

---

**GUÍA  
PARA LA ELABORACIÓN  
DE PLANES DE EMERGENCIA POR SEQUÍA  
EN SISTEMAS DE ABASTECIMIENTO URBANO**



*Versión 9.0*

*Enero 2007*

---

## AUTORES

---

Francisco Cubillo González

José De Castro Morcillo

### *Colaboración*

Juan Carlos Ibáñez Carranza

Bruno Rodríguez Rodríguez

Pedro García Mayordomo

Por el Ministerio de Medio Ambiente han colaborado

Teodoro Estrela Montreal

Justo Mora Muñoyerro

## AGRADECIMIENTOS

## INDICE

1.	<b>PROPÓSITO</b> .....	5
2.	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	7
3.	<b>CONTEXTO DE ACTUACIÓN</b> .....	9
3.1.	EQUILIBRIO ENTRE DISPONIBILIDADES Y DEMANDAS EN LOS HORIZONTES FUTUROS .....	10
3.2.	OPERACIÓN DE LOS SISTEMAS EN CONDICIONES DE NORMALIDAD .....	12
3.3.	GESTIÓN EN SITUACIONES DE SEQUÍA OPERACIONAL.....	13
4.	<b>CONSIDERACIONES BÁSICAS</b> .....	15
5.	<b>CONTENIDO DE LOS PLANES DE EMERGENCIA</b> .....	17
6.	<b>MARCO NORMATIVO</b> .....	18
6.1.	ÁMBITO EUROPEO .....	18
6.2.	ÁMBITO NACIONAL.....	18
6.3.	PLANES HIDROLÓGICOS DE CUENCA:.....	19
6.4.	LEGISLACIÓN SOBRE MEDIDAS EXCEPCIONALES EN SITUACIÓN DE SEQUÍA .....	21
7.	<b>DESCRIPCIÓN DE LAS INFRAESTRUCTURAS PRINCIPALES QUE CONFORMAN CADA SISTEMA O SUBSISTEMA</b> .....	22
8.	<b>DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS RECURSOS DISPONIBLES</b> .....	23
9.	<b>CONSUMOS, USOS Y ELASTICIDADES</b> .....	27
9.1.	CARACTERÍSTICAS ESENCIALES .....	27
9.2.	ELASTICIDAD FRENTE A DIFERENTES TIPOS DE ACTUACIÓN .....	28
9.3.	COSTE DE LAS ACCIONES Y AFECCIONES .....	30
9.4.	ESCENARIOS DE RIESGO/IMPACTO .....	30
9.5.	INFORMACIÓN SOBRE USOS Y CONSUMOS.....	31
9.6.	CONDICIONANTES AMBIENTALES.....	35
10.	<b>REGLAS DE OPERACIÓN</b> .....	36
11.	<b>DESCRIPCIÓN DE ESCENARIOS DE SEQUÍA OPERACIONAL</b> .....	37
12.	<b>IDENTIFICACIÓN DE CONDICIONES DESENCADENANTES DEL INICIO DE LOS ESCENARIOS DE SEQUÍA OPERACIONAL</b> .....	41
13.	<b>MEDIDAS, ACCIONES Y RESPONSABILIDADES</b> .....	43
13.1.	OBJETIVOS Y PLAZOS .....	43
13.2.	TIPOS DE ACCIONES Y MEDIDAS .....	44
13.3.	ACCIONES RESPONSABILIDADES CORRESPONDIENTES A CADA ESCENARIO DE SEQUÍA OPERACIONAL .....	52
14.	<b>CALIDAD DEL AGUA</b> .....	54
15.	<b>COSTES</b> .....	56
16.	<b>IDENTIFICACIÓN DE ZONAS Y CIRCUNSTANCIAS PARA CADA ESCENARIO DE SEQUÍA OPERACIONAL</b> .....	57
17.	<b>RELACION ACTUALIZADA DE ENTIDADES RELACIONADAS CON LA RESOLUCIÓN DE LOS POSIBLES ESCENARIOS DE SEQUÍA OPERACIONAL</b> .....	58
18.	<b>REFERENCIAS DE SEQUÍAS ANTERIORES</b> .....	59
19.	<b>VINCULACIONES CON EL PLAN ESPECIAL</b> .....	60
20.	<b>EJEMPLO DE APLICACIÓN</b> .....	61
21.	<b>GLOSARIO</b> .....	68

<b>Tabla 1 Recursos complementarios a aportar en las fases de gestión de sequía (Canal de Isabel II)</b> .....	26
<b>Tabla 2. Agentes implicados en las actuaciones de reducción del consumo</b> .....	30
<b>Tabla 3. Datos básicos</b> .....	31
<b>Tabla 4. Unidades de consumo</b> .....	31
<b>Tabla 5. Dotaciones unitarias (l/ud./día)</b> .....	32
<b>Tabla 6. Consumos mensuales para clima medio (m3)</b> .....	32
<b>Tabla 7. Aumento de consumo en caso de clima extremo (%)</b> .....	32
<b>Tabla 8. Consumos mensuales para clima extremo (m<sup>3</sup>)</b> .....	32
<b>Tabla 9. Reducción potencial de consumo en caso de Emergencia Fase 1(%)</b> .....	32
<b>Tabla 10. Reducción potencial de consumo en caso de Emergencia Fase 2 (%)</b> .....	33
<b>Tabla 11. Consumos mensuales en situación de Emergencia Fase 1 (m<sup>3</sup>)</b> .....	33
<b>Tabla 12. Consumos mensuales en situación de Emergencia Fase 2 (m3)</b> .....	33
<b>Tabla 13. Consumos mensuales en situación de Emergencia Fase 3 (m<sup>3</sup>)</b> .....	33
<b>Tabla 14. Dotaciones medias anuales por defecto</b> .....	34
<b>Tabla 15. Distribución del consumo en condiciones climáticas normales</b> .....	34
<b>Tabla 16. Aumento del consumo residencial en condiciones de clima extremo</b> .....	34
<b>Tabla 17 Reducciones de consumo por defecto en situación de sequía</b> .....	34

## 1. PROPÓSITO

El objetivo principal de este documento es servir de guía para la elaboración de los Planes de Emergencia que habrán de preparar todos los sistemas de abastecimiento urbano que sirvan a poblaciones superiores a los 20.000 habitantes, de acuerdo a lo establecido en el Art. 27 de la Ley de Plan Hidrológico Nacional.

El fin primordial es asegurar que todos los Planes de Emergencia que se elaboren respondan a un criterio unificado y homogéneo de forma que la identificación de situaciones de riesgo de insuficiencia o de incapacidad de los sistemas para proveer la totalidad de las demandas urbanas sean consistentes y respondan a los mismos principios y criterios. La Guía es un compendio de recomendaciones cuya intención principal es la integración homogénea entre diferentes sistemas de abastecimiento y otros usos sin perjuicio de las diferencias derivadas de las realidades particulares de cada sistema de abastecimiento.

Es imprescindible tipificar, caracterizar y ordenar los niveles de riesgo y sus correspondientes actuaciones preventivas y mitigadoras para los diferentes usos que comparten un sistema de explotación o demarcación hidrográfica. Los Planes Especiales para eventuales Sequías, también prescritos por el Art. 27 del PHN, señalarán esta ordenación de riesgos y actuaciones y en su caso, otros planes de prevención que puedan establecer de forma voluntaria otros sistemas aunque no lo exija ninguna normativa. La intención es que se pueda catalogar cada situación y circunstancia en un sistema de abastecimiento urbano, y sirva para iniciar las actuaciones pertinentes en cada caso y de referencia para la integración con lo establecido para otros usos y circunstancias en otros planes de sequía.

Esta Guía se orienta exclusivamente a los sistemas de abastecimiento urbano y establece los procedimientos a seguir para elaborar los Planes de Emergencia por Sequía en dicho ámbito.

Los Planes de Emergencia por sequía tienen por objetivo principal:

- Recopilar y ordenar la información básica sobre las demandas y la valoración de disponibilidades de recursos.
- Definir los estados de riesgo de escasez vinculados a sequías en sus propios sistemas.
- Establecer las condiciones en que se incurriría en los estados de riesgo de escasez y sería necesario activar medidas especiales para mitigar los efectos de la sequía y prevenir posibles daños de alcance mayor.
- Establecer los objetivos de reducción de demandas y refuerzo de disponibilidades y orientar sobre las medidas a implantar en las diferentes situaciones de escasez en que se puede encontrar un sistema de abastecimiento.
- Establecer responsabilidades en la toma de decisiones y en la forma de gestionar las diferentes situaciones posibles de sequía.
- Documentar todo lo anterior y mantenerlo actualizado.

Los Planes de Emergencia no abordarán la forma en que se gestionarán las situaciones de emergencia por sequía en otros usos o demarcaciones, aunque las consideraciones establecidas en los Planes de Emergencia aplicables a usos urbanos necesariamente deberán ser consistentes con las pautas establecidas para los ámbitos y usos con los que interfieran.

Los Planes de Emergencia no deben establecer diagnósticos sobre la precariedad o garantía de los sistemas de abastecimiento urbano, aunque a partir de ellos se puedan calcular con mayor rigor dichas garantías. No tienen que establecer las actuaciones para resolver de forma permanente la eventual baja garantía de suministro, aunque las posibles actuaciones que establezcan puedan condicionar las actuaciones estructurales de largo plazo.

Los Planes de Emergencia no establecen los niveles de garantía de los abastecimientos urbanos pero son la base para poder definir dichos niveles de garantía, que en realidad deberían ser el resultado de un valor óptimo de la suma de costes de las actuaciones estructurales para evitar las situaciones de sequía junto con las de los costes de afrontar y resolver con una frecuencia determinada dichas situaciones de sequía.

Desde una perspectiva teórica no se podría establecer un Plan de Emergencia por sequía sin conocer a priori las condiciones aceptadas en los planteamientos de planificación de la garantía de los sistemas de abastecimiento urbano. La Guía asume unas condiciones de aceptación relativas a los estadios de inicio de la sequía y unas hipótesis de prevención frente a escenarios y episodios de mayor severidad que la conocida o previsible.

Los Planes de Emergencia no establecen los estadios por riesgo de escasez en otros usos pero al indicar las disponibilidades de recursos en cada estadio estarán asumiendo unas prácticas y criterios de reserva de recursos en la gestión de otros usos en situaciones de escasez, o aproximación a la escasez, por lo que resulta imprescindible la integración de la definición de situaciones de escasez o sequía operacional entre los sistemas urbanos y los correspondientes a otros usos y ámbitos.

Los Planes de Emergencia no evalúan el grado de eficiencia de uso del recurso en cada sistema pero al establecer los parámetros básicos para gestionar las situaciones de escasez y valorar las potenciales reducciones de consumos con diferentes medidas pondrán de manifiesto algún grado de eficiencia parcial.

La intención de esta Guía es servir de referencia para cualquier tipo de sistema de abastecimiento, tanto para los más sencillos como para los más complejos. Tal propósito sólo es posible incorporando toda la gama de posibilidades de fuentes de recursos, infraestructuras y demandas que se pueden presentar en un sistema. Los sistemas más sencillos deberán ignorar un gran número de estos factores considerados en la guía y ser comprensivos con el amplio abanico de posibilidades recogido en la guía con el fin de asegurar su validez para los grandes sistemas, entre los que sin duda se encuentran los que sirven a más de 20.000 habitantes.

La Guía se acompaña de un sistema de cálculo que permite determinar de forma homogénea los umbrales de inicio de los estadios de sequía en ella señalados. Con dicho sistema se pretende facilitar simplemente una ayuda para la elaboración de los Planes de emergencia, pero con su aplicación se asegura la homogeneidad en el cálculo.

## 2. INTRODUCCIÓN

Los sistemas de gestión de agua afrontan eventuales perturbaciones en la calidad del servicio que prestan debido a múltiples causas, pero la de mayor relevancia en cuanto al suministro es la falta de disponibilidad del volumen de agua requerido por los diferentes usos. Esta eventualidad, a la que corresponde una probabilidad desigual en cada sistema, genera impactos de distinta entidad que pueden, y deben, mitigarse mediante políticas de gestión de emergencias.

La combinación de probabilidad de perturbación de las condiciones de servicio y las afecciones que produce es, en términos simples, el riesgo que tiene la prestación del servicio. Desde esta acepción de riesgo, los responsables de todo sistema deberían tener respuesta a las siguientes preguntas:

1. ¿Qué riesgo de escasez o insuficiencia de recursos tiene el sistema de suministro en sus condiciones actuales?
2. ¿Qué riesgo razonable debería tener?
3. ¿En qué circunstancias han de modificarse las condiciones de servicio para afrontar una situación de escasez por sequía?
4. ¿Qué procedimientos se han establecido para mitigar y resolver las situaciones de escasez?
5. ¿Qué pautas preventivas se utilizan en la operación del sistema?
6. ¿Qué riesgo de insuficiencia por sequía afronta el sistema con carácter inmediato y qué opciones hay para modificar ese riesgo?
7. ¿Cómo modificarían las posibles alternativas de prevención las condiciones y riesgos genéricos del sistema?
8. ¿Qué alternativas y costes permitirían alcanzar el riesgo deseable en los diferentes horizontes de futuro?
9. ¿En qué plazo mínimo se podría alcanzar el riesgo deseable?
10. ¿Qué riesgos afrontarán hasta entonces el sistema de suministro y las entidades relacionadas?

El planteamiento de estas preguntas y su respuesta constituyen la base de la planificación y operación de los sistemas de suministro de agua, y también de la planificación de actuaciones en el contexto amplio de las cuencas hidrográficas.

Pero sólo puede responderse con precisión a las preguntas mencionadas si se dispone de procedimientos claros y bien definidos de operación de los sistemas en todas las circunstancias de escasez previsibles. El conjunto de tales procedimientos, que plasman las prácticas preventivas y mitigadoras a seguir, fijarán de forma implícita los riesgos y costes asumidos en la explotación de los sistemas.

Debe insistirse en que la forma de operar los sistemas, tanto en circunstancias de normalidad como de escasez, condiciona la disponibilidad de recursos a plazo más o menos inmediato y por tanto la planificación de estos sistemas. Tanto las fases más tempranas de la planificación como la definición de las reglas de operación de los sistemas deben sustentarse en principios de gestión de riesgos.

La respuesta ante la escasez de recursos no puede limitarse a gestionar crisis mediante actuaciones de corto plazo, es necesario considerar la prevención desde planteamientos para el largo plazo, con bases de gestión de riesgos y dotarse de procedimientos planificados para afrontar y mitigar las eventuales crisis. La gestión de crisis es una componente importante de la planificación de sequías, pero solo es parte de una estrategia más completa para paliar sus consecuencias.

La respuesta a la primera pregunta enunciada al principio de este apartado, sobre el riesgo de escasez por sequía que tiene un sistema de suministro, solo será rigurosa si se basa en un enunciado claro de los procedimientos de operación de los sistemas y en la definición de las circunstancias a partir de las cuales se modificarán las condiciones en que se presta el servicio. Por tanto, a la pregunta primera solo podrá responderse desde el conocimiento de la respuesta a la tercera, cuarta y quinta.

Las situaciones de sequía, como potenciales desencadenantes de episodios en que no pueda atenderse la totalidad de las demandas, constituyen uno de los casos a prevenir, mitigar y gestionar mediante la aplicación de planes específicos que acoten los riesgos, y sean una demostración de compromiso con todos los ciudadanos y usuarios del agua, y el cimiento esencial para responder con rigor al resto de las preguntas planteadas al principio.

La obligación de elaborar estos planes a que genéricamente nos hemos referido, se estableció en la Ley 10/2001 del Plan Hidrológico Nacional que, en su artículo 27 define, para las cuencas intercomunitarias, los Planes Especiales de Actuación en Situaciones de Alerta y Eventual Sequía (Planes Especiales en adelante) a redactar por los Organismos de cuenca, y los Planes de Emergencia ante Situaciones de Sequía (Planes de Emergencia en adelante), que deben preparar las administraciones públicas responsables de sistemas de abastecimiento urbano que atiendan a una población superior a 20.000 habitantes. Aunque el citado artículo establece el orden de elaboración de ambos tipos de planes dando prioridad a los Planes Especiales la estrecha dependencia de información de las capacidades y funcionamiento de los sistemas de abastecimiento urbano en condiciones de sequía, que sólo se podrá establecer con la elaboración de los Planes de Emergencia, requerirá un cierto proceso iterativo que asegure la consistencia en lo establecido entre ambos tipos de Planes.

Esta Guía proporciona orientación sobre los criterios a seguir para preparar los Planes de Emergencia con el fin de:

- Facilitar a los responsables de los sistemas de abastecimiento urbano el cumplimiento de lo establecido en la Ley 10/2001.
- Facilitar a los Organismos de cuenca unos datos homogéneos y fácilmente utilizables en la integración con los Planes Especiales.
- Facilitar asimismo el trabajo de los Organismos de cuenca que han de informar los Planes de Emergencia.

Como es imposible contemplar en la presente Guía la amplia casuística que se presenta en los sistemas de abastecimiento, en el documento se dan pautas de aplicación general en función del grado de información disponible en cada sistema y se sugieren datos orientativos y reglas para estimar algunos valores para los casos en que no se disponga de información fiable.

### 3. CONTEXTO DE ACTUACIÓN

Los períodos de bajas precipitaciones suelen denominarse sequías cuando afectan de forma sensible a alguno de los usos del agua que dependen directa o indirectamente de ellas.

Hay por ello múltiples definiciones de sequías según la óptica con que se analice. Para los sistemas de suministro de agua, de los que dependen los usos agrícolas de regadío, los hidroeléctricos, industriales y urbanos en general, las sequías son circunstancias que los ponen a prueba y constituyen las condiciones extremas para las que deben estar diseñados. Pero, independientemente de las condiciones con que se diseñó cada sistema, la realidad meteorológica y la evolución de la demanda suelen apartarse de lo previsto, produciéndose escenarios más desfavorables que los considerados.

Las situaciones de insuficiencia de recursos para atender las demandas suelen estar provocadas por episodios prolongados de precipitaciones bajas, pero no siempre son achacables a esta causa. Una evolución de la demanda no ajustada a la disponibilidad de los elementos que deben asegurar su satisfacción - en términos de recursos e infraestructuras - puede originar también episodios de insuficiencia que frecuentemente son denominados sequías. Algunos autores al referirse a estos episodios, los diferencian en función de su causa u origen principal, denominando a los de origen principalmente meteorológico como sequías y a los más vinculados a otro tipo de factores como situaciones de escasez. Para evitar polémicas complejas sobre la verdadera causa de un episodio de insuficiencia se propone la denominación genérica de *sequía operacional*, aplicable a todos los casos cuya resolución precisa de actuaciones y operaciones que afectan a alguno de los usos del agua dependientes de los sistemas de suministro.

Tanto si en el diseño se pretende cubrir en toda circunstancia conocida la totalidad de la demanda, o se contempla y acepta, como es normal, la posibilidad de escenarios de escasez que no aseguren su satisfacción total, es imprescindible contar con planes para gestionar estos escenarios posibles, donde se definan los umbrales para identificar el inicio de la sequía operacional y los procedimientos a seguir a partir de dichos umbrales.

La gestión de las sequías, en su sentido más amplio, ha de integrar:

- *La planificación general de los sistemas hídricos, que ha de establecer, teniendo en cuenta las sequías, las actuaciones para asegurar el equilibrio entre disponibilidades y demandas en los horizontes futuros.*
- *Las reglas de operación de los sistemas en condiciones de normalidad, que han de estar presididas por criterios de prevención de escenarios de sequía operacional.*
- *Los procedimientos de gestión y resolución durante los escenarios de sequía operacional para mitigar las afecciones.*

Las pautas a seguir en cada uno de los ámbitos de actuación indicados han de estar estrechamente vinculadas con las de los restantes, y el orden a seguir debe dar prioridad a los que resulten más críticos e independientes, aunque ninguno lo sea completamente.

Todo sistema de la trascendencia económica y social que tiene el suministro de agua debe contar con procedimientos y planes para afrontar situaciones de crisis o contingencias. Su elaboración debe basarse en consideraciones de valoración y gestión de riesgos, y hacerse con independencia de los criterios con que fue diseñado cada sistema y de las pautas de planificación con que se configuró. Cuanto más críticos puedan ser los efectos y afecciones de las eventuales crisis, más necesarios son y más limitantes sus consideraciones a la hora de integrarlos con otros usos o sistemas de ámbito superior.

Cuando se aborda la gestión de escenarios de sequía operacional caben propuestas de muy diversa índole, según los ámbitos de responsabilidad, decisión y actuación que existen en la planificación y gestión de los recursos hídricos, y es fundamental diferenciar las que deben aplicarse en cada uno de ellos.

### 3.1. Equilibrio entre disponibilidades y demandas en los horizontes futuros

Los riesgos a contemplar para asegurar el equilibrio entre disponibilidades y demandas son, fundamentalmente, los derivados de la insuficiencia temporal, en cantidad o calidad, de los recursos hídricos necesarios.

La base de partida para determinar las actuaciones necesarias es el diagnóstico de la suficiencia o no del sistema en las condiciones actuales y en los previsible horizontes de futuro y para ello suele emplearse alguno de los siguientes parámetros:

- a. *Garantía de los sistemas (con los criterios que se convengan y para ciertas características)*
- b. *Volúmenes Garantizados (para ciertas infraestructuras, reglas de operación, patrones de demanda y criterios de garantía)*

La determinación de estos parámetros debe hacerse para cualquier horizonte y escenario, estableciendo los patrones y cuantías de la demanda, las infraestructuras, las reglas de operación y las medidas de eficiencia en su caso. De hecho, la determinación de las actuaciones necesarias se fundamenta en la comparación de los valores que resultarían en alguno de estos parámetros tras su implantación eficaz, seleccionando las que, cumpliendo los valores establecidos, tengan menores costes totales.

Para hacer estas valoraciones sería necesario:

- Definir, si aún no se ha hecho, los condicionantes ambientales
- Contar con pautas de riesgo para cada tipo de uso y condicionante. A falta de una reglamentación más precisa pueden servir de partida los criterios establecidos en la OM de 29/9/92, adecuándolos a las circunstancias actuales.
- Tener en cuenta, al definir los criterios de garantía y de gestión de la sequía operacional, la opinión de los usuarios sobre la aceptación del riesgo y de las eventuales afecciones; podría servir de base lo que se establezca en los Planes Especiales y de Emergencia.

Es importante diferenciar las actuaciones destinadas a resolver escenarios futuros de las necesarias para dar solución a situaciones actuales con niveles de riesgo superiores a los establecidos. Para el futuro ha de tenerse en cuenta si es factible disponer de las actuaciones propuestas en los plazos necesarios, valorando los retrasos inevitables de tramitación, construcción y aceptación social. En los vinculados a plazos inmediatos será necesario establecer, de forma transitoria en tanto se implantan las soluciones (que tampoco serán inmediatas), unas pautas de operación acordes con unos niveles de riesgo superiores a lo establecido.

Para los horizontes de futuro debería partirse de un modelo territorial y de actividad económica del que emanen los criterios base para la estimación de las cuantías y pautas de demanda y los correspondientes niveles de riesgo. Las pautas de demanda no pueden ignorar la realidad de las dotaciones actuales, pero sí deben considerarse unas dotaciones futuras acordes con el modelo de desarrollo planteado y con prácticas razonables de eficiencia.

En las alternativas para asegurar el suministro basadas en la reducción de las demandas (si se refiere a las existentes) es importante distinguir las reducciones permanentes de las que corresponderían a situaciones de sequía operacional, que en muchos casos tienen carácter temporal.

En general, todas las medidas planteadas para el aseguramiento genérico del suministro tienen como fin reducir la probabilidad de incurrir en escenarios de sequía operacional.

En las tareas de planificación para asegurar el equilibrio entre disponibilidades y demandas en los horizontes de futuro, además de las disponibilidades de recursos e infraestructuras, juegan un papel primordial los siguientes aspectos:

- Criterios de riesgo basados en la probabilidad de incurrir en los diferentes umbrales de fallo
- Umbrales de fallo por escasez (Planes Especiales y Planes de Emergencia)
- Participación pública
- Valores fiables de elasticidades permanentes y coyunturales
- Dotaciones y eficiencias



### 3.2. Operación de los sistemas en condiciones de normalidad

La operación de los sistemas hídricos tiene cuatro cometidos principales:

1. *Prevenir situaciones de sequía operacional que impliquen afecciones a las demandas o condiciones ambientales.*
2. *Prevenir el uso indebido de los recursos que comprometa un desarrollo sostenible.*
3. *Evitar las afecciones de ambientales.*
4. *Conseguir, con estos condicionantes, unos costes de explotación mínimos.*

La operación de los sistemas debe encuadrarse en el marco de riesgo existente, teniendo como referente los niveles de riesgo (garantía) establecidos con carácter genérico en la planificación, tanto para los consumos como para el medio ambiente.

En las situaciones de escasez, cuya resolución mediante las actuaciones pertinentes de la planificación no reduzca de forma inmediata sus riesgos por sequías, se precisarán actuaciones transitorias preferentemente operacionales sobre las demandas, los recursos o los riesgos. Este tipo de valoraciones y acciones debería ser recogido en los Planes Especiales y de Emergencia.

El marco de actuación para la operación de los sistemas generales es el ligado a las comisiones de desembalse, juntas de explotación, y entidades responsables de operación de los sistemas hídricos.

El planteamiento ha de ser la previsión sistemática de incurrir en situación de sequía operacional, independientemente de las consideraciones que se deben manejar para prevenir otro tipo de situaciones como es el caso del respeto de los resguardos y volúmenes para la protección frente a situaciones extremas por avenidas.

La atención debe estar centrada en la utilización integrada de recursos con el menor coste posible, respetando los requisitos de disponibilidades y reservas estratégicas establecidos en los Planes de Emergencia y en los Planes Especiales.

Deben formar parte de la sistemática preventiva las medidas de soporte predictivo meteorológico o estocástico.

