



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

**MEMORIA**

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**

**MEMORIA**

## MEMORIA

### Índice

1.- INTRODUCCIÓN .....	1
1.1.- Antecedentes y fundamento legal del Plan.....	1
1.2.- Alcance y contenido del Plan .....	2
1.3.- Marco Normativo .....	5
1.4.- Evaluación Ambiental Estratégica .....	8
1.5.- Objetivos del Plan .....	9
2.- RASGOS CARACTERÍSTICOS DE LA CUENCA Y ELEMENTOS PARA EL DIAGNÓSTICO AMBIENTAL .....	11
2.1.- Ámbito y extensión .....	11
2.2.- Características geológicas y fisiográficas.....	12
2.3.- Características climatológicas .....	15
2.4.- Cubierta vegetal, escorrentía y erosión .....	16
2.5.- Red fluvial y recursos hídricos superficiales .....	17
2.6.- Recursos subterráneos .....	22
2.7.- Sistemas de explotación .....	25
2.8.- Demandas .....	26
2.8.1.- Abastecimiento de poblaciones.....	27
2.8.2.- Regadío .....	31
2.8.3.- Otros usos y demandas.....	35
2.9.- Elementos ambientales asociados al medio hídrico .....	37
3.- CARACTERIZACIÓN DE LAS SEQUÍAS EN LA CUENCA DEL TAJO .....	40
3.1.- Caracterización meteorológica de las sequías en la cuenca del Tajo .....	40
3.1.1.- Introducción .....	40
3.1.2.- Caracterización meteorológica a nivel de cuenca .....	41
3.1.3.- Caracterización meteorológica a nivel de zonas hidrológicas.....	46
3.2.- Caracterización hidrológica de las sequías en la cuenca del Tajo .....	48
3.2.1.- Caracterización hidrológica a nivel de cuenca .....	48
3.2.2.- Caracterización hidrológica a nivel de zonas hidrológicas .....	51
4.- EXPERIENCIA DE LA CUENCA SOBRE SEQUÍAS HISTÓRICAS .....	53
4.1.- Introducción.....	53
4.2.- Sequía de 1.943-44 y 1.944-45 .....	53

4.3.- Sequía de 1.979-80 a 1.982-83 .....	54
4.3.1.- Introducción .....	54
4.3.2.- Caracterización meteorológica e hidrológica de la sequía .....	55
4.4.- Sequía de 1.990/91 a 1.994/95 .....	55
4.4.1.- Introducción .....	55
4.4.2.- Caracterización meteorológica e hidrológica de la sequía .....	56
4.4.3.- Medidas adoptadas a nivel nacional.....	57
4.4.4.- Situación en la cuenca por sistemas de explotación.....	57
4.5.- Sequía 2.004-05 hasta la actualidad .....	59
4.5.1.- Introducción .....	59
4.5.2.- Caracterización meteorológica e hidrológica de la sequía .....	60
4.5.3.- Medidas de carácter general y obras de emergencia.....	62
4.5.4.- Situación por sistemas de explotación .....	65
4.6.- Efectos socioeconómicos y ambientales de las sequías padecidas en la cuenca .....	69
4.6.1.- Introducción. Estudios disponibles .....	69
4.6.2.- Evaluación de los efectos socioeconómicos de las sequías.....	71
4.7.- Catálogo de infraestructuras de sequía .....	77
4.8.- Conclusiones .....	79
5.- EL SISTEMA DE INDICADORES DE SEQUÍA .....	82
5.1.- Introducción.....	82
5.2.- Sistemas de explotación considerados.....	83
5.3.- Selección de indicadores .....	85
5.3.1.- Introducción .....	85
5.3.2.- Indicadores seleccionados por sistemas de explotación.....	86
5.4.- Series disponibles de cada indicador .....	88
5.5.- Normalización de los indicadores. Índice de estado.....	89
5.6.- Definición de umbrales. Modelización.....	92
6.- TIPOS DE MEDIDAS A CONSIDERAR EN EL PLAN .....	93
6.1.- Introducción.....	93
6.2.- Medidas de alternativas de suministro .....	94
6.3.- Actuaciones de gestión de la demanda.....	94
6.3.1.- Introducción .....	94
6.3.2.- Actuaciones de concienciación ciudadana .....	95
6.3.3.- Restricciones al consumo.....	96
6.4.- Medidas de tipo normativo.....	96
6.4.1.- Medidas de apoyo .....	97
6.4.2.- Contratos de cesión .....	97
6.4.3.- Centros de intercambio de derechos de uso .....	97
6.4.4.- Medidas sobre la utilización del dominio público hidráulico .....	98
6.5.- Medidas de control de la calidad ambiental .....	99
6.5.1.- Cuestiones generales. Normativa de referencia .....	99
6.5.2.- Medidas relativas al mantenimiento de la calidad del agua.....	103
6.5.3.- Afecciones de tipo ecológico .....	104
6.5.4.- Indicadores medioambientales.....	105

6.6.- Medidas de gestión y seguimiento .....	105
6.7.- Medidas de recuperación .....	106
7.- PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS .....	107
8.- DEFINICIÓN DE LOS UMBRALES DE LOS INDICADORES .....	109
8.1.- Análisis de riesgo de los sistemas .....	109
8.1.1.- Metodología de análisis.....	109
8.1.2.- Resultados obtenidos.....	112
8.2.- Metodología de definición de umbrales .....	114
8.2.1.- Sistemas de regadío.....	114
8.2.2.- Sistemas de abastecimiento.....	116
8.2.3.- Resultados obtenidos.....	118
9.- ASPECTOS ORGANIZATIVOS DEL PLAN.....	120
9.1.- Programa de medidas .....	120
9.2.- Sistema de gestión.....	123
9.3.- Sistema de seguimiento .....	126
9.3.1.- Tipos de indicadores de seguimiento .....	127
9.3.2.- Indicadores del ámbito de previsión .....	129
9.3.3.- Indicadores del ámbito operativo .....	130
9.3.4.- Indicadores del ámbito organizativo y de gestión.....	132
9.3.5.- Tabla de indicadores de alerta.....	133
9.3.6.- Participación del órgano ambiental en el seguimiento del Plan.....	134
9.3.7.- Actualización y revisiones del P.E.S.....	134
10.- PLANES DE EMERGENCIA PARA ABASTECIMIENTOS DE MÁS DE 20.000 HAB. ....	136

## **DOCUMENTO DE OPERATIVIDAD**

### **ANEJOS DEL PLAN ESPECIAL DE SEQUÍAS**

I.- DATOS DE PARTIDA

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

III.- ANÁLISIS DE SEQUÍAS HISTÓRICAS

IV.- CARACTERIZACIÓN DE LAS DEMANDAS

V.- DEFINICIÓN DEL SISTEMA DE INDICADORES DE SEQUÍA

VI.- MODELIZACIÓN

VII.- ANÁLISIS DE RIESGO DE LOS SISTEMAS

VIII.- CATÁLOGO DE MEDIDAS

IX.- VALORES UMBRALES DE LOS INDICADORES

**ÍNDICE DE FIGURAS**

	<b><u>Página</u></b>
1.- Fases de la sequía consideradas en el Plan Especial .....	5
2.- Situación de la Cuenca hidrográfica del Tajo.....	11
3.- Participación provincial en superficie y población.....	12
4.- Participación de las comunidades autónomas en superficie y población .....	12
5.- Mapa geológico de cuenca hidrográfica del Tajo.....	14
6.- Distribución de la precipitación media anual (mm) en la cuenca.....	16
7.- Zonas hidrológicas de la cuenca.....	17
8.- Zonas hidrológicas. Aportaciones (%). .....	21
9.- Unidades hidrogeológicas .....	24
10.- Sistemas de explotación definidos en las Normas del Plan Hidrológico de la Cuenca del Tajo .....	26
11.- Usos del agua en la Demarcación de la cuenca del Tajo .....	27
12.- Distribución geográfica de los sistemas mancomunados. ....	28
13.- Relación entre municipios mancomunados y población abastecida. ....	28
14.- Distribución de los cultivos en la Demarcación de la cuenca del Tajo. ....	32
15.- Situación geográfica de las zonas regables en la cuenca del Tajo.....	35
16.- Propuesta de zonas de Red Natura 2000 en el ámbito de la Conf. Hidrográfica del Tajo .....	39
17.- Evolución de la precipitación anual en el ámbito de la Confederación Hidrográfica del Tajo .....	41
18.- Evolución del índice SPI en el Cuenca del Tajo .....	45
19.- Evolución de la aportación anual en el ámbito de la Confederación Hidrográfica del Tajo .....	48
20.- Sistemas de explotación considerados en el Plan Especial de Sequías .....	84
21.- Situación de los indicadores seleccionados .....	86
22.- Ejemplo de acumulación de resultados de probabilidad de excedencia del déficit en distintos horizontes temporales .....	110
23.- Ejemplo de resultados del análisis de un grupo de demandas de riego en el mes de abril .....	111
24.- Gráfico mensual de riesgos en el sistema de Riesgos del Henares.....	113
25.- Gráfico de definición de umbrales de indicadores de sequía en el Sistema de Riegos del Tajuña... ..	119
26.- Sistemas Mancomunados con más de 20.000 habitantes .....	137

**ÍNDICE DE TABLAS**

	<b><u>Página</u></b>
1.- OBJETIVOS DEL P.E.S. ....	10
2.- VALORES MEDIOS ANUALES POR ZONAS DE LAS PRINCIPALES VARIABLES HIDROLÓGICAS (1.940-2.000) .....	20
3.- CAUCES PRINCIPALES DE LA CUENCA .....	21
4.- PRINCIPALES PRESAS DE LA CUENCA .....	22
5.- DISTRIBUCIÓN DE LOS RECURSOS SUBTERRÁNEOS NATURALES POR ZONAS Y UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS .....	25
6.- POBLACIÓN SUMINISTRADA MEDIANTE SISTEMAS MANCOMUNADOS .....	29
7.- PRINCIPALES SISTEMAS MANCOMUNADOS DE LA CUENCA .....	29
8.- SISTEMAS MANCOMUNADOS CON MÁS DE 20.000 HABITANTES .....	31
9.- ZONAS REGABLES DE INICIATIVA PÚBLICA .....	33
10.- CARACTERÍSTICAS DE LOS REGADÍOS DE INICIATIVA PRIVADA EN LA CUENCA .....	34
11.- CARACTERÍSTICAS DE LAS CENTRALES TÉRMICAS DE LA CUENCA .....	35
12.- PRINCIPALES CENTRALES HIDROELÉCTRICAS DE LA CUENCA .....	36
13.- ZONAS HIDROLÓGICAS DE LA CUENCA .....	40
14.- CICLOS SECOS HISTÓRICOS (1940-2000) .....	42
15.- PRINCIPALES CICLOS SECOS Y HÚMEDOS EN LA CUENCA .....	42
16.- VALORES DEL ÍNDICE SPI .....	44
17.- AÑOS SECOS POR ZONAS HIDROLÓGICAS .....	46
18.- CICLOS SECOS HISTÓRICOS (1940-2000) .....	49
19.- PRINCIPALES CICLOS SECOS EN LA CUENCA .....	49
20.- AÑOS SECOS POR ZONAS HIDROLÓGICAS .....	51
21.- VALORES DE PRECIPITACIONES Y APORTACIONES ANUALES EN LA CUENCA DEL TAJO (SEQUÍA 1943/44 Y 1944/45) .....	54
22.- VALORES DE PRECIPITACIONES Y APORTACIONES ANUALES EN LA CUENCA DEL TAJO (SEQUÍA 1.979-80 A 1.982-83) .....	55
23.- VALORES DE PRECIPITACIONES Y APORTACIONES ANUALES EN LA CUENCA DEL TAJO (SEQUÍA 1.990-91 A 1.994-95) .....	56
24.- PRECIPITACIÓN EN LA CUENCA DEL TAJO EN EL AÑO 2004-2005 (MM) .....	60
25.- EVOLUCIÓN DE VOLÚMENES EMBALSADOS EN LA CUENCA EN EL AÑO 2.004-05 (hm <sup>3</sup> ) .....	61
26.- EVOLUCIÓN DE VOLÚMENES EMBALSADOS EN LA CUENCA EN EL AÑO 2.005-06 (hm <sup>3</sup> ) .....	62
27.- PRODUCCIÓN FINAL AGRARIA (€ DE 2005/ha) .....	69
28.- VALOR DE LA PRODUCCIÓN POR hm <sup>3</sup> SUMINISTRADO .....	70
29.- RELACIÓN DE INFRAESTRUCTURAS DE SEQUÍA EN LA CUENCA DEL TAJO .....	78
30.- RELACIÓN DE INDICADORES SELECCIONADOS .....	87
31.- SERIES HISTÓRICAS DE LOS INDICADORES .....	88
32.- VALORES CARACTERÍSTICOS DE LAS SERIES DE LOS INDICADORES .....	91
33.- CAUDALES ECOLÓGICOS QUE PODRÁN REDUCIRSE EN FASE DE EMERGENCIA .....	103
34.- SISTEMAS Y GRUPOS DE DEMANDA ANALIZADOS .....	112
35.- SISTEMAS Y GRUPOS DE DEMANDA CONSIDERADOS PARA LA DEFINICIÓN DE UMBRALES .....	118
36.- PROGRAMA DE MEDIDAS GENERALES .....	120
37.- INDICADORES DEL ÁMBITO OPERATIVO .....	131
38.- INDICADORES DE ALERTA .....	133
39.- SISTEMAS MANCOMUNADOS CON MÁS DE 20.000 HABITANTES .....	136

## 1.- INTRODUCCIÓN

### 1.1.- Antecedentes y fundamento legal del Plan

La Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional dedica su artículo 27 a la gestión de sequías, donde se dice textualmente lo siguiente:

*1. 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.*

*2. Los Organismos de cuenca elaborarán en los ámbitos de los Planes Hidrológicos de cuenca correspondientes, en el plazo máximo de 2 años desde la entrada en vigor de la presente Ley, planes especiales de actuación en situaciones de alerta y eventual sequía, incluyendo las reglas de explotación de los sistemas y las medidas a aplicar en relación con el uso del dominio público hidráulico. Los citados planes, previo informe del Consejo del Agua de cada cuenca, se remitirán al Ministerio de Medio Ambiente para su aprobación.*

*3. Las Administraciones públicas responsables de sistemas de abastecimiento urbano que atiendan, singular o mancomunadamente, a una población igual o superior a 20.000 habitantes deberán disponer de un Plan de Emergencia ante situaciones de sequía. Dichos Planes, que serán informados por el Organismo de cuenca o Administración hidráulica correspondiente, deberán tener en cuenta las reglas y medidas previstas en los Planes especiales a que se refiere el apartado 2, y deberán encontrarse operativos en el plazo máximo de 4 años.*

*4. Las medidas previstas en los apartados 1 y 2 del presente artículo podrán ser adoptadas por la Administración hidráulica de la Comunidad Autónoma, en el caso de cuencas intracomunitarias.*

Esta normativa establece pues a los Organismos de cuenca la obligación de elaborar Planes Especiales de actuación en situaciones de alerta y eventual sequía en el ámbito de sus marcos territoriales. Estos planes deben de ser aprobados por el Ministerio de Medio Ambiente, previo paso por el Consejo del Agua de la cuenca.

En consecuencia, la Dirección General del Agua del Ministerio de Medio Ambiente convocó en marzo de 2.005 el concurso de Asistencia Técnica para la “*Elaboración de un Plan Estratégico de Gestión de Sequías en la Cuenca Hidrográfica del Tajo*”.

Por otro lado, en julio de ese año y ante la situación de sequía existente, la Oficina de Planificación Hidrológica de la C.H.T. redactó el “*Protocolo de actuación en sequías en la cuenca del Tajo*”. En este documento se definían, 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. Esta definición se llevó a cabo mediante la realización de un estudio de los sistemas mediante balances mensuales simplificados. Los umbrales de las fases de sequía se obtuvieron a partir de la elaboración de sequías patrón deducidas de las series

históricas de aportaciones mensuales definidas en el Plan Hidrológico de la cuenca del Tajo. Finalmente se establecieron para cada sistema de explotación unas reglas y medidas sencillas a partir de la experiencia obtenida durante la última sequía, de 1990-1995.

Finalmente en el año 2.006 la Dirección General del Agua del Ministerio de Medio Ambiente ha redactado la “*Guía para la redacción de planes especiales de Actuación en situación de alerta y eventual sequía*”, con el objeto de establecer unos criterios de coordinación sobre el alcance, contenido y desarrollo metodológico para la redacción de los Planes Especiales de actuación en situación de alerta o sequía y de los Planes de Emergencia para poblaciones de mas de 20.000 habitantes previstos en el artículo 27 de la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional.

En consecuencia, se redacta el presente Plan Especial de Sequías en el que se desarrollan todos los estudios técnicos necesarios para justificar de manera solvente el documento que se propone para su aprobación al Consejo del Agua y al Ministerio de Medio Ambiente. La entidad promotora del Plan es la Confederación Hidrográfica del Tajo, organismo autónomo dependiente del Ministerio de Medio Ambiente. El ámbito territorial del mismo se extiende a la cuenca hidrográfica española del río Tajo.

## **1.2.- Alcance y contenido del Plan**

La sequía es un fenómeno extremo hidrológico que puede definirse como una disminución coyuntural significativa de los recursos hídricos durante un período suficientemente prolongado y afectando a áreas extensas. A diferencia de las avenidas, tiene un carácter lento y progresivo de tal manera que, cuando se manifiesta de manera evidente, ya se está de lleno en ella; esto hace que, normalmente, no se busquen las causas y remedios a la sequía hasta que una zona se halle en esta situación, lo que conlleva que las medidas sean bastante poco eficientes.

Se trata de un fenómeno poco estudiado. Los datos disponibles sobre sequías y, en especial, sobre sus efectos sobre el medio ambiente y la economía, suelen ser escasos, con independencia de que se admita de forma unánime la gravedad de los mismos. A este respecto, cabe señalar que, en los últimos decenios, a pesar de las muchas actuaciones realizadas, se sigue asistiendo a períodos de sequía con frecuencia y efectos no aceptables por una sociedad del bienestar cada vez mas exigente, lo que lleva a reflexionar sobre si existe una situación de sequía coyuntural o se produce un cierto grado de inadecuación estructural entre los subsistemas de oferta y demanda de recursos hídricos. La sequía afecta, además de a la satisfacción de demandas de riego y abastecimiento, a los cursos naturales de agua y a las zonas húmedas. Los años de sequía acusada pueden producir grandes alteraciones en el medio ambiente que, a pesar de su carácter excepcional, deben ser afrontadas para mitigar este tipo de efectos desfavorables.

Para evitar que, en el futuro, las posibles situaciones de escasez de lluvias den lugar a sucesos de sequía con afecciones importantes a los usos existentes, debe disponerse de herramientas capaces de detectar la presentación de estos fenómenos, de tal manera que puedan tomarse

medidas al respecto, antes de que la situación se agudice. Esa es la misión de un sistema de gestión de sequías.

Como ejemplo de la importancia que tiene la consideración de las sequías en la gestión de las aguas, conviene mencionar como la Directiva Marco del Agua promueve un uso sostenible de las aguas, basado en la protección a largo plazo de los recursos disponibles, que sirva para paliar los efectos de las sequías.

A pesar de la elevada incertidumbre actual en la evaluación de los factores causantes de la sequía y la dificultad de predecir los eventos de sequía, existen sin embargo medios y métodos para luchar contra los daños que ésta produce, entre los que cabe mencionar: el establecimiento de distintos tipos de indicadores que detecten niveles de sequía; los métodos de prevención, orientados al suministro, a la demanda o a la minimización de los impactos; los instrumentos de reducción de daños, como la mejora de los suelos o los cambios en los cultivos buscando variedades más tolerantes a las sequías; la consciencia del riesgo, lo que conlleva la determinación de niveles tolerables y grados de pérdidas; la organización y coordinación de los agentes implicados; o la cooperación internacional.

Así pues, en línea con estos principios, el objetivo básico del Plan Especial de Sequías es la articulación de las medidas de control, evaluación de riesgos, organización de la toma de decisiones e implantación de medidas mitigadoras necesarias para minimizar la frecuencia e intensidad de las situaciones de escasez de recursos, así como reducir los efectos ambientales y socioeconómicos de estas situaciones extremas. Respecto de las afecciones al medio ambiente existen en la actualidad lagunas de información respecto de algunos temas, como la dependencia hídrica de hábitats y especies de zonas de protección ambiental asociadas al medio hídrico, que deberán de ser subsanadas en futuras revisiones del Plan.

En el presente Plan Especial de Sequía se tratan de resolver tres cuestiones fundamentales:

- ¿cuándo actuar?
- ¿cómo actuar?
- ¿quiénes son los responsables de la gestión?

La decisión de cuándo actuar es de gran importancia, pues si el objetivo del Plan es mitigar los efectos de las futuras sequías, no cabe duda que anticiparse a ellas es el modo más eficiente de amortiguarlas.

Respecto al cómo actuar, el Plan establece la secuencia de activación de las medidas de mitigación, según el estado en el que se encuentren los recursos en la cuenca y las previsiones sobre su evolución.

Por otra parte, es necesario atribuir responsabilidades de acción, es decir, quienes han de ser los responsables de implantación y seguimiento de tales medidas, para garantizar su adopción y la coordinación entre instituciones y entidades públicas o privadas vinculadas al problema.

Desde el punto de vista operativo, el Plan de sequía se basa en:

- a) Indicadores que permitan poner de manifiesto la situación de sequía con anticipación suficiente para actuar según las previsiones del Plan.
- b) Conocimiento del sistema de recursos y la capacidad de sus elementos para ser forzados en situación de escasez.
- c) Conocimiento del sistema de demandas y de su vulnerabilidad frente a la sequía, ordenado por grados de prioridad.
- d) Alternativas para reducir el impacto de la sequía, de carácter estructural y no estructural (operativas, administrativas, fiscales, de comunicación...).
- e) Dotación de medios económico-financieros para su implantación.
- f) Adecuación de la estructura administrativa para su seguimiento y coordinación entre las distintas administraciones implicadas.
- g) Plan de información pública y a los responsables de los sistemas de abastecimiento.
- h) Sistema de seguimiento de la aplicación y efectos de las medidas del Plan Especial de Sequías.

Así pues, el objeto fundamental de los trabajos a desarrollar es el diseño de un sistema de gestión de sequías que analice el estado del subsistema de oferta de las principales zonas de demanda del ámbito territorial de la cuenca, proponiendo las posibles actuaciones a realizar en cada caso para evitar o mitigar efectos adversos.

En el presente Plan Especial 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 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
<b>SITUACIÓN DE NORMALIDAD</b> Umbral de Prealerta	
<b>SITUACIÓN DE PREALERTA</b> Umbral de Alerta	Prevención Aumento del control y vigilancia Gestión de la demanda
<b>SITUACIÓN DE ALERTA</b> Umbral de Emergencia	Movilización de recursos complementarios Conservación y vigilancia del recurso Gestión de la demanda
<b>SITUACIÓN DE EMERGENCIA</b>	Movilización de recursos extraordinarios Imposición de restricciones Gestión de la demanda

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

### 1.3.- Marco Normativo

#### Normas del Plan Hidrológico del Tajo

El Artículo 42 de las Normas del Plan Hidrológico de la Cuenca del Tajo está dedicado a las sequías; en él se establece una serie de criterios a seguir en este tipo de situaciones, destacando los siguientes:

- a efectos de planificación, se contempla únicamente la sequía hidrológica
- se prevé el establecimiento de unos niveles de alarma para la predicción de sequías definidos por parámetros como los volúmenes almacenados en los embalses, reserva nival o niveles piezométricos
- es necesario definir estrategias de explotación ante la probabilidad de que pueda presentarse una situación de sequía, en las que se contemplarán, si es preciso, limitaciones a los usos y consumos

- los estudios de actuaciones durante las sequías deberán analizar los efectos de medidas como la intensificación de la vigilancia, sanciones y medidas estructurales provisionales como la sobreexplotación de acuíferos, usos de aguas de peor calidad, etc.
- en la demanda urbana se debe distinguir los suministros domiciliarios del resto y, dentro del resto, deben separarse las pérdidas en la red de los riegos de parques y jardines o baldeo de calles
- en regadíos debe realizarse la distinción entre riego de arbolado o leñosos de lo que es riego de herbáceos, hortalizas u otros productos de temporada. Dentro de la demanda de leñosos se debe diferenciar la necesaria para no perder los árboles de la que repercute en una reducción de la producción.

Por otro lado, las Normas del Plan establecen unos criterios de garantía dependiendo del tipo de demanda, abastecimiento o regadío, que se definen en los artículos 8 y 9, respectivamente. En el caso de los abastecimientos se considera un fraccionamiento de la demanda en dos tramos, correspondiendo el primer tramo el 95% de la demanda total y el 5% restante al segundo tramo.

Se considera satisfecha la demanda urbana, a los efectos de planificación, cuando:

- a) El primer tramo no presenta ningún fallo.
- b) El segundo tramo presenta como máximo los siguientes fallos:
  - 100% en un año (equivale al 5% de la demanda total)
  - 200% en dos años (equivale al 10% de la demanda total)
  - 350% en diez años (equivale al 17,5% de la demanda total).

Para prevenir situaciones de sequía, la reserva dispuesta en los embalses del sistema durante la simulación de su explotación, debe de ser superior a un volumen equivalente a la demanda de al menos seis (6) meses.

En el caso de los regadíos abastecidos por recursos regulados se considera satisfecha la demanda agraria, a efectos de planificación, cuando:

- El déficit de un año sea inferior al 20 % de la correspondiente demanda.
- En dos años consecutivos, la suma de los déficits sea inferior al 30 % de la demanda anual.
- En diez años consecutivos, la suma de los déficits sea inferior al 40 % de la demanda anual.

### Legislación nacional

A nivel nacional ya se ha comentado más arriba el artículo 27 de la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional, dedicado a la gestión de sequías.

Por otro lado, el Texto Refundido de la Ley de Aguas, en su redacción dada por la Ley 62/2003, faculta en su artículo 55 a los Organismos de Cuenca para fijar el régimen de explotación de los embalses y de los acuíferos subterráneos, cuando así lo exija la disponibilidad del recurso. La utilización coordinada de los aprovechamientos existentes deberá adaptarse al régimen así establecido. Igualmente, los Organismos de Cuenca podrán fijar el régimen de explotación conjunta de las aguas superficiales y de los acuíferos subterráneos. El uso del dominio público hidráulico podrá igualmente ser condicionado o limitado para garantizar su explotación racional. Cuando por ello se ocasione una modificación de caudales que genere perjuicios a unos aprovechamientos en favor de otros, los titulares beneficiados deberán satisfacer la oportuna indemnización, correspondiendo al organismo de cuenca, en defecto de acuerdo entre las partes, la determinación de su cuantía.

De igual modo, el artículo 58 de la citada Ley permite la adopción de medidas, en circunstancias de sequías extraordinarias, en relación con la utilización del dominio público hidráulico, aun cuando hubiese sido objeto de concesión. Estas medidas se deben adoptar mediante Decreto acordado en Consejo de Ministros, y una vez oído el Organismo de Cuenca.

La aprobación de dichas medidas llevará implícita la declaración de utilidad pública de las obras, sondeos y estudios necesarios para desarrollarlos, a efectos de la ocupación temporal y expropiación forzosa de bienes y derechos, así como la de urgente necesidad de la ocupación.

Desde el punto de vista medioambiental es obligada la referencia a la Ley 9/2006, de 28 de Abril, que incorpora al Derecho español la Directiva 2001/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, relativa a la evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente. Este tema se trata en detalle en el siguiente apartado.

#### Legislación comunitaria. Directiva Marco del Agua

La Directiva 2000/60/CE por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas (en adelante Directiva Marco), tiene como objetivo principal la protección y conservación de las aguas. Su transposición al Derecho español se ha realizado a través de la modificación del Texto Refundido de la Ley de Aguas realizada por el artículo 129 de la Ley 62/2003, de 30 de diciembre. Esta política, en la que debe integrarse el Plan de Sequías, otorga mayor peso a la integración de la planificación hidrológica con otras figuras de protección ambiental, especialmente las figuras de espacios naturales protegidos y considera prioritario el establecimiento de procesos de participación e información públicos de los planes durante las distintas fases de su desarrollo.

El Artículo 4 de la Directiva Marco aborda los objetivos medioambientales y su punto 6 se dedica al cumplimiento de estos objetivos en situaciones excepcionales, entre las que se encuentra la sequía. Seguidamente se transcribe el contenido del Artículo 4.6 de la Directiva Marco:

*“El deterioro temporal del estado de las masas de agua no constituirá infracción de las disposiciones de la presente Directiva si se debe a causas naturales o de fuerza mayor que sean excepcionales o no hayan podido preverse razonablemente, en particular graves inundaciones y sequías prolongadas, o al resultado de circunstancias derivadas*

*de accidentes que no hayan podido preverse razonablemente cuando se cumplan todas las condiciones siguientes:*

*a) que se adopten todas las medidas factibles para impedir que siga deteriorándose ese estado y para no poner en peligro el logro de los objetivos de la presente Directiva en otras masas de agua no afectadas por esas circunstancias;*

*b) que en el plan hidrológico de cuenca se especifiquen las condiciones en virtud de las cuales pueden declararse dichas circunstancias como racionalmente imprevistas o excepcionales, incluyendo la adopción de los indicadores adecuados;*

*c) que las medidas que deban adoptarse en dichas circunstancias excepcionales se incluyan en el programa de medidas y no pongan en peligro la recuperación de la calidad de la masa de agua una vez que hayan cesado las circunstancias;*

*d) que los efectos de las circunstancias que sean excepcionales o que no hayan podido preverse razonablemente se revisen anualmente y, teniendo en cuenta las razones establecidas en la letra a) del apartado 4, se adopten, tan pronto como sea razonablemente posible, todas las medidas factibles para devolver la masa de agua a su estado anterior a los efectos de dichas circunstancias; y*

*e) que en la siguiente actualización del plan hidrológico de cuenca se incluya un resumen de los efectos producidos por esas circunstancias y de las medidas que se hayan adoptado o se hayan de adoptar de conformidad con las letras a) y d).”*

#### **1.4.- Evaluación Ambiental Estratégica**

La entrada en vigor de la Ley 9/2006, de 28 de abril, conlleva la realización de un proceso de evaluación ambiental estratégica de los planes y programas que elaboren y aprueben las distintas Administraciones públicas, como es el caso del presente Plan Especial de Sequías. La Evaluación Ambiental Estratégica (E.A.E.) un instrumento de prevención para integrar los aspectos ambientales en la toma de decisiones de planes y programas públicos que puedan tener efectos significativos sobre el medio ambiente, bien directamente a través de sus propias determinaciones, bien porque establezcan el marco para la futura autorización de proyectos legalmente sometidos a evaluación de impacto ambiental.

La E.A.E. debe efectuarse en paralelo a la propia elaboración del Plan, de forma interactiva a lo largo de todo su proceso de desarrollo y toma de decisiones. El proceso de la E.A.E. llevado a cabo para el Plan Especial de Sequías de la cuenca del Tajo se ha concretado en las siguientes actuaciones:

- En marzo de 2.006, el Órgano Promotor del Plan – en este caso, la Confederación Hidrográfica del Tajo - redactó el Documento Inicial (D.I.), que acompañaba a la comunicación del inicio de la planificación al Órgano Ambiental Competente – la Dirección General de Calidad y Evaluación Ambiental del Ministerio de Medio Ambiente (MIMA) –.
- El Órgano Ambiental elaboró en julio de 2.006 el Documento de Referencia (D.R.).

- En noviembre de 2.006, coincidiendo con la versión preliminar del PES, el Órgano Promotor redactó el Informe de Sostenibilidad Ambiental (ISA), de acuerdo con las directrices marcadas por el Órgano Ambiental en el D.R.
- Consulta pública del PES e ISA, según lo establecido en el artículo 10 de la Ley 9/2006, que tuvo lugar desde el día 13 de noviembre de 2006 hasta el 15 de enero del 2007, período durante el cual se recibieron diversas observaciones y alegaciones.
- En febrero de 2.007, el Órgano Promotor remitió al Ministerio de Medio Ambiente un Documento de síntesis general sobre las alegaciones (artículo 21 de la Ley 9/2006), en el que se justificaba cómo se habían tomado en consideración. Ese mismo mes los órganos promotor y ambiental redactaron conjuntamente la Memoria Ambiental prevista en el artículo 12 de la Ley, en la que se evaluaba el resultado de las consultas realizadas y se analizaba la previsión de los impactos significativos de la aplicación del Plan. La Memoria Ambiental contenía además las determinaciones finales que debían incorporarse a la propuesta del Plan.

### 1.5.- Objetivos del Plan

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, el *objetivo general* del Presente Plan Especial es minimizar los aspectos ambientales, económicos y sociales de eventuales situaciones de sequía.

Este objetivo general se persigue a través de los siguientes *objetivos específicos*, todos ellos en el marco de un desarrollo sostenible:

- Garantizar la disponibilidad de agua requerida para asegurar la salud y la vida de la población.
- Evitar o minimizar los efectos negativos de la sequía sobre el estado ecológico de las masas de agua, en especial sobre el régimen de caudales ecológicos, evitando, en todo caso, efectos permanentes sobre el mismo, de acuerdo con lo previsto en el artículo 4.6 de la Directiva Marco del Agua.
- Minimizar los efectos negativos sobre el abastecimiento urbano.
- Minimizar los efectos negativos sobre las actividades económicas, según la priorización de usos establecidos en la legislación de aguas y en los planes hidrológicos y las estratégicas sectoriales y de ordenación territorial.

A su vez para alcanzar los objetivos específicos se plantean los siguientes *objetivos instrumentales u operativos*:

- Definir mecanismos para la previsión y detección de la presentación de situaciones de sequía.
- Fijar umbrales para la determinación del agravamiento de las situaciones de sequía (fases de gravedad progresiva).

- Definir las medidas para conseguir los objetivos específicos en cada fase de las situaciones de sequía.
- Asegurar la transparencia y participación pública en el desarrollo de los planes.

Esta jerarquía de objetivos se resume en la siguiente tabla:

<b>TABLA 1.- OBJETIVOS DEL P.E.S.</b>	
<b>Tipos</b>	<b>Descripción</b>
General	Minimizar los impactos ambientales, económicos y sociales de las situaciones de sequía
Específicos	Garantizar la disponibilidad de agua requerida para asegurar la salud y la vida de la población
	Evitar o minimizar los efectos negativos de las sequías sobre el estado ecológico de las masas de agua, en especial sobre el régimen de caudales ecológicos, evitando, en todo caso, efectos negativos permanentes sobre dicho estado.
	Minimizar los efectos negativos sobre el abastecimiento urbano.
	Minimizar los efectos negativos sobre las actividades económicas, según la priorización de usos establecidos en la legislación de aguas y en los planes hidrológicos.
Instrumentales	Definir mecanismos para la previsión y detección de situaciones de sequía
	Fijar umbrales de fases de gravedad progresiva de las sequías
	Definir medidas para conseguir los objetivos específicos en cada fase de sequía
	Asegurar la transparencia y participación pública en la elaboración y aplicación de los Planes

## 2.- RASGOS CARACTERÍSTICOS DE LA CUENCA Y ELEMENTOS PARA EL DIAGNÓSTICO AMBIENTAL

### 2.1.- Ámbito y extensión

El río Tajo es el más largo de la península, con una longitud de 1.092 km y el tercero tanto en superficie total como en aportaciones después del Ebro y el Duero.

La cuenca hidrográfica del Tajo se encuentra situada entre España y Portugal, ocupando una superficie total de 83.678 km<sup>2</sup>, de los cuales 55.870 km<sup>2</sup> se encuentran dentro del territorio español, lo que representa un 66,77% de la superficie total de la cuenca.

En este apartado nos referiremos a la cuenca hidrográfica del Tajo dentro del territorio español.

La cuenca hidrográfica del Tajo pertenece a la serie de grandes cuencas de la Meseta que, al Sur de la Cordillera Cantábrica, definen un drenaje general hacia el Atlántico como consecuencia del basculamiento del núcleo central de la Península hacia el oeste. La cuenca se organiza según una superficie alargada, que se orienta de oeste a este, enmarcada por distintas alineaciones montañosas. Posee unos límites naturales bien definidos que la separan de las cuencas del Duero, Ebro, Júcar y Guadiana, que son: la Cordillera Central (al Norte), la Ibérica (al Este) y los Montes de Toledo (al Sur).



Figura 2.- Situación de la Cuenca hidrográfica del Tajo

Se extiende por cinco Comunidades Autónomas: Madrid, Castilla La Mancha, Castilla y León, Extremadura y Aragón, que totalizan un total de 11 provincias. En los gráficos siguientes se representa la participación porcentual de las distintas comunidades autónomas (figura 2) y provincias (figura 3) tanto desde el punto de vista de población como de superficie.

Del análisis de los gráficos se deduce que la aportación de población de las autonomías de Aragón y Castilla y León son meramente testimoniales, concentrándose el mayor número de habitantes en la Comunidad de Madrid con un 82,5%, seguida de lejos por la Comunidad de

Castilla-La Mancha con un 9,6%. En cuanto a la superficie, el mayor porcentaje se encuentra en Castilla-La Mancha y Extremadura con 48,0% y un 30,1% respectivamente.

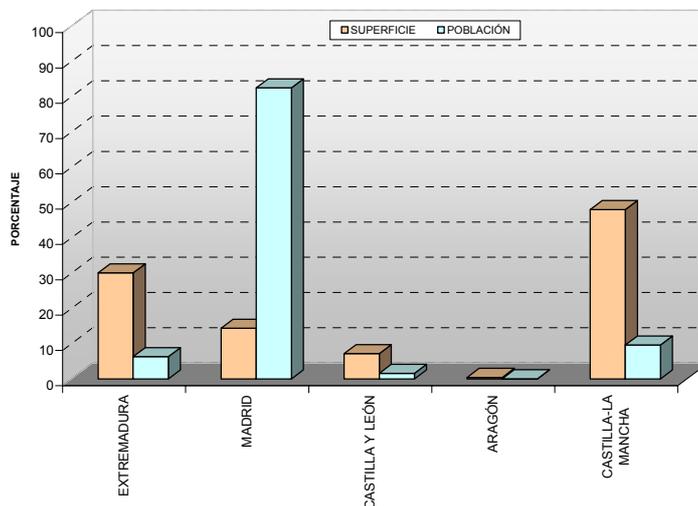


Figura 3.- Participación provincial en superficie y población

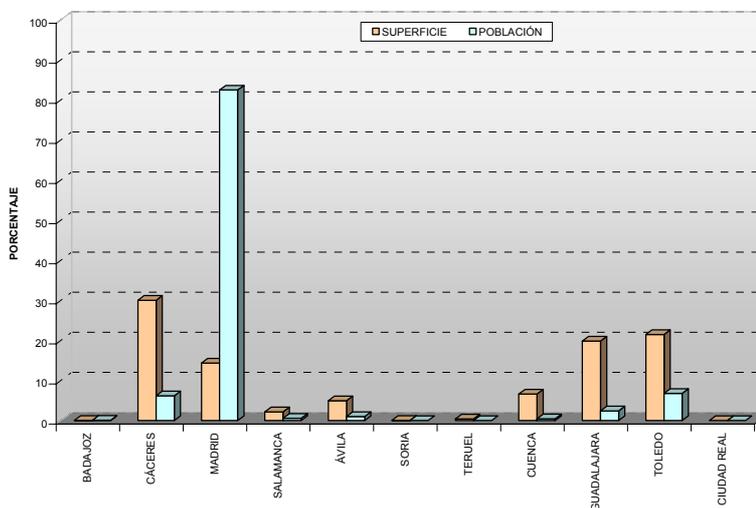


Figura 4.- Participación de las comunidades autónomas en superficie y población

## 2.2.- Características geológicas y fisiográficas

Las zonas montañosas de la cuenca hidrográfica del Tajo sólo alcanzan cotas elevadas en el Sistema Central (sierras de Béjar, Gredos y Guadarrama), donde se sobrepasan con relativa

frecuencia los 2.000 metros; en la Cordillera Ibérica solamente se sobrepasan los 1.800 metros en algunas cumbres de los Montes Universales, mientras que en los Montes de Toledo las cotas son sensiblemente más bajas.

Las altitudes de la depresión interior son bastante menores aunque muy variables, disminuyendo con cierta rapidez desde el extremo nordeste al borde occidental. Así, mientras en los llanos de la Alcarria las cotas están próximas a los 900 metros, en Aranjuez han descendido por debajo de los 500 metros, en Navalморal de la Mata a 300 metros y en las tierras del sur de Coria a poco más de 200 metros. Debido a esta característica algunos de los afluentes del sector medio del Tajo han capturado parte de la original cuenca del Duero, favorecidos por los mayores gradientes que determinan la diferencia altimétrica entre ambas fosas.

La cuenca hidrográfica del Tajo es una cuenca de tipo intracratónico originada mediante la reactivación, durante la Orogenia Alpina, de antiguas fracturas tardihercínicas. La mayor profundidad del zócalo corresponde al área inmediatamente en contacto con el Sistema Central, donde el sistema de fallas inversas que lo elevaron presenta un salto de 3.000 metros en Gredos y Guadarrama, desnivel que disminuye progresivamente hacia el noreste y suroeste. Por el sur, una falla, de salto menos importante, levanta los Montes de Toledo, y por el este el zócalo desciende bruscamente bajo la Sierra de Altamira, dejando una zona deprimida que pertenece ya a las zonas externas de la Cadena Ibérica. El zócalo de la cuenca está cuarteado por una tectónica de bloques con movimientos diferenciales que dan origen a cuatro subcuencas que son, de este a oeste, la Depresión intermedia entre las Serranía de Cuenca y la Sierra de Altamira, la Cuenca de Madrid, el Borde meridional de Guadarrama y Somosierra y la Cuenca occidental del Tajo. La deposición de materiales conglomeráticos se produjo como consecuencia de una fuerte erosión de las sierras circundantes a finales del Paleógeno.

La sedimentación miocena se realizaría bajo un régimen continental que en los bordes de la depresión originó la deposición de unas facies muy detríticas, mientras que en las zonas centrales se encuentran facies de régimen endorreico con grandes encharcamientos locales y cursos divagantes de agua.

A principios del Pontense se instaura una red fluvial bien definida, que dio lugar a los depósitos detríticos de la base del Pontense. Posteriormente se inició una sedimentación de tipo lacustre, con el depósito de las calizas de los Páramos.

Durante el Plioceno se originó un suave basculamiento hacia el Suroeste. Como consecuencia de estos movimientos diferenciales, se depositaron las rañas y, posiblemente, los niveles arcósicos, así como los caliches blanquecinos que coronan la serie.

Por lo que respecta a los borde de la cuenca, se debe considerar por un lado el Sistema Central y los Montes de Toledo, pertenecientes ambos a la zona Centro-Ibérica del Macizo Hespérico, y, por otro, a la Cordillera Ibérica, que constituye un orógeno alpino.

El Sistema Central está constituido en su mayor parte por materiales precámbricos y afloramiento cristalinos, aunque también existen algunos depósitos paleozoicos. A grandes

rasgos se puede dividir este Sistema en tres grandes dominios que corresponden a la zona occidental (ocupada en su mayor parte por materiales Precámbricos del Complejo sedimentario pelítico-grauváquico), y la zona oriental (en la que predominan los depósitos detríticos paleozoicos, aunque existe también un importante afloramiento precámbrico de formaciones porfíroides).

Los Montes de Toledo están constituidos por una potente serie Precámbrica sobre la que se apoya la serie paleozoica. También afloran algunos macizos cristalinos dispersos.

El Precámbrico presenta una unidad inferior, constituida por una alternancia rítmica de lutitas y grauvacas con intercalaciones de rocas básicas y ácidas y una unidad superior, mucho menos potente y en discordancia angular con la anterior, constituida por una base conglomerática con intercalaciones lutíticas cuya frecuencia aumenta hacia el techo pasando a lutitas predominantes. La serie paleozoica se apoya discordante sobre el Precámbrico y, aunque no adquiere gran desarrollo, se presenta bastante completa.

