



**PLAN ESPECIAL DE ACTUACIÓN EN SITUACIONES DE
ALERTA Y EVENTUAL SEQUÍA
DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL TAJO**

**ANEJO V - DEFINICIÓN DEL SISTEMA DE INDICADORES
DE SEQUÍA. EVOLUCIÓN HISTÓRICA**

MARZO 2007



INDICE GENERAL

MEMORIA

DOCUMENTO DE OPERATIVIDAD

ANEJOS

ANEJO I.- DATOS DE PARTIDA

ANEJO II.- CARACTERIZACIÓN DE LAS SEQUÍAS EN LA CUENCA DEL TAJO

ANEJO III.- ANÁLISIS DE SEQUÍAS HISTÓRICAS

ANEJO IV.- CARACTERIZACIÓN DE LAS DEMANDAS

ANEJO V.- DEFINICIÓN DEL SISTEMA DE INDICADORES DE SEQUÍA

ANEJO VI.- MODELIZACIÓN

ANEJO VII.- ANÁLISIS DEL RIESGO DE LOS SISTEMAS

ANEJO VIII.- CATÁLOGO DE MEDIDAS

ANEJO IX.- VALORES UMBRALES DE LOS INDICADORES

ANEJO V

DEFINICIÓN DEL SISTEMA DE INDICADORES DE SEQUÍA

Anejo V.- Definición del sistema de indicadores de sequía

Índice

1.- INTRODUCCIÓN.....	1
2.- SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN CONSIDERADOS.....	4
2.1.- Sistema de Cabecera.....	6
2.2.- Sistema de Riegos del Tajuña.....	9
2.3.- Sistema de Riegos del Henares.....	10
2.4.- Sistema de Abastecimiento a la Mancomunidad de Aguas del Sorbe.....	12
2.5.- Sistema de Abastecimiento a Madrid.....	13
2.6.- Sistema del Alberche.....	14
2.7.- Sistema Tajo Medio.....	15
2.8.- Sistema de Abastecimiento a Toledo.....	17
2.9.- Sistema de Riegos del Tiétar.....	17
2.10.- Sistema de Riegos del Alagón.....	18
2.11.- Sistema de Riegos del Árrago.....	20
2.12.- Sistema Bajo Tajo Extremadura.....	20
2.13.- Sistema de Abastecimiento a Cáceres y su zona de influencia.....	22
2.14.- Sistema de abastecimiento a Trujillo y su zona de influencia.....	23
2.15.- Sistema de Riegos del Salor.....	23
3.- SELECCIÓN DE INDICADORES.....	25
3.1.- Introducción.....	25
3.2.- Indicadores seleccionados por sistemas de explotación.....	26
4.- SERIES DISPONIBLES DE CADA INDICADOR.....	33
5.- NORMALIZACIÓN DE LOS INDICADORES. ÍNDICE DE ESTADO.....	34

APÉNDICES:

- 1.- Gráficos de evolución histórica de los indicadores

1.- INTRODUCCIÓN

En el presente Anejo se define el sistema de indicadores hidrológicos aplicables a la cuenca del Tajo en el ámbito del Plan Especial de Sequías. Dicho sistema será complementario del que debe establecer el Ministerio de Medio Ambiente en aplicación del artículo 27.1 de la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional en el que se dice textualmente:

“El Ministerio de Medio Ambiente, para las cuencas intercomunitarias, con el fin de minimizar los impactos ambientales, económicos y sociales de eventuales situaciones de sequía, establecerá un sistema global de indicadores hidrológicos que permita prever estas situaciones y que sirva de referencia general a los Organismos de cuenca para la declaración formal de situaciones de alerta y eventual sequía, siempre sin perjuicio de lo establecido en los artículos 12.2 y 16.2 de la presente Ley. Dicha declaración implicará la entrada en vigor del Plan especial a que se refiere el apartado siguiente.”

La aplicación del sistema de indicadores conlleva las siguientes ventajas:

- Permite la caracterización objetiva de las fases de sequía en cada sistema de explotación
- Las medidas y actuaciones a aplicar en cada fase pueden ser previstas con anticipación
- Facilita la aplicación progresiva de las medidas asociadas a los valores umbrales de los indicadores
- Está concebido de manera que pueda ser verificado por terceros de manera objetiva, facilitando la participación pública y transparencia del proceso

Con motivo de la redacción en julio de 2.005 del “*Protocolo de actuación en sequías en la cuenca del Tajo*”, se definió, con carácter provisional hasta la aprobación del Plan Especial de Sequías, un sistema de indicadores hidrológicos referido a la mayoría de los sistemas de explotación. Algunos sistemas, como el de Cabecera o el de Abastecimiento a Madrid, quedaron fuera de este análisis por varios motivos. En el primer caso se consideraba que el sistema de Cabecera contaba ya con unos criterios de actuación muy elaborados en el Plan Hidrológico de cuenca, que eran objeto de seguimiento por parte de una Comisión especial. En el caso del *Abastecimiento a Madrid* se tenía en cuenta que el Organismo responsable de su explotación, el *Canal de Isabel II*, disponía ya de un Manual de Abastecimiento que contemplaba la Gestión de sequías.

En el resto de sistemas se definían unos indicadores, que en todos los casos se trataba de volúmenes almacenados en los embalses, siguiendo la metodología que se expone:

- 1) Estudio de los sistemas mediante balances mensuales simplificados.

- 2) Elaboración de unas sequías patrón a partir de las series históricas de aportaciones mensuales definidas en el Plan Hidrológico de la cuenca del Tajo.
- 3) Definición de las reglas y medidas a partir de la experiencia obtenida durante la última sequía, de 1990-1995.

En el presente Plan Especial de sequías se plantea la definición de un sistema de indicadores más amplio que el considerado en el Protocolo, siguiendo el esquema metodológico siguiente:

1. Identificación de las zonas de origen de recurso asociadas a determinadas unidades de demanda.
2. Selección del indicador más representativo de la evolución de la oferta de recursos existente en cada una de las unidades de demanda, empleando para ello la variable o combinación de variables hidrológicas o hidrometeorológicas más adecuadas.
3. Recopilación de las series hidrológicas temporales asociadas a cada uno de los indicadores.
4. Validación de los indicadores mediante su calibración con las series asociadas a los indicadores generadas mediante el empleo de un modelo de simulación definido en el Anejo 6 del presente Plan.

En este Anejo se desarrollarán los tres primeros puntos, ya que el último se tratará en el Anejo 9 del presente Plan Especial de Sequías.

Se definirán tres umbrales para cada indicador (de prealerta, alerta y emergencia), que delimitan cuatro situaciones asociadas a diferentes niveles de severidad de sequía:

- **Situación de normalidad:** los valores de los indicadores se sitúan por encima del umbral de prealerta y no es necesaria por tanto la adopción de ninguna medida.
- **Situación de prealerta:** los valores de los indicadores están comprendidos entre los umbrales de prealerta y alerta y es ya necesario adoptar medidas de prevención, gestión de la demanda, y de control y vigilancia de los recursos.
- **Situación de alerta:** los valores de los indicadores están comprendidos entre los umbrales de alerta y emergencia. Este escenario requiere ya la aplicación de medidas de movilización de recursos complementarios, de conservación del recurso y de gestión de la demanda que permitan su mantenimiento con aplicación de las medidas de ahorro pertinentes.
- **Situación de emergencia:** los indicadores se encuentran ya en valores inferiores al umbral de emergencia. Se trata de una situación crítica en la que son ineludibles las medidas excepcionales para garantizar el abastecimiento urbano; caudales, volúmenes y niveles ecológicos; abastecimiento a centrales nucleares y, en la medida de lo posible, mantenimiento del arbolado en cultivos agrícolas.

Cada nivel de estado llevará aparejada la activación de un conjunto de medidas de actuación para prevenir o mitigar los efectos de la sequía, de importancia y repercusión creciente sobre los sistemas de demanda conforme avance la gravedad de la sequía. Estas medidas serán de carácter estratégico, táctico y de emergencia, actuando sobre los recursos, las demandas y a través de resoluciones administrativas.

En la siguiente figura se ha resumido lo expuesto anteriormente respecto de las fases de la sequía.

FASES DE LA SEQUÍA	MEDIDAS ASOCIADAS
SITUACIÓN DE NORMALIDAD Umbral de Prealerta	
SITUACIÓN DE PREALERTA Umbral de Alerta	Prevención Aumento del control y vigilancia Gestión de la demanda
SITUACIÓN DE ALERTA Umbral de Emergencia	Movilización de recursos complementarios Conservación y vigilancia del recurso Gestión de la demanda
SITUACIÓN DE EMERGENCIA	Movilización de recursos extraordinarios Imposición de restricciones Gestión de la demanda

Figura 1.- Fases de la sequía consideradas en el Plan Especial

2.- SISTEMAS DE EXPLOTACIÓN CONSIDERADOS

A efectos del presente Plan de Gestión de Sequías, la cuenca del Tajo se ha dividido en una serie de sistemas de explotación compuestos por unos recursos (superficiales o subterráneos), una infraestructura hidráulica que permite la regulación y transporte de estos recursos, y unas demandas que deben ser atendidas. Los sistemas no son completamente independientes entre sí puesto que existen varias demandas que pueden ser atendidas desde fuentes de suministro ubicadas en sistemas diferentes. El ámbito geográfico de cada sistema coincide a grandes rasgos con las zonas hidrográficas definidas en el Artículo 1 del las Normas del Plan Hidrológico del Tajo, aunque se ha realizado alguna modificación para adaptarse al objetivo del presente Plan.

En general en cada sistema predomina claramente un tipo de demanda (regadío o abastecimiento), aunque prácticamente en todos existen demandas de ambos tipos.

La relación de sistemas considerados se presenta a continuación:

1. Sistema de Cabecera
2. Sistema del Tajuña, que incluye la demanda de abastecimiento de la Mancomunidad de Almoguera-Mondéjar.
3. Sistema de Riegos del Henares y del Bornova
4. Sistema de abastecimiento a la Mancomunidad del Sorbe
5. Sistema de Abastecimiento a Madrid, que incluye las captaciones en las cuencas de Jarama y Guadarrama y en el acuífero detrítico y los trasvases desde el Alberche y Sorbe. Este sistema incluye a demás la demanda de la Zona Regable de la Real Acequia del Jarama.
6. Sistema del Alberche, que incluye su contribución al sistema de abastecimiento a Madrid a través del bombeo de Picadas y de la conducción San Juan-Valmayor, así como los abastecimientos a la Sagra Alta y Baja, Torrijos y su apoyo a los abastecimientos de Toledo y Talavera de la Reina.
7. Sistema Tajo Medio
8. Sistema de abastecimiento a Toledo y su zona de influencia
9. Sistema de Riegos del Tiétar
10. Sistema de Riegos del Alagón, que incluye los subsistemas de Riegos del Ambroz y de abastecimiento a Béjar y Plasencia

11. Sistema del Árrago, que incluye el abastecimiento a la Mancomunidad de Rivera de Gata, integrada por Coria y otros municipios.
12. Sistema Bajo Tajo-Extremadura
13. Sistema de abastecimiento a Cáceres y su zona de influencia
14. Sistema de abastecimiento a Trujillo y su zona de influencia
15. Sistema de Riegos del Salor

En la siguiente figura se ha representado la situación de cada sistema de explotación dentro de la cuenca.

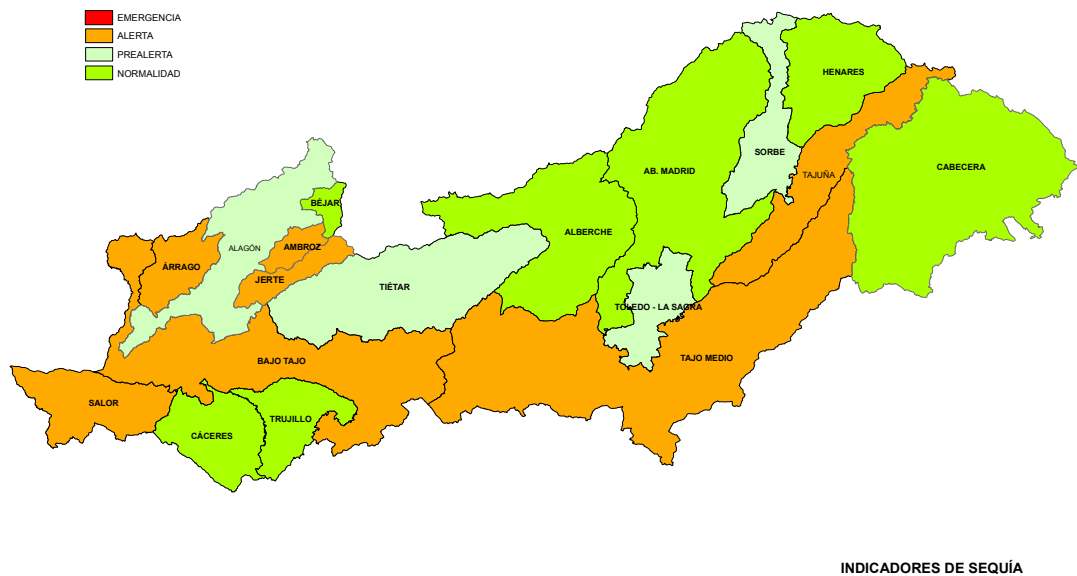


Figura 2.- *Sistemas de explotación considerados en el Plan Especial de Sequías*

A continuación se exponen someramente las características de cada sistema (demandas, fuentes de suministro, etc.).

2.1.- Sistema de Cabecera

El ámbito geográfico de este sistema coincide con el de la zona hidrológica 1, en la que se localizan los embalses de Entrepeñas y Buendía desde los que se atienden las demandas de la zona del Tajo Medio. Las demandas propias de este sistema casi no tienen significación a excepción de la necesaria para refrigerar la central nuclear de Trillo, aguas arriba del embalse de Entrepeñas, con un volumen anual de 45 hm³.

En la siguiente tabla se han consignado las principales características de las presas del sistema.

TABLA 1.- CARACTERÍSTICAS DE LAS PRESAS DEL SISTEMA CABECERA						
Presa	Río	Año	Tipo	H (m)	Vol. (hm ³)	Destino
Bolarque	Tajo	1.910	Gravedad	45,5	31	Riegos/Hidroeléctrico
Entrepeñas	Tajo	1.956	Gravedad	87,0	835	Riegos/Hidroeléctrico
Buendía	Guadiela	1.957	Gravedad	78,7	1.639	Riegos/Hidroeléctrico

La demanda propia del sistema más significativa es la de refrigeración de la central nuclear de Trillo, aguas arriba del embalse de Entrepeñas, con un volumen anual de 45 hm³.

El conjunto de las demandas de abastecimiento del sistema totalizan 6 hm³ anuales, mientras que los regadíos son de iniciativa privada, distinguiéndose dos demandas: los regadíos de cabecera del Guadiela, que toman del embalse de Buendía y totalizan 4.065 ha y un volumen de 21,21 hm³/año, y los regadíos del Tajo sin regulación, situados aguas arriba del embalse de Entrepeñas, que suman 2.134 ha con un volumen anual de 10,98 hm³.

Está prevista la incorporación al sistema de una nueva demanda con el fin de abastecer a la Mancomunidad formada por los núcleos colindantes con los embalses de Entrepeñas y Buendía. También se pretende mejorar el abastecimiento a los municipios de la Mancomunidad del Guadiela mediante la renovación y adecuación de la red de abastecimiento existente.

La Mancomunidad de los municipios ribereños de Entrepeñas y Buendía consta de 58 núcleos de población, siendo el número de habitantes en periodo invernal de 8.553 habitantes, llegando a alcanzar en periodos estivales una población punta de 40.531. La dotación prevista se cifra en 300 l/hab/día, valor que implica una demanda anual de 1,83 hm³/año. Para satisfacer esta demanda se tomará agua del río Tajo mediante la construcción de un azud en las proximidades de Morillejo, aguas arriba del embalse de Entrepeñas. Desde este punto se impulsará el agua hasta una E.T.A.P. que se ubicará en la zona norte del término municipal de Peralveche y desde la cuál se distribuirá el suministro a través de 4 ramales.

Para mejorar el abastecimiento de la Mancomunidad del Guadiela esta previsto la instalación de una nueva toma en el embalse de La Ruidera situado en el río Guadiela. Dicha

mancomunidad esta formada por 11 municipios con un total de 2.500 habitantes. El proyecto de abastecimiento ha sido diseñado para incorporar en el futuro a otros 14 municipios y 16 núcleos de población llegando a un total de 5.000 habitantes.

Por otro lado, y debido a la considerable capacidad de regulación de sus embalses, desde la cabecera del Tajo se atienden numerosas demandas aguas abajo como las de abastecimiento de las Mancomunidades de Algodor y El Girasol, con 14,11 y 1,94 hm³ anuales, respectivamente. La primera de ellas constituye el tercer abastecimiento en importancia de la cuenca; antiguamente su fuente de suministro la constituía el embalse de Finisterre en el río Algodor, pero ante la irregularidad de sus aportaciones se tuvo que construir una conducción desde el embalse de Almoguera que permite el suministro desde Cabecera.

En lo relativo a los regadíos, destacan las demandas de las zonas regables de Almoguera y los denominados Canales de Aranjuez (Real Acequia del Tajo, Canal de las Aves y Caz Chico-Azuda). De igual forma, existen una serie de regadíos de iniciativa privada entre el embalse de Bolarque y Aranjuez, que totalizan 2.828 ha con una demanda anual de 44,72 hm³.

También se debe garantizar desde cabecera un caudal en el río Tajo a su paso por Aranjuez de 6 m³/s (186,60 hm³/año), según la ley de 16 de octubre de 1.980, de regulación del régimen económico de la explotación del acueducto Tajo-Segura.

Condiciones de explotación

La existencia del trasvase ha exigido la elaboración de unas reglas de explotación del sistema de cabecera perfectamente definidas en el Plan Hidrológico de cuenca y que son objeto de seguimiento por parte de la Comisión Central de Explotación del Acueducto Tajo-Segura. Dichas normas se exponen a continuación.

La decisión sobre los volúmenes y caudales de trasvase como consecuencia de la explotación del Acueducto Tajo-Segura corresponde, según el artículo 1 del Real Decreto 2530/1985, a la Comisión Central de Explotación del mismo, previo informe de las Confederaciones Hidrográficas afectadas.

En circunstancias hidrológicas excepcionales, el citado artículo señala que tal decisión será adoptada por el Consejo de Ministros, a cuyo efecto la Comisión Central de Explotación procederá a elevar al mismo la correspondiente propuesta.

Los excedentes trasvasables de la cuenca del Tajo se establecen en el artículo 23 del Plan Hidrológico del Tajo, aprobado mediante Real Decreto 1664/1998, de 24 de julio, y cuyas determinaciones de contenido normativo fueron publicadas mediante Orden de 13 de agosto de 1999, del Ministerio de Medio Ambiente (BOE núm. 207, 30 de agosto 1999). La fórmula establecida en este artículo consiste en *atender permanentemente las demandas del Tajo, sin limitación alguna, y determinar en cualquier momento el agua excedentaria disponible restando 240 hectómetros cúbicos a las existencias en Entrepeñas y Buendía en ese momento*. Ello quiere decir que no se podrán efectuar trasvases, en ningún caso, cuando las existencias

en dichos embalses no superen los 240 hm³, ni aun en condiciones hidrológicas excepcionales. El artículo indica también que *el agua excedentaria puede ser trasvasada comprobando que en ningún caso se excede el total anual acumulado de 650 hectómetros cúbicos, y con propuesta de programación a cuenta y riesgo del usuario de aguas trasvasadas.*

En cuanto a las condiciones hidrológicas excepcionales previstas en el Real Decreto 2530/1985 para la elevación por la Comisión al Consejo de Ministros de las decisiones de trasvase, en el citado artículo 23 se considera que se está en tales condiciones cuando, estando plenamente garantizados los consumos del Tajo sin ninguna restricción, no se pueda garantizar el volumen mínimo necesario para el abastecimiento y riego de socorro en la cuenca del Segura y la derivación para abastecimiento en la cuenca del Guadiana. Técnicamente, esta situación se identificará cuando, a primeros de mes, las existencias embalsadas en el conjunto de la suma de los embalses de Entrepeñas y Buendía (medidas en hectómetros cúbicos) se encuentren por debajo del valor indicado en la tabla adjunta para ese mes.