La operación preventiva de los sistemas debe manejar las siguientes consideraciones relativas a la eventualidad de escasez por sequías:

- a. Conocimiento de umbrales de fallo, que se deberían establecer en los Planes Especiales y planes de Emergencia
- b. Planificación operativa con referente en los umbrales de fallo establecidos
- c. Gestión integrada de recursos
- d. Protocolos de operación sistemática

## **CONSIDERACIONES RELATIVAS A LA EVENTUALIDAD DE ESCASEZ POR SEQUIAS**

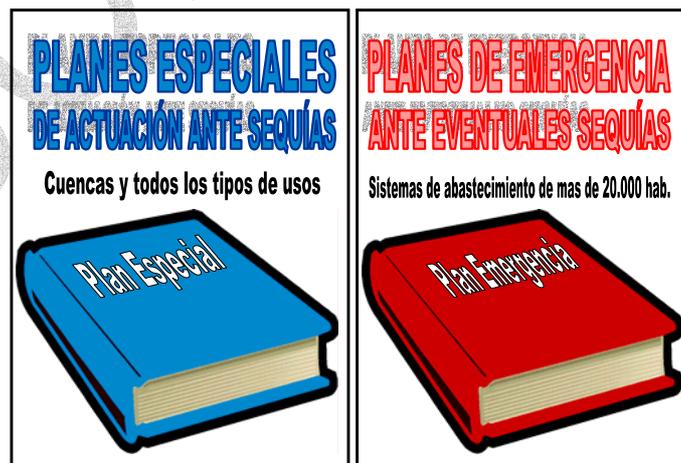
- a. **Conocimiento de umbrales de fallo, que se deberían establecer en los Planes Especiales y Planes de Emergencia**
- b. **Planificación operativa con referente en los umbrales de fallo establecidos**
- c. **Gestión integrada de recursos**
- d. **Protocolos de operación sistemática**

### 3.3. Gestión en situaciones de sequía operacional

La gestión en situaciones de sequía operacional va dirigida a reducir los riesgos de grandes afecciones mediante actuaciones que implican inevitablemente algún tipo de impactos y costes que no se producirían en condiciones normales o de abundancia, pero que se aceptan para reducir la probabilidad de incurrir en una situación de mayor severidad. Estas actuaciones suelen tener un carácter transitorio y con plazos de implantación muy reducidos pues deben ser efectivas en una situación que no admite aplazamientos. Es por ello una práctica rechazable en el marco de la resolución de situaciones de sequía operacional que, con la justificación de resolver escenarios de sequía, se emprendan acciones que no pueden producir resultados prácticos durante el período que, razonablemente, puede durar la situación de escasez. Será útil identificar posibles soluciones de aplicación eficaz en horizontes de medio y largo plazo para su consideración por los organismos competentes en las tareas de planificación y revisión de necesidades en los sistemas hídricos.

La resolución de situaciones de sequía operacional debe encuadrarse en el seguimiento de los protocolos establecidos en:

- Planes especiales de actuación ante sequías (Cuencas y todos los tipos de usos)
- Planes de emergencia ante eventuales sequías (Sistemas de abastecimiento de más de 20.000 hab.)



La declaración de situación de sequía operacional podrá estar vinculada a uno o varios sistemas hídricos. Cuando se trate de un solo sistema de suministro de agua a núcleos de población que utilice recursos independientes de otros usos, la situación se podrá gestionar mediante los Planes de Emergencia, que ya contarán con la consistencia con los Planes Especiales en que se encuadren. Si la sequía operacional se generaliza a varios sistemas y tipos de uso dentro del ámbito de una cuenca hidrográfica, la situación dependerá en mayor medida de lo establecido en los Planes Especiales.

En todos los casos las actuaciones a contemplar en los Planes deben basarse en:

1. *Identificar los sistemas hidráulicamente independientes, que, precisamente por ello, suelen ser más vulnerables.*
2. *Definir para cada sistema y grupo de sistemas una gradación de situaciones o fases, de menor a mayor severidad, cuyo inicio esté asociado al valor umbral de unos indicadores claramente identificados.  
Deben evitarse los indicadores relativos a episodios del pasado o en términos porcentuales de reservas hidráulicas, que no sirven por sí mismos para calificar una situación ni el riesgo que conlleva.*
3. *Definir los umbrales a nivel mensual o, al menos, en los momentos del año en que han de tomarse decisiones importantes que afecten a alguno de los usos que dependen de los recursos suministrados por el sistema.*
4. *Establecer las actuaciones a implantar en cada uno de los escenarios definidos. Cada una de ellas contemplará los plazos necesarios para su implantación eficaz.*

En todo caso, deben diferenciarse claramente las situaciones contempladas como aceptables dentro de los planteamientos de riesgo y garantía de los sistemas, en cuyo caso se conocerán los objetivos de permanencia en dichas situaciones y la severidad máxima que pueden alcanzar.

Se distinguirán claramente las situaciones y riesgos enmarcados en episodios de severidad meteorológica registrada de aquellos que representan una severidad mayor que la conocida hasta la fecha. Resaltando también los que se engloban en las garantías y riesgos establecidos de los que tienen un carácter de precaución frente a eventuales situaciones más desfavorables

En la presente guía se propone diferenciar al menos cuatro fases con las siguientes grandes líneas características:

1. *Fase de alerta: preparación administrativa y de la operativa para el inicio eficaz de la declaración de situación de sequía operacional.*
2. *Fase de reducciones: reducción del consumo mediante medidas incentivadoras, disuasorias y aumento de las disponibilidades de recursos mediante la transferencia entre usos y la ejecución de obras de rápida incorporación.*
3. *Fase de restricciones: Reducción del consumo con el refuerzo de medidas coercitivas de mayor impacto socioeconómico.*
4. *Fase de emergencia: escenarios de gran severidad, con afecciones económicas y sociales de gran alcance.*

## 4. CONSIDERACIONES BÁSICAS

Con los Planes de Emergencia se trata de gestionar y resolver situaciones de gran riesgo socio económico, y las actuaciones a contemplar en ellos han de ser claramente resolutorias, sin entrar en otras de tipo preventivo, salvo las destinadas a evitar que se presenten situaciones de más gravedad dentro de la propia emergencia.

Los abastecimientos urbanos son un uso prioritario del agua y en toda circunstancia será finalidad fundamental proveer las necesidades básicas. En situaciones de sequía operacional sin emergencia se dará prioridad al mantenimiento de la actividad económica de las ciudades en relación con otros usos.

El cálculo de los umbrales de actuación para prevenir y resolver una situación de escasez debe hacerse atendiendo a principios de valoración del riesgo de situaciones de gran impacto incluso partiendo de una situación no satisfactoria. Esto es, los umbrales de actuación en sequía son independientes de la garantía de cada sistema, aunque inciden directamente en dicha garantía.

Las prácticas preventivas (operativas y no estructurales) que cada sistema de abastecimiento utiliza para reducir el riesgo de incurrir en situaciones de sequía operacional no se tienen en cuenta para calcular los umbrales de actuación ante sequías, pero deben conocerse e incorporarse al Plan cuando puedan condicionar la disponibilidad de recursos o la elasticidad de las demandas con que se cuenta para resolver la situación.

En la gradación de fases de los Planes, además de equilibrar el riesgo con los impactos producidos, es requisito ineludible asegurar la factibilidad de implantación de las acciones resolutorias y que produzcan los resultados esperados en el tiempo disponible.

En la gradación de actuaciones sobre la demanda se distinguen tres fases según el impacto inducido en la población y el tipo de coacción ejercida para conseguirlo:

- Reducción voluntaria de consumo
- Reducción mediante medidas impositivas
- Reducción mediante racionamiento

# ACTUACIONES



Cada fase implica una distribución de acciones y costes entre los distintos agentes, incluyendo los usuarios. Este planteamiento concentra los primeros costes en el administrador del sistema y en las instituciones. En la segunda fase se requieren costes de los usuarios por cuanto ha de conseguirse un ahorro impuesto por norma, y en la tercera el impacto es grande y generalizado.

En principio no se hace ninguna valoración de la eficiencia en el uso del agua por los usuarios del sistema aunque las diferentes medidas siempre se orientarán a la mayor eficiencia en cada uso individual. Las medidas de gestión de las dos primeras fases tendrán un potencial y coste distinto según la eficiencia existente de partida, la distribución de usos y los hábitos de consumo. En la tercera fase las dotaciones sobre racionamiento son únicas por actividad, uso y consecuencias, ello implicará un esfuerzo mayor en los ámbitos menos eficientes.

Cada sistema debe valorar los ahorros potenciales en cada fase y la desviación con respecto a su consecución. En la presente guía se proponen unos valores estándar y en términos absolutos; la aplicación de otros diferentes de los propuestos debería justificarse y ser aprobada por el organismo competente.

Cada abastecimiento puede tener más de un subsistema hidráulico independiente con diferentes garantías y potenciales de actuación.

Deben calcularse los umbrales de inicio de cada fase para cada subsistema hidráulico (entendiendo por tal un conjunto de infraestructuras independientes). A partir de los resultados obtenidos, cada entidad responsable decidirá la implantación de las actuaciones que correspondan en función de los criterios de homogeneidad en el impacto social, aunque nunca deberán retrasarse las actuaciones en el subsistema que tenga mayor riesgo.

El deterioro de la calidad del agua durante los episodios de sequía representa un problema adicional a la escasez del recurso; se supone (salvo casos excepcionales) que en las fases de mayor severidad no se podrá garantizar la aptitud para el consumo humano generalizada del agua y deberán intensificarse las medidas de tratamiento, control y comunicación a los usuarios. Los umbrales de gestión manejados no se ven afectados por ello, pero sí las medidas de resolución incluidas en cada fase y umbral de inicio de la misma.

## 5. CONTENIDO DE LOS PLANES DE EMERGENCIA

Los Planes de Emergencia deben contener al menos los siguientes apartados:

- a. *Marco normativo e institucional aplicable al sistema de abastecimiento objeto del Plan.*
- b. *Identificación de los subsistemas que hacen posible el suministro de agua al núcleo o núcleos urbanos objeto del Plan. Se entiende por subsistema el conjunto de infraestructuras interconectadas que abastecen exclusivamente a una zona.*
- c. *Descripción de las infraestructuras principales que conforman cada sistema o subsistema.*
- d. *Descripción y evaluación de los recursos disponibles. Se enumerarán todos los volúmenes y caudales con concesión de uso para el suministro urbano y la relación de los puntos e infraestructuras de captación. Se clasificarán los recursos en función de su origen y grado de autonomía de uso, así como una valoración estadística de su disponibilidad en condiciones de sequía.*
- e. *Descripción de las demandas. Se clasificarán y cuantificarán por tipos de actividad, uso y estacionalidad. Se evaluará la elasticidad de cada uno de los grupos de demanda según se apliquen diferentes medidas orientadas a su reducción. Se destacarán en un apartado independiente los usos no controlados, de operación y las pérdidas en las infraestructuras del sistema de suministro.*
- f. *Condicionantes ambientales, si procede, resaltando los referentes a los escenarios de sequía operacional.*
- g. *Reglas de operación y ámbitos de suministro del sistema en condiciones normales.*
- h. *Descripción de los escenarios de sequía operacional considerados. Se incluirán tanto los de prevención como los de mitigación y resolución de episodios extremos.*
- i. *Identificación de condiciones desencadenantes del inicio de cada uno de los escenarios de sequía operacional.*
- j. *Enumeración de las actuaciones previstas en cada uno de los escenarios de sequía operacional y atribución de responsabilidades.*
- k. *Identificación de las zonas y circunstancias de mayor riesgo para cada escenario de sequía operacional, prestando especial atención a los problemas vinculados con la salud de la población y a actividades con gran repercusión social o importancia estratégica para la actividad económica de la zona.*
- l. *Relación de organismos y entidades relacionadas con la resolución de los posibles escenarios de sequía operacional.*
- m. *Identificación de responsabilidades generales y frecuencia de actualización del Plan.*
- n. *Identificación de los principales vínculos y condicionantes para la integración con el Plan Especial de Sequía en que se encuadre.*

## 6. MARCO NORMATIVO

Cada sistema de abastecimiento se ubica en un contexto hidrográfico, geográfico y administrativo que contará con marcos normativos particulares. Los Planes de Emergencia recogerán las normas y leyes relativas a la prevención y resolución de situaciones de sequía que le son de aplicación particular.

Como referencia para su utilización se indican las siguientes:

### 6.1. Ámbito europeo

1. Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas [Diario Oficial L 327 de 22.12.2000].

### 6.2. Ámbito nacional

#### Ley de Aguas

2. Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.
3. Real Decreto 606/2003, de 23 de mayo, por el que se modifica el Real Decreto 849/1986 que aprueba el reglamento de Dominio Hidráulico, que desarrolla los Títulos Preliminar, I, IV, V, VI Y VII de la ley de Aguas 29/1985, de 2 de agosto.
4. Real Decreto 849/1986 por el que se aprueba el reglamento del dominio público hidráulico, que desarrolla los títulos preliminares I, IV, V, VI Y VII de la ley 29/1985, de 2 de agosto de aguas.

#### Planificación hidrológica

5. Real Decreto 927/1988 de 29 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de la Administración Pública del Agua y de la Planificación Hidrológica, en desarrollo de los títulos II y III de la Ley de Aguas.
6. Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional.
7. Ley 11/2005, de 22 de junio por la que se modifica la Ley 10/2001, de 5 de julio, del Plan Hidrológico Nacional (y el Real Decreto Legislativo 1/2001, que aprueba el Texto Refundido de la Ley de Aguas)
8. Real Decreto 1664/1998, de 24 de julio, por el que se aprueban los Planes Hidrológicos de Cuenca (BOE, núm. 191, de 11 de agosto de 1998). [ver Anejo 1]
9. Orden de 24 de septiembre de 1992 por la que se aprueban las instrucciones y recomendaciones técnicas para la elaboración de los Planes Hidrológicos de cuencas intercomunitarias.

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

#### **Calidad de las aguas**

11. Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.
12. Real Decreto 1138/90, de 14 de septiembre por el que se aprueba la Reglamentación Técnico - Sanitaria para el abastecimiento y control de la calidad de las aguas potables de consumo público
13. Orden de 11 de mayo de 1988, modificada por orden 30/11/1994 y orden 15/10/1990 sobre características básicas que deben ser mantenidas en las corrientes de aguas superficiales cuando sean destinadas a la producción de agua potable
14. Orden 15 de octubre de 1990 que modifica la Orden 11-5-1988, de características básicas de calidad que deben mantenerse en las corrientes superficiales destinadas a la producción de la potable.
15. Orden de 30 de noviembre de 1994 por la que se modifica la Orden 11-5-1988, sobre características básicas de calidad que deben mantenerse en las corrientes de aguas continentales superficiales destinadas a la producción de agua potable.
16. Orden de 8 de febrero de 1988 relativa a los métodos de medición y a la frecuencia de muestreos y análisis de aguas superficiales que se destinarán a la producción de agua potable.

#### **Régimen local**

17. Ley 7/1985 de 2 de abril, reguladora de las bases de régimen local
18. Real Decreto legislativo 781/1986, de 18 de Abril por el que se aprueba el Texto refundido de las Disposiciones legales vigentes en materia de Régimen Local
19. Real Decreto 2568/1986 de 28 de noviembre, por el que se aprueba el reglamento de organización, funcionamiento y régimen jurídico de las entidades locales

### **6.3. Planes hidrológicos de cuenca:**

#### **Confederación Hidrográfica del Duero**

- ORDEN de 13 de agosto de 1999 por la que se dispone la publicación de las determinaciones de contenido normativo del Plan Hidrológico de Cuenca del Duero, aprobado por el Real Decreto 1664/1998, de 24 de julio

#### **Confederación Hidrográfica del Guadiana**

- Real Decreto 928/1989, de 21 de julio, por el que se constituye el organismo de cuenca Confederación Hidrográfica del Guadiana

#### **Confederación Hidrográfica del Guadalquivir**

- ORDEN de 13 de agosto de 1999 por la que se dispone la publicación de las determinaciones de contenido normativo del Plan Hidrológico de Cuenca del Guadalquivir, aprobado por el Real Decreto 1664/1998, de 24 de julio

#### **Confederación Hidrográfica del Júcar**

- ORDEN de 13 de agosto de 1999 por la que se dispone la publicación de las determinaciones de contenido normativo del Plan Hidrológico de Cuenca del Júcar, aprobado por el Real Decreto 1664/1998, de 24 de julio.

#### **Confederación Hidrográfica del Norte (I, II Y III)**

- ORDEN de 13 de agosto de 1999 por la que se dispone la publicación de las determinaciones de contenido normativo de los Planes Hidrológicos de Cuenca del Norte I, Norte II y Norte III, aprobados por el Real Decreto 1664/1998, de 24 de julio

#### **Confederación Hidrográfica del Segura**

- Orden de 13 de agosto de 1999 por la que se dispone la publicación de las determinaciones de contenido normativo del Plan Hidrológico de Cuenca del Segura, aprobado por el Real Decreto 1664/1998, de 24 de julio

#### **Cuenca Mediterránea Andaluza**

- Orden de 6/9/1999, Se dispone la publicación de las determinaciones de contenido normativo del Plan Hidrológico de Cuenca del Sur, aprobado por Real Decreto 1664/1998, de 24 de julio

#### **Confederación Hidrográfica del Tajo**

- ORDEN de 13 de agosto de 1999 por la que se dispone la publicación de las determinaciones de contenido normativo del Plan Hidrológico de cuenca del Tajo, aprobado por el Real Decreto 1664/1998, de 24 de julio

#### **Confederación Hidrográfica del Ebro**

- Orden de 13/8/1999, Se dispone la publicación de las determinaciones de contenido normativo del Plan Hidrológico de la Cuenca del Ebro, aprobado por el Real Decreto 1664/1998, de 24 de julio
- Orden de 11 de enero de 2000. Ministerio de Medio ambiente. Aguas. Corrige los errores de la orden de 13 de agosto de 1999, que publica las determinaciones de contenido normativo del Plan Hidrológico de la Cuenca del Ebro aprobado por Real Decreto 1664/1998, de 24 de julio
- Real Decreto 201/2002, de 18 de febrero, por el que se aprueba la modificación del Plan Hidrológico de la cuenca del Ebro
- Orden MAM/638/2002, de 7 de marzo, de modificación de la Orden de 13 de agosto de 1999 por la que se dispone la publicación de las determinaciones de contenido normativo del Plan hidrológico de la cuenca del Ebro, aprobado por el Real Decreto 1664/1998, de 24 de julio

#### **Cataluña**

- El Plan hidrológico de las cuencas internas de Cataluña. EDICTE de 16 de març de 1999, pel qual es fa públic el text que recull les determinacions de contingut normatiu del Pla hidrològic de les conques internes de Catalunya
- Ley Autonómica 6/1999, de 12/7/1999, De ordenación, gestión y tributación del agua

#### **Galicia**

- D. 16/1987, do 14 de Xaneiro, de Deseño Técnico do Plan Hidrolóxico das Cuencas Intracomunitarias de Galicia (DOG nº 21 do 2.2.87)
- Real Decreto 103/2003, de 24 de enero, por el que se aprueba el Plan Hidrológico de Galicia-Costa

#### **Illes Balears**

- Real Decreto 378/2001, de 6 de abril, por el que se aprueba el Plan Hidrológico de las Illes Balears

#### **Islas Canarias**

- Decreto 367/1985, de 1 de octubre, por el que se establece provisionalmente la elaboración del Plan Hidrológico Regional (Canarias)
- Decreto 82/1999, de 6/5/1999, Se aprueba el Plan Hidrológico Insular de Gran Canaria
- Decreto 319/1996, de 23 de diciembre, por el que se aprueba el Plan Hidrológico Insular de Tenerife BOCAN 21 - BOCAN 22 - BOCAN 23
- Decreto 82/1999, 6 mayo, por el que se aprueba el Plan Hidrológico Insular de Gran Canaria
- Decreto 81/1999, 6 mayo, por el que se aprueba el Plan Hidrológico Insular de Fuerteventura
- Decreto 167/2001, 30 julio, por el que se aprueba el Plan Hidrológico Insular de Lanzarote
- Decreto 166/2001, 30 julio, por el que se aprueba el Plan Hidrológico Insular de La Palma. BOCAN 141 - BOCAN 152

#### 6.4. Legislación sobre medidas excepcionales en situación de sequía

(Relación no exhaustiva)

- 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
- Real Decreto-ley 8/2000, de 4 de agosto, de adopción de medidas de carácter urgente para paliar los efectos producidos por la sequía y otras adversidades climáticas. (BOE nº 194, 14-Ago-2000)
- Orden de 6 de septiembre de 1999 por la que se constituye la Oficina Permanente para Situaciones de Sequía. (BOE nº 215, 8-Sep-1999)
- Ley 9/1996, de 15 de enero, por la que se adoptan Medidas Extraordinarias, Excepcionales y Urgentes en materia de Abastecimientos Hidráulicos como Consecuencia de la Persistencia de la Sequía. (Vigente hasta el 25 de julio de 2001) (BOE nº 15, 17-Ene-1996)
- Real Decreto-ley 7/1995, de 4 de agosto, por el que se autoriza el trasvase de 55 hectómetros cúbicos a la cuenca del Segura y se conceden suplementos de crédito por importe de 15.000.000.000 de pesetas al Ministerio de Obras Públicas, Transportes y Medio Ambiente, al objeto de financiar determinadas obras para hacer frente a la situación de gravísima sequía. (BOE nº 188, 8-Ago-1995)
- Real Decreto Ley 8/1993, de 21 de Mayo, por el que se adoptan medidas urgentes para reparar los efectos producidos por la sequía
- Orden de 27 de junio de 1983, por la que se dispone la publicación del Acuerdo del Consejo de Ministros de 1 de junio de 1983, que aprueba el Plan Especial de Sequía, sobre acciones coordinadas de Protección Civil. BOE nº 161 (7-7-1983).

## 7. DESCRIPCIÓN DE LAS INFRAESTRUCTURAS PRINCIPALES QUE CONFORMAN CADA SISTEMA O SUBSISTEMA

Se considerarán al menos:

1. Las infraestructuras de captación con sus capacidades nominales y efectivas, entendiendo por efectivas los caudales que se pueden mantener de forma continuada y estable, dependiendo tan sólo de las características estructurales e hidráulicas. En los casos de captaciones con funcionamiento agrupado se consignarán sólo los valores de cada grupo salvo que por alguna razón resulte conveniente desagregarlas.
2. Infraestructuras de almacenamiento y regulación del recurso bruto, cuando sea operado por la entidad responsable del sistema de abastecimiento. Se señalarán las capacidades útiles, sin incluir los volúmenes de resguardos para gestión de avenidas. Se cuantificarán los volúmenes utilizables desde las obras de toma sin incluir los que constituyan el volumen de embalse muerto, aunque este pueda ser utilizado mediante bombeo u otros métodos en alguna fase del Plan.
3. Infraestructuras de transporte. Se recogerán los trazados y esquemas topológicos de las conducciones que comuniquen los puntos de captación con los de tratamiento, regulación o distribución. Se señalarán las capacidades máximas reales de conducción. Se confirmará que las capacidades reales han sido probadas recientemente o validadas con herramientas de análisis de funcionamiento hidráulico de conducciones.
4. Infraestructuras de tratamiento. Se indicarán los caudales que pueden tratar de forma continuada cumpliendo la normativa de calidad del agua en condiciones normales de agua bruta y los que resultarían para condiciones de agua bruta muy desfavorables como consecuencia de las bajas reservas tras una escasez prolongada.
5. Depósitos de regulación del transporte y distribución. Se consignarán al menos las capacidades útiles, cotas y compartimentos en su caso así como su vinculación con los elementos de transporte y/o distribución.
6. Red de distribución. Se reflejará al menos un esqueleto que permita reproducir el suministro a las zonas principales de consumo desde las infraestructuras del sistema de abastecimiento. En caso de sectorización permanente de las redes se señalará dicha sectorización.



Con carácter complementario se indicaran las infraestructuras que, sin estar operativas, se tenga conocimiento de su existencia en el entorno del área servida o de las otras infraestructuras descritas, que en circunstancias excepcionales podrían suponer una mejora circunstancial del sistema operativo descrito o a la disponibilidad de recursos.

Son ejemplo los pozos, captaciones, manantiales, impulsiones, etc..

Será importante diferenciarlos del resto de infraestructuras operativas incluidas en este apartado.

## 8. DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS RECURSOS DISPONIBLES

Para atender las demandas, los sistemas de abastecimiento utilizan una serie de recursos de distintas procedencias y características y con diferentes condiciones de uso. La evaluación de tales recursos se basa en los marcos legales de utilización, y en la experiencia acumulada por su uso histórico, pero para la gestión de situaciones de sequía operacional esto no basta, debe valorarse también la disponibilidad en hipotéticas circunstancias críticas, de las que no se tiene referencia histórica.

Para valorar los riesgos de afecciones han de vincularse las disponibilidades, en cada uno de los escenarios de sequía operacional, con la probabilidad de que ocurran. Para ello hay que establecer el volumen de recursos “asegurado” desde cada fuente en cada uno de los escenarios o fases contemplados, vinculándolos a la probabilidad de ocurrencia. Se tendrán en cuenta los que corresponden a la peor situación conocida, a una probabilidad de ocurrencia del 5 y el 10%, y otros escenarios de mayor severidad y duración que los registrados históricamente. En estos últimos casos, el volumen de recursos “asegurados” tiene un nivel significativo de incertidumbre que es imprescindible evaluar a partir de la validez y aplicabilidad de los datos de partida empleados en su estimación. Los escenarios previsibles vinculados al cambio climático deberán incorporarse a este bloque de no registrados.

La cuantía disponible en cada circunstancia es el valor primordial, que debería ser establecido por el organismo de cuenca a partir de las asignaciones e información actualizada disponible. Los Planes Especiales deben establecer las medidas para la provisión de dichas cuantías y de su reserva con carácter preventivo. En función del grado de conocimiento y compromiso sobre las cuantías disponibles se calificará la certidumbre de dichos volúmenes disponibles en cada fuente de procedencia de recursos.