Por último, la Cordillera Ibérica, que constituye el límite oriental de la cuenca, constituye un aulacógeno desarrollado sobre un graben articulado por fallas tardihercínicas y situado entre la meseta y el macizo del Ebro. La formación de este graben tuvo lugar en el Triásico inferior dentro de un proceso de distensión generalizada. Los materiales en cubetas tectónicas sobre el zócalo hercínico y fueron plegados fundamentalmente en el Oligoceno por la orogenia alpina, dando origen a una cadena de doble vergencia. Los materiales mesozoicos presentan un Triásico en facies germánica, un Jurásico calcáreo margoso y un Cretácico detrítico en la base y carbonatado en los niveles superiores.

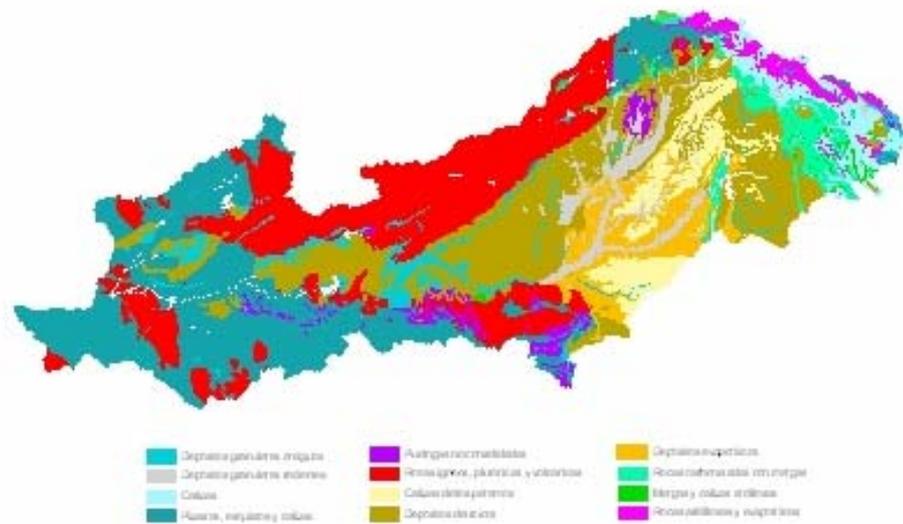


Figura 5.- Mapa geológico de cuenca hidrográfica del Tajo.

### **2.3.- Características climatológicas**

La cuenca hidrográfica del Tajo se encuentra en un área caracterizada por un clima mediterráneo marcadamente continental, con las particularidades comarcales lógicas creadas por la altitud, la latitud y la mayor o menor distancia al océano Atlántico.

En cuanto a las temperaturas el rasgo más característico es su variación estacional, con veranos secos y calurosos e inviernos fríos. Esta particularidad se debe al efecto del anticiclón de las Azores durante el periodo estival, y a la entrada de masas de aire frío oceánicas y continentales durante el invierno. Es de destacar que las zonas altas del Tajuña y del Tajo, junto con los páramos de Teruel, constituyen unos de los enclaves más fríos peninsulares. Desde el punto de vista termométrico se pueden diferenciar a grandes rasgos entre los núcleos montañosos de Guadarrama y Gredos, más fríos, donde se alcanzan unas temperaturas medias de entre 8 y 10° C y la depresión del Tajo, más cálida, donde se obtienen valores de temperatura media entre 13° C en la parte oriental y 17° C en la parte occidental.

La cuenca tiene una pluviometría media de 660 mm, distribuyéndose de manera estacional (con máximos en primavera y otoño) y con una marcada distribución en función de la altitud.

Desde el punto de vista pluviométrico el factor de la altitud resulta determinante, tal y como se puede ver en la figura 5. Los valores medios anuales más altos corresponden a los bordes montañosos occidentales, Sierras de Gredos y de la Peña de Francia, que constituyen las primeras barreras a los frentes húmedos atlánticos. Por el contrario, en la depresión central los niveles de pluviometría son bajos, dándose los valores mínimos en el entorno de la ciudad de Toledo. Esta situación conduce al desequilibrio general entre las áreas generadoras de recursos y las que los demandan.

Al analizar las características pluviométricas desde el punto de vista hidrográfico esta situación se hace patente. Así en función de los índices de pluviometría se pueden diferenciar las cuencas tributarias:

- Con valores altos: las cuencas de los ríos Tiétar, Alagón y Guadiela.
- Con valores medios: las cuencas de los ríos Alberche y Tajo.
- Con valores bajos: Las cuencas de los ríos Almonte, Jarama, Salor y Guadarrama.

Se observa que son precisamente las áreas más pobladas las que soportan menores valores de lluvia total.

Finalmente cabe destacar que los valles del Jerte y del Tiétar gozan de especiales microclimas, ya que están situados en la ladera sur de la Sierra de Gredos que los resguarda de los vientos del norte a la vez que proporciona altas pluviometrías.

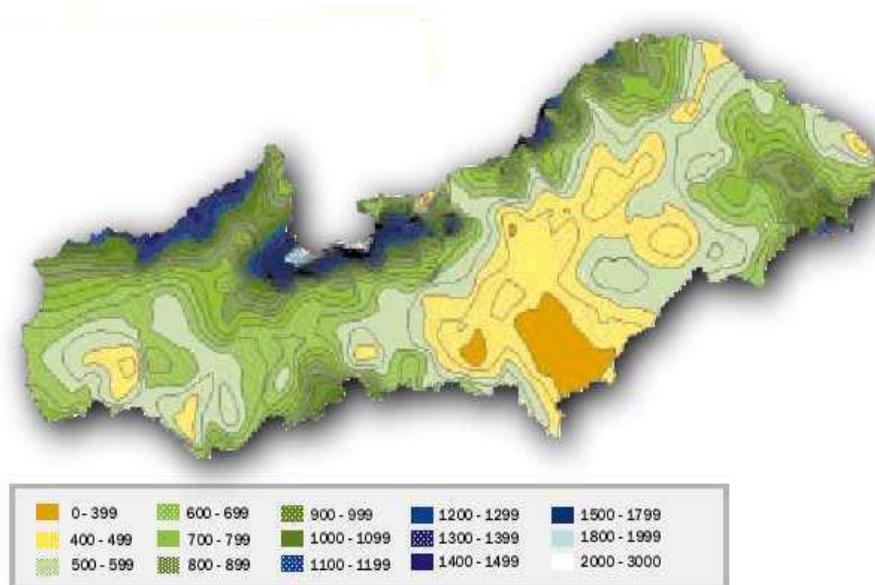


Figura 6.- Distribución de la precipitación media anual (mm) en la cuenca

#### 2.4.- Cubierta vegetal, escorrentía y erosión

En cuanto al tipo de vegetación presente en la cuenca cabe destacar que casi el 55% de la superficie corresponde a la masa forestal. De éste, el 48% corresponde a superficie arbolada en la que destaca el pinar, que representa el 33% aproximadamente, distribuyéndose en las laderas de pendiente media y acusada, mientras que en las partes bajas de la ladera y en el valle domina el encinar, al que se asocian el quejigo, el alcornoque y otras frondosas.

El 52% del área forestal está ocupada por pastos naturales, compuestos por matorral y vegetación herbácea.

Los cultivos, tanto de secano como de regadío, constituyen alrededor del 10% de la superficie de la cuenca.

La cobertura vegetal es importante desde el punto de vista de escorrentía. Así en terrenos forestales ésta representa el 1% de la precipitación, frente al 50% en tierras sin cultivar; en un término medio se encuentran los terrenos cultivados donde la escorrentía representa alrededor del 30%.

En estas condiciones el agua se convierte en el agente más importante de la erosión, arrancando y transportando una gran cantidad de suelo.

El desarrollo de los procesos erosivos se da especialmente en las cabeceras de los ríos, al conjugarse varios factores favorables como las pendientes acusadas, precipitaciones frecuentemente de carácter torrencial y un aumento de la vulnerabilidad del suelo como resultado de la actividad humana.

## 2.5.- Red fluvial y recursos hídricos superficiales

La red fluvial se distribuye influida por la disposición estructural del relieve. La zonificación hidrológica de la cuenca se ha reflejado en la figura siguiente:

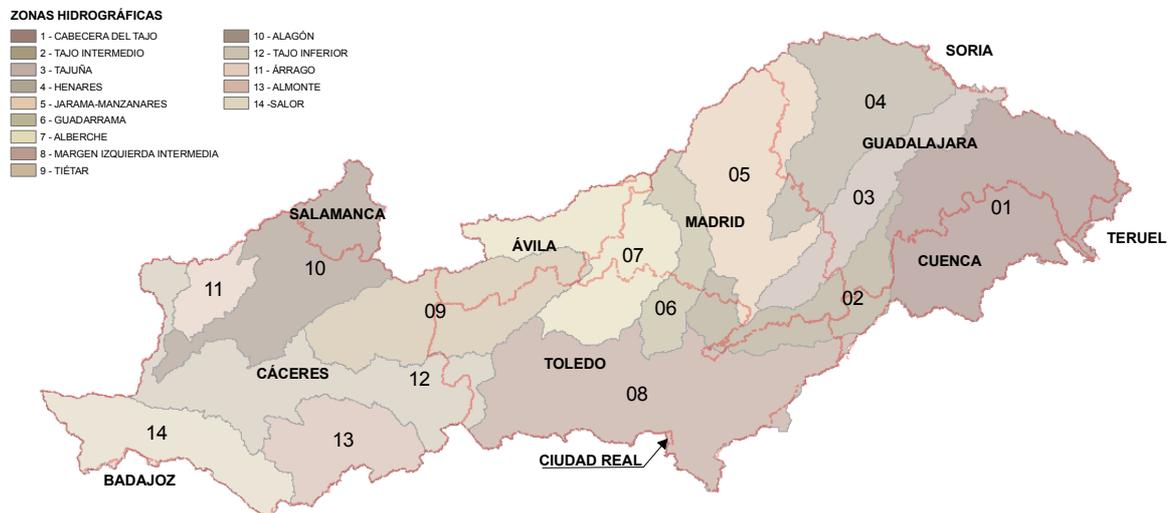


Figura 7.- Zonas hidrológicas de la cuenca

A continuación se realiza una descripción somera de cada zona, siguiendo el orden establecido en el Plan Hidrológico de Cuenca.

### Zona 1. Cabecera del Tajo.

Esta zona corresponde geográficamente a la cuenca del río Tajo comprendida entre su nacimiento hasta la presa de Bolarque, con una superficie total de 7.418 km<sup>2</sup>. Comprende, además de la citada para el tramo del río Tajo, la totalidad de las cuencas de los ríos Gallo, Guadiela, Cuervo y Escabas.

### Zona 2. Tajo Intermedio.

Se encuentra situada entre el embalse de Bolarque (límite de la zona 1) y la incorporación por la margen izquierda del arroyo Melgar o Martín Román. La superficie ocupada por esta zona es de 2.781 km<sup>2</sup> que corresponden a la cuenca del río Tajo entre los límites descritos anteriormente.

### Zona 3. Tajuña.

Está constituida por la cuenca completa del río Tajuña, es decir, desde su cabecera hasta su confluencia con el río Jarama, al que alcanza por su margen izquierda. La cuenca tiene forma alargada con eje el propio río Tajuña y una superficie de 2.608

km<sup>2</sup>. Debido a la escasa anchura de la cuenca y a su reducida pendiente media, la red de tributarios del río Tajuña no reviste excesiva importancia, exceptuando, si acaso, el río Ungría, que se incorpora al Tajuña por la margen derecha aproximadamente en el punto intermedio de la cuenca.

#### *Zona 4. Henares.*

Corresponde a la cuenca completa del río Henares, es decir, desde su cabecera hasta su confluencia con el río Jarama, al que alcanza por su margen izquierda. La forma de la cuenca es típicamente triangular con una superficie de 4.136 km<sup>2</sup> y una pendiente media del orden del 1,25%. Además del río Henares la red hidrográfica está compuesta, principalmente, por tres afluentes importantes, todos ellos por la margen derecha. Estos ríos son el Cañamares, el Bornova y el Sorbe que discurren de Norte a Sur prácticamente paralelos. Por la margen izquierda sólo es digno de mención el río Badiel, que se incorpora al Henares siete kilómetros aguas abajo de la confluencia de éste con el Sorbe.

#### *Zona 5.- Jarama-Manzanares.*

Comprende la cuenca del río Jarama, sin la del Henares y Tajuña que forman sendas zonas hidrológicas, ocupando una superficie de 4.802 km<sup>2</sup> hasta su desembocadura en el Tajo aguas abajo de Aranjuez. Comprende las cuencas de los ríos Lozoya, Guadalix y Manzanares, y Navacerrada.

#### *Zona 6. Guadarrama.*

Constituye la cuenca total del río Guadarrama, que discurre de norte a sur casi perpendicular a la cuenca del río Tajo, ocupando una extensión de 1.709 km<sup>2</sup>. Forman parte de esta zona las cuencas de los ríos Navalmedio, La Jarosa y Aulencia.

#### *Zona 7. Alberche.*

Abarca la cuenca completa del río Alberche desde su nacimiento hasta su confluencia con el río Tajo, 10 km aguas arriba de Talavera de la Reina. En planta la cuenca tiene una forma característica que recuerda una hoz, con una superficie de 4.109 km<sup>2</sup>. La red hidrográfica incluye, además del propio río Alberche, los ríos Cofio -con su afluente Becedas- y el Perales, tributarios por su margen izquierda. Aguas abajo de la confluencia del Alberche con el Perales, donde el Alberche presenta un brusco giro de 90° hacia el suroeste, no se encuentran afluentes de entidad significativa.

#### *Zona 8. Margen izquierda Intermedia.*

Corresponde a la margen izquierda del río Tajo desde el límite inferior de la zona 2, confluencia con el arroyo Martín Román, y el embalse de Azután, ocupando una

extensión de 7.590 km<sup>2</sup>. Como afluentes cabe destacar los ríos, Carpio, Arroyo Martín Román, Algodor, Guazalete, Guajaraz, Torcón, Cedeña, Pusa y Gévalo.

#### *Zona 9. Tiétar.*

La extensión esta zona abarca la cuenca hidrográfica del río Tiétar desde su nacimiento hasta la presa de Torrejón-Tiétar, situada apenas 2 km aguas arriba de la confluencia de los ríos Tiétar y Tajo. El río Tiétar tiene una longitud total de 170 km y está alimentado por una cuenca que supera ligeramente los 4.459 km<sup>2</sup>. La red hidrográfica incluye además el río Guadyerbas, el afluente más importante donde se sitúa la presa de Navalcán, el arroyo Alcañizo y el río Santa María, afluentes todos ellos por su margen izquierda. Por la margen derecha del Tiétar se incorporan además de las aportaciones del río Pajarero los caudales procedentes de numerosas gargantas entre las que hay que destacar las de Alardos, Minchones, Cuartos y Jaranda o Caraba. Por estos cauces se suman al Tiétar las aportaciones de la ladera Sur de la Sierra de Gredos.

#### *Zona 10. Alagón.*

Está constituida por la cuenca completa del río Alagón desde su cabecera hasta su desembocadura en el embalse de Alcántara en el río Tajo, no considerando la cuenca del río Árrago que, por su entidad, configura una zona independiente. El río Alagón tiene una longitud total de 200 km y está alimentado por una cuenca de 5.425 km<sup>2</sup> de los que 1.020 km<sup>2</sup> corresponden a la cuenca del Arrago. La red hidrográfica incluye entre los ríos con mayor importancia, además del propio río Alagón, los ríos Jerte, Ambroz, Francia, Palomero, Pilonés, Grande, Cuerpo de Hombre, Fuensanta y Baños.

#### *Zona 11. Árrago.*

La extensión de esta zona corresponde a la cuenca total del río Árrago. Éste tiene una longitud total de 71 km y está alimentado por una cuenca de 1.020 km<sup>2</sup>, de los que 451 corresponden a la cuenca de su mayor afluente: el Rivera de Gata. La red hidrográfica está compuesta por los ejes principales constituidos por los ríos Arrago y Rivera de Gata. Este río, afluente por la margen derecha del Árrago, cuenta con el río Guadancil y el arroyo Tinaja como principales afluentes, ambos por la margen derecha. Aparte del río Rivera de Gata, el tributario más importante del río Árrago es el río Tralgas que le llega por la margen izquierda.

#### *Zona 12. Tajo Inferior.*

Corresponde a la cuenca del río Tajo desde el embalse de Azután y la confluencia con el río Salor, con una superficie de 5.949 km<sup>2</sup>. A parte del río Tajo configuran la red fluvial de esta zona los ríos Arrocampo, Rivera Fresnedosa, Erjas, Ibor, Talaván y Jartín.

*Zona 13. Almonte.*

Ocupa una superficie de 2.463 km<sup>2</sup>, que corresponde a la cuenca del río Almonte. Además del mencionado, se encuentran dentro de esta zona los ríos Tozo, Magasca, Tamuja, Guadiloba y Valdearcornoque.

*Zona 14. Salor.*

Configuran esta zona las cuencas de los ríos Salor y la cuenca española del río Tajo entre éste y el embalse del Cedillo (frontera con Portugal), ocupando una extensión de 5.492 km<sup>2</sup>, de los cuales 2.123 km<sup>2</sup> corresponden al río Salor.

En la siguiente tabla se han consignado los valores medios anuales en la zona de las principales variables hidrológicas (precipitación, evapotranspiración potencial y aportación), referidas al período 1.939-40 a 1.999-00<sup>1</sup>:

<b>TABLA 2.- VALORES MEDIOS ANUALES POR ZONAS DE LAS PRINCIPALES VARIABLES HIDROLÓGICAS (1.940-2.000)</b>			
<b>ZONA</b>	<b>Precipitación (mm)</b>	<b>ETP (mm)</b>	<b>Aportación (hm<sup>3</sup>)</b>
Cabecera del Tajo	649,34	632,57	1.191
Tajo intermedio	470,27	753,40	118
Tajuña	534,72	679,47	132
Henares	584,38	675,79	518
Jarama-Manzanares	639,96	688,43	992
Guadarrama	531,39	738,45	162
Alberche	667,99	757,68	823
Margen izquierda int.	461,06	763,68	537
Tiétar	1012,01	797,19	2.155
Alagón	941,52	787,47	1.996
Árrago	948,62	783,86	430
Tajo Inferior	660,52	818,14	1.329
Almonte	635,26	778,85	501
Salor	569,91	753,18	1.105
<b>Total cuenca</b>	<b>651,72</b>	<b>740,68</b>	<b>11.990</b>

De los datos cabe señalar que las zona 9 (Tiétar) y la zona 10 (Alagón) son las que más aportan a la cuenca, con un 18% y 16% de aportación respectivamente, le siguen en aportación las zonas 12 (Tajo Inferior) con un 11% y la zona 1 (Cabecera del Tajo) con un 10% de aportación. En la figura siguiente se indican los porcentajes de aportación para cada zona.

<sup>1</sup> Obtenidas del documento de Seguimiento y Revisión del Plan Hidrológico de la cuenca del Tajo.

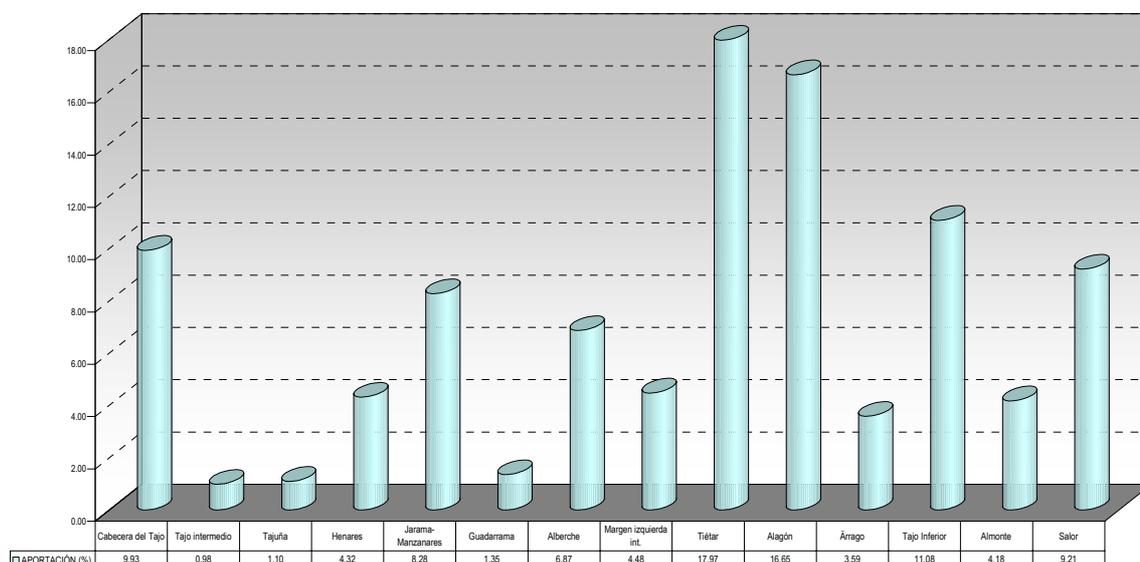


Figura 8.- Zonas hidrologicas. Aportaciones (%).

### Red fluvial

A continuación se incluye una tabla indicando algunas características de los cauces más significativos de la cuenca.

TABLA 3.- CAUCES PRINCIPALES DE LA CUENCA						
RÍO	NACIMIENTO	ZONA	Longitud (km)	S cuenca (km <sup>2</sup> )	Desembocadura	AP. MEDIA (hm <sup>3</sup> )
TAJO*	Sierra de Albarracín	-	863	58.941	-	11.991
TAJUÑA	Sierra Ministra	03	226	2.608	Tajo	132
HENARES	Sierra Ministra	04	160	4.136	Jarama	518
JARAMA**	Sierra de Ayllón	05	194	4.802	Tajo	992
GUADARRAMA	Sierra de Guadarrama	06	129	1.709	Tajo	162
ALBERCHE	Sierra de Villafranca	07	182	4.109	Tajo	823
TIÉTAR	Sierra de Gredos	09	170	4.459	Tajo	2.155
ALAGÓN***	Sierra de Francia	10	200	4.405	Tajo	1.996
ARRAGO	Sierra de Gata	11	71	1.020	Alagón	430
ALMONTE	Sierra de Guadalupe	13	119	2.463	Tajo	502

\* Datos hasta Cedillo; \*\* Excluyendo el Henares; \*\*\* Excluyendo el Árrago

*Infraestructura hidráulica*

La capacidad de almacenamiento del conjunto de embalses de la cuenca ronda los 11.000 hm<sup>3</sup>, muy próxima por tanto a la aportación media anual. Sin embargo esta cifra es algo engañosa ya que algunos de los embalses de mayor capacidad se ubican en el tramo final de la cuenca y están destinados a la producción de energía hidroeléctrica.

Se relacionan a continuación las presas más significativas de la cuenca hidrográfica del Tajo, ordenadas por la capacidad máxima de sus embalses.

TABLA 4.- PRINCIPALES PRESAS DE LA CUENCA						
PRESA	RÍO	AÑO	TIPO	H (m)	VOL. (hm <sup>3</sup> )	USOS PRINCIPALES
José M <sup>a</sup> Oriol	Tajo	1.969	Gravedad	135	3.160	Hidroeléctrico
Buendía	Guadiela	1.957	Gravedad	79	1.639	Riegos/Hidroeléctrico
Valdecañas	Tajo	1.964	Arco	98	1.446	Riegos/Hidroeléctrico
Gabriel y Galán	Alagón	1.961	Gravedad	73	911	Riegos/Hidroeléctrico
Entrepeñas	Tajo	1.956	Gravedad	87	835	Abast./Riegos/Hidroeléctrico
Atazar	Lozoya	1.972	Arco	134	426	Abastecimiento
Cedillo	Tajo	1.975	Gravedad	66	260	Hidroeléctrico
Burguillo	Alberche	1.913	Gravedad	91	198	Riegos/Hidroeléctrico
Alcorlo	Bornova	1978	Escollera	74	180	Riegos
Torrejón-Tajo	Tajo	1.966	Gravedad	62	166	Hidroeléctrico
San Juan	Alberche	1.955	Gravedad	78	138	Abast./Riegos/Hidroeléctrico
Finisterre	Algodor	1.977	Mat. sueltos	47	133	Abastecimiento/Riegos
Valmayor	Aulencia	1.975	Mat. sueltos	60	124	Abastecimiento
Azután	Tajo	1.969	Contrafuertes	55	113	Riegos/Hidroeléctrico
Santillana	Manzanares	1.969	Mat. sueltos	40	91	Abastecimiento
Borbollón	Borbollón	1.954	Gravedad	35	88	Riegos/Hidroeléctrico

**2.6.- Recursos subterráneos**

En la cuenca del Tajo, el aprovechamiento de recursos subterráneos ha sido tradicionalmente poco explotado salvo excepciones como el sistema de abastecimiento de Madrid. Según datos recogidos en la publicación *La Cuenca del Tajo en cifras, 2ª Edición (2002)*, la utilización directa del agua subterránea apenas alcanza el 9,2 % de la recarga anual media, muy inferior a la media nacional que se encuentra en torno al 31 %. No obstante, en la práctica puede hablarse de una explotación conjunta debido al proceso natural de interacción entre las fases superficial y subterránea, gracias al cual un porcentaje apreciable de la aportación natural pasa

por una fase subterránea, contribuyendo de esta forma al mantenimiento del flujo de base de los ríos.

En la cuenca existen 13 Unidades Hidrogeológicas, seis de ellas son de tipo carbonatado mientras que las restantes son de tipo detrítico. Sus características principales se exponen seguidamente:

- *U. H. n° 01 “Albarracín-Cella-Molina de Aragón”*: acuífero carbonatado ubicado sobre las cuencas del Ebro, Turia y Tajo, en éste último en la zona de cabecera. Los recursos medios totales renovables, en la unidad, son de 38 hm<sup>3</sup> y se drenan hacia el río Gallo y diversos manantiales.
- *U. H. n° 02 “Tajuña-Montes Universales”*: este acuífero, de tipo carbonatado, ocupa una gran superficie (3.269 km<sup>2</sup>) y afecta a tres subcuencas: las cabeceras del Tajo, Tajuña y Henares, hacia las que drena sus recursos medios renovables de 482 hm<sup>3</sup>/año. Todos los ríos y afluentes son claramente efluentes excepto el Escabas que en su último tramo pierde unos 40 l/s.
- *U. H. n° 03 “Torrelaguna-Jadraque”*: este acuífero, también carbonatado, se divide en dos subunidades, una perteneciente a la cuenca del Henares y otra a la del Jarama-Manzanares. Los recursos renovables se cifran en 6 hm<sup>3</sup>/año, los ríos son claramente efluentes excepto el Sorbe y en mayor medida el Jarama que pierde como media unos 5 l/s.
- *U. H. n° 04 “Guadalajara” y U. H. n° 05 “Madrid-Talavera”*: entre estos dos acuíferos detríticos abarcan la parte central de la cuenca. El primero ocupa las cuencas del Henares, principalmente, y parte de las del Jarama y Manzanares, y el segundo, ocupa las del Jarama-Manzanares, Guadarrama, Alberche y Margen Izquierda del Tajo. Drena sus recursos de 281 hm<sup>3</sup> a los ríos Alberche, Guadarrama, Henares, Jarama, Manzanares y Tajo. En la cuenca del Henares, que hasta aguas arriba de Guadalajara es efluente, el Bornova es claramente influente. En la cuenca del Jarama-Manzanares se comportan los ríos como efluentes. El Guadarrama, que se comporta como efluente hasta la altura de Boadilla, sufre un aumento de caudal medio de 40 l/s; desde aquí hasta las proximidades de Batres se hace influente, cediendo 50 l/s al terciario; luego vuelve a ser efluente hasta Camarenilla con aumentos de 170 l/s e influente hasta la carretera de Toledo a Torrijos con disminución de 110 l/s.
- *U. H. n° 06 “La Alcarria”*: este acuífero carbonatado se ubica casi íntegramente en la cuenca del Tajuña, aunque también se producen drenajes hacia el Henares (río Badiel), Jarama (arroyo Anchuelo) y Tajo (arroyo Arias). En total tiene unos recursos renovables de 102 hm<sup>3</sup>/año. Todos los ríos son claramente efluentes por encontrarse el acuífero colgado.
- *U. H. n° 07 “Entrepeñas”*: aunque asociado por sus aportes de agua al embalse de Entrepeñas en la zona de cabecera del Tajo, con 71 hm<sup>3</sup>/año, los recursos naturales de este acuífero detrítico (15 hm<sup>3</sup>/año) drenan mayoritariamente hacia el Tajo Intermedio en la presa de Bolarque, pudiendo incluso hacerlo al Guadiana.

- U. H. nº 08 “Ocaña”: este acuífero carbonatado se desarrolla superiormente en la cuenca del Guadiana, ocupando en el Tajo parte de la zona de la Margen Izquierda Intermedia, con unos recursos de 29 hm<sup>3</sup>/año que drenan al río Martín Román.
- U. H. nº 9 “Tiétar”: acuífero detrítico con una superficie total de 1.835 km<sup>2</sup> y unos recursos renovables de 190 hm<sup>3</sup>/año, de los que 140 hm<sup>3</sup>/año se sitúan en el sistema Tiétar. Está situado sobre las cuencas del Tiétar y Bajo Tajo y presenta ríos claramente efluentes.
- U. H. nº 10 “Talaván”: de tipo detrítico, es un acuífero colgado de pequeño espesor, con poca transmisividad, y unos recursos renovables de 8 hm<sup>3</sup>/año.
- U. H. nº 11 Zarza de Granadilla: acuífero detrítico ubicado en su totalidad dentro del Sistema Alagón, con una superficie de 154 km<sup>2</sup> y unos recursos renovables de 3 hm<sup>3</sup>/año.
- U. H. nº 12 “Galisteo”: también detrítico, ocupa una superficie de 630 km<sup>2</sup>, que se distribuye entre las cuencas de los ríos Jerte y Alagón. Sus recursos renovables ascienden a 30 hm<sup>3</sup>/año.
- U. H. nº 13 “Moraleja”: pequeño acuífero de tipo detrítico contenido en la cuenca del río Árrago. Sus recursos renovables son de 9 hm<sup>3</sup>/año.

En la figura adjunta se han representado las unidades hidrogeológicas presentes en la cuenca.

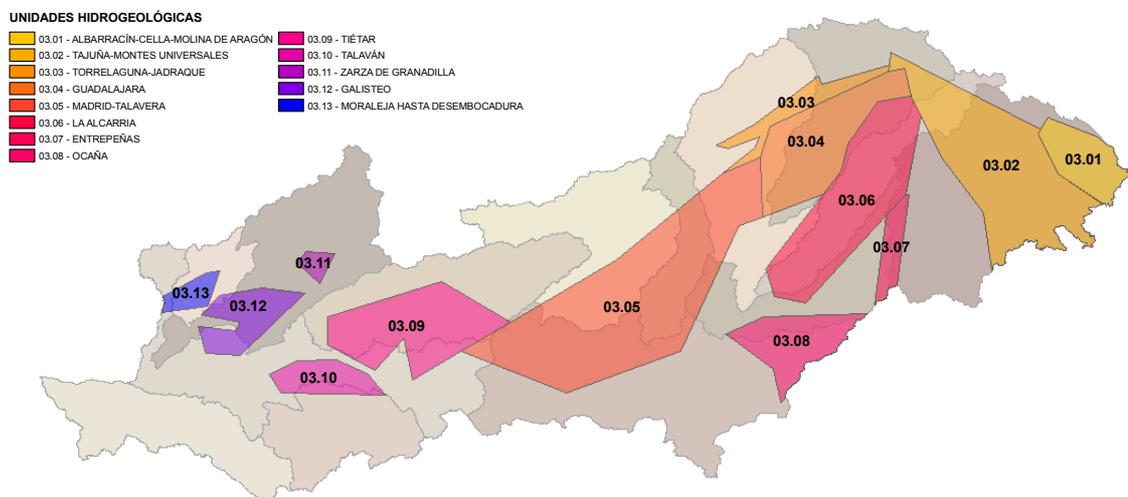


Figura 9.- Unidades hidrogeológicas

En la siguiente tabla se muestra la evaluación de estos recursos subterráneos tanto por unidades hidrogeológicas como por zonas hidrográficas. Esta información se ha obtenido del documento de *Seguimiento y Revisión del Plan Hidrológico de la cuenca del Tajo*, redactado en julio de 2.001 en el que se partió por un lado de la actualización hasta octubre 2000 de las

series de aportaciones en régimen natural utilizadas en el Plan, y por otro del Estudio de detalle de los recursos hidráulicos y la explotación de las UHH de Salamanca y Extremadura (a excepción del Tiétar) en la cuenca del Tajo.

<b>TABLA 5.- DISTRIBUCIÓN DE LOS RECURSOS SUBTERRÁNEOS NATURALES POR ZONAS Y UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS</b>			
<b>Unidad Hidrogeológica</b>	<b>Recursos renovables (hm<sup>3</sup>/año)</b>	<b>Zona</b>	<b>Recursos renovables (hm<sup>3</sup>/año)</b>
UH 01 Albarracín-Cella- Molina de Aragón	34	1 Alto Tajo	512
		2 Tajo Intermedio	31
UH 02 Tajuña-Montes Universales	482	3 Tajuña	61
		4 Henares	106
UH 03 Torrelaguna- Jadraque	6	5 Jarama-Manzanares	75
		6 Guadarrama	15
UH 04 Guadalajara	30	7 Alberche	84
UH 05 Madrid-Talavera	281	8 Margen Izquierda Intermedia	40
UH 06 La Alcarria	102		
UH 07 Entrepeñas	71	9 Tiétar	140
UH 08 Ocaña	29	10 Alagón	147
UH 09 Tiétar	190	11 Árrago	18
UH 10 Talaván	8	12 Tajo Inferior	31
UH 11 Zarza De Granadilla	3	13 Almonte	6
UH 12 Galisteo	30	14 Salor-Tajo Final	9
UH 13 Moraleja	9		
<b>TOTAL</b>	<b>1.275</b>		<b>1.275</b>

### 2.7.- Sistemas de explotación del PHC

El artículo 73.3 del Reglamento de la Administración Pública del Agua y Planificación Hidrológica (RAPAPH), aprobado mediante el Real Decreto 927/1988, de 29 de julio, establece que *“cada sistema de explotación de recursos está constituido por elementos naturales, obras e instalaciones de infraestructura hidráulica, normas de utilización del agua derivadas de las características de las demandas y reglas de explotación que, aprovechando los recursos hidráulicos naturales, permiten establecer los suministros de agua que configuran la oferta de recursos disponibles del sistema de explotación.”*

En este sentido, las Normas del Plan Hidrológico del Tajo definen en su artículo 3 los siguientes cinco sistemas de explotación de recursos (SER):

1. Macrosistema, que constituye por los subsistemas de Cabecera, Tajuña, Henares, Jarama-Guadarrama, Alberche y Tajo media hasta Azután).

2. Sistema Tiétar
3. Sistema Alagón
4. Sistema Árrago
5. Sistema Bajo Tajo-Extremadura

El ámbito geográfico de cada sistema se ha representado en la figura siguiente.

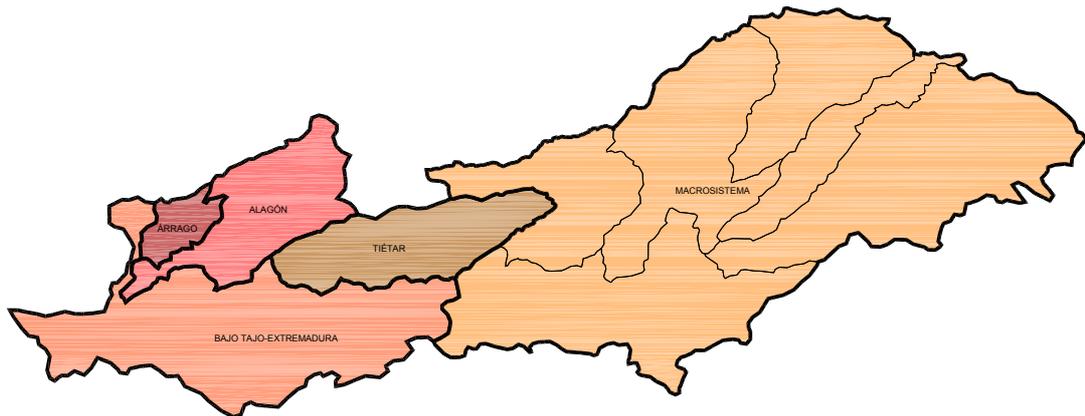


Figura 10.- *Sistemas de explotación definidos en las Normas del Plan Hidrológico de la Cuenca del Tajo*

En el Plan Especial de Sequías se ha adoptado una distribución por sistemas que difiere de la anterior para ajustarse de la mejor manera posible a los objetivos del mismo. Esta distribución se describe en el apartado 5.2 de la presente Memoria.

## 2.8.- Demandas

La demanda total de agua en la cuenca alcanza una cifra próxima a los 5.000 hm<sup>3</sup>/año, correspondiendo a los regadíos el mayor consumo, con un 38% de la misma. El resto se distribuye un 21% para uso urbano e industrial (si está conectado a red municipal), un 16% para uso medioambiental y un 25% para refrigeración, satisfaciéndose la mayor parte a través de recursos superficiales.

Los diferentes usos del agua quedan reflejados en el gráfico siguiente, en él se ha distinguido entre los regadíos de iniciativa pública y los de iniciativa privada.

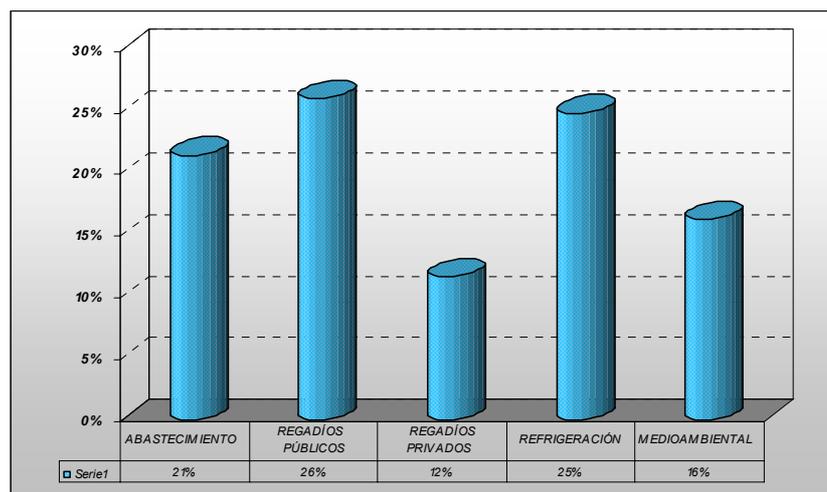


Figura 11.- Usos del agua en la Demarcación de la cuenca del Tajo

Una característica a resaltar en la cuenca es que las mayores demandas se localizan allí donde los recursos son más escasos; prueba de ello es que en las zonas hidrológicas del Jarama y Guadarrama se concentran la mayor parte de la población de la cuenca, un 75%, mientras que se genera sólo el 10% de las aportaciones.

En el presente Plan de Sequías se han considerado, como norma general, las demandas previstas en el artículo 19 de las Normas del Plan Hidrológico de Cuenca.

Seguidamente se llevará a cabo una descripción esquemática de las principales demandas de la cuenca, según los diferentes usos del agua establecidos en las Normas del Plan Hidrológico de la Cuenca del Tajo. Una descripción más detallada se ha incluido en el Anejo IV del presente Plan Especial.

### 2.8.1.- Abastecimiento de poblaciones

En la cuenca hidrográfica del Tajo se estima actualmente una demanda anual para abastecimiento de 1.010 hm<sup>3</sup> aproximadamente. Este dato está íntimamente relacionado con el censo de población, ya que obviamente conforme aumenta la población lo hace también la demanda. Con los recursos de la cuenca se abastece a un total de 1.008 municipios, encuadrados geográficamente en 11 provincias, de las cuales Soria y Ciudad Real no aportan población, mientras que el resto de provincias acogen a 6.999.646 habitantes, según el censo del 1 de enero del 2.004 del Instituto Nacional de Estadística. La dotación media en la cuenca por tanto se aproxima a los 400 litros/habitante·día.

La competencia en la gestión del suministro domiciliario es municipal, teniendo prioridad la demanda para abastecimiento humano frente a otros usos del agua. Con el objeto de optimizar y tener una mayor eficacia en dicha gestión (especialmente en las fases de captación y transporte), en los últimos años los municipios se están agrupando en sistemas integrados o mancomunidades.

La distribución geográfica de los distintos sistemas mancomunados se refleja en la siguiente figura.

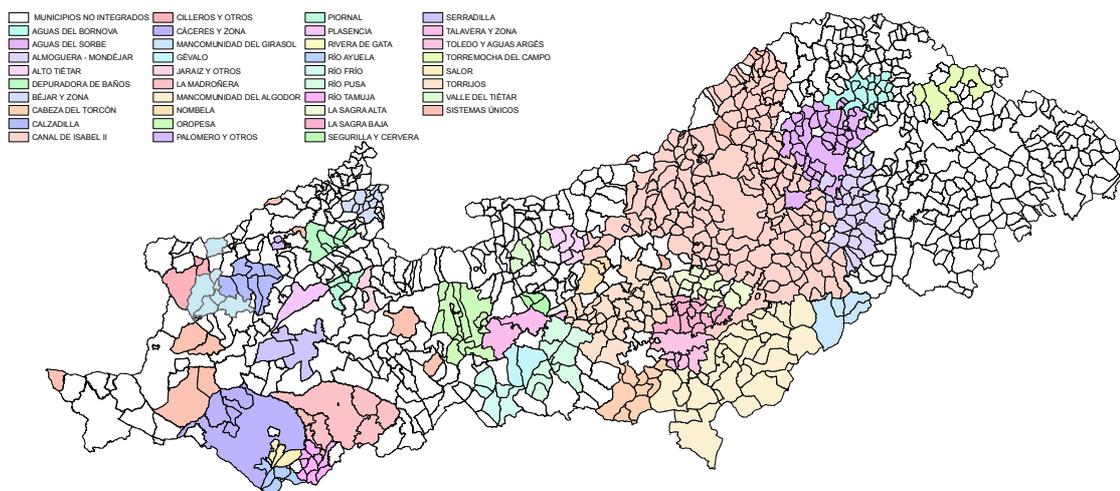


Figura 12.- Distribución geográfica de los sistemas mancomunados.

En el gráfico anterior no se ha incluido la Mancomunidad de Campo Arañuelo, que incluye entre otros los municipios cacereños de Navalmoral de la Mata, Talayuela y Peraleda de la Mata ya que a fecha de redacción del presente documento no había sido todavía constituida.

La eficiencia conseguida con los sistemas mancomunados se puede comprobar en el siguiente gráfico, ya que a través de los 506 municipios mancomunados existentes en la cuenca del Tajo, que representan el 50% del total, se abastecen 6.692.353 habitantes, que suponen el 96% de la población censada en la cuenca.

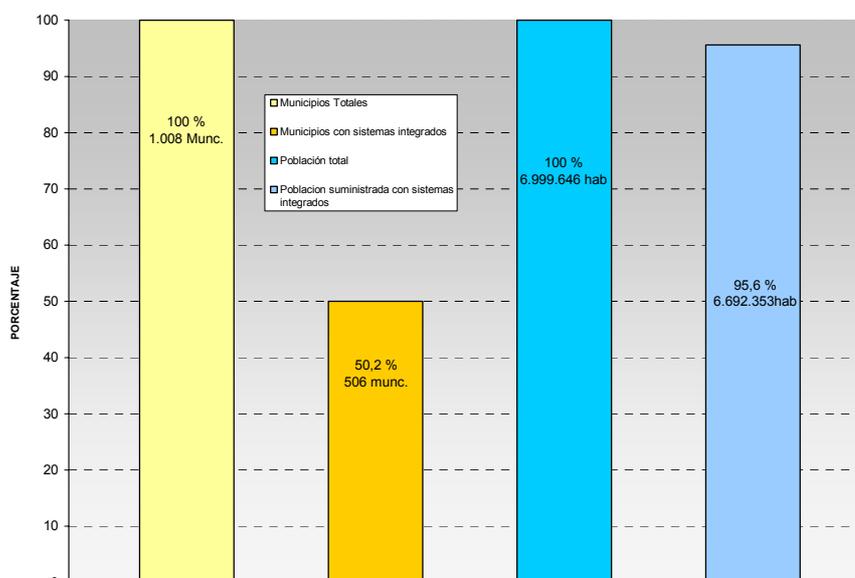


Figura 13.- Relación entre municipios mancomunados y población abastecida.