TABLA 2.- VOLÚMENES LÍMITE (hm³) EN EL MACROEMBALSE ENTREPEÑAS-BUENDÍA, PARA TRASLADAR LAS DECISIONES DE TRASVASE AL CONSEJO DE MINISTROS											
O	N	D	E	F	M	A	My	Jn	Jl	A	S
456	467	476	493	495	496	504	541	564	554	514	472

Por último, el artículo 23 señala que, sin perjuicio de lo anterior, la Comisión, conforme a las atribuciones conferidas por los Reales Decretos 2530/1985 y 1982/1978, debe establecer las reglas de explotación de los embalses con el fin de procurar que no se llegue a las circunstancias hidrológicas excepcionales anteriormente citadas.

La regla de explotación que utiliza la Comisión, aprobada en su reunión de 28 de noviembre de 1997, se describe en la publicación del Ministerio de Medio Ambiente *Tres casos de planificación hidrológica*, en la que se incluye su justificación técnica, su comparación con otras reglas y los pasos a seguir para su aplicación práctica. La regla se basa en la definición de varios niveles de acuerdo con las existencias totales embalsadas en Entrepeñas y Buendía y la aportación acumulada de los últimos doce meses, y para cada uno de estos niveles establece un volumen mensual trasvasable, según se indica a continuación:

TABLA 3.- DEFINICIÓN DE LA REGLA DE EXPLOTACIÓN DEL SISTEMA CABECERA		
Situación	Condiciones	Vol. Trasvasable (hm ³)
Nivel 1. Situación ordinaria	Aportación acumulada en los últimos 12 meses mayor de 1.000 hm ³ o existencias totales embalsadas en Entrepeñas y Buendía superiores a 1.500 hm ³	68
Nivel 2	Aportación acumulada en los últimos 12 meses menor de 1.000 hm ³ y existencias totales embalsadas en Entrepeñas y Buendía inferiores a 1.500 hm ³ , simultáneamente. Existencias totales embalsadas en Entrepeñas y Buendía superiores a los valores indicados en la tabla 2	38
Nivel 3. Circunstancias hidrológicas excepcionales (remisión a C. de Ministros)	Existencias totales embalsadas en Entrepeñas y Buendía inferiores a los valores indicados en la tabla 2.	23
Nivel 4. Ausencia de excedentes	Existencias totales embalsadas en Entrepeñas y Buendía inferiores a 240 hm ³ .	0

Al aplicar la regla, los volúmenes trasvasables no podrán superar el volumen de excedentes (existencias de Entrepeñas y Buendía menos 240 hm³), ni el volumen máximo anual establecido (650 hm³/año).

Para facilitar la aplicación de la regla a medio plazo, en el citado documento se incluyen procedimientos para la predicción de aportaciones y evaporaciones mensuales.

De todo lo anterior se deduce que el sistema de Cabecera tiene unas reglas de explotación perfectamente definidas, que además son objeto de seguimiento por una Comisión Especial, de forma que en épocas de escasez las decisiones de trasvase dependen del Consejo de Ministros y por tanto exceden de las competencias del presente Plan Especial. Esta circunstancia se tendrá en cuenta a la hora de definir los umbrales de sequía de este sistema.

2.2.- Sistema de Riegos del Tajuña

El ámbito geográfico de este sistema coincide con la *Zona 3.- Tajuña*, definida en el artículo 1 de las Normas del Plan Hidrológico, y comprende la totalidad de la cuenca del río hasta su confluencia con el Jarama, con una extensión de 2.608 km².

El sistema cuenta con el embalse de La Tajera como única fuente de suministro. La presa está ubicada sobre el mismo río Tajuña en su tramo de cabecera, con una cuenca vertiente de 595 km², y desde ella se atienden la mayoría de las demandas de la cuenca. La presa es de titularidad estatal y su construcción es relativamente reciente, ya que lleva en servicio desde el

año 1.994. Se trata de una presa bóveda de 62 m de altura sobre cimientos, con una capacidad máxima de embalse de 64 hm³.

La principal demanda de abastecimiento de la cuenca del Tajuña es la Mancomunidad de Almoquera-Mondéjar, con un volumen anual demandado de 2,95 hm³/año. También se han considerado las demandas de abastecimiento a las poblaciones situadas en la zona 22 y a las poblaciones cercanas a Orusco.

En el Plan Hidrológico del Tajo estaba prevista la creación de la zona regable estatal del Tajuña, de 3.000 ha con una dotación de 7.300 m³/ha.año, lo que implicaría una demanda de 21,90 hm³/año. Sin embargo, esta demanda aún no se ha desarrollado, por lo que no se ha tenido en cuenta en el modelo. Sí se han incluido las demandas de los riegos privados dominados por La Tajera, que totalizan 25,46 hm³/año.

Las principales demandas con regulación del sistema se han relacionado en la siguiente tabla.

TABLA 4.- PRINCIPALES DEMANDAS DEL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN TAJUÑA			
DEMANDA	TIPO	V. anual (hm³)	Habitantes / hectáreas
Abasto Zona 22	Abastecimiento	0,66	
Abasto Almoquera-Mondéjar	Abastecimiento	2,95	14.996
Abasto Orusco	Abastecimiento	2,09	
Reg. Pr. Tajera-Loranca	Regadío	7,41	1.353
Reg. Pr. Loranca-Orusco	Regadío	6,94	1.265
Reg. Pr. Aguas abajo de Orusco	Regadío	11,11	2.018

2.3.- Sistema de Riegos del Henares

Este sistema comprende la totalidad de la cuenca del Henares hasta su desembocadura en el Jarama, exceptuando la cuenca del río Sorbe que se incluye en el sistema siguiente.

La demanda más importante del sistema es la de la Zona Regable del Canal del Henares. Se trata de un regadío público que obtiene los caudales necesarios para el riego de las aguas embalsadas por las presas de Alcorlo, El Atance y Pálmaces, que son derivadas al canal de riego mediante un azud situado en el río Henares, dentro del término municipal de Humanes.

Las características principales de las presas del sistema se han consignado en la tabla adjunta.

TABLA 5.- PRESAS DEL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN DE RIEGOS DEL HENARES						
PRESA	RÍO	AÑO	TIPO	H (m)	VOL. (hm³)	DESTINO
Pálmaces	Cañamares	1954	Gravedad	40,0	31	Riegos
El Atance	Salado	1997	Gravedad	44,7	35	Riegos
Alcorlo	Bornova	1978	Escollera	73,5	180,00	Riegos

La superficie de esta zona regable comprendía en su origen las aproximadamente 8.660 hectáreas de vega, dominadas por el citado canal y situadas en la margen derecha del río Henares, en la zona comprendida entre ambos; sin embargo, el desarrollo urbanístico de Guadalajara, Meco y en menor medida otros municipios ha reducido considerablemente la superficie regable, quedando esta en 7.800 ha. El volumen de demanda anual asciende a 55,38 hm³.

El otro regadío de iniciativa pública del sistema es el del Bornova, situado entre ambas márgenes de los ríos Bornova y Henares desde aguas abajo de la presa de Alcorlo hasta, aproximadamente, la confluencia de los ríos Henares y Aliendre. El suministro de agua a esta zona regable se efectúa únicamente desde el embalse de Alcorlo. La demanda de esta zona regable, que engloba a unas 2.100 hectáreas, es de 14,91 hm³/año.

En la tabla siguiente se han consignado las características más relevantes de las demandas del sistema:

TABLA 6.- PRINCIPALES DEMANDAS DEL SISTEMA RIEGOS DEL HENARES			
DEMANDA	TIPO	V. anual (hm³)	Habitantes / hectáreas
Mancomunidad del Bornova	Abastecimiento	0,51	3.745
Zona Regable Canal del Henares	Regadío	55,38	7.800
Zona Regable del Bornova	Regadío	14,91	2.100
Reg. Privados Cabecera Cañamares	Regadío	1,25	230
Reg. Privados Cabecera Bornova	Regadío	0,74	135
Reg. Privados Jadraque Humanes	Regadío	2,12	341
Reg. Privados Aguas abajo Humanes	Regadío	28,93	4.691

2.4.- Sistema de Abastecimiento a la Mancomunidad de Aguas del Sorbe

El río Sorbe se destina exclusivamente a los abastecimientos de la Mancomunidad del Sorbe, con toma en el embalse de Beleña, y de Madrid, a través del Canal del Pozo de los Ramos con inicio en el azud del mismo nombre, situado aguas arriba de Beleña, y por el que se derivan caudales hasta las instalaciones del Canal de Isabel II para abastecimiento de Madrid, situadas aguas abajo del embalse del Vado en el río Jarama.

La Mancomunidad de Aguas del Sorbe atiende a 39 municipios de las provincias de Guadalajara y Madrid, con una población estimada conjunta de 326.319 habitantes según el censo de población del año 2.004. Esta Mancomunidad se abastece desde el embalse de Beleña en condiciones normales; recientemente ha entrado en servicio una impulsión desde el canal del Henares que conduce las aguas a la ETAP de Mohernando, estando previsto su uso en situaciones en las que el embalse de Beleña no pueda satisfacer por completo la demanda. De igual modo, está en proyecto la conexión del embalse de Alcorlo, situado en la vecina cuenca del Bornova, con la estación de tratamiento mencionada, aumentando de esta forma la garantía del servicio. El volumen anual de esta demanda se ha cifrado en 56,66 hm³/año. El volumen medio derivado del embalse de Beleña en los últimos doce años ha sido de 45 hm³/año.

Desde el año 1.975 se derivan caudales del río Sorbe para el abastecimiento de agua a Madrid mediante una conducción con origen en el azud del Pozo de los Ramos, aguas arriba del embalse de Beleña. El volumen medio de agua movilizada en los años en los que ha habido trasvase es de 15 hm³.

El Trasvase al Jarama sólo se puede realizar si los volúmenes almacenados en el embalse de Beleña superan la denominada curva de reservas DIHMA, calculada con los datos históricos para una garantía volumétrica anual del 95 % y un período de anticipación de dos años. Con esta curva se pretende minimizar la probabilidad de fallo de la demanda tanto en frecuencia como en magnitud; tras diversas modificaciones sufridas a lo largo de los años en la actualidad, y tras finalizarse las obras de acondicionamiento de la presa de Beleña y haberse definido los resguardos por avenida, la curva en vigor es la que se indica en el siguiente cuadro:

TABLA 7.- CURVA DE RESERVAS EN LA PRESA DE BELEÑA (hm ³)											
O	N	D	E	F	M	A	My	Jn	Jl	A	S
30,0	25,0	27,0	27,0	27,0	40,0	40,0	40,0	46,5	43,5	39,3	35,0

De acuerdo con lo aprobado en la Comisión Permanente de la Junta de Gobierno de 26 de enero de 2006, el Canal de Isabel II puede trasvasar hasta 5 hm³ siempre que el embalse de Beleña tenga un volumen superior al definido por la curva anterior rebajada en un 20 % y hasta 12 hm³ siempre que se supere la línea rebajada en un 10 %. Todo ello hasta el 30 de noviembre de 2.006 y cumpliendo el resto de condiciones impuestas en la Comisión

Permanente citada, incluida la de respetar en el Pozo de los Ramos un caudal medioambiental además del necesario para que Beleña no disminuya de volumen en tales circunstancias.

2.5.- Sistema de Abastecimiento a Madrid

La principal demanda considerada en este sistema es el abastecimiento del Canal de Isabel II, que engloba a más de cinco millones y medio de usuarios, en su mayoría de la Comunidad de Madrid. El total de la demanda asciende a 682,21 hm³/año, de los cuales 376 se destinan a Madrid capital. Del total del volumen derivado de los embalses del sistema, algo más del 50 % se destina a usos domésticos, el 8 % a usos comerciales y tan sólo el 7% a usos industriales. El resto del agua derivada corresponde a otros usos y a diferentes tipos de pérdidas (aducción, potabilización, distribución, roturas, etc.).

En la siguiente tabla se han relacionado las características más relevantes de las presas del sistema:

TABLA 8.- EMBALSES DE SUMINISTRO DEL CANAL DE ISABEL II						
Presa	Río	Año	Tipo	H (m)	Volumen (hm ³)	Destino
Pinilla	Lozoya	1967	Gravedad	32,60	38	Abastecimiento/Energía
Riosequillo	Lozoya	1956	Gravedad	56,00	50	Abastecimiento/Energía
Puentes Viejas	Lozoya	1940	Gravedad	66,20	53	Abastecimiento/Energía
El Villar	Lozoya	1882	Gravedad	51,00	23	Abastecimiento/Energía
El Atazar	Lozoya	1972	Doble curvatura	134,00	426	Abastecimiento/Energía
El Vado	Jarama	1954	Gravedad	69,45	56	Abastecimiento
Pedrezuela	Guadalix	1967	Bóveda-Cúpula	52,50	41	Abastecimiento
Navacerrada	Samburriel	1968	Gravedad	47,00	11	Abastecimiento
Santillana	Manzanares	1969	Escollera	40,00	91	Abastecimiento/Energía
Navalmedio	Navalmedio	1968	Gravedad	47,00	0,71	Abastecimiento
La Jarosa	La Jarosa	1968	Gravedad	54,00	7	Abastecimiento
Valmayor	Aulencia	1975	Escollera	60,00	124	Abastecimiento
Los Morales	Los Morales	1988	Gravedad	28	2,34	Abastecimiento
La Aceña	La Aceña	1989	Gravedad	66,50	24	Abastecimiento

En cuanto a las demandas para regadíos, suponen un volumen anual estimado de 237,8 hm³, de los cuales 162 hm³ corresponden a la Zona Regable de la Real Acequia del Jarama. La superficie dominada por dicha acequia asciende a 10.800 hectáreas, distribuidas entre las provincias de Madrid y Toledo, que se abastecen con aguas del río Jarama (en su mayoría procedentes de los retornos del abastecimiento de Madrid), derivadas al canal principal o Real

Acequia por medio de la presa del Rey, situada sobre el mismo río Jarama a la altura del término municipal de Vaciamadrid, provincia de Madrid, y mediante una estación elevadora en el término de Añover de Tajo.

2.6.- Sistema del Alberche

El ámbito geográfico de este sistema coincide con la *Zona 7.- Alberche*, definida en el artículo 1 de las Normas del Plan Hidrológico, abarcando la totalidad de la cuenca del Alberche hasta su desembocadura en el Tajo, con una extensión de 4.109 km² que se desarrolla entre las provincias de Ávila, Madrid y Toledo.

En la modelización del sistema se han considerado siete presas: Burguillo, Charco del Cura, San Juan, Picadas, Cazalegas, Los Morales y La Aceña. Las cinco primeras llevan más de cincuenta años en servicio, son de titularidad estatal y se localizan en el mismo río Alberche. Las dos restantes, mucho más recientes, pertenecen al Canal de Isabel II y se ubican en afluentes con pequeñas cuencas vertientes.

En la siguiente tabla se han consignado las principales características de estas presas.

TABLA 9.- PRESAS DEL SISTEMA DEL ALBERCHE						
PRESA	RÍO	AÑO	TIPO	H (m)	VOL. (hm ³)	DESTINO
Burguillo	Alberche	1913	Gravedad	91,0	197,6	Riegos/Hidroeléctrico
Charco del Cura	Alberche	1931	Gravedad	32,3	3,47	Riegos/Hidroeléctrico
San Juan	Alberche	1955	Gravedad	78,0	138	Abastec./Riegos/Hid.
Picadas	Alberche	1952	Gravedad	58,5	15	Abastec./Riegos/Hid.
Cazalegas	Alberche	1949	Gravedad	16,0	7	Riegos
La Aceña	La Aceña	1989	Gravedad	66,5	24	Abastecimiento
Los Morales	Los Morales	1988	Gravedad	28,0	2,34	Abastecimiento
La Portiña	La Portiña	1947	Gravedad	22,0	5,0	Abastecimiento

Las principales demandas de abastecimiento atendidas por el sistema se localizan fuera del ámbito geográfico del mismo. La más significativa es la del Canal de Isabel II para el abastecimiento de Madrid, con tomas en los embalses de San Juan y Picadas, con un volumen de concesión anual de 120 hm³ que se ha aumentado recientemente en 50 hm³ más merced a un acuerdo entre el Ministerio de Medio Ambiente y Unión Fenosa, suscrito en diciembre de 2.005, que permite el aumento de disponibilidad de recursos para el abastecimiento de Madrid sin perjudicar la garantía de otros abastecimientos. Dicho acuerdo se enmarca en el Real Decreto 1265/2005 de 21 de octubre por el que se adoptan medidas administrativas excepcionales para la gestión de los recursos hidráulicos y para corregir los efectos de la sequía en las cuencas de los ríos Júcar, Segura y Tajo. Desde el año 1.991-92 hasta la

actualidad el volumen medio detráido del Alberche para el suministro a Madrid es de unos 100 hm³ anuales.

De igual forma, el abastecimiento de la ciudad de Toledo y de las Mancomunidades de la Sagra Alta, Sagra Baja toman del embalse de Picadas mediante la conducción Picadas-La Sagra, que se utiliza de manera permanente durante todo el año. Esta conducción también se aprovecha para el suministro a la Mancomunidad de Torrijos.

La demanda de abastecimiento más importante dentro del sistema es la de Talavera de la Reina, con toma en el embalse de Cazalegas.

Además, existen numerosas demandas de abastecimiento a lo largo de la cuenca, como la de San Juan, Picadas, Escalona o La Marquesita, con un volumen total demandado de 7,66 hm³.

En cuanto a los regadíos se ha tenido en cuenta la Zona Regable del Alberche que se extiende desde la presa de Cazalegas por la margen derecha del río Alberche hasta su confluencia en el Tajo, y a lo largo de la margen derecha de éste río hasta algo más allá del núcleo urbano de Calera y Chozas, en una amplia banda de unos 4 a 5 kilómetros de ancho y unos 40 de largo, entre el cauce del Tajo y la traza del llamado Canal Bajo del Alberche o de La Ventillosa, derivado directamente de la citada presa. La superficie dominada asciende a un total de 9.260 hectáreas, a las que hay que sumar las 740 hectáreas de la elevación de la margen derecha. También se han considerado los regadíos de iniciativa privada aguas abajo del embalse de Picadas.

En la siguiente tabla se resumen las características de las principales demandas del sistema.