Independientemente de su cuantía, los recursos deben clasificarse en función de:

- Fuente de procedencia
- Autonomía de uso
- Función asignada en las prácticas de gestión integrada de los mismos

**Fuente de procedencia**

**Autonomía de uso**

**Función asignada en las prácticas de gestión integrada de los mismos**

Las fuentes de procedencia serán todas aquellas en las que se disponga de infraestructuras para su captación y se cuente con algún tipo de asignación por la entidad competente para la provisión y distribución de los recursos

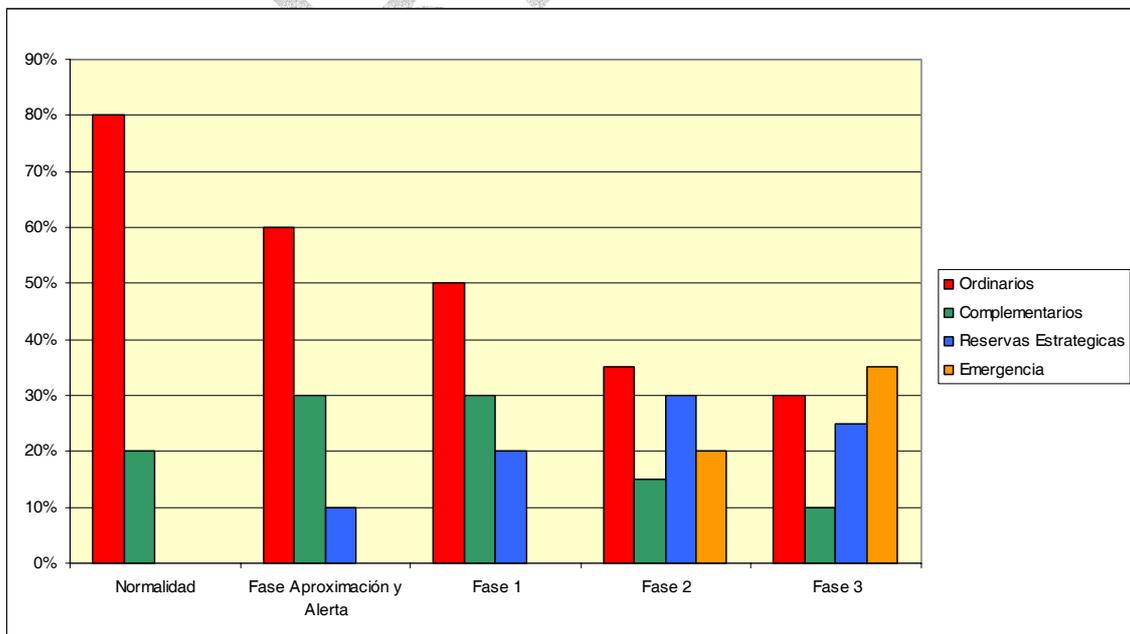
En cuanto a la autonomía sobre su uso se distinguirán:

- Los de uso exclusivo
- Los de uso condicionado por una concesión o autorización expresa
- Los compartidos con otros usuarios de abastecimiento o con prioridad equivalente
- Los compartidos con otros tipos de uso distinto del urbano.

	ORDINARIOS	COMPLEMENTARIOS NORMALES	RESERVAS ESTRATÉGICAS	COMPLEMENTARIOS DE EMERGENCIA
Exclusivos				
Condicionados institucionalmente				
Compartidos abastecimientos				
Compartidos con otros usos				

En cuanto al tipo de función y prioridad de utilización se distinguirán los de:

- Uso ordinario
- Complementarios. Asimilables a ordinarios pero de utilización ocasional.
- Reservas estratégicas a utilizar como medida preventiva o de mitigación de afecciones por sequía.
- Recursos de utilización extraordinaria o de emergencia.



Para cada tipo se desglosarán los valores mensuales a lo largo del ciclo anual siguiendo los criterios que se indican más adelante, según el grado de riesgo que se considere. En los de uso no ordinario se especificarán los plazos mínimos para su puesta en servicio a los regímenes señalados. Esta valoración de plazo resulta especialmente importante en los de emergencia o utilización extraordinaria, siendo imprescindible, en los casos de mayor indeterminación, especificar las obras o actuaciones a realizar para conseguir la aportación efectiva de los volúmenes estimados.

En las captaciones independientes y con autonomía de utilización se valorará la disponibilidad de recursos para cada una de las fases de gestión, **tomando como referencia los peores registros consecutivos acaecidos y los que corresponderían a los percentiles del 5 y el 10%. Para escenarios más desfavorables que los registrados se valorarán períodos de sequía prolongada mediante la repetición consecutiva del peor registro anual.**

En las captaciones compartidas con otros abastecimientos se aplicará el criterio de disponibilidad indicado para las de uso exclusivo, pero con un reparto ponderado al número de habitantes

equivalentes (asignando valores unitarios a las actividades comerciales e industriales y considerando las actividades turísticas como equivalentes a las domésticas según las plazas hoteleras ocupadas).

En las compartidas con otro tipo de usos se asignarán prioritariamente a los usos urbanos las disponibilidades precisas, asumiendo que se establecerán las compensaciones pertinentes y sin contar con que se hayan realizado reservas preventivas desde la agricultura, aunque en los Planes Especiales de actuación ante sequías a nivel cuenca se habrá tenido en cuenta esta prioridad al planificar los umbrales de sequía para usos agrícolas y ambientales.

En ningún caso se supondrán en la elaboración de los Planes de Emergencia valores de disponibilidades superiores a los concesionales. Sólo en la excepcionalidad de los recursos de emergencia se podría suponer cualquier valor.

Aunque en condiciones de normalidad se tienda a priorizar el uso de los recursos con menor coste de operación, en las situaciones de sequía no se reducirán las disponibilidades por consideraciones económicas.

En las captaciones de aguas subterráneas se tendrá en cuenta la eventual disminución de caudales extraídos debida al descenso de los niveles estáticos del acuífero por una mayor intensidad de utilización, sea por el propio sistema que se analiza o por otros usuarios del mismo acuífero ajenos a él.

Para cada fase de prevención o resolución de un episodio de sequía se establecerán los volúmenes mensuales "asegurados" desde cada una de las fuentes, así como los volúmenes adicionales que se prevea, de forma justificada, incorporar al sistema de suministro y los plazos necesarios en cada caso. La consistencia con lo establecido en los Planes Especiales para las circunstancias de sequía operacional correspondientes resulta imprescindible.

La evaluación de los recursos disponibles en los puntos de entrada al sistema de suministro es uno de los principales retos en la elaboración de los Planes de Emergencia. Lo que resulta inmediato para los grandes abastecimientos para las condiciones de normalidad, en algunos de los pequeños y medianos constituye un factor de incertidumbre cuyo conocimiento o provisión corresponde a instancias diferentes del propio responsable del suministro urbano. Esta complejidad se ve incrementada en los hipotéticos escenarios de escasez que constituyen el campo de operaciones de los Planes de Emergencia y propósito de esta Guía. No es una situación deseable ni admisible la falta de concreción de disponibilidad de recursos desde las fuentes disponibles o previstas, sin este conocimiento es imposible una eficiente gestión de los abastecimientos en sus parámetros básicos de calidad de servicio, infraestructuras y recursos.

Esta falta de concreción de cuantías de disponibilidad de recursos, no puede impedir la elaboración de un Plan de Emergencia. Los Planes Especiales de Sequía deben establecer claramente las cuantías que deberán estar disponibles en cada fase (con sus probabilidades correspondientes) para cada sistema de abastecimiento. Los regímenes hídricos de los cauces y los piezométricos en acuíferos serán una referencia adicional cuando no se disponga de las preceptivas disponibilidades. En última instancia, donde no se disponga de mayor información (lo que resultaría paradójico al hablar del abastecimiento a núcleos de más de 20.000 habitantes) el Plan de Emergencia deberá evaluar las disponibilidades de recurso en cada fase para asegurar un equilibrio en duración y riesgo con las reducciones de consumo estándares previstas y hacerlo constar para el informe preceptivo del organismo de cuenca y el aseguramiento de la consistencia con lo dispuesto en el Plan Especial.

En todo caso y como consecuencia de lo que se concluya en los Planes Especiales los organismos de cuenca deberían elaborar un programa para obtener y recopilar toda la información necesaria para la caracterización y cuantificación de los recursos hídricos y consumos en los abastecimientos urbanos que no cuenten con ella por las limitaciones derivadas de su tamaño y recursos propios.

Para cada una de las fases de prevención y gestión de sequía y para los intervalos máximos de permanencia aceptados en cada fase se establecerá la secuencia mensual previsible y asegurada de disponibilidades de recursos. Se propone que cada sistema establezca para cada tipo y procedencia de recursos la información disponible, como en el ejemplo siguiente tomado del Manual de Abastecimiento de Canal de Isabel II:

**Tabla 1 Recursos complementarios a aportar en las fases de gestión de sequía (Canal de Isabel II)**

	Alberche hm <sup>3</sup> /año	Sorbe hm <sup>3</sup> /año	Aguas subterráneas		Reutiliz. hm <sup>3</sup> /año	Intercambios. hm <sup>3</sup> /año	Almoguera Mondejar hm <sup>3</sup> /año	<b>Total hm<sup>3</sup>/año</b>
			m <sup>3</sup> /s	hm <sup>3</sup> /año				
<b>Fase B</b>	119	20	0	0	0	0	10	<b>149</b>
<b>Fase C</b>	119	0	2.0	63	0	0	10	<b>194</b>
<b>Fase 0</b>	119	0	2.0	63	0	0	10	<b>194</b>
<b>Fase 1</b>	169	5	2.5	79	0	0	10	<b>263</b>
<b>Fase 2</b>	101	3	2.0	63	10	10	10	<b>197</b>
<b>Fase 3</b>	101	0	1.5	47	20	20	10	<b>198</b>

## 9. CONSUMOS, USOS Y ELASTICIDADES

Una pieza fundamental en las políticas y planes de gestión de sequías es la reducción temporal de los consumos de agua.

Todo sistema de suministro opera, además de los volúmenes necesarios para satisfacer las demandas, los empleados para la propia operación y mantenimiento del sistema y los que se pierden por la ineficiencia de las infraestructuras que lo conforman. Es por ello necesario segregar el volumen total utilizado en el sistema en esos tres grupos:

- *Consumo de usuarios y clientes*
- *Consumo de operación del sistema.*
- *Volúmenes de ineficiencia de las infraestructuras.*

La precisión de la información sobre las cuantías correspondientes a cada uno depende del rigor con que se midan habitualmente los caudales y volúmenes transportados o empleados en actividades concretas. En cada caso deben cuantificarse los volúmenes de cada grupo con la exactitud que permitan los elementos de medida disponibles, distinguiendo claramente los controlados mediante aparatos de medida de los estimados, para así poder valorar la certidumbre de los valores considerados.

La información necesaria para planificar las medidas de gestión de los consumos en circunstancias de sequía se puede agrupar en:

- *Características esenciales*
- *Elasticidad frente a diferentes ámbitos de intervención*
- *Coste de las acciones y afecciones*
- *Escenarios de riesgo/impacto*

### 9.1. Características esenciales

Las características esenciales deben reflejar las cuantías correspondientes a cada tipo de actividad consumidora, uso o valor de ineficiencia. Se distinguirá la distribución mensual y los rangos de oscilación vinculadas a los principales factores explicativos del consumo o uso.

Entre los diversos factores explicativos tienen especial relevancia, para al gestión de situaciones de sequía, los factores climáticos, el número de unidades de consumo en cada actividad y la consolidación de políticas de gestión permanente de la demanda.

La tasa de crecimiento prevista para los horizontes inmediatos en cada actividad se basará en la tasa de aumento reciente de las unidades de consumo correspondientes.

Se considerarán los consumos y usos mensuales en condiciones climáticas normales y para condiciones que potencien el consumo. El clima tipo se establecerá a partir de los registros meteorológicos disponibles en el área de suministro señalando claramente los valores correspondientes en cada mes a dicho escenario potenciador del consumo. A partir de los registros de consumo correspondientes a los diferentes episodios climáticos disponibles se establecerá la relación entre los consumos en cada tipo de actividad y condición climática.

Se tendrá en cuenta, para los consumos unitarios previstos en cada actividad y unidad de consumo, el resultado de la eventual implantación previa de políticas de gestión permanente de la demanda. Es importante considerar estos valores independientemente de cualquier otro factor explicativo de la demanda y muy especialmente las medidas de gestión coyuntural.

Inicialmente deben distinguirse todos los usos sobre los que se pueda actuar para reducir coyunturalmente la demanda, distinguiendo al menos:

- *Usos domésticos, distinguiendo las viviendas unifamiliares de las plurifamiliares y particularizando los usos de exterior.*
- *Usos del ámbito institucional. Con un especial interés en los usos municipales de exterior y mantenimiento de calles y alcantarillado.*
- *Usos comerciales*
- *Usos industriales*
- *Las actividades de tipo turístico, que pueden ser una parte importante de los consumos totales y tener gran variación estacional, se cuantificarán de forma independiente.*
- *Usos y condicionantes ambientales y de ocio*
- *Usos de operación del sistema de suministro y distribución y usos no controlados*
- *Pérdidas reales de agua.*

Para cada uno de los grupos señalados (excepto el último) se indicarán los rangos de variación de consumo según el tipo de clima que suceda. Se desagregarán los valores mensuales resultantes de dicha variación climática de la variación debida a la evolución prevista de las unidades de consumo activas.

Se señalará su valor de incertidumbre en base a los fundamentos con que se hayan determinado. No es lo mismo manejar valores contrastados con series históricas en los rangos extremos registrados que estimaciones genéricas de referencia bibliográfica.

A los grupos indicados puede ser necesario añadir otro que refleje la potencial demanda de usuarios que en condiciones de normalidad climática se sirven de sus propios recursos, pero que en condiciones de sequía operacional necesitan suministrarse desde el sistema analizado. Este escenario suele coincidir con sequías prolongadas o escenarios climáticos de gran severidad y potenciación del consumo. Aunque estos eventuales consumos puedan presentar los mismos tipos de actividades, usos e ineficiencias descritos para el propio sistema, a los efectos de un plan de emergencia se agruparán en un único concepto que se denominaría "*Demandas adicionales en emergencia*".

## 9.2. Elasticidad frente a diferentes tipos de actuación

Uno de los procedimientos más habituales para resolver situaciones de sequía es reducir temporalmente los volúmenes suministrados. Cada tipo de consumo o uso es susceptible de cierta reducción y los métodos o estímulos para conseguirlo deben clasificarse según la incidencia sobre los diferentes agentes implicados en el uso y consumo de agua, distinguiendo en primer lugar los consumos vinculados a usuarios y clientes de los que corresponden a la entidad responsable del mantenimiento y operación de las infraestructuras del sistema de abastecimiento.

En cuanto a las actuaciones orientadas a reducir el consumo de los usuarios, pueden clasificarse por su ámbito, escala de intervención e incidencia social:

1. *Persuasivas sobre el uso del agua: Campañas generales de fomento del uso responsable por la situación de escasez.*
2. *De compromiso institucional. Medidas coyunturales de carácter voluntario de las instituciones usuarias del agua.*
3. *Compromiso excepcional de eficiencia del operador del sistema. Intensificación de las prácticas de eficiencia en la gestión de infraestructuras y de control activo de pérdidas.*
4. *Requerimiento de ahorro de ámbito general. Reducción de consumo mediante alguna figura de orden legal, tarifaria, o que limite ciertas actividades.*
5. *Inducción general de reducción de consumos, Vg. reducción de presiones o cortes de agua.*
6. *Inducción particular de reducción de consumo. Medidas vinculadas a las cuantías utilizadas por cada unidad de consumo, preferentemente de aplicación de tarifas o penalizaciones.*

## 7. Obligación particular de reducción de consumo. *Prácticas de racionamiento.*

El impacto en los usuarios y las reducciones que se consigan vendrán determinados por el método y la intensidad aplicados para transmitir a los diferentes agentes sociales la necesidad u obligación de reducción de consumo.

La simplificación necesaria para valorar los escenarios de riesgo e implantar medidas acordes con circunstancias tipo de sequía operacional, aconseja agregar los tipos de actuación en tres grupos. A cada grupo se le asignarán unos valores potenciales de reducción, los plazos en que se conseguirán los resultados esperados para cada uso y actividad, y la distribución de costes entre los diferentes agentes que intervienen en el sistema de suministro. Estos grupos serían:



- *Persuasión y uso responsable. Incluiría las acciones 1, 2 y 3.*
- *Inducción general de reducción de consumos. Incluiría las acciones 2 a 6.*
- *Obligación particular de reducir el consumo, o racionamiento. Incluiría la acción 7 y la 3 de forma intensiva.*

Cada Plan de Emergencia formulará una serie de medidas encuadradas en cada uno de los tipos indicados, valorando las reducciones medias que se podrían obtener en cada caso y actividad. Para cada una de ellas señalará el tiempo en que se alcanzarán las diferentes cuantías de reducción de consumo y su permanencia.

Dada la significativa variación mensual de consumos que se produce en muchas actividades, se particularizarán a nivel mensual los valores de reducción de consumo esperados, que deben ser el resultado de la aplicación de las reducciones medias unitarias a las unidades de consumo previstas para cada horizonte.

Para determinar la certidumbre de estas valoraciones se tendrán como referencia, si es posible, episodios equivalentes que se hayan dado en el propio ámbito o en otros semejantes y siempre referidos a los consumos base en ausencia de dichas medidas y en un contexto climático homogéneo.

La valoración de los ahorros y reducciones potenciales deberá tener en cuenta, en su caso, la disminución de la elasticidad de la demanda como consecuencia de la implantación previa con éxito de políticas de gestión permanente de la demanda. En sentido contrario, cuando en condiciones de normalidad se consuman valores unitarios elevados en cualquiera de las actividades o usos, el potencial de reducción será mayor, aunque también lo será la inercia a vencer, precisándose acciones específicas con costes probablemente más elevados.

En el escenario denominado de obligación particular se asumirán los valores correspondientes a la resolución de una situación de emergencia, en que solo se podrán suministrar las necesidades básicas o esenciales en actividades domésticas y las que permitan el mantenimiento de la actividad social básica dentro del contexto de graves daños económicos que se produciría en estas situaciones tan excepcionales.

Se debería llegar a un acuerdo sobre estas cifras en base a indicadores muy simples, tales como consumos por habitante censado, y en diferentes contextos de actividad comercial, industrial, etc.

### 9.3. Coste de las acciones y afecciones

La gestión de episodios de sequía tiene siempre costes y afecciones en los planos económico, ambiental y social. Para determinar estos costes y afecciones es preciso distinguir la implicación de los diferentes agentes en cada una de las acciones señaladas. La Tabla 2 señala los principales agentes implicados en una sequía urbana. La magnitud de los impactos sociales guarda relación directa con el orden en que se han enumerado las posibles acciones, siendo más acusados cuanto más coercitiva es la medida aplicada y cuanto mayor es la incidencia en los hábitos, condiciones de vida, actividad económica y pautas generales de consumo.

A efectos de cuantificar la reducción potencial de la demanda, lo relevante es conocer, o estimar, los volúmenes factibles en cada uno de los estadios principales de afección. Los costes necesarios para conseguirlo y su distribución serán parte del desarrollo del Plan de actuaciones. La principal dificultad reside en la falta de registros fiables de episodios de sequía con sus correspondientes valores de reducciones y costes.

Cada Plan deberá hacer constar las expectativas de reducción, justificar las medidas y costes previstos para su consecución, los plazos de obtención de las reducciones y el grado de incertidumbre de estas valoraciones dependiendo de la base experimental con que se fundamenten.

**Tabla 2. Agentes implicados en las actuaciones de reducción del consumo**

Tipo actuación	Instituciones	Operadores	Usuarios domésticos	Usuarios Comer/Indust.
Campañas públicas de ahorro	X	X		
Utilización de recursos adicionales	X	x		
Intensificación control activo de pérdidas		X		
Normativa legal de ahorro	X	X	X	X
Reducción de la presión de servicio		X	X	X
Penalizaciones, elevación de tarifas		X	X	X
Racionamiento		X	X	X

Las afecciones ambientales vendrán determinadas inicialmente por la propia sequía meteorológica y su repercusión en las condiciones hidrológicas de las diferentes masas de agua. Las excepciones al mantenimiento del buen estado ecológico de las masas de agua contemplados en la directiva Marco del Agua serán un valor principal de referencia.

Adicionalmente, a medida que se reducen los volúmenes consumidos en los usos urbanos y se alteran las prácticas de mantenimiento y limpieza de viales y sistema de alcantarillado, se modifica el régimen de caudales del saneamiento y de las plantas de depuración, pudiendo alterarse las condiciones de vertido al medio hídrico receptor con el consiguiente impacto ambiental.

### 9.4. Escenarios de riesgo/impacto

Establecidas las reducciones de consumo potenciales y las acciones para conseguirlo con sus correspondientes costes, se estará en condiciones de valorar los impactos ocasionados en cada estadio.

Esta combinación de impactos junto con la duración y permanencia en cada estadio configura los posibles escenarios de riesgo a prevenir, mitigar y resolver. La vinculación de estos impactos con los criterios de aceptación de fallos en los criterios de garantía de los usos y consumos constituye la base

primordial para la valoración de los sistemas hídricos en los diferentes horizontes y escenarios de planificación.

Los estadios o fases de resolución de situaciones de sequía operacional se pueden agrupar en función del ámbito, magnitud y duración de la afección a inducir. Coincidirían con los propuestos anteriormente en este apartado y tendrán las duraciones que se indican a continuación:

- *Emergencia Fase 1. Actuaciones de ámbito general de carácter voluntario. Implicación de las instituciones y operadores con pequeño coste para los usuarios privados. **Máximo de permanencia 12 meses.** Acciones 1 a 3.*
- *Emergencia Fase 2. Actuaciones inducidas de reducción de consumos en los ámbitos públicos y privados. Restricciones de usos y consumos con repercusión directa de costes en los usuarios y perturbación de sus condiciones de vida. **Máximo de permanencia 12 meses y sólo en episodios más severos que los conocidos.** Incluiría las acciones 2 a 6.*
- *Emergencia Fase 3. Obligaciones particulares de reducción de consumos o racionamiento. Grandes repercusiones económicas y sociales. **Máximo de permanencia 12 meses y sólo en episodios mucho más severos que los conocidos.** Incluiría la acción 7, y la 3 de forma intensiva.*

<b>SEQUIA SEVERA</b>	<b>SEQUIA GRAVE</b>	<b>SEQUIA EXTREMA</b>
<b>PERSUASION Y USO RESPONSABLE</b>	<b>INDUCCION GENERAL DE REDUCCION DE CONSUMOS</b>	<b>OBLIGACION PARTICULAR DE REDUCCION DE CONSUMO</b>

## 9.5. Información sobre usos y consumos

La información a incluir se estructurará según el siguiente esquema

**Tabla 3. Datos básicos**

Población de derecho	
Población de hecho en temporada (indicar meses)	
Incremento de población medio anual previsto (%)	

**Tabla 4. Unidades de consumo**

Tipo		Unidades
Residencial	Viviendas plurifamiliares	
	Viviendas unifamiliares	
Industrial y comercial	Propiedades	
Institucional	Propiedades	
Consumos no controlados	% del consumo total	

**Tabla 5. Dotaciones unitarias (l/ud./día)**

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Plurifamiliar												
Unifamiliar												
Industrial/Comercial												
Institucional												

**Tabla 6. Consumos mensuales para clima medio (m<sup>3</sup>)**

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Plurifamiliar												
Unifamiliar												
Industrial/Comercial												
Institucional												
<b>Total</b>												

**Tabla 7. Aumento de consumo en caso de clima extremo (%)**

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Plurifamiliar												
Unifamiliar												
Industrial/Comercial												
Institucional												

**Tabla 8. Consumos mensuales para clima extremo (m<sup>3</sup>)**

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Plurifamiliar												
Unifamiliar												
Industrial/Comercial												
Institucional												
No controlado												
<b>Total</b>												

**Tabla 9. Reducción potencial de consumo en caso de Emergencia Fase 1(%)**

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Plurifamiliar												
Unifamiliar												
Industrial/Comercial												
Institucional												
No controlado												

**Tabla 10. Reducción potencial de consumo en caso de Emergencia Fase 2 (%)**

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Plurifamiliar												
Unifamiliar												
Industrial/Comercial												
Institucional												
No controlado												

**Tabla 11. Consumos mensuales en situación de Emergencia Fase 1 (m<sup>3</sup>)**

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Plurifamiliar												
Unifamiliar												
Industrial/Comercial												
Institucional												
No controlado												
<b>Total</b>												

**Tabla 12. Consumos mensuales en situación de Emergencia Fase 2 (m<sup>3</sup>)**

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Plurifamiliar												
Unifamiliar												
Industrial/Comercial												
Institucional												
No controlado												
<b>Total</b>												

**Tabla 13. Consumos mensuales en situación de Emergencia Fase 3 (m<sup>3</sup>)**

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Plurifamiliar												
Unifamiliar												
Industrial/Comercial												
Institucional												
No controlado												
<b>Total</b>												

El objetivo debe ser rellenar la última fila (totales) de las tablas 6, 8, 11, 12 y 13; para ello podrán utilizarse los registros disponibles de facturación a los distintos usuarios y del suministro global del sistema.

**En caso de no disponer de todos los datos solicitados** podrán utilizarse los siguientes parámetros orientativos:

**Tabla 14. Dotaciones medias anuales por defecto**

Dotación global por habitante*:	300 l/día
Dotación por habitante en usos domésticos:	150 l/día
Dotación viviendas plurifamiliares:	400 l/viv día
Dotación viviendas unifamiliares:	600 l/viv día
Dotación usos industriales**:	8.500 l/prop día
Dotación usos comerciales:	2.200 l/prop día
* Incluye la parte proporcional de todos los usos, incluso los no controlados	
** Puede presentar gran variabilidad, dependiendo de la actividad y tamaño de las industrias	

**Tabla 15. Distribución del consumo en condiciones climáticas normales**

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total
7,5%	6,7%	7,5%	7,4%	8,3%	9,7%	10,6%	9,7%	9,3%	8,3%	7,6%	7,4%	100,0%

Estos valores corresponden a núcleos con población estable a lo largo de año. En caso de que la población flotante estacional adquiera cierta relevancia, debería introducirse el factor corrector del consumo correspondiente en los meses de temporada alta

**Tabla 16. Aumento del consumo residencial en condiciones de clima extremo**

Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
0,0%	0,2%	0,7%	1,1%	1,9%	3,4%	5,6%	8,1%	3,9%	0,8%	0,2%	0,0%

Para los consumos residenciales con fuerte componente de usos de exterior (viviendas unifamiliares), podrá considerarse un incremento lineal del consumo por clima extremo comprendido entre el **10** y el **15**%. Para los usos industriales y comerciales se puede considerar un **7,5%** de aumento, para los institucionales de interior un **3,5%** y para los consumos exclusivamente de riego, un **18**%.