Cabe destacar también, el alto número de municipios mancomunados en las provincias de Madrid y Toledo, con más de un 94% y un 77% de total, respectivamente.

En la siguiente tabla se consignan distribuidos por provincias el número de municipios mancomunados de la cuenca del Tajo y aquellos que no forman parte de ningún sistema integrado, así como la población integrada en cada uno de los grupos.

<b>TABLA 6.- POBLACIÓN SUMINISTRADA MEDIANTE SISTEMAS MANCOMUNADOS</b>						
<b>PROVINCIA</b>	<b>TOTALES</b>		<b>MANCOMUNADOS</b>		<b>SIN MANCOMUNAR</b>	
	<b>Municipios</b>	<b>Habitantes</b>	<b>Municipios</b>	<b>Habitantes</b>	<b>Municipios</b>	<b>Habitantes</b>
Ávila	54	60.530	11	14.361	43	46.169
Salamanca	55	31.180	12	17.517	43	13.663
Soria	-	-	-	-	-	-
Badajoz	1	5.831	0	0	1	5.831
Cáceres	199	381.051	74	255.736	125	125.315
Teruel	3	1.156	0	0	3	1.156
Cuenca	59	27.397	3	13.307	56	14.090
Guadalajara	270	187.473	93	157.997	177	34.024
Toledo	188	495.651	144	448.692	44	46.959
Ciudad Real	-	-	-	-	-	-
Madrid	179	5.804.829	169	5.784.743	10	20.086
<b>Totales</b>	<b>1.008</b>	<b>6.999.646</b>	<b>506</b>	<b>6.692.353</b>	<b>502</b>	<b>307.293</b>

Las mancomunidades y sistemas integrados enmarcados en la cuenca del Tajo se enumeran en el cuadro siguiente. En él se indica el número de municipios que forma parte de cada sistema así como la población suministrada a través de los mismos. De los datos reflejados en la tabla adjunta destaca el Canal de Isabel II, tanto por el número de municipios mancomunados (164 municipios) como por la población abastecida (5.586.247 habitantes).

<b>TABLA 7.- PRINCIPALES SISTEMAS MANCOMUNADOS DE LA CUENCA</b>				
<b>MANCOMUNIDADES</b>	<b>Dentro de la cuenca</b>		<b>Fuera de la cuenca</b>	
	<b>Municipios</b>	<b>Población</b>	<b>Municipios</b>	<b>Población</b>
CANAL DE ISABEL II	164	5.586.247		
AGUAS DEL SORBE	39	326.319		
ALGODOR	29	71.762	16	82.409
CÁCERES Y SU ZONA DE INFLUENCIA	4	103.966		
TALAVERA Y SU ZONA DE INFLUENCIA	2	84.294		
ZONA DE TOLEDO Y "AGUAS DE ARGÉS"	6	84.227		
TORRIJOS Y SU ZONA DE INFLUENCIA	35	62.687		
SAGRA ALTA	15	55.006		
PLASENCIA Y SU ZONA DE INFLUENCIA	1	38.815		

<b>TABLA 7.- PRINCIPALES SISTEMAS MANCOMUNADOS DE LA CUENCA</b>				
<b>MANCOMUNIDADES</b>	<b>Dentro de la cuenca</b>		<b>Fuera de la cuenca</b>	
	<b>Municipios</b>	<b>Población</b>	<b>Municipios</b>	<b>Población</b>
SAGRA BAJA	12	38.691		
RIVERA DE GATA Y ZONA DE INFLUENCIA	6	23.582		
MANCOMUNIDAD DEL GIRASOL	4	17.988	6	2.606
BEJAR Y SU ZONA DE INFLUENCIA	11	16.990		
MADROÑERA	6	15.882	2	598
AGUAS DEL TAJUÑA (ALMOGUERA-MONDEJAR)	34	18.446		
CABEZA DEL TORCÓN	9	13.875		
ALTO TIÉTAR	7	11.129		
OROP.E.S.A	11	10.284		
RÍO PUSA	10	9.572		
JARAIZ Y OTROS	2	7.901		
RÍO AYUELA	5	6.915	1	946
VALLE DEL TIÉTAR	5	5.249		
CALZADILLA	7	4.599		
DEPURADORA DE BAÑOS	6	4.439		
CILLEROS Y OTROS	3	3.973		
AGUAS DEL BORNOVA	17	3.745		
GÉVALO	2	3.692		
PIORNAL	6	3.594		
SALOR	3	3.418		
RÍO TAMUJA	9	3.361		
SERRADILLA Y OTROS	3	3.306		
RÍO FRÍO	5	3.002		
SEGURILLA Y CERVERA DE LOS MONTES	3	2.885		
NOMBELA	3	1.271		
TORREMOCHA DEL CAMPO	4	1.032		
PALOMERO Y OTROS	2	807		
SISTEMAS ÚNICOS	16	39.402		
<b>TOTAL</b>	<b>506</b>	<b>6.692.353</b>	<b>25</b>	<b>86.499</b>

Finalmente cabe señalar que según la Ley 10/2001 del Plan Hidrológico Nacional, las Administraciones Públicas responsables de sistemas de abastecimiento urbano que atiendan, singular o mancomunadamente, a una población igual o superior a 20.000 habitantes, deben elaborar un Plan de Emergencia ante situaciones de sequía.

De acuerdo con este criterio se identifican un total de doce sistemas de abastecimiento que dan servicio a una población de 6.493.584 de personas, lo que supone el 93% de la población situada dentro de la demarcación de la Confederación Hidrográfica del Tajo. Respecto a la población situada fuera de la cuenca del Tajo, a través de estos sistemas integrados se suministra a una población de 84.955 de personas, que representan el 97% del total de la población situada fuera de la cuenca. A continuación, en la siguiente tabla, se relacionan estos sistemas.

<b>TABLA 8.- SISTEMAS MANCOMUNADOS CON MÁS DE 20.000 HABITANTES</b>			
<b>MANCOMUNIDAD</b>	<b>Municipios</b>	<b>Población</b>	<b>Vol. Anual (hm<sup>3</sup>)</b>
CANAL DE ISABEL II	164	5.586.247	682,21
AGUAS DEL SORBE	39	326.319	56,66
ALGODOR	45	154.171	14,11
CÁCERES Y SU ZONA DE INFLUENCIA	4	103.966	10,50
TALAVERA Y SU ZONA DE INFLUENCIA	2	84.294	11,11
ZONA DE TOLEDO Y "AGUAS DE ARGÉS"	6	84.227	10,54
TORRIJOS Y SU ZONA DE INFLUENCIA	35	61.832	5,86
SAGRA ALTA	15	55.006	6,43
PLASENCIA Y SU ZONA DE INFLUENCIA	1	38.815	4,62
SAGRA BAJA	12	38.691	4,24
RIVERA DE GATA Y ZONA DE INFLUENCIA	6	23.582	3,38
MANCOMUNIDAD DEL GIRASOL	10	20.534	1,94

Mención aparte merecen en este epígrafe las entidades públicas que están desarrollándose a nivel autonómico, como por ejemplo Aguas de Castilla-La Mancha, cuyo objeto es la gestión de infraestructuras hidráulicas de abastecimiento de agua y de depuración de aguas residuales urbanas.

Finalmente, indicar que la demanda industrial está generalmente integrada en los sistemas urbanos de abastecimiento. En todo caso existe una demanda industrial singular que corresponde a las industrias que se abastecen individualmente través de tomas superficiales o pozos. Tomado datos de la publicación *La cuenca del Tajo en cifras*, en la cuenca existen 124 industrias de este tipo, de las cuales 63 disponen de captación superficial mientras que las 61 restantes se abastecen con pozos. La gran mayoría de estas industrias se localizan en las provincias de Madrid y Guadalajara.

### 2.8.2.- Regadío

Las demandas de regadío siguen en prioridad a las de abastecimiento, prevaleciendo sobre otras como las industriales o los usos recreativos. En la cuenca del Tajo existen actualmente cerca de 239.000 hectáreas de regadío, lo que supone aproximadamente un siete por ciento del total nacional. Algo menos de la mitad de ellas han sido promovidas por el estado, en su mayoría al amparo de la Ley de Colonización de Grandes Zonas de 1.939.

Un dato significativo es que el número de hectáreas en regadío se ha multiplicado por 15 desde el año 1.940, lo que da una idea del notable auge experimentado por el regadío en las últimas décadas.

La superficie agrícola total en la Demarcación asciende a 1.500.000 ha. Los cultivos más importantes son los cereales para grano con un 43% de superficie, olivar con un 12%, viñedos y cultivos industriales con un 7% cada uno. El barbecho alcanza el 19% de la superficie.

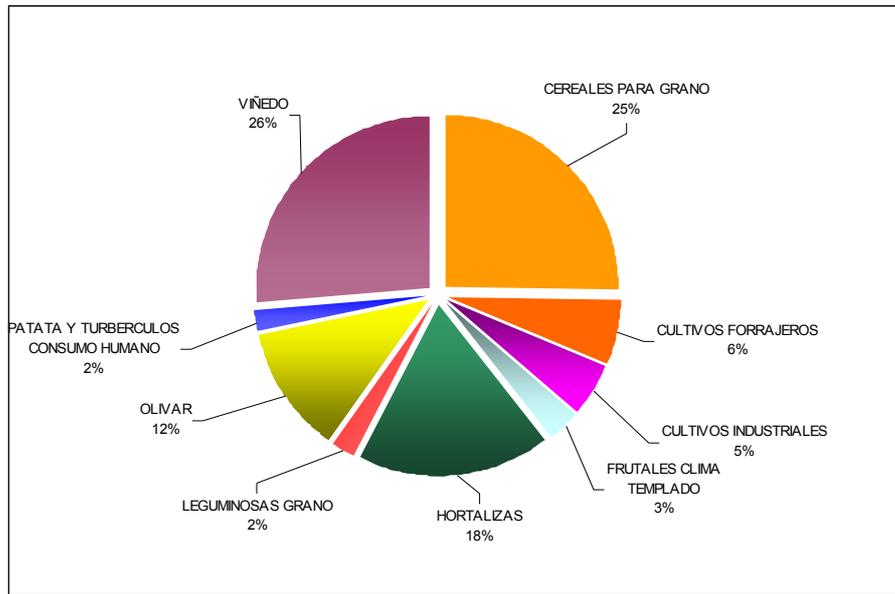


Figura 14.- Distribución de los cultivos en la Demarcación de la cuenca del Tajo.

El cultivo en secano es por tanto mayoritario en la cuenca del Tajo, representando el 84% de la superficie cultivada, correspondiendo el 16% restante al cultivo en regadío.

En cuanto a la distribución de los cultivos, cabe señalar su variabilidad anual dependiendo fundamentalmente de las expectativas de disponibilidad de agua. Así los años que se prevé que una disminución en la dotación de agua aumentan los cultivos con menos necesidades hídricas (girasol), mientras que los años en los que las previsiones son mejores, aumentan los cultivos con mayores necesidades (maíz).

A efectos del presente Plan, es interesante resaltar el hecho de que el porcentaje de cultivos leñosos en la cuenca es muy poco relevante, por lo que el riego de socorro que debería realizarse para salvaguardar este tipo de cultivos en situaciones de emergencia no sería en ningún caso importante.

En la tabla siguiente se resumen las características esenciales de las Zonas Regables de iniciativa pública: número de hectáreas que la componen, el volumen de agua suministrado anualmente y el sistema de explotación en el que se ha incluido para su estudio.

<b>TABLA 9.- ZONAS REGABLES DE INICIATIVA PÚBLICA</b>			
<b>Demanda</b>	<b>Subsistema de explotación PHC</b>	<b>Número de hectáreas</b>	<b>V. anual (hm<sup>3</sup>)</b>
Zona regable Bornova	Henares	2.100	14,91
Zona regable Canal del Henares	Henares	7.800	55,38
Zona regable Real Acequia del Jarama	Jarama-Guadarrama	10.800	162,00
Zona regable Canal del Alberche	Alberche	10.000	75,00
Zona Regable de Estremera	Cabecera	2.300	31,05
Zona Regable Real Acequia del Tajo	Cabecera	2.518	30,20
Zona Regable Caz Chico-Azuda	Cabecera	1.204	14,44
Zona Regable Canal de las Aves	Cabecera	3.678	44,12
Zona regable La Sagra Oeste III	Tajo medio	3.875	32,46
Zona regable Castrejón m.d.	Tajo medio	1.800	12,60
Zona regable Castrejón m.i.	Tajo medio	4.160	23,20
Zona regable Azután	Tajo medio	500	3,75
Zona regable Tiétar m.d. (I)	Tiétar	2.084	15,63
Zona regable Tiétar m.d. (II)	Tiétar	2.616	19,63
Zona regable Tiétar m.d. (III)	Tiétar	1.154	8,65
Zona regable Tiétar m.i. (I)	Tiétar	3.526	26,43
Zona regable Tiétar m.i. (II)	Tiétar	5.120	38,40
Regadío de Peraleda de la Mata	Tiétar	1.400	9,80
Regadío de Valdecañas	Tietar	1.100	6,60
Zona regable del Ambroz	Alagón	3.000	34,50
Zona regable del Alagón m.d.	Alagón	14.870	171,00
Zona regable del Alagón m.i. (I)	Alagón	11.478	132,00
Zona regable del Alagón m.i. (II)*	Alagón	7.652	88,00
Riegos del Jerte	Alagón	233	1,39
Zona regable del Árrago Sectores (I-A) y (I-B)	Árrago	10.000	15,22
Zona regable del Árrago Sector (II-A)	Árrago		12,01
Zona regable del Árrago Sector (III-A)	Árrago		21,42
Zona regable del Árrago Sector (II-B)	Árrago		23,67
Zona regable del Árrago Sector (III-B)	Árrago		17,68
Zona regable de Valdecañas	Bajo Tajo-Extremadura	4.900	29,40
Zona regable del Salor	Bajo Tajo-Extremadura	750	5,78
Zona regable de Don Antonio	Bajo Tajo-Extremadura	250	1,75
Zona regable de Alcolea	Bajo Tajo-Extremadura	3.700	25,90

Por lo que se refiere a los regadíos privados, cabe distinguir entre los que disponen de regulación (natural o artificial) y los que no. La distribución en superficie por zonas hidrográficas es la que se muestra en la tabla siguiente, obtenida de la publicación *La cuenca del Tajo en cifras*. La cifra global a nivel de cuenca es la siguiente

- con regulación artificial o embalse: 43.590 ha (37 %)
- con regulación natural o acuífero: 17.486 ha (15 %)
- sin regulación: 55.144 ha (48 %)

<b>TABLA 10.- CARACTERÍSTICAS DE LOS REGADÍOS DE INICIATIVA PRIVADA EN LA CUENCA</b>					
<b>ZONA</b>	<b>Con Regulación Artificial (ha)</b>	<b>Con Regulación Natural (ha)</b>	<b>Con Regulación (ha)</b>	<b>Sin Regulación (ha)</b>	<b>Total (ha)</b>
Cab. del Tajo	0	5.638	5.638	0	5.638
Tajo intermedio	3.199	1.492	4.691	2.499	7.190
Tajuña	5.517	0	5.517	2.827	8.344
Henares	4.158	1.887	6.045	1.544	7.589
Jarama	6.808	0	6.808	4.053	10.861
Guadarrama	2.991	0	2.991	2.551	5.542
Alberche	1.664	0	1.664	12.657	14.321
M. izquierda	13.386	2.087	15.473	10.385	25.858
Tiétar	8.838	262	9.100	10.267	19.367
Alagón	959	130	1.089	4.299	5.388
Árrago	197	0	197	991	1.188
Tajo inferior	1.376	453	1.829	1.573	3.402
Almonte	0	20	20	555	575
Salor	14	0	14	943	957
<b>TOTAL</b>	<b>49.107</b>	<b>11.969</b>	<b>61.076</b>	<b>55.144</b>	<b>116.220</b>

En la figura siguiente se muestra la situación de las zonas regables de la cuenca del Tajo, encontrándose en color verde las de iniciativa privada y en diferente gama de azules las de iniciativa pública, indicando su denominación.

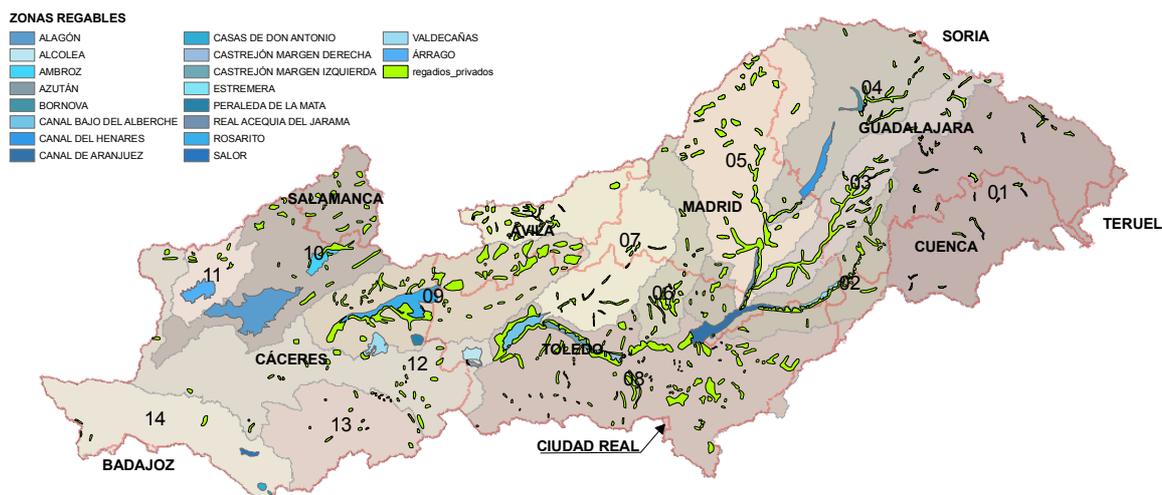


Figura 15.- Situación geográfica de las zonas regables en la cuenca del Tajo

### 2.8.3.- Otros usos y demandas

#### Refrigeración de centrales

En la cuenca existen varias centrales productoras de electricidad que utilizan el agua para refrigeración, como la central térmica de La Aceca, situada en Villanueva de la Sagra, que utiliza las aguas del Tajo; la central nuclear de Trillo, situada en el término municipal del mismo nombre; y la de Almaraz, situada en el término municipal del mismo nombre, a orillas del Tajo en la cola del embalse de Alcántara. No se ha considerado sin embargo la central nuclear de Zorita, recientemente clausurada.

Los datos característicos de las tres centrales referidas se resumen a continuación en la tabla que se adjunta. Las condiciones que deben reunir los vertidos resultantes de su actividad, principalmente las referentes a la temperatura del agua, se establecen en las concesiones correspondientes.

TABLA 11.- CARACTERÍSTICAS DE LAS CENTRALES TÉRMICAS DE LA CUENCA				
Central	Q derivado (l/s)	Q vertido (l/s)	Potencia (Mw)	Producción (Gwh)
Trillo	1.200	534	1.041	8.462
Almaraz	18.500	18.000	1.861	14.404
Aceca	17.508	17.500	627	146
<b>Total cuenca</b>			<b>3.689</b>	<b>23.035</b>

*Uso hidroeléctrico*

La demanda hidroeléctrica es fundamental en sistemas como el Alberche, el Alagón o el curso bajo del Tajo. Aunque no se consume agua, supone una disminución efectiva de la disponibilidad dado que limita la capacidad de regulación del sistema. Además, el intercambio de usos contemplado como medida de gestión en sequías supone unas afecciones que deben cuantificarse a efecto de fijar las compensaciones pertinentes, como ha ocurrido recientemente en el caso del Alberche.

La capacidad conjunta de los embalses de uso hidroeléctrico existentes en la cuenca se eleva a 5.265 hm<sup>3</sup>, lo que supone un 48 % del total. Por otro lado, la energía total disponible se eleva a 1.595 Gwh.

En la siguiente tabla se han relacionado las centrales hidroeléctricas más importantes de la cuenca.

<b>TABLA 12.- PRINCIPALES CENTRALES HIDROELÉCTRICAS DE LA CUENCA</b>					
<b>PRESA</b>	<b>SISTEMA</b>	<b>RIO</b>	<b>CAUDAL (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>POTENCIA (kW)</b>	<b>CONCESIONARIO</b>
Entrepeñas	Alto Tajo	Tajo	-	36.860	Unión Fenosa
Buendía	Alto Tajo	Guadiela	90,00	55.290	Unión Fenosa
Bolarque (I y II)	Tajo Intermedio	Tajo	- 100,00	28.000 208.000	Unión Fenosa
Zorita	Tajo Intermedio	Tajo	81,00	10.290	Unión Fenosa
Almoguera	Tajo Intermedio	Tajo	81,00	10.560	Unión Fenosa
Estremera	Tajo Intermedio	Tajo	20,00	1.000	Minicentrales del Tajo
Valdajos	Tajo Intermedio	Tajo		2.460	Portland Iberia
Pinilla	Jarama-Manzanares	Lozoya	10,00	2.480	Hidráulica Santillana
Riosequillo	Jarama-Manzanares	Lozoya	18,00	7.360	Hidráulica Santillana
Puentes Viejas	Jarama-Manzanares	Lozoya	18,00	8.000	Hidráulica Santillana
Torrelaguna	Jarama-Manzanares	Lozoya	4,00	6.005	Hidráulica Santillana
Villar, El (Lozoya)	Jarama-Manzanares	Lozoya	17,00	5.990	Hidráulica Santillana
Atazar, El	Jarama-Manzanares	Lozoya	15,00	9.650	Hidráulica Santillana
Santillana	Jarama-Manzanares	Manzan.	4,00	3.600	Hidráulica Santillana
Burguillo	Alberche	Alberche	75,00	48.800	Unión Fenosa
San Juan	Alberche	Alberche	60,00	33.440	Unión Fenosa
Picadas	Alberche	Alberche	60,00	20.000	Unión Fenosa
Puente Nuevo	Alberche	Alberche		16.200	Unión Fenosa
Azután	Margen Izquierda	Tajo	750,00	180.000	Iberdrola
Castrejón	Margen Izquierda	Tajo	210,00	76.800	Unión Fenosa
El Rosarito	Tiétar	Tiétar	30,00	4.400	Aprovechamientos Eléctr.
Gabriel y Galán	Alagón	Alagón	230,00	110.000	Iberdrola
Guijo de la Granadilla	Alagón	Alagón	240,00	48.600	Iberdrola
Valdeobispo	Alagón	Alagón	100,00	40.000	Iberdrola

TABLA 12.- PRINCIPALES CENTRALES HIDROELÉCTRICAS DE LA CUENCA					
PRESA	SISTEMA	RIO	CAUDAL (m <sup>3</sup> /s)	POTENCIA (kW)	CONCESIONARIO
Navamuño	Alagón	Angostura	-	2.900	Ayuntamiento de Béjar
Jerte	Alagón	Jerte	23,00	5.415	Hidronorte
Borbollón	Árrago	Árrago		1.380	Iberdrola
Valdecañas	Bajo Tajo	Tajo	414,00	225.000	Iberdrola
Torrejón (Tajo y Tiétar)	Bajo Tajo y Tiétar	Tajo, Tiétar	328,00	196.000	Iberdrola
José María Oriol	Bajo Tajo	Tajo	1172,00	915.200	Iberdrola
Cedillo	Bajo Tajo	Tajo	1500,00	440.000	Iberdrola

### Caudales ecológicos

La Ley 11/05, de 22 de junio, por la que se modifica la Ley 10/01, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional, establece que, a efectos de evaluación de disponibilidades hídricas, los caudales ambientales que se fijan en los Planes Hidrológicos tendrán la consideración de una limitación previa a los flujos del sistema de explotación, que operará con carácter preferente a los usos contemplados en el sistema.

Por tanto los caudales ecológicos se deben considerar como una restricción a la explotación, aunque en situaciones de sequía se plantea de manera patente el conflicto entre los usos naturales y artificiales del agua. La escasez del recurso origina una tremenda presión social sobre los responsables de la toma de decisiones, que deben conciliar los fuertes intereses económicos, sociales e incluso sanitarios asociados a la satisfacción de las demandas consuntivas de agua con los intereses medioambientales recogidos de manera expresa en la legislación y apoyados por grupos sociales cada vez más numerosos y representativos.

Por otro lado, según la definición contenida en el artículo 42.1.b.c' del Texto Refundido de la Ley de Aguas (TRLA), que a su vez recoge las variaciones introducidas por la Ley 11/05 de modificación del Plan Hidrológico Nacional, se entiende como caudales ecológicos los que *“mantienen como mínimo la vida piscícola que de manera natural habitaría o pudiera habitar en el río, así como su vegetación de ribera”*.

Actualmente los estudios en los que se definen los caudales ecológicos en la cuenca del Tajo, tanto en cantidad como en distribución, están todavía pendientes de redacción. Dichos estudios deberán seguir en todo caso los criterios establecidos en la legislación citada anteriormente y en la Directiva Marco del Agua.

Este tema se desarrolla más en profundidad en el apartado 6.5.1 de la presente Memoria.

### **2.9.- Elementos ambientales asociados al medio hídrico**

El artículo 6 de la Directiva Marco del Agua obliga a los estados miembros a establecer un registro de zonas protegidas que hayan sido declaradas objeto de una protección especial, bien por criterios de conservación de aguas superficiales y subterráneas o de los hábitats y especies que dependen directamente del agua. En la cuenca del Tajo este registro se realizó con motivo

de la redacción del *Informe resumen de los artículos 5 y 6 de la Directiva Marco del Agua en la Demarcación Hidrográfica del Tajo*. En este trabajo se caracterizaron una serie de masas de agua superficiales de acuerdo con los siguientes criterios:

- Zonas de extracción de agua para consumo humano
- Zonas de protección de especies acuáticas con significancia económica
- Zonas de uso recreativo
- Zonas sensibles a nutrientes
- Zonas de protección de hábitats o especies

En la línea anterior, en el Plan Especial de Sequías se consideran los siguientes elementos ambientales asociados al medio hídrico:

- Las propias masas de agua, cuyo estado ecológico puede verse alterado por modificaciones en la cantidad y calidad del recurso.
- Las zonas designadas para la protección de hábitats o especies en las que el mantenimiento o la mejora del estado de las aguas constituye un factor importante para su protección, agrupados como sigue:
  - Zonas propuestas en la Real Natura 2000 – Zonas de Especial Protección para Aves (ZEPA) y Lugares de Interés Comunitario (L.I.C.) -.
  - Zonas húmedas en general, aun cuando no cumplan los mínimos prefijados para ser consideradas masas de agua de cara al cumplimiento de la Directiva Marco del Agua, especialmente las que son objeto de alguna figura de protección a nivel autonómico.
  - Humedales incluidos en la Lista de Humedales de Importancia Internacional (humedales Ramsar)
  - Espacios naturales protegidos.
  - Reservas de la Biosfera.
  - Masas de agua destinadas a salvaguardar especies acuáticas, según Directiva 78/659/CEE.

Estas zonas son objeto de un tratamiento detallado en el Informe de Sostenibilidad Ambiental (ISA) que, en el marco del proceso de Evaluación Ambiental Estratégica del Plan (E.A.E.), acompaña al presente Plan Especial. La E.A.E. es un instrumento previsto en la Directiva 2001/42/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, cuya transposición al Derecho español se ha realizado a través de la Ley 9/2006, de 28 de Abril.

Tan sólo reseñar aquí que la Red Natura 2000 incluye dentro de la cuenca un total de 102 Lugares de Interés Comunitario (LICs) con una superficie total de 16.031 km<sup>2</sup>, y 73 Zonas de Especial Protección para Aves (ZEPAS), con una superficie conjunta de 13.744 km<sup>2</sup>.

En la figura siguiente se han representado los LICs y ZEPAS de la Red Natura 2000 de la cuenca del Tajo.

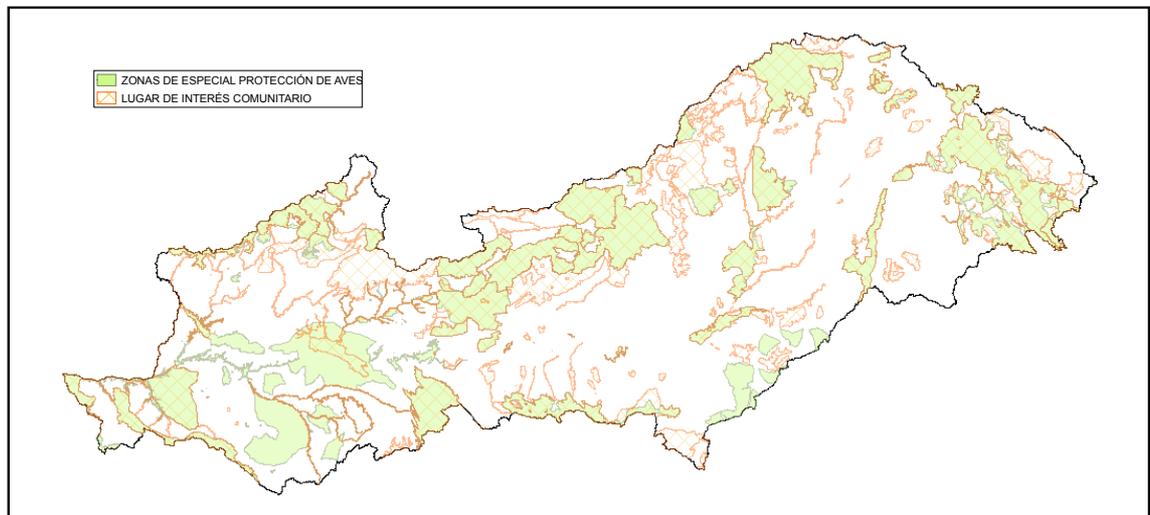


Figura 16.- Propuesta de zonas de Red Natura 2000 en el ámbito de la Confederación Hidrográfica del Tajo

### 3.- CARACTERIZACIÓN DE LAS SEQUÍAS EN LA CUENCA DEL TAJO

#### 3.1.- Caracterización meteorológica de las sequías en la cuenca del Tajo

##### 3.1.1.- Introducción

En el Anejo II del Plan se incluye un estudio de caracterización de sequías en la cuenca, tanto a nivel meteorológico como hidrológico, que se presenta resumido en las siguientes páginas. Dicha caracterización se ha llevado a cabo a partir de los datos incluidos en el *Estudio y cuantificación de recursos hídricos en fase superficial y subterránea completando y actualizando las series de aportaciones naturales hasta el momento actual, en la cuenca del Tajo dentro de los programas del Plan hidrológico* (en adelante, *Estudio de recursos*), redactado en el año 1.998 con motivo del Plan Hidrológico de Cuenca.

Esta información se ha recopilado en el Anejo I del presente Plan Especial, en el que se presentan los datos de aportaciones y precipitaciones de la serie histórica a nivel mensual para todas las áreas hidrográficas de la cuenca.

A efectos del citado estudio la cuenca del Tajo se dividió en las catorce zonas hidrológicas ya referidas anteriormente y que se relacionan en la tabla siguiente, junto con la extensión de cada una:

<b>TABLA 13.- ZONAS HIDROLÓGICAS DE LA CUENCA</b>		
<b>Zona</b>	<b>Denominación</b>	<b>Superficie (km<sup>2</sup>)</b>
1	Alto Tajo	7.418
2	Tajo entre Bolarque y Aranjuez	2.781
3	Tajuña	2.608
4	Henares	4.136
5	Jarama	4.802
6	Guadarrama	1.709
7	Alberche	4.109
8	Margen izquierda en Tajo medio	7.590
9	Tiétar	4.459
10	Alagón	4.405
11	Árrago	1.020
12	Tajo bajo y Erjas	5.949
13	Almonte	2.463
14	Tajo internacional y Salor	5.492
<b>TOTAL</b>		<b>58.941</b>

En el Estudio de recursos se elaboraron series anuales de precipitación en las 216 subcuencas en que se dividieron las 14 zonas hidrológicas. Estas series se obtuvieron a partir de los datos de 296 estaciones pluviométricas de la cuenca, mediante interpolación espacial una vez rellenados los huecos. Inicialmente, las series pluviométricas abarcaban el período comprendido entre los años 1.940-41 y 1.992-93; posteriormente en el documento de *Seguimiento y Revisión del Plan Hidrológico de la cuenca del Tajo*, redactado en el año 2.001, estas series se ampliaron hasta el año 1.999-2000, con lo cual se dispone de series históricas de sesenta años de duración.

La caracterización de las sequías meteorológicas se realizará en una primera fase a nivel de cuenca, para posteriormente particularizar a nivel de zona hidrológica.

### 3.1.2.- Caracterización meteorológica a nivel de cuenca

La precipitación media en el total de la cuenca del Tajo es de 652 mm (38.413 hm<sup>3</sup>), en el período analizado, valor ligeramente inferior al de la media del territorio nacional<sup>2</sup>. La serie de precipitaciones presenta una desviación típica de 150 mm y un coeficiente de variación de 0,23.

El valor mínimo de la serie corresponde al año 1.944-45 (371 mm), mientras que el máximo se produjo el año 1.955-56, con un valor de 961 mm.

En el siguiente gráfico se observa la evolución de la precipitación media anual en la cuenca en el período 1.940-41 a 1.999-00.

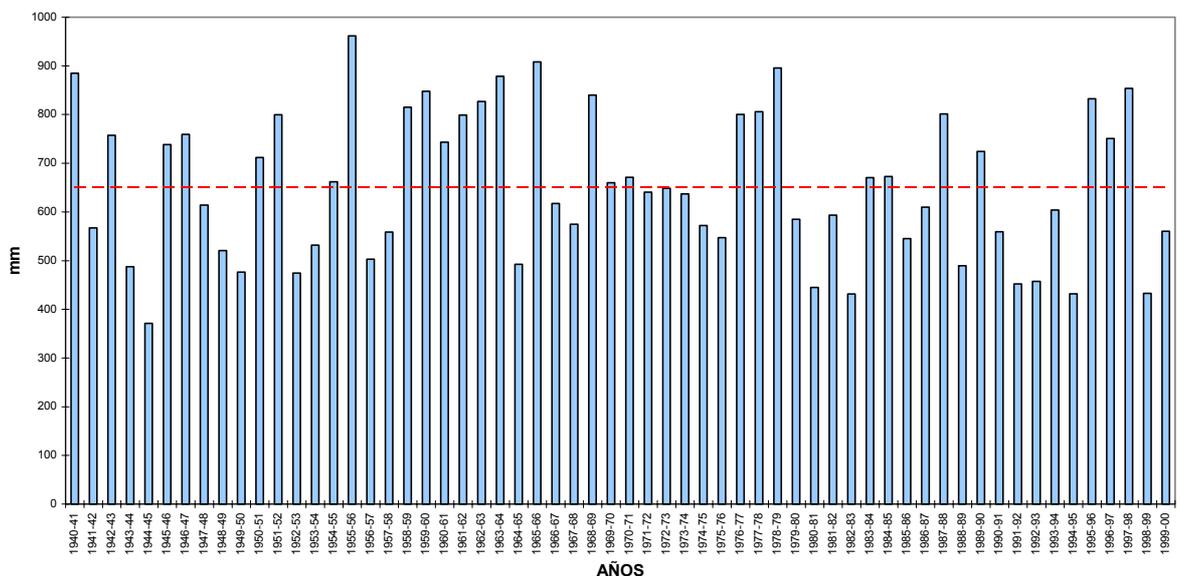


Figura 17.- Evolución de la precipitación anual en el ámbito de la Confederación Hidrográfica del Tajo

<sup>2</sup> Según el *Libro Blanco del Agua* (Ministerio de Medio Ambiente, año 2000) la precipitación media en España en el período 1.940/41 – 1.995/96 fue de 684 mm.

De la comparación de los valores anuales con el medio de la serie se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- en un total de 32 años (53 % del total) la precipitación anual se sitúa en valores inferiores a la media
- es frecuente la presentación de ciclos secos hiperanuales con precipitaciones inferiores a la media, según se desprende de la siguiente tabla

<b>TABLA 14.- CICLOS SECOS HISTÓRICOS (1940-2000)</b>	
<b>DURACIÓN</b>	<b>Nº DE CICLOS</b>
5 años	2
4 años	1
3 años	1
2 años	6
1 año	3

En la siguiente tabla se han relacionado los ciclos (secos y húmedos) más significativos que se han presentado históricamente en la cuenca.

<b>TABLA 15.- PRINCIPALES CICLOS SECOS Y HÚMEDOS EN LA CUENCA</b>			
<b>Período</b>	<b>Duración (años)</b>	<b>Tipo</b>	<b>P media (mm)</b>
1.943/44 – 1.944/45	2	Seco	429
1.947/48 – 1.949/50	3	Seco	537
1.952/53 – 1.953/54	2	Seco	503
1.954/55 – 1.955/56	2	Húmedo	812
1.956/57 – 1.957/58	2	Seco	531
1.958/59 – 1.963/64	6	Húmedo	818
1.968/69 – 1.970/71	3	Húmedo	724
1.971/72 – 1.975/76	5	Seco	609
1.976/77 – 1.978/79	3	Húmedo	834
1.979/80 – 1.982/83	4	Seco	514
1.990/91 – 1.994/95	5	Seco	501
1.995/96 – 1.997/98	3	Húmedo	812
1.998/99 – 1.999/00	2	Seco	497

Del análisis de los datos expuestos anteriormente se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- La serie histórica de precipitaciones medias anuales presenta un grado apreciable de variabilidad, con un valor del coeficiente de variación de 0,23 y un cociente entre los valores máximo y mínimo de 2,6.
- Los años secos se presentan con una frecuencia algo superior a los húmedos y con menor intensidad, aunque esta tendencia no está muy marcada en la cuenca. De este modo, la precipitación en el conjunto de los años secos es un 18 % inferior a la media, mientras que en los húmedos la excede en un 21 %.
- La duración de los ciclos es bastante variable con un promedio, ya sean secos o húmedos, ligeramente superior a los tres años.
- No existe una correlación clara entre la duración de los ciclos y su intensidad.
- Entre las sequías más importantes acaecidas en la cuenca destaca la que tuvo lugar entre los años 1.990-91 a 1.994-95, tanto por su duración (5 años) como por su intensidad, ya que la precipitación media apenas alcanzó los 500 mm anuales. Tres de los cinco años que duró esta sequía se encuentran entre los siete más secos de la serie histórica.
- Otras sequías destacables son las de 1.943-44 a 1.944-45 (2 años con un precipitación media de 429 mm) o la de 1.979-80 a 1.982-83 (4 años con una precipitación media de 514 mm).
- En todo caso la sequía por la que se atraviesa actualmente no tiene antecedentes en la serie histórica, ya que el año 2004/05 ha sido el más seco de los registrados desde 1.940. Esta situación se ha paliado en parte durante el año hidrológico 2.005-06, en el que las precipitaciones acumuladas hasta el mes de junio han superado en un 29 % a las del año anterior.
- En lo que se refiere a ciclos húmedos, el más reseñable es el que se produjo entre los años 1.958-59 a 1.963-64, con una duración de 6 años y una precipitación media de 818 mm (un 25 % superior a la media).

### *Distribución espacial*

La distribución espacial de la pluviosidad de la cuenca está estrechamente relacionada con la altitud. De este modo, los valores medios anuales más altos corresponden a los bordes montañosos occidentales, Sierras de Gredos y Peña de Francia, que constituyen la primera barrera que, en la parte española de la cuenca del Tajo, se encuentran los frentes húmedos atlánticos. Este fenómeno, aunque con menor importancia, también afecta a la sierra de Guadarrama. Por el contrario, la depresión central se corresponde con los niveles más bajos de pluviometría en la cuenca, cuyos mínimos se suelen situar en el entorno de la ciudad de Toledo.

Esta situación conduce al desequilibrio general entre las áreas generadoras de recursos y las que los demandan. En efecto, las cuencas tributarias con mayores índices de pluviometría son las del Tiétar, Alagón y Guadiela; valores medios se registran en el Alberche y el propio Tajo, mientras que los mínimos corresponden a las cuencas del Almonte, Jarama, Salor y Guadarrama. Son por tanto las áreas más pobladas las que soportan menores valores de lluvia y por tanto de recursos generados.

### Índice SPI

En las últimas décadas se han desarrollado una gran cantidad de métodos para el análisis de la intensidad, frecuencia y duración de las sequías climatológicas. En la actualidad, el indicador de sequía más utilizado es el *Standardized Precipitation Index* (SPI), desarrollado por McKee et al en 1.993. Dicho índice mide el déficit de precipitación en una cuenca en distintas escalas temporales y permite la cuantificación de la duración e intensidad de los ciclos secos.

El cálculo del SPI se basa en el registro histórico de precipitaciones en un emplazamiento. La muestra de valores de precipitación se ajusta a una función de distribución de probabilidad teórica y, posteriormente, se realiza una transformación que permita obtener una distribución normal centrada en la mediana del registro histórico de precipitaciones con desviación típica unidad. El valor del SPI se obtiene a partir de la precipitación observada, calculando su valor normalizado.

La tabla siguiente muestra la clasificación de episodios en función del valor de SPI.

<b>TABLA 16.- VALORES DEL ÍNDICE SPI</b>	
<i>Valor SPI</i>	<i>Clasificación periodo</i>
2,0 y mayor	Extremadamente húmedo
1,5 a 1,99	Muy húmedo
1,0 a 1,49	Moderadamente húmedo
-0,99 a 0,99	Normal
-1,0 a -1,49	Moderadamente seco
-1,5 a -1,99	Muy seco
-2,0 y menor	Extremadamente seco

Un episodio de sequía se define como un periodo en el que el índice SPI es continuamente negativo y alcanza el valor  $-1$  o inferior. El episodio comienza cuando el SPI se hace negativo y finaliza cuando se recupera el valor positivo. La intensidad anual de la sequía es el valor del SPI y su magnitud es la suma acumulada del índice SPI.

El índice SPI se define como sigue:

$$SPI = (X_i - M) / \sigma$$

Donde:

SPI: valor del índice de precipitación anual estandarizado

$X_i$ : precipitación anual del año  $i$  en mm

$M$ : media de la serie de precipitaciones anuales del período 1.940/41 – 1.999/00.

$\sigma$ : desviación típica de la serie de precipitaciones anuales del período 1.940/41 – 1.999/00.

En la figura siguiente se han representado los valores anuales del índice SPI de la cuenca del Tajo, correspondientes a la serie de precipitaciones anuales del período de referencia.

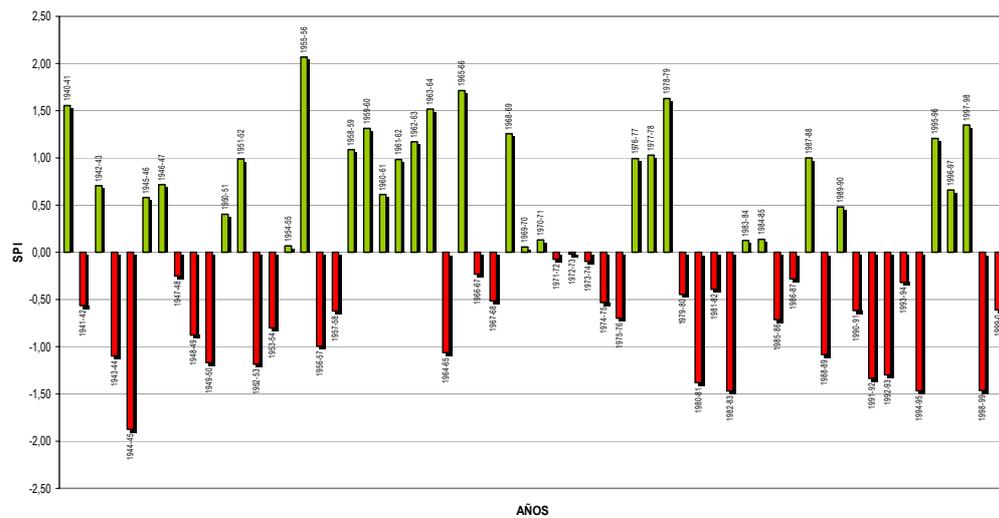


Figura 18.- Evolución del índice SPI en el Cuenca del Tajo

De acuerdo con los cálculos anteriormente expuestos, se han identificado cinco períodos de la serie histórica con un valor acumulado del índice SPI inferior a -2, por lo que pueden considerarse extremadamente secos.