TABLA 10.- PRINCIPALES DEMANDAS DEL SISTEMA DEL ALBERCHE			
DEMANDA	TIPO	V. anual (hm³)	Habitantes / hectáreas
Talavera	Abastecimiento	11,11	84.294
Madrid (CYII)	Abastecimiento	Variable	-
Toledo	Abastecimiento	10,54	84.227
Mancomunidad Sagra Alta	Abastecimiento	6,43	55.006
Mancomunidad Sagra Baja	Abastecimiento	4,24	38.691
Mancomunidad Torrijos	Abastecimiento	5,86	61.832
Zona Regable	Regadío	75,00	10.000

2.7.- Sistema Tajo Medio

Este sistema engloba en las zonas hidrológicas núm. 2 – *Tajo Intermedio* y 8 - *Margen Izquierda Intermedia*, definidas en las Normas del Plan Hidrológico, que engloba la cuenca del río Tajo comprendida entre la presa de Bolarque y el embalse de Azután. De este ámbito

hay que descontar el sistema de abastecimiento de Toledo que es objeto del siguiente apartado.

Las principales demandas que se sitúan en este sistema son atendidas desde los embalses de Entrepeñas y Buendía, situados en la cabecera. Las características del resto de presas del sistema se exponen a continuación en la siguiente tabla.

TABLA 11.- CARACTERÍSTICAS DE LAS PRESAS DEL SISTEMA TAJO MEDIO						
PRESA	RÍO	AÑO	TIPO	H (m)	VOL. (hm³)	DESTINO
Zorita	Tajo	1947	Gravedad	19	2,6	Hidroeléctrico
Almoguera	Tajo	1947	Gravedad	25	7	Hidroeléctrico
Estremera	Tajo	1950	Contrafuertes	13	0,5	Riegos
Valdajos	Tajo	1530	Gravedad	5	0,5	Riegos
Embocador	Tajo	1530	Gravedad	4	0,2	Riegos
Castrejón	Tajo	1967	Gravedad	26	41	Riegos e hidroeléctrico
Azután	Tajo	1969	Contrafuertes	55	113	Riegos/Hidroeléctrico
Finisterre	Algodor	1.977	Mat. sueltos	47	133	Abastecimiento/Riegos

Entre las demandas de abastecimiento se debe destacar la de la Mancomunidad del Algodor, que abastece a un total de 41 municipios de la provincia de Toledo, de los cuales 15 se encuentran fuera del ámbito de la cuenca del Tajo ya que pertenecen a la cuenca del Guadiana. La población total de los municipios que integran esta mancomunidad asciende a 147.694 habitantes, lo que la convierte en el tercer abastecimiento en importancia de la cuenca. Antiguamente su fuente de suministro la constituía el embalse de Finisterre en el río Algodor, pero ante la irregularidad de sus aportaciones se tuvo que construir una conducción desde el embalse de Almoguera que permite el suministro desde Cabecera. También se ha incluido la demanda de abastecimiento para la Mancomunidades del Girasol.

En cuanto a las demandas de regadío se han considerado cinco zonas regables que totalizan una superficie de más 20.000 ha con un volumen cercano a los 200 hm³/año. De todas ellas la más significativa es la Zona Regable de los Canales de Aranjuez constituida por cuatro canales de riego: Real Acequia del Tajo, Canal de las Aves, Caz Chico y Azuda, todos ellos situados en ambos márgenes del río Tajo, aguas arriba y aguas abajo de Aranjuez. Del mismo modo, existe una demanda de regadío de ámbito privado entre el embalse de Bolarque y la presa de Azután. La superficie total de todos estos regadíos se cifra en cerca de 27.000 ha lo que supone una dotación conjunta superior a 163 hm³/año.

También se ha tenido en cuenta el mantenimiento de unos caudales mínimos en el río Tajo a su paso por Aranjuez, en donde, la ley de 16 de octubre de 1.980, "*Sobre régimen económico de la explotación del acueducto Tajo-Segura*", impone unos caudales mínimos de 6 m³/s.

2.8.- Sistema de Abastecimiento a Toledo

Este sistema se engloba en la zona hidrológica núm. 8 - *Margen Izquierda Intermedia*, definida en las Normas del Plan Hidrológico.

La ciudad de Toledo tiene una población de 84.227 habitantes, que demandan 10,54 hm³/año. El Ayuntamiento de Toledo dispone de las presas de Guajaraz y Torcón, que regulan las aportaciones de los ríos homónimos con unas aportaciones anuales medias de 14,6 y 47,3 hm³/año, respectivamente. Los dos embalses totalizan un volumen útil de 25 hm³, aunque desigualmente repartido, ya que el embalse que tiene más aportación (Torcón) es el de menos capacidad, con 7 hm³. Las características más reseñables de estas dos presas se muestran a continuación:

TABLA 12.- PRESAS DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE TOLEDO						
PRESA	RÍO	AÑO	TIPO	H (m)	VOL. (hm ³)	DESTINO
Torcón	Torcón	1948	Gravedad	27,7	7	Abastecimiento
Guajaraz	Guajaraz	1971	Escollera	46,6	18	Abastecimiento

El embalse de El Torcón atiende además a la Mancomunidad del Torcón, que abastece a 9 municipios con 13.875 habitantes y una demanda de 1,32 hm³/año.

Desde hace algunos años, y debido a la irregularidad de las aportaciones de las cuencas de los ríos que alimentan los dos embalses mencionados, el abastecimiento a Toledo emplea como fuente de recursos principal el sistema de Alberche a través de una conducción que tiene su inicio en el embalse de Picadas y finaliza en el depósito regulador de Valmojado.

2.9.- Sistema de Riegos del Tiétar

Este sistema comprende la cuenca del río Tiétar desde su cabecera hasta la presa de Torrejón - Tiétar, situada apenas 2 km aguas arriba de la confluencia de los ríos Tiétar y Tajo; su ámbito geográfico coincide con la *Zona 9.- Tiétar*, definida en el artículo 1 de las Normas del Plan Hidrológico.

Los recursos de este sistema se almacenan principalmente en las presas de Rosarito y Navalcán, cuyas características más relevantes se han incluido en el siguiente cuadro.

TABLA 13.- PRESAS DEL SISTEMA DE RIEGOS DEL TIÉTAR						
PRESA	RÍO	AÑO	TIPO	H (m)	VOL. (hm ³)	DESTINO
Rosarito	Tiétar	1958	Gravedad	37,5	82	Riegos/Hidroeléctrico
Navalcán	Guadyervas	1977	Gravedad	25,5	34	Riegos/Abastecimiento

La demanda más relevante es la de la zona regable de Rosarito, también denominada como Riegos del Tiétar. La superficie regable asciende a 14.500 ha, distribuidos entre el canal de la margen izquierda 8.646 ha y el canal de la margen derecha 5.854 ha, la demanda total de esta zona es de 108,62 hm³/año, que corresponde a una dotación de 7.500 m³/ha año. Los consumos registrados en los últimos años se han situado en torno de los 90 hm³/año, aunque el año pasado descendió considerablemente debido a la sequía. Las características de estas demandas se han resumido en la tabla adjunta.

TABLA 14.- PRINCIPALES DEMANDAS DEL SISTEMA DE RIEGOS DEL TIÉTAR			
DEMANDA	TIPO	V. anual (hm ³)	Habitantes / hectáreas
Abasto Campana de Oropesa	Abastecimiento	1,10	11.249
Abasto Rosarito-Caraba	Abastecimiento	1,06	10.055
Zona Regable del Tiétar M. Dcha. (I)	Regadío	15,60	14.500
Zona Regable del Tiétar M. Dcha. (II)	Regadío	19,59	
Zona Regable del Tiétar M. Dcha. (III)	Regadío	8,63	
Zona Regable del Tiétar M. Izda. (I)	Regadío	26,42	
Zona Regable del Tiétar M. Izda. (II)	Regadío	38,38	

2.10.- Sistema de Riegos del Alagón

La extensión del Sistema Alagón abarca la cuenca hidrográfica del río Alagón desde su cabecera hasta su desembocadura en el embalse de Alcántara en el río Tajo. No se considera en el sistema la cuenca del río Árrago que, por su entidad, se estudia en un Sistema de Explotación diferente. El ámbito geográfico de este sistema coincide con la *Zona 10.- Alagón*, definida en el artículo 1 de las Normas del Plan Hidrológico.

La demanda fundamental del sistema es la zona regable de Gabriel y Galán, también denominada riegos del Alagón. La superficie regable realmente servida asciende a 34.000 ha, incluyendo los riegos de Calzadilla y Guijo de Coria. Estos regadíos tienen una demanda

anual de 391 hm³/año, considerando una dotación de 11.500 m³/ha·año. Los consumos registrados en los últimos años han oscilado entre 400 y 440 hm³/año, aunque con una disminución muy acusada en los años de sequía (1.991-92 y 1.992-93).

También se han tenido en cuenta el caudal ecológico asignado en el Plan Hidrológico de Cuenca al tramo de cauce aguas abajo del embalse de Valdeobispo, que totaliza 57,60 hm³/año.

Estas demandas se atienden básicamente desde los embalses de Gabriel y Galán, Guijo de Granadilla y Valdeobispo, todos ellos situados en el río Alagón. Además, existen otras presas en el ámbito del sistema que atienden a otras demandas, configurando subsistemas de explotación independientes. Estos son:

- Subsistema de los Riegos del Ambroz, con una extensión de 3.000 has de regadío con una dotación de 11.500 m³/ha·año y una demanda anual de 34,50 hm³. La principal fuente de recursos es el embalse de Baños, situados en el río del mismo nombre, afluente del Ambroz por su margen derecha.
- Subsistema de abastecimiento a Plasencia y su zona de influencia, con una población cercana a los 42.000 habitantes y una demanda anual de 4,62 hm³ que se atiende desde el embalse de Jerte-Plasencia. Desde este mismo embalse proceden los recursos de la zona regable del Jerte, situada aguas abajo de Plasencia, con una superficie regable de 233 hectáreas y una demanda anual de 1,39 hm³.
- Subsistema de abastecimiento a Béjar y su zona de influencia, que toma del embalse de Navamuño, situado en un afluente del río Cuerpo de Hombre, y cuya demanda anual es de 4,04 hm³.

Las características más importantes de las presas de regulación del sistema se han consignado en la tabla que figura a continuación.

TABLA 15.- PRESAS DEL SISTEMA DE RIEGOS DEL ALAGÓN						
PRESA	RÍO	AÑO	TIPO	H (m)	VOL. (hm ³)	DESTINO
Gabriel y Galán	Alagón	1961	Gravedad	73,0	911	Riegos/Hidroeléctrico
Guijo de Granadilla	Alagón	1985	Bóveda	51,5	13	Riegos/Hidroeléctrico
Valdeobispo	Alagón	1965	Gravedad	73,0	53	Riegos/Hidroeléctrico
Baños	Baños	1993	Escollera	51,3	41	Riegos
Jerte-Plasencia	Tajo	1985	Escollera	42,5	59	Riegos/Abastecimiento
Navamuño	Angostura	1989	Escollera	74,0	14	Abastecimiento

2.11.- Sistema de Riegos del Árrago

La extensión del sistema Arrago, abarca la cuenca hidrográfica del río Arrago desde su cabecera hasta su confluencia con el río Alagón, punto que normalmente permanece inundado por las aguas del embalse de Alcántara. El río Arrago tiene una longitud total de 71 km y está alimentado por una cuenca de 1.020 km², de los que 451 corresponden a la cuenca de su mayor afluente: el Rivera de Gata. El ámbito geográfico de este sistema coincide con la *Zona 11.- Árrago*, definida en el artículo 1 de las Normas del Plan Hidrológico.

La demanda fundamental del sistema es la zona regable estatal de Borbollón o del Árrago, que se encuentra situada aguas abajo del embalse de Borbollón y se abastece con aguas de este embalse y del de Rivera de Gata. La superficie de la zona regable es de 10.000 ha, con una dotación supuesta es de 9.000 m³/ha.año, lo que implica una demanda de 90 hm³/año. Los consumos registrados en los últimos años han oscilado entre los 80 y los 90 hm³/año, aunque en periodos de sequía descienden notablemente (años 1.991-92, 1.992-93 y 2.004-05).

La principal demanda de abastecimiento del sistema es la de la Mancomunidad de Rivera de Gata, compuesta por cuatro municipios: Coria, Casillas de Coria, Casas de Don Gómez y Huégala, con un volumen anual de 3,38 hm³/año. La mayoría de los términos municipales pertenecen a la cuenca del Alagón, pero se han incluido en este sistema ya que se abastecen de las aguas del embalse de Rivera de Gata.

También se han incluido una serie de pequeñas demandas de abastecimiento de los municipios ribereños de los ríos Borbollón y Rivera de Gata.

Los datos más relevantes de los embalses de regulación del sistema se exponen en la tabla siguiente.

TABLA 16.- PRESAS DEL SISTEMA DE RIEGOS DEL ÁRRAGO						
PRESA	RÍO	AÑO	TIPO	H (m)	VOL. (hm ³)	DESTINO
Borbollón	Árrago	1954	Gravedad	35,0	88	Riegos/Abast/Hidroel.
Rivera de Gata	Rivera de Gata	1999	Escollera	61,0	46,5	Riego/Abast

2.12.- Sistema Bajo Tajo Extremadura

El Sistema Bajo Tajo - Extremadura comprende la cuenca del Tajo entre el embalse de Azután y el embalse de Cedillo (frontera con Portugal). De éste deben descontarse por la margen izquierda las correspondientes a los sistemas de explotación de Trujillo, Cáceres y Riegos del Salor, mientras que por la derecha sólo se considera la cuenca española del Rivera de Erjas.

El ámbito geográfico de este sistema engloba las siguientes zonas definidas en el artículo 1 de las Normas del Plan Hidrológico: *Zona 12.- Tajo Bajo y Erjas y parte de las zonas 13.- Almonte y 14.- Tajo Internacional y Salor.*

El sistema dispone básicamente de los recursos de las Unidades Hidrogeológicas nº 09 Tiétar (parcialmente) y nº 10 Talaván, ambas de tipo detrítico. El primero, situado sobre las cuencas del Tiétar y Bajo Tajo, presenta ríos claramente efluentes, el segundo es un acuífero colgado de pequeño espesor, con poca transmisividad, y unos recursos renovables de 4 hm³/año, según las Normas del Plan Hidrológico de Cuenca.

En el sistema se localizan cuatro presas, todas situadas en el mismo río Tajo, que son propiedad de Iberdrola y destinadas fundamentalmente a la producción de energía hidroeléctrica. En la siguiente tabla se han consignado las principales características de estas presas.

TABLA 17.- CARACTERÍSTICAS DE LAS PRESAS DEL SISTEMA BAJO TAJO						
Presa	Río	Año	Tipo	H (m)	Vol. (hm³)	Destino
Valdecañas	Tajo	1964	Bóveda	98,0	1.446	Riegos/Hidroeléctrico
Torrejón-Tajo	Tajo	1966	Gravedad	62,0	166	Hidroeléctrico
Alcántara	Tajo	1969	Gravedad	135,0	3.160	Hidroeléctrico
Cedillo	Tajo-Sever	1975	Gravedad	66,0	260	Hidroeléctrico

Destaca el hecho de que sólo en este sistema se acumula casi el 50 % de la capacidad de regulación total de la cuenca, debido fundamentalmente a la presencia de los macroembalses de Alcántara y Valdecañas.

Entre los municipios que se integran en el sistema, los más importantes son Valencia de Alcántara (6.106 hab.), Arroyo de la Luz (6.635 hab.) y San Vicente de Alcántara (5.831 hab.), siendo en estos municipios en donde se concentra la casi totalidad de la actividad industrial.

En cuanto a las demandas de regadío, destaca la de la zona regable de Valdecañas, que se extiende un amplio valle conocido como Campo Arañuelo, en la margen izquierda del río Tiétar y delimitado al norte por dicho río, al sur por el río Tajo (embalse de Valdecañas), al oeste por la confluencia de ambos ríos (embalse de Torrejón) y al este por la provincia de Toledo.

La superficie bruta de esta zona regable es de 7.446 ha y la superficie regable es de 6.000 ha (estas hectáreas se han distribuido en 1.100 en el sistema Tiétar y 4.900 en el sistema Bajo

Tajo-Extremadura). La mayor parte de la zona vierte al arroyo Arrocampo (tributario del Tajo) en el que se encuentra el embalse para refrigeración de la Central Nuclear de Almaraz, cuyas aguas a su máximo nivel, delimitan la cota más baja de la zona, que es la 225. El resto de la zona vierte al arroyo Velloso, que se prolonga por el arroyo del Fresno hasta el río Tiétar.

La demanda anual de esta zona regable en el ámbito de este sistema se ha establecido en 29,40 hm³/año, lo que supone una dotación de 6.000 m³/ha·año.

Más reciente en su desarrollo es la Zona Regable de Alcolea, con unas 3.400 ha en riego en el entorno de Alcolea de Tajo (Cáceres). Los recursos proceden de una balsa de regulación que toma agua directamente del embalse de Azután, en el río Tajo. La demanda anual de esta zona regable es de 25,90 hm³.

Los regadíos de iniciativa privada con regulación se sitúan aguas abajo de los embalses de Valdecañas y Alcántara, en el río Tajo. Estos regadíos totalizan 1.649 ha con una demanda anual de 7,18 hm³/año. Finalmente, los regadíos privados aguas arriba de Valdecañas suman 2.173 ha con una dotación media de 7.064 m³/ha·año lo que implica una demanda de 15,34 hm³/año.

En el tramo del río Tajo aguas abajo del embalse de Alcántara, en ausencia de estudios específicos que lo justifiquen, se ha considerado un caudal medioambiental continuo en todo el año, equivalente al 50% del valor medio de los meses de verano (julio, agosto, septiembre), para la serie de aportaciones naturales. Este caudal, con un valor de 310,8 hm³/año, tiene por objetivo fundamental asignar unos volúmenes de aguas reguladas para la preservación del medio natural.

Por último se ha considerado igualmente la demanda de refrigeración de la central nuclear de Almaraz, con una dotación de 583,42 hm³/año y se distribuye por igual los doce meses del año, por lo tanto la demanda mensual es de 48,62 hm³.

En la gestión de este sistema se debe tener en cuenta el condicionante establecido en el llamado Convenio de Albufeira, suscrito por España y Portugal en noviembre de 1.998, según el cual el volumen de sueltas en el embalse del Cedillo, situado en las inmediaciones de la frontera portuguesa, debe de alcanzar como mínimo los 2.700 hm³ anuales.

2.13.- Sistema de Abastecimiento a Cáceres y su zona de influencia

Este sistema está contenido en la zona hidrológica núm. 12 – *Tajo Inferior*, definida en las Normas del Plan Hidrológico. Su ámbito geográfico coincide con los municipios abastecidos de manera mancomunada: Cáceres, Malpartida de Cáceres, Arroyo de la Luz y Casar de Cáceres, que totalizan una población algo superior a los 100.000 habitantes con una demanda de 10,50 hm³/año.

La fuente de abastecimiento principal es la presa de Guadiloba, situada en el río homónimo, afluente del Almonte, cuya aportación media anual es de 17,2 hm³/año, aunque presenta

sequías frecuentes e intensas. Se trata de una presa de gravedad, con una altura de 31,75 m y con una capacidad de almacenamiento de 20 hm³. Su entrada en explotación data del año 1971 y su principal uso es el abastecimiento a la ciudad de Cáceres y su zona de influencia.

Debido a la irregularidad de las aportaciones en el embalse de Guadiloba, durante la sequía del período comprendido entre los años 1991 y 1995 se construyó un bombeo en el embalse de Alcántara con toma a la cota 194,00. La carrera de niveles en dicho embalse tiene lugar entre las cotas 218 y 180, por lo que niveles de embalse inferiores a 194 impiden el suministro.