**A falta de datos más precisos**, se podrán asumir los siguientes valores de reducción potencial del consumo, mediante la aplicación de las distintas medidas señaladas:

**Tabla 17 Reducciones de consumo por defecto en situación de sequía**

Situación de sequía operacional	Medidas aplicadas	Viviendas plurifamiliares	Viviendas unifamiliares	Industrial y comercial	Institucionales de interior	Públicos de exterior
Emergencia Fase 1	Persuasión y uso responsable	8%	14%	12%	5%	40%
Emergencia Fase 2	Inducción general de reducción de consumo	20%	35%	20%	20%	50%
Emergencia Fase 3	Obligación particular o racionamiento	32%	54%	50%	50%	60%

El agua no controlada y sus potenciales reducciones debe ser tratada de forma particularizada para cada sistema, pero siempre con planteamientos muy realistas sobre la capacidad de reducirla en los intervalos temporales de que se trate.

Estos porcentajes se aplicarán a los consumos que se producirían en condiciones de clima extremo, que potencia el consumo de agua. Se tendrá en cuenta si los consumos habituales están influidos por

programas anteriores de eficiencia y reducción de la demanda. No sería realista que de la aplicación de estos coeficientes resultasen dotaciones inferiores a **80 l/hab día** en situación de sequía extrema, **120 l/hab día** en sequía grave y **150 l/hab día** en sequía severa, considerando el volumen total anual a suministrar (incluyendo pérdidas y usos no controlados). Por otra parte valores muy elevados reflejarían unos consumos unitarios en rangos de despilfarro o clara ineficiencia.

## 9.6. Condicionantes Ambientales

Los Planes de Emergencia no serán en ningún caso el marco para el establecimiento de los condicionantes ambientales, que habrán sido establecidos en los Planes de cuenca y Especiales por sequía.

No obstante, para la evaluación de disponibilidades en las diferentes fases en que se puede encontrar un sistema de suministro, resulta fundamental conocer los condicionantes ambientales a prever en cada caso y establecer la manera en que se integran con el resto de los factores para la determinación de umbrales de actuación y las consiguientes medidas de mitigación de la sequía.

Las limitaciones de uso de los recursos por consideraciones ambientales, ya se trate de caudales mínimos en cauces, niveles piezométricos de acuíferos u otros, que afecten o puedan reducir la disponibilidad de agua del sistema de suministro, se habrán identificado y cuantificado, de acuerdo con la normativa aplicable a cada sistema, vinculándolos a la fuente o fuentes de suministro a que correspondan, desagregándolos mensualmente o a nivel diario si así se exige.

Cada sistema evaluará para cada caso e hipótesis particular de actuación en el marco del Plan de emergencia, el riesgo ambiental y social que comporte. El riesgo ambiental se podría evaluar por la probabilidad de incumplimiento de los regímenes y valores establecidos en los Planes Especiales o de cuenca.

En los sistemas donde estén definidos en alguna figura legal las condiciones y parámetros de los condicionantes ambientales se seguirán directamente estas pautas, señalando los valores de obligado cumplimiento para cada una de las fases o situaciones de sequía. Si tales valores no fueran explícitos, se señalarán los que establezcan como compromiso provisional las autoridades ambientales.

Para cada punto de captación sometido a limitaciones ambientales, el Plan de Emergencia reproducirá los valores mensuales a respetar en cada una de las fases de sequía, señalados según el siguiente esquema, indicando la fuente que estableció dichos valores:

**Tabla 18 Cuadro tipo de caudales ambientales**

Caudales ambientales a mantener en el sistema (m <sup>3</sup> /mes)												
Situación del sistema	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Normalidad												
Emergencia Fase 1												
Emergencia Fase 2												
Emergencia Fase 3												

## 10. REGLAS DE OPERACIÓN

Cada sistema de suministro cuenta con un conjunto de procedimientos o reglas generales de utilización de recursos y operación de las infraestructuras, diseñados para adaptarse a las condiciones estacionales y a las limitaciones o condiciones particulares que se presentan en la explotación así como para asegurar la eficiencia y reducir los riesgos de discontinuidad en el suministro.

Su principal objetivo es cumplir los criterios de garantía, tanto en la probabilidad de incurrir en situaciones de sequía operacional como en el tiempo de permanencia en cada grado de severidad contemplado.

En situaciones de normalidad estas reglas de operación no deben considerar la aportación de recursos reservados para contingencias ya que implicarían riesgos para el cumplimiento continuado de las condiciones de servicio, como tampoco tener en cuenta los eventuales ahorros a obtener como resultado de actuaciones de gestión de la demanda, sea a aplicar en las fases de resolución de la sequía o que formen parte de políticas de eficiencia y gestión permanente de demanda.

A los efectos de prevención y gestión de sequías, las reglas de operación deben adecuarse a estas circunstancias de forma que incidan en la utilización de los diferentes tipos de recursos, según el nivel de riesgo en que se encuentre el sistema, y para ello se fijarán las circunstancias en que han de activarse diferentes pautas de utilización de los recursos y captaciones. Durante la resolución de situaciones de sequía se seguirá lo especificado para cada una de las posibles fases el Plan de Emergencia, que a su vez deberá ser consistente con lo establecido en el Plan Especial de sequías.

En los sistemas con pocos grados de libertad las reglas de operación son muy estables. Los que cuentan con varios tipos de recursos y captaciones, con diferentes costes de operación, tienen más alternativas a la hora de fijar las reglas de operación, que en todo caso han de revisarse anualmente de acuerdo a la distribución de las demandas y la disponibilidad efectiva de las infraestructuras.

El factor más relevante en estos casos es la utilización de las reservas estratégicas como medida preventiva ante un posible episodio de sequía operacional. Su uso debe hacerse valorando las implicaciones que tendría una anticipación excesiva que repercuta en la prolongación temporal de la utilización de tales reservas si se afronta una sequía prolongada. Cada sistema debe fijar unas reglas de operación que aseguren, sobre todo, la disponibilidad de tales reservas durante las fases más severas de sequía, utilizando en primer lugar otro tipo de recursos de uso normal con mayores impedimentos o costes de operación que los ordinarios, hasta alcanzar el nivel de garantía establecido (porcentaje de años en que se entre en la fase de inicio de sequía).

Si por la diversidad de captaciones y recursos es procedente, las reglas de operación se agruparán en un máximo de tres grados: abundancia, reservas medias y reservas bajas, definidos preferentemente en función del parámetro o parámetros establecidos como referencia de la situación de sequía operacional y de acuerdo al siguiente esquema de operación mensual:

Las implicaciones de utilización de recursos que trasciendan los marcos concesionales y competentes de los sistemas urbanos deberán ser consistentes con los que se establezcan a nivel de cuenca o demarcación hidrográfica.

## 11. DESCRIPCIÓN DE ESCENARIOS DE SEQUÍA OPERACIONAL

Se debe considerar situación de sequía operacional en un sistema de suministro al conjunto de circunstancias en que exista una probabilidad significativa de desabastecimiento a corto plazo.

A diferencia de otros episodios de presentación súbita como los terremotos o los ciclones, las sequías que generan las situaciones de sequía operacional se presentan de forma lenta a lo largo de meses o años, lo que permite adoptar medidas para prevenir o mitigar sus efectos. Por esta razón a este tipo de sequías, con posibilidades de actuación, en algunos contextos se les denomina operacionales.

El planteamiento de operación, como ya se ha indicado anteriormente, es el de gestión de riesgos: valorar las probabilidades de los posibles daños graves frente a la inducción de afecciones de menor entidad económica, social o ambiental.

Un Plan de Emergencia plantea un modelo de distribución de estos riesgos y lo discretiza en fases con distinto grado de costes y afecciones. Existen infinitos modelos de previsión de actuación según los diferentes grados de anticipación que se planteen y los consiguientes riesgos y afecciones que se esté dispuesto a inducir.

El planteamiento extremo sería no hacer nada, jugando con la probabilidad de que lleguen las lluvias y aportaciones antes de que se agoten las reservas exclusivas de un sistema. Ningún gestor seguiría esta línea esperando de brazos cruzados la lluvia. Una actuación más previsora debe optar por anticiparse utilizando las diferentes posibilidades de actuación que estén en su mano, conociendo los costes e impactos que han de llevar asociados.

Hay decisiones de previsión y gestión del riesgo de sequía operacional en sistemas urbanos que podrían apoyarse en un incremento de las afecciones a otros usos no urbanos. En tal caso, estas pautas de actuación deberían establecerse de forma clara y consistente en el Plan Especial de sequía a nivel de cuenca.

Aunque los resultados de las medidas de mitigación se obtendrán generalmente de forma paulatina y continua, la implantación de cada una de las líneas o fases de intervención tendrá un carácter discreto con claros momentos de inicio y fin de cada fase.

No deben establecerse muchas fases pues los plazos necesarios para conseguir los objetivos de cada una serían mayores que su propia duración admitida. Aunque con un número mayor de fases podrían, teóricamente, graduarse mejor las actuaciones y tener mejores posibilidades de diagnóstico, desde un punto de vista operativo los inconvenientes en la gestión serán mayores.

La integración del establecimiento de umbrales de identificación de escenarios de sequía operacional en un sistema de abastecimiento debe responder a las condiciones de su propio contexto y a los de interacción con el resto de la demarcación hidrográfica en que se sitúa. Los umbrales de actuación de un sistema no tienen por que coincidir en el tiempo con los de otros sistemas vecinos ni con los del conjunto de la demarcación. La gradación de las situaciones por su gravedad o riesgo de desabastecimiento en cada ámbito o tipo de uso tampoco tienen que coincidir.

En el plano del abastecimiento urbano no se debe considerar situación de sequía operacional en tanto no se induce alguna afección social vinculada al uso o consumo del agua. Las pautas seguidas para catalogar los escenarios de sequía operacional en los sistemas de abastecimiento urbano reflejan los distintos niveles de riesgo de desabastecimiento con sus consiguientes notables impactos socioeconómicos, por lo que todos merecen el apelativo de Emergencia. La correspondencia terminológica con la clasificación de fases establecida en los Planes Especiales se basa en la similitud en el término Emergencia en cuantas fases determinan afecciones sociales, reservando las de Alerta, Prealerta, etc. para aquellas que sólo se vinculan a cuestiones de operación o planificación operativa de los sistemas hídricos o las administraciones de cuenca o a limitaciones en otros usos distintos de los urbanos.

# FASES DE ACTUACIÓN EN SEQUÍAS



La clasificación en fases establece los tipos vínculos de actuaciones y riesgos para un ámbito determinado. La correspondencia entre las establecidas en los Planes especiales para todo su ámbito y cada uno de sus grandes sistemas hídricos deberán asegurar la gradación de impactos y afecciones entre los diferentes usos de acuerdo a sus prioridades. Los términos para definir las fases en los dos tipos y ámbitos de Planes de sequía considerados ( Planes Especiales y Planes de emergencia) se deben diferenciar por cuanto representa actuaciones diferentes e implican, riesgos diferentes. Cada sistema urbano, al elaborar su Plan de Emergencia, establecerá la relación entre sus fases, umbrales y actuaciones en relación a lo establecido en su Plan Especial siendo aconsejable buscar la simultaneidad en las fases de alerta y posponer temporalmente las fases 1,2 y 3 de Emergencia como desarrollo de la de mayor severidad a nivel global. De este modo en los Planes especiales se facilitará la reserva de recursos en las fases previas y se iniciarán las afecciones en usos con menor impacto antes de iniciarse la Sequía Operacional en Abastecimientos urbanos con sufran impacto socioeconómico.

En los Planes de Emergencia se plantearán al menos en los siguientes grupos:

## **Fase de Alerta en sistemas de abastecimiento**

No es una fase de sequía operacional en sentido estricto, por cuanto no debe influir ni trascender a ningún agente social. La afección se limita a los ámbitos de responsabilidad internos, las instituciones y operadores del sistema y a actuaciones de carácter preparatorio para una eventual sequía con alta probabilidad de ocurrencia en horizontes inmediatos.

## **Emergencia Fase 1**

Probabilidad significativa de situaciones críticas de escasez. Esta fase, al menos en parte, se corresponderá con lo establecido en el criterio de garantía que acepta su ocurrencia con una determinada probabilidad. Será la fase de menor impacto económico, sin más medidas que las de comunicación y actuaciones ejemplares desde las administraciones públicas. Se asignarán o reservarán recursos excepcionales.

## **Emergencia Fase 2**

Alta probabilidad de situaciones de muy críticas o de emergencia por escasez. En sistemas bien diseñados, sólo debería incurrirse en esta fase cuando se presenten episodios de mayor severidad climática que la registrada históricamente o desviaciones en las pautas de operación. Se plantearán limitaciones de uso para reducir el consumo en todos los sectores económicos y sociales aunque con distinto alcance en cada caso.

Los condicionantes ambientales se adaptarán a las condiciones climáticas acaecidas. Se asignarán o reservarán recursos excepcionales procedentes de otros ámbitos o usos.

### **Emergencia Fase 3**

Situación muy grave con alta probabilidad de desabastecimiento generalizado. Es una situación a evitar casi en la misma medida que el desabastecimiento, con graves repercusiones sociales y económicas. Es una referencia para la búsqueda de soluciones expeditivas y rápidas de emergencia. Se fijarán y harán cumplir volúmenes de racionamiento que aseguren las necesidades básicas y la actividad económica esencial.

Cada fase se caracterizará por las afecciones internas y externas al sistema que implique, por las reducciones de consumo en los diferentes tipos de uso y destinos finales del agua y por los plazos precisos para conseguir dichas reducciones. Para cada fase de sequía operacional establecida, se cuantificarán las reducciones de consumo en cada uso y destino final en términos similares a lo señalado por defecto en la tabla 17.

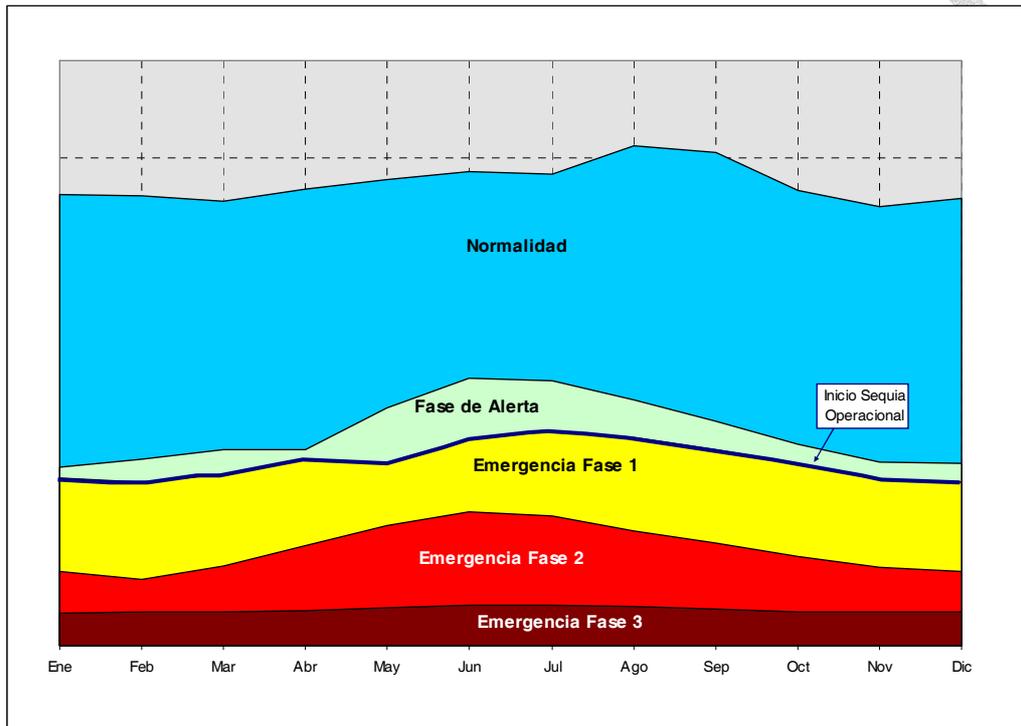
En cada fase se considerará también el marco de disponibilidades de recursos de acuerdo a una caracterización de probabilidad en escenarios patrón de sequía conocidos o de mayor severidad. La disponibilidad se basará en criterios estadísticos donde solo exista la dependencia hidrológico/meteorológica, o la que se considere posible en contextos de probabilidad equivalente en los sistemas con recursos o captaciones compartidos con otros usos o sometidos a concesiones, autorizaciones o decisiones de los organismos con competencia en la asignación de recursos en situaciones de emergencia o sequía. Este tipo de disponibilidades debe estar en consonancia con lo establecido en el Plan Especial de Sequías donde se integre el sistema de suministro.

En la planificación de disponibilidades en cada fase se considerará la incorporación de recursos tipificados como reservas estratégicas o de uso exclusivo en emergencias. En estos casos también se contemplarán los plazos de incorporación efectiva en régimen estable al sistema de abastecimiento, así como los usos y procedencias y la correspondiente integración en lo establecido en los Planes Especiales.

Las valoraciones estadísticas de disponibilidades exclusivas, compartidas o condicionadas reflejarán escenarios de sequías ya registrados u otros de mayor severidad. Cuando no se disponga de información suficiente se considerarán las disponibilidades en volúmenes equiparables a los volúmenes de consumo reducidos en los términos establecidos para cada fase, asegurando su consideración en el Plan Especial.

En las fases 1 y de Alerta se usarán los peores registros históricos consecutivos. Para las fases siguientes de mayor severidad se contemplarán escenarios climático-hidrológicos de mayor severidad que los conocidos. Se propone la simple repetición consecutiva del peor episodio de sequía conocido.

Se propone la denominación de Fases como Alerta o Fase 0 y Emergencia Fase1, 2 y 3 respectivamente, en el mismo orden en que se han enumerado en el presente capítulo según sus afecciones.



## 12. IDENTIFICACIÓN DE CONDICIONES DESENCADENANTES DEL INICIO DE LOS ESCENARIOS DE SEQUÍA OPERACIONAL

Establecidos los marcos de afección para resolver cada situación de sequía operacional es necesario seleccionar los indicadores a emplear para diagnosticar la suficiencia de los sistemas y valorar la probabilidad de incurrir en las afecciones consideradas como estadios de riesgo o fases de resolución y mitigación de afecciones de más alcance.

Las fases se corresponderán con situaciones de riesgo y su gestión se extenderán a lo largo de un período de tiempo. El inicio de cada fase se asociará a la existencia de una serie de circunstancias concretas que se denominarán umbrales o condiciones desencadenantes de las fases de gestión del riesgo.

La determinación de estos umbrales, vinculados muy directamente a duraciones y permanencias en las eventuales fases, conforma el planteamiento de gestión de riesgos de escasez del sistema de suministro. La determinación combinada de los diferentes umbrales se basará en las consideraciones de riesgo que decida asumir cada sistema.

En esta guía se proponen los siguientes criterios:

### **Indicadores**

Los indicadores a emplear en cada caso serán los que mejor reflejen de una forma objetiva las disponibilidades de recursos presentes y previstos para un futuro inmediato de cada sistema de suministro en relación con las demandas que ha de atender.

El indicador más adecuado en cada sistema dependerá de la fuente principal de provisión de recursos ordinarios o de la combinación de las principales fuentes. Son indicadores frecuentes los siguientes:

- Volumen embalsado en los embalses de uso exclusivo
- Niveles piezométricos de los acuíferos exclusivos.
- Volúmenes asignados en embalses compartidos.
- Caudales fluyentes en puntos de captación.

Las limitaciones vinculadas a la capacidad hidráulica de las infraestructuras de captación, tratamiento y transporte o las de su utilización, serán factores a considerar en la gestión de las fases o en la valoración combinada de disponibilidades, pero inicialmente no deberían formar parte de los indicadores de sequía operacional.

### **Umbrales**

Para la definición de umbrales de actuación, o inicio de las fases de afección o gestión de la sequía operacional se deben manejar las siguientes consideraciones:

- Plazo mínimo de precaución o de seguridad de permanencia en la situación y circunstancias existentes hasta la incursión en la fase inmediatamente más severa.
- Condiciones de disponibilidades aseguradas desde las diferentes fuentes de recursos.
- Consumos máximos en cada fase con sus leyes de consolidación temporal.

En los sistemas con gran incertidumbre sobre la disponibilidad de recursos en los escenarios de sequía y dependencia de los organismos de cuenca para la provisión de recursos, se valorarán las disponibilidades en cada situación en términos equivalentes a los consumos reducidos, asumiendo que la situación de sequía operacional será generalizada en el ámbito geográfico del sistema de suministro, pero que se habrán reservado recursos para el uso prioritario de los abastecimientos urbanos, y que esta prioridad estará incluida en los Planes Especiales en situación de alerta y eventual sequía de la cuenca.

**En cuanto a los plazos de precaución por permanencia en cada fase, se propone un mínimo de 12 meses en las fases severa y grave, y en la de emergencia el plazo necesario para implantar una solución definitiva a la situación, que no debería ser superior a 12 meses.**

Si se quisiera cuantificar de forma comparable el riesgo genérico de cualquier sistema y situación habría que referirse a una afección que fuera común a todos los sistemas y constituyera una posibilidad en cualquiera de las fases o estadios de sequía operacional. El único referente común es el desabastecimiento, y la valoración del riesgo de incurrir en él puede tener al menos dos métodos, basados ambos en la ocurrencia de los peores episodios anuales conocidos consecutivos o los episodios ligados al cambio climático que se acuerde. Un método se basaría en el plazo que tardaría en alcanzarse dicha situación con el mantenimiento de los consumos y circunstancias existentes y el otro se basaría en el plazo hasta el desabastecimiento con cumplimiento de la reducción de consumos previstos en cada fase con la incorporación de los recursos estratégicos y de emergencia previstos. En éste último caso las comparaciones entre sistemas sólo serían consistentes si se basasen en un mismo criterio para el establecimiento de fases y umbrales.

El cálculo de los umbrales se basará en las valoraciones indicadas de disponibilidad de recursos en cada fase, las leyes de reducción de consumos y los plazos mínimos de permanencia.

Para facilitar el cálculo de los umbrales se adjunta un sistema cuya descripción y manejo se incluye en el Anejo 1.

Los umbrales de referencia para dar por concluida una situación de sequía no se corresponderán a los empleados para el inicio de cada fase. En principio se debe valorar la probabilidad de volver a incurrir en la fase o estadio del que se sale y la inconveniencia de liberar medidas y prácticas que estén dando resultados efectivos así como la confusión social que se podría producir con oscilaciones en las medidas restrictivas y liberadoras. Por ello, se propone tomar como **umbrales de superación de una fase el tener valores de indicadores superiores a los correspondientes al inicio de la fase de inmediata menor severidad.**

En cuanto a la conclusión definitiva de la situación de sequía debería producirse cuando exista una probabilidad baja de volver a incurrir en los umbrales de inicio de sequía (fase 1) en los siguientes 12 meses. La adopción de esta última consideración podría significar en los sistemas de garantía baja la estancia continuada en situación de sequía, lo cual hará evidente la precariedad de dichos sistemas.

## 13. MEDIDAS, ACCIONES Y RESPONSABILIDADES

Uno de los aspectos primordiales en un Plan de Emergencia es la enumeración y descripción de las acciones (**¿Qué?**) a realizar en cada una de las fases en que se estructure.

Las acciones irán vinculadas, además de a las condiciones en que se deben iniciar (**¿Cuándo?**), a las entidades, unidades o puestos de trabajo a los que corresponderá la responsabilidad de llevarlas a cabo (**Quien?**).

Cada escenario o fase de sequía operacional estará presidido por unos objetivos y una programación para su cumplimiento. Su desarrollo estará definido en cada Plan de Emergencia con clara identificación del Cuando, Quien y Como deben realizarse las actuaciones en cada caso.

### 13.1. Objetivos y plazos

Un aspecto tan importante como la identificación de las condiciones de inicio de las diferentes acciones es el establecimiento, o valoración, de los plazos en los que producirán de forma efectiva los resultados pretendidos.

En cada estadio o fase de sequía operacional se señalarán una serie de posibles medidas a implantar ( y cada sistema de abastecimiento decidirá al elaborar su Plan de Emergencia el grado de obligación que establece para cada una) pero es fundamental que se tenga una gran certeza sobre los resultados a obtener en los plazos establecidos ya que todo el proceso de determinación de umbrales de sequía y actuación se habrán establecido tomando como base hipótesis de disponibilidades de recursos y reducciones de demanda como consecuencia de la implantación eficaz de éstas medidas. Por ello al señalar y activar las medidas en cada fase de sequía operacional la principal intención ha de ser conseguir cumplir los objetivos considerados en el cálculo de dichas fases y de los correspondientes umbrales de su inicio. En cuanto a los plazos de obtención de los resultados esperados de cada medida, o conjunto de medidas, se repiten las consideraciones indicadas para los objetivos.

Todas las actuaciones perseguirán principalmente el cumplimiento de los objetivos y plazos considerados para cada fase. La anticipación en la obtención de los resultados o la mejora en las cuantías obtenidas representará una mitigación del riesgo de escasez, salvo que condicione las hipótesis manejadas para resolver estadios de mayor severidad o duración.

El verdadero indicador de eficiencia en la implantación de las medidas en cada fase será el del cumplimiento de los objetivos establecidos con los menores impactos económicos, sociales y ambientales.

La valoración de resultados esperables de cada tipo de actuación y los plazos en que se produzcan es probablemente el ejercicio más delicado a la hora de elaborar un Plan de Emergencia y el que compromete en mayor medida la gestión de riesgos para su superación.

La dificultad estriba en la falta de conocimiento, o base experimental sobre este tipo de actuaciones y menos aún en los contextos de cada ámbito de intervención y análisis. La incertidumbre sobre la respuesta social o de los sistemas hídricos en circunstancias tan particulares es muy elevada, por lo que la valoración de los posibles resultados debe estar impregnada de precaución.