3.1.3.- Caracterización meteorológica a nivel de zonas hidrológicas

En este epígrafe se particularizará el análisis realizado anteriormente para cada una de las catorce zonas hidrológicas en que se divide la cuenca.

En el Anejo II del presente Plan Especial se han incluido los gráficos de precipitaciones anuales y acumuladas para el período 1.940/41 a 1.999-00, de cada una de las 14 zonas hidrológicas en que se divide la cuenca del Tajo.

A modo ilustrativo se han elaborado las siguientes tablas en la que se han identificado los años secos de las series de precipitaciones de cada zona, distinguiendo entre años moderadamente secos, secos y muy secos de acuerdo con lo siguiente:

- Año moderadamente seco:  $P_i > 0,90 P_m$
- Año seco:  $0,80 P_m < P_i < 0,90 P_m$
- Año muy seco:  $P_i < 0,80 P_m$

Donde  $P_i$  es la precipitación del año en cuestión y  $P_m$  es la precipitación media de la serie.

<b>TABLA 17.- AÑOS SECOS POR ZONAS HIDROLÓGICAS</b>					
<b>ZONA</b>	<b><math>P_{media}</math> (mm)</b>	<b>Mod. secos</b>	<b>Secos</b>	<b>Muy Secos</b>	<b>Total</b>
01.- Alto Tajo	649,34	11	12	11	34
02.- Tajo Bolarque y Aranjuez	470,27	12	10	10	32
03.- Tajuña	534,72	11	11	11	33
04.- Henares	584,38	11	12	9	32
05.- Jarama	639,96	12	8	12	32
06.- Guadarrama	531,39	10	11	12	33
07.- Alberche	667,99	8	11	14	33
08.- Margen izq. en Tajo medio	461,06	10	8	13	31
09.- Tiétar	1.012,01	4	5	17	26
10.- Alagón	941,52	11	7	14	32
11.- Árrago	948,62	10	7	15	32
12.- Tajo bajo y Erjas	660,52	8	12	13	33
13.- Almonte	635,26	9	7	17	33
14.- Tajo internacional y Salor	569,91	8	12	14	34
<b>Cuenca Total</b>	<b>651,72</b>	<b>8</b>	<b>10</b>	<b>14</b>	<b>32</b>

Se puede comprobar que el número total de años secos oscila poco de una zona a otra, salvo en la del Tiétar donde es inferior a la mitad del total de años de la serie. En general, en las zonas más pluviosas se observa una mayor frecuencia de años muy secos, fruto de la mayor variabilidad de la serie (mayores coeficientes de variación).

Año	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69		
Alto Tajo		■	■	■	■			■	■	■			■	■			■	■							■		■	■		■		
Tajo		■	■	■	■					■			■	■			■	■								■		■	■		■	
Tajuña		■	■	■	■			■	■	■			■	■	■		■	■								■		■	■		■	
Henares		■	■	■	■	■		■	■	■			■	■			■	■								■		■	■		■	
Jarama		■		■	■			■	■	■			■	■			■	■								■		■	■		■	
Guadarr.		■		■	■			■	■	■			■	■	■		■	■								■		■	■		■	
Alberche		■		■	■			■	■	■			■	■			■	■								■		■	■		■	
Tajo medio		■		■	■			■	■	■			■	■	■		■	■								■		■	■		■	
Tiétar		■		■	■			■	■	■			■	■			■	■								■		■	■		■	
Alagón		■		■	■			■	■	■			■	■			■	■									■		■	■		■
Árrago				■	■			■	■	■			■	■	■		■	■								■		■	■		■	
Tajo bajo		■		■	■			■	■	■			■	■			■	■								■		■	■		■	
Almonte				■	■			■	■	■			■	■			■	■								■		■	■		■	
Tajo int.		■		■	■	■			■	■			■	■	■		■	■								■		■	■		■	
Cuenca		■		■	■			■	■	■			■	■			■	■								■		■	■		■	

Año	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	
Alto Tajo			■		■	■				■	■	■	■	■	■	■	■		■	■		■	■	■	■	■				■	■
Tajo			■		■	■				■	■	■	■	■	■	■	■		■	■		■	■	■	■	■				■	■
Tajuña			■	■		■				■	■	■	■	■	■	■	■		■	■		■	■	■	■	■				■	■
Henares			■	■		■				■	■	■	■	■	■	■	■		■	■		■	■	■	■	■				■	■
Jarama			■	■		■				■	■	■	■	■	■	■	■		■	■		■	■	■	■	■				■	■
Guadarr.			■	■		■				■	■	■	■	■	■	■	■		■	■		■	■	■	■	■				■	■
Alberche	■	■		■	■	■				■	■	■	■	■	■	■	■		■	■		■	■	■	■	■				■	■
Tajo medio		■	■		■	■				■	■	■	■	■	■	■	■		■	■		■	■	■	■	■				■	■
Tiétar		■	■		■	■				■	■	■	■	■	■	■	■		■	■		■	■	■	■	■				■	■
Alagón	■	■	■		■	■				■	■	■	■	■	■	■	■		■	■		■	■	■	■	■				■	■
Árrago	■		■	■	■	■				■	■	■	■	■	■	■	■		■	■		■	■	■	■	■				■	■
Tajo bajo	■	■	■		■	■				■	■	■	■	■	■	■	■		■	■		■	■	■	■	■				■	■
Almonte	■	■		■	■	■				■	■	■	■	■	■	■	■		■	■		■	■	■	■	■				■	■
Tajo int.	■	■	■		■	■				■	■	■	■	■	■	■	■		■	■		■	■	■	■	■				■	■
Cuenca		■	■	■	■	■				■	■	■	■	■	■	■	■		■	■		■	■	■	■	■				■	■

■ Año moderadamente seco    ■ Año seco    ■ Año muy seco

### 3.2.- Caracterización hidrológica de las sequías en la cuenca del Tajo

#### 3.2.1.- Caracterización hidrológica a nivel de cuenca

De manera análoga a las precipitaciones, se dispone de una serie de aportaciones anuales para las zonas hidrológicas y el conjunto de la cuenca del Tajo en el período 1.940/41 – 1.999/00, elaborada con motivo de la redacción del *Estudio de Recursos* de 1.998 y su posterior revisión, comentado en el apartado 3.1.1 de la presente Memoria.

La aportación media para el período analizado en el total de la cuenca del Tajo es de 11.990,40 hm<sup>3</sup>. La serie presenta una variabilidad muy alta, con una desviación típica de 6.114 hm<sup>3</sup> y un coeficiente de variación de 0,51.

El valor mínimo de la serie corresponde al año 1.991-92 (2.989,11 hm<sup>3</sup>), mientras que el máximo se produjo el año 1.978-79, con un valor de 24.865,05 hm<sup>3</sup>.

En el siguiente gráfico se observa la evolución de la aportación media anual en la cuenca en el período 1.940-41 a 1.999-00.

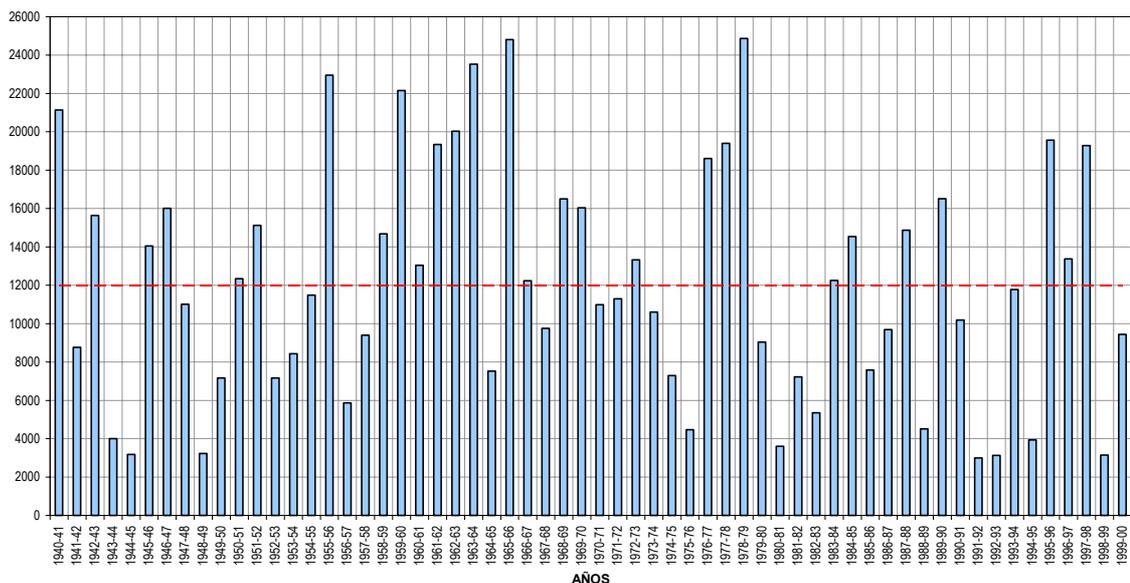


Figura 19.- Evolución de la aportación anual en el ámbito de la Confederación Hidrográfica del Tajo

De la comparación de los valores anuales con el medio de la serie se pueden extraer las siguientes conclusiones:

- en un total de 32 años (53 % del total) la aportación anual se sitúa en valores inferiores a la media. Este valor es idéntico al que resultaba en la serie de precipitaciones analizada en el apartado 3.1.2 de la presente Memoria.
- la duración media de los ciclos secos hiperanuales, caracterizados en función de las aportaciones inferiores a la media, es menor que en el caso de las precipitaciones según se desprende de la siguiente tabla.

<b>TABLA 18.- CICLOS SECOS HISTÓRICOS (1940-2000)</b>	
<b>DURACIÓN</b>	<b>Nº DE CICLOS</b>
5 años	1
4 años	1
3 años	3
2 años	5
1 año	4

En la siguiente tabla se han relacionado los principales ciclos secos que se han presentado a lo largo del período en estudio en la cuenca.

<b>TABLA 19.- PRINCIPALES CICLOS SECOS EN LA CUENCA</b>		
<b>Período</b>	<b>Duración (años)</b>	<b>Ap. media (hm<sup>3</sup>)</b>
1.943/44 – 1.944/45	2	3.594
1.947/48 – 1.949/50	3	7.138
1.952/53 – 1.954/55	3	9.026
1.973/74 – 1.975/76	3	7.450
1.979/80 – 1.982/83	4	6.304
1.990/91 – 1.994/95	5	6.403
1.998/99 – 1.999/00	2	6.292

Las conclusiones que se pueden extraer del análisis de los datos anteriormente coinciden en líneas generales con las ya expuestas en el apartado 3.1.2, dedicado a las sequías meteorológicas, con las siguientes peculiaridades:

- La serie histórica de aportaciones anuales presenta un alto grado de variabilidad, muy superior al de las precipitaciones, con un valor del coeficiente de variación de 0,51 y un cociente entre los valores máximo y mínimo de 8,3.
- Al igual que lo que ocurría en la serie de precipitaciones anuales, se detecta una frecuencia de presentación de años secos ligeramente superior a los húmedos y con intensidad algo menos acentuada. La aportación en el conjunto de los años secos es un 39 % inferior a la media, mientras que en los húmedos la excede en un 45 %.
- La duración media de los ciclos en función de las aportaciones es algo inferior a la resultante siguiendo el criterio meteorológico, situándose en el entorno de los dos años.
- Tampoco en este caso existe una correlación clara entre la duración de los ciclos y su intensidad.
- Las sequías hidrológicas más importantes coinciden en su período de presentación con las meteorológicas; destacando la acaecida entre los años 1.990-91 a 1.994-95 con una aportación media anual 53,4 % de la media de la serie. Dentro de estos cinco años merece resaltarse el “mini-ciclo” comprendido entre 1.991/92 y 1.992/93, ya que son los dos años más secos de la serie histórica. Las aportaciones al año siguiente aumentaron sensiblemente, aunque fueron ligeramente inferiores a la media, lo que permitió remontar la situación.
- Otras sequías destacables son las de 1.943-44 a 1.944-45, en la que la aportación no llegó 30 % de la media, o la de 1.979-80 a 1.982-83 (aportación del 53 % de la media).
- Otras sequías hidrológicas de menor intensidad están algo desplazadas temporalmente respecto de las meteorológicas.

### *Distribución espacial*

La variabilidad espacial de las aportaciones dentro de la cuenca se estudia en el Anejo II. Del análisis realizado se desprende la gran variabilidad en la aportación específica por km<sup>2</sup> entre unas zonas y otras; de este modo entre las zonas del Tiétar y Alagón se contabiliza más de la tercera parte de la aportación total de la cuenca, mientras que en superficie apenas representan un 15%. En el otro extremo, zonas como el Tajo entre Bolarque y Aranjuez, Tajuña o Margen Izquierda, que totalizan el 22 % de la extensión de la cuenca, sólo contribuyen con algo más del 6 % de la aportación.

**3.2.2.- Caracterización hidrológica a nivel de zonas hidrológicas**

De modo análogo al expuesto en el apartado 3.1.2, se realiza un análisis de las series de aportaciones a nivel de zona hidrológica.

En el Anejo II se han incluido los gráficos de aportaciones anuales y acumuladas para el período 1.940/41 a 1.999-00, de cada una de las 14 zonas hidrológicas en que se divide la cuenca del Tajo.

Como ya se hiciera para las precipitaciones, se han elaborado unas tablas en las que identifican los años secos de las series de aportaciones de cada zona, distinguiendo entre años moderadamente secos, secos y muy secos de acuerdo el siguiente criterio:

- Año moderadamente seco:  $AP_i > 0,75 AP_m$
- Año seco:  $0,50 AP_m < AP_i < 0,75 AP_m$
- Año muy seco:  $AP_i < 0,50 AP_m$

Donde  $AP_i$  es la aportación del año en cuestión y  $AP_m$  es la aportación media de la serie.

<b>TABLA 20.- AÑOS SECOS POR ZONAS HIDROLÓGICAS</b>					
<b>ZONA</b>	<b><math>AP_{media}</math> (mm)</b>	<b>Mod. secos</b>	<b>Secos</b>	<b>Muy Secos</b>	<b>Total</b>
01.- Alto Tajo	1.191,0	15	9	10	34
02.- Tajo Bolarque y Aranjuez	118,1	12	13	12	37
03.- Tajuña	131,7	7	16	11	34
04.- Henares	517,9	12	12	10	34
05.- Jarama	992,4	11	9	10	30
06.- Guadarrama	162,4	12	7	14	33
07.- Alberche	823,3	14	7	13	34
08.- Margen izq. en Tajo medio	536,9	14	7	15	36
09.- Tiétar	2.155,2	7	11	12	30
10.- Alagón	1.996,4	14	6	11	31
11.- Árrago	430,3	14	6	14	34
12.- Tajo bajo y Erjas	1.328,7	13	9	13	35
13.- Almonte	501,1	8	10	16	34
14.- Tajo internacional y Salor	1.104,9	12	10	13	35
<b>Cuenca Total</b>	<b>11.990,4</b>	<b>12</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>32</b>

Año	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	
Alto Tajo		■	■	■	■	■		■	■	■	■		■	■			■	■							■			■			
Tajo		■	■	■	■				■	■			■	■	■		■	■	■		■						■		■	■	
Tajuña		■	■	■	■	■			■	■			■	■	■		■	■	■												
Henares		■	■	■	■		■	■	■	■	■		■	■	■		■	■	■							■					
Jarama		■		■	■				■	■			■	■	■		■	■	■							■			■		
Guadarr.		■		■	■		■	■	■	■			■	■	■		■	■	■							■					
Alberche		■		■	■			■	■	■			■	■	■		■	■	■	■						■					
Tajo medio		■		■	■			■	■	■	■	■	■	■	■		■	■	■			■				■		■	■		
Tiétar		■		■	■			■	■	■	■		■	■	■		■	■	■							■			■		
Alagón		■		■	■			■	■	■			■	■	■		■	■	■							■			■		
Árrago		■		■	■			■	■	■		■	■	■	■		■	■	■							■		■	■		
Tajo Bajo		■		■	■	■			■	■	■		■	■	■		■	■	■			■				■		■	■		
Almonte		■		■	■			■	■	■			■	■	■		■	■	■							■		■	■		
Tajo int.		■		■	■	■			■	■	■		■	■	■		■	■	■			■				■		■	■		
Cuenca		■		■	■			■	■	■			■	■	■		■	■	■						■			■	■		

Año	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	00		
Alto Tajo		■	■		■	■				■	■	■	■			■	■		■	■	■	■	■	■	■	■			■	■		
Tajo		■		■	■	■				■	■	■	■	■		■	■		■	■	■	■	■	■	■	■	■			■	■	
Tajuña				■	■	■				■	■	■	■	■	■		■	■		■	■	■	■	■	■	■	■			■	■	
Henares	■			■	■	■				■	■	■	■	■		■	■		■	■	■	■	■	■	■	■	■			■	■	
Jarama				■	■	■				■	■	■	■	■		■	■		■	■	■	■	■	■	■	■	■			■	■	
Guadarr.				■	■	■				■	■	■	■	■		■	■		■	■	■	■	■	■	■	■	■			■	■	
Alberche	■			■	■	■				■	■	■	■	■		■	■		■	■	■	■	■	■	■	■	■			■	■	
Tajo medio		■		■	■	■				■	■	■	■	■	■		■	■		■	■	■	■	■	■	■	■			■	■	
Tiétar		■			■	■				■	■	■	■	■		■	■		■	■	■	■	■	■	■	■	■			■	■	
Alagón	■	■		■	■	■				■	■	■	■	■	■		■	■		■	■	■	■	■	■	■	■			■	■	
Árrago	■		■	■	■	■				■	■	■	■	■	■		■	■		■	■	■	■	■	■	■	■			■	■	
Tajo Bajo	■	■	■	■	■	■				■	■	■	■	■		■	■		■	■	■	■	■	■	■	■	■			■	■	
Almonte	■	■	■	■	■	■				■	■	■	■	■		■	■		■	■	■	■	■	■	■	■	■			■	■	
Tajo int.	■	■	■	■	■	■				■	■	■	■	■		■	■		■	■	■	■	■	■	■	■	■			■	■	
Cuenca	■	■	■	■	■	■				■	■	■	■	■		■	■		■	■	■	■	■	■	■	■	■			■	■	

Año moderadamente seco
  Año seco
  Año muy seco

## **4.- EXPERIENCIA DE LA CUENCA SOBRE SEQUÍAS HISTÓRICAS**

### **4.1.- Introducción**

La cuenca de Tajo, al igual que el resto del territorio peninsular, es muy sensible a las sequías. Éstas se caracterizan por el agotamiento de las reservas hídricas como consecuencia de la falta prolongada de precipitaciones, poniendo en peligro el mantenimiento de los usos derivados de aquéllas.

Existen evidencias históricas de sequías en España, y en la cuenca del Tajo en particular, desde el siglo III antes de Cristo. El aumento progresivo del grado de regulación en la cuenca, desarrollado fundamentalmente a lo largo de la segunda mitad del siglo XX, ha provocado la pérdida de incidencia social de las sequías meteorológicas, excepto para los cultivos de secano, siendo en la actualidad las sequías hidrológicas las que afectan realmente al funcionamiento de los servicios.

En el Anejo III del presente Plan Especial se realiza un análisis detallado de las sequías históricas más importantes que han tenido lugar en la cuenca desde el año hidrológico 1.940-41. En este apartado se ha resumido la información contenida en el citado Anejo.

De cada episodio de sequía se analizarán aspectos como su duración, intensidad, evolución de los recursos, impactos en la demanda, medidas adoptadas para paliar sus efectos, etc., tanto a nivel de cuenca como de sistemas de explotación.

En concreto se han considerado los siguientes períodos de sequía:

- 1.943-44 a 1.944-45 (2 años)
- 1.979-80 a 1.982-83 (4 años)
- 1.990-91 a 1.994-95 (5 años)
- 2.004-05 hasta la actualidad

Al final del epígrafe se establecerán una serie de conclusiones sobre la recurrencia y severidad de las sequías, fragilidad de los sistemas de explotación, etc.

### **4.2.- Sequía de 1.943-44 y 1.944-45**

A mediados de la década de 1.940 se sufrió en España una situación de sequía meteorológica extrema que, debido al escaso nivel de regulación existente en esa época, derivó casi inmediatamente en una sequía hidrológica, poniendo de manifiesto el desfase existente entre las necesidades de consumo y los recursos de agua disponibles.

A raíz de esta experiencia negativa se impulsó una intensa política de obra pública que se centró fundamentalmente en aumentar la capacidad de almacenamiento y, de forma secundaria aunque también importante, en facilitar el transporte de caudales e incluso la conexión entre distintas cuencas.

En la cuenca del Tajo la sequía comprendió sólo dos años (1.943-44 y 1.944-45), pero fueron de especial intensidad con una reducción porcentual de las aportaciones cercana al 70 %.

En la siguiente tabla se han consignado los valores anuales de precipitaciones y aportaciones en el conjunto de la cuenca del Tajo, y se han expresado en términos de reducción porcentual respecto de la medias de las series históricas respectivas.

<b>TABLA 21.- VALORES DE PRECIPITACIONES Y APORTACIONES ANUALES EN LA CUENCA DEL TAJO (SEQUÍA 1943/44 Y 1944/45)</b>				
<b>Año</b>	<b>P anual (mm)</b>	<b>% Reducción respecto Pm</b>	<b>Aportación (hm<sup>3</sup>)</b>	<b>% Reducción respecto APm</b>
<b>1.943-44</b>	487,40	-25,2%	4.005,25	-66,3%
<b>1.944-45</b>	371,01	-43,1%	3.183,37	-73,2%
<b>Media</b>	<b>429,21</b>	<b>-34,1%</b>	<b>3.594,31</b>	<b>-69,8%</b>

Destaca el hecho de que la precipitación registrada en el año 1.944-45 es la más baja de la serie histórica disponible, mientras que las aportaciones registradas en los dos años que duró este episodio de sequía se cuentan entre las ocho más bajas de la serie histórica.

Por último, reseñar que el nivel de regulación de la cuenca en esa época era casi nulo, con menos de una decena de embalses en servicio entre los que destacaban el de Burguillo en el río Alberche, Bolarque en el Tajo y Puentes Viejas en el Lozoya.

### **4.3.- Sequía de 1.979-80 a 1.982-83**

#### 4.3.1.- Introducción

Esta sequía, que afectó a gran parte de la península ibérica, tuvo una apreciable intensidad y duración. Sus efectos derivaron en un descenso significativo en la producción de la actividad agraria y en un aumento desorbitado de las perforaciones acuíferas, con claros síntomas de sobreexplotación y salinización de las aguas en las cuencas del Júcar, Segura, Guadiana y Sur. Además, se produjeron situaciones de emergencia en numerosos sistemas de abastecimiento urbano, localizados en su mayoría en el sur de España, y que llegaron a ser muy intensas en las provincias de Badajoz, Sevilla, Toledo, Tarragona y Cádiz. Algunas poblaciones llegaron a ser abastecidas con camiones cisterna.

Ante esta situación el Ministerio del Interior, a través de la Dirección General de Protección Civil, implantó mediante la orden de 27 de junio de 1983 el Plan Especial de Emergencia por Sequía, todavía de aplicación hoy en día en situaciones de alerta crítica. Dicho Plan estableció directrices de acción coordinada de Protección Civil para afrontar la situación de emergencia existente en aquel momento en amplias áreas del territorio nacional, calificada desde la protección civil como “Alarma Roja”.

#### 4.3.2.- Caracterización meteorológica e hidrológica de la sequía

En la siguiente tabla se han consignado los valores anuales de precipitaciones y aportaciones en el conjunto de la cuenca del Tajo, y se han expresado en términos de reducción porcentual respecto de la medias de las series históricas respectivas.

<b>TABLA 22.- VALORES DE PRECIPITACIONES Y APORTACIONES ANUALES EN LA CUENCA DEL TAJO (SEQUÍA 1.979-80 A 1.982-83)</b>				
<b>Año</b>	<b>P anual (mm)</b>	<b>% reducción respecto Pm</b>	<b>Aportación (hm<sup>3</sup>)</b>	<b>% reducción respecto APm</b>
<b>1.979-80</b>	584,94	-10,2%	9.040,61	-24,6%
<b>1.980-81</b>	444,95	-31,7%	3.602,58	-70,0%
<b>1.981-82</b>	593,20	-9,0%	7.222,47	-39,8%
<b>1.982-83</b>	431,70	-33,8%	5.349,25	-55,4%
<b>Media</b>	<b>513,70</b>	<b>-21,2%</b>	<b>6.303,73</b>	<b>-47,4%</b>

Se puede comprobar que los años 1.980-81 y 1.982-83 se encuentran entre los cinco más secos de la serie histórica disponible, en cuanto a precipitaciones se refiere. En cuanto a aportaciones destaca el valor registrado en el año 1.980-81, el sexto más desfavorable de la serie histórica.

En líneas generales, la sequía fue más acusada en las zonas inferiores de la cuenca, aunque también se produjeron reducciones de aportación muy acusadas en la zona 2 (Tajo entre Bolarque y Aranjuez) y en la margen izquierda del Tajo Medio (zona 8). Tal y como sucedió a nivel de cuenca, el año 1.980-81 fue el más desfavorable en la gran mayoría de las zonas hidrológicas.

En el Anejo III se incluye un análisis de la evolución de los recursos (volúmenes almacenados en los embalses) a lo largo de esta sequía. En general, en los embalses que atendían preferentemente demandas de abastecimiento se experimentó un descenso continuado de las reservas que no comenzaron a remontar hasta bien entrado el año hidrológico 1.983-84, hasta alcanzar una situación de normalidad. Por su parte, en los sistemas de regadío la sequía fue especialmente acusada en el año 1.980-81, al final del cual los volúmenes almacenados en los embalses registraron los mínimos del período.

#### 4.4.- Sequía de 1.990/91 a 1.994/95

##### 4.4.1.- Introducción

La sequía generalizada que sufrió España a principios de la década de los noventa del pasado siglo permanece viva en el recuerdo de aquellos técnicos que se encargaron de gestionarla, debido a su especial intensidad y duración.

Esta sequía afectó a millones de personas, y tuvo un coste económico estimado de 10 billones de dólares de la época, según CRED (*Center for Research of Epidemiology on the Disasters*, 1.995). Los responsables de los sistemas de abastecimiento urbano tuvieron que adoptar medidas sin precedentes como las restricciones al consumo que se aplicaron en ciudades como Sevilla, Granada, Jaén, Málaga o Toledo. El sector agrícola también sufrió seriamente las consecuencias de esta sequía, así por ejemplo la producción de cereales disminuyó drásticamente debido a la práctica falta de riego en la mitad del país.

La cuenca del Tajo no fue desde luego una excepción. Tras un primer año 1.990-91 en que las precipitaciones y aportaciones se mantuvieron en valores moderadamente inferiores a la media, el bienio comprendido entre octubre de 1.991 y septiembre de 1.993 fue el más seco de los que se tenía registro hasta la fecha, lo que llevó a algunos sistemas de explotación (como el de abastecimiento a Madrid, o las zonas regables de Alagón y Árrago), a una situación límite en la que fue necesaria la adopción de medidas de todo tipo (obras de emergencia, restricciones al consumo, aumento de la vigilancia en las zonas regables, etc.).

#### 4.4.2.- Caracterización meteorológica e hidrológica de la sequía

En la siguiente tabla se han consignado los valores anuales de precipitaciones y aportaciones en el conjunto de la cuenca del Tajo, y se han expresado en términos de reducción porcentual respecto de la medias de las series históricas respectivas.

<b>TABLA 23.- VALORES DE PRECIPITACIONES Y APORTACIONES ANUALES EN LA CUENCA DEL TAJO (SEQUÍA 1.990-91 A 1.994-95)</b>				
<b>Año</b>	<b>P anual (mm)</b>	<b>% reducción respecto Pm</b>	<b>Aportación (hm<sup>3</sup>)</b>	<b>% reducción respecto APm</b>
<b>1.990-91</b>	559,5	-14,2%	10.184,9	-15,1%
<b>1.991-92</b>	451,9	-30,7%	2.989,1	-75,1%
<b>1.992-93</b>	457,2	-29,8%	3.126,6	-73,9%
<b>1.993-94</b>	603,9	-7,3%	11.773,2	-1,8%
<b>1.994-95</b>	432,0	-33,7%	3.941,8	-67,1%
<b>Media</b>	<b>500,9</b>	<b>-23,1%</b>	<b>6.403,1</b>	<b>-46,6%</b>

De los valores del cuadro se deduce que mientras que el primer y cuarto año de la serie las aportaciones se mantuvieron en niveles casi normales, los otros tres años de la serie fueron excepcionalmente secos, sobre todo el bienio 1991-93 ya que se trata de los dos años más secos de la serie histórica que además se presentaron consecutivamente.

A nivel de zonas hidrológicas, cabe destacar que en las zonas de la margen izquierda del curso medio del Tajo (Zonas 2 y 8) la sequía fue especialmente severa, con reducciones de la

aportación media superiores al 70 %. En las zonas de cabecera la sequía se inició dos años antes que en el conjunto de la cuenca.

Por el contrario, en zonas como el Alagón y el Henares las reducciones en las aportaciones rondaron el 35 %. En general, la parte más occidental de la cuenca (zonas del Tiétar, Alagón, Árrago, etc.) la sequía tuvo un efecto más limitado en el tiempo, ya que en el año 1.993-94 se registraron aportaciones por encima de la media.

#### 4.4.3.- Medidas adoptadas a nivel nacional

En el Anejo III se relacionan las medidas adoptadas por el Gobierno de la Nación a lo largo de casi cuatro años para paliar las consecuencias de la sequía, generalmente vía Real Decreto acordado en Consejo de Ministros. Muchas de estas disposiciones se amparaban en el artículo 56 de la Ley de Aguas entonces vigente (actual artículo 58), que permitía al Gobierno la adopción de las medidas que fuesen precisas en relación con la utilización del dominio público hidráulico, aun cuando hubiese sido objeto de concesión, para la superación de circunstancias de necesidad, urgencia, anómalas o excepcionales, como las que se daban por aquellas fechas en los ámbitos de varias Confederaciones Hidrográficas.

En lo que a cuenca del Tajo concierne, destaca la reducción temporal y provisional mediante el Real Decreto-Ley 6/1995, de 14 de julio, con carácter extraordinario y validez limitada hasta el 30 de septiembre de 1996, del caudal establecido por la Ley 52/1980 para el río Tajo a su paso por Aranjuez hasta tres metros cúbicos por segundo (3 m<sup>3</sup>/s). También se regularon por Consejo de Ministros los volúmenes trasvasados por el acueducto Tajo-Segura.

En algunas de estas disposiciones se autorizaban diversas obras de emergencia con el propósito de solventar los problemas de abastecimiento que se padecieron en diversas poblaciones. Algunas de ellas se relacionan a continuación:

- Conducción Almoguera-Mondéjar.
- Abastecimiento de las comarcas de La Sagra, Algodor y Tarancón con recursos de la cuenca del Tajo.
- Conducción de La Jarosa a Villalba.
- Actuaciones complementarias en Cáceres capital y Malpartida de Plasencia
- Refuerzo del abastecimiento a Toledo desde el Canal de la Aves
- Abastecimiento a la Mancomunidad del Algodor

#### 4.4.4.- Situación en la cuenca por sistemas de explotación

En el comentado Anejo III se detallan las medidas adoptadas en los diversos sistemas de explotación de la cuenca del Tajo como consecuencia de la situación de sequía excepcional vivida en la primera mitad de la década de 1.990. En general estas medidas no se empezaron a aplicar hasta bien entrado el año 1.992, ya que el año anterior había sido moderadamente seco y no se habían producido problemas de suministro.

A continuación se sintetiza la información recogida en el Anejo para cada sistema de explotación:

- *Sistema Cabecera*: las aportaciones registradas en los años 1.992-93 y 1.994-95 fueron las mínimas de la serie histórica registrada hasta esa fecha, con una extensión superior a los ochenta años. Esta situación provocó que a finales del año hidrológico 1.994-95 los embalses de Entrepeñas y Buendía registrasen sus niveles mínimos históricos con un volumen almacenado conjunto de 131,3 hm<sup>3</sup>, muy por debajo del anterior que se remontaba al mes de octubre de 1.983 con 270,1 hm<sup>3</sup>. Los consumos propios de la cuenca se mantuvieron en niveles muy moderados gracias a las medidas que fue adoptando la Junta de Gobierno y a la colaboración prestada por los usuarios. Durante este período de sequía, los volúmenes trasvasados mediante el acueducto Tajo-Segura fueron regulados por el Consejo de Ministros.
- *Sistema del Henares*: en general la sequía se logró superar sin graves problemas, a pesar de que las aportaciones a los embalses del sistema registraron mínimos históricos en el año 1.991-92. En todo caso fue necesario adoptar medidas de ahorro en la zona regable del Canal del Henares para evitar déficits de suministro, como la plantación de cultivos de bajo consumo de agua. Reseñar por último que en los años 1.992-93 y 1.993-94 se transfirieron desde el río Sorbe una media cercana a los 27 hm<sup>3</sup> anuales al sistema de abastecimiento de Madrid.
- *Sistema de abastecimiento a Madrid*: la escasez de aportaciones unida al fuerte aumento del consumo que se había experimentado en los años precedentes provocaron una situación comprometida con riesgo real de no poder atender las demandas de agua potable en Madrid. Ante estas circunstancias se puso en marcha la conexión con el sistema del Alberche, posibilitando la aportación de recursos complementarios al sistema. Es de destacar el fuerte aumento de la utilización de los recursos complementarios se produjo en los peores años de la sequía, que llegaron a suponer en 1.993 cerca del 40 % del consumo total. También es reseñable el descenso en el consumo total, que alcanzó el 20 % en 1.993, conseguido mediante campañas de concienciación y algunas restricciones en usos no fundamentales.
- *Sistema del Alberche*: al final del último año de la sequía los embalses de Burguillos y San Juan sólo almacenaban 41,9 hm<sup>3</sup>, lo que supone el mínimo de la serie histórica. La demanda más afectada fue la de la Zona Regable del Canal del Alberche, que sufrió las consecuencias de la mayor prioridad asignada a la demanda de abastecimiento del Canal de Isabel II. En el año 1.991-92 fue necesaria la aplicación de medidas de ahorro de agua que se vieron agudizadas al año siguiente cuando fue necesario bombear desde el río Tajo 50,3 hm<sup>3</sup> entre el 24 de junio y el 1 de octubre de 1.993.
- *Sistema del Tiétar*: a pesar de sufrir en los años 1.991-92 y 1.992-93 las aportaciones más bajas de la serie registrada, no se plantearon problemas en el suministro de las demandas que pudieron ser atendidas sin incidencias reseñables, si bien fue necesario recurrir a aportaciones de 9,4 y 10,6 hm<sup>3</sup>, respectivamente, desde el embalse de Valdecañas.

- *Sistema Alagón*: las aportaciones de los años 1.991-92 y 1.992-93 fueron las más bajas de la serie histórica, como en otras zonas de la cuenca. En el primero de esos años las reservas iniciales embalsadas eran ya escasas por lo que sólo se pudo suministrar desde Gabriel y Galán la mitad de la dotación de riegos habitual. Esta circunstancia obligó a imponer restricciones en el consumo y a abordar la realización de dos obras de emergencia para intentar paliar la situación: por un lado el bombeo Sifón del Jerte, que se utiliza para incorporar las aguas de este río aguas abajo de la presa de Jerte-Plasencia al canal de la margen izquierda, y por otro la elevación desde el embalse de Valdeobispo. Al año siguiente la situación empeoró debido a las escasas aportaciones, que sólo permitieron derivar desde la presa de Gabriel y Galán un volumen de 156 hm<sup>3</sup> para regadío, por lo que fue necesario recurrir al bombeo del Jerte para atender la demanda. Los daños producidos por la sequía, aunque apreciables, fueron menores de lo que se temía la principio de las campañas de riego debido a la labor en la distribución de caudales de las Comunidades de Regantes de la Margen Izquierda y Derecha del Alagón.
- *Sistema Árrago*: en este sistema, habida cuenta de las escasas aportaciones que se produjeron en los años 1.991-92 y 1.992-93, fue necesario aplicar restricciones en los consumos de la zona regable ya que tan sólo se suministraron 40,5 y 38,6 hm<sup>3</sup>, respectivamente, lo que suponía poco más del 50 % de las dotaciones habituales en esa época. También en este sistema fue fundamental la colaboración prestada por la Comunidad de Regantes del Árrago para la aplicación de las medidas restrictivas.

#### **4.5.- Sequía 2.004-05 hasta la actualidad**

##### 4.5.1.- Introducción

La cuenca del Tajo está experimentando una sequía meteorológica extrema desde comienzos del año 2004-05. La precipitación acumulada media en la cuenca en ese año ha sido la más baja de la serie histórica disponible desde el año 1940/1941.

A pesar de este intenso déficit de precipitaciones, los efectos socioeconómicos hasta la fecha de esta sequía pueden calificarse de moderados, gracias a la situación de reservas en embalses al comienzo del año hidrológico 2.004-05 y a las aportaciones recibidas en los meses de octubre y noviembre de 2004 y en la primavera de 2.006. Por ello, el año 2.004-05 se pudo superar sin grandes dificultades en los abastecimientos y con restricciones moderadas en las zonas regables de Rosarito (14.500 ha) y del Árrago (9.000 ha), que oscilaron alrededor del 30% de la demanda en un año normal. Ha habido algunas incidencias en sistemas de abastecimiento, como en el de la Mancomunidad de Aguas del Sorbe, donde ha sido necesario utilizar suministros alternativos, pero sin consecuencias para el usuario.

La producción hidroeléctrica del año 2.004-05 fue también menor de la correspondiente al año medio. Los embalses hidroeléctricos, con una capacidad total de 5.265 hm<sup>3</sup>, cerraron el año con un volumen conjunto de 2.580 hm<sup>3</sup>, mientras que la energía disponible, con una

capacidad total de 1.595 Gwh, era de 464 Gwh aproximadamente, un 30% menos que un año antes.

La reducción de caudales en el río Tajo agua arriba de la central nuclear de Trillo obligó a controlar con todo rigor el caudal circulante que debe ser superior al necesario para la refrigeración de dicha central.

La calidad de las aguas también está viéndose afectada por la sequía, especialmente en parámetros como la temperatura y la conductividad, que se han incrementado.

#### 4.5.2.- Caracterización meteorológica e hidrológica de la sequía

En el presente apartado se resumen los datos de precipitaciones, aportaciones y reservas hidráulicas relativos al episodio de sequía iniciado en el año 2.004-05. Se han empleado para ello fuentes de información como los informes elaborados por el Área de Explotación de la C.H.T. con motivo de las Comisiones de Desembalse, o los Boletines Hidrológicos editados por el Ministerio de Medio Ambiente.

#### Precipitaciones

La precipitación media en la cuenca en el año 2004-05 fue de 344,5 mm. No existe registro análogo a este, siendo la de ese año hidrológico la pluviometría acumulada más baja de la serie histórica recopilada con ocasión de la elaboración del Plan Hidrológico de Cuenca, que empieza en el año hidrológico 1940/1941. La distribución mensual de esta precipitación se refleja en la tabla 9, que figura a continuación.

TABLA 24.- PRECIPITACIÓN EN LA CUENCA DEL TAJO EN EL AÑO 2004-2005 (mm).												
Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	TOTAL
154,5	26,5	29,9	0,7	24,3	29,4	23,1	19,5	8,5	0,7	3,5	23,9	344,5

En esta tabla puede apreciarse que cerca del 45 % de la precipitación del año se produjo durante el mes de octubre. En la mayoría de zonas de la cuenca se registraron valores inferiores a 30 mm en el resto de los meses del año hidrológico, muy próximos al umbral de escorrentía. Por lo tanto, y salvo concentraciones locales, no se registraron escorrentías directas significativas en gran parte de la cuenca durante la mayor parte del año hidrológico.

#### Aportaciones

La complejidad de los usos de agua en la cuenca impide que pueda disponerse del valor la aportación restituida a régimen natural en el conjunto de la cuenca para el año 2.004-05. Sin embargo, en el Anejo III se realiza una estimación la aportación de este año mediante un balance global, llegando a una cifra estimada aproximada entre 3.000 y 3.500 hm<sup>3</sup>. En la serie

histórica de 60 años de aportaciones en régimen natural elaborada para la redacción del Plan de Cuenca sólo hay cinco datos con aportación inferior a 3.500 hm<sup>3</sup>, lo que da una idea de la magnitud de la sequía que se ha experimentado en el año hidrológico 2.004-05 en la cuenca.

#### Evolución de reservas

Se ha recopilado la información relativa a los volúmenes almacenados en los embalses de la cuenca a nivel mensual desde octubre de 2.004 hasta julio de 2.006. Esta información se ha obtenido de los Boletines Hidrológicos publicados con carácter semanal por el Ministerio de Medio Ambiente.

Los resultados se han resumido en las tablas siguientes en las que los diversos embalses se han agrupado por sistemas.

<b>TABLA 25.- EVOLUCIÓN DE VOLÚMENES EMBALSADOS EN LA CUENCA EN EL AÑO 2.004-05 (hm<sup>3</sup>)</b>													
<b>SISTEMA</b>	<b>C máx</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Sep</b>
Entrepeñas-Buendía	2.474	744	766	783	752	752	676	623	580	521	426	360	330
Henares	211	164	168	171	171	171	169	163	149	128	100	78	66
Mdad. Sorbe	53	24	24	23	22	19	18	20	18	14	11	9	8
Ab. Madrid	947	617	614	607	586	586	567	583	557	519	454	403	345
Alberche	339	216	208	217	215	215	218	211	185	149	105	83	67
Ab. Toledo	25	20	18	19	18	18	18	18	17	16	15	14	14
Tiétar	122	61	51	46	56	64	74	90	87	74	42	24	10
Alagón	1.091	372	438	463	474	474	482	495	452	370	250	161	101
Total consuntivo	5.744	2.405	2.511	2.555	2.524	2.479	2.456	2.446	2.276	2.000	1.568	1.268	1.077
Hidroeléctrico	5.265	2.987	3.044	2.708	2.767	2.802	2.702	2.750	2.766	2.701	2.651	2.602	2.586
<b>Total Cuenca</b>	<b>11.009</b>	<b>5.392</b>	<b>5.555</b>	<b>5.263</b>	<b>5.291</b>	<b>5.281</b>	<b>5.158</b>	<b>5.196</b>	<b>5.042</b>	<b>4.701</b>	<b>4.219</b>	<b>3.870</b>	<b>3.663</b>

<b>TABLA 26.- EVOLUCIÓN DE VOLÚMENES EMBALSADOS EN LA CUENCA EN EL AÑO 2.005-06 (hm<sup>3</sup>)</b>													
<b>SISTEMA</b>	<b>C máx</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Dic</b>	<b>Ene</b>	<b>Feb</b>	<b>Mar</b>	<b>Abr</b>	<b>May</b>	<b>Jun</b>	<b>Jul</b>	<b>Ago</b>	<b>Sep</b>
Entrepeñas-Buendía	2.474	298	286	306	305	298	328	348	340	305	265		
Henares	211	62	67	77	83	86	126	132	125	86	69		
Mdad. Sorbe	53	7	11	17	21	21	43	43	41	37	33		
Ab. Madrid	947	327	336	347	368	374	475	549	546	509	474		
Alberche	339	65	84	96	100	101	153	189	187	170	145		
Ab. Toledo	25	13	13	13	12	12	12	13	12	11	10		
Tiétar	122	40	54	61	73	85	94	106	107	91	65		
Alagón	1.091	149	186	233	250	268	412	519	477	400	306		
Total consuntivo	5.744	1.126	1.220	1.339	1.406	1.446	1.892	2.172	2.103	1.847	1.568		
Hidroeléctrico	5.265	2.806	3.110	3.195	3.325	3.421	4.088	4.170	4.026	3.810	2.521		
<b>Total Cuenca</b>	<b>11.009</b>	<b>3.932</b>	<b>4.330</b>	<b>4.534</b>	<b>4.731</b>	<b>4.867</b>	<b>5.980</b>	<b>6.342</b>	<b>6.129</b>	<b>5.657</b>	<b>5.089</b>		

El volumen embalsado al comienzo del año hidrológico 2.004-05 en los sistemas de regulación para usos consuntivos era de 2.405 hm<sup>3</sup>, que supone un 41,9 % de la capacidad, mientras que al finalizar el mismo las reservas eran de tan sólo 1.077 hm<sup>3</sup>, el 18,8 % de la capacidad, habiéndose registrado un déficit de aportaciones disponibles para usos consuntivos de unos 1.300 hm<sup>3</sup>. En la primera mitad del año 2.005-06 este volumen se ha incrementado, registrándose a finales del mes de julio 1.568 hm<sup>3</sup> (un 27,3 % del total), curiosamente la misma cifra registrada hace un año.

