenazado del mundo; los estudios de la Estación Biológica de Doñana confirman la existencia de ejemplares en el valle del Viar que lo ocupan como área de campeo y como pasillo natural entre diversas zonas de Sierra Morena y entre la sierra y el valle del Guadalquivir.

La **nutria** (*Lutra lutra*), catalogada "de interés especial" por el R.D. 439/1990 y como "estrictamente protegida y cuyo hábitat debe ser objeto de medidas especiales de conservación" por la Directiva 92/43/CEE, cría en el propio valle y utiliza el río como espacio vital para su supervivencia.

Por otra parte, la Sierra Norte de Sevilla está catalogada como *Zona de Especial Protección para la Aves* (directiva 79/43/CEE) con el número 53 "Sierra Norte", hecho por el que "el hábitat ha de ser objeto de medidas de especial protección".

Por su importancia y como especie emblemática destacamos el **águila imperial** (*Aguila adalberti*), declarada por el R.D. 439/1990 como "en peligro de extinción" y considerada como la quinta ave más amenazado del mundo, de la que se han confirmado la existencia en el valle de al menos 3 parejas.

Otras rapaces que campean y/o nidifican en torno al Viar -todas catalogadas como "de interés especial" por el R.D 439/1990- son las que a continuación enumeramos: **águila real** (19 parejas), **águila perdicera** (5 parejas), **águila calzada** (más de 7 parejas), el **aguilucho cenizo** (más de 3 parejas), el **águila culebrera**, el **buitre negro**, el **buitre leonado** -se han censado más de 500 ejemplares en tiempos de migraciones-, el **ratonero común**, el **cernícalo vulgar**, el **búho real**, el **búho chico**, el **alimoche**, el **milano negro** y el **elanio azul**.

Entre las aves no rapaces destacamos la **Cigüeña negra** (*Ciconia nigra*) catalogada "en peligro de extinción" por el R.D. 439/1990, la **golondrina daurica**, el **abejaruco**, el **rabilargo**, el **vencejo pálido**, el

alcaudón, etc.

Entre los invertebrados destacaríamos como especie endémica la **almeja de agua dulce** (*Margaritifera margaritifera*), la cual sólo se encuentra en el río Viar y en algunas áreas del norte de la península.

La Sierra Norte de Sevilla está protegida bajo la figura de "Parque Natural" según la Ley 4/89 de Inventario de Espacios Naturales Protegidos de Andalucía. El Plan de Ordenación de los Recursos Naturales cataloga gran parte del valle del Viar como área de Especial Interés. Además, y prácticamente hasta su entrada en Cantillana, el río está declarado como Complejo Ribereño de Interés Ambiental con la denominación R.A.-4 del Plan Especial de Protección del Medio Físico de la provincia de Sevilla.

Hemos de destacar que desde la Consejería de Medio Ambiente se han venido desarrollando programas de protección y de regeneración de hábitats con su correspondiente financiación en torno a especies como el **lince**, la **nutria** o el **águila imperial**.

Consuelo Gisante, Ricardo Marqués Sillero, Leandro del Moral Ituarte, Carlos Pérez Bonilla y Fernando Sancho Royo.

Fecha de referencia: 5-11-1999

El sistema de abastecimiento de Sevilla: ...embalse de Melonares > <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n11/armarad.html>

Edita: Instituto Juan de Herrera. Av. Juan de Herrera 4. 28040 MADRID. ESPAÑA. ISSN: 1578-097X

El sistema de abastecimiento de Sevilla: ...embalse de Melonares > <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n11/armarae.html>

Edita: Instituto Juan de Herrera. Av. Juan de Herrera 4. 28040 MADRID. ESPAÑA. ISSN: 1578-097X

Las tarifas de abastecimiento de EMASESA: una invitación al consumo

(Volver al índice.)

El cuadro 25 muestra el coste del recibo por abastecimiento que paga una unidad familiar tipo según varios consumos con las tarifas de abastecimiento vigentes en 1998 en la zona abastecida por EMASESA. El coste indicado incluye la cuota fija de abastecimiento, los diversos cánones de mejora y la cuota variable sobre el consumo. Esta última contiene varios bloques de carácter progresivo que, no obstante, no logran compensar la antiprogresividad de los términos fijos del recibo (cuota de abastecimiento). En la última columna se aprecia cómo las tarifas de abastecimiento de EMASESA, cuando se tienen en cuenta todos los términos del precio del agua (tarifas, recargos y cuota fija), son antiprogresivas: hasta dotaciones de en torno a 20 m³/mes, paga más caro el m³ el sector de la población que menos consume.

Cuadro 25: Coste del recibo de abastecimiento de agua. Tarifas EMASESA 1998.

Consumo	Coste total del recibo (pta)	Coste unitario (pta/m ³)
8 m ³ /mes	814	102
13 m ³ /mes	1.128	87
15 m ³ /mes	1.255	84
16 m ³ /mes	1.318	82
18 m ³ /mes	1.515	84
23 m ³ /mes	2.185	95
27 m ³ /mes	2.721	101

Fuente: Elaboración propia a partir de los expedientes de tarifas de EMASESA.

A efectos de comparación ofrecemos, en el cuadro 26, el número de viviendas abastecidas por EMASESA según los diversos tramos de consumo, así como el volumen total del consumo mensual previsto por la empresa.

En la primera columna se observa que el consumo más frecuente es el comprendido entre 5 y 10 m³/mes, precisamente el que paga más caro el m³ de agua de EMASESA. El consumo medio estimado es de 13 m³/mes, pero lógicamente el más frecuente es inferior, dado que al calcular el consumo medio las viviendas situadas en intervalos superiores dejan sentir su influencia.