A la falta de suficiente información sobre situaciones y actuaciones equivalentes se suma el poco rigor de las cifras reflejadas en la bibliografía. Las cifras y datos sobre resultados obtenidos en otras experiencias deben ser tratadas con una interpretación en el contexto metodológico de la presente guía huyendo de la natural tendencia de los autores a reportar buenos resultados por cualquier medida emprendida. Sobrevaloraciones de las actuaciones provocarían situaciones de mayores riesgos e impactos que los considerados.

## 13.2. Tipos de acciones y medidas

Cada Plan de Emergencia identificará las posibles acciones para cada fase de sequía, para lo cual debería considerar al menos los siguientes tipos de acciones:

- Medidas preventivas para la identificación de las condiciones de inicio de fases de sequía.
- Medidas en el ámbito de la administración, gestión y operación de los sistemas de suministro.
- Medidas de carácter institucional y de interacción con los responsables de provisión de los recursos.
- Medidas de carácter legal y normativo.
- Medidas de incidencia social.
- Medidas de incidencia ambiental.
- Medidas para el cumplimiento de objetivos y plazos en cada caso
- Medidas de implantación, ampliación o mejora de infraestructuras.
- Medidas de seguimiento de la situación y riesgos.
- Medidas preparatorias

Algunos de los tipos señalados se solapan entre sí pero resulta importante mantener esta clasificación e identificación a la hora de su consideración en cada Plan.

A continuación se recoge una relación de acciones y medidas a considerar para la elaboración de los Planes de Emergencia, la lista no es exhaustiva pero pretende recoger las más difundidas.

### ***Medidas preventivas para la identificación de las condiciones de inicio de fases de sequía.***

Las acciones de tipo preventivo incluirán todas las que se deban realizar con carácter sistemático de evaluación de las condiciones del sistema de suministro en relación con las que se corresponden con los umbrales de inicio de las primeras fases de sequía operacional .

Las medidas preventivas cuya finalidad sea evitar la ocurrencia de las condiciones de inicio de sequía no se corresponden con el alcance de un Plan de Emergencia por sequías ya que formarán parte de la operación normal de los sistemas de suministro. No obstante es importante destacar que la combinación de las medidas resolutorias y sus umbrales de activación junto con las medidas operativas normales de carácter preventivo conforman la base de cálculo para la determinación de la garantía de los sistemas de suministro en cualquier escenario actual o futuro.

En las medidas preventivas se establecerá la responsabilidad de hacer las comprobaciones pertinentes, los indicadores a emplear para las valoraciones, los informes a realizar y el cargo o institución a la que deben notificar la incursión o aproximación a las condiciones de inicio de las primeras fases de sequía.

Hay un tipo de medidas preventiva de especial relevancia que se extiende a las fases de resolución de las sequías y a las de aproximación, estas medidas son las que se orientarán al aseguramiento de la integración con lo establecido en los Planes Especiales de sequía que corresponden a ámbitos mayores y se vinculan a otros tipos de usos y condicionantes. En estas medidas se comprobarán y defenderán la reserva, en los ámbitos de operación de los organismos de cuenca y otros sistemas hídricos, de las disponibilidades previstas en el Plan de Emergencia en sus diversas fases y situaciones.

### **Medidas en el ámbito de la administración, gestión y operación de los sistemas de suministro.**

El Plan de Emergencia establecerá claramente las responsabilidades de intervención en cada fase de sequía, indicando las actuaciones de carácter interno de administración y gestión que deben realizarse en las entidades a que compromete el Plan de Emergencia.

Independiente del modelo de operación y gestión del sistema, será necesario señalar las condiciones en que se constituirá un comité para la gestión de la sequía en el ámbito de competencias del ente responsable del sistema de suministro o los posibles grupos de trabajo, oficinas de administración de tareas particulares. Se establecerán las características de estos comités o grupos de trabajo, sus integrantes y frecuencia de reunión según la gravedad de la sequía.

La configuración de los comités deberá ser lo suficientemente flexible en la designación de integrantes para asegurar que cuenta con la participación del conocimiento suficiente sobre las materias que hayan de abordar y los responsables de las áreas críticas de actuación en cada circunstancia.

### **Medidas de carácter institucional y de interacción con los responsables de provisión de los recursos**

Se identificarán las actuaciones de información e integración de las instituciones y entidades competentes en cada circunstancia de sequía.

En cada modelo de gestión y sistema se presentará una casuística diferente que debe ser contemplada y prevista en la elaboración del Plan.

Se prestará especial atención a la constitución de los Comités y grupos de trabajo de gestión de la sequía y a la notificación y acuerdo de las decisiones clave de resolución de la sequía.

Las acciones de transferencia de derechos concesionales en cualquiera de los marcos que contempla la legislación en vigor precisarán del auspicio del organismo de cuenca o entidad competente, Centro de transferencia de derechos, etc.

### **Medidas de carácter legal y normativo.**

Todas las medidas que se adopten deberán ser acordes con el marco legal y normativo en que se inscriba el sistema de abastecimiento.

Se deberá recurrir a medidas de carácter legal cuando el tipo de acciones a implantar así lo requieran.

Algunas acciones precisarán según lo prescrito en la Ley de Aguas la promulgación de decretos de sequía ( art. 55 y 58 TRLA). En otros casos será preciso recoger en decretos específicos las limitaciones y restricciones de uso o las medidas para la vigilancia y penalización en su caso o será suficiente con normas de modificación de pautas de aplicación de tarifas.

### **Medidas de incidencia social**

La consecución de reducciones temporales de la demanda constituye el elemento más frecuente de las prácticas de gestión de situaciones de sequía. El objetivo es rebajar los consumos en cuantías acordes con la severidad de la situación, con una duración limitada al período de escasez y con el menor impacto socioeconómico.

A cada medida le corresponderá un ámbito social de afectación, un coste de implantación y reposición y un nivel de aceptación o resistencia a ella.

Existe una gran panoplia de medidas de este tipo recogidas en la bibliografía que va desde las simples medidas de persuasión hasta el racionamiento o los cortes de agua en las situaciones extremas.

Las medidas que puedan alterar, o rebajar el grado de seguridad en el cumplimiento continuado de las condiciones de calidad y aptitud para el consumo humano deben ser consideradas como las de mayor impacto social y en consecuencia evitadas siempre que sea posible. Cuando no se puedan evitar tales circunstancias habrá que asegurar la información adecuada y oportuna a los ciudadanos y el suministro por otros métodos de agua apta para consumo en las cantidades básicas e imprescindibles para la salud.

Los Planes de Emergencia establecerán el tipo de medidas a implantar en cada fase, agrupadas principalmente en relación con el impacto social que inducen. Cada medida debe asociarse a una previsión de reducción de consumo y evolución temporal de la reducción.

Toda medida con impacto social debe ir acompañada de actuaciones y campañas de información.

Las medidas de transferencia y compra de derechos tiene además de las consideraciones económicas un potencial gran impacto social en las zonas donde se sustrae el uso del agua ya que generalmente el impacto alcanza a un colectivo más amplio que los meros usuarios directos de las concesiones transferidas.

### ***Medidas de incidencia ambiental***

No se establecerá ninguna medida con el propósito de impactar en el medio ambiente pero algunas de las medidas para resolver las situaciones de sequía podrán inducir impactos ambientales notables. La intensificación de la extracción de aguas subterráneas, o la limitación del uso para limpieza de sistemas de alcantarillado tendrán incidencia en el medio ambiente..

En todas las medidas se valorará la incidencia ambiental además de las de otra índole.

Las medidas de modificación en el cumplimiento de los condicionantes ambientales del sistema de suministro son las de incidencia más directa. La valoración del impacto tomará como referencia las condiciones que se producirían en condiciones naturales equivalentes y lo establecido en el marco de excepciones de la Directiva Marco del Agua Europea

### ***Medidas para el cumplimiento de objetivos y plazos en cada caso***

En este grupo se inscriben todas las medidas que se orienten de forma directa al cumplimiento de los objetivos establecidos para cada fase de sequía, tanto de reducción de consumo como de aumento de las disponibilidades.

Todas las medidas encuadradas en este grupo deberán ir claramente definidas en cada fase de gestión e ir acompañadas de los valores que se espera alcanzar con su implantación y los plazos en que se alcanzarán. La certidumbre en la estimación de estos valores es un factor esencial en la elaboración de los Planes de Emergencia puesto que lo serán en la eventual ocurrencia de tales circunstancias.

En las medidas de reducción de las demandas y consumos es de gran importancia la valoración actualizada de las elasticidades en cada caso y tipo de uso, teniendo en cuenta la rigidez que se produce en dicha elasticidad como consecuencia de la implantación con éxito de medidas de gestión permanente y coyuntural de la demanda.

Las medidas que precisen de operaciones y maniobras sobre las infraestructuras de distribución deberán poner especial énfasis en garantizar la mayor equidad en las condiciones de servicio y en la distribución de riesgos entre las diversas zonas y sectores que componen las redes de distribución. Las modificaciones del régimen de presiones deben ir siempre acompañadas de valoraciones de la distribución de afecciones que generarán.

En cuanto a las maniobras para la interrupción temporal de suministro debe tratar de evitarse al máximo ya que los perjuicios que desencadenan suelen implicar mayores consumos de agua que los ahorros perseguidos e ineficiencias en las infraestructuras que la reducción de pérdidas pretendida. En todo caso si algún sistema optase por incluir este tipo de medidas en su Plan de Emergencia debería acompañarlo de una justificación de la factibilidad de implantación y la equitativa distribución de afecciones y riesgos.

En los casos de modificaciones temporales o locales de las condiciones de servicio tendrá especial importancia la consideración particularizada de los usuarios sensibles a las discontinuidades tales como hospitales, actividades económicas estratégicas, etc.

El conjunto de resultados previstos como consecuencia de la implantación de este tipo medidas previstas en el Plan de Emergencia debería resumirse en una tabla como la siguiente.

**Tabla 19. Listado de medidas para el cumplimiento de objetivos y plazos**

TIPO DE MEDIDA	PLAZO IMPLANTACIÓN (meses)	RESULTADO ESPERADO EN VOLUMEN	DURACIÓN ESTIMADA (meses)
Actuaciones ejemplares de ahorro del consumo en todas las instalaciones y centros de responsabilidad de la empresa suministradora			
Prohibición de la utilización de agua potable para el riego de parques, tanto públicos como privados, así como el llenado de piscinas			
Perforación de nuevos pozos que sirvan de complemento coyuntural al objetivo establecido para la utilización de reservas estratégicas y como medida preventiva ante las posibles necesidades en el caso de empeoramiento de la situación.			
Construcción, con carácter de urgencia de todas las infraestructuras e instalaciones necesarias para asegurar la incorporación de los volúmenes adicionales previstos procedentes de acuerdos de intercambio y cesión de derechos.			
Establecimiento de procedimientos y medios para suministrar agua regenerada no apta para consumo a usos de riego, limpieza de calles y cuantos se identifiquen como susceptibles de utilizar dicha agua y acepten su uso. Se facilitará la utilización de camiones cisterna para la distribución de agua no potable para la sustitución de usos, en estos casos se pondrá especial cuidado en la identificación del contenido de los camiones cisterna como "No potable".			
Intensificación de las medidas para la reducción de las pérdidas de agua en distribución y suministro en general, hasta alcanzar el cumplimiento de lo establecido para cada fase.			
Instalación de los equipos necesarios para incorporar los volúmenes muertos de los embalses a las tomas y conducciones normales.			
Establecimiento de sistemas de revisión intensiva de válvulas, elementos y cualquier componente del sistema que dé señales de ineficiencia.			
Campañas de información pública y llamada al ahorro.			

**Medidas de implantación, ampliación o mejora de infraestructuras.**

Las actuaciones para aumentar las disponibilidades desde alguna fuente nueva o existente que requieran la implantación de nuevas infraestructuras deberán contar para su inclusión en el Plan de Emergencia, en primer lugar con la conformidad de la administración hidráulica competente o la referencia a su inclusión en el Plan Especial, y en segundo lugar con alguna base que justifique su factibilidad de implantación y la evaluación del incremento de recursos previstos. La existencia de proyectos de pozos de sequía o para la recuperación o incremento de la capacidad de instalaciones son un ejemplo de justificación de las expectativas consideradas.

### **Medidas de seguimiento de la situación y riesgos.**

Acompañando a las medidas orientadas directamente a la consecución de los objetivos en cada fase se incluirán una serie de medidas que permitan el seguimiento de los principales parámetros que valoren la severidad de la situación, el cumplimiento de lo establecido en el Plan y el grado de riesgo en que se incurre en cada caso.

- Las medidas de seguimiento consistirán en la determinación sistemática de una serie de valores que midan:
- Las variaciones en los consumos en su conjunto y en cada uno de los componentes significativos
- Los indicadores hidrometeorológicos que permitan tipificar la situación y valorar la probabilidad de nuevas disponibilidades en los horizontes de futuro próximo
- Las afecciones sociales y ambientales producidas
- Los costes ocasionados en cada uno de los agentes sociales y entidades implicadas y
- Los potenciales remanentes ante eventuales empeoramientos de la situación.

El seguimiento se realizará con informes y parámetros definidos en el Plan y con responsabilidades claramente establecidas.

Reviste especial interés el seguimiento de las condiciones de la calidad del agua tanto bruta como tratada ya que la utilización de fuentes de suministro en condiciones diferentes a las habituales y en cantidades diferentes puede ser origen de situaciones de mayor riesgo del habitual en el cumplimiento de las condiciones de aptitud para el consumo humano.

En el Plan de Emergencia se señalarán los indicadores más adecuados para el seguimiento y valoración del riesgo en el sistema a que se aplica.

### **Medidas preparatorias**

Para la implantación efectiva de las diferentes medidas en las circunstancias y fases que se les asigne, es imprescindible que se realicen una serie de acciones previas que preparen con la antelación necesaria los Planes, proyectos, estudios o prospecciones necesarios.

Las medidas preparatorias constituyen el cuerpo principal de las actuaciones en la fase de alerta cuya finalidad es la preparación pero en otras fases será necesario elaborar decretos, preparar campañas o realizar proyectos para la eventual incursión en una situación de mayor severidad. La anticipación dependerá de la duración de la labor preparatoria.

La elaboración de los Planes de Emergencia es la medida preparatoria de mayor entidad.

La siguiente tabla muestra las diferentes medidas a adoptar:

**Tabla 20. Listado general de medidas**

<b>Medidas preventivas</b>
Determinación de los umbrales de inicio de actuaciones
Desarrollo de sistemas de alerta temprana
Monitorización de parámetros hidrometeorológicos
Evaluación periódica del estado de reservas
Monitorización del consumo
Monitorización de la calidad de las aguas
Inventario de fuentes alternativas de suministro
<b>Medidas de gestión y operación del sistema</b>
Desarrollo de procedimientos de operación
Operación integrada y equilibrada de las distintas fuentes de suministro
Medidas para mejora de la eficiencia del sistema.
Mantenimiento de las instalaciones de suministro alternativo
<b>Medidas de carácter institucional</b>
Establecimiento de un marco de información e interlocución con las autoridades e instituciones responsables en cada ámbito.
Establecimiento de acuerdos de opciones de transferencia de derechos concesionales.
<b>Medidas de carácter normativo</b>
Actuaciones sobre las tarifas
Decretos o bandos sobre limitaciones o restricciones en el uso del agua.
Medidas de vigilancia.
Medidas para resolución de conflictos

<b>Medidas de incidencia social</b>
Información a los consumidores
Información a los medios de comunicación
Campañas de persuasión de reducción de consumo
Promoción de fontanería eficiente
Participación de los usuarios en la planificación de la sequía
Limitaciones de uso del agua
Cortes nocturnos del suministro
Racionamiento
<b>Medidas de incidencia ambiental</b>
Reducciones en el suministro de las demandas ambientales
Seguimiento de la explotación de acuíferos
Control de vertidos a los cauces
Reutilización de aguas regeneradas
<b>Medidas para el cumplimiento de objetivos</b>
Designación de una comisión o grupo de trabajo para gestión de la situación en sus distintas fases
Provisión de recursos económicos y humanos para resolver la sequía
Intensificación del seguimiento de reservas y consumos
<b>Medidas de ampliación o mejora de infraestructuras y disponibilidades</b>
Ejecución de obras de emergencia
Interconexión de subsistemas
Ampliación de la capacidad productiva de aguas subterráneas
Perforación de nuevos pozos
Utilización de los volúmenes muertos de embalses
Renovación de instalaciones ineficientes
Mejoras en los procesos de potabilización y depuración
Aseguramiento disponibilidad camiones cisternas
<b>Medidas de seguimiento de la situación y riesgos</b>
Intensificación de la monitorización de parámetros hidrometeorológicos
Intensificación del seguimiento de los consumos
Evaluación periódica de la situación y evolución previsible
Monitorización de la calidad de las aguas en origen y tratadas

<b>Medidas preparatorias</b>
Planificación de actuaciones en cada una de las fases
Planificación y diseño de campañas informativas
Preparación de normas y decretos
Evaluación de repercusiones económicas y sociales
Evaluación de repercusiones ambientales
Estudios de suministros alternativos
Revisión y puesta a punto de instalaciones de suministro alternativo

### 13.3. Acciones Responsabilidades correspondientes a cada escenario de sequía operacional

La distribución de acciones en cada una de las fases de mitigación o resolución de una situación de sequía operacional es el principal ejercicio de gestión de riesgos. Al establecer y distribuir las acciones entre las fases de sequía se estarán asignando costes y afecciones entre los diferentes agentes sociales y entidades implicadas y afectadas por el sistema de suministro y la sequía.

Iniciar una medida representa siempre un coste para algún agente social o institución, su alcance y vinculación con cada una de las fases estará fijando el modelo de reparto de afecciones en el tiempo y duración de la situación de sequía.

El reparto de afecciones y su cuantía en las fases de menor severidad debería ser consistente con lo establecido como afección asumida, o aceptada, en los criterios de dimensionamiento y planificación de los sistemas de abastecimiento urbano.

En la presente guía se asume que en la primera fase de sequía, la de menor severidad, se implantarán las medidas de menor coste social y ambiental en consonancia con una interpretación de los criterios de diseño de los sistemas de abastecimiento urbano que acepten la ocurrencia con una frecuencia baja de episodios o situaciones que precisen de la declaración de sequía y la consiguiente implantación de las primeras medidas de actuación. Las medidas de gran impacto y afección se reservan para estadios de mayor severidad, que sólo deberían producirse como consecuencia de la aparición de episodios de sequía no conocidos, por la existencia de sistemas con un nivel de garantía inferior a la deseada en los criterios de diseño o por no conseguir cumplir los objetivos pretendidos con las medidas de la primera fase.

En el Plan de Emergencia se reflejarán, para cada una de las fases, el conjunto de medidas inicialmente previstas, señalando las que serán de obligada ejecución ( indicando al responsable de su implantación) y las que se identificaron como apropiadas o posibles.

#### **Fase 0 de Alerta**

En esta fase sólo se realizarán medidas de tipo preparatorio e inicialmente estarán restringidas al ámbito del operador y entidad responsable del sistema de abastecimiento.

Constitución del Comité de sequía

Revisión y actualización del Plan de Emergencia

Diseño de una estrategia para la gestión de la eventual inminente sequía con identificación de los indicadores de valoración y seguimiento más adecuados.

Revisar e identificar de forma actualizada a las instituciones y entidades con algún tipo de implicación en la gestión de la sequía.

Inicio de la información a los ciudadanos y usuarios de la aproximación a una situación de escasez y los riesgos asociados.

Elaboración del primer Plan de comunicación

Preparación de las actuaciones y medidas para la eventual entrada en fase 1

Medidas de seguimiento en la fase 0

#### **Emergencia Fase 1**

Declaración oficial de la situación de sequía por el organismo competente.

Medidas de persuasión para la reducción voluntaria del consumo.

Actualización del Plan de comunicación

Medidas para la reducción del agua no controlada.

Medidas para la reducción de las pérdidas reales en las infraestructuras de suministro y distribución.

Medidas para el incremento de las disponibilidades que se producirían en condiciones naturales

Medidas para la transferencia de derechos

Preparación de las actuaciones y medidas para la eventual entrada en fase 2.

Medidas de seguimiento en la fase 1

## **Emergencia Fase 2**

Revisión, validación o actualización de la estrategia de gestión de la sequía. Se revisará lo establecido en el Plan de emergencia a la vista de lo acaecido y la previsión de evolución. Toda revisión del Plan deberá acordarse con el organismo de cuenca y las entidades competentes.

Actualización del Plan de comunicación

Medidas para la reducción del agua no controlada.

Medidas para la reducción de las pérdidas reales en las infraestructuras de suministro y distribución.

Medidas para la reducción de consumos en usuarios. Las medidas en esta fase serán necesariamente coercitivas de reducción generalizada inducida y requerida. También será necesario en la mayoría de los casos recurrir a medidas de aplicación y seguimiento individualizado.

Medidas para el incremento de las disponibilidades que se producirían en condiciones naturales

Medidas para la transferencia de derechos

Preparación de las actuaciones y medidas para la eventual entrada en fase 3.

Medidas de seguimiento en la fase 2

## **Emergencia Fase 3**

Declaración institucional de situación de emergencia crítica con activación de los protocolos correspondientes y Comités de Crisis.

Actualización del Plan de comunicación

Medidas para la reducción del agua no controlada.

Medidas para la reducción de las pérdidas reales en las infraestructuras de suministro y distribución.

Medidas para el racionamiento del consumo en usuarios. Las medidas en esta fase serán necesariamente coercitivas con gran impacto socioeconómico.

Medidas para el incremento de las disponibilidades hasta el aseguramiento de los consumos base correspondientes a esta fase.

Medidas para la transferencia de derechos .

Medidas para el aseguramiento de la provisión de agua apta para el consumo en las cuantías básicas.

Medidas de seguimiento en la fase 3

## 14. CALIDAD DEL AGUA

La escasez de agua en las cuencas se traduce en una elevación de los contaminantes presentes en las aguas superficiales al bajar el factor de dilución de los cauces, produciéndose como primer efecto un aumento de la Turbidez. Asimismo se potencian los efectos de la eutrofización existente, con saltos cualitativos en algunos casos (floraciones de algas), y, dependiendo del tipo de vertidos recibidos por el cauce, pueden aparecer diversos contaminantes en concentraciones cuya eliminación en las plantas de tratamiento sea difícil o imposible.

Además, en situaciones de sequía es necesario captar el agua desde las tomas situadas en las cotas inferiores de los embalses, pudiendo darse fenómenos relacionados con el déficit de oxígeno disuelto en el agua: las condiciones reductoras aumentan la presencia de metales en solución que no se pone de manifiesto en condiciones normales, con repercusiones importantes en los caracteres organolépticos del agua.

Cuando se utilizan aguas subterráneas, puede producirse un aumento de salinidad y de dureza (sobre todo en el caso de sobreexplotación parcial de acuíferos), exceso de nitratos, presencia de arsénico y radiactividad de origen natural, presencia de pesticidas y aumento de contaminantes procedentes de la contaminación difusa.

La gran mayoría de las plantas de tratamiento en España están dotadas de procesos convencionales, por lo que la utilización de los tratamientos de afino necesarios para hacer frente a los deterioros de calidad descritos es minoritaria. Por tanto, en las instalaciones existentes los esfuerzos deben dirigirse a maximizar las posibilidades de tratamiento del agua, en especial para eliminar o reducir la turbidez mejorando los procesos de filtración, aumentar las posibilidades de desinfección tanto en dosis de desinfectante como en tiempo de contacto, considerar la posibilidad de tratar el agua con carbón activo en polvo, y en algunos casos cambiar los ayudantes de floculación. Estos cambios en el tratamiento requieren una serie de operaciones previas y en ocasiones la construcción de otras nuevas para la preparación de los reactivos a dosificar.

La primera medida es intensificar los mecanismos de control y monitorización de los parámetros que caracterizan la calidad del agua en todo el ciclo de suministro y distribución.

Las alteraciones más frecuentes en el agua tratada son la presencia de color y turbidez excesivos, que provocan quejas de los usuarios, especialmente cuando se debe a la presencia de hierro y manganeso, pues producen una coloración amarillenta en la ropa blanca que no puede eliminarse por los métodos habituales. En el caso de excesos de turbidez, pueden presentarse además crecimientos bacterianos asociados, pues se dificulta mucho la acción desinfectante del cloro. En estos casos debe controlarse cualquier aumento de la polución microbiológica del agua bruta, atender al posible aumento de riesgo por el consumo de agua tratada y asegurar la dosis de desinfectante final y el tiempo de contacto para garantizar la desinfección del agua.

Ante la aparición de concentraciones altas de subproductos de la desinfección, que puede deberse al desarrollo de algas en los embalses, no debe condicionarse nunca una correcta desinfección del agua por la formación de tales compuestos, algunos no detectables por técnicas analíticas sencillas y cuya concentración puede aumentar durante la estancia del agua en los depósitos y en la red de distribución.

Pero en una situación de sequía el objetivo principal es suministrar agua suficiente con la máxima garantía sanitaria posible, pues su falta puede generar un problema sanitario mayor que el suministro con un riesgo asumido mayor que el normal. Ello puede implicar suministrar agua que incumpla el valor establecido para algún parámetro, sobre todo de aquellos en que el riesgo esté asociado a su consumo durante un largo periodo de tiempo. Para ello deben solicitarse las situaciones de excepción de corta duración contempladas en el RD 140/2003.

En cuanto a los parámetros indicadores incluidos en el Grupo C, donde se encuentran los que con más frecuencia pueden incumplirse en una situación de sequía (color, olor, sabor, turbidez, hierro, manganeso, sodio, sulfatos, cloruros...), para los que no es posible solicitar excepción, la única posibilidad es comunicar el incumplimiento a la autoridad sanitaria que calificará el agua como "apta" o "no apta" para el consumo. Debe hacerse mención especial de la concentración de cloro residual,

también incluido en este grupo, pues en estas situaciones puede ser peor mantener el valor legalmente establecido.

En situaciones de alerta es obligatorio informar a los usuarios cumpliendo los principios del RD, pero en ningún caso debe crearse una situación de alarma social que suponga un agravamiento de la situación. Son importantes las campañas de sensibilización en los medios de comunicación en cuanto a la comprensión de las deficiencias que puedan darse en el servicio.