Con relación al volumen embalsado total en la cuenca, al comienzo del año hidrológico 2004-05 era de 5.392 hm<sup>3</sup>, lo que supone un 49,0 % de la capacidad, que al finalizar el año hidrológico se habían reducido hasta 3.663 hm<sup>3</sup>, el 33,3 % de la capacidad, habiéndose registrado un déficit de aportaciones totales de unos 1.730 hm<sup>3</sup>. En el mes de julio de 2.006 este volumen se eleva a 5.089 hm<sup>3</sup>, superior en 870 hm<sup>3</sup> a la cifra del año pasado.

#### 4.5.3.- Medidas de carácter general y obras de emergencia

También en esta sequía el Gobierno de la Nación se ha visto obligado a adoptar medidas extraordinarias para paliar los efectos de la misma. Seguidamente se relaciona las disposiciones adoptadas hasta la fecha que afectan a la cuenca del Tajo, en forma de Real Decreto:

- *Real Decreto-Ley 10/2005, de 20 de junio, por el que se adoptan medidas urgentes para paliar los daños producidos en el sector agrario por la sequía y otras adversidades climáticas.*

Este Real Decreto-Ley tenía por objeto el establecimiento de medidas de apoyo y, en su caso, la concesión de ayudas a los titulares de las explotaciones agrarias situadas en los ámbitos territoriales afectados por la sequía, que hubiesen sufrido pérdidas de producción bruta en los cultivos o en los aprovechamientos ganaderos de, al menos, un 20 por ciento de la producción normal en zonas desfavorecidas, y de un 30 por ciento en las demás zonas, de conformidad con los criterios establecidos por la Unión Europea.

De igual forma, se declaraban de interés general una serie de obras entre las que se encontraban la modernización de las zonas regables del Canal Bajo del Alberche en Toledo, y del Ambroz en Cáceres.

- *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 hidrográficas de los ríos Júcar, Segura y Tajo.*

Este Real Decreto, al amparo de lo dispuesto en el artículo 58 del texto refundido de la Ley de Aguas, aprobado por el Real decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, tenía por objeto el establecimiento de las medidas necesarias para paliar la situación de extrema escasez de agua en que se encontraba el ámbito territorial definido en los Planes Hidrológicos de las Confederaciones Hidrográficas del Júcar, del Segura y del Tajo. El Real Decreto definía igualmente una serie de actuaciones de emergencia en el ámbito de la cuenca del Tajo.

- *Real Decreto-Ley 15/2005, de 16 de diciembre, de medidas urgentes para la regulación de las transacciones de derechos al aprovechamiento de agua.*

Dicho Real Decreto-Ley tenía por objeto la regulación de determinados aspectos relacionados con las transacciones de derechos al aprovechamiento de agua, con el fin de promover y facilitar la realización de las mismas.

La primera medida consistía en la habilitación a los titulares de derechos al uso de agua pertenecientes a las zonas regables de iniciativa pública para la celebración de los contratos de cesión de derechos de uso de agua a que se refiere el artículo 67.1 del texto refundido de la Ley de Aguas. En el Real Decreto-Ley se declaraba la urgente necesidad de ocupación de los terrenos afectados por una serie de actuaciones entre las que se encontraban la Ampliación y Mejora de los Abastecimientos a la Mancomunidad del Girasol-Anillo Perimetral de Tarancón y de la Sagra Este en Toledo.

La vigencia del Real Decreto-Ley se extendía hasta el día 30 de noviembre de 2.006.

- *Real Decreto, de 10 de marzo de 2.006, por el que se regulan las obras urgentes de mejora y consolidación de regadíos, con objeto de obtener un adecuado ahorro de agua que palie los daños producidos por la sequía*

Mediante este Real Decreto se regulaba la financiación y ejecución de una serie de actuaciones urgentes de mejora y consolidación de regadíos, con la finalidad de obtener un ahorro de agua capaz de mitigar los efectos de la sequía.

Las actuaciones comprendían la modernización de los sistemas de transporte, distribución y aplicación del agua en parcela, la elección de cultivos con variedades menos exigentes en agua, o el empleo de recursos hídricos alternativos a los convencionales, como son las aguas procedentes de desalación y de depuración de aguas residuales de núcleos urbanos.

En el Real Decreto se preveía la realización de una serie de actuaciones en el ámbito territorial de la cuenca del Tajo que, una vez ejecutadas, supondrán un ahorro de 140 hm<sup>3</sup> anuales.

Además de estas medidas normativas, el Ministerio de Medio Ambiente ha emprendido las siguientes actuaciones a lo largo de los últimos meses:

- a. Redacción de unos *Protocolos de actuación* que supliesen transitoriamente a los Planes Especiales de sequía, elaborados con criterios sencillos y basados en la experiencia de la última sequía, y que permitiesen disponer de unos indicadores hidrológicos con sus umbrales de sequía, así como las medidas adoptar en las distintas fases.
- b. Puesta a punto del *catálogo de actuaciones en emergencia*, con aquellas infraestructuras que fueron ejecutadas con ocasión de la sequía de principios de la década de 1.990 y que, en muchos casos, han quedado marginadas y fuera de servicio, pero que pueden ser de gran utilidad en caso de agravamiento de la sequía. Esta actuación lleva implícitas las obras de rehabilitación precisas para la plena operatividad de estas infraestructuras: cambio de equipos de bombeo, renovación del equipamiento eléctrico y de instrumentación, reparación de conducciones, etc.
- c. Realización de *informes de seguimiento de la sequía* con una frecuencia mínima mensual para ir adoptando las medidas oportunas en cada momento.
- d. Lanzamiento de obras y *actuaciones de emergencia* en los casos en que claramente se vislumbre un riesgo alto de fallo en el suministro.
- e. Actuaciones encaminadas a conseguir un adecuado grado de coordinación entre administraciones en los distintos ámbitos territoriales (nacional, autonómica y por cuencas), de implicación y participación de los principales agentes económicos y sociales en la toma de decisiones y de fomento de la información pública y transparencia informativa.

En este contexto de participación pública en la toma de decisiones es obligada la mención al Observatorio Nacional de la Sequía (ONS), una reciente iniciativa del Ministerio de Medio

Ambiente y del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación que pretende aglutinar a todas las administraciones hidráulicas españolas con competencias en materia de aguas, para constituir un Centro de conocimiento, anticipación, mitigación y seguimiento de los efectos de la sequía en el territorio nacional.

Finalmente, en el Anejo III se relacionan las obras de emergencia acometidas en el ámbito de la cuenca del Tajo, con el objetivo de garantizar el abastecimiento a diversas poblaciones.

#### 4.5.4.- Situación por sistemas de explotación

A continuación se expone de manera resumida las circunstancias particulares por las que han atravesado los principales sistemas de explotación de la cuenca. Una información más detallada se puede encontrar en el Anejo III del presente Plan Especial de Sequías.

##### Sistema de Cabecera

Durante el año 2.004-05 las aportaciones al sistema Entrepeñas-Buendía apenas llegaron a los 350 hm<sup>3</sup>, las más bajas de la serie registrada. En el período octubre marzo del año hidrológico 2.005-06 las aportaciones ascendieron a 220 hm<sup>3</sup>.

En el mes de junio de 2.005 se alcanzó la curva que define las condiciones hidrológicas excepcionales previstas en el Real Decreto 2530/1985, y por tanto fue precisa la elevación por la Comisión Central de Explotación del A.T.S. al Consejo de Ministros de las decisiones de trasvase. Desde ese momento y hasta el mes de junio de 2.006 se ha autorizado el trasvase de un total de 268,50 hm<sup>3</sup> a la cuenca del Segura, la mayoría para asegurar el abastecimiento humano.

A pesar de la sequía las demandas propias de la cabecera del Tajo se han dado sin problemas durante los dos últimos años, aunque se han adoptado algunas medidas de ahorro voluntario en las zonas regables y se ha mantenido una vigilancia en las tomas de riego.

##### Sistema del Tajuña

En el año 2.004-05 el embalse de La Tajera, de donde toman las demandas del sistema, sufrió una disminución de reservas, pasando de los 49 hm<sup>3</sup> almacenados a principios de octubre de 2.004 a 24 hm<sup>3</sup> un año después. Sin embargo, el volumen embalsado al principio del año permitió superar la sequía meteorológica sin salir de la situación de normalidad.

En el año hidrológico 2.005-06 las aportaciones han sido muy escasas (sólo 3 hm<sup>3</sup> en el período comprendido entre los meses de octubre y marzo), de tal forma que a finales de mayo el embalse de La Tajera se encontraba con un volumen de 20 hm<sup>3</sup>. En el informe de la Comisión de Desembalse de 28 de marzo de 2.006 se consideraba que las reservas almacenadas permitirían suministrar los usos consuntivos del sistema aunque sería necesario extremar las medidas de ahorro para no vaciar el embalse de cara al año siguiente.

### Sistema de Riegos del Henares

Al comienzo del año hidrológico 2.004-05 el volumen almacenado en los embalses de Alcorlo y Palmaces era de 141 hm<sup>3</sup> por lo que a pesar de la sequía se pudieron atender las demandas de riego con normalidad, aunque a fin de año las reservas habían descendido hasta los 58 hm<sup>3</sup>.

En lo que se refiere al año hidrológico actual, las aportaciones hasta marzo se han elevado a 92,6 hm<sup>3</sup> lo que se ha traducido en un aumento de las reservas en los embalses del sistema hasta superar los 100 hm<sup>3</sup>. En estas condiciones se considera que las demandas de riego podrán ser satisfechas aunque según el Informe presentado por el Área de Explotación de la C.H.T. a la Comisión de Desembalse de 28 de marzo de 2.006 se prevé la aplicación de las algunas medidas ahorradoras como el aumento de la vigilancia y control sobre las tomas directas del río.

### Sistema de Abastecimiento a la Mancomunidad del Sorbe

Debido a la escasez de las aportaciones al embalse de Beleña, en la primavera del año 2.005 se activó la impulsión de Mohernando, que proporciona recursos desde el Canal del Henares en virtud de la cesión de derechos efectuada en 2002 por la Comunidad de Regantes del Canal del Henares. Dado que el sistema del Henares se encontraba en situación de normalidad, no fue necesario establecer restricciones en el suministro de abastecimiento.

Al final del año hidrológico 2.004-05 el embalse tan sólo almacenaba 8 hm<sup>3</sup>; a partir del mes de noviembre las lluvias permitieron el llenado gradual del embalse hasta volver a la situación de normalidad en el mes de marzo de 2.006, lo que ha permitido la derivación de caudales desde el Pozo de los Ramos con destino al abastecimiento del Canal de Isabel II.

Las aportaciones acumuladas al embalse de Beleña en los meses de octubre a marzo se han elevado a 52 hm<sup>3</sup>.

### Sistema de Abastecimiento a Madrid

Durante los primeros meses del año hidrológico 2.004-05, el sistema de Abastecimiento a Madrid se encontraba en situación de normalidad, con un volumen almacenado en el conjunto de embalses superior a los 600 hm<sup>3</sup>. Debido a la escasez de precipitaciones en el año, a finales de junio de 2005 se declaró la situación de alerta de sequía en aplicación del Manual de abastecimiento del Canal de Isabel II. Poco después el Consejo de Gobierno de la Comunidad de Madrid promulgó el Decreto 97/2005, de 29 de septiembre, mediante el que se aprobaban una serie de medidas restrictivas del uso del agua para el abastecimiento, como la prohibición de riego de parques y jardines, llenado de piscinas, etc. El ahorro conseguido con estas y otras medidas adoptadas durante el año hidrológico 2.005-06 se ha acercado al 9 % del consumo total.

En el año hidrológico 2.005-06 se han transferido hasta el mes de marzo 77 hm<sup>3</sup> desde el Alberche; no se han producido en cambio aportaciones desde el Sorbe ya que las reservas en Beleña no superaron la curva de referencia vigente hasta finales del mes de marzo de 2.006.

Por otro lado, las lluvias que tuvieron lugar a finales del invierno y principios de la primavera de 2.006 han permitido que las reservas embalsadas se recuperen en cierta medida, con un volumen de 509 hm<sup>3</sup> a finales del mes de junio. Esta circunstancia, unida al preacuerdo alcanzado con el Ministerio de Medio Ambiente sobre el incremento de disponibilidad de recursos, llevaron al Consejo de Gobierno de la Comunidad de Madrid a promulgar el Decreto 46/2006, de 18 de mayo, por el que se dejaban sin efecto determinadas medidas restrictivas como el llenado de piscinas o el riego de parques.

#### *Sistema del Alberche*

El sistema inició el año hidrológico 2004-05 con un volumen almacenado en los embalses ligeramente superior a los 200 hm<sup>3</sup>, manteniéndose así hasta el mes de mayo, en que comenzaron a disminuir las reservas hasta alcanzar 67 hm<sup>3</sup> a finales de septiembre. A pesar de ello, durante ese año se suministraron los caudales precisos para atender todos los usos del sistema y no recurrió a fuentes alternativas como la impulsión existente desde el Tajo hasta el Canal del Alberche para atender la demanda de riegos. Posiblemente, la no existencia de un acuerdo previo con la Comunidad de Regantes del Alberche (similar al existente en el Canal del Henares) para la sustitución del suministro con aguas del Alberche por aguas del Tajo dificultase la puesta en práctica de la medida.

Las aportaciones a los embalses del sistema en el período de octubre a marzo han ascendido a 168 hm<sup>3</sup>, lo que ha posibilitado que las reservas hayan aumentado paulatinamente desde octubre hasta alcanzar a finales de junio la cifra de 170 hm<sup>3</sup>, incluso superior a la que se registraba justo un año antes.

En el Informe del Área de Explotación de la C.H.T. presentado a la Comisión de Desembalse de 28 de marzo de 2.006 se consideraba que no se podían garantizar los usos consuntivos por lo que debían activarse las obras de acondicionamiento de la impulsión a través del arroyo de Las Parras para atender con agua del Tajo la totalidad de la demanda del Canal Bajo del Alberche (unos 75 hm<sup>3</sup>), de acuerdo con lo planteado en la Junta de Explotación del Alberche celebrada en el anterior mes de febrero. Estas obras tienen carácter de emergencia y fueron aprobadas, a propuesta de la Ministra de Medio Ambiente, en el Consejo de Ministros del día 19 de mayo de 2.006 con un presupuesto de dos millones de euros.

#### *Sistema del Tiétar*

La escasez de aportaciones en el año hidrológico 2004-05 impidió que se llenaran los embalses de Navalcán y Rosarito, como suele ser habitual, con lo que no se superaron los 90 hm<sup>3</sup> de reservas, por lo que el suministro de la demanda de riegos no estaba garantizado. En consecuencia, se acordó la restricción del uso de riego en la zona regable de Rosarito a un 70% de la demanda de un año medio.

Al final de la campaña de riegos de 2.005 los embalses estaban prácticamente vacíos, como por otra parte suele ser habitual en este sistema. Las aportaciones del año hidrológico 2.005-06 han superado los 230 hm<sup>3</sup> en el período octubre-marzo lo que permite asegurar el suministro a todas las demandas del sistema, según lo previsto en la Comisión de Desembalse

de marzo de 2.006. A finales de junio el volumen almacenado conjunto de los embalses de Rosarito y Navalcán alcanzaba los 91 hm<sup>3</sup>.

#### *Sistema del Alagón*

Durante el año hidrológico 2004-2005 se suministraron todas las demandas consuntivas sin ningún problema, finalizándose el año con unas reservas de 101 hm<sup>3</sup>. En el año 2.005-06 no se prevén tampoco problemas en el suministro ya que a finales de junio se acumulaban en los embalses unas reservas de 400 hm<sup>3</sup>. En cualquier caso, en el Informe redactado por el Área de Explotación de la C.H.T. con motivo de la reunión de la Comisión de Desembalse de marzo de este año se recomienda la aplicación de medidas de ahorro de recursos para no comprometer la campaña del año próximo ya que es de prever que las reservas al final de la presente campaña se acercarán al mínimo.

#### *Sistema de Riegos del Árrago*

Durante el año hidrológico 2004-2005 se suministró sin restricciones la demanda de abastecimiento de la Mancomunidad de Rivera de Gata, aunque en los meses de agosto y septiembre, y dado el grado de llenado del embalse de Rivera de Gata, fue preciso bombear caudales a la ETAP desde el canal de la margen izquierda.

En la zona regable de Borbollón y Rivera de Gata fue preciso establecer restricciones al riego, suministrando un 70% del volumen de un año medio.

Los embalses del sistema, Borbollón y Rivera de Gata, disponían al final de año hidrológico de un volumen almacenado total de 17 hm<sup>3</sup>. A finales de junio se acumulan en los dos embalses unas reservas de 107 hm<sup>3</sup>, por lo que no son de prever problemas en el suministro aunque también aquí se recomiendan medidas de ahorro para no poner en peligro la próxima campaña.

#### *Sistema Bajo Tajo Internacional*

Durante el año hidrológico 2.004-05 se suministraron todos los usos sin restricción ni problema alguno. Además en el embalse de Cedillo se desaguaron con destino a Portugal los 2.700 hm<sup>3</sup> que fija el Convenio de Albufeira, dado que no se cumplieron las condiciones de excepcionalidad marcadas en el citado Convenio (Artículo 4.3 del Protocolo Adicional).

El indicador global de sequía en la cuenca no permitió identificar la sequía meteorológica del año 2.004-05, que como ya sabemos fue muy acusada, ya que la alta precipitación registrada en el mes de octubre enmascaró los resultados finales acumulados en los seis primeros meses, lo que impidió detectar la fuerte desviación que con relación a la media experimentó la precipitación en los meses restantes.

En el año 2.005-06, y según los datos expuestos en el Informe redactado con motivo de la Comisión de Desembalse de marzo, se considera que la derivación de los 2.700 hm<sup>3</sup> en Cedillo está garantizada, habida cuenta de los volúmenes almacenados en los embalses y de la previsión de aportaciones al Bajo Tajo en el segundo semestre.

#### 4.6.- Efectos socioeconómicos y ambientales de las sequías padecidas en la cuenca

##### 4.6.1.- Introducción. Estudios disponibles

Existen muy pocos estudios sobre los efectos socioeconómicos y ambientales de las sequías en España en general, y en la cuenca del Tajo en particular. Los escasos datos disponibles están referidos generalmente a la repercusión en el sector agrícola, que es el que sufre de forma más directa las consecuencias de la escasez del recurso. De esta forma, puede mencionarse el “*Estudio del impacto socioeconómico de las inversiones en los regadíos en las Zonas Regables del Estado en la cuenca del Tajo*”, realizado por la Confederación Hidrográfica del Tajo en el año 1.995.

El ajuste de producción de regadío en los años con menor disponibilidad de agua se produce por una doble vía: de migración hacia cultivos de menor dotación y la reducción de superficie regada. Con estos mecanismos se atenúan las pérdidas de producción y de margen si bien su aplicación requiere prever la presentación de la sequía con tiempo suficiente, hecho que normalmente se ha dado en los últimos episodios de sequía.

En el estudio citado se analizó la productividad del regadío en las zonas regables estatales en varios años del período comprendido entre 1.975 y 1.992. Un resumen de los resultados del mismo, con valores actualizados a euros del año 2.005, se muestra en la tabla siguiente.

TABLA 27.- PRODUCCIÓN FINAL AGRARIA (€ de 2005/ha)							
Zona regable	Superficie (ha)	AÑOS					Valor agregado 1992 (M €)
		1975	1980	1985	1990	1992	
Alagón	33.989	5.421,56	4.507,11	4.897,97	4.387,91	3.620,01	123,040
Alberche	9.650	8.016,53	5.550,58	5.048,90	5.799,25	4.127,74	39,832
Alcolea	3.895	-	-	-	-	4.517,53	17,597
Almoguera	2.646	-	-	-	-	2.486,49	6,580
Ambroz	5.482	-	-	-	-	7.104,16	38,947
Aranjuez	4.630	5.579,06	3.798,61	3.690,41	3.305,76	3.010,46	13,938
Árrago	9.370	6.603,88	4.629,99	5.203,33	5.422,60	4.431,37	41,521
Azután	394	7.287,69	3.027,16	3.641,07	2.238,79	2.073,80	0,817
Bornova	2.668	-	-	-	-	5.856,10	15,624
Casas de Don Antonio	230	-	-	3.045,41	-	2.760,17	0,634
Castrejón Margen Izquierda (ampliación)	1.975	-	-	-	-	4.148,73	8,193
Castrejón Margen Derecha	1.797	14.350,61	8.879,56	7.647,00	5.664,76	5.734,03	10,304
Castrejón Margen Izquierda	1.459	13.087,85	7.279,84	8.242,03	6.309,23	4.396,75	6,415
Estremera	1.593	6.109,41	3.220,54	2.886,58	2.562,35	2.323,54	3,701
Henares	5.166	3.649,08	2.233,96	2.071,44	1.789,61	1.539,24	7,951
Jarama	10.500	5.343,57	4.283,03	4.058,11	3.904,26	2.914,90	30,606
Monteagudo	3.000	-	-	-	-	2.405,36	7,216

TABLA 27.- PRODUCCIÓN FINAL AGRARIA (€ de 2005/ha)							
Zona regable	Superficie (ha)	AÑOS					Valor agregado 1992 (M €)
		1975	1980	1985	1990	1992	
Peraleda	1.366	3.970,15	3.739,20	3.599,37	3.499,50	2.830,74	3,866
Rosarito	14.454	12.178,45	8.983,39	9.639,00	10.777,01	9.945,74	143,755
Sagra	28.211	-	-	-	-	2.905,61	81,970
Salor	748	-	-	-	-	4.112,59	3,076
Tajuña	3.000	-	-	-	-	5.377,47	16,132
Valdecañas	6.788	7.597,32	6.077,85	5.342,57	4.949,80	4.857,80	32,974

Según los datos de la tabla, se puede comprobar que la producción en el año 1.991-92, en el que se produjo una fuerte sequía en la cuenca, descendió un 14% respecto del año 1.989-90, que puede considerarse normal a efectos de disponibilidad de agua para riego, alcanzando para el conjunto de las zonas regables estatales un valor del orden de 466 millones de euros para una superficie del orden de 104.000 ha de riego y con un volumen de agua regulada utilizado del orden de 724 hm<sup>3</sup>. Es necesario puntualizar no obstante que en el valor de la producción influyen otros factores además de la superficie puesta en riego, como pueden ser los tipos de cultivos y, sobre todo, la evolución de los precios agrícolas.

A partir de los datos contenidos en el estudio se ha elaborado una segunda tabla en la que se reflejan datos comparados de algunas zonas regables entre los años 1.989-90 y 1.991-92. Estos datos se refieren al valor de la producción total (en millones de euros de 2.005), suministro de agua y el cociente entre ambas variables. Como se puede comprobar, este último presenta oscilaciones significativas, aunque sí se puede afirmar en cualquier caso que en el conjunto de las zonas regables analizadas, el aumento del suministro para riego se tradujo en un incremento significativo de la producción (29,62 millones de euros correspondientes a un aumento en la dotación para riego de 63,4 hectómetros cúbicos).

TABLA 28.- VALOR DE LA PRODUCCIÓN POR hm <sup>3</sup> SUMINISTRADO			
Zona regable		AÑOS	
		1990	1992
Alberche	Producción (M €)	55,96	39,83
	Suministro (hm <sup>3</sup> )	100,00	71,10
	Cociente	0,56	0,56
Canales de Aranjuez	Producción (M €)	15,31	13,94
	Suministro (hm <sup>3</sup> )	107,00	78,00
	Cociente	0,14	0,18
Azután	Producción (M €)	0,88	0,82
	Suministro (hm <sup>3</sup> )	8,00	3,40
	Cociente	0,11	0,24
Estremera	Producción (M €)	4,08	3,70
	Suministro (hm <sup>3</sup> )	42,00	29,10
	Cociente	0,10	0,13

<b>TABLA 28.- VALOR DE LA PRODUCCIÓN POR hm<sup>3</sup> SUMINISTRADO</b>			
<b>Zona regable</b>		<b>AÑOS</b>	
		<b>1990</b>	<b>1992</b>
Henares	Producción (M €)	9,24	7,95
	Suministro (hm <sup>3</sup> )	72,00	89,00
	Cociente	0,13	0,09
Jarama	Producción (M €)	40,99	30,61
	Suministro (hm <sup>3</sup> )	165,00	160,00
	Cociente	0,25	0,19
Suma	Producción (M €)	126,47	96,85
	Suministro (hm <sup>3</sup> )	494,00	430,60
	Cociente	0,26	0,22

Por otro lado, los efectos negativos de las sequías sobre el medio ambiente son evidentes y están derivados por un lado del deterioro de la calidad del agua provocado por la menor dilución y, por otro, de la disminución significativa de aportes hídricos a masas de agua y ecosistemas acuáticos que puede poner en peligro la supervivencia de las especies y a la biodiversidad asociada a estos hábitats.

Sin embargo, existen importantes lagunas de información y conocimiento en relación a la dependencia hídrica de hábitats y especies de zonas de protección ambiental asociadas al medio hídrico. Este tema se desarrolla más extensamente en el Informe de Sostenibilidad Ambiental (I.S.A.), que acompaña al Plan Especial de Sequías; en el siguiente apartado se desarrolla una propuesta de estudio para evaluación de los efectos socioeconómicos de las sequías.

#### 4.6.2.- Evaluación de los efectos socioeconómicos de las sequías

El desarrollo socioeconómico ha llevado asociado un aumento progresivo del uso del agua y el desarrollo de actuaciones para garantizar el suministro de los volúmenes necesarios para el abastecimiento de la población y para las actividades económicas, especialmente la actividad agrícola del regadío.

La sequía hidrológica implica una disminución de los volúmenes de agua disponibles para atender los diferentes usos por debajo de los volúmenes requeridos para un desarrollo normal de las actividades correspondientes.

Esta insuficiencia de disponibilidad del agua necesaria se traduce, a su vez, en un deterioro de los niveles de desarrollo de las actividades, con los correspondientes daños socioeconómicos derivados de este deterioro.

El grado de esta afección está relacionado con el nivel de deterioro producido, y éste, a su vez, con la fragilidad y vulnerabilidad de cada actividad para hacer frente a situaciones prolongadas de disminución de caudales de suministro.

Cuestión relacionada, pero diferente, es la de los efectos socioeconómicos de las medidas del PES, que con carácter general tienden a minimizar los efectos negativos de la sequías y, entre ellos, los efectos negativos socioeconómicos, pero, en decisiones concretas, pueden comportar efectos negativos, al menos de carácter relativo de unos usos frente a otros, que conviene evaluar tanto de cara a la toma de la decisión correspondiente – en especial en casos de restricciones en el suministro – como para, en su caso, cuantificar la correspondiente indemnización a los perjudicados por la medida.

En el PES y en su Informe de Sostenibilidad Ambiental se señala que la información disponible a estos efectos o bien es insuficiente o bien no está actualizada, por lo que se considera que deben desarrollarse los estudios correspondientes que sirvan para fundamentar de modo definitivo las correspondientes medidas del Plan.

En los apartados que siguen se resumen los aspectos básicos que deberían contemplarse en estos estudios y que deberán desarrollarse más detalladamente en los correspondientes Pliegos de Bases.

#### *1.- Identificación de efectos socioeconómicos de las sequías*

El estudio deberá proceder, en primer lugar, a identificar los posibles efectos socioeconómicos negativos de las sequías, para lo que deberá abordar la caracterización de los diferentes usos y su fragilidad frente a disminuciones de los caudales de suministro.

A estos efectos deberá distinguir, al menos, los usos siguientes:

- Uso urbano o abastecimiento de población, según queda definido en el artículo 60.3.1 del TRLA.
- Regadío y usos agrarios.
- Usos industriales singulares no conectados a las redes urbanas de abastecimiento.
- Hidroelectricidad.
- Otros usos.

Tanto la caracterización, como el análisis de fragilidad deberán efectuarse de modo diferenciado para cada uno de los usos reseñados.

#### **Caracterización de los diferentes usos**

##### *a) Uso urbano*

A los efectos que nos ocupan, la caracterización del uso urbano deberá atender, al menos, a los aspectos siguientes:

- Distribución territorial de la población.
- Tipificación de los medios urbanos por tamaño de población.

- Volúmenes utilizados.
- Dotaciones unitarias de agua.
- Grandes sistemas de abastecimiento y sus fuentes de suministro.

b) *Regadío*

Los efectos económicos de la disminución de caudales en la actividad del regadío están muy condicionados por la propia productividad de la actividad, ligada, a su vez, a la aptitud de la zona para el regadío – características climáticas, tipos de suelo -, a los tipos de cultivo más apropiados para la misma, al grado de especialización productiva – tecnificación de los sistemas de riego, cultivo y recolección, experiencia en el cultivo de regadío – y, por último, al sistema de comercialización de la producción. A todos estos factores han de añadirse las condiciones marco de la política agrícola, especialmente condicionada por la política agraria comunitaria.

Todos los factores citados deberán, según esto, tenerse en cuenta a la hora de efectuar la caracterización del regadío.

Dado que estos factores pueden diferir, incluso sustancialmente, en las diversas zonas regables, la caracterización deberá efectuarse delimitando previamente áreas territoriales en las que las zonas regables pueden considerarse relativamente homogéneas en relación al cómputo global de los mismos.

La caracterización del regadío deberá efectuarse, por tanto, en los siguientes pasos:

- Identificación de factores condicionantes de la productividad.
- Zonificación territorial de áreas regables relativamente homogéneas, en relación a estos factores.
- Determinación de los factores de productividad en cada una de las zonas – al menos los relacionados anteriormente-.
- Fuentes de suministro de agua y volúmenes utilizados.

c) *Industrias singulares*

A los efectos de este estudio interesa conocer los datos referentes a la dependencia hídrica de estas industrias, para lo que deberá contemplarse, al menos, los aspectos siguientes:

- Fuentes de suministro de agua
- Volúmenes totales utilizados
- Ratios de recirculación o reciclaje
- Volúmenes netos extraídos de las fuentes de suministro

- Producción por volumen de agua utilizada

d) *Hidroelectricidad*

De los aprovechamientos hidroeléctricos deben contemplarse, al menos, los aspectos siguientes:

- Características básicas del aprovechamiento
- Condicionamiento del aprovechamiento a otros usos
- Tipo de funcionamiento (continuo, energía de puntas, etc)

e) *Otros usos*

En cada caso deberán identificarse otros usos económicos de importancia cuantitativa significativa –ganaderos, piscifactorías, etc – recopilando las principales características que definan su dependencia hídrica.

### **Fragilidad y vulnerabilidad**

Se trata con este análisis de identificar los mecanismos a través de los cuales se produce el deterioro de la actividad por insuficiencia de agua de suministro, así como la gravedad de este deterioro. En definitiva, los mecanismos que ponen de manifiesto la sensibilidad de la actividad ante variaciones en el volumen de agua suministrada.

Estos mecanismos son diferentes en los diferentes usos, por lo que el análisis de sensibilidad ha de ser así mismo diferenciado para cada uno de los tipos de uso contemplados.

En el caso del uso urbano deberán analizarse las componentes del uso urbano – doméstico, industrial/comercial, otros usos -, para poder posteriormente evaluar las posibilidades de reducción del suministro sin afectar gravemente a la salud y la vida de la población.

En el caso del regadío se analizarán las dotaciones netas y los distintos factores de eficiencia – en la conducción, en la distribución y en la aplicación – que transforman la dotación neta en volumen bruto de suministro. Así mismo se analizarán los tipos de cultivo – con especial atención a los leñosos y similares – y los periodos de siembra, de cara a valorar la posibilidad de flexibilidad frente a previsiones de presentación de sequías. Todo ello de cara a poder valorar, posteriormente, la elasticidad de la producción frente a la disponibilidad de agua para el riego.

En las industrias singulares se analizará la dependencia de la producción en relación al volumen suministrado – posibilidades de aumentar la recirculación o el reciclaje, posibilidades de ajustar la producción, etc -, de cara así mismo a , posteriormente, evaluar la elasticidad de la producción frente a la disponibilidad de agua de suministro. Lógicamente el análisis deberá abordarse de modo diferenciado para cada una de las industrias singulares.

La vulnerabilidad en el uso hidroeléctrico está directamente relacionada con la disminución de caudales a turbinar y del salto neto disponible, en definitiva con la variación en el equivalente energético – producción por metro cúbico turbinado – de cada central.

El resto de usos significativos – ganaderos, piscícolas, etc – requerirán análisis específicos.

### **Experiencia de sequías históricas**

Con carácter previo a la cuantificación económica de los efectos de las sequías, se recopilarán cuantos datos estén disponibles referentes a efectos socioeconómicos de las sequías históricas en los diferentes usos, así como de los mecanismos utilizados tanto para minimizar los daños como, a posteriori, para su reparación.

### **Identificación de posibles efectos socioeconómicos**

A partir de los datos de caracterización, vulnerabilidad y experiencia histórica se podrán identificar las líneas en que se producen los efectos socioeconómicos más significativos de las sequías en los diferentes usos, que serán estudiados en la fase siguiente.

#### 2.- Evaluación y cuantificación de los efectos socioeconómicos de la sequías

El estudio deberá abordar este análisis para los diferentes usos antes reseñados, pero, en todo caso, cabe señalar a priori los aspectos siguientes:

- El abastecimiento de población – incluyendo las industrias de poco consumo conectadas a la red de abastecimiento urbano – es de atención prioritaria frente al resto de usos y a los requerimientos ambientales, por lo que sólo en situaciones extremas sufre restricciones de suministro que pueden derivar en daños socioeconómicos, siendo más bien, con carácter general, beneficiario en relación a otros usos por la transferencia de volúmenes de agua asignados a otros usos no prioritarios, especialmente de regadío.
- Las industrias singulares no conectadas a redes urbanas disponen, en general, de sistemas de recirculación y reciclaje que minimizan el volumen realmente consumido y que, en la práctica, constituyen un desenganche del ciclo hidrológico, por lo que, salvo situaciones puntuales, no son muy vulnerables ante situaciones de sequía.
- El uso hidroeléctrico, cuando está concesionalmente condicionado a la explotación de los caudales vertidos para otros usos – básicamente el regadío – soportan, en situaciones de sequía, los efectos económicos negativos derivados de los menores caudales aprovechados, si bien es ésta una situación ya internalizada y descontada en la propia configuración de los proyectos económicos de estos aprovechamientos.

Cuestión diferente es cuando la disminución de caudales aprovechados se produce por la derivación de caudales hacia otros usos no contemplada en los correspondientes condicionados concesionales, en cuyo caso los efectos económicos negativos derivan del efecto conjunto de al menos los siguientes parámetros:

- Disminución de producción por la disminución de volumen turbinado.
  - Deterioro financiero - de la calidad de la producción – por la disminución de precio de venta.
- La disminución de caudales de suministro en situaciones de sequía se produce básicamente en la actividad del regadío – e indirectamente en el aprovechamiento hidroeléctrico a él ligado -, siendo en esta actividad donde se centran los principales efectos socioeconómicos negativos de las sequías

Según esto el estudio deberá prestar especial atención a la cuantificación de los efectos socioeconómicos negativos de las sequías sobre el regadío, para lo que deberá analizar la respuesta socioeconómica de la actividad del regadío frente a la variación de caudales de suministro.

### **Cuantificación de efectos socioeconómicos de las sequías sobre la actividad del regadío**

Como se ha señalado anteriormente este análisis deberá efectuarse por zonas territoriales homogéneas, pudiendo ser conveniente descender el nivel de zonas regables, nivel en el que será mayor la disponibilidad de datos necesarios para el análisis, al menos en todo lo que se refiere al análisis de las elasticidades de producción y margen de producción en relación a la disponibilidad de agua para el riego.

Los posibles tipos de efectos socioeconómicos sobre la actividad económica del regadío habrán sido identificados en el análisis de la fase anterior, según se ha comentado anteriormente.

En principio es previsible que se presenten efectos directos sobre la propia actividad del regadío – sobre la producción, margen de producción, empleo directo – y efectos indirectos o inducidos sobre el resto de la actividad económica del territorio, al menos en el caso en que la actividad del regadío sea una componente significativa de la actividad económica general.

En el presente estudio interesa básicamente cuantificar los posibles daños directos sobre la actividad económica, tanto para tenerlos en cuenta a la hora de materializar medidas que supongan reducciones de suministro, como a la hora de cuantificar las posibles indemnizaciones a que, en su caso, hubiera lugar. Según esto el análisis se centrará en los efectos directos sobre la propia actividad del regadío.

Por lo que se refiere a los efectos directos sobre la propia actividad del regadío el fin último del análisis es el de evaluar el deterioro producido por la reducción de caudales de suministro por efecto de las medidas del Plan Especial.

Según esto ha de analizarse la elasticidad de los parámetros implicados – producción, margen de producción y empleo directo – en relación al volumen – o a la dotación – de agua suministrada.

A estos efectos, para cada zona o grupo de zonas regables, habrán de analizarse las siguientes variables:

- Producción económica resultante de los distintos cultivos
- Costes de producción
- Margen de producción
- Empleo directo
- Volumen de agua utilizado

Para poder evaluar la elasticidad entre el resto de variables y el volumen de agua utilizada deberá contemplarse un periodo de años suficiente para que incluya años hidrológicamente diferentes – muy secos, secos, húmedos, etc -, en los que se hayan utilizado volúmenes diferentes con resultados así mismo diferentes del resto de las variables.

Para poder evaluar los efectos de las sequías conviene que dentro del período analizado figure al menos un período de sequía hidrológica. Por otra parte conviene que el período analizado finalice lo más próximo posible al momento de realización del estudio, de modo que recoja los efectos de la situación actual de las políticas agrarias.

De este modo, para cada zona, se dispondrá de los datos necesarios para analizar la elasticidad de las variables analizadas en relación al volumen de agua utilizado, disponiendo así de un elemento fundamental para evaluar y cuantificar los efectos económicos de la variación de volúmenes de suministro sobre la actividad económica del regadío.

### *3.- Evaluación de los efectos socioeconómicos de las medidas del PES*

Una vez analizada la respuesta de las actividades económicas frente a la variación de caudales de suministro, se dispondrá de los elementos que permiten cuantificar los efectos de medidas concretas de reducción de suministro que puedan ser aplicadas dentro del programa de medidas del PES, así como para disponer de un marco de referencia para la cuantificación de las compensaciones a que, en su caso, hubiera lugar a los perjudicados por la medida correspondiente.

#### **4.7.- Catálogo de infraestructuras de sequía**

Como consecuencia de las sequías comentadas en apartados anteriores se ha desarrollado una serie de infraestructuras cuya finalidad principal es la de paliar los efectos de aquéllas en determinados sistemas de explotación, generalmente mediante conexiones con otros sistemas con mayor disponibilidad de recursos regulados.

Entre estas obras cabe distinguir entre las que, una vez en servicio, se han continuado utilizando en la explotación normal como fuente de recursos complementarios y las que sólo se plantea su empleo en períodos de escasez. Dentro de las del primer grupo se podría mencionar la conexión San Juan-Valmayor o la impulsión desde el embalse de Alcántara al de Guadiloba para abastecimiento de la ciudad de Cáceres.

En el cuadro siguiente se relacionan todas estas infraestructuras. No se han considerado en principio aquellas que están actualmente en fase de proyecto, como las obras de conexión

entre el embalse de Alcorlo y la ETAP de Mohernando, o la del embalse de Portaje con el de Guadiloba para el abastecimiento a Cáceres. Tampoco se ha incluido la obra de la elevación desde del embalse de Rivera de Gata al Canal II-A de la Zona Regable del Árrago, construida con motivo de la sequía de la década de 1.990, ya que fue desmontada y en su lugar se construyó un canal de enlace.

<b>TABLA 29.- RELACIÓN DE INFRAESTRUCTURAS DE SEQUÍA EN LA CUENCA DEL TAJO</b>		
<b>ACTUACIÓN</b>	<b>Sistema cedente</b>	<b>Sistema receptor</b>
Elevación del Canal del Henares a la ETAP de Mohernando	Riegos del Henares	Sorbe
Bombeo desde el arroyo de Las Parras al Canal del Alberche	Tajo	Alberche
Conexión San Juan – Valmayor	Alberche	Madrid (CYII)
Conducción Picadas – La Sagra	Alberche	Toledo y su entorno
Conducción Almoquera Algodor-Sagra Este	Tajo	La Sagra (Toledo)
Conexión Canal de las Aves – Polígono industrial de Toledo	Tajo	Toledo
Elevación de Valdecañas	Tajo	Tiétar
Bombeo Sifón del Jerte al Canal de la M.I. de la Zona Regable del Alagón	Riegos del Jerte	Alagón
Elevación desde el embalse de Valdeobispo al Canal de Riegos del Alagón	Alagón	Alagón
Elevación Embalse de Alcántara – Embalse de Guadiloba	Alagón	Cáceres

En la actualidad, el estado funcional de las instalaciones de uso exclusivo en sequía es bueno, pudiendo afirmarse que, tras la correspondiente revisión y puesta a punto que debería de realizarse en la fase de prealerta, podrían estar operativas en la fase de alerta. En esta última sequía se puede destacar por ejemplo la obra de elevación al Canal del Alberche desde el arroyo de Las Parras, en la que se han invertido dos millones de euros ampliando su capacidad hasta los 7 m<sup>3</sup>/s. Una excepción la constituye sin embargo la elevación desde el embalse de Valdeobispo a la Zona Regable del Alagón cuyo empleo se limita a situaciones de emergencia debido al mal estado de los grupos y a su escasa capacidad ya que sólo podrían suministrar unos 4 hm<sup>3</sup> por campaña.