En la actualidad existe un Proyecto de conducción para mejora del abastecimiento a Cáceres que prevé la toma del embalse de Portaje, situado en la Ribera de Fresnedosa, e impulsión hasta el embalse de Guadiloba con una longitud de tubería de 65 kilómetros.

Por otro lado, el sistema también cuenta con los recursos subterráneos del pequeño acuífero calcáreo del Calerizo.

2.14.- Sistema de abastecimiento a Trujillo y su zona de influencia

Este sistema se engloba en la zona hidrológica núm. 12 – *Tajo Inferior*, definida en las Normas del Plan Hidrológico. Su ámbito geográfico coincide con el de los municipios que conforman la mancomunidad de Santa Lucía, que se integran dentro de la comarca del mismo nombre, en la penillanura central de la provincia de Cáceres. Entre ellos se encuentran Trujillo, Madroñera, Aldeacentenera, Conquista de la Sierra, La Cumbre, Heriduela, Torrecilla de la Tiesa y Aldea del Obispo. La población total abastecida alcanza los 16.480 habitantes de los cuales 9.406 pertenecen al municipio de Trujillo. La demanda total de la mancomunidad es de 1,81 hm³/año con una dotación de 300 l/hab/día.

El sistema cuenta con los recursos regulados en el embalse de Trujillo, situado en la Garganta de Santa Lucía. Se trata de una presa de gravedad, con una altura sobre cimientos de 39,00 m y con una capacidad de almacenamiento de 1,50 hm³; su entrada en explotación data del año 1997 y está gestionado por la Junta de Extremadura.

2.15.- Sistema de Riegos del Salor

El ámbito geográfico de este sistema coincide prácticamente con el de la zona 14 de las definidas en el Plan Hidrológico de Cuenca.

La principal demanda del sistema es la de la Zona Regable del Salor, que es atendida desde la presa del Salor, única del sistema, situado en el río homónimo. Se trata de una presa de gravedad, con una altura de 21,40 m y con una capacidad de embalse de 14,00 hm³. Su entrada en explotación data del año 1964.

Dicha zona se halla situada a lo largo de la margen derecha del río Salor, al sur de la ciudad de Cáceres, quedando limitada al oeste por el trazado del ferrocarril de Mérida a Cáceres, y aguas abajo del embalse del Salor. La zona regable tiene una superficie de 750 hectáreas. El

volumen anual requerido para satisfacer la demanda se cifra en 5,78 hm³/año lo que supone una dotación de riego de 7.700 m³/ha/año.

También hay que considerar el caudal medioambiental asignado en el Plan Hidrológico de Cuenca al embalse del Salor, que supone un volumen anual de 0,68 hm³.

3.- SELECCIÓN DE INDICADORES

3.1.- Introducción

En este apartado se lleva a cabo una selección de indicadores de sequía en cada sistema de explotación. En principio se consideran las siguientes variables:

- Volumen almacenado en embalses superficiales
- Niveles piezométricos en acuíferos
- Aportaciones fluviales en estaciones de aforo
- Pluviometría en estaciones representativas
- Reservas de agua almacenadas en forma de nieve, en aquellas zonas donde resulten significativas en relación con la disponibilidad del recurso

Los indicadores deben de reflejar el estado de disponibilidad de recursos de un modo homogéneo y realista. En este sentido, en la cuenca del Tajo la gran mayoría de las demandas importantes se atienden con recursos superficiales; es por ello que en la generalidad de los sistemas se ha seleccionado como indicador el volumen de agua almacenado los embalses correspondientes.

Las reservas almacenadas en forma de nieve se podrían contabilizar en algunos casos en los que resultan significativas. Desde el mes de diciembre de 2.004 el Área de Explotación de la Confederación Hidrográfica del Tajo realiza un seguimiento rutinario de la evolución del manto nival en la cuenca, empleando técnicas de teledetección para calcular la superficie nevada en un total de 19 zonas de la margen derecha. Para ello se analizan imágenes diarias proporcionadas por los satélites que son procesadas mediante software específico. La extensión de la cubierta de nieve se digitaliza y se contrasta con la información proporcionada por los cuatro nivómetros actualmente en servicio que proporcionan información diaria de manera automática. Una vez analizada y validada dicha información, se aplica el modelo de fusión de nieve implantado en la cuenca del Tajo (modelo ASTER), del que se obtiene como resultado el volumen de nieve acumulada en las diferentes zonas consideradas.

Del análisis de los datos disponibles desde diciembre de 2.004 se deduce que las reservas en forma de nieve tienen significación en las cuencas altas de los ríos Alagón, Jerte, Tiétar, Alberche, Lozoya, Sorbe y Alto Tajo.

Respecto de los indicadores asociados a los recursos subterráneos (niveles de piezómetros), cabe indicar que en la cuenca del Tajo su aprovechamiento se sitúa muy por debajo de la media nacional ya que la utilización directa del agua subterránea apenas alcanza el 9,2 % de la recarga anual media, frente al 31 % de media en España según datos recogidos en la publicación *La Cuenca del Tajo en cifras, 2ª Edición (2002)*.

En el sistema de abastecimiento de Madrid, donde sí se produce un aprovechamiento conjunto de recursos superficiales y subterráneos, la contribución de estos últimos apenas llega al 5% del total en los últimos años, aumentando significativamente en períodos de sequía. Por este motivo parece más adecuado su consideración como reserva en caso de emergencia que como fuente de suministro susceptible de ser evaluada mediante un indicador de sequía.

Otro importante factor a tener en cuenta es la disponibilidad de los datos. En este sentido se ha procurado que los indicadores estén referidos a variables cuya disponibilidad sea inmediata. Para el cálculo de los mismos se recurrirá a los datos oficiales procedentes de Comisaría de Aguas.

3.2.- Indicadores seleccionados por sistemas de explotación

En el cuadro de la página siguiente se han consignado los indicadores seleccionados para cada sistema de explotación. También se han especificado las demandas asociadas más representativas del sistema.

Seguidamente se comentan algunas consideraciones sobre la elección de los indicadores en algunos de los sistemas.

Sistema de Cabecera

Los umbrales de sequía de este sistema son los de las reglas de explotación del mismo. De esta forma como umbral de prealerta se adopta el Nivel 2 de las reglas de explotación del Trasvase, para lo que se utiliza un indicador mixto relativo a las aportaciones y volúmenes almacenados en los embalses de Entrepeñas y Buendía.

Como umbral de alerta se ha adoptado la curva de volúmenes mínimos almacenados en los embalses del sistema, utilizada para trasladar las decisiones del Trasvase al Consejo de Ministros, (Real Decreto 2530/1985, artículo 23). Por último, como umbral de emergencia se establece el volumen por debajo del cual no está permitido el trasvase, cifrado en 240 hm³.

Sistema de Riegos del Henares

En este sistema se ha seleccionado el indicador de volumen mensual de embalse almacenado en Alcorlo y Palmaces.

El embalse del Atance no se ha considerado ya que su serie histórica de volumen embalsado es extremadamente corta frente a la disponible en los otros dos embalses del sistema, lo que impediría la correcta normalización del indicador. Además el alto contenido en sal de las aguas del río que alimenta al embalse condiciona la contribución de este embalse para el riego, que está limitada en todo momento a un tercio del total del volumen suministrado.

En cualquier caso el volumen almacenado en El Atance, cuya capacidad máxima supone sólo alrededor del 12 % del total del sistema, se podría emplear como reserva estratégica en caso de emergencia.

TABLA 18.- RELACIÓN DE INDICADORES SELECCIONADOS			
Sistema	Indicadores	Principales demandas asociadas	V_{anual} (hm³)
Cabecera	Aport. y Vol. Embalse Entrepeñas + Buendía	Refrigeración C.N. Trillo	45,00
		Demandas Tajo	-
Tajuña	Vol. Embalse La Tajera	Abastecimiento Almodovar-Mondéjar	2,95
		Otros abastecimientos	2,75
		Regadíos privados con regulación	25,46
Sorbe	Vol. Embalse Beleña*	Mancomunidad del Sorbe	56,66
Henares	Vol. Embalse Alcorlo + Pálmaces	Zona Regable Bornova	14,91
		Zona Regable Canal del Henares	55,38
Madrid	Volumen de los embalses del Canal de Isabel II*	Abastecimiento Canal de Isabel II	682,21
Alberche	Vol. Embalse Burguillo + San Juan*	Abastecimiento Talavera de la Reina	11,11
		Abastecimiento Torrijos	5,86
		Abastecimiento Sagra Baja	4,24
		Abastecimiento Sagra Alta	6,43
		Zona Regable Canal del Alberche	75,00
Tajo Medio	Caudales del río Tajo en Aranjuez	Caudal legal en Aranjuez	186,60
Ab. Toledo	Vol. Embalse Torcón + Guajaraz	Abastecimiento Toledo	10,54
		Abastecimiento Mancomunidad del Torcón	1,32
Tiétar	Aportaciones al embalse de Rosarito Vol. Embalse Rosarito + Navalcán*	Abastecimiento Rosarito-Caraba	1,06
		Abastecimiento Campana de Oropesa	1,10
		Zona Regable Tiétar	108,62
Alagón	Vol. Embalse Navamuño	Abastecimiento Béjar	4,04
	Vol. Embalse Jerte-Plasencia*	Abast entre Jerte y desemb Jerte (Plasencia)	4,62
		Riegos del Jerte	1,39
	Vol. Embalse Baños	Zona Regable del Ambroz	34,50
Vol. Embalse Gabriel y Galán*	Zona Regable del Alagón	391,00	
Árrago	Vol. Embalse Borbollón + Rivera de Gata	Abastecimiento Mdad. Rivera de Gata	3,38
		Zona Regable del Árrago	90,00
Bajo Tajo	Vol. Embalse Alcántara + Valdecañas	Refrigeración central de Almaraz	583,42
		Zona Regable de Valdecañas	29,40
		Zona Regable de Alcolea	25,90
Ab. Cáceres	Vol. Embalse Guadiloba	Ab. Cáceres	10,50
Ab. Trujillo	Vol. Embalse Sta. Lucía	Ab. Trujillo	1,81
Riegos Salor	Vol. Embalse Salor	Ab. aguas abajo embalse Salor	2,10
		Zona Regable del Salor	5,78

* estos indicadores pueden combinarse con las reservas de nieve existentes en las cuencas de aportación respectivas.

Sistema de abastecimiento a Madrid

En el sistema de abastecimiento a Madrid se ha considerado el mismo indicador contemplado en el *Manual de Abastecimiento del Canal de Isabel II*, editado por este organismo en el año 2.003.

Los embalses considerados han sido los de Pinilla, Riosequillo, Puentes Viejas, El Villar, El Atazar, El Vado, Pedrezuela, Navacerrada, Santillana, La Jarosa, Valmayor y La Aceña.

Sistema del Alberche

En este sistema se ha seleccionado el indicador de volumen mensual almacenado en los embalses de Burguillo y San Juan.

No se han considerado por tanto los embalses de Picadas y Cazalegas. En el primer caso sus reglas de explotación tienden a reducir al mínimo las oscilaciones en los volúmenes de embalse, como se desprende del análisis de los datos de la serie histórica, en los que se aprecia que el volumen embalsado casi siempre se encuentra en torno a 14 hm³.

En el caso de Cazalegas, su exclusión se debe a que las demandas más importantes del sistema se atienden con los volúmenes almacenados en los embalses situados aguas arriba, con lo que su contribución práctica al suministro general del sistema es bastante escasa.

Además los volúmenes mínimos de explotación de ambos embalses son muy elevados, por encima del 50 % de la capacidad total.

Estas circunstancias, unidas al hecho de que sus volúmenes de embalse son de mucha menor entidad que los de Burguillo y San Juan, hacen recomendable la exclusión de ambos embalses del indicador, simplificando por tanto su cálculo. En todo caso, el volumen almacenado en ambos embalses (en torno a 22 hm³ de máximo), se puede considerar como una reserva estratégica en caso de emergencia.

Debido a la importancia de la demanda de abastecimiento del sistema de Madrid, en la definición de umbrales del indicador se han distinguido dos situaciones, dependiendo si el sistema de abastecimiento a Madrid se encuentra en situación de normalidad o prealerta, por un lado, o de alerta o emergencia, por otro. Pero siempre atendiendo prioritariamente a las demandas de abastecimiento propias del Sistema que carezcan de fuente de suministro alternativo.

Sistema Tajo Medio

Las principales demandas de este sistema están garantizadas desde la Cabecera. En este sentido el artículo 23 de las Normas del Plan Hidrológico del Tajo establece que, antes de realizar cualquier tipo de trasvase, se deben “*atender permanentemente las demandas del Tajo, sin limitación alguna, y determinar en cualquier momento el agua excedentaria*”

disponible restando 240 hectómetros cúbicos a las existencias en Entrepeñas y Buendía en ese momento”.

Esto quiere decir que tan sólo en el caso de que las reservas en Entrepeñas y Buendía descendieran por debajo del límite de los 240 hm³ no se podrían garantizar las demandas del Tajo Medio, lo que evidentemente se consideraría una situación de emergencia dados los peculiares condicionantes del sistema Cabecera impuestos por la demanda del Trasvase Tajo-Segura.

Teniendo en cuenta lo anterior, los umbrales del sistema Tajo Medio no se han definido siguiendo la metodología general aplicada al resto de sistemas. En este caso se considera un único umbral, asociado a dicha situación de emergencia, ligado a la demanda de caudal en Aranjuez que debe ser atendida según la Ley de 16 de octubre de 1.980. Esta demanda tiene un volumen mensual mínimo de 15,55 hm³ (Q mínimo de 6 m³/s). La medición del indicador se llevará a cabo en la estación AR-09 de la red SAIH de la Confederación Hidrográfica del Tajo, aunque la serie histórica empleada para normalizar el umbral es la referida a la estación de aforos núm. 3011 dado que dispone de una serie de registros mucho más extensa.

Sistema de abastecimiento a Toledo

La principal fuente de suministro del sistema en la actualidad procede de los recursos del Alberche a través de la conducción Picadas-Valmojado, por que se considerará que el sistema se encuentra en situación de normalidad siempre que lo esté el sistema Alberche (que tiene el abastecimiento a Toledo como una de sus demandas fijas).

Para el caso de que el sistema Alberche entrase en alguna de las fases de sequía, la situación del sistema Toledo vendría determinada por el valor del indicador definido, compuesto por los volúmenes almacenados en los embalses de Torcón y Guajaraz, que hasta la puesta en servicio de la conexión con el sistema Alberche constituían la fuente de suministro principal del sistema.

Sistema del Tiétar

El indicador propuesto inicialmente para el sistema Tiétar se refiere a las reservas almacenadas en los embalses de Rosarito y Navalcán.

Sin embargo, el volumen de las demandas que deben atenderse anualmente desde estos dos embalses, superior a la capacidad conjunta de aquéllos, unido a los resguardos impuestos en periodos de riesgo de avenidas, conllevan que la mayor parte de los meses del año el volumen de reserva que sería necesario mantener para garantizar con un nivel de riesgo aceptable el 100 % del suministro anual sea superior al volumen máximo estacional de los embalses.

En esta situación es necesario recurrir a un indicador combinado que tenga en cuenta las aportaciones aguas arriba de los embalses. En el siguiente gráfico se han representado los percentiles de la aportación al embalse de Rosarito en valores acumulados desde el principio del año hidrológico.

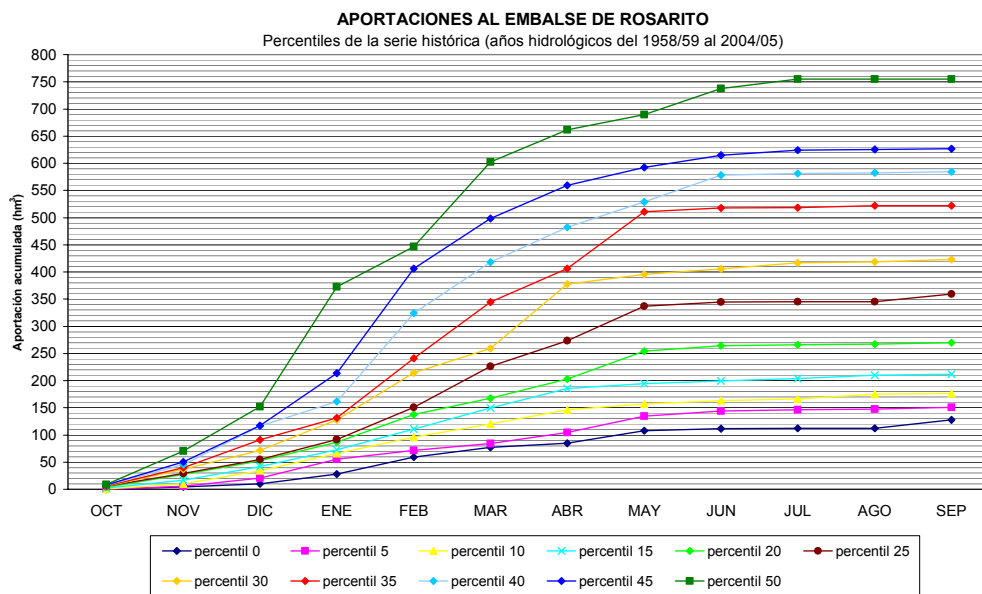


Figura 3.- Gráfico de percentiles de aportaciones al embalse de Rosarito

Para la definición de los umbrales de los indicadores se ha tenido en cuenta las reglas de explotación del sistema que se exponen de manera concisa a continuación:

En los primeros meses del año hidrológico el embalse de Rosarito se mantiene en niveles bajos como medida de seguridad frente a las avenidas. El embalse no se empieza a llenar hasta bien entrado el invierno; gracias a las abundantes aportaciones de su cuenca vertiente, generalmente está lleno hacia el mes de junio. Hasta esas fechas los caudales demandados son de escasa entidad y se suelen atender con las aportaciones de las gargantas de la margen derecha aguas abajo de Rosarito. Entre los meses de junio y septiembre la demanda de riegos se atiende en exclusiva desde el embalse de Rosarito; ya en la parte final de la campaña de riegos se emplea como apoyo el embalse de Navalcán, que hasta entonces se mantiene con un volumen entre 15 y 20 hm³.

De acuerdo con lo anterior no tiene sentido definir indicadores de sequía hasta el mes de enero. De lo contrario se pueden dar paradojas como la acontecida en el año 2.004-05, en el que las aportaciones del mes de octubre fueron bastante cuantiosas y sin embargo no se tradujeron en un aumento significativo del volumen de embalse debido a la aplicación de las reglas de explotación anteriormente comentadas.

En consecuencia, se han distinguido dos períodos temporales en la definición de los indicadores en el sistema de Riegos del Tiétar.

- *De enero a junio:* se consideran dos tipos de indicadores. Por un lado, el valor acumulado de las aportaciones al embalse de Rosarito desde el mes de diciembre; por otro, los volúmenes almacenados en hm³ en los embalses de Rosarito y Navalcán. Este último indicador se adopta para evitar que un valor excesivamente alto de aportación en un mes

determinado (que no se traduciría en un aumento equivalente en el volumen almacenado en los embalses) no enmascare los resultados de los meses siguientes.

- *De junio a septiembre:* en este período, en el que las aportaciones disminuyen sensiblemente, sólo se considera el volumen almacenado en hm^3 en los embalses de Rosarito y Navalcán.

Sistema de Riegos del Alagón

En este sistema se ha seleccionado el indicador de volumen mensual almacenado en el embalse de Gabriel y Galán.