Ante estas perspectivas, no debe bajarse la guardia sino potenciar las tareas de vigilancia y control de la calidad del agua. Sobre todo es importante esta tarea en el control del agua bruta y del proceso de tratamiento, utilizando aquellos métodos que permitan dar información rápida, clara y fiable sobre la calidad del agua antes de que llegue al grifo del consumidor.

Los Planes de Emergencia establecerán las acciones de control y monitorización a realizar en cada fase así como las circunstancias en que se notificará a las autoridades sanitarias las situaciones de excepción de corta duración del RD 140/2003 y la notificación a los ciudadanos de las limitaciones y consejos para el uso seguro.

Desde el punto de vista de la calidad del agua, cuando una situación de sequía queda declarada, la gestión sanitaria del abastecimiento también ha de ser diferente. En cada caso particular, el gestor responsable de cada zona de abastecimiento deberá realizar una evaluación actualizada del riesgo en las condiciones actuales, y determinar la mejor calidad de agua posible que pueda suministrar y el plazo previsto hasta una modificación en las condiciones.

La autoridad sanitaria evaluará, conjuntamente con el gestor, las medidas extraordinarias propuestas. Para que estas medidas extraordinarias lleven aparejado un desarrollo normativo paralelo, el instrumento a utilizar es la elaboración de un nuevo Protocolo de Autocontrol y Gestión de la Zona de Abastecimiento, adaptado a las condiciones de sequía, y que será consensuado y posteriormente aprobado por la autoridad sanitaria, sólo para el período en que esté vigente la situación de sequía.

## 15. COSTES

Las situaciones de sequía generan costes adicionales en casi todos los usuarios y agentes relacionados con la gestión del agua.

Al operador de los sistemas de suministro se le producen una serie de impactos económicos importantes:

- En primer lugar están los asociados a la gestión de un recurso escaso: mayor importe de los gastos de tratamiento (energía y reactivos, eventuales inversiones en mejora de procesos), mayores controles de calidad del agua, que en épocas de sequía hay que potenciar de forma considerable tanto en el número de análisis como en el de parámetros a considerar, esfuerzos adicionales en detección y reparación de fugas, campañas de concienciación del uso eficiente y ahorro del recurso, establecimiento de medidas y controles para limitar o priorizar los usos, etc.
- Están también los asociados a la utilización de recursos complementarios o estratégicos; se trata de recursos extraordinarios que llevan asociados unos costes de explotación más elevados, cuando no nuevas inversiones.
- Costes de compensación a otros usuarios por transferencia de derechos o limitaciones en sus reglas de operación.
- Por último, se produce una reducción de ingresos directos e indirectos de los servicios, consecuencia de una menor facturación en volumen y, en el caso generalizado de bloques de consumo, de un menor precio medio por el desplazamiento de los niveles de consumo a bloques más bajos.

Para conseguir el necesario equilibrio económico caben dos mecanismos básicos:

- Establecer un canon por sequía: si la entidad abastecedora quiere recuperar los costes extraordinarios generados por la sequía el camino más claro y seguro es la imposición de un recargo por sequía, que ha de anularse cuando ésta finalice. Es un método relativamente fácil de administrar y permite una predicción más precisa de los ingresos adicionales generados. Por otra parte, resulta más fácil convencer al usuario de la necesidad de aumentar los ingresos durante un episodio de sequía que en situaciones de normalidad, evitándose así las suspicacias sobre elevaciones indefinidas de tarifas.
- Establecer con carácter permanente una dotación económica para situaciones de sequía: la provisión se genera en previsión de los costes adicionales que se producirán inevitablemente cuando el ciclo de sequía haga su aparición. Esta posibilidad está contemplada en el Plan Sectorial de Contabilidad para las empresas del sector de abastecimiento y saneamiento del año 1998.

Sea cual sea el método por el que se opte o haya optado, el Plan de Emergencia debe contener un estudio económico que identifique, justifique y evalúe los aumentos de coste que pueden producirse en cada fase de la sequía, defina el canon a implantar, o modifique la cuantía de la dotación permanente que estuviera establecida, y fije los mecanismos de aprobación que sean necesarios.

En algunos casos, esta evaluación de costes y dotaciones económicas para afrontar situaciones de sequía pondrá de manifiesto la precariedad económica de los sistemas, en tales circunstancias se deberán buscar soluciones estables que faciliten la superación de una eventual sequía y el adecuado equilibrio durante la normalidad.

La recuperación de costes planteada en la Directiva Marco Europea del Agua tendrá que incorporar todas las consideraciones derivadas del tratamiento que se dé a la prevención y resolución de situaciones de sequía, para lo que será especialmente útil lo establecido en el apartado de costes para afrontar y superar situaciones de sequía.

## 16. IDENTIFICACIÓN DE ZONAS Y CIRCUNSTANCIAS PARA CADA ESCENARIO DE SEQUÍA OPERACIONAL

Adicionalmente a las valoraciones para el ámbito global del sistema de suministro, que habrá de incluir todo Plan de Emergencia, es importante identificar los puntos débiles que presenta o podría presentar el sistema bajo las circunstancias anormales que se producen durante una situación de sequía.

El Plan destacará las zonas de mayor vulnerabilidad ante las principales peligrosidades derivadas de la sequía y los agentes y usos a los que haya que prestar un mayor esfuerzo de vigilancia y seguimiento.

Se destacarán, ubicarán y controlarán los siguientes aspectos:

Partes del sistema que por su dependencia de alguna fuente de suministro o infraestructura que presenten mayor vulnerabilidad a la disponibilidad continuada del recurso.

Ámbitos y rangos de utilización de los recursos en que las circunstancias de bajas reservas precisen de la instalación de equipos complementarios para el bombeo o transporte.

Ámbitos y rangos de utilización de los recursos en que las circunstancias de bajas reservas, no permitan el adecuado tratamiento para algún tipo de uso, precisen de tratamientos complementarios para asegurar la calidad adecuada del agua o simplemente requieran una intensificación de las medidas de control.

Usuarios y actividades que presenten una vulnerabilidad especial a las condiciones producidas o establecidas para la gestión de las diferentes fases

## 17. RELACION ACTUALIZADA DE ENTIDADES RELACIONADAS CON LA RESOLUCIÓN DE LOS POSIBLES ESCENARIOS DE SEQUÍA OPERACIONAL

---

Cada sistema de abastecimiento incluirá en su Plan de Emergencia una relación de las entidades que pueden verse implicadas en las diferentes fases de resolución de una eventual sequía.

Para cada entidad se señalarán los datos, teléfonos y áreas de contacto más eficaces.

Este apartado es muy sensible a la actualización sistemática y rigurosa.

## 18. REFERENCIAS DE SEQUÍAS ANTERIORES

Todo Plan de Emergencia por sequías deberá incluir referencias de cuantas situaciones de sequía se tenga constancia.

Además de la situación en el tiempo de los episodios de sequía se deberán caracterizar los principales factores explicativos de la ocurrencia de las sequías. Serían deseables al menos los siguientes:

- Medidas y afecciones inducidas en cada uno de los tipos de usos.
- Origen y duración de cada una de las afecciones o grupos de afecciones
- Caracterización meteorológica e hidrológica de la sequía.
- Principales infraestructuras existentes en el momento de inicio de la sequía.
- Infraestructuras incorporadas durante el desarrollo de la sequía.
- Marco concesional de recursos en el momento de inicio de la sequía.
- Reservas disponibles en las diferentes fuentes de recursos del sistema de suministro en el momento de inicio de la sequía.
- Utilización de los recursos durante la sequía. Segregado por las diferentes fuentes disponibles y muy especialmente en las que se pudieran considerar reservas estratégicas o de emergencia.
- Reservas mínimas producidas en el desarrollo de la sequía y momento en que se produjeron.
- Transferencias de concesiones o volúmenes realizados durante la sequía.
- Afecciones producidas en otros usos o sistemas hídricos vinculados al sistema, de forma independiente del sistema o inducidas por la gestión de la sequía en él.
- Problemas presentados relativos a la calidad del agua. Tanto en origen como en los procesos de tratamiento o en la distribución y consumo final.
- Medidas tomadas por la entidad responsable del sistema de suministro para gestionar la sequía.
- Medidas legislativas implantadas. A nivel del propio sistema o de la cuenca o demarcación en que se encuadrara.
- Consumos anuales subyacentes existentes en el momento de inicio de la sequía y su distribución en los diferentes usos y componentes del consumo, especialmente el agua no controlada.
- Reducción de los consumos subyacentes con el grado de segregación disponible. Se procurarán los datos relativos a la variación de consumos unitarios por habitante, vivienda, propiedad etc y su vinculación con la implantación eficaz de las diferentes medidas desarrolladas.
- Evaluación de la consolidación permanente de las reducciones de consumo conseguidas.
- Incremento de costes de operación generados por la gestión de la sequía.
- Valoración de la eficacia y principales impedimentos encontrados para la consecución de las metas de gestión de la sequía.

## 19. VINCULACIONES CON EL PLAN ESPECIAL

La integración consistente entre los Planes de Emergencia de cada sistema de abastecimiento urbano y lo establecido en Los Planes de Especiales de Sequía para la cuenca Hidrográfica y sistemas de explotación en que se incluyan, es un factor clave para la correcta prevención y resolución de situaciones de sequía.

Dentro de la homogeneidad pretendida en la elaboración de los Planes Especiales de Sequía, serán necesarios procesos de ajuste en la compaginación y gradación de actuaciones entre los distintos sistemas de explotación y tipos de usos, constituyendo los usos de abastecimiento urbano un caso muy particular que cuenta con la prioridad principal en su atención y servicio por el gran impacto social que conlleva, razón por la que se exige la disponibilidad de Planes de Emergencia por sequías.

Los Planes de Emergencia se elaborarán, de acuerdo a lo establecido en el Art 27 del PHN, con posterioridad a los Planes Especiales de Sequía. El mayor nivel de detalle que permite el tratar sobre un único uso y sistema así como la cuantificación precisa de las potenciales actuaciones y sus repercusiones en los consumos y disponibilidades de recursos determinará el establecimiento de fases y umbrales de intervención que desarrollen lo establecido en los Planes Especiales de Sequía.

La prioridad que corresponde al abastecimiento urbano, justificada por su importancia social, debería otorgar a lo establecido en los Planes de Emergencia, en caso de discrepancia, un papel preferente frente a otros usos y ámbitos de análisis. En muchos casos será necesario, a la vista de lo recogido en los Planes de Emergencia, modificar y adecuar las actuaciones y umbrales señalados en los Planes Especiales para asegurar que los niveles de riesgo afrontados son los realmente perseguidos.

A tal fin, los Planes de Emergencia incluirán en un capítulo especial todas aquellas consideraciones incorporadas que puedan ser objeto de comprobación de consistencia con lo establecido y previsto en los Planes Especiales de Sequía a nivel de cuenca.

En particular se destacará lo relativo a:

- Contraste entre las fases y umbrales de ambos Planes.
- Disponibilidades de recursos procedentes de fuentes no ordinarias o que no cuenten con el respaldo concesional firme.
- Volúmenes de disponibilidades previstas de reservas estratégicas o de recursos extraordinarios o complementarios de emergencia, indicando claramente su distribución mensual y punto de captación prevista.
- Condicionantes ambientales considerados, siempre que su inclusión sea consecuencia de una falta de determinación precisa previa para la masa de agua o circunstancia específica del Plan.
- Todas aquellas circunstancias consideradas en el Plan de Emergencia que puedan suponer una desviación significativa con los valores unitarios o patrones de los Planes Especiales a nivel de cuenca o Demarcación Hidrográfica.

## 20. EJEMPLO DE APLICACIÓN

El objeto de este ejemplo es la elaboración a partir de las pautas indicadas anteriormente, de algunos de los aspectos básicos en la elaboración de un Plan de Emergencia para un sistema de abastecimiento ficticio, que describiremos a continuación, que sirva de apoyo a los futuros usuarios de la misma.

En este ejemplo se detalla la información a tener en cuenta y la forma de utilizar dicha información, al objeto de realizar una adecuada gestión en caso de sequía.

Se ha considerado un sistema de abastecimiento con una población censada de 23.000 hab. y una población flotante que en periodos estivales puede hacer que el número de residentes alcance los 28.000 habitantes.

### DESCRIPCIÓN DE LAS INFRAESTRUCTURAS PRINCIPALES

Las infraestructuras principales que conforman este sistema son :

- Embalse de regulación de 10 Hm<sup>3</sup> de capacidad.
- Captación de aguas subterráneas para un caudal de 800 m<sup>3</sup>/día.
- Embalse compartido con otro sistema con posibilidad de aportación de 80l/s.
- Estación de Tratamiento de Aguas Potables con una capacidad de diseño de 0.7 m<sup>3</sup>/s y una capacidad efectiva de 0.6 m<sup>3</sup>/s.
- Depósito regulador con 12.000m<sup>3</sup> de capacidad, suficiente para regular el caudal necesario para satisfacer la demanda del día de máximo consumo del sistema.
- Red de distribución compuesta de 452 km de tuberías de distintos diámetros entre 80 y 500 mm.

Se ha comprobado previamente a la elaboración de este Plan que dichas infraestructuras son suficientes para el abastecimiento en condiciones normales de la totalidad de la demanda necesaria para los municipios del sistema.

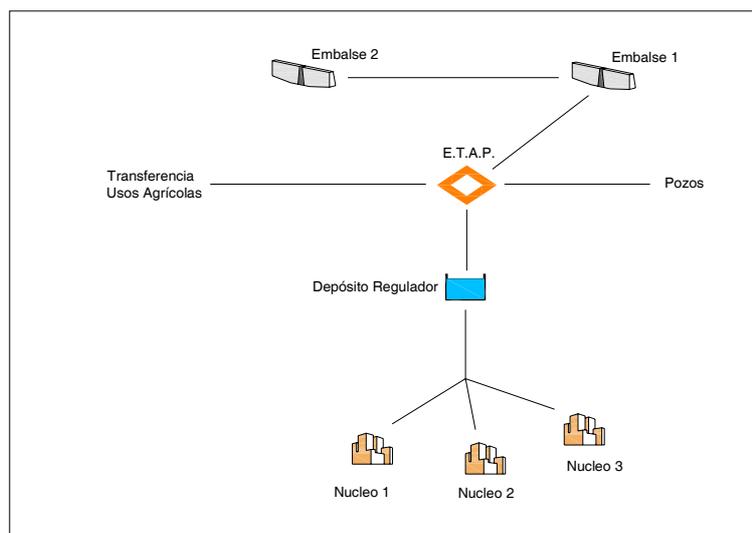


Figura 1. Esquema del sistema de abastecimiento

## DESCRIPCIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS RECURSOS DISPONIBLES

El sistema dispone de cuatro fuentes de recursos de agua.

### - Embalse 1

Es un recurso clasificado como ordinario y de uso exclusivo. Tiene una capacidad máxima de 10 hm<sup>3</sup> y un embalse muerto de 1 hm<sup>3</sup>.

Se dispone de una serie de aportaciones mensuales al embalse de 63 años. La aportación mínima anual es de 2 hm<sup>3</sup>/año con una probabilidad de que la aportación sea inferior a la demanda anual del 30%.

Los datos que reflejan los peores registros históricos en lo que a aportaciones se refiere se muestran en la siguiente tabla:

	Peores Registros Históricos (hm <sup>3</sup> )
Sequía de 1 año	2.0
Sequía de 2 años	5.2
Sequía de 3 años	8.8
Sequía de 5 años	17.6

La función de evaporación es:

$$E = S * C$$

$$S = 0,0000325211 * V^2 + 0,0836256000 * V$$

donde E es la evaporación en hm<sup>3</sup>/mes, C es el coeficiente de evaporación mensual en m, S es la superficie del agua en km<sup>2</sup> y V es el volumen de agua almacenado en hm<sup>3</sup>. La distribución mensual de los coeficientes de evaporación es

Evaporación mensual (m)											
Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
0,07	0,07	0,09	0,12	0,18	0,31	0,36	0,34	0,27	0,21	0,12	0,09

El volumen almacenado en este embalse se ha definido como el indicador de los umbrales de sequía.

### - Embalse 2

El sistema dispone de otro embalse cuyo uso es compartido con otros abastecimientos de tipo urbano. Se considera de tipo complementario de emergencia y sólo se puede utilizar entre diciembre y mayo en una cuantía de 80 l/s para el abastecimiento de este sistema.

### - Pozos

Como suplemento al abastecimiento existe un campo de pozos de uso exclusivo y considerado un recurso complementario debido a la necesidad de bombeo y a la calidad del agua. Estos pozos pueden suministrar 800 m<sup>3</sup>/día de forma permanente y se supone que la recarga del acuífero es la necesaria para que el caudal que se puede extraer sea independiente del historial de uso de los pozos.

### - Transferencia de usos

Se dispone también de la posibilidad de realizar una transferencia de derechos de uso desde las explotaciones agrícolas. Esta fuente se evalúa en 100 l/s con carácter complementario de emergencia.

A continuación se muestra una tabla resumen con los distintos recursos del sistema clasificados según su grado y momento de utilización.

	ORDINARIOS	COMPLEMENTARIOS NORMALES	RESERVAS ESTRATÉGICAS	COMPLEMENTARIOS DE EMERGENCIA
Exclusivos	<i>Embalse 1</i>	<i>Pozos</i>		
Condicionados institucionalmente				
Compartidos abastecimientos				<i>Embalse 2</i>
Compartidos con otros usos				<i>Transferencia de usos</i>

### CONSUMOS, USOS Y ELASTICIDADES

El consumo de agua en el sistema sólo es debido a la demanda urbana correspondiente a una población de hecho de 28.000 habitantes. La población está distribuida en tres municipios distintos pero, a efectos de cálculo, se han agrupado en un único núcleo.

Población de derecho	23000
Población de hecho en temporada	28000
Incremento de población medio anual previsto	4%

A la hora de evaluar las necesidades de agua, la demanda se ha desagregado en cinco grupos:

- Viviendas plurifamiliares.
- Viviendas unifamiliares.
- Usos industriales y comerciales.
- Usos institucionales.
- Consumos no controlados.

Tipo		Unidades
Residencial	Viviendas plurifamiliares	776
	Viviendas unifamiliares	15796
Industrial y comercial	Propiedades	740
Institucional	Propiedades	68
Consumos no controlados	% del consumo anual	36%

Las dotaciones unitarias correspondientes a cada grupo son las siguientes:

<b>Dotaciones unitarias (l/ud. Día)</b>												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Plurifamiliar	223	269	248	260	301	322	343	353	320	267	237	237
Unifamiliar	197	235	230	245	337	396	478	446	342	252	192	190
Industrial y comercial	869	1.180	1.106	1.104	1.594	2.334	2.192	2.127	1.643	1.211	1.078	1.132
Institucional	480	497	479	437	475	563	606	631	655	773	648	557

En las siguientes dos tablas se incluyen los valores mensuales de demanda obtenidos para cada grupo y para clima normal y extremo.

<b>Consumos mensuales para clima medio (m<sup>3</sup>)</b>												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Plurifamiliar	4.842	4.404	5.068	5.114	6.343	6.605	7.397	7.486	6.834	6.116	5.214	4.947
Unifamiliar	82.906	75.320	91.212	99.624	142.357	169.785	214.181	199.862	144.628	109.599	74.464	71.867
Industrial y comercial	16.925	19.026	21.123	19.611	29.845	40.059	44.573	42.986	31.150	21.615	20.057	20.640
Institucional	953	779	890	734	884	1.014	1.127	1.173	1.178	1.438	1.244	1.104
No controlado	59.415	55.984	66.540	70.359	100.929	122.323	150.344	141.473	103.382	78.058	56.801	55.439
<b>TOTAL</b>	<b>165.041</b>	<b>155.512</b>	<b>184.833</b>	<b>195.442</b>	<b>280.358</b>	<b>339.786</b>	<b>417.621</b>	<b>392.980</b>	<b>287.172</b>	<b>216.827</b>	<b>157.780</b>	<b>153.998</b>

<b>Incremento de consumo en caso de clima extremo (%)</b>												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Plurifamiliar	0,0%	0,2%	0,7%	1,1%	1,9%	3,4%	5,6%	8,1%	3,9%	0,8%	0,2%	0,0%
Unifamiliar	10%	10%	10%	10%	12%	12%	15%	14%	10%	10%	10%	10%
Industrial y comercial	7,5%	7,5%	7,5%	7,5%	7,5%	7,5%	7,5%	7,5%	7,5%	7,5%	7,5%	7,5%
Institucional	3,5%	3,5%	3,5%	3,5%	3,5%	3,5%	3,5%	3,5%	3,5%	3,5%	3,5%	3,5%

<b>Consumos mensuales para clima extremo (m<sup>3</sup>)</b>												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Plurifamiliar	4.842	4.412	5.103	5.170	6.463	6.829	7.811	8.093	7.101	6.165	5.225	4.947
Unifamiliar	91.197	82.851	100.333	109.586	159.440	190.160	246.308	227.843	159.090	120.559	81.910	79.054
Industrial y comercial	18.194	20.453	22.708	21.082	32.084	43.063	47.916	46.210	33.486	23.237	21.561	22.188
Institucional	986	806	922	759	915	1.049	1.166	1.214	1.220	1.489	1.287	1.143
No controlado	180.031	169.567	201.664	213.434	310.784	376.721	473.752	442.749	313.901	236.640	171.850	167.706
<b>TOTAL</b>	<b>295.250</b>	<b>278.090</b>	<b>330.729</b>	<b>350.032</b>	<b>509.686</b>	<b>617.823</b>	<b>776.954</b>	<b>726.108</b>	<b>514.798</b>	<b>388.089</b>	<b>281.834</b>	<b>275.038</b>

Se han considerado tres umbrales de sequía denominados Emergencia Fase 1, Emergencia Fase 2 y Emergencia Fase 3. Para cada uno de estos umbrales se han supuesto unas reducciones de las demandas que se muestran en las siguientes tres tablas.

<b>Reducción potencial de consumo en caso de Emergencia Fase 1 (%)</b>												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Plurifamiliar	8,0%	8,0%	8,0%	8,0%	8,0%	8,0%	8,0%	8,0%	8,0%	8,0%	8,0%	8,0%
Unifamiliar	14%	14%	14%	14%	14%	14%	14%	14%	14%	14%	14%	14%
Industrial y comercial	12,0%	12,0%	12,0%	12,0%	12,0%	12,0%	12,0%	12,0%	12,0%	12,0%	12,0%	12,0%
Institucional	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%	5,0%
No controlado	12,8%	12,8%	12,8%	12,8%	12,8%	12,8%	12,8%	12,8%	12,8%	12,8%	12,8%	12,8%

<b>Reducción potencial de consumo en caso de Emergencia Fase 2 (%)</b>												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Plurifamiliar	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
Unifamiliar	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%	35%
Industrial y comercial	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
Institucional	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%	20%
No controlado	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%	25%

<b>Reducción potencial de consumo en caso de Emergencia Fase 3 (%)</b>												
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Plurifamiliar	32%	32%	32%	32%	32%	32%	32%	32%	32%	32%	32%	32%
Unifamiliar	54%	54%	54%	54%	54%	54%	54%	54%	54%	54%	54%	54%
Industrial y comercial	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%
Institucional	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%
No controlado	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%	50%

En las siguientes tablas se muestran los consumos mensuales estimados en las distintas situaciones de sequía:

**Consumos mensuales en situación de Emergencia Fase 1 (m<sup>3</sup>)**

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Plurifamiliar	4.455	4.059	4.695	4.757	5.946	6.283	7.186	7.445	6.533	5.672	4.807	4.551
Unifamiliar	78.429	71.252	86.286	94.244	137.118	163.537	211.825	195.945	136.818	103.681	70.443	67.986
Industrial y comercial	16.011	17.999	19.983	18.552	28.234	37.895	42.166	40.664	29.468	20.448	18.974	19.526
Institucional	937	766	875	721	870	997	1.108	1.153	1.159	1.414	1.223	1.086
No controlado	156.933	147.812	175.791	186.051	270.910	328.388	412.970	385.944	273.628	206.279	149.801	146.189
<b>TOTAL</b>	<b>256.765</b>	<b>241.888</b>	<b>287.630</b>	<b>304.325</b>	<b>443.078</b>	<b>537.101</b>	<b>675.255</b>	<b>631.152</b>	<b>447.604</b>	<b>337.494</b>	<b>245.248</b>	<b>239.338</b>

**Consumos mensuales en situación de Emergencia Fase 2 (m<sup>3</sup>)**

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Plurifamiliar	3.874	3.530	4.083	4.136	5.170	5.464	6.249	6.474	5.680	4.932	4.180	3.957
Unifamiliar	59.278	53.853	65.216	71.231	103.636	123.604	160.100	148.098	103.409	78.364	53.242	51.385
Industrial y comercial	14.555	16.363	18.166	16.866	25.667	34.450	38.333	36.968	26.789	18.589	17.249	17.751
Institucional	789	645	737	607	732	839	933	971	976	1.191	1.030	915
No controlado	135.023	127.175	151.248	160.076	233.088	282.541	355.314	332.062	235.426	177.480	128.887	125.780
<b>TOTAL</b>	<b>213.519</b>	<b>201.566</b>	<b>239.450</b>	<b>252.916</b>	<b>368.293</b>	<b>446.898</b>	<b>560.929</b>	<b>524.573</b>	<b>372.280</b>	<b>280.555</b>	<b>204.588</b>	<b>199.787</b>

**Consumos mensuales en situación de Emergencia Fase 3 (m<sup>3</sup>)**

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Plurifamiliar	3.293	3.000	3.470	3.516	4.395	4.644	5.311	5.503	4.828	4.192	3.553	3.364
Unifamiliar	41.951	38.112	46.153	50.410	73.342	87.473	113.302	104.808	73.182	55.457	37.679	36.365
Industrial y comercial	9.097	10.227	11.354	10.541	16.042	21.532	23.958	23.105	16.743	11.618	10.781	11.094
Institucional	493	403	461	380	458	525	583	607	610	744	644	572
No controlado	90.015	84.784	100.832	106.717	155.392	188.361	236.876	221.374	156.951	118.320	85.925	83.853
<b>TOTAL</b>	<b>144.849</b>	<b>136.525</b>	<b>162.270</b>	<b>171.563</b>	<b>249.629</b>	<b>302.534</b>	<b>380.031</b>	<b>355.397</b>	<b>252.313</b>	<b>190.332</b>	<b>138.581</b>	<b>135.247</b>