#### 4.8.- Conclusiones

Respecto de las características de las sequías hidrológicas de la cuenca del Tajo, analizadas en el apartado 3 de esta Memoria, cabe extraer las siguientes conclusiones:

- la duración media de los ciclos de sequía hidrológica en la cuenca del Tajo se encuentra en el entorno de los dos años
- la reducción media de la aportación durante estos ciclos secos respecto de la media de la serie histórica es acusada, situándose alrededor del 45 %
- la frecuencia de presentación de los ciclos secos es de unos 7 a 10 años
- los parámetros anteriores no presentan variaciones significativas entre las diversas zonas hidrológicas de la cuenca
- no existe una correlación clara entre las aportaciones de años hidrológicos consecutivos, por lo que puede afirmarse que la ocurrencia de un año seco no presupone que el año siguiente vaya a ser seco también
- en todo caso, es recomendable que se acometan los estudios proyectivos correspondientes para valorar la incidencia del cambio climático en la evolución de los recursos hidrológicos de la cuenca

En general es de destacar la robustez del conjunto de sistemas de explotación de la cuenca frente al fenómeno de las sequías. No obstante, en algunos de ellos ha sido necesario, a lo largo de los últimos episodios de sequía, recurrir a medidas extraordinarias o a la imposición de restricciones en el consumo. A continuación se comenta la problemática particular de cada uno de ellos, comenzando por los de abastecimiento:

- El **sistema de abastecimiento de Madrid**, gestionado por el Canal de Isabel II, es sin duda la demanda más importante de la cuenca ya que de ella dependen más de cinco millones y medio de personas. Tal magnitud de población atendida obliga a realizar una gestión del recurso tendente a minimizar el riesgo de fallo en el sistema. La experiencia histórica de pasadas sequías nos indica que en algunas de ellas fue necesario aplicar restricciones en los usos de menor repercusión, como el riego de parques y jardines, pero no se alcanzó nunca la fase de sequía grave lo que denota la robustez del sistema. La demanda anual supera los 600 hm<sup>3</sup>, la mayoría de la cual se suministra desde el conjunto de embalses del sistema que totalizan una capacidad máxima de 947 hm<sup>3</sup>. También se cuenta con una serie de recursos complementarios como los pozos del detrítico, cuya contribución media se cifra alrededor del 5 % de la demanda, aumentando hasta el 10 % en épocas de sequía, y las conexiones con los sistemas del Sorbe y el Alberche. Este último se activó durante la sequía de principios de los años noventa del pasado siglo, en la que el sistema atravesó una situación crítica, siendo la concesión actual de 119,8 hm<sup>3</sup> anuales, aunque se ha aumentado provisionalmente en 50 hm<sup>3</sup> por acuerdo de 26 de enero de 2.006 de la Comisión Permanente de la Junta de Gobierno de la C.H.T. El Ministerio de Medio Ambiente

está acometiendo en la actualidad una serie de actuaciones de incremento de recursos disponibles a corto plazo para el abastecimiento de Madrid, procedentes de diversas fuentes, con lo que el nivel de garantía del sistema se incrementará notablemente.

- **Mancomunidad de Aguas del Sorbe:** la población atendida por este sistema de abastecimiento ha experimentado un crecimiento muy acusado en los últimos años hasta llegar a la situación actual en la que el consumo anual es del mismo orden de magnitud que el volumen máximo del embalse de Beleña (53 hm<sup>3</sup>), lo que conlleva un grado de dependencia muy acusado de las aportaciones anuales del río Sorbe. Esta situación se ha paliado gracias a la toma construida hace unos años en el Canal del Henares desde la que se impulsa agua hasta la ETAP de Mohernando; dicha actuación ha estado operativa este último año y su realización ha sido posible gracias al acuerdo alcanzado con los regantes del Henares. Por otro lado, la puesta en funcionamiento de la conexión del embalse de Alcorlo con la citada ETAP (actualmente en construcción), aumentará el grado de robustez del sistema.
- El **Sistema de abastecimiento a Toledo** atravesó situaciones críticas durante las sequías de los años ochenta y noventa del pasado siglo. Este sistema se enmarca en una de las zonas más áridas de la cuenca y los embalses de Torcón y Guajaraz se han revelado insuficientes para atender la demanda de la zona debido a la irregularidad de sus aportaciones. Por ello en 1.995 fue necesario acometer obras de emergencia para garantizar el abastecimiento, como la conexión desde el Canal de las Aves al polígono industrial de Santa María de Bequerencia. En el año 2.001, y tras otro episodio de sequía, el Ministerio de Medio Ambiente firmó un convenio con el Ayuntamiento de Toledo para la creación la infraestructura necesaria para la ampliación a través del embalse de Picadas del abastecimiento de Toledo y las mancomunidades de la Sagra Alta, Sagra Baja y Torrijos, todas ellas con similares problemas de suministro debido al aumento espectacular de la población.
- El **Sistema de abastecimiento a Cáceres** tenía como fuente de suministro principal el embalse de Guadiloba, con 20 hm<sup>3</sup> de capacidad, con una cuenca de aportación en la que son frecuentes los ciclos secos, como el que se experimentó en la primera mitad de la década de 1.990, provocando el vaciado del embalse y poniendo de manifiesto la vulnerabilidad del sistema. Por este motivo se dotó al mismo de una fuente alternativa consistente en una captación por bombeo en el embalse de Alcántara, que cuenta con una limitación en cota. En la actualidad están en proyecto las obras de conexión del embalse de Portaje con el de Guadiloba, mediante una conducción en tres tramos con una longitud total de cerca de 64 kilómetros. Con esta actuación se mejorará notablemente la garantía del sistema.
- La **Zona Regable del Alberche** comparte las fuentes de suministro con el concesionario hidroeléctrico y una demanda creciente de abastecimiento, la mayoría de la cual se sitúa fuera del sistema (Canal de Isabel II, Toledo, La Sagra y Torrijos). La prioridad de esta última condiciona en años de sequía el suministro a la zona regable; de esta forma en la Comisión de Desembalse de marzo de 2.006 se proponía la utilización de obra de impulsión de aguas del Tajo desde el arroyo de Las Parras, construida durante la sequía de los años noventa, para suministrar el total de la

demanda de regadío. El Real Decreto 287/2006 prevé la modernización de esta zona regable, con un ahorro estimado en el consumo de 25 hm<sup>3</sup> anuales.

- El **Sistema de Riegos del Tiétar** soporta una demanda del mismo orden de magnitud que la capacidad máxima de almacenamiento de los embalses, cuya explotación está también condicionada por los resguardos que deben adoptarse en caso de avenida. La falta de regulación del sistema obliga a que los embalses no se comiencen a llenar hasta el mes de febrero, debiendo estar llenos al comienzo de la campaña de riegos para poder atender la totalidad de la demanda. Si las aportaciones en ese corto período de tiempo no son las esperadas deben aplicarse restricciones como fue el caso del pasado año 2.004-05, en el que suministro sólo alcanzó el 70 % de la demanda de un año medio.
- El **Sistema del Alagón** es uno de los pocos de la cuenca, junto con el del Henares, en el que puede hablarse de regulación hiperanual. La demanda de regadío del sistema se acerca a los 400 hm<sup>3</sup> anuales y se atiende desde el macroembalse de Gabriel y Galán, con una capacidad máxima de 911 hm<sup>3</sup>. Esto no ha sido óbice para que en los años 1.991-92 y 1.992-93, en los que se registraron las aportaciones más bajas de la serie histórica, fuese necesario aplicar fuertes restricciones que alcanzaron el 50 % del consumo medio en el primer año y aún mayores en el siguiente, lo que obligó a la construcción de la obra de emergencia del Sifón del Jerte. También existe la posibilidad de bombear agua a la zona regable desde el embalse de Valdeobispo, pero el volumen máximo suministrado (apenas 4 hm<sup>3</sup> anuales) y el estado de las instalaciones, hace que su empleo sólo se justifique en situación de emergencia. Las actuaciones proyectadas de modernización de la zona regable podrán suponer una importante disminución en las dotaciones, con el consiguiente ahorro.
- El **Sistema de Riegos del Árrago** tiene como principales demandas la de abastecimiento a la Mancomunidad de Rivera de Gata, con un consumo de unos 3,4 hm<sup>3</sup> anuales, y la de la Zona Regable que alcanza los 90 hm<sup>3</sup>/año. Estas demandas se atienden desde los embalses de Borbollón, también destinado a la producción hidroeléctrica, y de Rivera de Gata; entre ambos suman una capacidad de unos 130 hm<sup>3</sup>. En los años de sequía intensa, como fueron 1.991-92 y 1.992-93, fue necesario imponer restricciones algo superiores al 50 % del consumo del año medio; estas restricciones se repitieron el año pasado aunque con menor intensidad ya que se suministró el 70 % de la demanda.
- El **Sistema de Riegos del Salor** presenta un alto grado de vulnerabilidad ante la sequía habida cuenta de la irregularidad de las aportaciones al embalse, con algún año de la serie histórica en el que prácticamente fueron nulas.

Finalmente, reseñar que los dos sistemas de abastecimiento con mayor peso en la cuenca, como son el Canal de Isabel II y la Mancomunidad de Aguas del Sorbe disponen ya de documentos de gestión de sequías en los que se definen procedimientos para identificar situaciones de escasez, así como un conjunto de medidas a adoptar en cada uno de los escenarios de sequía.

## 5.- EL SISTEMA DE INDICADORES DE SEQUÍA

### 5.1.- Introducción

En este apartado 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. En todos los casos los indicadores se referían a volúmenes almacenados en los embalses y en su cálculo se siguió 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 VI del presente Plan.

En este apartado se desarrollan los tres primeros puntos, mientras que el último se tratará en apartados posteriores de la Memoria.

### **5.2.- 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 la zonificación que se presenta no se han aplicado criterios medioambientales debido a la insuficiencia de información que existe en la actualidad en este terreno; en todo caso, en futuras revisiones del Plan podrá ponderarse la conveniencia de modificar la zonificación adoptada.

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 muestra 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 las conexiones con los sistemas del Alberche y el Sorbe.

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-Margen Izquierda
8. Sistema de abastecimiento a Toledo y su zona de influencia
9. Sistema de Riegos del Tiétar
10. Sistema 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.

Las características más reseñables de cada sistema (demandas, fuentes de suministro, etc.) se exponen en el Anejo V del presente Plan.

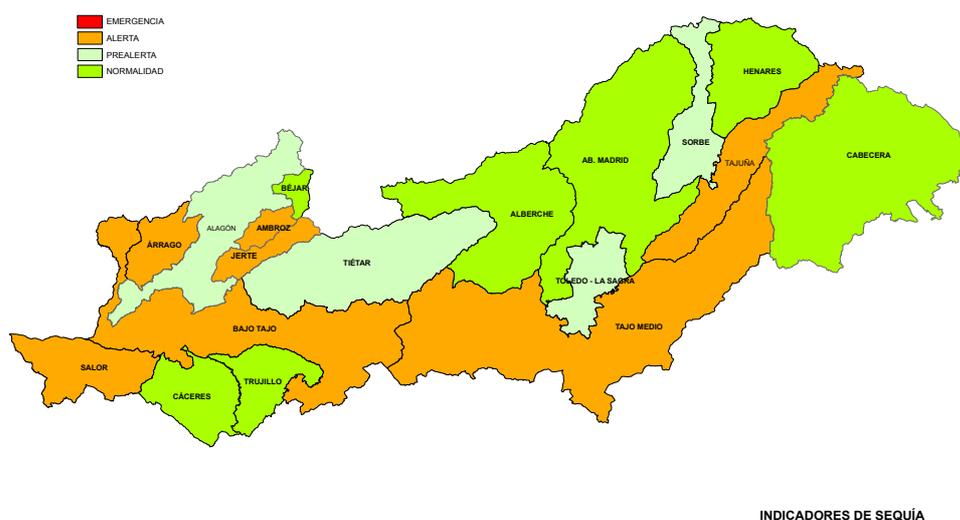


Figura 20.- *Sistemas de explotación considerados en el Plan Especial de Sequías*

### 5.3.- Selección de indicadores

#### 5.3.1.- 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 en 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 hasta un máximo del 10 %. 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 que estén incluidas dentro de la red SAIH (Sistema Automático de Información Hidrológica), ya que de esta forma su disponibilidad es prácticamente inmediata.

### 5.3.2.- 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.

En el Anejo V del presente Plan se justifica la elección de los indicadores realizada. En el siguiente gráfico se ha representado la situación en la cuenca del sistema de indicadores propuesto.

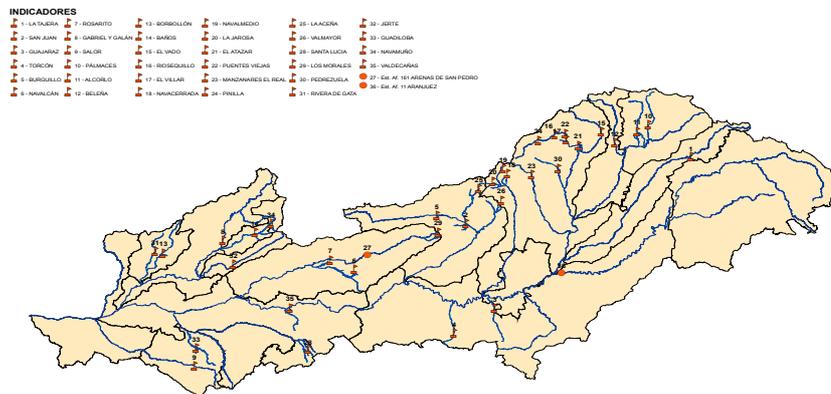


Figura 21.- Situación de los indicadores seleccionados

<b>TABLA 30.- RELACIÓN DE INDICADORES SELECCIONADOS</b>			
<b>Sistema</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Principales demandas asociadas</b>	<b>V<sub>anual</sub> (hm<sup>3</sup>)</b>
<b>Cabecera</b>	Aport. y Vol. Embalse Entrepeñas + Buendía	Refrigeración C.N. Trillo	45,00
		Demandas Tajo	-
<b>Tajuña</b>	Vol. Embalse La Tajera	Abastecimiento Almodovar-Mondéjar	2,95
		Otros abastecimientos	2,75
		Regadíos privados con regulación	25,46
<b>Sorbe</b>	Vol. Embalse Beleña*	Mancomunidad del Sorbe	56,66
<b>Henares</b>	Vol. Embalse Alcorlo + Pálmaces	Zona Regable Bornova	14,91
		Zona Regable Canal del Henares	55,38
<b>Madrid</b>	Volumen de los embalses del Canal de Isabel II*	Abastecimiento Canal de Isabel II	682,21
<b>Alberche</b>	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
<b>Tajo Medio</b>	Caudales del río Tajo en Aranjuez	Caudal legal en Aranjuez	186,60
<b>Ab. Toledo</b>	Vol. Embalse Torcón + Guajaraz	Abastecimiento Toledo	10,54
		Abastecimiento Mancomunidad del Torcón	1,32
<b>Tiétar</b>	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
<b>Alagón</b>	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	
<b>Árrago</b>	Vol. Embalse Borbollón + Rivera de Gata	Abastecimiento Mdad. Rivera de Gata	3,38
		Zona Regable del Árrago	90,00
<b>Bajo Tajo</b>	Vol. Embalse Alcántara + Valdecañas	Refrigeración central de Almaraz	583,42
		Zona Regable de Valdecañas	29,40
		Zona Regable de Alcolea	25,90
<b>Ab. Cáceres</b>	Vol. Embalse Guadiloba	Ab. Cáceres	10,50
<b>Ab. Trujillo</b>	Vol. Embalse Sta. Lucía	Ab. Trujillo	1,81
<b>Riegos Salor</b>	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.

#### 5.4.- Series disponibles de cada indicador

Las series disponibles de cada indicador seleccionado se han indicado en el cuadro siguiente. En el Anejo V 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 31.- 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 + Pálmaces (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	Presa 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 la información procede de las series de datos oficiales del Servicio de Hidrología 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](http://www.juntaex.es).

Para el cálculo de los indicadores se utilizarán los datos oficiales procedentes de .Comisaría de Aguas.

Finalmente, indicar que en Anejo V del presente Plan Especial se han incluido unos gráficos en los que se representa la evolución histórica de los valores de cada indicador.

### 5.5.- 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:

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

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

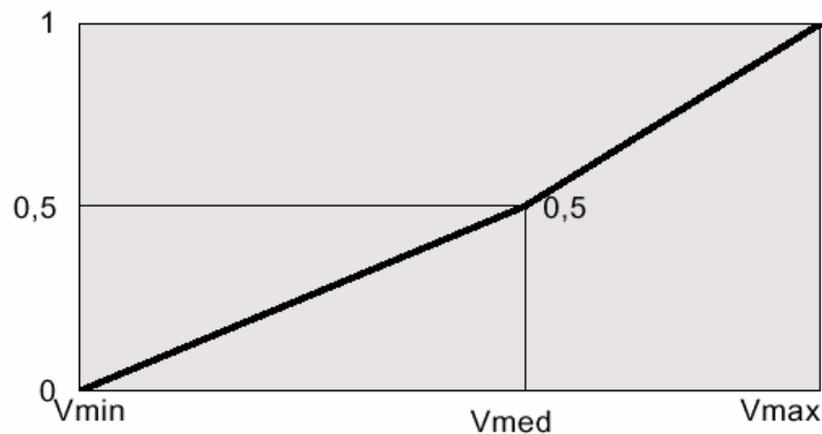
siendo:

$V_i$ : 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 estable 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 ( $V_{\min}$ ,  $V_{\text{med}}$  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.

<b>TABLA 32.- VALORES CARACTERÍSTICOS DE LAS SERIES DE LOS INDICADORES</b>			
<b>Indicador</b>	<b>Valores en hm<sup>3</sup></b>		
	<b>Vmín</b>	<b>Vmed</b>	<b>Vmáx</b>
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 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

**5.6.- Definición de umbrales. Modelización**

La definición de los valores umbrales de cada indicador es objeto del apartado 8 de la presente Memoria, en el que se han extractado los estudios llevados a cabo en el Anejo IX. La metodología seguida relaciona la evolución de los indicadores con la evolución de los fallos en las garantías de suministro simuladas en cada sistema de explotación, de modo que pueda garantizarse la correspondencia de los estados de activación de la sequía con los estados reales de la misma.

Para llevar a cabo esta definición de umbrales se han elaborado unos modelos de simulación de cada sistema que reflejan adecuadamente su funcionamiento a partir de la situación de reservas y aportaciones previsibles. El modelo se construye en el entorno AQUATOOL, habitualmente empleado por la Oficina de Planificación Hidrológica y el Área de Explotación de la C.H.T. Para ello se ha partido de los modelos elaborados con ocasión del Plan de Cuenca y de su seguimiento, que contienen gran cantidad de información, y que han sido objeto de revisión. Una descripción detallada de cada modelo se puede encontrar en el Anejo VI del presente Plan de Sequías.

## 6.- TIPOS DE MEDIDAS A CONSIDERAR EN EL PLAN

### 6.1.- Introducción

A pesar de que en España las sequías constituyen un fenómeno recurrente, hasta fechas relativamente recientes se han gestionado como situaciones de crisis que se han intentado solucionar con medidas de emergencia que rara vez formaban parte de un plan preestablecido. Dichas medidas estaban normalmente destinadas a aumentar la oferta de recursos mediante obras de emergencia de alumbramiento de recursos subterráneos o de conducciones de interconexión de diferentes sistemas y cuencas, con los costes ambientales, funcionales y económicos que suelen acompañar a las actuaciones realizadas de modo urgente sin la adecuada planificación.

El objetivo primordial del Plan Especial de Sequías es la detección temprana de estas situaciones de escasez mediante el establecimiento de un sistema de indicadores que definan de manera gradual, mediante unos valores umbrales previamente determinados, los escenarios de prealerta, alerta y emergencia. La elaboración de un programa de actuaciones a aplicar en cada uno de los escenarios permitirá, si no eliminar completamente los riesgos asociados a este tipo de fenómenos, si al menos mitigar considerablemente sus efectos.

Desde este punto de vista las medidas a aplicar se pueden clasificar en estratégicas, tácticas y de emergencia.

Las **medidas estratégicas** son actuaciones a largo plazo de carácter institucional e infraestructural, que forman parte de la planificación hidrológica (estructuras de almacenamiento y regulación, normativa y ordenación de usos), y que por su propia naturaleza quedan fuera del ámbito de competencias de un Plan de Sequías. Requieren largo plazo de implantación, grandes presupuestos, negociación política, aceptación social y eventualmente modificaciones legislativas.

Las **medidas tácticas** son actuaciones a corto plazo planificadas y validadas con anticipación en el marco del Plan de Sequías. Este tipo de medidas han sido estudiadas sobre situaciones históricas y se adoptan una vez constatada la situación de sequía mediante el sistema de indicadores.

Por último, las **medidas de emergencia** se adoptan bien avanzada la sequía y varían en función de la gravedad de la misma y su extensión o grado de afección a la cuenca.

El establecimiento de las medidas a aplicar en situación de sequía debe tener en cuenta lo establecido en el artículo 12 de las Normas del Plan Hidrológico del Tajo, según el cual la demanda de abastecimiento tiene prioridad frente a cualquier otro uso del agua, seguida de las demandas de regadío, producción hidroeléctrica, industrial, acuicultura y usos recreativos. Este orden de preferencia es el mismo establecido con carácter general en el artículo 60.3 de la Ley de Aguas.

Las alternativas de actuación a considerar en el Plan Especial de Sequías se pueden clasificar atendiendo a su naturaleza como sigue:

**A.- DE ALTERNATIVAS DE SUMINISTRO**

- a.1.- Activación de nuevas captaciones de recursos o rehabilitación de captaciones abandonadas
- a.2.- Sistemas de interconexión de elementos
- a.3.- Localización y explotación de recursos subterráneos adicionales
- a.4.- Empleo de recursos no convencionales
- a.5.- Reordenación de extracciones

**B.- DE GESTIÓN DE LA DEMANDA**

- b.1.- Modificación de reglas de explotación
- b.2.- Actuaciones de concienciación ciudadana
- b.3.- Restricciones al consumo

**C.- DE TIPO NORMATIVO****D.- DE CONTROL DE LA CALIDAD AMBIENTAL****E.- DE GESTIÓN Y SEGUIMIENTO****F.- DE RECUPERACIÓN**

En este apartado se comentan de manera concisa estas medidas que se describen más exhaustivamente en el Anejo VIII del presente Plan de Sequías. De igual modo, en el citado Anejo se incluye un programa de actuaciones en el que se especifican las medidas a aplicar en cada escenario de sequía. Finalmente, en el Documento de Operatividad que se incluye al final de la Memoria se presentan las medidas propuestas en cada sistema de explotación.

**6.2.- Medidas de alternativas de suministro**

Este tipo de medidas conlleva la activación de nuevas captaciones de recursos o la rehabilitación de captaciones abandonadas. En un proceso previo de planificación hidrológica se pueden identificar, desarrollar y explotar nuevas fuentes de recursos, pero esto requiere un apreciable período de tiempo para su implantación, por lo que se podrían incluir dentro de la categoría de medidas estratégicas, no siendo por tanto objeto del presente Plan de Sequías, aunque no son pocos los ejemplos de ejecución urgente de obras de este tipo en fases de emergencia de sequía.

**6.3.- Actuaciones de gestión de la demanda****6.3.1.- Introducción**

El concepto de gestión de la demanda es relativamente reciente y engloba todas aquellas iniciativas que tienen como objetivo la satisfacción de las necesidades de agua con un menor consumo de agua, normalmente a través de una mayor eficacia en su utilización.

De esta forma, la demanda se convierte en un variable más dentro de la gestión del sistema de explotación, susceptible de ser modificada dentro de ciertos límites.

Estas medidas de gestión de la demanda pueden clasificarse como sigue:

- Actuaciones en infraestructura: que persiguen la reducción del consumo mediante la renovación de las redes de distribución y la instalación de dispositivos de consumo (instalación de contadores individuales, reducción de pérdidas, modernización de regadíos, etc.)
- Actuaciones de concienciación ciudadana: cuya finalidad es la reducción voluntaria del consumo mediante campañas publicitarias, cambio en el sistema de tarifas, etc.
- Actuaciones de restricción de la demanda

Las actuaciones estructurales del primer grupo se enmarcan dentro del apartado de medidas estratégicas, a desarrollar fuera del ámbito del presente Plan Especial. Seguidamente se comentan el resto de medidas.

#### 6.3.2.- Actuaciones de concienciación ciudadana

La colaboración de los usuarios finales del recurso en sistemas urbanos de abastecimiento es fundamental en la gestión de las sequías. La realización de campañas de información y concienciación es una de las medidas básicas que se suelen desarrollar durante las sequías en este tipo de sistemas, y su objetivo es precisamente lograr la implicación del ciudadano en la lucha contra la sequía, de manera que asuma la situación de escasez y desarrolle conductas ahorradoras, modificando sus hábitos de consumo.

Mediante este tipo de campañas, el usuario debe adquirir el convencimiento de que su colaboración es precisa para la superación de la situación de crisis y que si ésta no se produce será necesario recurrir a otras medidas más severas (restricciones, aumento de tarifas, etc.). Las posibles consecuencias medioambientales de la sequía deben formar también parte del mensaje, destacando los riesgos para las zonas de interés ecológico que dependan de los recursos del sistema.

En fases avanzadas de la sequía en las que las restricciones al consumo sean inevitables, se deberá informar al usuario con claridad exponiendo las causas que han conducido a esta situación y argumentando la necesidad de las medidas restrictivas como medio inevitable para superar la sequía o para que ésta no evolucione a escenarios de mayor gravedad.

Finalmente, resaltar que en los sistemas de regadío también juega un papel primordial la concienciación de los regantes, usuarios últimos del recurso, sobre todo en las fases preliminares de la sequía. En este tipo de sistemas resulta esencial la colaboración de las Comunidades de Regantes para la superación de la sequía con los menores perjuicios posibles. Por ello se les suele informar puntualmente de la situación, al tiempo que se promueve la adopción de medidas preventivas tendentes al ahorro: reducción de dotaciones, reducción de superficies cultivadas, cambios a cultivos menos consumidores del recurso, etc.

### 6.3.3.- Restricciones al consumo

Las medidas restrictivas del consumo durante los episodios de sequía son las más drásticas y las que generan mayor malestar social al afectar directamente a la economía de los usuarios, como en los usos industrial o de regadío, o a su calidad de vida, caso de los usuarios domésticos en los sistemas de abastecimiento urbano. Por ello deben de aplicarse de manera gradual, comenzando por aquellos usos de menor repercusión o que tengan posibilidad de suministro alternativo. De esta forma, una secuencia lógica de restricciones en sistemas de abastecimiento sería la siguiente:

1. riego de parques y jardines públicos y baldeo de calles, que además pueden atenderse con recursos alternativos como agua reciclada. El riego podría limitarse a jardines considerados históricos o a las especies arbóreas de especial interés.
2. prohibición de usos no imprescindibles, como llenado de piscinas, fuentes ornamentales, lavado de coches, riego de parcelas privadas, etc.
3. restricciones en industrias, procurando la disponibilidad de fuentes alternativas de inferior calidad, como se hizo en el sistema de Toledo en la sequía de 1.995 conectando el canal de las Aves con el polígono industrial de Santa María de Bequerencia.
4. cortes parciales del suministro

Otra medida disuasoria del consumo innecesario es el aumento de las tarifas del agua, aunque su aplicación puede generar rechazo entre los usuarios y su eficacia está limitada debido a la compleja estructura del precio del agua, con una parte fija independiente del consumo, lo que dificulta la evaluación de su influencia en la reducción de la demanda.

En sistemas de regadío las restricciones deben de ser consensuadas con los regantes antes del inicio de la campaña de riegos para que éstos puedan tomar las medidas necesarias (cambio de tipo de cultivo, reducción de las superficie a cultivar, etc.) que les permitan minimizar en lo posible las consecuencias de la sequía. Es por ello que en este tipo de sistemas la detección temprana de las sequías cobra especial importancia.

Dentro de este grupo de medidas restrictivas se podría incluir la reducción de los caudales ecológicos aguas abajo de los embalses, que será objeto de análisis específico en apartados posteriores.

### **6.4.- Medidas de tipo normativo**

Se agrupan en este epígrafe dos tipos de medidas:

- promulgación de normas, disposiciones, etc. necesarias para dar cobertura legal a algunas de las medidas descritas en páginas anteriores
- actuaciones contempladas en la Ley de Aguas, que son de aplicación en situaciones extraordinarias como la sequía: contratos de cesiones de uso, establecimiento de

Centros de Intercambio de Derechos del Agua, de utilización del dominio público hidráulico, etc.

Es obligado advertir que en la generalidad de los casos la aplicación de este tipo de medidas excede del ámbito de competencias de las Confederaciones Hidrográficas, por lo que no se han incluido en la relación de medidas a aplicar en cada sistema de explotación que se ofrece en el Documento de Operatividad que acompaña a esta Memoria.

En todo caso su aplicación, bien sea por parte del Gobierno Central, Comunidades Autónomas o entidades gestoras de sistemas de abastecimiento, es habitual, cuando no obligada, en situaciones de escasez. Por este motivo se estima conveniente comentarlas de manera más detallada.

#### 6.4.1.- Medidas de apoyo

Algunas de las medidas comentadas en apartados anteriores, especialmente las de tipo restrictivo, requieren para su aplicación de una cobertura legal. Por ello en época de sequía es habitual la promulgación de normas, a nivel municipal y autonómico, que amparan el racionamiento y permiten el seguimiento de su cumplimiento y la imposición de sanciones.

De igual modo, la promulgación de Decretos de sequía es un modo eficaz de conseguir la concienciación de los ciudadanos y de informar sobre las restricciones y medidas de ahorro. Sirva como ejemplo el Decreto 97/2005, de 29 de septiembre, del Consejo de Gobierno de la Comunidad de Madrid, mediante el que se aprobaban una serie de medidas restrictivas del uso del agua para el abastecimiento, como la prohibición de riego de parques y jardines, llenado de piscinas, etc.

Se podrían incluir dentro de este grupo las medidas paliativas en forma de ayudas (concesión de créditos, rebajas de cuotas a la Seguridad Social, etc.) que suelen aplicarse en época de sequías y que son recogidas en diferentes disposiciones normativas promulgadas en el ámbito de sus competencias por las diversas administraciones (Gobierno Central, Autonómico, etc.).

#### 6.4.2.- Contratos de cesión

La Ley de Aguas, en su redacción dada por el Real Decreto Legislativo 1/2.001 de 20 de julio, prevé en su artículo 67 el establecimiento de contratos de cesión temporal por parte de los concesionarios o titulares de algún derecho al uso privativo de las aguas, de la totalidad o parte de los derechos de uso que les correspondan a otro concesionario o titular de derecho de igual o mayor rango según el orden de preferencia establecido en el plan hidrológico de la cuenca (o, en su defecto, en el artículo 60 de la referida Ley de Aguas), previa autorización administrativa. Obviamente, estos contratos de cesión cobran especial significación en situaciones de sequía, permitiendo la satisfacción de una demanda con recursos en principio reservados para atender otra de menor prioridad.

#### 6.4.3.- Centros de intercambio de derechos de uso

El artículo 71 de la Ley de Aguas contempla la constitución de centros de intercambios de derechos de uso del agua mediante acuerdo del Consejo de Ministros y a propuesta del

Ministerio de Medio Ambiente. Las Confederaciones Hidrográficas están autorizadas en consecuencia a realizar ofertas públicas de adquisición de derechos de uso del agua para posteriormente cederlos a otros usuarios mediante el precio que el propio Organismo oferte. Por otro lado, las Comunidades Autónomas podrán instar a los Organismos de cuenca a realizar adquisiciones para atender fines concretos de interés autonómico en el ámbito de sus competencias.

#### 6.4.4.- Medidas sobre la utilización del dominio público hidráulico

La Ley de Aguas en su artículo 55 faculta a los Organismos de Cuenca para fijar el régimen de explotación de los embalses y de los acuíferos subterráneos, cuando así lo exija la disponibilidad del recurso. La utilización coordinada de los aprovechamientos existentes deberá de adaptarse al régimen así establecido. Igualmente, los Organismos de Cuenca podrán fijar el régimen de explotación conjunta de las aguas superficiales y de los acuíferos subterráneos. El uso del dominio público hidráulico podrá igualmente ser condicionado o limitado para garantizar su explotación racional. Cuando por ello se ocasione una modificación de caudales que genere perjuicios a unos aprovechamientos en favor de otros, los titulares beneficiados deberán satisfacer la oportuna indemnización, correspondiendo al organismo de cuenca, en defecto de acuerdo entre las partes, la determinación de su cuantía.

De igual modo, el artículo 58 permite la adopción de medidas, en circunstancias de sequías extraordinarias, en relación con la utilización del dominio público hidráulico, aun cuando hubiese sido objeto de concesión. Estas medidas se deben de adoptar mediante Decreto acordado en Consejo de Ministros, y una vez oído el Organismo de Cuenca.

La aprobación de dichas medidas llevará implícita la declaración de utilidad pública de las obras, sondeos y estudios necesarios para desarrollarlos, a efectos de la ocupación temporal y expropiación forzosa de bienes y derechos, así como la de urgente necesidad de la ocupación.

El artículo 60.2 de la Ley de Aguas establece que toda concesión está sujeta a expropiación forzosa, de acuerdo con la legislación general sobre la materia, a favor de otro aprovechamiento que le preceda según el orden de preferencia establecido en el plan hidrológico de cuenca.

Por otro lado, en el artículo 156 del Reglamento del Dominio Público prevé la revisión de las concesiones cuando lo exija su adecuación a los Planes Hidrológicos, como puede suceder en circunstancias excepcionales de sequía prolongada. De igual modo, el Organismo de cuenca podrá modificar las características de las concesiones cuando sea necesario acomodar el caudal concedido a las necesidades reales del aprovechamiento, según se establece en el artículo 144 del citado Reglamento. En el primer caso, el concesionario perjudicado tendrá derecho a indemnización, de conformidad con lo dispuesto en la legislación general de expropiación forzosa (artículo 65 de la Ley de Aguas).

Los expedientes de revisión podrán ser iniciados de oficio y su tramitación la llevará a cabo el Organismo de cuenca.

## **6.5.- Medidas de control de la calidad ambiental**

### 6.5.1.- Cuestiones generales. Normativa de referencia

Los episodios de sequía pueden generar afecciones medioambientales derivadas por un lado del deterioro de la calidad del agua provocado por la menor dilución y, por otro, de la disminución significativa de aportes hídricos a masas de agua y ecosistemas acuáticos que puede poner en peligro la supervivencia de las especies y a la biodiversidad asociada a estos hábitats.

Como paso previo al análisis que se realiza en este apartado, se exponen a continuación los condicionantes marcados por la normativa comunitaria y nacional en la materia.

#### Normativa Comunitaria. Directiva Marco del Agua

La Directiva 2000/60/CE por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas (Directiva Marco), tiene como objetivo principal la protección y conservación de las aguas y cuya transposición al Derecho español se ha realizado a través de la modificación del Texto Refundido de la Ley de Aguas realizada por el artículo 129 de la Ley 62/2003, de 30 de diciembre. Esta política, en la que debe integrarse el Plan de Sequías, otorga mayor peso a la integración de la planificación hidrológica con otras figuras de protección ambiental, especialmente las figuras de espacios naturales protegidos y considera prioritario el establecimiento de procesos de participación e información públicos de los planes durante las distintas fases de su desarrollo.

El Artículo 4.6 de la Directiva Marco, ya comentado en el apartado 1.3 de esta Memoria, está dedicado al cumplimiento de estos objetivos en situaciones excepcionales, entre las que se encuentra la sequía. En estas situaciones el deterioro temporal del estado de las masas de agua no se considera una infracción de las disposiciones de la Directiva, siempre y cuando se cumplan las siguientes condiciones:

- que se adopten todas las medidas factibles para impedir que siga deteriorándose ese estado y para no poner en peligro el logro de los objetivos de la Directiva en otras masas de agua no afectadas por esas circunstancias.
- que en el plan hidrológico de cuenca se especifiquen las condiciones en virtud de las cuales pueden declararse dichas circunstancias como racionalmente imprevistas o excepcionales, incluyendo la adopción de los indicadores adecuados.
- que las medidas que deban adoptarse en dichas circunstancias excepcionales se incluyan en el programa de medidas y no pongan en peligro la recuperación de la calidad de la masa de agua una vez que hayan cesado las circunstancias.
- que los efectos de las circunstancias que sean excepcionales o que no hayan podido preverse razonablemente se revisen anualmente y se adopten, tan pronto como sea razonablemente posible, todas las medidas factibles para devolver la masa de agua a su estado anterior a los efectos de dichas circunstancias.

- que en la siguiente actualización del plan hidrológico de cuenca se incluya un resumen de los efectos producidos por esas circunstancias y de las medidas que se hayan adoptado.

### Legislación Nacional

La Ley de Aguas dedica su Título V (artículos del 92 al 111) a la protección del dominio público hidráulico y a la calidad de las aguas continentales. El Reglamento de Administración Pública del agua y de la Planificación Hidrológica (RAPAH), aprobado mediante Real Decreto 927/1988, define a nivel genérico la calidad mínima requerida para cada uso (Anexos 1 a 4). En las Normas del Plan Hidrológico del Tajo se establecen unos objetivos de calidad por tramos de cauces y áreas hidrográficas (artículos 25 al 32), mientras que sus Anexos 1 y 2 se especifica la calidad mínima del agua para diversos usos.

Por último, el Plan Integral de Mejora de la Calidad del río Tajo (PICA) se redactó en el año 2.002 en cumplimiento del Plan Hidrológico Nacional, que en su disposición adicional séptima establece la necesidad de lograr los objetivos de calidad fijados en el Plan Hidrológico del Tajo. Para ello, el Plan especifica las actuaciones necesarias para cumplir estos objetivos y, en relación con ellos, definir los programas correspondientes.

### *Caudales ecológicos*

El artículo 59.7 del Texto Refundido de la Ley de Aguas establece que *“Los caudales ecológicos o demandas ambientales no tendrán el carácter de uso a efectos de lo previsto en este artículo y siguientes, debiendo considerarse como una restricción que se impone con carácter general a los sistemas de explotación. En todo caso, se aplicará también a los caudales medioambientales la regla sobre supremacía del uso para abastecimiento de poblaciones recogida en el párrafo final del apartado 3 del artículo 60. Los caudales ecológicos se fijarán en los Planes Hidrológicos de cuenca. Para su establecimiento, los organismos de cuenca realizarán estudios específicos para cada tramo de río”*.

La Ley 11/05, de 22 de junio, por la que se modifica la Ley 10/01, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional, incorpora determinadas reformas a la Ley de Aguas, entre las que cabe destacar la que afecta a la definición cualitativa de los caudales ecológicos comentada más arriba. De esta forma, el artículo 26 queda redactado en sus dos primeros puntos en los siguientes términos:

*«1. A los efectos de la evaluación de disponibilidades hídricas, los caudales ambientales que se fijen en los Planes Hidrológicos de cuenca, de acuerdo con la Ley de Aguas, tendrán la consideración de una limitación previa a los flujos del sistema de explotación, que operará con carácter preferente a los usos contemplados en el sistema. Para su establecimiento, los Organismos de cuenca realizarán estudios específicos para cada tramo de río, teniendo en cuenta la dinámica de los ecosistemas y las condiciones mínimas de su biocenosis. Las disponibilidades obtenidas en estas condiciones son las que pueden, en su caso, ser objeto de asignación y reserva para los usos existentes y previsibles.*

.....

*2. Sin perjuicio de lo establecido en el número anterior y desde el punto de vista de la explotación de los sistemas hidráulicos, los caudales ambientales tendrán la consideración de objetivos a satisfacer de forma coordinada en los sistemas de explotación, y con la única preferencia del abastecimiento a poblaciones.”*

El primer punto del artículo debe entenderse en el ámbito de la planificación, en la que los caudales ambientales no pueden ser considerados como una demanda, de forma que son detraídos de la serie de aportaciones naturales, aplicando el resultante a la satisfacción de las distintas demandas, con sus diferentes garantías de suministro y prioridades.

En la fase de planificación, los recursos regulados pueden variar en función de las decisiones que se tomen en lo referente a nuevas infraestructuras, actuaciones sobre las demandas, etc. La legislación establece por tanto que se trate de garantizar el caudal medioambiental trayéndolo previamente de los recursos de los sistemas, para después establecer las medidas necesarias para que, con esta condición, se satisfagan el resto de demandas cumpliendo los criterios de garantía.

En cambio, el punto 2 del artículo se refiere expresamente a la fase de explotación, en la que se enmarca la sequía y por tanto la que debe considerarse en el presente Plan. Del texto de la Ley se deducen dos criterios claros: 1) los abastecimientos a poblaciones tendrán prioridad sobre los demás usos, incluyendo los caudales ambientales y 2) los caudales ambientales se satisfarán de manera coordinada en el sistema de explotación, lo que indica que pueden ser reducidos si las condiciones de escasez lo requieren.

La cuestión radica en el momento en que deben reducirse los caudales ambientales (después que se hayan reducido el resto de usos menos prioritarios o de manera simultánea con algunos de ellos como el regadío), así como la intensidad de tal reducción. Las exigencias derivadas del artículo 4.6 de la Directiva Marco, en el sentido de garantizar la recuperación de las masas de agua una vez superado el episodio de sequía, obligan a tratar el tema con cautela no siendo en principio recomendables reducciones significativas del caudal ambiental.

A nivel de la cuenca del Tajo, los *caudales ecológicos* se tratan en el artículo 11 de las Normas del Plan Hidrológico de cuenca vigente, distinguiendo entre los tramos de cauces sin regulación aguas arriba de los que sí la tienen. En el primer caso se determinarán los requerimientos medioambientales en el tramo si concurre alguna de las siguientes circunstancias:

- Tramos de río que atraviesan espacios naturales protegidos
- Áreas de interés piscícola
- Ríos salmonícolas
- Ríos con índices biológicos aceptables
- Zonas especiales de conservación. De acuerdo con lo establecido en la Directiva 92/43/CEE relativa a la conservación de los hábitats naturales

- Cualquier otro, a propuesta de la Autoridad Ambiental

En el caso de que exista regulación agua arriba del tramo de cauce en cuestión, los requerimientos medioambientales se determinarán mediante estudios específicos cuando se den las mismas circunstancias descritas en la relación anterior. Si dichos estudios no fueran necesarios porque no se den esas circunstancias, o el caudal ecológico no esté fijado por otra normativa, las Normas fijan con carácter orientativo una “*demanda medioambiental*”<sup>3</sup> en condiciones hidrológicas normales y siempre que no estén afectadas las garantías de otros usos preestablecidos, un volumen mensual equivalente al 50 % de la aportación mensual media de los meses de verano, medida en la serie de aportaciones naturales considerada en el Plan.

Las Normas establecen que se está en condiciones hidrológicas normales, en tanto no se definan los volúmenes de reserva almacenados en los embalses cuyo uso principal es el abastecimiento, cuando se dispone de agua embalsada para un año de demanda.

Por otro lado, según la definición contenida en el artículo 42.1.b.c’ del Texto Refundido de la Ley de Aguas (TRLA), que a su vez recoge las modificaciones introducidas por la Ley 11/05 referida anteriormente, se entiende como caudales ecológicos los que “*mantienen como mínimo la vida piscícola que de manera natural habitaría o pudiera habitar en el río, así como su vegetación de ribera*”.

En la situación actual, los estudios específicos que menciona el Plan Hidrológico de cuenca vigente, y que deberían de tener en cuenta la definición de caudal ecológico anteriormente comentada, aún no han sido realizados.

A los efectos del presente Plan Especial de Sequías, en tanto no se redacten los estudios que determinen los caudales ecológicos de acuerdo a lo especificado en el TRLA, se actuará de la siguiente forma desde el punto de vista de la explotación, y atendiendo en todas las fases de sequía a lo dispuesto en el artículo 26.2 de la LPHN en lo referente a los caudales ambientales.

- En fase de alerta, se mantendrán las “*demandas medioambientales*” definidas en el Plan Hidrológico de cuenca vigente, teniendo en cuenta que el valor resultante de aplicar estas “*demandas medioambientales*” aguas abajo de los tramos de cauces regulados por presas no podrá ser mayor que las aportaciones al embalse en régimen natural y considerando los retornos aguas abajo de dichos cauces.
- En fase de emergencia, se mantendrán los valores de las “*demandas medioambientales*” definidas en el Plan Hidrológico de cuenca vigente, excepto en aquellas que se especifican en la siguiente tabla, localizadas aguas abajo de presas y que reducirán su valor al expresado en la citada tabla en metros cúbicos por segundo (m<sup>3</sup>/s).