No se ha considerado por tanto los embalses de Guijo de la Granadilla y Valdeobispo ya que presentan muy pocas oscilaciones en su volumen de embalse debido a la estrategia de explotación del concesionario hidroeléctrico, situándose la mayor parte de la serie disponible en el entorno de los 11 hm^3 , en el caso de Guijo de la Granadilla, y alrededor de 50 hm^3 en el caso de Valdeobispo.

En cualquier caso, y como ya se indicara en el sistema del Alberche, el volumen almacenado en ambos embalses se puede considerar como una reserva estratégica del sistema en caso de emergencia.

Sistema de abastecimiento a Cáceres

El caso de este sistema es parecido al del sistema de Toledo: actualmente existe la posibilidad de tomar del embalse de Alcántara mediante unas instalaciones de bombeo situadas en el ramal del embalse formado por el tramo inferior del río Almonte. Sin embargo esta fuente de suministro cuenta con la limitación impuesta por la cota de aspiración de las bombas (194,00), por lo que cuando el embalse de Alcántara se encuentra a cota inferior no es posible el bombeo.

Teniendo en cuenta lo anterior, el indicador principal del sistema es la cota en el embalse de Alcántara, considerándose que nos encontramos en situación de normalidad siempre y cuando dicha cota sea superior a 194,00.

En caso contrario, la situación del sistema se determina por el valor del indicador de volumen de almacenado en el embalse de Guadiloba, fuente de suministro habitual del sistema hasta la puesta en marcha del bombeo de Alcántara.

Sistema Bajo Tajo - Extremadura

En la definición de los indicadores de este sistema se ha tenido en cuenta su particular idiosincrasia, ya que desde el mismo se debe atender la demanda de 2.700 hm^3 con destino a Portugal que fija el Convenio de Albufeira, salvo que se cumplan las condiciones de excepcionalidad marcadas en el artículo 4.3 del Protocolo Adicional, que se recuerdan seguidamente:

- a) La precipitación de referencia acumulada en la cuenca desde el inicio del año hidrológico (1 de octubre) hasta el 1 de abril sea inferior al 60 por 100 de la precipitación media acumulada en la cuenca en el mismo período.
- b) La precipitación de referencia acumulada en la cuenca desde el inicio del año hidrológico hasta el 1 de abril sea inferior al 70 por 100 de la precipitación media acumulada en la cuenca en el mismo período, y la precipitación de referencia acumulada el año hidrológico precedente hubiere sido inferior al 80 por 100 de la media anual.

La precipitación de referencia a que se hace mención se calcula a partir de los datos registrados en las estaciones pluviométricas de Madrid-Retiro y Cáceres, con un factor de ponderación del 50 % cada una.

Por otro lado, la capacidad de regulación del sistema es varias veces superior al volumen anual del resto de demandas de tipo consuntivo. Esto es debido a que los embalses fueron dimensionados para el aprovechamiento hidroeléctrico del río Tajo de forma que las demandas de abastecimiento, regadío e industrial aguas abajo están garantizados para toda la serie de aportaciones de la serie histórica.

Teniendo en cuenta lo anterior, el resto de umbrales de los indicadores del sistema Bajo Tajo no se han definido siguiendo la metodología general descrita en el apartado 8 de la Memoria del Plan Especial, basada en la construcción de modelos de simulación en el entorno AQUATOOL.

En este caso se ha adoptado como indicador el volumen almacenado en los embalses de Alcántara y Valdecañas, situados aguas arriba de las principales demandas del sistema y cuya importancia estratégica como elementos productores de energía hidroeléctrica no puede tampoco obviarse.

Los umbrales definidos serían aplicables siempre y cuando no se produjesen las condiciones de excepcionalidad marcadas en el Convenio de Albufeira, en función los valores de los indicadores pluviométricos establecidos en su Protocolo Adicional.

4.- SERIES DISPONIBLES DE CADA INDICADOR

Las series disponibles de cada indicador seleccionado se han indicado en el cuadro siguiente. En el Apéndice 1 se han incluido unos gráficos en los que se han incluido la series numéricas y se ha representado la evolución histórica de cada indicador.

TABLA 19.- SERIES HISTÓRICAS DE LOS INDICADORES			
SISTEMA	Indicador	Origen de la serie	OBSERVACIONES
Cabecera	Entrepeñas + Buendía (Ap)	oct-59	
	Entrepeñas + Buendía (VE)	oct-58	
Tajuña	La Tajera (VE)	abr-94	
Riegos del Henares	Alcorlo + Palmaces (VE)	mar-82	
Ab. Mdad. Sorbe	Beleña (VE)	oct-86	
Abastec. Madrid	Embalses del CYII (VE)	abr-93	Doce embalses con variadas fechas de construcción
Alberche	Burguillo + San Juan (VE)	oct-58	
Tajo Medio	Estación de Aforos nº 011 – Aranjuez (Ap)	mar-12	Sin datos entre 1.930 y 1.954. Serie interrumpida en 1.985
Abastec. Toledo	Torcón + Guajaraz (VE)	oct-59	Existen varios periodos sin datos, uno bastante extenso (1989-1997)
Riegos del Tiétar	Rosarito + Navalcán (VE)	oct-58	
	Aportaciones al embalse de Rosarito	oct-58	
Alagón	Baños (VE)	ene-00	Hasta el año 2001 existen varios periodos sin datos
	Gabriel y Galán (VE)	oct-58	
	Jerte (VE)	oct-87	
	Navamuño (VE)	oct-90	
Árrago	Borbollón + Rivera de Gata (VE)	oct-58	
Bajo Tajo	Alcántara + Valdecañas (VE)	ene-70	
Abastec. Cáceres	Guadiloba (VE)	Dic-74	Existen varios periodos sin datos, uno bastante extenso (1989-1996)
Abastec. Santa Lucía	Trujillo (VE)	Jun-97	Presas dependiente de la Junta de Extremadura.
Riegos del Salor	Salor (VE)	oct-74	Existen varios periodos sin datos, uno bastante extenso (1988-1993)

Volumen embalse (VE) / Aportación (Ap)

En la generalidad de los casos los datos proceden de las series recopiladas por la Oficina de Hidrología y Aforos de la C.H.T., a excepción del embalse de Trujillo o Santa Lucía que depende de la Junta de Extremadura y cuya situación volumétrica se puede consultar semanalmente en la página web de este Organismo: www.juntaex.es.

Para el cálculo de los indicadores se utilizarán los datos oficiales procedentes de Comisaría de Aguas, excepto para el indicador del sistema Tajo- Medio que se utilizará los datos proporcionados por la estación AR-09 de la red SAIH de la Confederación Hidrográfica del Tajo que es la que proporciona el dato oficial en este punto.

5.- NORMALIZACIÓN DE LOS INDICADORES. ÍNDICE DE ESTADO

Para cada uno de los indicadores se propone cuatro niveles de alerta de sequía, estableciéndose éstos en función del denominado “Índice de Estado I_e ”, teniendo en cuenta que:

- La media aritmética es uno de los estadísticos más robustos, a la vez que más sencillo; por lo que una comparación del dato del indicador con la media de la serie histórica, se ajustará más convenientemente, en principio, a la situación real de la zona de sequía seleccionada, si bien, debe tenerse en cuenta también los valores máximos y mínimos históricos, tal y como queda reflejado en las fórmulas del índice de estado.
- La necesidad de homogeneizar los indicadores en un valor numérico adimensional capaz de cuantificar la situación actual respecto de la histórica, y posibilitar una comparación cuantitativa entre los distintos indicadores seleccionados; por ello se ha adoptado una fórmula en la que se define el índice de estado (I_e) cuyos valores fluctúan en un rango comprendido entre 0 (correspondiente al mínimo valor histórico) y 1 (correspondiente al máximo valor histórico).
- Debido a las fuertes oscilaciones estacionales que se producen en la cuenca del Tajo en los valores de los indicadores, el índice de estado se definirá a nivel mensual.

La expresión del Índice de Estado “ I_e ” es la siguiente:

$$- \text{Si } V_i \geq V_{med}(i) \Rightarrow I_e = \frac{1}{2} \left[1 + \frac{V_i - V_{med}(i)}{V_{max}(i) - V_{med}(i)} \right]$$

$$- \text{Si } V_i < V_{med}(i) \Rightarrow I_e = \frac{V_i - V_{min}(i)}{2(V_{med}(i) - V_{min}(i))}$$

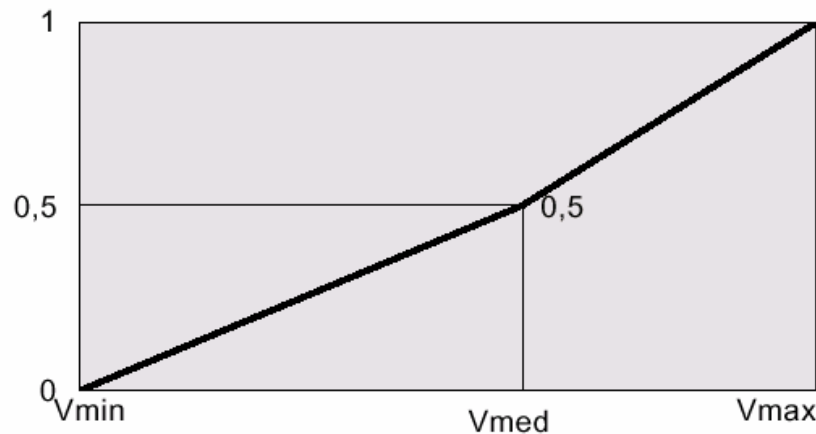
siendo:

V_i : Valor de la medida obtenida en el mes i de seguimiento

$V_{med}(i)$: Valor medio en el periodo histórico registrado en el mes i

$V_{max}(i)$: Valor máximo en el periodo histórico registrado en el mes i

$V_{min}(i)$: Valor mínimo de explotación



Tal como se desprende de la figura anterior, cuando el valor de la medida está comprendido entre la media de la serie y su valor máximo, el índice de estado dará una cifra que oscilará entre 0,5 y 1, mientras que en el caso de que la medida sea inferior al valor medio, lo hará entre 0 y 0,5.

El rango de valores del Índice de Estado, que como se ha señalado va de 0 a 1, se discretiza a efectos de diagnóstico de la situación de sequía, en los cuatro niveles siguientes:

- Nivel verde (situación de normalidad)
- Nivel amarillo (situación de prealerta)
- Nivel naranja (situación de alerta)
- Nivel rojo (situación de emergencia)

Seguidamente se incluye una tabla en la que se han consignado para cada indicador los valores que definen la recta de normalización (V_{\min} , V_{med} y V_{\max}).

La definición de los valores umbrales de cada indicador se lleva a cabo en el Anejo IX del presente Plan Especial de Sequías. En el mencionado Anejo IX se han incluido unos gráficos de evolución de los valores normalizados para cada uno de los indicadores seleccionados.

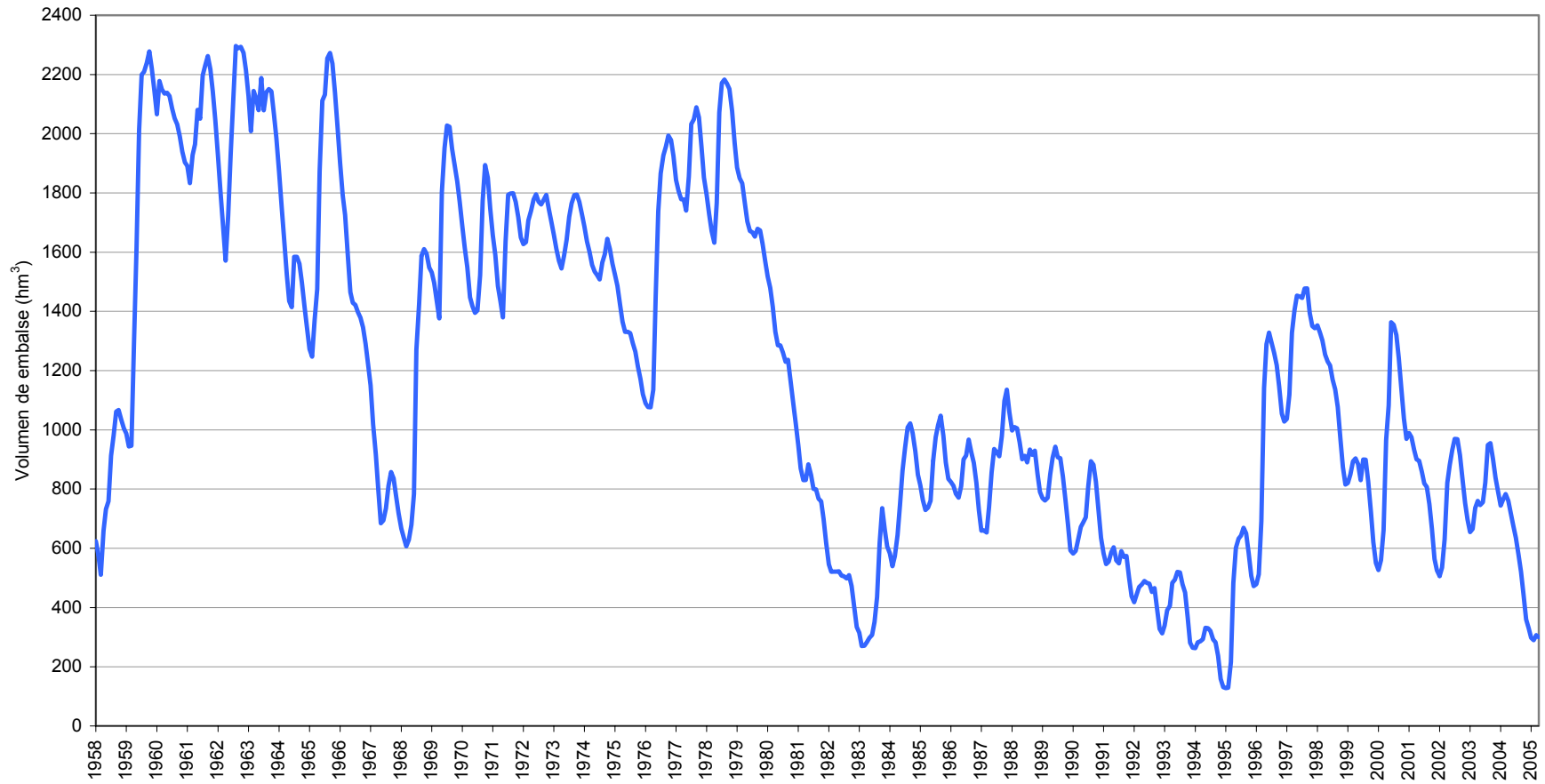
TABLA 20.- VALORES CARACTERÍSTICOS DE LAS SERIES DE LOS INDICADORES			
Indicador	Valores en hm³		
	V_{mín}	V_{med}	V_{máx}
Ap Entrepeñas + Buendía	366,00	1.133,00	3.033,00
VE Entrepeñas + Buendía	127,90	1.175,54	2.296,2
VE La Tajera	1,00	18,04	60,00
VE La Tajera	1,00	18,04	60,00
VE Alcorlo + Pálmaces	37,00	86,47	197,51
VE Beleña	2,00	29,07	48,35
VE Embalses CYII	20,52	616,58	912,33
VE Burguillo + San Juan	26,60	237,54	355,90
AP Estación Aforos 011	8,60	78,13	469,60
VE Torcón + Guajaraz	2,00	14,73	24,30
VE Navalcán + Rosarito	11,00	71,04	124,11
AP Rosarito (Diciembre)	0,00	134,09	739,30
AP Rosarito (Diciembre a Enero)	19,70	299,31	1077,19
AP Rosarito (Diciembre a Febrero)	25,60	441,77	1446,10
AP Rosarito (Diciembre a Marzo)	36,60	549,54	1763,56
AP Rosarito (Diciembre a Abril)	64,40	619,32	1843,70
AP Rosarito (Diciembre a Mayo)	72,03	664,72	1874,50
VE Gabriel y Galán	50,00	388,35	842,80
VE Baños	1,00	29,69	39,38
VE Navamuño	0,40	8,34	14,33
VE Jerte-Plasencia	1,50	39,28	59,70
VE Borbollón + R. de Gata	11,00	79,67	129,45
VE Alcántara + Valdecañas	1.194,00	2.706,31	4.525,00
VE Guadiloba	0,88	12,73	20,41
VE Trujillo	0,01	1,25	1,54
VE Salor	0,21	7,07	14,28

APÉNDICE V.1

**GRÁFICOS DE EVOLUCIÓN HISTÓRICA DE LOS
INDICADORES**

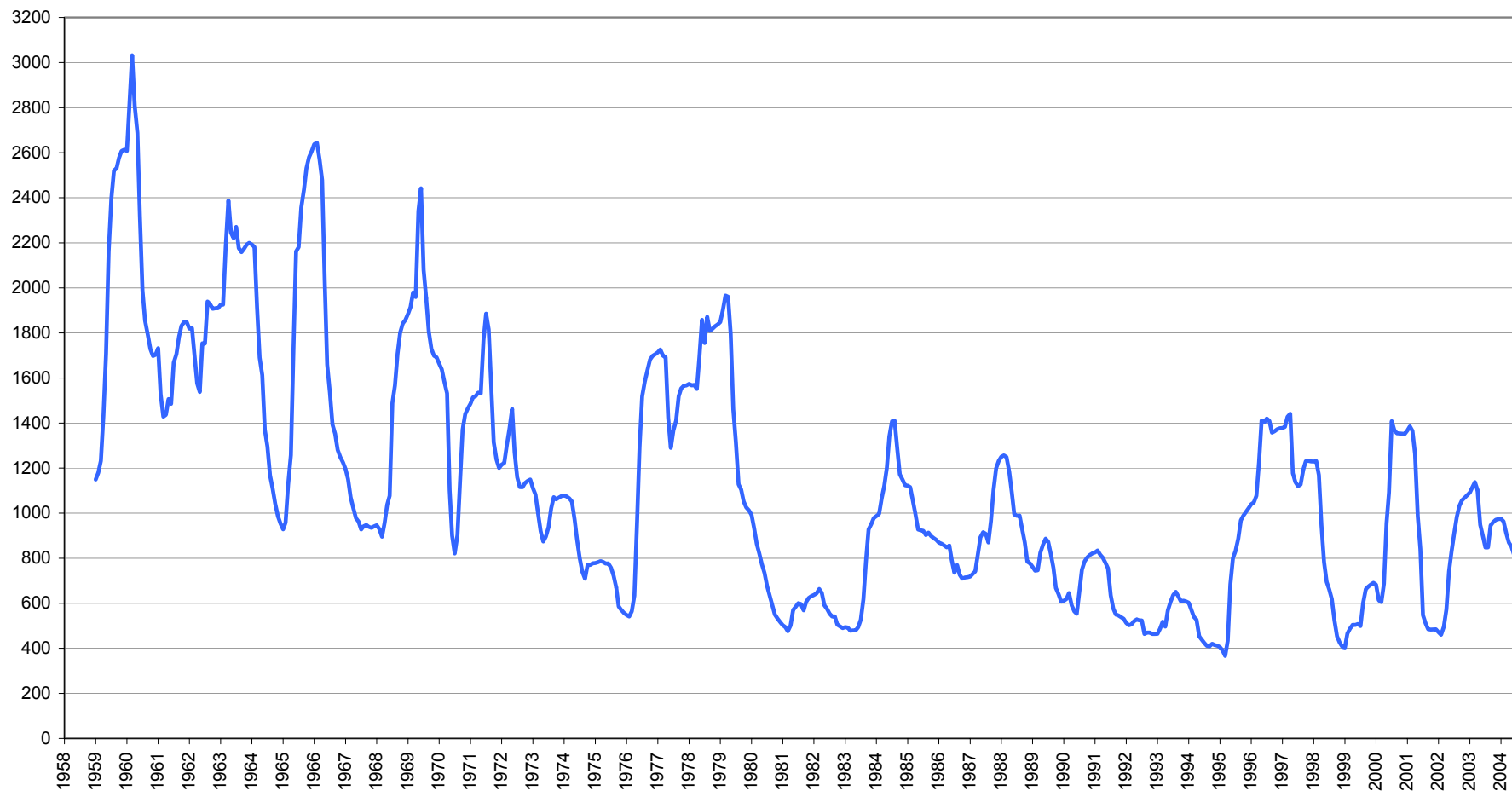
EVOLUCIÓN INDICADOR GLOBAL DEL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN CABECERA