**ESCENARIOS DE SEQUÍA OPERACIONAL CONSIDERADOS**

Se han considerado tres escenarios:

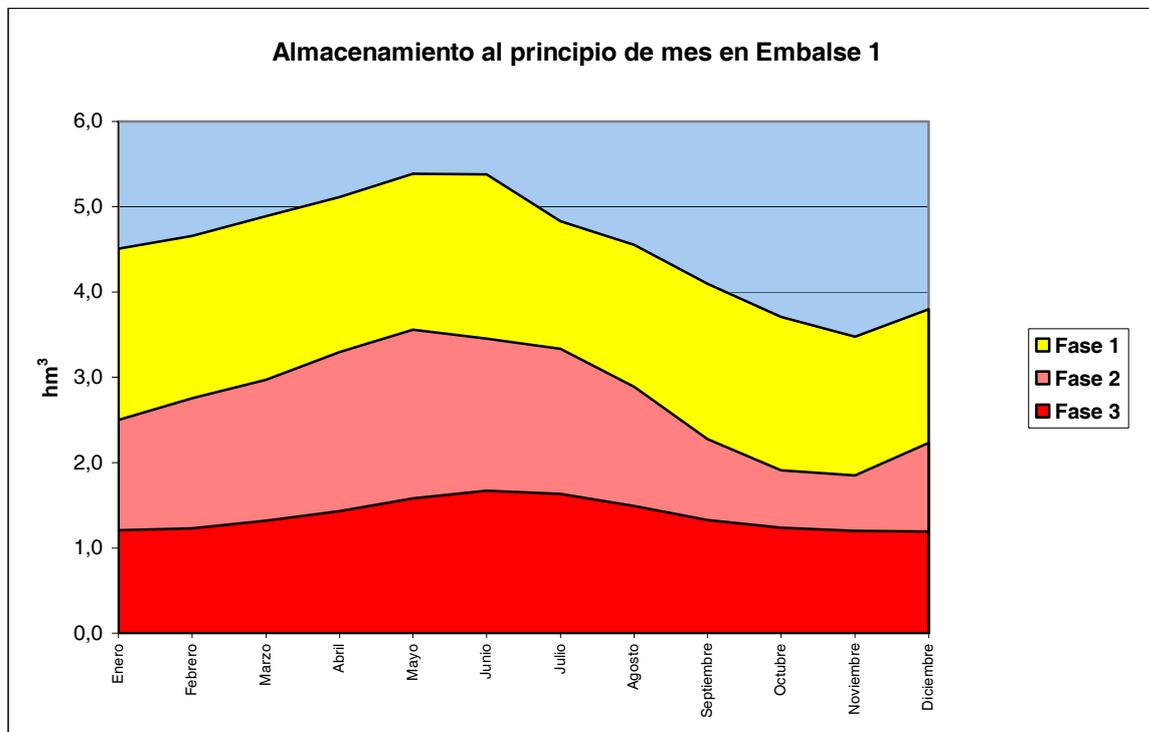
- **Emergencia Fase 1:** Se acepta su ocurrencia con una probabilidad hidrológica inferior al 4%. Se toman medidas de comunicación y acciones ejemplares desde la administración pública. Se reservan los recursos complementarios de contingencia disponibles en el Embalse 2. Además se reserva el volumen disponible procedente de la negociación de derechos concesionales para su posible utilización en fases posteriores (3 hm<sup>3</sup>/anuales) (Se acepta como máximo una permanencia en esta fase de 12 meses).
- **Emergencia Fase 2:** Solo debe alcanzarse cuando se produzcan episodios hidrológicos más desfavorables que los conocidos con una duración de 24 meses. Se toman medidas de limitación de uso para reducir la demanda en todos los sectores económicos y sociales aunque con distintos grados de afección. Se utilizan los recursos excepcionales procedentes de la transferencia de derechos concesionales. (Se acepta como máximo una permanencia en esta fase de 12 meses).

- **Emergencia Fase 3:** Es una situación muy grave con alta probabilidad de desabastecimiento generalizado. Se tomarán medidas excepcionales de racionamiento y soluciones rápidas de emergencia. Las soluciones serán excepcionales y se tomarán por instancias superiores a los responsables del sistema de suministro. Solamente se llegaría a esta situación en caso de que se produjeran episodios hidrológicos más desfavorables de los conocidos durante un periodo de 4 años.

### IDENTIFICACIÓN DE CONDICIONES DESENCADENANTES DEL INICIO DE CADA UNO DE LOS ESCENARIOS DE SEQUÍA OPERACIONAL

Con toda la información recogida anteriormente se han realizado los cálculos necesarios mediante la herramienta que acompaña esta Guía (Anejo 1) y se han obtenido los umbrales que definen el inicio de las distintas fases de gestión de sequía en este sistema:

Umbrales de sequía en Embalse 1 al principio del mes (hm <sup>3</sup> )			
	Fase 1	Fase 2	Fase 3
Enero	4,509	2,499	1,210
Febrero	4,657	2,755	1,235
Marzo	4,887	2,973	1,320
Abril	5,112	3,302	1,430
Mayo	5,385	3,558	1,585
Junio	5,378	3,455	1,670
Julio	4,832	3,335	1,635
Agosto	4,552	2,887	1,495
Septiembre	4,097	2,277	1,330
Octubre	3,706	1,909	1,240
Noviembre	3,479	1,851	1,200
Diciembre	3,795	2,231	1,195



## 21. GLOSARIO

**Año hidrológico:** Periodo comprendido entre el 1 de octubre de un año y el 30 de septiembre del año siguiente.

**Área homogénea de demanda:** Ámbito de suministro con unas pautas dotacionales de demanda similares para cada unidad tipo de consumo.

**Clima inhibitor:** Condiciones climáticas de afección al consumo de agua que producirían los valores dotacionales más bajos, de la consideración de todos los episodios climáticos registrados y disponibles en el ámbito de consumo. Las condiciones climáticas de cada mes se establecen a partir de la combinación del valor medio mensual de las temperaturas máximas diarias y el número de días de lluvia del mes (entendiendo por días de lluvia los que tengan precipitación superior a un milímetro).

**Clima medio:** Condiciones climáticas de afección al consumo de agua que producirían los valores medios dotacionales, de la consideración de todos los episodios climáticos registrados y disponibles en el ámbito de consumo. Las condiciones climáticas de cada mes se establecen a partir de la combinación del valor medio mensual de las temperaturas máximas diarias y el número de días de lluvia del mes (entendiendo por días de lluvia los que tengan precipitación superior a un milímetro).

**Clima potenciador:** Condiciones climáticas de afección al consumo de agua que producirían los valores dotacionales más elevados, de la consideración de todos los episodios climáticos registrados y disponibles en el ámbito de consumo. Las condiciones climáticas de cada mes se establecen a partir de la combinación del valor medio mensual de las temperaturas máximas diarias y el número de días de lluvia del mes (entendiendo por días de lluvia los que tengan precipitación superior a un milímetro).

**Disponibilidad de recursos:** Conjunto de regímenes hídricos superficiales y subterráneos susceptibles de ser utilizados por un sistema de abastecimiento dentro de las limitaciones vinculadas a las dimensiones y capacidad de utilización de las infraestructuras, a los derechos concesionales, a la utilización compartida con otros usos, en su caso, y a la distribución de demandas y condicionantes que se deban atender.

**Emergencia Fase 3:** Situación del sistema de abastecimiento en que sería necesario imponer medidas de racionamiento de la demanda. Situación más rigurosa de las contempladas en los escenarios de riesgo de insuficiencia de recursos, con probabilidad bajísima de ocurrencia, y que se correspondería con una situación de sequía hidrológica extrema. También se suele denominar Escasez de Emergencia o Sequía Extrema

**Emergencia Fase 2:** Situación del sistema de abastecimiento en que sería necesario imponer medidas restrictivas a la demanda. Situación rigurosa entre las contempladas en los escenarios de riesgo de insuficiencia de recursos, que sólo se presentaría en caso de sequía hidrológica grave. También se suele denominar **Escasez Grave o Sequía Grave**.

**Emergencia Fase 1:** Situación del sistema de abastecimiento en que sería necesario reducir de forma moderada la demanda. Situación más leve de las contempladas en los escenarios de riesgo de insuficiencia de recursos, y que se correspondería con los registros hidrológicos de menor probabilidad de ocurrencia. También se suele denominar **Escasez Severa o Sequía Severa**.

**Escasez:** Situación de un sistema de suministro, a la que se puede haber llegado por diversas causas, en la que sería necesario imponer algún tipo de medida con afección social. En este documento esta situación es asimilable a la denominada **sequía operacional**.

**Escenario de riesgo de Emergencia por sequía:** Conjunto de situaciones y circunstancias en las que hay una cierta probabilidad de insuficiencia de disponibilidades para atender la totalidad de las demandas en cada una de las zonas de consumo en el corto plazo y es necesario recurrir a acciones

de precaución que requieran reducciones de la demanda de agua con las consiguientes afecciones a los usuarios. También se puede denominar **Escenario de riesgo de Escasez**

**Evolución dotacional natural:** Variación de las dotaciones de cada tipo de uso independientemente de las actuaciones específicas de gestión de la demanda en el ámbito de suministro.

**Evolución dotacional subyacente:** Variación de las dotaciones de cada tipo de uso independientemente de las incrementos o decrementos atribuibles a factores climáticos diferentes del normal o a la implantación de medidas coyunturales incidentes en el consumo.

**Garantía de suministro:** Probabilidad de que en un año hidrológico se satisfaga la totalidad de los meses los volúmenes totales demandados desde cada una de las zonas de consumo y de acuerdo a unos criterios establecidos de prevención y gestión de riesgo de escasez o sequía.

**Gestión de la demanda:** Acciones inducidas para conseguir una disminución de los volúmenes o los caudales solicitados a un sistema de suministro.

**Gestión coyuntural de la demanda:** Acciones de gestión de la demanda que sólo pretenden superar un determinado escenario de insuficiencia del sistema.

**Gestión permanente de la demanda:** Acciones de gestión de la demanda que se mantienen a lo largo del tiempo, independientemente de las disponibilidades y almacenamientos del sistema de suministro.

**Necesidades básicas:** Volumen a asegurar en condiciones de Emergencia Fase 3 o Sequía o Escasez Extrema. Se obtiene de asignar a todas las unidades de consumo unas dotaciones mínimas a cada tipo de uso.

**Nivel de riesgo de Emergencia por sequía:** Volumen total de almacenamiento en los embalses superficiales del sistema que determina, al inicio de cada mes, el comienzo de un escenario de riesgo de sequía operacional. También se puede denominar **Nivel de riesgo de escasez**.

**Pérdidas aparentes:** Volúmenes de agua no contabilizados debido a todos los tipos de imprecisiones en los aparatos de medida, los consumos incontrolados, las posibles conexiones fraudulentas y usos de operación y procesos en redes de distribución.

**Pérdidas reales:** Volumen de agua perdida físicamente de forma incontrolada en las conducciones o depósitos debido a fisuras, roturas o reboses. Incluye las pérdidas en las redes de distribución, excluyendo las conducciones privadas.

**Propiedades:** Cada una de las unidades independientes de consumo catalogadas como actividad comercial, industrial, domiciliaria o de otros usos, con contrato directo con el Canal de Isabel II o como parte de un contrato general de un edificio o comunidad.

**Recursos complementarios:** Son aquellos cuya incorporación al sistema de suministro requiere de unos costes de operación notablemente superiores a los ordinarios.

**Recursos reciclados:** Son los volúmenes procedentes de un uso previo, dentro del ámbito de suministro del sistema de abastecimiento, con los tratamientos adecuados al fin que se destinen y empleados para satisfacer demandas dentro del propio ámbito, que se satisfarían en condiciones tradicionales mediante las infraestructuras de suministro de agua potable. Incluye agua residual regenerada y aguas grises pero no incluye agua de lluvia captada en las propiedades particulares ni la captada en sistemas generales y regenerada.

**Recursos de utilización extraordinaria o de emergencia.** Son los volúmenes previstos de incorporación factible en situaciones de sequía extrema para complementar las disponibilidades normales

**Reglas de operación:** Conjunto de pautas de carácter general de operación de las fuentes de recursos de un sistema de abastecimiento y de sus demandas y condicionantes ambientales.

**Reservas estratégicas:** Volúmenes de recursos, cuyo uso estará restringido para la resolución de escenarios de riesgo de escasez o para la prevención de incurrir en el corto plazo en dichos escenarios. En el caso del sistema del Canal de Isabel II las reservas estratégicas coinciden con los volúmenes extraíbles del Acuífero Terciario Detrítico. Los niveles de utilización de las reservas estratégicas se identifican como niveles de inicio de Fase C.

**Sequía:** Término de acepción poco precisa, no empleado con carácter general en este Manual. En los casos en que se cita por homogeneidad terminológica con las voces de uso más frecuente o por estar recogidas en normativa debe entenderse como alguno de los escenarios de escasez o insuficiencia de recursos. En general se suele denominar sequía a un periodo con un régimen de precipitaciones, caudales fluyentes por los cauces o volúmenes de aportación inferiores a los normales en un grado tal que producen un cambio transitorio en las pautas de gestión del sistema hídrico afectado.

**Sequía agrológica:** Aquella que corresponde a un régimen de precipitaciones inferiores a las necesidades vegetativas de las plantas y cultivos del ámbito considerado.

**Sequía extrema:** En el contexto de los sistemas de abastecimiento se utiliza este término como simplificación de **Sequía hidrológica extrema**. Periodo con aportaciones anuales (hidrológicas) muy bajas, inferiores a los de sequía grave. Se cuantificarán preferiblemente como referencia a la sucesión de periodos extremos registrados.

**Sequía grave:** En el contexto de los sistemas de abastecimiento se utiliza este término como simplificación de **Sequía hidrológica grave**. Periodo con aportaciones anuales (hidrológicas) inferiores a cualquiera de los registros históricos de la duración considerada. Se cuantificarán preferiblemente como referencia a la sucesión de periodos extremos registrados.

**Sequía hidrológica:** La secuencia meteorológica que ocasiona regímenes de caudales, en los puntos de la trama hidrológica (cauces y acuíferos) inferiores a la normalidad

**Sequía meteorológica:** Periodo prolongado de precipitaciones inferiores a lo normal. Corresponde a valores de precipitación en un intervalo temporal determinado (generalmente anual) con una probabilidad determinada de ocurrencia.

**Sequía Operacional.** Situación de un sistema de suministro en la que se establecen medidas con alguna incidencia, afección o coste a los usuarios del servicio prestado por el sistema. Esta definición es independiente de las causas que determinan las circunstancias desencadenantes del inicio de la misma.

**Sequía severa:** En el contexto de los sistemas de abastecimiento se utiliza este término como simplificación de **Sequía hidrológica severa**. Periodo con aportaciones anuales (hidrológicas) bajas pero dentro del contexto registrado históricamente,

**Sistema de abastecimiento:** Conjunto de infraestructuras que hacen posible la satisfacción de las demandas de agua de una zona o conjunto de zonas de consumo.

**Unidades de consumo:** Ver *propiedades*.

**Zona de consumo:** Cada uno de los ámbitos de suministro en que se subdivide un sistema de abastecimiento, en los que generalmente se conoce la cuantía de los volúmenes mensuales consumidos.

**ANEJO 1**

---

**PLAYDROU - GUÍA USUARIO**

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>3</b>
<b>2. DATOS DE PARTIDA</b> .....	<b>3</b>
2.1 RECURSOS DE AGUA DISPONIBLES. ....	3
2.2 DEMANDAS PREVISTAS. ....	6
2.3 DESCRIPCIÓN DE LAS CONDICIONES DE CÁLCULO DE CADA FASE.....	7
<b>3. METODO DE CÁLCULO</b> .....	<b>9</b>
<b>4. REQUISITOS DEL SISTEMA E INSTALACIÓN DE LA APLICACIÓN</b> .....	<b>12</b>
<b>5. INTERFAZ DE USUARIO</b> .....	<b>13</b>

## INTRODUCCIÓN

La aplicación PlayDrou permite calcular los umbrales o condiciones determinantes de los niveles de riesgo de sequías o de escasez en los sistemas de abastecimiento de agua que desencadenarían las fases de mitigación de la escasez. Los umbrales se refieren, en términos genéricos, a unos niveles de almacenamiento en un sistema de puntos de almacenamiento principal de forma que, si las reservas bajan por debajo de dichos niveles se considera que el sistema se encuentra en una situación de escasez y se deben tomar las medidas necesarias para corregir la situación o minimizar los efectos adversos de ella.

El cálculo de los niveles de reserva, que desencadenarían el inicio de cualquiera de las fases de sequía, se realiza a partir de la curva de nivel de volúmenes almacenados que definen el inicio de la fase inmediata más severa buscando, en cada mes, el nivel de reserva mínimo necesario para que en un determinado periodo a partir de ese mes, no se pase a la fase siguiente ni en el caso de que la aportación sea la más desfavorable de las conocidas.

Del párrafo anterior se desprende que los resultados de los cálculos son volúmenes almacenado en los puntos de almacenamiento principal. Por otro lado, y como se comenta más adelante, las aguas subterráneas se tratan, en cierta forma, como si fueran embalses por lo que sólo tiene sentido intentar usar esta aplicación en un sistema que disponga de embalses, aguas subterráneas u otro punto de almacenamiento.

## DATOS DE PARTIDA

Los datos de partida para poder realizar los cálculos se pueden dividir en tres grandes grupos.

1. Recursos de agua previsible.
2. Demandas previstas.
3. Descripción de las condiciones de cálculo de cada fase.

Tanto los recursos disponibles como las demandas previstas se han clasificado en distintos apartados. Esta clasificación se ha realizado para mantener un cierto orden en la distribución de los datos y no implica, de forma automática, una diferencia en el uso que de ellos se hace durante los cálculos de las fases.

### **Recursos de agua disponibles.**

Están formados por todas las fuentes de agua que se pueden utilizar para satisfacer las demandas del sistema. Se han clasificado en cuatro grandes grupos:

- Recursos ordinarios.
- Recursos estratégicos.
- Recursos complementarios.
- Recursos de utilización extraordinaria.

Los puntos de almacenamiento principal se consideran siempre recursos ordinarios. El resto de los recursos se pueden establecer como pertenecientes a cualquiera de los grupos anteriores.

Los puntos de almacenamiento principal quedan caracterizados por una serie de aportaciones, la distribución mensual de almacenamientos máximos, el embalse muerto, la curva volumen/superficie y los coeficientes mensuales de evaporación. En la figura 1 se puede ver un ejemplo del formulario de entrada de estos datos.

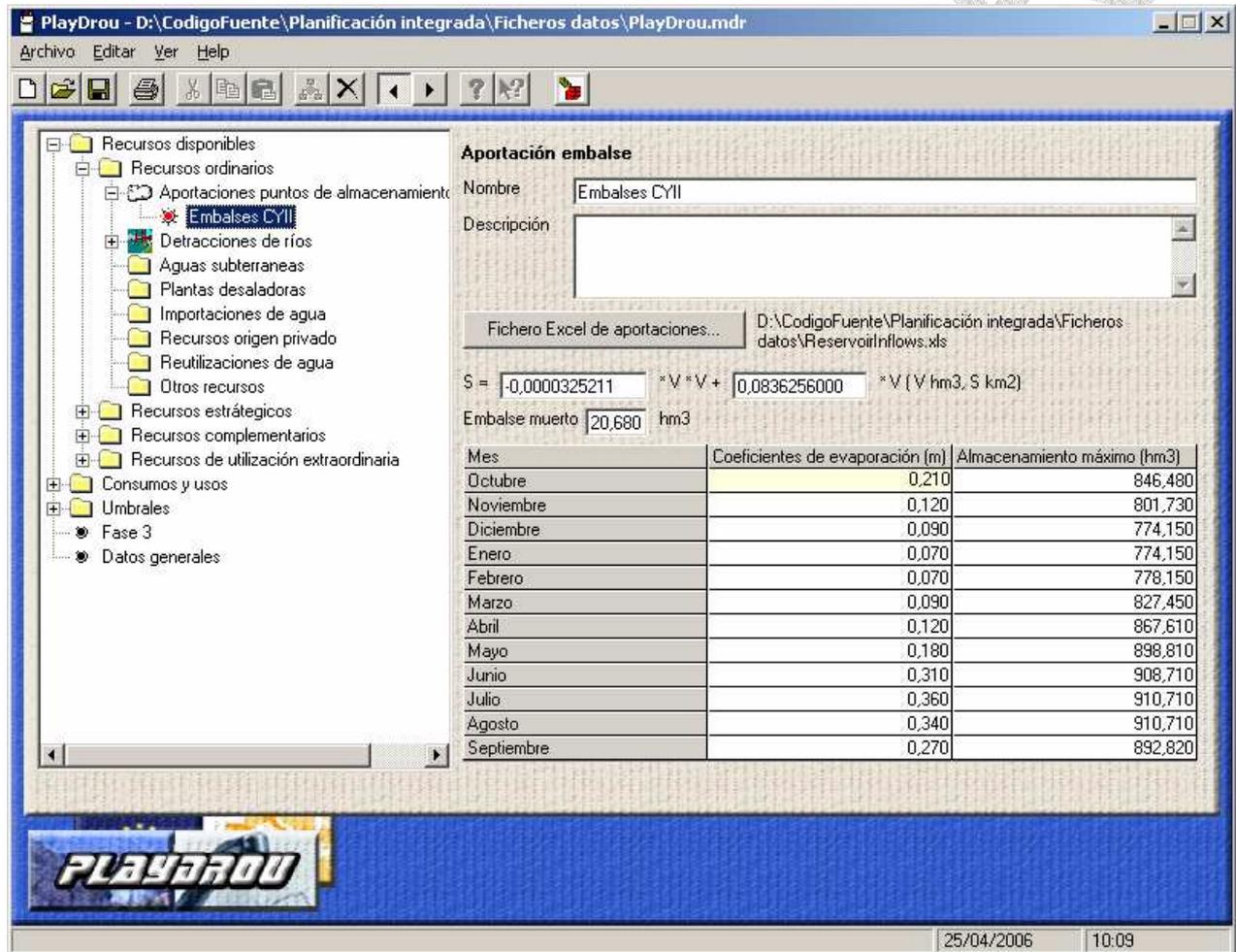


Figura 1.

Respecto a las aguas subterráneas, se tratan de forma que cada acuífero o grupo de acuíferos se puedan asimilar a un embalse. En este sentido quedan caracterizadas por un volumen máximo que representaría el volumen que se puede extraer cuando el acuífero está totalmente cargado, unas aportaciones que representan la recarga del acuífero y una ecuación polinómica de tercer grado que permite calcular el caudal que se puede extraer del acuífero en función del volumen de agua que almacena en un momento dado. Los coeficientes de este polinomio pueden ser distintos en cada una de las fases; esta posibilidad permite ajustar el uso de los pozos en función del estado del sistema, por ejemplo:

- Si en una fase no se utilizan los pozos se pueden poner a cero todos los coeficientes y el caudal de salida será siempre cero.
- Si el caudal que pueden dar los pozos es constante e independiente del historial de uso se pueden poner a cero todos los coeficientes excepto el término independiente. El resultado de esta combinación es un caudal constante e igual al término independiente.
- Cuando el acuífero se está simulando con recarga, el comportamiento normal será que el caudal de salida deba ser cero cuando el agua se agote (volumen cero). En esta situación el término independiente de la ecuación se debe poner a cero de forma que para volumen cero el caudal sea cero.

En la figura 2 se puede ver un ejemplo del formulario de entrada de estos datos.

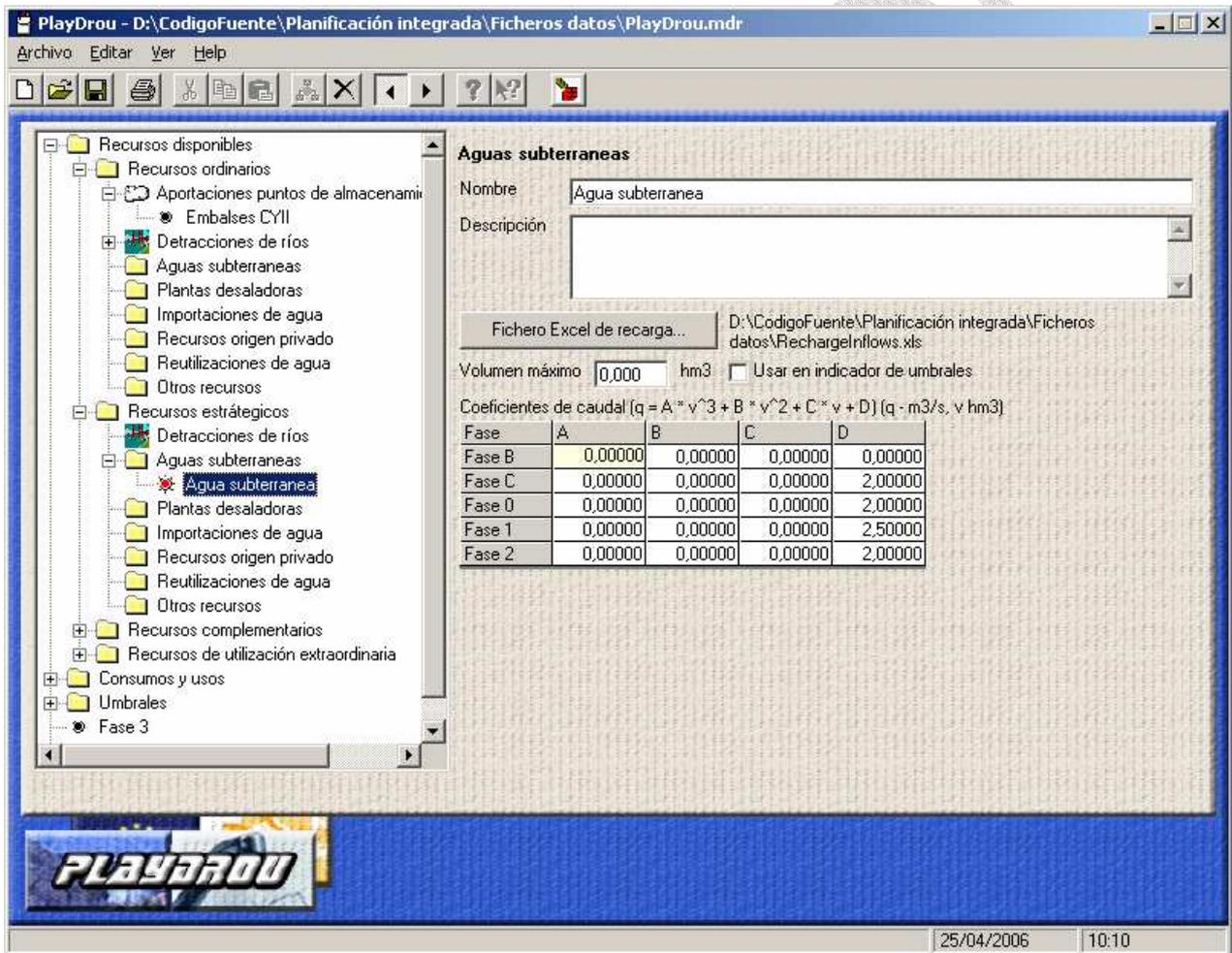


Figura 2.