---

<sup>3</sup> Tal denominación, transcrita literalmente de las Normas del Plan, no sería aplicable en la actualidad de acuerdo con la normativa vigente

<b>TABLA 33.- CAUDALES ECOLÓGICOS QUE PODRÁN REDUCIRSE EN FASE DE EMERGENCIA</b>			
<b>Tramo de cauce</b>	<b>Cauce</b>	<b>Valor PHT (hm<sup>3</sup>/año)</b>	<b>Valor reducido (m<sup>3</sup>/s)</b>
Aguas abajo de La Tajera	Tajuña	15,72	0,30
Aguas abajo de Beleña	Sorbe	9,24	0,15
Aguas abajo de El Atazar	Lozoya	27,84	0,09
Aguas abajo de El Vado	Jarama	9,36	0,08
Aguas abajo de Alcorlo	Bornova	5,88	0,10
Aguas abajo de Pálmaces	Salado	2,52	0,05
Aguas abajo de El Pardo	Manzanares	31,10	0,40
Aguas abajo de San Juan	Alberche	38,16	1,00
Aguas abajo de Rosarito	Tiétar	19,96	*
Aguas abajo de Valdeobispo	Alagón	57,60	*
Aguas abajo de Borbollón	Árrago	9,48	*

\* los volúmenes son anuales y pueden tener en consideración los retornos inmediatamente aguas abajo de las presas

Cuando se definan los valores de los caudales ecológicos de acuerdo con las prescripciones del artículo 42.1.b.c' del Texto Refundido de la Ley de Aguas, éstos se podrán reducir conjuntamente con los demás usos en la última etapa de la sequía (pero respetando en todas las fases lo dispuesto en el artículo 26.2 de la LPHN); y siempre apoyándose en estudios que evalúen los efectos de tal reducción sobre los ecosistemas asociados a los cauces afectados. Todo ello teniendo en cuenta las exigencias del artículo 4.6 de la Directiva Marco del Agua en el sentido de no provocar deterioros irreversibles en las masas de agua, por lo que será recomendable que estas reducciones de los caudales ecológicos en fase de emergencia no sobrepasen el 50 %.

#### 6.5.2.- Medidas relativas al mantenimiento de la calidad del agua

La calidad del agua puede verse afectada por el descenso de nivel en los embalses, la reducción del caudal circulante por los cauces o el empleo de recursos alternativos.

Los estudios desarrollados para el estudio de la caracterización y análisis de las masas de agua en cumplimiento de la Directiva Marco del Agua, han puesto de manifiesto que las presiones más significativas se deben a contaminación de carácter puntual y a contaminación difusa. Las medidas correctivas a aplicar en este terreno exceden del ámbito del presente Plan, siendo más propias del Plan Hidrológico de cuenca o de otros planes sectoriales.

En todo caso, en situaciones de sequía deben intensificarse los controles habituales realizados por el Organismo de cuenca sobre los vertidos y el estado de las masas de agua, especialmente en embalses destinados al abastecimiento urbano.

Se considera de gran importancia conseguir una adecuada coordinación entre las distintas administraciones responsables: Confederación Hidrográfica del Tajo, Autonomías y Departamentos Ministeriales, con objeto de reforzar y hacer más eficaz la guardería fluvial, incrementando la coordinación con los agentes medioambientales autonómicos y los servicios del Seprona de la Guardia Civil.

Por último, las entidades responsables de los grandes sistemas de abastecimiento deben adoptar por su parte, en el marco de los Planes de Emergencia ante situaciones de sequía previstos en la Ley 10/2001, las medidas necesarias para garantizar la calidad final tanto del agua que sale de las estaciones de tratamiento de agua potable (ETAP), como de los procesos de depuración.

### 6.5.3.- Afecciones de tipo ecológico

Lógicamente, en una situación de sequía, los ecosistemas naturales se resienten, y cabe esperar que los condicionantes de tipo medioambiental puedan relajarse, al menos parcialmente, cuando entren en conflicto serio con usos prioritarios como el de abastecimiento. Por ello es conveniente realizar a priori un estudio adecuado de las implicaciones medioambientales de cada una de las posibles actuaciones. De esta manera el responsable de la toma de decisiones cuenta con un marco de referencia que los agentes sociales pueden discutir sin verse sometidos a la presión inmediata de las consecuencias de la escasez del recurso. Por ello resulta de gran importancia realizar una evaluación medioambiental de las medidas que se propongan, contrastar las consecuencias de las alternativas contempladas y someter las actuaciones propuestas a un debate público en el que todos los afectados puedan opinar de antemano.

Los efectos sobre el medio ambiente derivados de la disminución cuantitativa de los recursos materializarse por alguna de las vías siguientes:

- Aumento del “stress ecológico” en las comunidades piscícolas y de invertebrados acuáticos.
- Afección, caso de persistencia, a comunidades de mamíferos y aves asociados a los ecosistemas acuáticos.
- Afección a la vegetación de ribera, que puede llegar a ser severa, en caso de persistencia de la supresión del caudal circulante que afecte al freático adyacente de ribera, por secado de raíces.
- Disminución de la apreciación paisajística y como recurso recreativo del área afectada.

Estos efectos son, en general, temporales y reversibles a corto plazo, salvo en casos extremos en que afecten a especies en peligro de extinción. La gravedad de los efectos estaría relacionada con la cuantía de la reducción de aportes hídricos y con la vulnerabilidad de los ecosistemas.

Las medidas a adoptar para paliar estos efectos se relacionan con el aumento de la vigilancia en los cauces para evitar que las aguas destinadas al mantenimiento de la vida en los mismos puedan derivarse para otros usos.

En línea con lo anterior, en aquellos embalses en los que la supervivencia de las especies piscícolas pueda verse amenazada, se redactará un Plan de Evacuación en el que se determinen los medios humanos y materiales necesarios para proceder al traslado de los peces (personal, camiones cisterna, etc.), así como los posibles puntos de destino.

En cualquier caso, y teniendo en cuenta lo expuesto más arriba, se considera que la reducción de los caudales ecológicos debe de retrasarse hasta fases avanzadas de la sequía en la que se encuentren comprometidas otras demandas con mayor prioridad, como la de abastecimiento. Esta reducción se supeditará al mantenimiento de unas condiciones de calidad del agua aceptables, y siempre previo estudio riguroso de las afecciones que puedan sufrir los ecosistemas asociados al medio hídrico.

#### 6.5.4.- Indicadores medioambientales

En el apartado III del Informe de Sostenibilidad Ambiental (I.S.A.), que acompaña al Plan Especial de Sequías, se han identificado aquellos elementos ambientales asociados al medio hídrico vulnerables o muy vulnerables a las situaciones de escasez y, dentro de ellos, los que pueden verse afectados por las medidas a adoptar en situaciones de sequía.

En el presente Plan se han definido una serie de indicadores de calidad de agua que permitan efectuar un seguimiento del estado de estos elementos, de acuerdo con las prescripciones de la Directiva Marco del Agua. Se trata de indicadores de valoración; es decir, no sirven directamente para fijar fases de sequía, sino para que los gestores dispongan de información complementaria para valorar la situación.

Por consiguiente, en situaciones de sequía se intensificarán los controles para comprobar que se cumplen los objetivos de calidad de agua establecidos en las Normas del Plan Hidrológico del Tajo: artículo 25 para tramos de cauces y artículo 27 para embalses o masas de agua libre.

Los controles se realizarán bien directamente en aquellas masas de agua más vulnerables o mediante las redes de estaciones de control de calidad del agua (Redes ICA y SAICA de la C.H.T.), seleccionando aquellas que por su ubicación sean representativas del estado de las masas de agua más significativas.

#### **6.6.- Medidas de gestión y seguimiento**

Dentro de este grupo se consideran el conjunto de actuaciones encaminadas a definir la organización del Plan de Sequías, de manera que se establezca claramente los responsables de la ejecución de las medidas, la forma en que deben ejecutarse y los medios necesarios para garantizar su eficacia. En este aspecto se considera crucial la coordinación entre las diversas administraciones públicas, organizaciones privadas y agentes sociales implicados.

También deben de establecerse unas medidas de seguimiento de la ejecución del plan y de sus efectos de manera que se pueda evaluar su eficacia y el grado de cumplimiento de los objetivos establecidos.

En el apartado 9.3 de esta Memoria se presenta el sistema de seguimiento definido para el presente Plan de Sequías.

### **6.7.- Medidas de recuperación**

Se entienden como medidas de recuperación las que deben aplicarse para que, una vez finalizado el episodio de sequía, se restablezca la normalidad en la gestión de los sistemas de explotación de la cuenca. Entre estas medidas cabe mencionar las siguientes:

- Levantamiento de las restricciones que hubieran podido imponerse (de suministro, medioambientales, etc.)
- Cese de la explotación de las infraestructuras de incremento de oferta de recursos (obras de conexión, extracciones de pozos, etc.)
- Finalización de los convenios de cesión de derechos de uso del agua, caso de haberse aplicado
- Retirada de las campañas de divulgación
- Derogación de la legislación promulgada con motivo de la sequía. Revisión y anulación de las modificaciones tarifarias o recargos implantados

Mención aparte merece por su importancia la **recuperación de las masas de agua** que hayan podido deteriorarse durante la sequía. La Directiva Marco del Agua establece en su artículo 4.6 que deben adoptarse, tan pronto como sea posible, todas las medidas factibles para devolver la masa de agua a su estado anterior.

De acuerdo con las medidas establecidas en el presente Plan Especial, el deterioro de las masas de aguas que pueden verse afectadas significativamente por el mismo sólo debería de producirse en la fase de emergencia ya que es cuando se plantea la restricción en los requerimientos hídricos ambientales, y siempre para garantizar el abastecimiento urbano. Por tanto, en la fase de emergencia deberían de haberse planteado ya las medidas a adoptar para la rápida recuperación de las masas de agua que se hayan visto afectadas por estas circunstancias. Dichas medidas se incluirán en un Plan de Recuperación específico, y estarán encaminadas a garantizar el mantenimiento de los recursos naturales con actuaciones como la aportación extraordinaria de caudales para restaurar el buen estado ecológico del medio hídrico, la realización de repoblaciones forestales, tratamientos fitosanitarios, eliminación de residuos vegetales, seguimiento de especies amenazadas, etc.

## 7.- PLANTEAMIENTO DE ALTERNATIVAS

Paralelamente al Plan Especial de Sequías, y de forma interactiva con él, se ha elaborado un Informe de Sostenibilidad Ambiental (I.S.A.), en el marco del proceso de Evaluación Ambiental Estratégica del Plan (E.A.E.) previsto en la Ley 9/2006, de 28 de Abril.

Al Plan Especial le corresponde la iniciativa en la formulación de propuestas y al I.S.A. su admisión o matización, de manera que se asegure la integración en el Proyecto de las dimensiones ambientales a fin de conseguir un elevado nivel de protección del medio ambiente.

En el Anexo I de la Ley 9/2006 se detalla la información que debe contener el Informe de Sostenibilidad Ambiental, entre la que se encuentra un planteamiento de alternativas, su evaluación, comparación y selección de la propuesta. Estas actividades se han compartido entre los redactores de ambos documentos en un proceso de interactividad que ha conducido a la solución que finalmente se presenta.

Según se justifica en el apartado V.2 del Informe de Sostenibilidad Ambiental, la variable básica utilizada para configurar escenarios diferentes son las restricciones de suministro a los diferentes usos y de cobertura de los requerimientos hídricos ambientales. Los parámetros para configurar diferencias en esta variable son los tres que se exponen a continuación:

- *Prioridades* en la aplicación de restricciones de suministro
- *Fase de sequía* en la que se inicia la aplicación de restricciones
- *Cuantía* de dichas *restricciones*.

Los escenarios resultantes de las combinaciones más habituales de estos parámetros se pueden englobar en los tipos siguientes:

A *Escenario – 0 – o tendencial* o escenario en ausencia de P.E.S. o de inexistencia de programa de medidas – Alternativa cero -.

B *Escenarios alternativos*, resultantes de combinaciones razonables de las variaciones de los parámetros anteriores, Aún cuando pueden presentarse algunos escenarios específicos más diferenciados para algún sistema o zona, con carácter general, estos escenarios alternativos se resumen en los siguientes:

B.1. *Escenario alternativo –I-*, que combina la siguiente situación de parámetros:

- Prioridad incondicional – salvo el abastecimiento urbano -, a efectos de gestión, de la atención a los requerimientos hídricos ambientales.
- Aplicación de restricciones a otros usos – salvo el abastecimiento urbano – desde la fase de alerta.
- Restricción parcial o total de otros usos, según la disponibilidad de recursos.

B.2. *Escenario alternativo –2-*, que combina la siguiente situación de parámetros:

- Prioridad –salvo el abastecimiento urbano- de la atención a los requerimientos ambientales, condicionada a la vulnerabilidad de los elementos ambientales afectados.
- Aplicación de restricciones a otros usos desde la fase de alerta y a los requerimientos ambientales en la fase de emergencia.
- Restricción parcial o total, tanto a otros usos como a los requerimientos ambientales. La restricción total de otros usos precederá a la de los requerimientos ambientales.

El análisis de estos escenarios se ha llevado a cabo en el comentado apartado V.2 del Informe de Sostenibilidad Ambiental, al cual nos remitimos íntegramente para evitar duplicidades en la exposición.

## **8.- DEFINICIÓN DE LOS UMBRALES DE LOS INDICADORES**

### **8.1.- Análisis de riesgo de los sistemas**

En el Anejo VII del presente Plan se realiza el análisis de riesgo en situación de sequía de los sistemas de explotación de la cuenca del Tajo. Como herramienta básica se utiliza el programa SimRisk, desarrollado por la Universidad Politécnica de Valencia, y los modelos de simulación de los sistemas de explotación, presentados en el Anejo VI.

La idea básica del análisis realizado es la aplicación de criterios cuantitativos objetivos que puedan servir de base para la toma de decisiones. Por este motivo se han adoptado unos procedimientos de cálculo que permiten obtener unos valores objetivos con criterio uniforme para la generalidad de demandas del sistema. Además se ha pretendido que los procedimientos de cálculo resulten fáciles de ajustar y actualizar, para poder introducir las modificaciones que pudieran surgir en el proceso de participación pública y negociación de medidas.

En el Anejo en cuestión se presenta en primer lugar el modelo SimRisk, describiendo su planteamiento general y los resultados que proporciona mediante un extracto de su manual de usuario. A continuación se describe la metodología propuesta de utilización del modelo para la realización del análisis de riesgo de los sistemas en función de la situación de las reservas en los embalses del sistema de explotación. Por último se presenta un resumen de los resultados obtenidos, que se detallan en los apéndices correspondientes.

Seguidamente se explican estas cuestiones de modo abreviado; para un mayor detalle nos remitimos al referido Anejo VII.

#### 8.1.1.- Metodología de análisis

##### Planteamiento general

El modelo SimRisk está concebido para su operación durante la explotación. Su finalidad es la evaluación del riesgo de fallo de suministro a las demandas si se aplica una determinada estrategia de gestión a partir de un estado concreto del sistema de explotación. En el contexto de un plan de gestión de sequías se precisa la determinación de unos umbrales críticos de los indicadores a partir de los cuales la situación de riesgo del sistema requiere la implantación de un conjunto de medidas excepcionales. Dado que en el modelo SimRisk la situación del sistema es un dato de partida y no un resultado del análisis, no se puede emplear directamente el modelo para la determinación de los umbrales.

Sin embargo, el planteamiento del modelo, orientado al análisis del riesgo del suministro a las demandas, resulta tremendamente útil para la finalidad perseguida. La metodología propuesta consiste en emplear el modelo para, mediante ejecuciones reiteradas, determinar los valores de los indicadores del sistema que superan un umbral de riesgo admisible.

### Descripción de la metodología de análisis

El objetivo del análisis es la cuantificación, para cada nivel de reservas en la cuenca (expresado como porcentaje de llenado de los embalses), del riesgo de que se produzca un déficit determinado (expresado como porcentaje de la demanda total) en el grupo de demandas analizado en un horizonte temporal de análisis.

Para ello se han tratado los resultados proporcionados por el modelo, agregando los valores de déficit de cada grupo de demandas en un horizonte temporal. Si se realiza la acumulación de los valores de déficit que corresponden a cada probabilidad de excedencia en un horizonte temporal determinado, se obtienen gráficos como el de la siguiente figura, en el que se han representado las probabilidades de suministrar la demanda en distintos horizontes temporales, desde el mes inicial (marzo) hasta el final de la campaña de riegos.

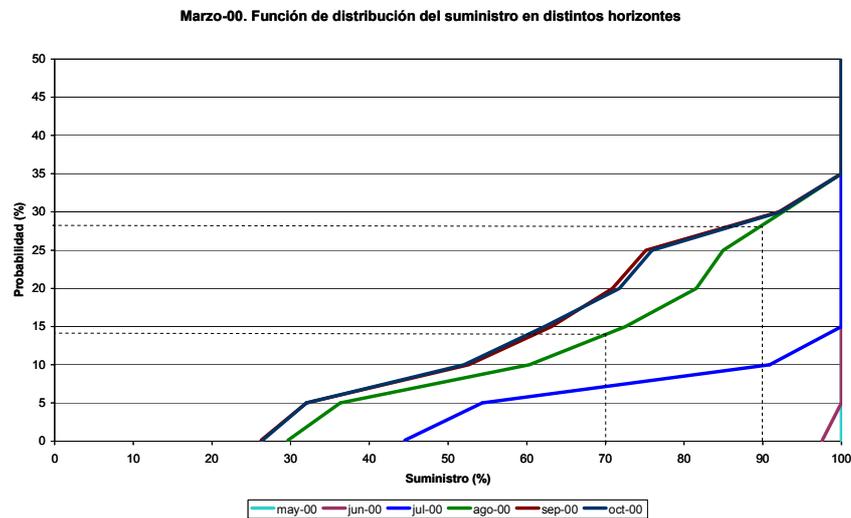


Figura 22.- Ejemplo de acumulación de resultados de probabilidad de excedencia del déficit en distintos horizontes temporales

Este tipo de gráfico ya puede adoptarse directamente para el establecimiento de umbrales de activación de procedimientos de gestión excepcionales. Puede decidirse la aplicación de medidas excepcionales (como, por ejemplo, incorporación de recursos adicionales) cuando el riesgo de no poder atender la demanda en condiciones satisfactorias (con un déficit inferior a un valor límite) alcance un valor inaceptable.

Por este procedimiento puede realizarse el análisis conjunto de un grupo de demandas relacionadas dentro de un mismo sistema de explotación, pero conservando la complejidad topológica que pueda tener el sistema original.

Mediante los métodos de análisis descritos se puede obtener la curva de porcentaje de déficit de un grupo de demandas en un horizonte temporal determinado para cada nivel de riesgo analizado, todo ello partiendo de una situación inicial de los embalses concreta. Desde el punto de vista de la planificación de actuaciones en situación de sequía, interesa establecer el

umbral de reservas iniciales en los embalses para el que se considera que la situación de riesgo justifica que se adopten medidas específicas de cambio de gestión del sistema.

Con esta finalidad, se plantea un bucle iterativo en el que, partiendo de un porcentaje de llenado del 100%, se realizan pasadas reiteradas del modelo SimRisk, disminuyendo progresivamente el porcentaje de llenado.

En cada pasada del modelo se obtiene, para el grupo de demandas que se estudia, la función de distribución del déficit acumulado en el horizonte de análisis. Adoptando una probabilidad de excedencia que se considere representativa, se puede elaborar el gráfico que relaciona el grado de llenado de los embalses con el déficit de suministro asociado a esa probabilidad de excedencia, tal y como se muestra en la figura siguiente, que corresponde al análisis realizado en el mes de abril. El horizonte de análisis es hasta el final de la campaña de riegos, y las probabilidades de excedencia consideradas son 10%, 25%, 50% y 75%.

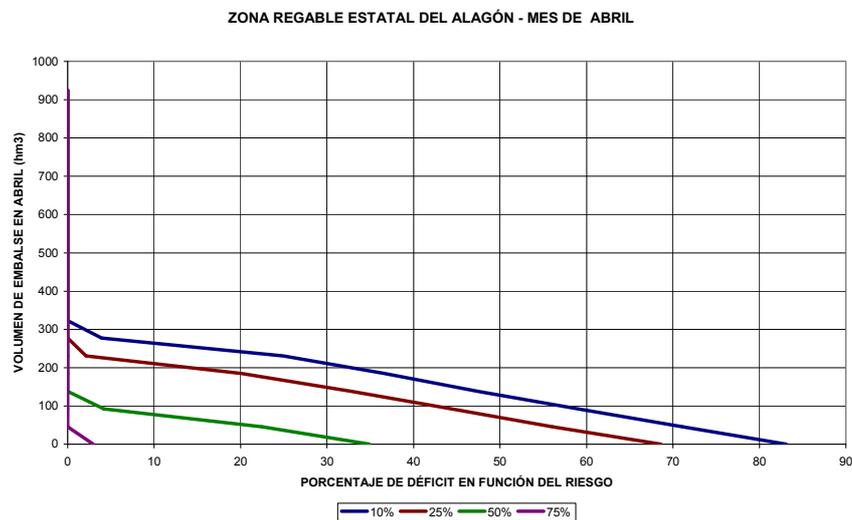


Figura 23.- Ejemplo de resultados del análisis de un grupo de demandas de riego en el mes de abril

Este cuadro de resultados permite identificar el umbral del valor del indicador (reservas en los embalses del sistema) que justifica que se adopten medidas de gestión extraordinarias, debido al riesgo que existe de no poder atender la demanda en las condiciones especificadas.

En conjunto, la metodología descrita permite utilizar los modelos de los sistemas de explotación elaborados con ocasión de la redacción del Plan Hidrológico del Tajo para el análisis cuantitativo del riesgo de no poder atender la demanda en función de las reservas en los embalses, por lo que se considera que es adecuada para la calibración de los indicadores adoptados en el Plan de Sequía.

### 8.1.2.- Resultados obtenidos

En el Anejo VII se presenta un resumen de los resultados obtenidos en los análisis realizados en los distintos sistemas de explotación de la cuenca del Tajo.

Se han estudiado con esta metodología los siguientes sistemas y grupos de demandas que son los que se consideran competencia de este Plan, ya que su explotación no depende de normativa de rango superior.

<b>TABLA 34.- SISTEMAS Y GRUPOS DE DEMANDA ANALIZADOS</b>		
<b>Sistema</b>	<b>Grupo de demandas</b>	<b>Tipo</b>
Tajuña	Regadíos privados de La Tajera	Regadío
Henares	Zona Regable del Canal del Henares	Regadío
	Mancomunidad de Aguas del Sorbe	Abastecimiento
Madrid	Abastecimiento de Madrid	Abastecimiento
Alberche	Abastecimientos y conexión con Madrid	Abastecimiento
	Zona Regable del Alberche	Regadío
Toledo	Abastecimiento de Toledo	Abastecimiento
Tiétar	Zona Regable de Rosarito	Regadío
Alagón	Abastecimiento a Béjar	Abastecimiento
	Abastecimiento a Plasencia	Abastecimiento
	Zona Regable del Ambroz	Regadío
	Zona Regable del Alagón	Regadío
Árrago	Zona Regable del Árrago	Regadío
Cáceres	Abastecimiento a Cáceres	Abastecimiento
Trujillo	Abastecimiento a Trujillo	Abastecimiento
Salor	Zona Regable del Salor	Regadío

Aclarar que no se han incluido resultados del sistema de Cabecera, ya que en la definición de umbrales en este caso se han utilizado las reglas de explotación del Trasvase (reguladas por normativa de rango superior), y no se ha empleado por tanto el método de cálculo descrito en el presente apartado.

Se incluye a modo de ejemplo el siguiente gráfico mensual de riesgos de suministro en función de los volúmenes de embalse para el sistema de la Zona Regable del Canal del Henares. Para cada demanda se han considerado cuatro niveles de riesgo y cuatro porcentajes de suministro de la demanda, totalizando 16 curvas que se pueden utilizar para el establecimiento de los umbrales de activación de medidas extraordinarias de sequía.

Los niveles de riesgo estudiados dependen del grado de robustez que presenta cada sistema frente a la sequía. Como norma general, se han considerado los siguientes:

- Para demandas de abastecimiento: 0%, 5%, 10% y 25%
- Para demandas de regadío: 0%, 15%, 25% y 50%

Los porcentajes de suministro considerados han sido:

- Para demandas de abastecimiento: 100%, 80%, 60% y 40%
- Para demandas de regadío: 100%, 80%, 60% y 50%

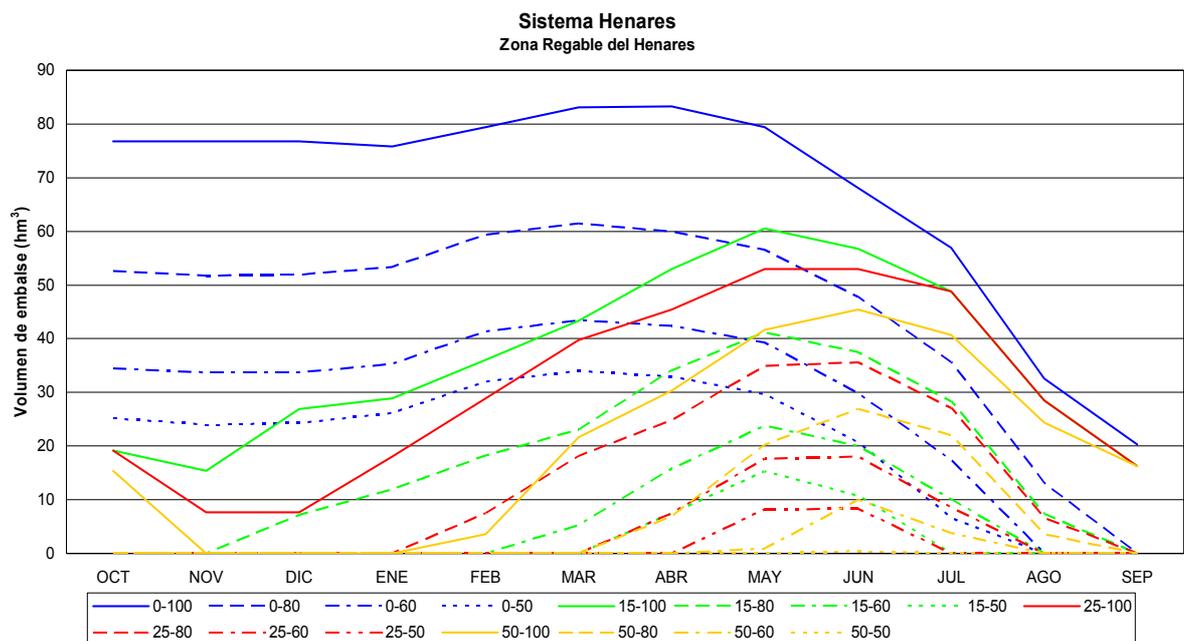


Figura 24.- Gráfico mensual de riesgos en el sistema de Riesgos del Henares

La implantación operativa del Plan Especial de Sequías requiere una conexión entre el sistema de indicadores de sequía y el conjunto de medidas previstas para su aplicación. Para evitar la discusión de la idoneidad de aplicación de las medidas durante la propia sequía, el Plan tiene previsto la activación del conjunto de medidas asociadas con cada estado de sequía cuando los indicadores de sequía superen un valor predefinido.

La definición correcta de los umbrales críticos supone la consecución de un equilibrio entre la frecuencia de declaración de situaciones de sequía y la efectividad de la aplicación de las medidas, en un contexto de incertidumbre. Si se declaran estados de sequía con mucha anticipación, o cuando la probabilidad de experimentar déficits es muy baja, los usuarios se verán expuestos con frecuencia a medidas restrictivas innecesarias. Si, por el contrario, se retrasa la declaración de los estados de sequía, la activación de las medidas puede resultar demasiado tardía y limitar o anular su efectividad. Para el análisis del problema resulta imprescindible el empleo de modelos de simulación de la gestión de los sistemas hidráulicos,

que puedan cuantificar adecuadamente las probabilidades de déficit y permitan la toma de decisiones en base a cifras objetivas.

## **8.2.- Metodología de definición de umbrales**

La metodología aplicada para la definición de los umbrales de las fases de sequía se expone de manera detallada en el Anejo IX del presente Plan de Sequías.

Según dicha metodología propuesta en el Plan, el umbral de declaración de un estado de sequía se define como el volumen de reservas en el sistema,  $V$ , que se requiere para satisfacer una fracción de la demanda,  $f$ , en un horizonte temporal,  $h$ , con una probabilidad  $p$ . Los valores de  $f$ ,  $h$  y  $p$  son los parámetros del modelo de decisión, que deben ser consensuados con los usuarios afectados en el proceso de participación pública.

Estos parámetros dependen de numerosos factores: del tipo de demanda del sistema (urbana, regadíos, etc.), de la garantía del sistema actual de regulación y distribución de agua, de la vulnerabilidad de las demandas frente a déficits de distinta cuantía, de las posibilidades de suministros complementarios o alternativos en situaciones de escasez, de las medidas de gestión que se pueden aplicar para reducir los consumos o mejorar el reparto, etc.

En este trabajo se realiza una propuesta inicial, que deberá ser sometida a la consideración de todos los usuarios afectados para alcanzar el necesario consenso. A continuación se resumen los principios básicos que se han seguido en el análisis de los sistemas. En el apartado siguiente se presentan los criterios específicos adoptados en cada caso y los resultados obtenidos.

### 8.2.1.- Sistemas de regadío

Los sistemas de regadío normalmente se diseñan con una garantía de suministro inferior al 100%. En estos sistemas están previstas situaciones de escasez con una cierta frecuencia, constituyendo una incidencia normal de la operación del sistema, ya que resulta antieconómico garantizar la demanda al 100%. El Plan de sequías debe establecer la gestión del sistema en estas situaciones de escasez, para causar el menor impacto posible a las demandas. El objetivo será que el regante conozca anticipadamente con cuánta agua podrá contar en la campaña de riegos, para poder adaptar su cultivo a la disponibilidad de agua. Si se realiza un cambio a lo largo de la campaña, éste será irreversible, y debe hacerse en la época en que resulte menos perjudicial.

#### Horizonte de análisis

Se considera el análisis hasta el final de la campaña de riegos (mes de octubre). Los sistemas de regulación de la cuenca del Tajo destinados a demandas de riego son, en mayor o menor medida, de funcionamiento anual. En ellos se produce el vaciado prácticamente total de los embalses todos los años y la recuperación en el otoño-invierno siguiente. En algunos sistemas, como el Tiétar, bastan unos pocos meses para llenar completamente los embalses. Además, como se ha verificado en el análisis realizado de las características hidrológicas de las series, existe un alto grado de independencia entre las aportaciones de años consecutivos,

por lo que la situación de sequía en un año cualquiera no presupone nada con relación a la posible presentación de sequía en el año siguiente. En consecuencia, no procede condicionar la explotación de un año hidrológico cualquiera a la posible escasez del año siguiente.

#### Fracción de la demanda

La fracción de la demanda que se considera en cada estado de sequía depende de las acciones previstas para cada escenario, que son función de dos factores: la movilización de recursos extraordinarios (procedentes de pozos u otras fuentes superficiales que se utilicen con carácter esporádico), y de las condiciones de servicio de la demanda previstas en cada escenario. En ausencia de aportaciones extraordinarias, se consideran en principio los siguientes suministros en situación de sequía:

*Situación de prealerta:* se considera el 100% de suministro, ya que no se plantean medidas coercitivas de reducción de demandas, aunque pueden producirse reducciones de consumo de carácter voluntario.

*Situación de alerta:* se considera el 80% de suministro, que, de acuerdo con el estudio de vulnerabilidad de las demandas agrícolas, supone una reducción moderada y admisible del rendimiento del cultivo. Se han impuesto con frecuencia reducciones similares en situaciones de sequía y han sido aceptadas plenamente por los agricultores.

*Situación de emergencia:* se considera el 50% de suministro, que, de acuerdo con lo ocurrido en sequías históricas, es el mínimo tolerable para que la actividad agrícola resulte viable.

#### Probabilidad de déficit

En los sistemas de regadío las medidas más relevantes que se pueden plantear son la reducción de consumos para realizar un reparto que permita llegar al final de la campaña de riegos. Si se adopta una probabilidad de déficit muy baja, se activarán las medidas restrictivas con mucha frecuencia, resultando en un perjuicio global para los usuarios, que verán restringido el suministro innecesariamente en la mayoría de las ocasiones. Si la probabilidad de déficit que se adopta es muy alta, pueden llegar a producirse impactos muy importantes porque se llegue rápidamente al agotamiento de las reservas, dejando sin efecto las medidas de reparto de agua. Por este motivo se ha buscado un equilibrio, en el que se ha aplicado el principio básico de ir aumentando la probabilidad de déficit a medida que los impactos de las medidas planteadas son más importantes.

*Situación de prealerta:* se adopta una probabilidad de déficit del entre el 0 y el 15%, dependiendo de la garantía de los sistemas. Esta probabilidad es lo suficientemente baja como para poderse anticipar a la presentación de situaciones de escasez. Debe tenerse en cuenta que en situación de prealerta únicamente se plantean medidas de carácter voluntario, por lo que la declaración de este estado de sequía no debe tener efectos perjudiciales para los usuarios.

*Situación de alerta:* se adopta una probabilidad del 25% de no poder atender al menos el 80% de suministro. En este caso en el que los efectos son moderados debe adoptarse una

probabilidad de déficit algo mayor que en el caso anterior, aunque reservando margen para que las medidas se puedan adoptar con la suficiente anticipación.

*Situación de emergencia:* se adopta una probabilidad del 50% de no poder atender al menos el 50% de suministro. Se estima que esta probabilidad es lo suficientemente alta como para plantear las máximas medidas restrictivas, aunque su adopción definitiva dependerá del acuerdo de los usuarios.

### 8.2.2.- Sistemas de abastecimiento

La gran diferencia entre los sistemas de abastecimiento y regadío es que aquéllos están diseñados con una garantía muy próxima al 100%, por lo que la probabilidad de obtener situaciones de escasez en el análisis de las series históricas es muy baja. La gran vulnerabilidad de los sistemas urbanos aconseja su estudio con sequías hipotéticas, más graves que las registradas hasta la fecha, con la finalidad de protegerse frente a esta eventualidad. La manera más realista de generar sequías hipotéticas es combinando consecutivamente los años más secos registrados en la serie histórica. Por este motivo el planteamiento básico del análisis en los sistemas de abastecimiento consiste en la concatenación de episodios de escasez de aportaciones. El primer episodio (situación de prealerta) corresponde al año de mínima aportación en la serie histórica, y se debe superar con las capacidades del sistema, sin recurrir a restricciones de consumo. El episodio siguiente (situación de alerta) tiene dos años de duración, y de nuevo se supone que corresponde al mínimo de la serie histórica. Este episodio ya representa una situación hipotética para la que el sistema no está diseñado, que debe superarse con restricciones importantes. El tercer paso (situación de emergencia) corresponde a una situación extrema, en el que se supone que el sistema debe hacer frente a la sequía sin contar con reservas, por lo que debe adaptar su demanda a las disponibilidades, que se supone corresponden también al año de mínima aportación.

#### Horizonte de análisis

El planteamiento básico en los sistemas de abastecimiento consiste en disponer de suficiente tiempo entre un estado de sequía y el siguiente para poder implantar las medidas que resulten necesarias. Se plantean los siguientes horizontes parciales para cada situación de sequía

*Situación de prealerta:* se considera un horizonte de un año hasta llegar a la situación de alerta.

*Situación de alerta:* a partir del fin de la situación de prealerta, se considera un horizonte de dos años adicionales hasta llegar a la situación de emergencia.

*Situación de emergencia:* a partir del fin de la situación de alerta se considera una duración indefinida, ya que en situación de emergencia la demanda debe adaptarse a las disponibilidades mínimas naturales.

### Fracción de la demanda

La fracción de la demanda que se considera en cada estado de sequía depende de las acciones previstas para cada escenario. Es función de dos factores: la movilización de recursos extraordinarios (procedentes de pozos u otras fuentes superficiales que se utilicen con carácter esporádico), y de las condiciones de servicio de la demanda previstas en cada escenario. En ausencia de aportaciones extraordinarias, se consideran los siguientes suministros en situación de sequía:

*Situación de prealerta:* se considera el 100% de suministro, ya que no se plantean medidas coercitivas de reducción de demandas, aunque pueden producirse reducciones de consumo de carácter voluntario

*Situación de alerta:* se considera el 80% de suministro, que es la reducción de consumo que se espera obtener mediante la aplicación de medidas restrictivas y voluntarias.

*Situación de emergencia:* se considera el 50% de suministro, que se supone corresponde a la máxima reducción posible de la demanda (dotación de 80 l/h·día en zona residencial, 50% de la demanda industrial y servicios, reducción de pérdidas en un 40%).

### Probabilidad de déficit

En los sistemas de abastecimiento las medidas que se pueden adoptar normalmente consisten en la movilización de recursos extraordinarios. Únicamente en último término se recurre a medidas restrictivas, que suponen un gran trastorno para los usuarios. Por otra parte, las consecuencias del agotamiento total de las reservas, especialmente en grandes aglomeraciones urbanas como Madrid, serían completamente inadmisibles. Por este motivo se ha buscado la mayor anticipación, con la finalidad de establecer el marco adecuado para movilizar recursos extraordinarios en cuanto exista un riesgo significativo de no poder atender la demanda.

*Situación de prealerta:* se adopta una garantía del 90% de poder atender la totalidad de la demanda durante el próximo año. Esta garantía es lo suficientemente alta como para poderse anticipar a la presentación de situaciones de escasez.

*Situación de alerta:* se adopta una garantía del 100% de poder atender al menos el 80% de suministro durante los dos próximos años. Como los efectos de las restricciones serían muy importantes, se pretende garantizar que al menos se dispondrá de dos años antes de afrontar una hipotética situación de emergencia.

*Situación de emergencia:* el umbral se define a partir de unas reservas mínimas para disponer de margen de maniobra, ya que las demandas se adaptarán a las disponibilidades sin considerar las reservas. Como criterio de referencia se ha adoptado disponer del consumo correspondiente a dos meses.

### 8.2.3.- Resultados obtenidos

En el Documento de Operatividad que se incluye a continuación de esta Memoria se presentan los umbrales de activación de situaciones de sequía establecidos para los grupos de demandas considerados, definidos a partir de los resultados obtenidos en los análisis de riesgo en los distintos sistemas de explotación de la cuenca del Tajo.

Se han estudiado los sistemas y grupos de demandas que se relacionan en la siguiente tabla con la metodología descrita, ya que su explotación no depende de normativa de rango superior.

<b>TABLA 35.- SISTEMAS Y GRUPOS DE DEMANDA CONSIDERADOS PARA LA DEFINICIÓN DE UMBRALES</b>		
<b>Sistema</b>	<b>Grupo de demandas</b>	<b>Tipo</b>
Tajuña	Regadíos privados de La Tajera	Regadío
Henares	Zona Regable del Canal del Henares	Regadío
	Mancomunidad de Aguas del Sorbe	Abastecimiento
Madrid	Abastecimiento de Madrid	Abastecimiento
Alberche	Abastecimientos y conexión con Madrid	Abastecimiento
	Zona Regable del Alberche	Regadío
Toledo	Abastecimiento de Toledo	Abastecimiento
Tiétar	Zona Regable de Rosarito	Regadío
Alagón	Abastecimiento a Béjar	Abastecimiento
	Abastecimiento a Plasencia	Abastecimiento
	Zona Regable del Ambroz	Regadío
	Zona Regable del Alagón	Regadío
Árrago	Zona Regable del Árrago	Regadío
Caceres	Abastecimiento a Cáceres	Abastecimiento
Trujillo	Abastecimiento a Trujillo	Abastecimiento
Salor	Zona Regable del Salor	Regadío

Como resumen se presenta el gráfico mensual de volúmenes de embalse correspondientes a los umbrales de los escenarios de pre-alerta, alerta y emergencia. También se representan otros niveles de referencia en los sistemas en los que están establecidos (curvas de hierro, resguardos por avenidas, etc.).

A modo de ejemplo se muestra el gráfico siguiente en el que se definen los umbrales en el sistema de riego del Tajuña.

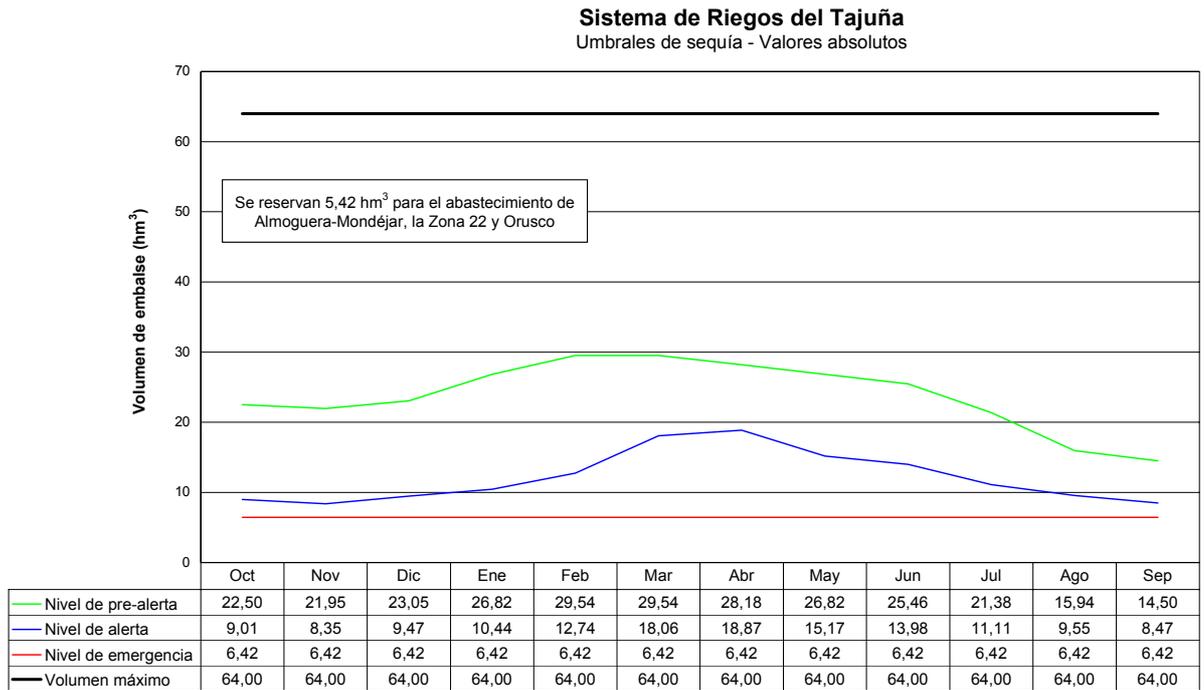


Figura 25.- Gráfico de definición de umbrales de indicadores de sequía en el Sistema de Riegos del Tajuña

## 9.- ASPECTOS ORGANIZATIVOS DEL PLAN

### 9.1.- Programa de medidas

De acuerdo con lo expuesto en el apartado 6 de esta Memoria se resume en la siguiente tabla el programa de medidas generales que se pueden aplicar en la gestión de sequías por parte de las administraciones implicadas, a tener en cuenta en las distintas fases contempladas en el Plan Especial aunque algunas de estas medidas no sean objeto directo de competencia del P.E.S.