VOLUMEN DE EMBALSE: ENTREPEÑAS + BUENDÍA



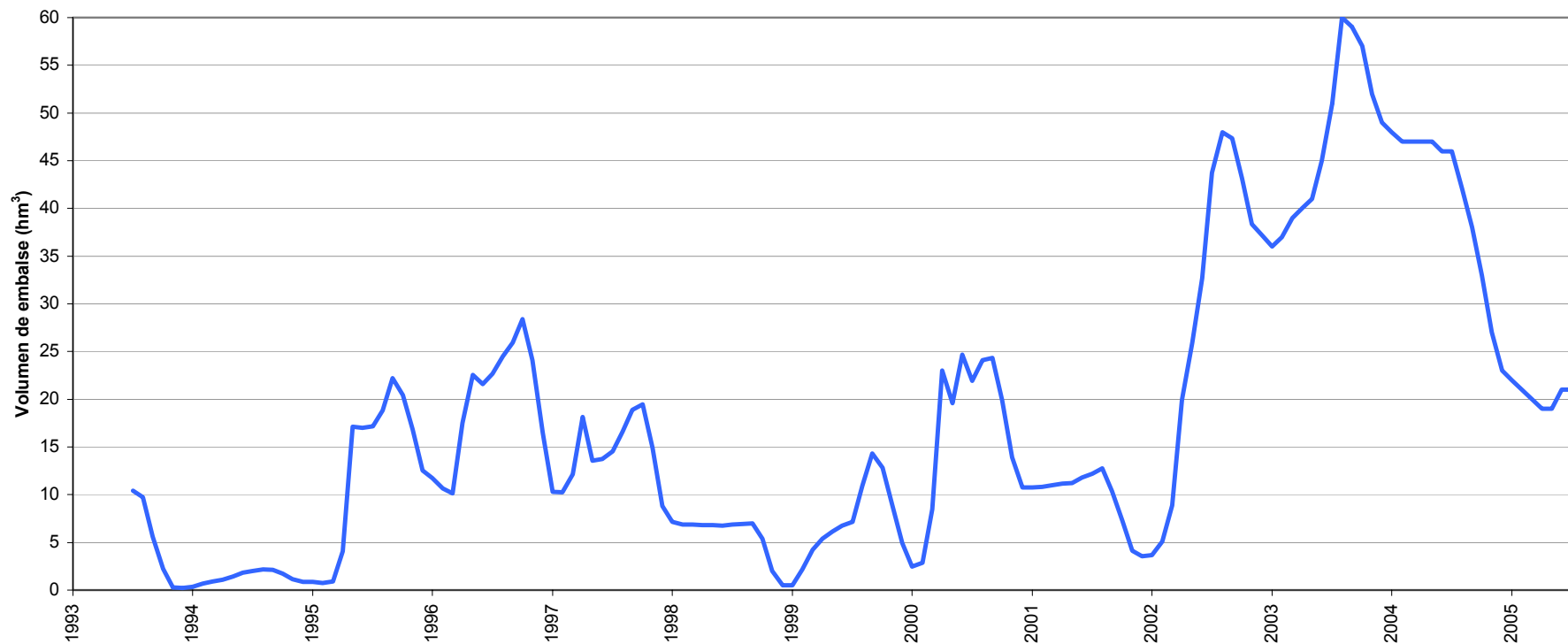
EVOLUCIÓN INDICADOR GLOBAL DEL SISTEMA DE EXPLOTACIÓN CABECERA

APORTACIÓN ANUAL: ENTREPEÑAS + BUENDÍA



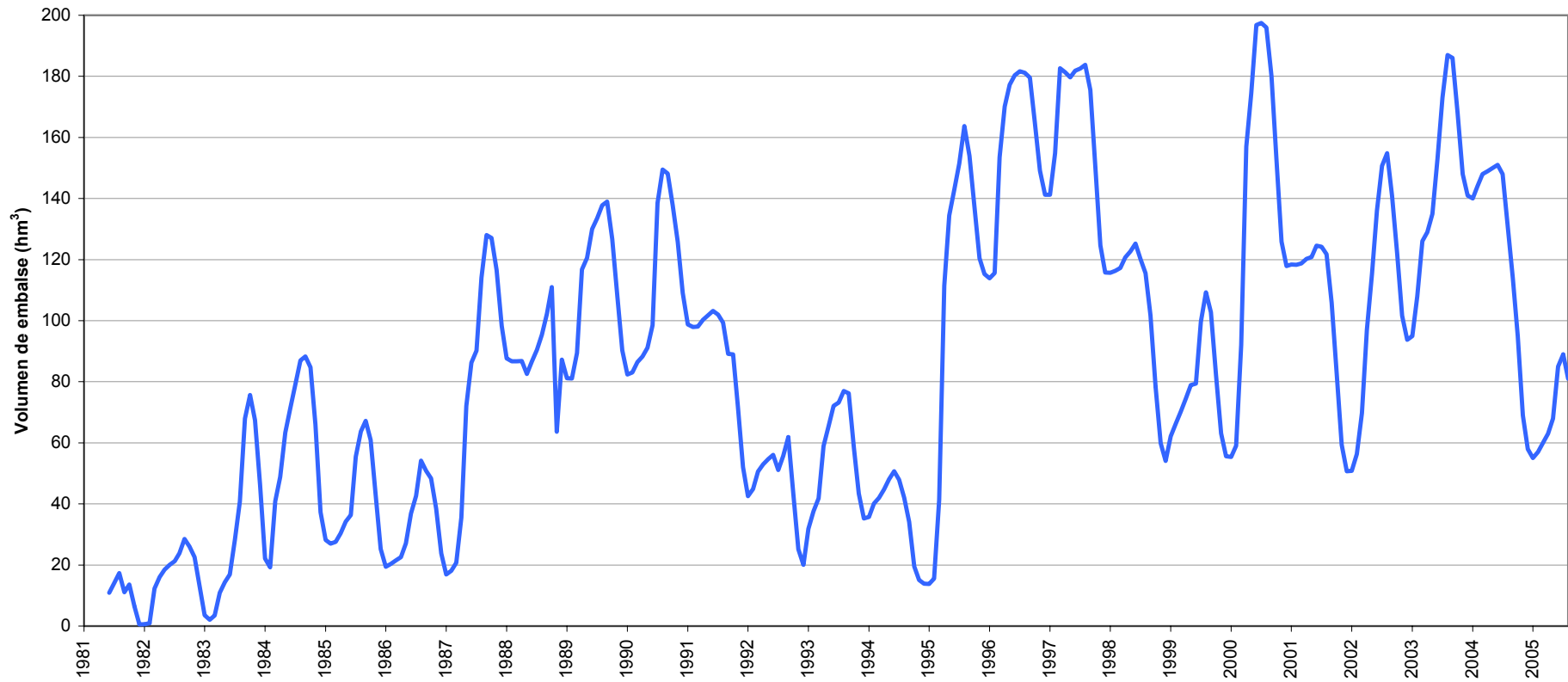
EVOLUCIÓN DEL INDICADOR GLOBAL DEL SISTEMA DEL TAJUÑA

VOLUMEN DE EMBALSE: LA TAJERA



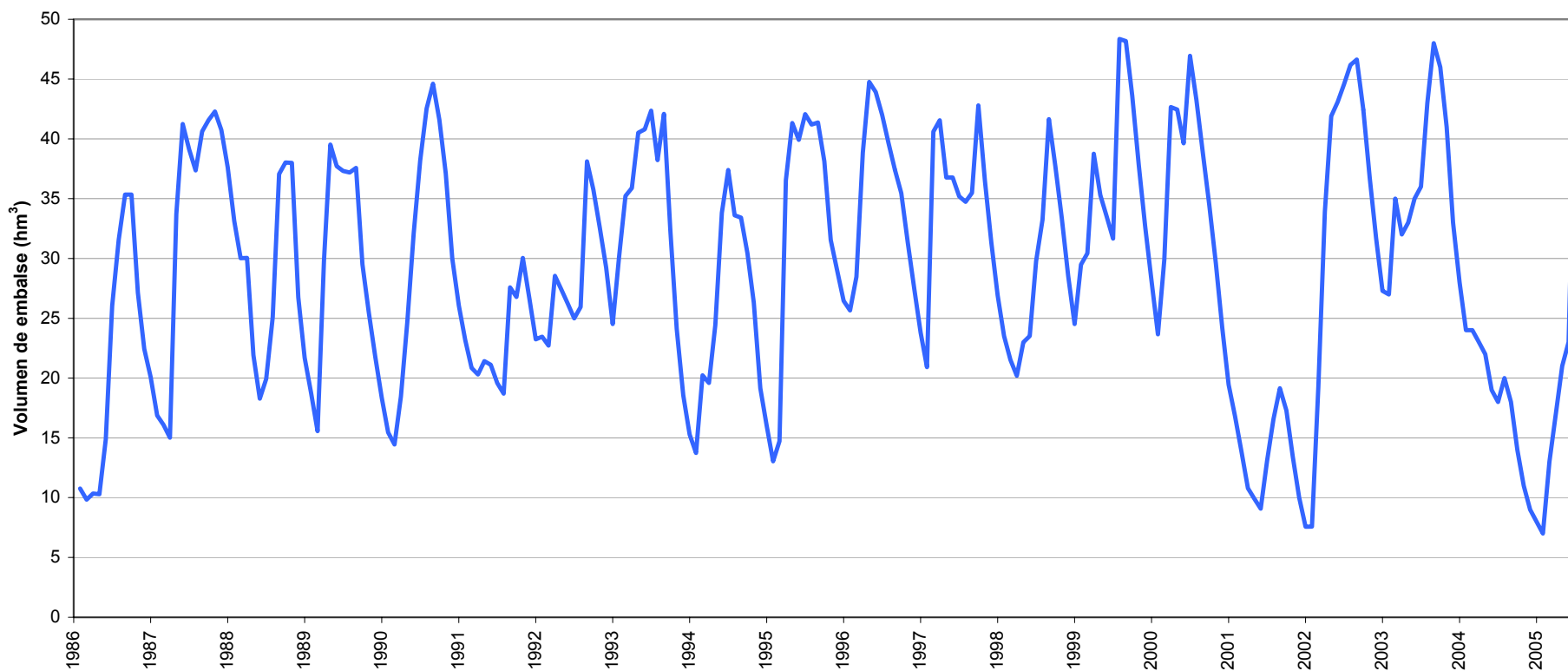
EVOLUCIÓN DEL INDICADOR GLOBAL DEL SISTEMA DE RIEGOS DEL HENARES Y DEL BORNOVA

VOLUMEN DE EMBALSE: ALCORLO + PÁLMACES



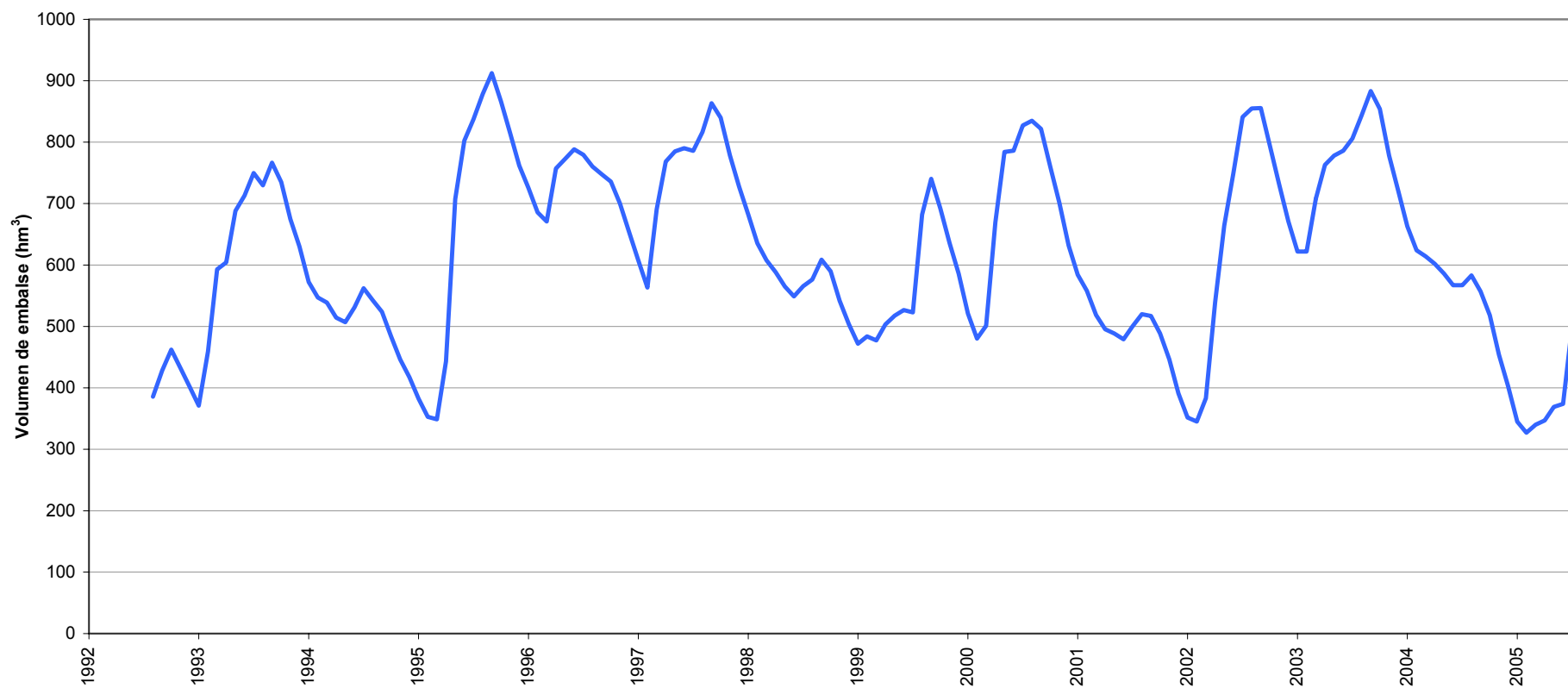
EVOLUCIÓN DEL INDICADOR GLOBAL DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO A LA MANCOMUNIDAD DEL SORBE

VOLUMEN DE EMBALSE: BELEÑA



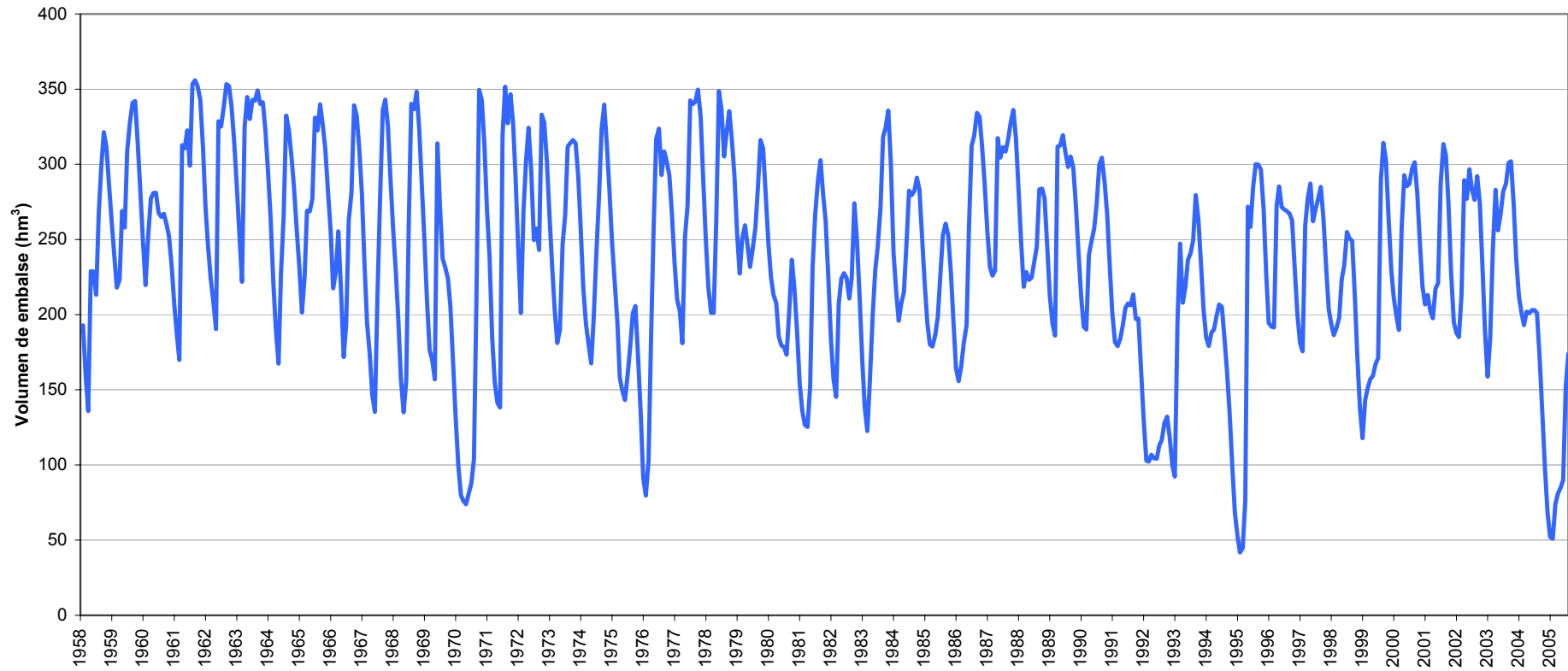
EVOLUCIÓN DEL INDICADOR GLOBAL DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO A MADRID