En resumen, se puede decir que la implantación de un sistema de tarifas progresivas es una medida de gestión de la demanda viable y no experimentada todavía suficientemente. Su aplicación correcta exigiría estudios específicos y pormenorizados, que tuvieran en cuenta todas sus implicaciones y la necesaria equidad del sistema, en la línea de los desarrollados en el Consorcio de Aguas de Bilbao [**Fernández García, 1998**]

Cuadro 26: Numero de viviendas abastecidas por EMASESA por categorías de consumo.

Consumo (m ³ /mes)	Número de viviendas	Volumen total (miles de m ³ /año)
de 0 a 5 m ³ /mes	52.000	1.500
de 5 a 10 m ³ /mes	93.000	8.300
de 10 a 15 m ³ /mes	70.000	10.500
de 15 a 20 m ³ /mes	57.000	12.000
de 20 a 25 m ³ /mes	41.000	11.000
de 25 a 30 m ³ /mes	27.000	8.800
más de 30 m ³ /mes	6.000	2.200
TOTALES	346.000	54.300

Cifras estimadas y redondeadas.

Fuente: Elaboración propia a partir de los expedientes de tarifas de EMASESA.

Consuelo Gisante, Ricardo Marqués Sillero, Leandro del Moral Ituarte, Carlos Pérez Bonilla y Fernando Sancho Royo.

Fecha de referencia: 5-11-1999

El sistema de abastecimiento de Sevilla: ...embalse de Melonares > <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n11/armarae.html>

Indice de cuadros y figuras

(Volver al índice.)

CUADROS

- Cuadro 1: **Embalses adscritos al sistema de abastecimiento de EMASESA.**
- Cuadro 2: **Evolución del sistema de abastecimiento de agua de Sevilla y su área de influencia.**
- Cuadro 3: **Comparación de estimaciones de la regulación anual (Hm3) de los embalses del sistema de EMASESA según distintas fuentes.**
- Cuadro 4: **Cambios en la configuración del sistema de abastecimiento de EMASESA durante las sequías.**
- Cuadro 5: **Volúmenes y porcentajes de agua de pozo utilizada por EMASESA para usos potables.**
- Cuadro 6: **Recursos externos utilizados por EMASESA durante la sequía.**
- Cuadro 7: **Transferencia de recursos desde el embalse de Cala.**
- Cuadro 8: **Transferencia de recursos desde el embalse del Pintado.**
- Cuadro 9: **Recursos derivados de las Tomas de Emergencia del río Guadalquivir.**
- Cuadro 10: **Reducción de la demanda durante y después de las sequía en Sevilla y su zona de influencia.**
- Cuadro 11: **Fases de alerta durante los últimos tres periodos de sequía y porcentajes de la capacidad máximas de los embalses.**
- Cuadro 12: **Fallos estructurales y conyunturales en la gestión de la sequía 1991-95 en Sevilla.**
- Cuadro 13: **Rendimiento hidráulico global del sistema EMASESA-Aljarafesa.**
- Cuadro 14: **Captaciones de agua en alta de enero de 1991 a noviembre de 1995 (Hm3).**
- Cuadro 15: **Origen de los recursos en el periodo 1991-1995* (Hm3).**
- Cuadro 16: **Desglose de la pérdidas en alta del sistema EMASESA y Aljarafesa.**
- Cuadro 17: **Desglose de las pérdidas en red (en baja) de EMASESA.**
- Cuadro 18: **Estimaciones de demandas según diversas fuentes para 2012 (Hm3).**
- Cuadro 19: **Recursos superficiales regulados (Hm3)**
- Cuadro 20: **Características del embalse de los Melonares.**
- Cuadro 21: **Algunos datos sobre el río Viar.**
- Cuadro 22: **Volúmenes embalsados (Hm3) en El Pintado, en mayo de sucesivos años (1979-1995).**
- Cuadro 23: **Municipios afectados por el embalse de Melonares**
- Cuadro 24: **Estimación de la demanda de agua en alta 1996-2012.**
- Cuadro 25: **Coste del recibo de abastecimiento de agua. Tarifas EMASESA 1998.**
- Cuadro 26: **Numero de viviendas abastecidas por EMASESA por categorías de consumo.**

FIGURAS

- **Figura 1: Tramo final de los Caños de Carmona, atravesando el arroyo Tagarete sobre la alcantarilla de Las Madejas.**
- **Figura 2: Estación de bombeo de Adufe (Alcalá de Guadaira) instalada por la Compañía de los Ingleses en 1885.**
- **Figura 3: El sistema de abastecimiento de Sevilla y su área de influencia.**
- **Figura 4: Consumo unitario de agua bruta (dotación bruta de agua aducida) por habitante y año en el área de influencia de EMASESA y Aljarafe.**
- **Figura 5: Embalse de Zufre en 1995.**
- **Figura 6: Embalse de Zufre en 1996.**
- **Figura 7: El valle del río Viar.**
- **Figura 8: Diagrama de flujo de EMASESA y Aljarafe.**

Consuelo Gisante, Ricardo Marqués Sillero, Leandro del Moral Ituarte, Carlos Pérez Bonilla y Fernando Sancho Royo.

Fecha de referencia: 5-11-1999

El sistema de abastecimiento de Sevilla: ...embalse de Melonares > <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n11/armarcua.html>

Edita: Instituto Juan de Herrera. Av. Juan de Herrera 4. 28040 MADRID. ESPAÑA. ISSN: 1578-097X