TABLA 36.- PROGRAMA DE MEDIDAS GENERALES	
MEDIDAS	FASE DE APLICACIÓN
<b>A. INCREMENTO DE OFERTA DE RECURSOS</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>. Revisión y puesta a punto de las infraestructuras de recursos alternativos (bombeos, conexiones con otros sistemas, etc.)</li> <li>. Puesta en servicio de las infraestructuras de recursos alternativos</li> <li>. Utilización de recursos excepcionales (embalses muertos, camiones cisterna, etc.)</li> </ul>	<p>En prealerta</p> <p>En alerta y emergencia</p> <p>En emergencia</p>
<b>B. GESTIÓN DE LA DEMANDA</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>. Realización de campañas de control de fugas en sistemas de abastecimiento urbano</li> <li>. Realización de campañas de información y sensibilización social para promover el ahorro voluntario y explicar las medidas restrictivas</li> <li>. Orientación de la campaña de riegos</li> <li>. Revisión de los programas de desembalses para uso hidroeléctrico</li> <li>. Restricción o prohibición de usos no esenciales (riego jardines, piscinas, baldeo calles, cultivos de alta dotación, etc.)</li> <li>. Penalización de consumos excesivos</li> <li>. Modificación temporal de tarifas</li> <li>. Establecimiento de reservas estratégicas en embalses</li> <li>. Aplicación de restricciones de suministro en usos no prioritarios, manteniendo las dotaciones mínimas para salvaguardar la salud y la vida de la población</li> </ul>	<p>En normalidad y sequía</p> <p>En prealerta, alerta y emergencia</p> <p>Idem</p> <p>En alerta y emergencia</p> <p>Idem</p> <p>Idem</p> <p>Idem</p> <p>En prealerta, alerta y emergencia</p> <p>En alerta y emergencia</p>
<b>C. NORMATIVAS</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>. Preparación de Convenios de Cesión de derechos de usos del agua</li> <li>. Activación de Convenios de Cesión de derechos de usos del agua</li> <li>. Activación de Planes de Emergencia de Abastecimiento</li> <li>. Promulgación de Decretos de Sequía que, al amparo del artículo 58 de la Ley de Aguas, den cobertura legal a las medidas restrictivas</li> <li>. Aplicación de medidas paliativas a los colectivos más afectados por la sequía</li> </ul>	<p>En prealerta</p> <p>En alerta y emergencia</p> <p>En prealerta</p> <p>En alerta y emergencia</p> <p>En alerta y emergencia</p>
<b>D. DE CONTROL DE LA CALIDAD AMBIENTAL</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>. Mantenimiento, como criterio general, de los requerimientos hídricos mínimos por motivos ambientales fijados en el Plan Hidrológico, salvando el suministro de agua a la población</li> <li>. Restricciones en los requerimientos hídricos mínimos ambientales, fijados en el PHC, cuando sean imprescindibles para asegurar el abastecimiento urbano, siempre que la restricción no suponga afección a ecosistemas, hábitats y especies consideradas muy vulnerables frente a situaciones de sequía</li> <li>. Evitar el aprovechamiento directo de fuentes de recursos conectadas con humedales vulnerables en situaciones de sequía</li> </ul>	<p>En alerta y emergencia</p> <p>Idem</p> <p>En normalidad y sequía</p>

TABLA 36.- PROGRAMA DE MEDIDAS GENERALES	
MEDIDAS	FASE DE APLICACIÓN
<ul style="list-style-type: none"> <li>. Evitar el aprovechamiento de volúmenes mínimos en embalses entrofizados o en riesgo.</li> <li>. Intensificación del control de vertidos del funcionamiento de depuradoras de aguas residuales, de las prácticas agrícolas y de la calidad de las aguas.</li> <li>. Redacción de un Plan de Recuperación Ambiental de aquellas masas de agua que experimenten un deterioro en esta fase de la sequía</li> </ul>	<p>En normalidad y sequía</p> <p>En alerta y emergencia</p> <p>En emergencia</p>
<b>E. ORGANIZATIVAS Y DE GESTIÓN DEL P.E.S.</b>	
<p><i>E.1. Definición y seguimiento del sistema de indicadores de sequía</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. Definición de indicadores</li> <li>. Definición de umbrales y fases de sequía</li> <li>. Seguimiento de indicadores</li> </ul>	<p>En la aprobación del P.E.S.</p> <p>Idem</p> <p>En fase de normalidad y de sequía</p>
<p><i>E.2. Relativas a la organización del P.E.S.</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. Establecimiento de la organización y de los responsables y los medios para la aplicación y para el seguimiento del P.E.S.</li> <li>. Nombramiento de responsables, asignación de medidas y puesta en marcha de la organización</li> <li>. Elaboración de reglamento y protocolos de funcionamiento de la organización</li> <li>. Preparación y aprobación de decretos y resoluciones administrativas</li> <li>. Recomendaciones a tener en cuenta en el PHC y otros programas sectoriales relacionados</li> </ul>	<p>En aprobación del P.E.S.</p> <p>Tras aprobación del P.E.S.</p> <p>Idem</p> <p>En alerta y emergencia</p> <p>Postsequía</p>
<p><i>E.3. Relativas a la coordinación y participación</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>. Coordinación entre Administraciones y entidades públicas y privadas vinculadas al programa</li> <li>. Elaboración de directrices para los planes de emergencia de abastecimiento urbano</li> <li>. Establecimiento de canales de participación ciudadana para información y colaboración en la eficacia de las medidas del P.E.S.</li> </ul>	<p>En normalidad y sequía</p> <p>En la aprobación del P.E.S.</p> <p>Tras aprobación P.E.S.</p>
<b>F. DE SEGUIMIENTO DEL P.E.S.</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>. Establecimiento de indicadores de ejecución, de efectos y de consecución de objetivos del P.E.S.</li> <li>. Seguimiento de indicadores</li> <li>. Control del cumplimiento de las medidas del P.E.S.</li> <li>. Informe postsequía</li> <li>. Activación de la actualización o revisión del P.E.S.</li> <li>. Aportación de experiencias y datos de las sequías para resolver las carencias de información y conocimiento</li> </ul>	<p>En aprobación P.E.S.</p> <p>En sequía y postsequía</p> <p>Idem</p> <p>Postsequía</p> <p>Idem</p> <p>Idem</p>
<b>G. DE RECUPERACIÓN</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>. Levantamiento, en su caso, de restricciones ambientales</li> <li>. Levantamiento de restricciones de suministro</li> <li>. Desmovilización de reservas estratégicas</li> <li>. Levantamiento de restricciones de usos</li> <li>. Aplicación de un Plan de Recuperación Ambiental en aquellas masas de agua que se hayan deteriorado durante la sequía</li> </ul>	<p>Postsequía</p> <p>Idem</p> <p>Idem</p> <p>Idem</p> <p>Idem</p>

### Medidas específicas

En el Documento de Operatividad que acompaña a la Memoria se presentan las medidas propuestas para cada uno de los sistemas de explotación considerados en la cuenca.

Las medidas se han clasificado atendiendo a la fase en que deben ser aplicadas y a su tipología: administrativas y de seguimiento, de aumento de oferta de recursos, de gestión de la demanda y de control medioambiental.

Por último, es necesario puntualizar que las entidades responsables de los sistemas de abastecimiento considerados (Madrid, Mancomunidad de Aguas del Sorbe, Toledo, Cáceres y Plasencia) deben elaborar, según la Ley 10/2001 del Plan Hidrológico Nacional, su propio Plan de Emergencia ante situaciones de sequía, por lo que las medidas incluidas en el Documento de Operatividad deben de tomarse como un marco de referencia a partir del cual desarrollar las medidas propias de cada sistema. Este tema se analiza específicamente en el siguiente apartado de la Memoria.

### Normativa básica vigente para la aplicación de las medidas del PES

Para la aplicación de las diferentes medidas del PES se utilizarán los instrumentos legales y normativos vigentes, relacionados con los diferentes aspectos implicados en la aplicación y efectos de las mismas, como son la normativa relativa a cambios de prioridad de usos, a creación y utilización de reservas estratégicas, a asignación de recursos, a intercambio de derechos, a compensación entre diferentes usuarios, posibles indemnizaciones, etc.

La aplicación de estos instrumentos jurídicos será efectuada por los agentes que en cada caso correspondan (Gobierno, Ministerios, Confederación Hidrográfica, Comisión Permanente de Sequía, Comunidad Autónoma).

Entre los instrumentos jurídicos más relevantes cabe señalar los siguientes:

- Texto refundido de la Ley de Aguas.
- Reglamento del Dominio Público Hidráulico.
- Ley del Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y Procedimiento Administrativo Común.
- Código Civil.
- Sentencias del Tribunal Supremo.
- Plan Hidrológico de cuenca.
- Real Decreto 9/2006, de 15 de Septiembre.
- Reales Decretos de Sequía vigentes en cada momento (hasta el 30 de noviembre de 2007 está prorrogada la vigencia del Real Decreto-Ley 15/2005, de 16 de diciembre y de los Reales Decretos 1265/2005 de 21 de octubre y 1419/2005 de 25 de noviembre).

En el Anejo VIII del Plan se ha incluido un apartado en el que se expone la normativa que da cobertura jurídica tanto a la propia redacción del Plan como a los elementos clave de su programa de medidas.

## **9.2.- Sistema de gestión**

El presente Plan Especial se enmarca en el ámbito de la planificación hidrológica de la cuenca, cuya elaboración, gestión y seguimiento es responsabilidad de la Confederación Hidrográfica del Tajo. Así pues, tanto para el seguimiento de los indicadores en situación de normalidad, como para la aplicación de medidas operativas en sequía, como para la realización de los análisis postsequía se prevé la utilización de la organización y medios de la propia Confederación.

Por lo tanto, el sistema de gestión del Plan Especial se configura con los siguientes elementos:

### Declaración de escenarios de sequía

La declaración de los escenarios de prealerta, alerta o emergencia en la cuenca corresponde a Presidencia, asesorada por la Oficina de Planificación Hidrológica, Dirección Técnica y la Comisaría de Aguas de la C.H.T.

Para ello, se atenderá a la entrada de uno o varios sistemas en las respectivas fases de sequía, teniendo en cuenta la representatividad que el sistema o sistemas afectados tengan en el estado general de la cuenca.

### Escenario de normalidad

Si la situación de la cuenca es de normalidad, la gestión es responsabilidad del Organismo de cuenca, por intervención de las diferentes Comisiones de Desembalse a la que corresponden, conforme al artículo 33 del Texto Refundido de la Ley de Aguas, deliberar y formular propuestas al presidente del Organismo de cuenca sobre el régimen adecuado de llenado y vaciado de los embalses y acuíferos de la cuenca, atendidos los derechos concesionales de los distintos usuarios.

Sobre esta base, en normalidad la Oficina de Planificación Hidrológica será quien se encargue de hacer un seguimiento de la evolución de los indicadores de sequía, elevando la información a las diferentes Comisiones de Desembalse. Se dará difusión pública de los resultados a través de la página web del Organismo.

Para las cuencas insertas en el Convenio de Albufeira, recaen sobre el Ministerio de Medio Ambiente las responsabilidades asumidas por el Estado español derivadas del mencionado convenio. Complementariamente, el Organismo de cuenca recurrirá al Ministerio en busca de apoyo técnico y financiero para el desarrollo de las actividades contempladas en el presente Plan Especial que sean objeto de su competencia.

Al Ministerio de Medio Ambiente compete la declaración de las situaciones de excepción establecidas en el Convenio de Albufeira, tanto la entrada como la salida en estos estados hidrológicos, y el control del tráfico de información internacional con la república de Portugal.

### Escenario de prealerta

Declarada esta fase, la Oficina de Planificación Hidrológica informará de ello a las Comisiones de Desembalse afectadas y se informará, a través de Presidencia, a la Junta de Gobierno en las reuniones ordinarias.

Si algún sistema que entre en prealerta necesitara validar alguna de las medidas por Junta de Gobierno, también se la convocará a través de Presidencia.

Se constituirá la Oficina Técnica de la Sequía a solicitud de Presidencia, que estará compuesta por técnicos de la Comisaría de Aguas, Dirección Técnica y Oficina de Planificación Hidrológica. Este equipo técnico será el suficiente para el desarrollo de los estudios correspondientes a cada escenario, pudiendo hacer uso también de asesores externos en caso necesario.

La Oficina Técnica de la Sequía, apoyada por los trabajos y estudios elaborados por la Oficina de Planificación Hidrológica, será la responsable del seguimiento de la evolución del sistema de indicadores y de su difusión a través de la página web del Organismo de cuenca. Asimismo promoverá, a través de Presidencia, la comunicación de la entrada en prealerta al Ministerio de Medio Ambiente, a las Comunidades Autónomas presentes en la cuenca, a las Administraciones locales y a los Órganos responsables del abastecimiento urbano a las poblaciones de más de 20.000 habitantes.

La gestión del sistema afectado recae sobre las correspondientes Comisiones de Desembalse, asesoradas por la Oficina Técnica de la Sequía, previa validación por Junta de Gobierno de las medidas que así lo requiriesen en esta fase.

### Escenario de alerta

Declarada esta fase, la Oficina Técnica de la Sequía informará de ello a las Comisiones de Desembalse afectadas y asimismo, a través de Presidencia, se convocará a la Junta de Gobierno para validar las medidas que atañen al sistema o sistemas implicados.

A su vez, Presidencia comunicará la entrada en alerta al Ministerio de Medio Ambiente, a las Comunidades Autónomas presentes en la cuenca, a las Administraciones locales y a los Órganos responsables del abastecimiento urbano a las poblaciones de más de 20.000 habitantes a efectos de su Plan de Emergencia.

A propuesta de la Oficina Técnica de la Sequía, Presidencia instará el Acuerdo de la Junta de Gobierno del Organismo de cuenca por el que se validen las distintas medidas de alerta y emergencia propuestas en el P.E.S., al amparo del artículo 55 del Texto Refundido de la Ley de Aguas, según el cual:

*“1. El organismo de cuenca, cuando así lo exija la disponibilidad del recurso, podrá fijar el régimen de explotación de los embalses establecidos en los ríos y de los acuíferos subterráneos, régimen al que habrá de adaptarse la utilización coordinada de los aprovechamientos existentes. Igualmente, podrá fijar el régimen de explotación conjunta de las aguas superficiales y de los acuíferos subterráneos.*

*2. Con carácter temporal, podrá también condicionar o limitar el uso del dominio público hidráulico para garantizar su explotación racional. Cuando por ello se ocasione una modificación de caudales que genere perjuicios a unos aprovechamientos en favor de otros, los titulares beneficiados deberán satisfacer la oportuna indemnización, correspondiendo al organismo de cuenca, en defecto de acuerdo entre las partes, la determinación de su cuantía. “*

Este acuerdo que da cobertura legal a las distintas medidas que se contemplan en el Plan Especial de Sequías y que se validen, debe adoptarse a más tardar dos meses después de haberse declarado el escenario de alerta por parte de Presidencia.

En esta fase, la Oficina Técnica de la Sequía elaborará informes periódicos sobre la evolución de la situación de sequía y promoverá la puesta en marcha de las medidas establecidas en este P.E.S. Para ello se deberá asegurar la disponibilidad de un equipo técnico suficiente para el desarrollo de los estudios y trabajos que sea preciso realizar haciendo uso de asesores externos si lo creyera necesario.

La gestión del sistema o sistemas afectados recae sobre las correspondientes Comisiones de Desembalse, asesoradas por la Oficina Técnica de la Sequía, previa validación por Junta de Gobierno de las medidas de esta fase.

Al finalizar esta fase, Presidencia asesorada por la Oficina Técnica de la Sequía, comunicará la salida del escenario de alerta al Ministerio de Medio Ambiente, a las Comunidades Autónomas presentes en la cuenca, a las Administraciones locales y a los Órganos responsables del abastecimiento urbano a las poblaciones de más de 20.000 habitantes a efectos de su Plan de Emergencia. Asimismo, la Oficina Técnica de la Sequía permanecerá vigente en tanto se elabore un Informe Final que incluya un análisis y evaluación de las repercusiones producidas por la sequía sobre los diferentes aspectos hídricos, medioambientales y socioeconómicos debido a la propia situación de sequía sufrida y a las medidas adoptadas. Este Informe, redactado por la Oficina Técnica de la Sequía, será aprobado por la Junta de Gobierno e incluirá las posibles medidas adicionales para la recuperación de las masas de agua afectadas, pudiéndose ampliar el plazo de vigencia de la Oficina Técnica hasta la puesta en marcha y valoración positiva de dichas medidas.

### Escenario de emergencia

Declarada esta fase, la Oficina Técnica de la Sequía informará de ello a las Comisiones de Desembalse afectadas y asimismo, a través de Presidencia, se convocará a la Junta de Gobierno para validar las medidas que atañen al sistema o sistemas de explotación implicados.

Además, la Junta de Gobierno, a propuesta de la Oficina Técnica de la Sequía, oídas las Comisiones de Desembalse afectadas, deberá elevar a Presidencia la necesidad de un Decreto, a aprobar por el Gobierno de la Nación, de situaciones excepcionales, al amparo del artículo 58 del Texto Refundido de la Ley de Aguas, en el cual se regularán, entre otros contenidos, la constitución de la Comisión Permanente de la Sequía, que pasa a asumir el control del

cumplimiento de las disposiciones del P.E.S. – con el apoyo de la Oficina Técnica de la Sequía-. La composición y vigencia temporal de esta Comisión será la dispuesta en el mencionado Decreto, pudiendo la Junta de Gobierno acordar de forma transitoria la constitución de una Comisión de trabajo.

A su vez, Presidencia comunicará la entrada en emergencia al Ministerio de Medio Ambiente, a las Comunidades Autónomas presentes en la cuenca, a las Administraciones locales y a los Órganos responsables del abastecimiento urbano a las poblaciones de más de 20.000 habitantes a efectos de su Plan de Emergencia e igualmente se informará al Consejo del Agua de la Demarcación con el fin de que promueva la información, consulta y participación de las Instituciones de las Administraciones Central, Autonómica y Local, y público interesado o afectado.

Mientras alguno de los sistemas de explotación se encuentre en esta fase la Comisión Permanente de la Sequía, oídas las Comisiones de Desembalse afectadas, será la responsable del Sistema de Gestión establecido en el P.E.S. y de aquellas competencias que expresamente pueda asignarle, en su caso, el Decreto de situaciones excepcionales.

Al finalizar esta fase, Presidencia asesorada por la Oficina Técnica de la Sequía, comunicará la salida del escenario de emergencia al Ministerio de Medio Ambiente, a las Comunidades Autónomas presentes en la cuenca, a las Administraciones locales y a los Órganos responsables del abastecimiento urbano a las poblaciones de más de 20.000 habitantes a efectos de su Plan de Emergencia. Asimismo, la Comisión Permanente de la Sequía adoptará las medidas que considere necesarias para la recuperación lo más rápida posible de aquellos ecosistemas que hayan sido afectados por la sequía, y realizará un análisis post-sequía en el que se describan, cualitativa y cuantitativamente, los impactos de la sequía, la eficiencia o ineficiencia de las medidas adoptadas, las carencias observadas y las propuestas para su mejor operatividad futura y el análisis de los efectos medioambientales y socioeconómicos<sup>4</sup> de la sequía y evolución de los indicadores durante el proceso, todo ello atendiendo al Informe Final que la Oficina Técnica de la Sequía elaborará en función de estas necesidades.

### **9.3.- Sistema de seguimiento**

El artículo 15.1 de la Ley 9/2006, sobre evaluación de los efectos de determinados planes y programas en el medio ambiente, establece que *“Los órganos promotores deberán realizar un seguimiento de los efectos en el medio ambiente de la aplicación o ejecución de los planes y programas, para identificar con prontitud los efectos adversos no previstos y permitir llevar a cabo las medidas adecuadas para evitarlos. El órgano ambiental correspondiente participará en el seguimiento de dichos planes o programas”*.

De acuerdo a lo anterior se ha definido un sistema de seguimiento con la finalidad de comprobar el cumplimiento de las determinaciones, previsiones y objetivos del P.E.S., y que permita valorar las desviaciones, producidas – magnitud, causas, reversibilidad – y las

---

<sup>4</sup> En el apartado 4.6.2 de esta Memoria se incluye una propuesta de contenido de los estudios de evaluación de los efectos socioeconómicos de las sequías.

propuestas para ajustar las medidas y determinaciones del Plan o, en su caso, la propuesta de revisión del mismo.

La comprobación del cumplimiento de determinaciones y objetivos se efectúa a través del sistema de indicadores de seguimiento.

La valoración de desviaciones y las propuestas de ajuste (actualización) y revisión se efectúan a través del Informe de seguimiento o Informe Postsequía.

### 9.3.1.- Tipos de indicadores de seguimiento

#### a) Función de los indicadores

Los indicadores de seguimiento de un plan tratan de ofrecer una imagen permanente de la evolución de los elementos más relevantes del plan; constituyen, por tanto, una foto móvil – sección longitudinal – del desarrollo del plan.

Los P.E.S. presentan, a estos efectos, una característica diferenciada del resto de planes, ya que su objeto es minimizar los efectos de un fenómeno recurrente, pero no permanente, por lo que el grueso de sus medidas es de aplicación temporal, no continua.

El análisis finalista que buscan los indicadores de seguimiento se mantiene pero no está referido a una sucesión continua en el tiempo sino a una serie de episodios que se presentan de modo recurrente pero sin continuidad temporal.

En la práctica, por tanto, los indicadores del P.E.S. responden más a una sucesión de análisis diacrónicos de episodios diferenciados en el tiempo.

#### b) Características de los indicadores

Los indicadores de seguimiento, para cumplir eficazmente su función, deben reunir las siguientes características:

- Representar información relevante
- Ser concretos
- Ofrecer información cuantitativa, no solo cualitativa
- Requerir información fácilmente obtenible y sistematizable

En el presente caso, además de los indicadores que pueden conformarse con información fácilmente obtenible desde el inicio (que son por tanto de aplicación inicial), se incluyen otros para cuya conformación no existe inicialmente información disponible, pero que permiten ir acumulando información para su aplicación a medio y largo plazo, una vez contemplados los estudios antes citados.

c) Tipos de indicadores

De acuerdo con el objeto del sistema de indicadores, es decir por su *finalidad*, los indicadores pueden agruparse en:

- *Indicadores de avance*, que reflejan el cumplimiento de las determinaciones del P.E.S.
- *Indicadores de efectos*, que reflejan los efectos de la aplicación del P.E.S.
- *Indicadores de eficiencia*, que reflejan el grado de cumplimiento de las previsiones y objetivos del P.E.S.

Por otra parte, de acuerdo con el tipo de determinaciones y medidas del P.E.S. a los que se refieren, los indicadores pueden agruparse en:

- Indicadores del ámbito de la *previsión*
- Indicadores del ámbito *operativo*
- Indicadores del ámbito *organizativo y de gestión*

Por último, en función de la disponibilidad de información y conocimiento para su conformación, los indicadores se diferencian en:

- *Indicadores iniciales*, que pueden conformarse desde el inicio de la aplicación del Plan, por disponer de mecanismos establecidos para obtener la información necesaria.
- *Indicadores potenciales*, para su conformación a medio y largo plazo, una vez se disponga del conocimiento y la información necesarios.

En los planes permanentes es habitual seleccionar, entre el conjunto de indicadores, unos *indicadores de alerta* que ofrezcan la información más relevante de cara a disponer de una visión continua del cumplimiento de las determinaciones, previsiones y objetivos del plan y alertar sobre desviaciones significativas.

En el caso planes contingentes, como el P.E.S., el número de indicadores no es muy elevado y, por otra parte, se realiza un informe postsequía al finalizar cada episodio, por lo que la existencia de un sistema de indicadores de alerta no representa una mejora operativa tan significativa.

No obstante se considera conveniente, también en este caso, identificar indicadores de alerta, calificando como tales aquellos que ofrecen la información más relevante de cara a detectar incumplimientos y alertar sobre la existencia o indicios de desviaciones significativas (es el caso por ejemplo del bajo contenido de oxígeno disuelto que alerta sobre la necesidad de intensificar el control de vertidos o de constatar el cumplimiento de los caudales y volúmenes mínimos).

Según esto, se señalan los indicadores que podrían formar parte del grupo de indicadores de alerta.

De todas las clasificaciones anteriores se considera la más relevante, a efectos operativos, la clasificación según el tipo de determinaciones y medidas del plan, por cuanto constituyen el verdadero objeto de seguimiento.

### 9.3.2.- Indicadores del ámbito de previsión

Son los indicadores de presentación y profundización de las sequías, recogidos en el apartado 5 de la presente Memoria. Los elementos sobre los que se conforman los indicadores, son aquellos cuyo estado es claramente indicativo de la proximidad, presencia y gravedad de la sequía hidrológica y de los que se dispone de la información necesaria.

Estos elementos son con carácter general de carácter hidrológico:

- El volumen de agua embalsada.
- Caudales fluyentes.
- Niveles piezométricos en acuíferos.
- Pluviometría.
- Calidad del agua.

Cuando se resuelvan las carencias de información y conocimiento relativas a los mecanismos de dependencia hídrica de los ecosistemas acuáticos y de hábitats y especies asociadas al medio hídrico, podrán plantearse indicadores de estado ecológico que, en su caso, alerten sobre la proximidad y presencia de situaciones de sequía.

Como método para evaluar la proximidad, presencia y gravedad de la sequía se utiliza la simulación de la atención a las demandas con los recursos disponibles, una previsión de evolución de nuevas aportaciones y unos requerimientos hídricos ambientales. La posibilidad o no de atender las demandas (con los objetivos de atenuación y restricciones de usos fijados para cada caso) con los recursos disponibles (con las restricciones de suministros previstas en cada caso) y cumpliendo con los requerimientos hídricos ambientales fijados en cada caso, es lo que establece los umbrales de presentación y profundización de la sequía.

Como fuentes de información para configurar los indicadores se han tomado el SAIH (Sistema Automático de Información Hidrológica), que permite obtener en tiempo real información sobre volúmenes de 47 embalses de la cuenca, caudales fluyentes en 51 puntos y pluviometría en 62 estaciones; la RED SAICA – Sistema Automático de Información de Calidad de las Aguas y la Red ICA – de Información sobre la Calidad del Agua – que proporcionan información sobre la calidad de las aguas continentales en numerosas estaciones repartidas por toda la cuenca.

Dada la importancia, claramente diferenciada, de los embalses para atender las demandas y requerimientos hídricos ambientales en la cuenca, los indicadores de previsión seleccionados se refieren fundamentalmente al volumen de agua embalsada. En menor grado se utilizan

como indicadores las aportaciones acumuladas y los caudales fluyentes y, en casos específicos la calidad del agua; estos últimos se utilizan como indicadores de valoración, es decir, no sirven directamente para fijar fases de sequía, sino para que los gestores dispongan de información complementaria para valorar la situación.

La tabla de indicadores resultantes es la recogida en el apartado 5.

Para cada indicador se establecen tres umbrales – prealerta, alerta y emergencia – que enmarcan las fases progresivas de gravedad de la sequía:

- Situación de normalidad.
- Situación de prealerta.
- Situación de alerta.
- Situación de emergencia.

### 9.3.3.- Indicadores del ámbito operativo

Son los indicadores relacionados con las medidas operativas, que se subdividen en:

- Indicadores relativos a la gestión de la demanda.
- Indicadores relativos al incremento de la oferta de recursos.
- Indicadores relativos a la gestión combinada.
- Indicadores relativos a protección ambiental.

Se relacionan a continuación los indicadores propuestas para cada subámbito, indicando su finalidad – de avance, de efectos, de eficiencia – y su carácter – inicial o potencial -. Se señala así mismo su significación para ser incluido en un sistema de indicadores de alerta.

TABLA 37.- INDICADORES DEL ÁMBITO OPERATIVO					
Ámbito	Finalidad	Indicador	Carácter <sup>(1)</sup>	Alerta	
Gestión de la demanda	De avance	. Realización de campañas de sensibilización	I		
		. Realización de revisión de programas de desembalse para uso hidroeléctrico	I		
		. Aplicación de restricciones de usos	I		
		. Modificación temporal de tarifas y penalización de excesos	I		
	De efectos	. Descenso del volumen suministrado al abastecimiento por las medidas de atenuación (%)	I		
		. Descenso del volumen suministrado al regadío por las medidas de atenuación (%)	I		
		. Incremento de recaudación por modificación de tarifa y penalización (%)	I		
	De eficiencia	. Reducción del volumen suministrado al abastecimiento en relación al objetivo de reducción previsto en cada fase	I	SI	
		. Reducción del volumen suministrado al regadío en relación al objetivo de reducción previsto en cada fase	I	SI	
	Incremento de oferta de recursos	De avance	. Realización de pruebas de funcionamiento de infraestructuras de conexión entre sistemas	I	
. Activación de la movilización de reservas estratégicas			I	SI	
. Utilización de medidas excepcionales			I		
. Realización de trasvases a otras cuencas			I		
De efectos		. Volumen de reservas movilizado mediante infraestructuras de conexión entre sistemas	I		
		. Volumen de reservas extraído de embalses	I		
		. Volumen de reservas extraído de acuíferos	P		
De eficiencia		. Volumen trasvasado a otras cuencas	I	SI	
		. Relación entre volúmenes de reservas mediante infraestructuras de conexión y volúmenes previstos para su utilización en sequías	I		
		. Relación entre volúmenes de reservas extraídos de embalses y volúmenes previstos para su utilización en sequías	I/P	SI	
Gestión combinada	De avance	. Relación entre volúmenes de reservas extraídos de acuíferos y volumen previsto en sequía.	I	SI	
		. Modificación de la prioridad de usos fijada en el Plan Hidrológico	I		
		. Aplicación de restricciones en el suministro a los diferentes usos.	I	SI	
	De efectos	. Activación del Centro de intercambio de derechos	I		
		. Reducción del volumen suministrado al abastecimiento por restricciones en el suministro (%)	I		
		. Reducción del volumen suministrado al regadío por restricciones en el suministro (%)	I		
	De eficiencia	. Reducción de volúmenes turbinados por restricciones al suministro (%)	I		
		. Relación entre la reducción total del volumen suministrado al abastecimiento y el objetivo de reducción previsto en cada fase de sequía	I	SI	
			. Relación entre la reducción total del volumen suministrado al regadío y el objetivo de reducción previsto en cada fase de sequía	I	SI
Protección ambiental	De avance	. Aplicación de reducciones en los requerimientos hídricos mínimos por razones ambientales establecidos en el Plan Hidrológico	I		
		. Aplicación de reducciones en los requerimientos hídricos mínimos asociados a ecosistemas, hábitats y especies muy vulnerables	I/P	SI	
		. Aplicación de la intensificación del control de vertidos y de la calidad de las aguas	I		
		. Explotación directa de humedales	I	SI	
		. Aprovechamiento de volúmenes mínimos en embalses	I		

TABLA 37.- INDICADORES DEL ÁMBITO OPERATIVO				
Ámbito	Finalidad	Indicador	Carácter <sup>(1)</sup>	Alerta
	De efectos	. Incumplimiento de caudales mínimos fijados en el Plan Hidrológico (% de días en el año y en otoño-invierno)	I/P	SI
		. Volúmenes extraídos en acuíferos sobreexplotados o en riesgo de sobreexplotación y salinizados	I	
		. Volúmenes desembalsados de los volúmenes mínimos fijados en el Plan Hidrológico	I	SI
		. Reducción de la superficie inundada (ha) en Espacios Naturales Protegidos, Red Natura y Reservas de la Biosfera vulnerables frente a la sequía, por la explotación de reservas de acuíferos para sequías, o por la reducción de caudales mínimos o por explotación directa	P	SI
		. Existencia de mortandad de especies piscícolas por la reducción de caudales y volúmenes mínimos fijados en el Plan Hidrológico	I/P	SI
		. Reducción del número de ejemplares o de cría de especies amenazados en humedales afectados por la reducción de los caudales mínimos o por la sobreexplotación de acuíferos en situaciones de sequía	P	SI
		. Estaciones con valores de indicadores de valoración (calidad del agua) por debajo de los límites establecidos	I	SI
	De eficiencia	. Relación entre el número de Espacios afectados por las medidas del P.E.S. y número total de Espacios considerados vulnerables	P	

(1) Nota:

I= De aplicación inicial

P= De aplicación potencial

#### 9.3.4.- Indicadores del ámbito organizativo y de gestión

Los indicadores de este ámbito pueden considerarse básicamente como indicadores de avance que reflejan si se han cumplido las previsiones del P.E.S., en cuanto a la creación de la estructura administrativa, a la disposición de medidas para el desarrollo del P.E.S. y a la realización de las actividades de seguimiento del mismo.

A estos efectos se proponen los indicadores siguientes:

- Creación de los órganos para la gestión y seguimiento previstos en el P.E.S.
- Nombramiento y asignación de personal y medios.
- Elaboración de reglamentos y protocolos de funcionamiento.
- Seguimiento de indicadores de previsión en situación de normalidad.
- Redacción de informes postsequía.
- Aplicación de las medidas previstas para la recuperación ambiental postsequía (Indicador de alerta).
- Coordinación con la redacción de los planes de emergencia de los abastecimientos (Indicador de alerta).

## 9.3.5.- Tabla de indicadores de alerta

Se adjunta una tabla resumen de los indicadores de alerta del P.E.S.

<b>TABLA 38.- INDICADORES DE ALERTA</b>		
<b>Ámbito</b>	<b>Indicador</b>	<b>Carácter</b>
<b>Operativo de atenuación de demandas</b>	. Reducción del volumen suministrado al abastecimiento por medidas de atenuación de la demanda en relación al objetivo de reducción previsto en cada fase	I
	. Idem del volumen suministrado al regadío	I
<b>Operativo de disponibilidad de agua</b>	. Activación de la movilización de reservas estratégicas	I
	. Volumen trasvasado a otras cuencas	I
	. Relación entre volúmenes de reserva para sequías extraído de los acuíferos y volúmenes de reserva previsto para su utilización en sequía	P
	. Idem respecto a volúmenes de embalse	I
<b>Operativo de gestión combinada</b>	. Aplicación de restricciones en el suministro	I
	. Relación entre la reducción total de volumen suministrado al abastecimiento y el objetivo de reducción previsto en cada fase de sequía	I
	. Idem en el regadío	I
<b>Operativos de protección ambiental</b>	. Aplicación de reducciones en los requerimientos hídricos mínimos ambientales fijados en el Plan Hidrológico, asociados a ecosistemas, especies y habitats muy vulnerables ante situaciones de sequía.	P
	. Explotación directa de humedales	I
	. Incumplimiento de caudales mínimos fijados en el Plan Hidrológico	I
	. Idem de volúmenes mínimos	I
	. Reducción de la superficie inundada (ha). en Espacios Naturales Protegidos, Red Natura y Reservas de la Biosfera vulnerables frente a la sequía, por la reducción de los caudales mínimos o por explotación directa de los humedales	P
	. Existencia de mortandad de especies piscícolas por la reducción de caudales y volúmenes mínimos fijados en el P.H.	I/P
	. Reducción del número de ejemplares o de la cría de especies amenazadas en humedales afectados por la reducción de caudales mínimos o por la sobreexplotación de acuíferos en situaciones de sequía	P
	. Existencia de estaciones con valores de indicadores de valoración (calidad del agua) por debajo de los límites establecidos	I
<b>Organizativo y de gestión</b>	. Aplicación de las medidas previstas para la recuperación ambiental postsequía	I
	. Coordinación con la redacción de planes de emergencia de abastecimiento	I

### 9.3.6.- Participación del órgano ambiental en el seguimiento del Plan

La participación del órgano ambiental en el seguimiento del Plan, se articulará a través de la recepción, por éste, de los siguientes informes:

- Traslado desde la Dirección General del Agua del Informe trimestral de estados hidrológicos en el que se expone la situación o fase de sequía en que se encuentra cada una de los sistemas de las diferentes cuencas.
- Traslado desde la Comisión Permanente de la Sequía de la Confederación Hidrográfica de los informes post-sequía.
- Traslado desde la Dirección General del Agua de los informes periódicos de la situación del sistema global de indicadores de presentación de sequía.

### 9.3.7.- Actualización y revisiones del P.E.S.

Se considera una *revisión* del P.E.S. la introducción de cambios significativos en su organización o medidas de actuación.

Debe procederse a la revisión al menos en los casos siguientes:

- Modificación de los requerimientos hídricos mínimos ambientales fijados en el Plan Hidrológico como consecuencia de la aplicación de la definición de los caudales ecológicos recogida en el artículo 42.1.b.c' del texto Refundido de la Ley de Aguas vigente.
- Modificación sustantiva de la información relativa a niveles de explotación de acuíferos.
- Mejora sustantiva del conocimiento de los mecanismos de la dependencia hídrica de habitats y especies asociados a las masas de agua.
- Mejora sustantiva en el conocimiento de la relación hídrica entre zonas de protección ambiental y masas de agua superficial o subterráneas
- Cuando la magnitud de las desviaciones sea tal que obligue a introducir cambios sustanciales en los indicadores y cambios de previsión o en el programa de medidas del P.E.S.
- Cuando se redacte por primera vez o se produzca una revisión de un Plan de Emergencia de un abastecimiento en la cuenca en el marco de sus competencias, y que suponga una modificación sustantiva para el conjunto de la cuenca.
- Cuando se produzca una modificación sustantiva en umbrales de indicadores y medidas de gestión como consecuencia de la consideración de modelos que tengan en cuenta el Cambio Climático.

- En condiciones normales, como máximo cada seis años, período similar al que establece la Directiva Marco del Agua para la actualización de los Planes Hidrológicos de la Demarcación.

Se considera una *actualización* del P.E.S. la adaptación de aspectos muy concretos a las circunstancias de cada momento o la introducción de pequeños retoques que no afecten a los contenidos básicos.

Debe procederse a una actualización al menos en las circunstancias siguientes:

- Cambios no significativos en el sistema de organización, seguimiento y gestión
- Cambios no significativos en el sistema de indicadores, umbrales y medidas
- Correcciones de errores o mejoras muy concretas del propio P.E.S.
- Después de ocurrida una sequía, a partir de las conclusiones del informe post-sequía, salvo que el propio informe no considere necesario una actualización del P.E.S.
- Cuando se produzca una revisión de un Plan de Emergencia de un abastecimiento en la cuenca en el marco de sus competencias, o se disponga de nuevas infraestructuras operativas con incidencia en la gestión de las sequías

## 10.- PLANES DE EMERGENCIA PARA ABASTECIMIENTOS DE MÁS DE 20.000 HAB.

La Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional, establece en su art. 27 sobre gestión de sequías que las Administraciones públicas responsables de sistemas de abastecimiento urbano que atiendan, singular o mancomunadamente, a una población igual o superior a 20.000 habitantes deberán disponer de un Plan de Emergencia ante situaciones de sequía. Dichos Planes serán informados por el Organismo de cuenca o Administración hidráulica correspondiente y deberán tener en cuenta las reglas y medidas previstas en los Planes Especiales de los Organismos de cuenca.

Los municipios son los responsables de los sistemas de abastecimiento urbano, y por lo tanto a quienes compete la redacción de estos Planes de Emergencia en concordancia con el marco establecido en el Plan Especial, de acuerdo con lo previsto en el artículo 27 de la Ley 10/2001 del Plan Hidrológico Nacional.

Los Órganos responsables del abastecimiento urbano de las poblaciones de más de 20.000 habitantes deberán informar al Organismo de cuenca del escenario en que se encuentre el sistema de abastecimiento, además del estado de los índices de los que se deduce la situación dada en, al menos, las siguientes situaciones:

- al finalizar cada año hidrológico
- cada vez que el sistema entre o salga de cada uno de los escenarios en que el Plan de Emergencia debe caracterizar la situación del abastecimiento

En la cuenca del Tajo existen en la actualidad un total de doce sistemas de abastecimiento que dan servicio a una población superior a 20.000 personas; éstos se relacionan en la siguiente tabla.

<b>TABLA 39.- SISTEMAS MANCOMUNADOS CON MÁS DE 20.000 HABITANTES</b>		
<b>MANCOMUNIDAD</b>	<b>Municipios</b>	<b>Población</b>
CANAL DE ISABEL II	164	5.586.247
AGUAS DEL SORBE	39	326.319
MANCOMUNIDAD DEL ALGODOR	45	154.171
CÁCERES Y SU ZONA DE INFLUENCIA	4	103.966
TALavera Y SU ZONA DE INFLUENCIA	2	84.294
ZONA DE TOLEDO Y AGUAS DE ARGÉS	6	84.227
TORRIJOS Y SU ZONA DE INFLUENCIA	35	61.832
SAGRA ALTA	15	55.006

TABLA 39.- SISTEMAS MANCOMUNADOS CON MÁS DE 20.000 HABITANTES		
MANCOMUNIDAD	Municipios	Población
PLASENCIA Y SU ZONA DE INFLUENCIA	1	38.815
SAGRA BAJA	12	38.691
RIVERA DE GATA Y ZONA DE INFLUENCIA	6	23.582
MANCOMUNIDAD DEL GIRASOL	10	20.534

En la figura siguiente se ha representado la situación de estos sistemas de abastecimiento:

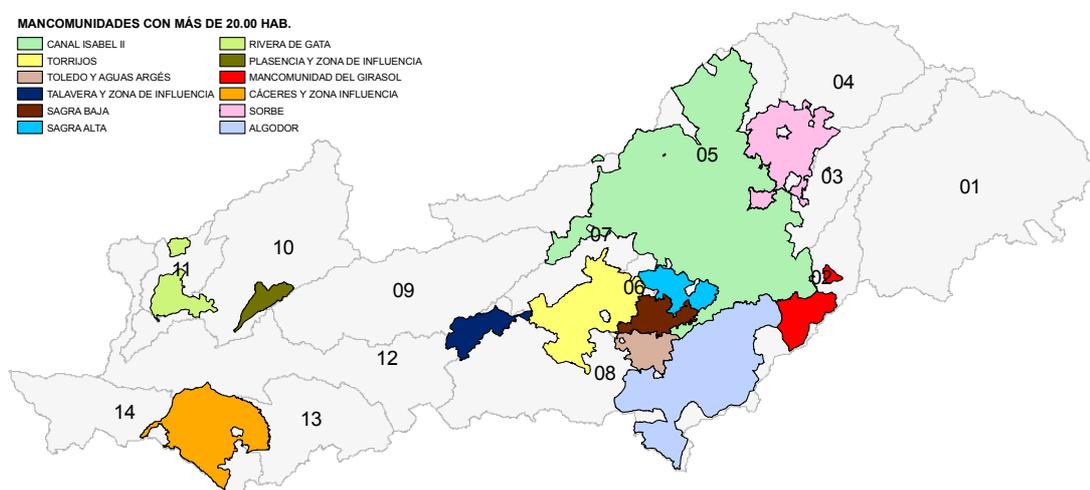


Figura 26.- *Sistemas Mancomunados con más de 20.000 habitantes*

En el presente Plan Especial se definen cuestiones como los contenidos de necesaria observancia del Plan de Emergencia, las determinaciones vinculantes del Plan Especial que afectan al Plan de Emergencia y que éste debe recoger, la información, activación y seguimiento de las fases de sequía o los auxilios de la Administración hidráulica para superar la situación de déficit mediante regulación coyuntural de uso del dominio público hidráulico, incremento de recursos, asesoramiento técnico, delimitación de perímetros de protección, zonas de reserva, aplicación de régimen sancionador, etc.

Es de destacar que los dos sistemas de abastecimiento con mayor peso en la cuenca, como son el Canal de Isabel II y la Mancomunidad de Aguas del Sorbe disponen ya de documentos de gestión de sequías en los que se definen procedimientos para identificar situaciones de escasez, así como un conjunto de medidas a adoptar en cada uno de los escenarios de sequía.

En el marco del Plan de Sequías se han estudiado estos abastecimientos que en muchos casos son subsistemas de un sistema más general en el que coexisten otros usos con los que comparten los recursos. En algunos de estos sistemas se han propuesto los indicadores y los umbrales que caracterizan las diferentes fases de sequía. Los modelos de simulación de cada sistema han permitido analizar las reducciones mínimas a exigir a las demandas de abastecimiento en cada fase de sequía, así como las fuentes de recursos alternativas en situaciones de alerta y emergencia.

En el Documento de Operatividad del Plan Especial se han definido indicadores de sequía y medidas específicas aplicables en cada escenario de sequía para algunos de los sistemas de abastecimiento.

Por lo tanto, estas determinaciones del P.E.S. exigen una coherencia entre sus elementos básicos y los de los Planes de Emergencia; en concreto en aspectos tales como:

- Fuentes de suministro
- Selección de indicadores
- Definición de umbrales
- Reducciones mínimas en las demandas
- Medidas en situación de sequía

De manera que todos esos elementos básicos se tomen como un marco de referencia a partir del cual cada entidad gestora desarrolle su propio Plan de Emergencia respectivo.

Sin perjuicio de las comunicaciones institucionales, el Plan de Emergencia debe incorporar la figura del Coordinador con el Organismo de cuenca con el fin de agilizar las tareas de coordinación entre ambas Administraciones, debiéndose comunicar formalmente el nombramiento o cambio de dicho Coordinador.