VOLUMEN DE EMBALSE: EMBALSES DEL CANAL DE ISABEL II



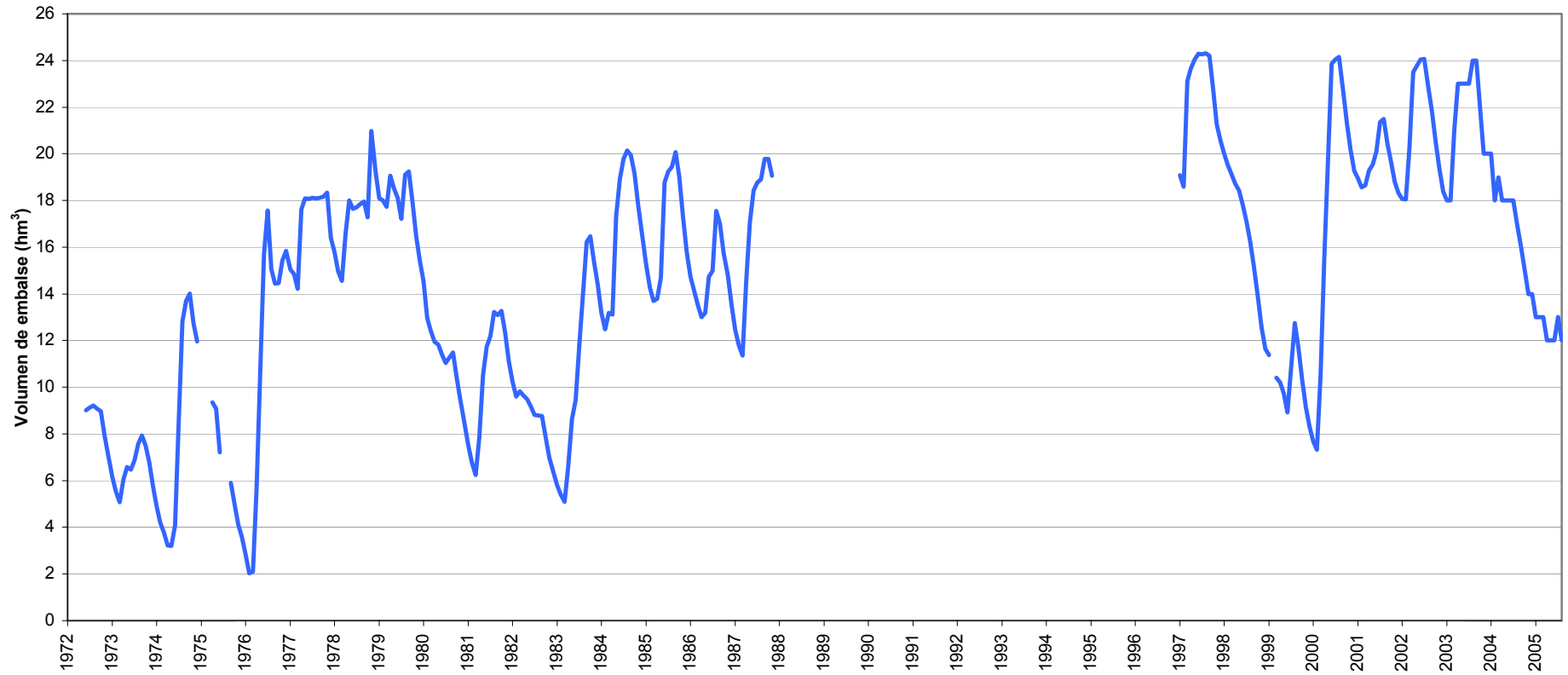
EVOLUCIÓN DEL INDICADOR GLOBAL DEL SISTEMA DEL ALBERCHE

VOLUMEN DE EMBALSE: BURGUILLO + SAN JUAN



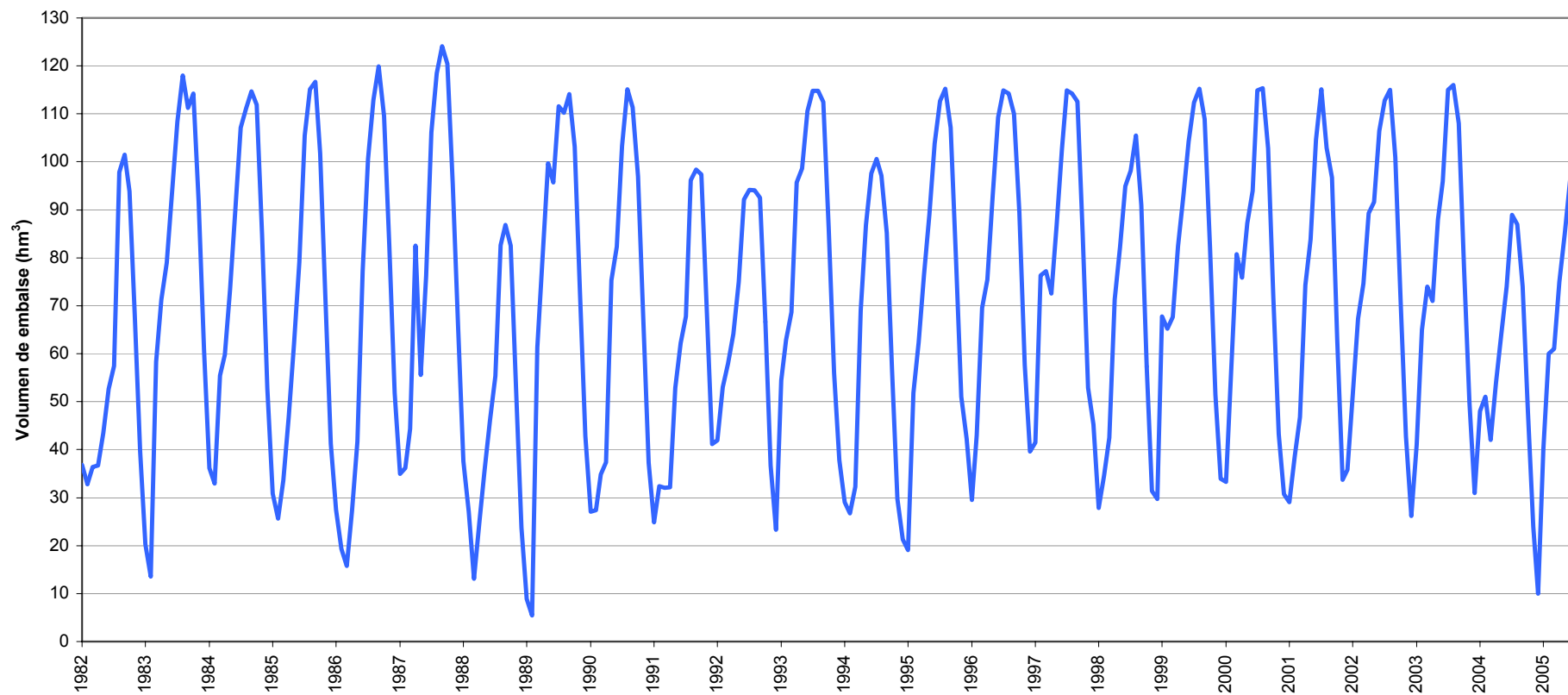
EVOLUCIÓN DEL INDICADOR GLOBAL DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO A TOLEDO

VOLUMEN DE EMBALSE: TORCÓN + GUAJARAZ



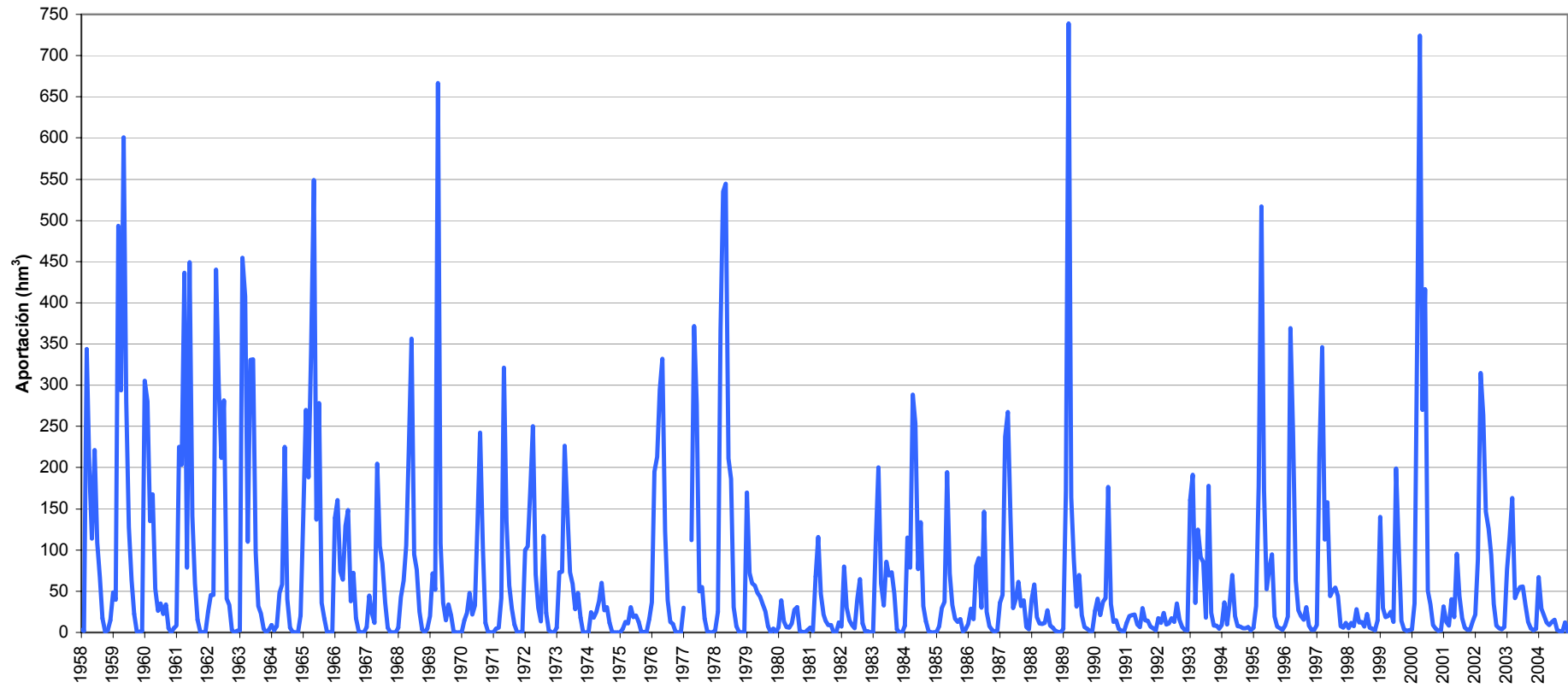
EVOLUCIÓN DEL INDICADOR GLOBAL DEL SISTEMA DE RIEGOS DEL TIÉTAR

VOLUMEN DE EMBALSE: ROSARITO + NAVALCÁN



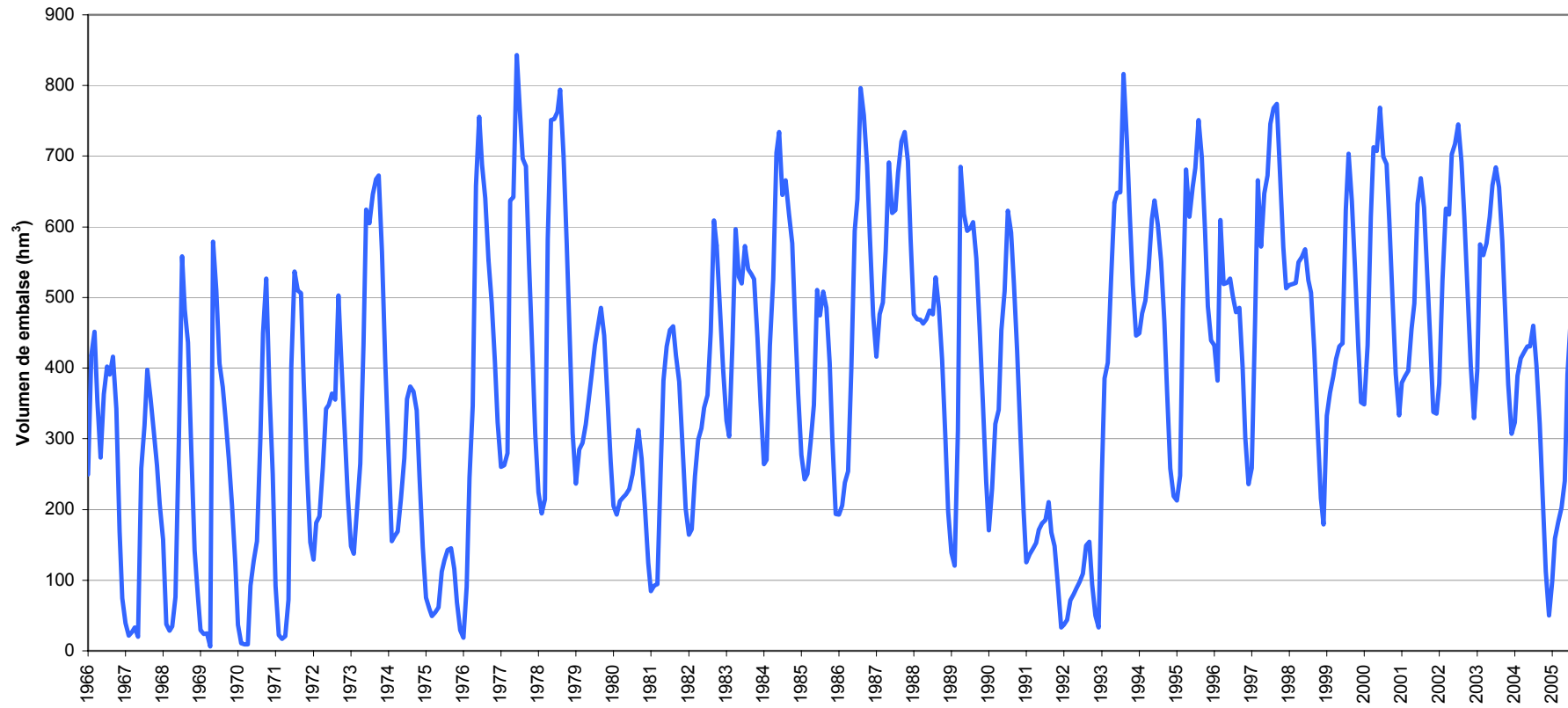
EVOLUCIÓN DEL INDICADOR GLOBAL DEL SISTEMA DE RIEGOS DEL TIÉTAR

APORTACIONES AL EMBALSE DE ROSARITO



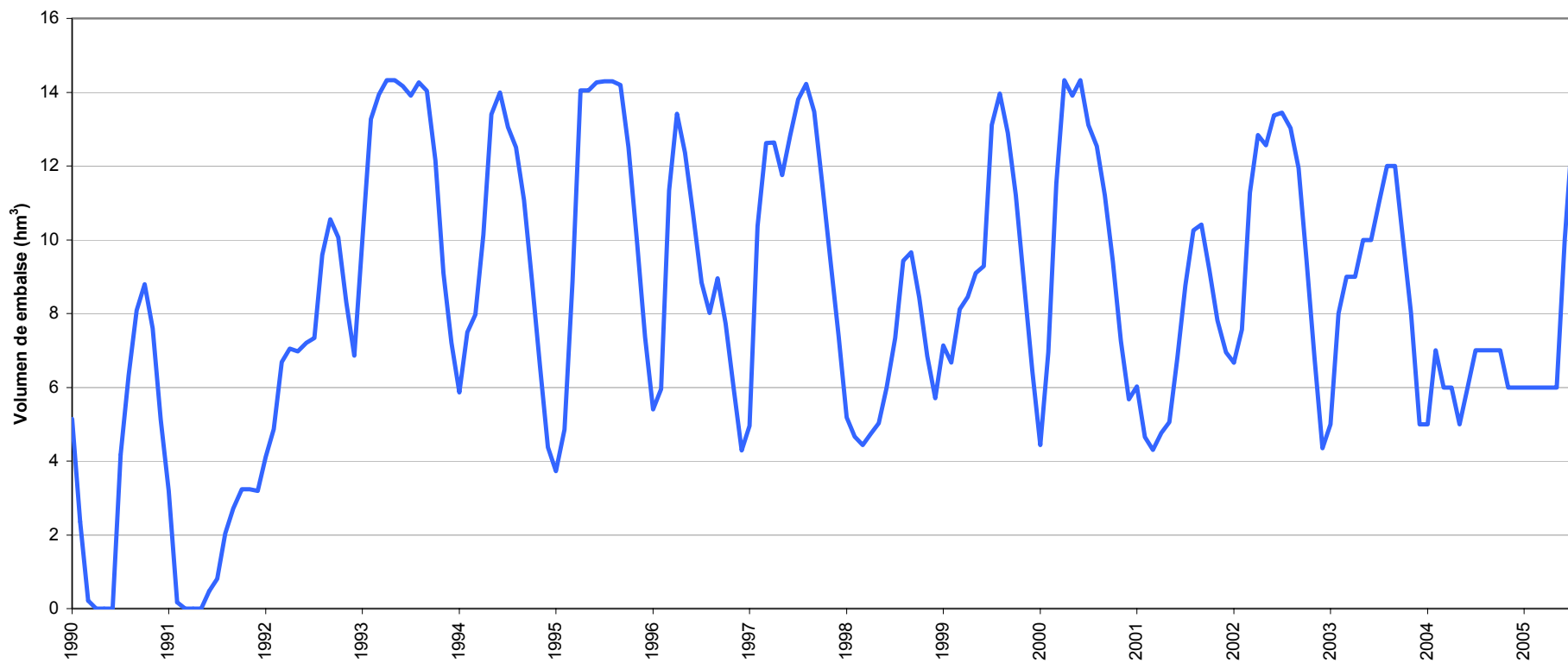
EVOLUCIÓN DEL INDICADOR GLOBAL DEL SISTEMA RIEGOS DEL ALAGÓN

VOLUMEN DE EMBALSE: GABRIEL Y GALÁN



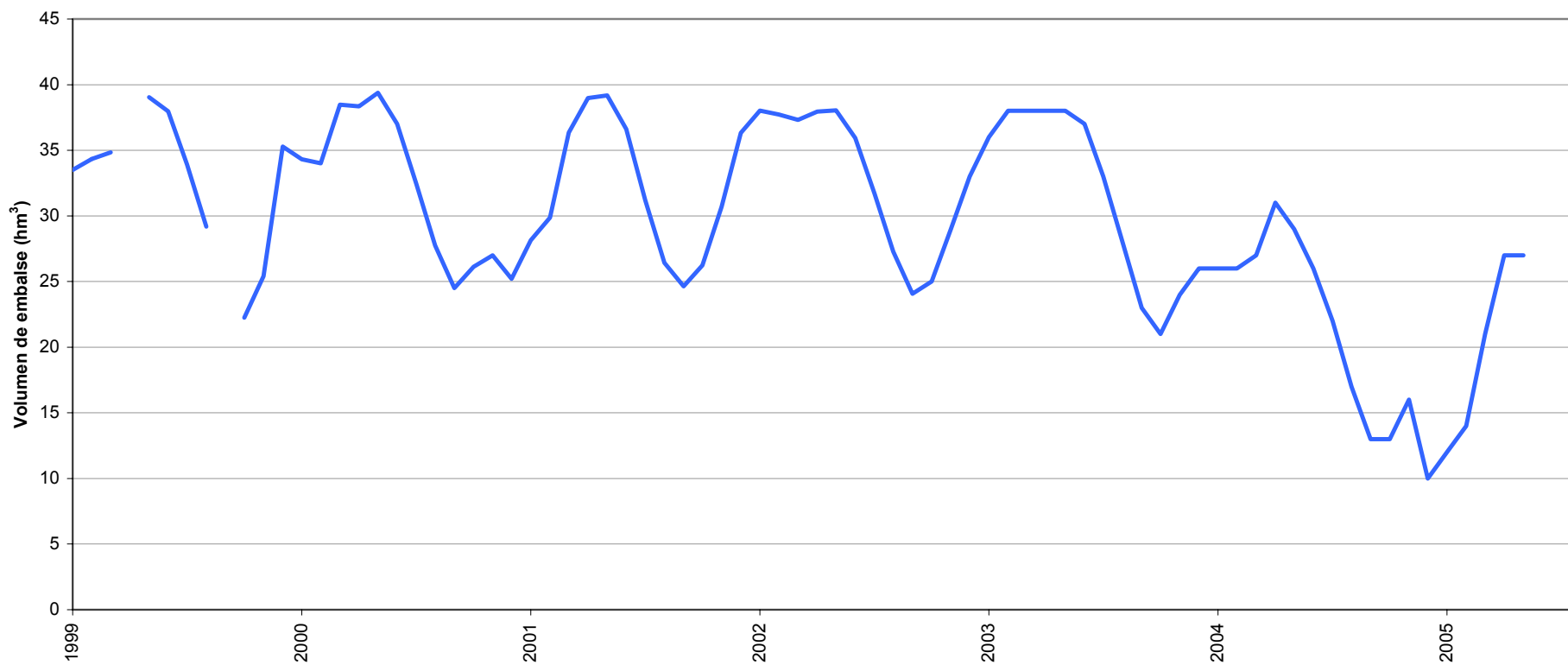
EVOLUCIÓN DEL INDICADOR GLOBAL DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO A BÉJAR

VOLUMEN DE EMBALSE: NAVAMUÑO



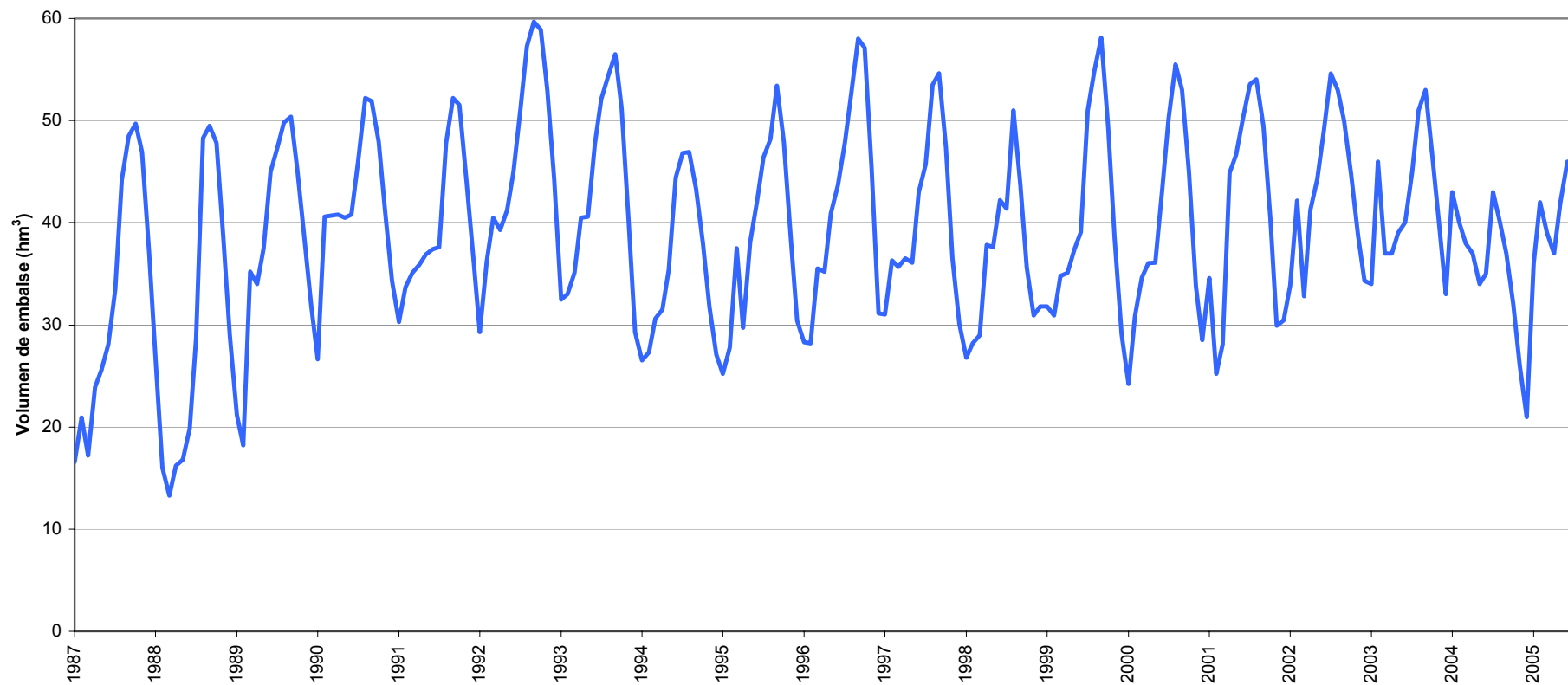
EVOLUCIÓN DEL INDICADOR GLOBAL DEL SISTEMA DE RIEGOS DEL AMBROZ

VOLUMEN DE EMBALSE: BAÑOS



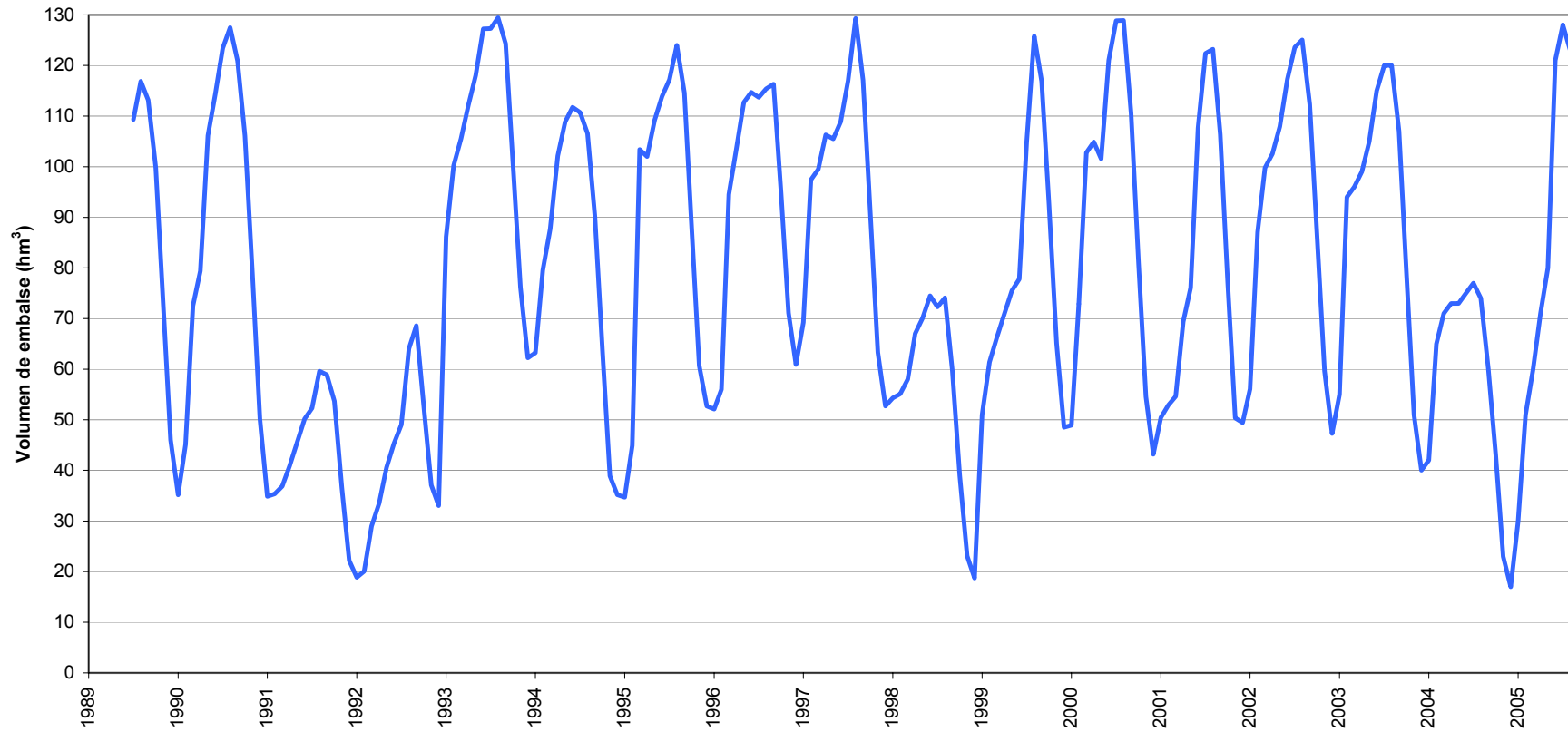
EVOLUCIÓN DEL INDICADOR GLOBAL DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO A PLASENCIA

VOLUMEN DE EMBALSE: JERTE



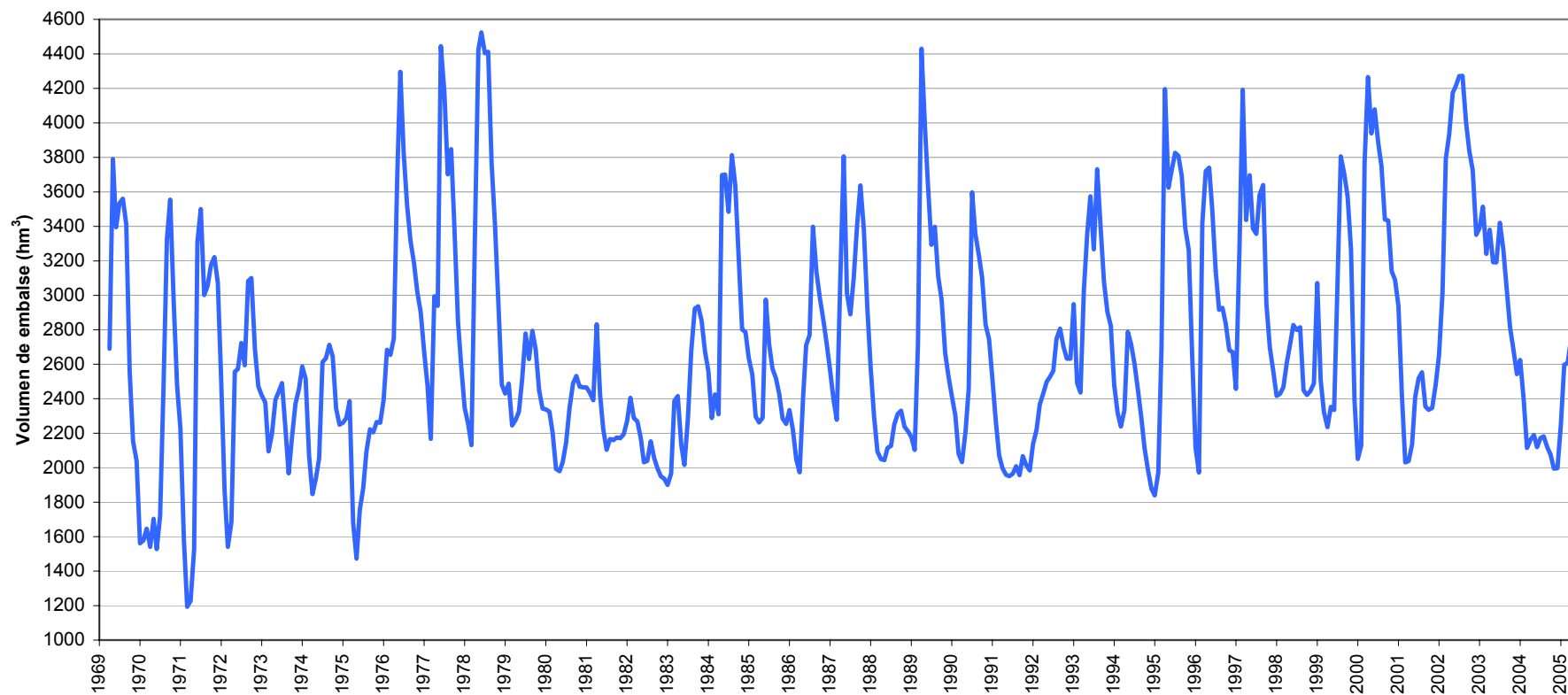
EVOLUCIÓN INDICADOR GLOBAL DEL SISTEMA DEL ÁRRAGO

VOLUMEN DE EMBALSE: BORBOLLÓN + RIVERA DE GATA



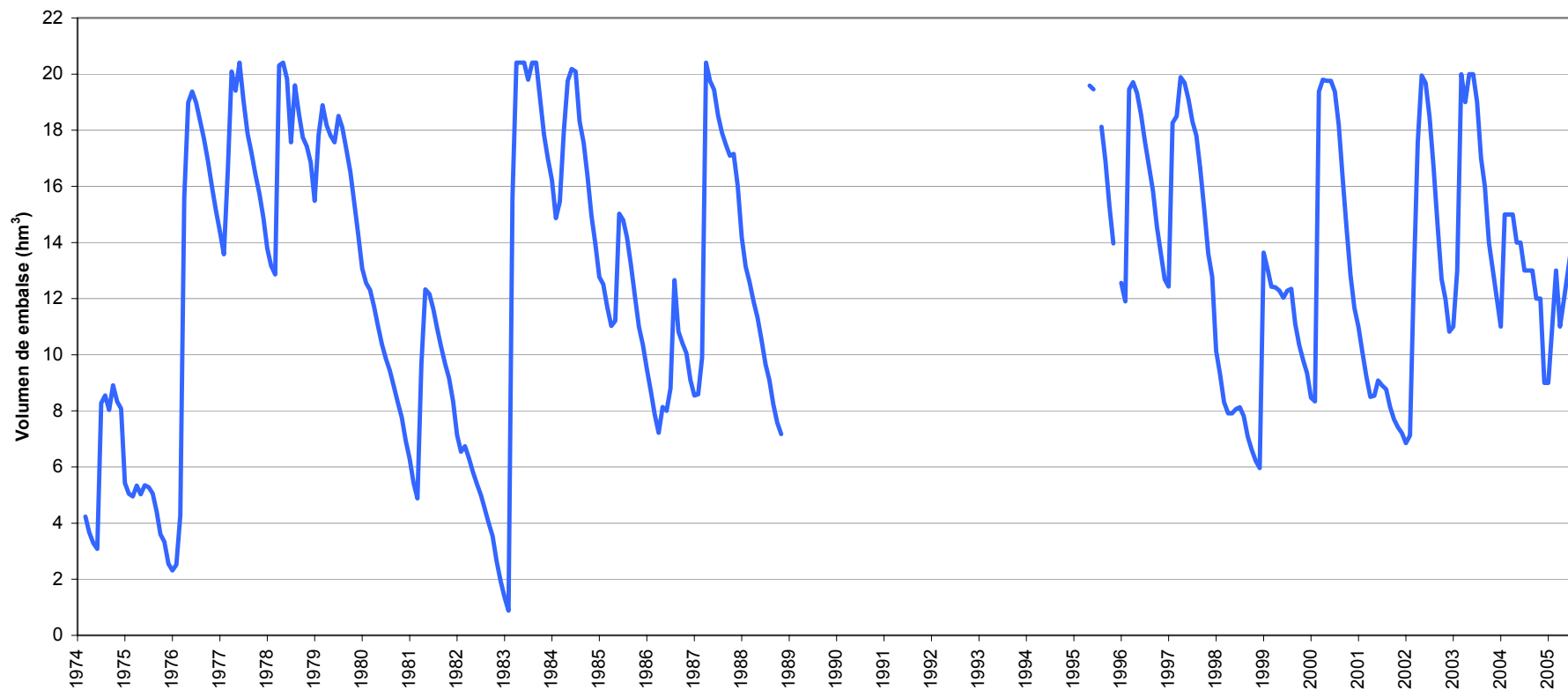
EVOLUCIÓN INDICADOR GLOBAL DEL SISTEMA BAJO TAJO-EXTREMADURA

VOLUMEN DE EMBALSE: VALDECAÑAS + ALCÁNTARA



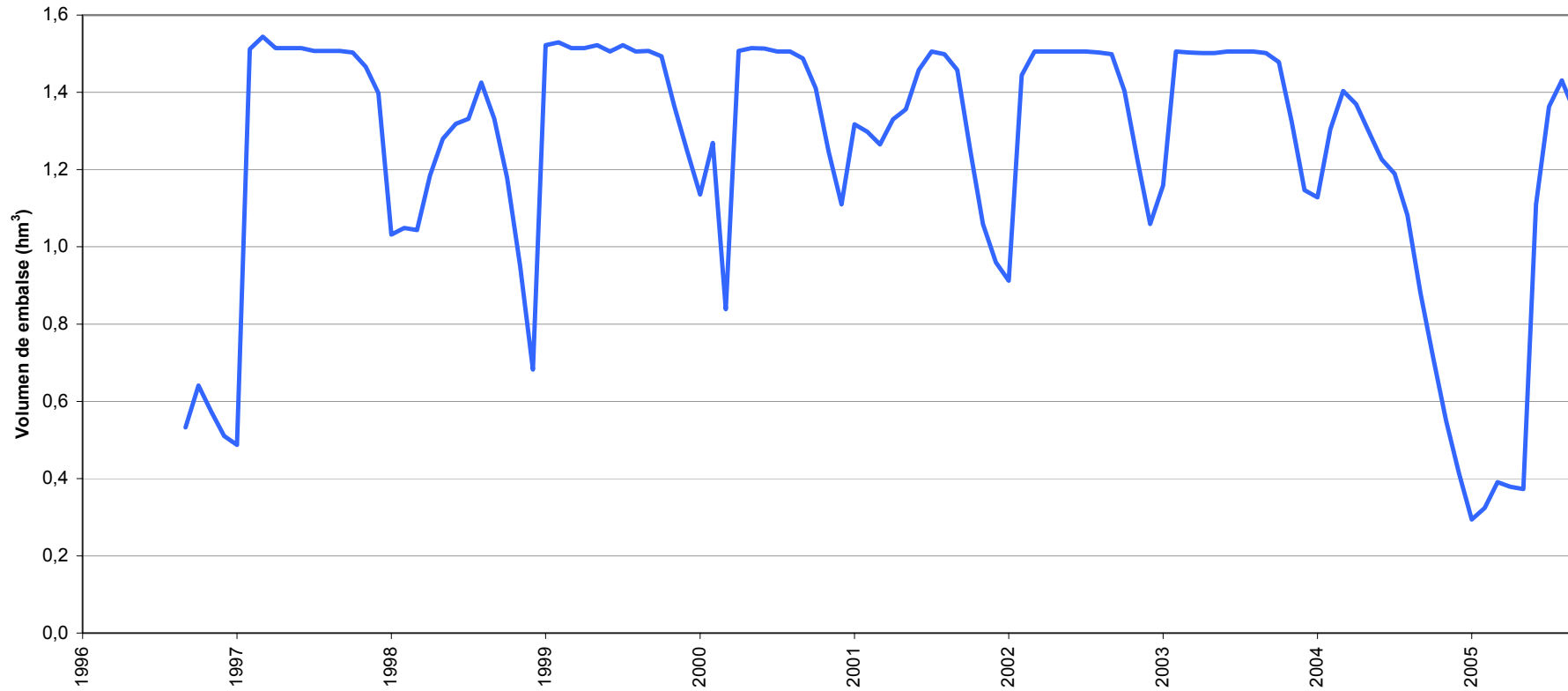
EVOLUCIÓN INDICADOR GLOBAL DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO A CÁCERES Y SU ZONA DE INFLUENCIA

VOLUMEN DE EMBALSE: GUADILOBA



EVOLUCIÓN INDICADOR GLOBAL DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO A TRUJILLO Y SU ZONA DE INFLUENCIA

VOLUMEN DE EMBALSE: TRUJILLO



EVOLUCIÓN DEL INDICADOR GLOBAL DEL SISTEMA DE RIEGOS DEL SALOR

VOLUMEN DE EMBALSE: SALOR