El resto de los recursos se definen como un volumen anual, del que se puede disponer totalmente dentro del año, y un volumen máximo mensual que representa la capacidad de la conducción por la que circula el recurso o instalación que lo trata o transporta. El volumen anual se puede definir para cada una de las fases de forma que, en cada fase, el recurso sólo se use en la cuantía necesaria y cuando sea necesario. Si en una fase el volumen anual es cero el recurso deja de usarse en ella. En la figura 3 se puede ver un ejemplo del formulario de entrada de estos datos.

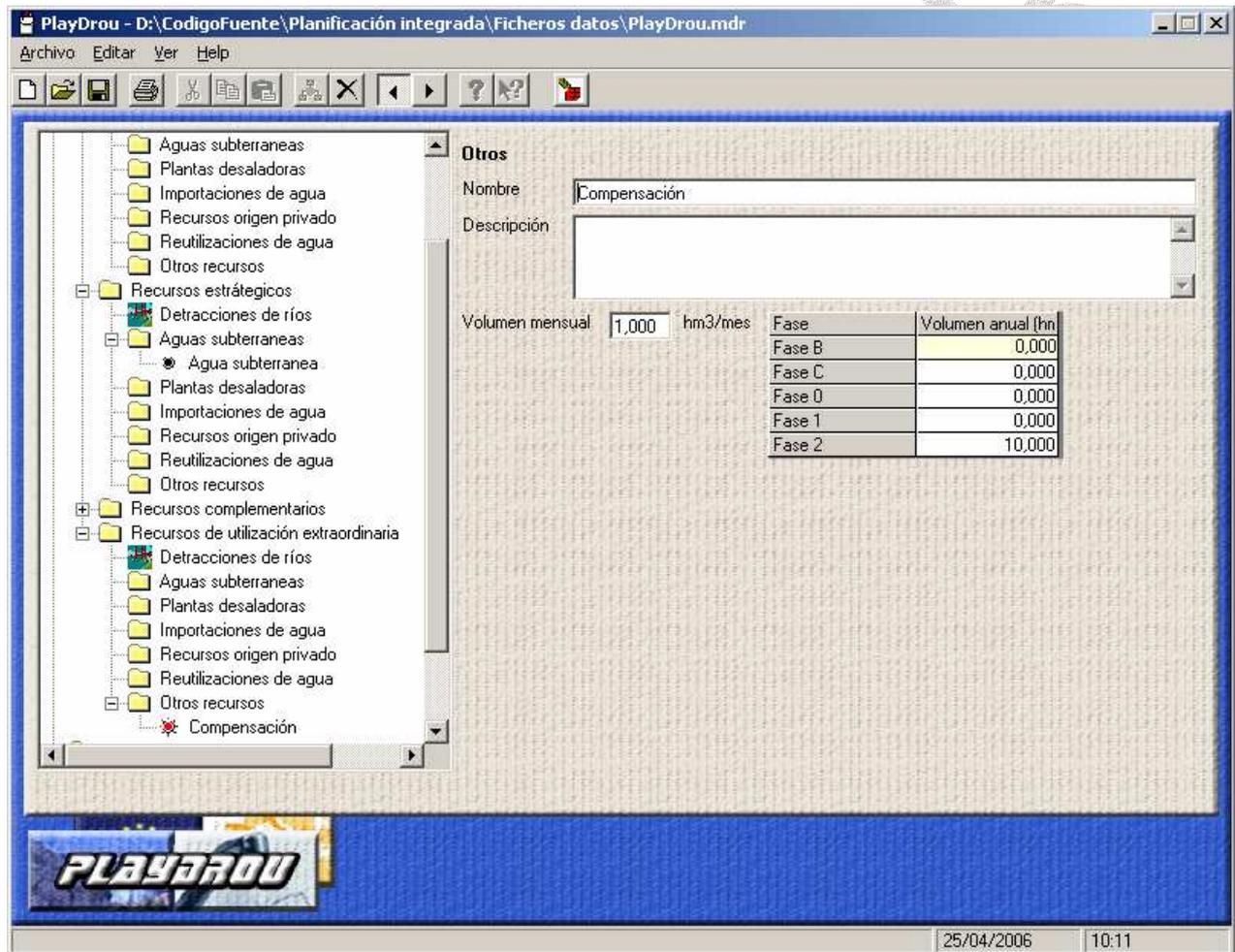


Figura 3.

Respecto al orden de utilización de los recursos a la hora de calcular una fase, en primer lugar se usan todos los recursos disponibles para esa fase excepto los puntos de almacenamiento principal y los pozos. Si las demandas no se pueden satisfacer en su totalidad con los recursos anteriores se emplean, en segundo lugar, los pozos. En último lugar se usan los puntos de almacenamiento principal. Este orden se estableció ante la necesidad de ir haciendo un balance mensual de agua en los puntos de almacenamiento principal y en los embalses ficticios que representan los pozos pero, no altera en ningún momento la disponibilidad de cada recurso definida para cada una de las fases.

### **Demandas previstas.**

Todos los tipos de demanda quedan caracterizados por la distribución mensual de sus valores a lo largo de año. Además, y para cada una de las fases de sequía, se establecen unos porcentajes de reducción que se aplican todos los meses dentro de cada fase. De forma adicional se puede especificar un número de meses que indica el tiempo que se tarda en pasar de la demanda normal a la reducida. Todos los valores que definen una demanda se aplican a una demanda en particular y no a una de las grandes categorías en las que se han clasificado. En la figura 4 se puede ver un ejemplo del formulario de entrada de estos datos.

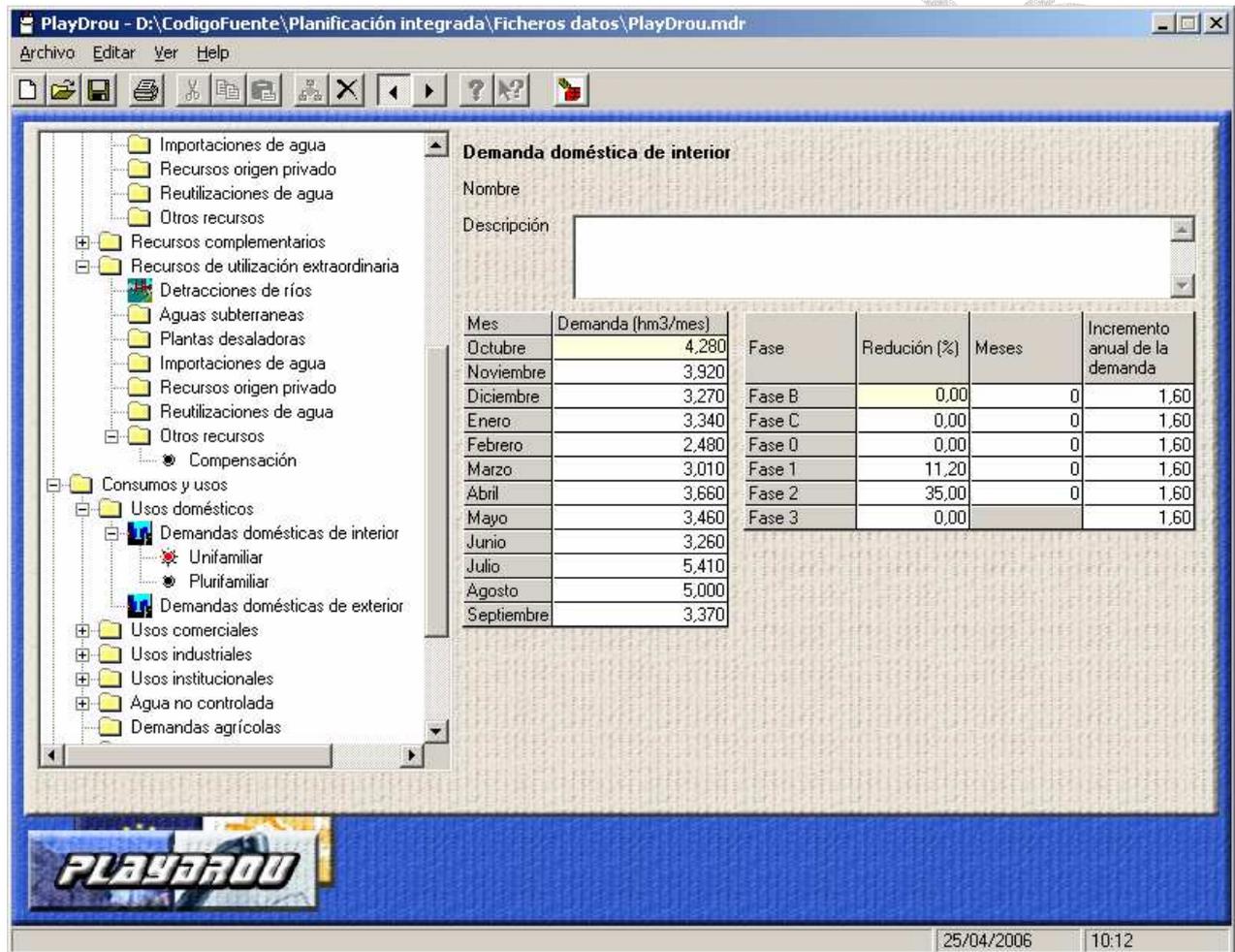


Figura 4.

A partir de los valores de todas las demandas, sus reducciones y los tiempos de reducción se calcula una demanda global de todo el sistema y para cada uno de los meses del año que se intenta satisfacer en su totalidad. Por lo tanto, no es posible establecer prioridades entre las distintas demandas o permitir que alguna demanda quede sin satisfacer en situaciones de escasez. Habría que matizar, sin embargo, que al poder definir la reducción de una demanda para cada fase siempre es posible establecer dicho a valor al 100% con lo que a efectos prácticos esa demanda deja de satisfacerse en esa fase.

#### Descripción de las condiciones de cálculo de cada fase.

Normalmente una fase queda definida por una serie de almacenamientos iniciales en el sistema de almacenamiento principal de forma que en un determinado periodo de tiempo el volumen almacenado no sea inferior a los volúmenes definidos como umbral de inicio de otra fase más severa. Por lo tanto para caracterizar una fase hay que establecer (1) su fase de referencia y (2) el periodo de tiempo, en meses, en el que no se puede tener un almacenamiento inferior al volumen definido en la fase de referencia.

Una forma menos restrictiva de caracterizar una fase es permitir que en un cierto porcentaje de meses al almacenamiento del sistema pueda estar por debajo del almacenamiento definido en la fase de referencia. Es este segundo caso la fase queda definida por (1) su fase de referencia, (2) el periodo de tiempo, en meses, y (3) un percentil que indica el porcentaje de meses en los que el almacenamiento puede estar por debajo del volumen definido en la fase de referencia.

Dado que una fase se calcula siempre en relación a otra es necesario, en algún momento, definir directamente una de ellas para que sea el punto de partida de todas las demás. En PlayDrou esta fase especial se define como la suma de los siguientes factores:

- Embalse muerto
- Demanda en un determinado número de meses calculada a partir de la población y de una dotación.
- Evaporación en los meses para los que se calcula la demanda del punto anterior.

Si el número de meses de calculo de la demanda es cero la fase especial queda reducida al embalse muerto del sistema y, si el embalse muerto de todos los embalses es cero esta fase queda establecida al un valor nulo constante.

El orden en el que se calculan las fases y la fase de referencia de una fase en particular se establecen de forma gráfica en el interfaz de usuario de la aplicación. Mediante las flechas situadas a la derecha de la lista de fases se pueden ordenar de forma que la fase de referencia de una fase sea la que se encuentra justo debajo de ella. Las fases se calculan siempre empezando por la situada en la parte inferior y terminado con la situada en la parte superior. En la figura 5 se incluye un volcado de la ventana de ordenación de fases.

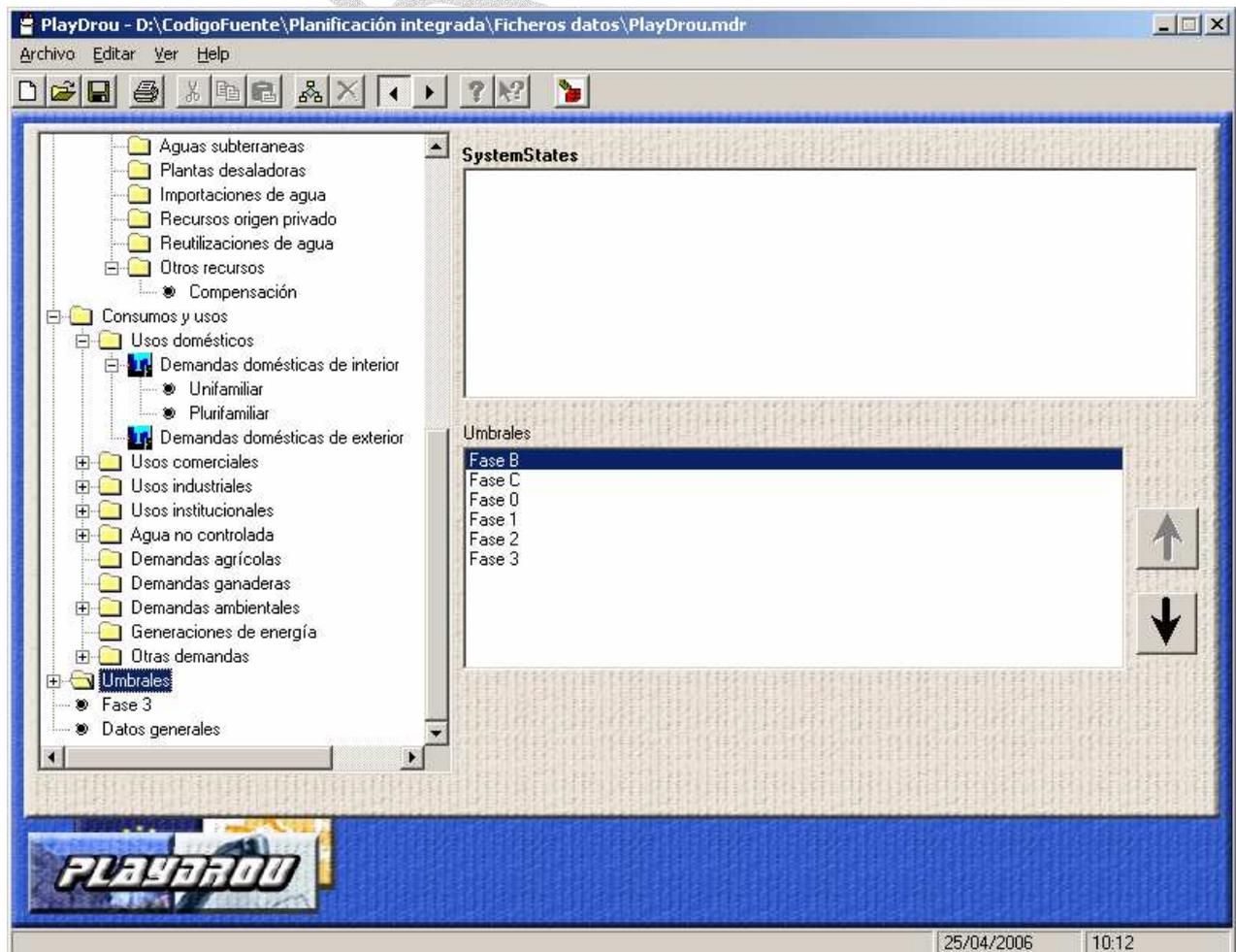


Figura 5.

## METODO DE CÁLCULO

El cálculo de los umbrales referidos como niveles de reserva, que desencadenarían el inicio de cualquiera de las fases de sequía, se realiza mediante un balance global del sistema, en la consideración de que durante la explotación se habrá mantenido un equilibrio entre los diferentes subsistemas, de forma que ninguno de ellos resulte especialmente crítico, y el nivel de riesgo sea equivalente para todos sus componentes.

Para calcular el inicio de cada fase, se parte de la curva de niveles de volúmenes embalsados, que definen el inicio de la fase inmediata más severa, buscando cada mes el nivel de reserva mínimo necesario para que en el período estipulado para la duración de esa fase, no se pase a la fase siguiente ni en el caso de que la aportación sea la establecida como patrón de severidad más desfavorable de las conocidas.

### Datos de partida.

Los datos utilizados en el balance mensual de los puntos de almacenamiento principal son:

- Volumen de agua almacenado al inicio del mes
- Aportación recibida
- Consumo
- Evaporación
- Entradas al sistema procedentes de recursos complementarios, estratégicos o de emergencia.

### Volumen embalsado a principio de mes

Es la incógnita en el primer mes, y estadios de cálculo en los siguientes de la serie. Se refiere al total de las reservas almacenadas en el conjunto de los puntos de almacenamiento principal del sistema al comienzo del mes que se calcula.

### Aportación recibida

Se utiliza la totalidad de la serie histórica de aportaciones conocida, con datos mensuales referidos al conjunto de los puntos de almacenamiento del sistema de abastecimiento. A partir de esta serie se construyen subseries de dos años de duración con inicio en el mes que se va a calcular.

Si se toma como ejemplo el caso del sistema del Canal de Isabel II en el abastecimiento a Madrid. En el que se asume como aportación patrón las secuencias más desfavorables consecutivas registradas. Se dispone a la fecha de hoy de una serie de aportaciones de 92 años de longitud, que comienza en el año hidrológico 1913/14 y termina en el 2004/05. De esta serie pueden extraerse 90 subseries de 24 meses comenzando en cualquier mes del año, y 91 comenzando en octubre.

### Consumo (Agua derivada de puntos de almacenamiento)

Se utilizan los consumos mensuales calculados para la fase que se trata, aplicando las reducciones correspondientes a esa fase sobre la previsión de consumo para el año normal. En el caso ejemplo de Madrid se aplican los siguientes valores:

### Reducción de consumo

	Plurifam.	Unifam.	Comercial	Industrial	Otros	Instituc. interior.	Públicos exterior.	Perdidas reales.	Reducción media
<b>Fase 0</b>	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	<b>0.00%</b>
<b>Fase 1</b>	6.40%	11.20%	3.75%	2.00%	11.00	5.00%	40.00	13.17	<b>9.38%</b>
<b>Fase 2</b>	20.00	35.00%	20.00%	20.00%	40.00	20.00%	50.00	23.39	<b>26.00%</b>
<b>Fase 3</b>	80 l/h/d		50.00%	50.00%	50.00	50.00%	60.00	38.71	<b>51.39%</b>

### Consumo en las fases de gestión de sequía (hm<sup>3</sup>/año)

	Plurifam.	Unifam.	Comercial	Industrial	Otros	Instituc. interior.	Públicos exterior.	Perdidas reales	Total <sup>(1)</sup>
<b>Fase 0</b>	270.46	51.09	47.53	40.29	87.02	35.13	21.86	65.38	<b>618.76</b>
<b>Fase 1</b>	253.15	45.37	45.75	39.48	77.45	33.38	13.11	53.06	<b>560.74</b>
<b>Fase 2</b>	216.37	33.21	38.02	32.23	52.21	28.11	10.93	46.81	<b>457.89</b>
<b>Fase 3</b>	149.62		23.76	20.14	43.51	17.57	8.74	37.45	<b>300.80</b>

<sup>(1)</sup>Estos valores son los correspondientes a las previsiones de consumo a partir de 2003 en condiciones de clima potenciador

### Evaporación

Para calcular la evaporación, se supone que el volumen almacenado se encuentra distribuido por igual en todos los puntos de almacenamiento principal del sistema, proporcionalmente a su capacidad. Se aplican unos coeficientes de evaporación fijos para cada mes del año, y que son, expresados en metros y para el caso ejemplo de Madrid, son los siguientes:

Octubre	0.210
Noviembre	0.123
Diciembre	0.090
Enero	0.070
Febrero	0.070
Marzo	0.092
Abril	0.121
Mayo	0.184
Junio	0.310
Julio	0.360
Agosto	0.337
Septiembre	0.274

Estos coeficientes, multiplicados por la superficie total libre del punto de almacenamiento, dan la evaporación mensual. La superficie se calcula mediante una ecuación de segundo grado en la que se relaciona el volumen con la superficie libre. En el caso de la Madrid ecuación empleada fue:

$$S = 0.0836256 \cdot V - 0.0000325211 \cdot V^2$$

en la que S es la superficie en km<sup>2</sup>, y V el volumen embalsado en hm<sup>3</sup>. Esta fórmula se obtuvo integrando las que corresponden a los 14 embalses del sistema del Canal de Isabel II.

### Método de cálculo de los umbrales.

Se trata de calcular, para cada uno de los 12 meses del año, el volumen mínimo necesario en los puntos de almacenamiento para no bajar en ningún momento del nivel que indica el inicio de la siguiente fase de sequía, durante el período especificado como duración de la fase que se calcula.

Primero es preciso calcular el nivel de la fase de emergencia (Fase 3). En estas circunstancias críticas el balance entre entradas y salidas debería ser muy equilibrado, por lo que podría haberse definido la misma como la ausencia total de reservas. En el caso del ejemplo, se establece una reserva adicional de dos meses, con objeto de hacer frente a posibles desajustes en la incorporación de recursos y reducción de demandas previstas. Por tanto, el nivel de inicio de ésta fase en este caso viene determinado por el volumen de consumo y evaporación de los dos meses siguientes al de cálculo, más el volumen muerto de los embalses.

Para el resto de las fases, el cálculo se inicia suponiendo un valor arbitrario  $VI_1$  para el volumen a calcular y realizando el balance de embalses para los meses siguientes, utilizando cada una de las subseries de aportaciones de que se dispone:

$$VF_{ij} = VI_{ij} + AP_{ij} + AL_i - E_i - C_i$$

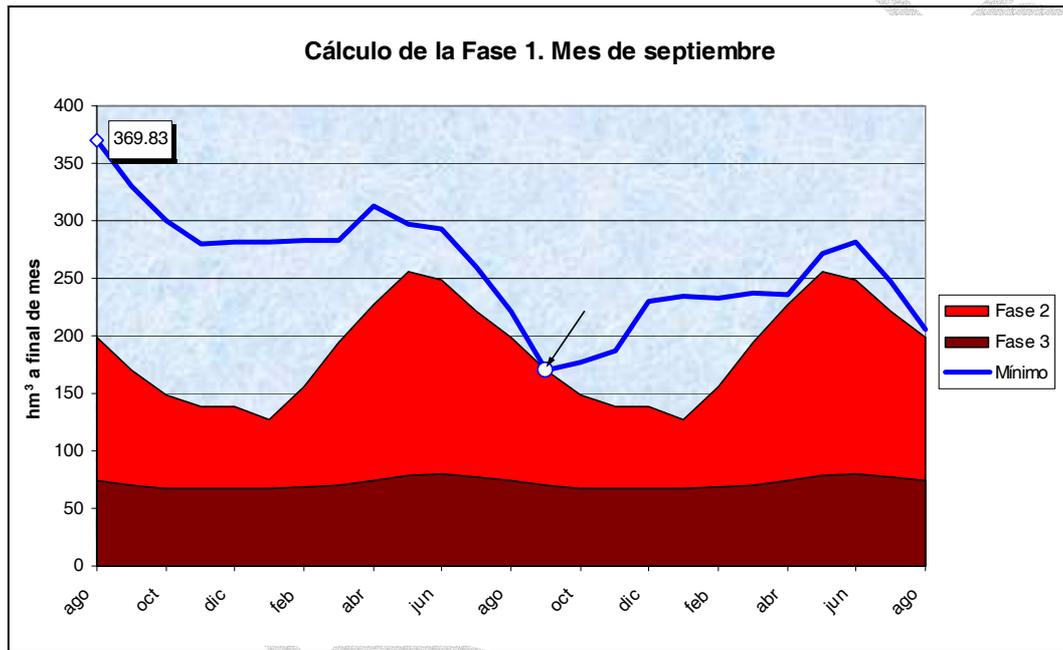
Siendo:

- $VF_{ij}$  el volumen almacenado al final del mes  $i$  que se obtiene con la serie de aportaciones  $j$
- $VI_{ij}$  el volumen almacenado al comienzo del mes  $i$  que se obtiene con la serie de aportaciones  $j$ , y que será igual a  $VF_{i-1j}$
- $AP_{ij}$  la aportación correspondiente al mes  $i$  en la serie  $j$
- $AL_i$  la entrada al sistema procedente de fuentes complementarias, en el mes  $i$
- $E_i$  la evaporación que corresponde en el mes  $i$  a un volumen de embalse  $VI_{ij}$
- $C_i$  el consumo en el mes  $i$

$i$  varía de 1 a  $n$  (número de meses del período de cálculo: 12 para la Fase C, 2 para la Fase 0, 12 para la Fase 1 y 24 para la Fase 2)

$j$  varía de 1 a 90 (número de subseries de 24 meses que pueden extraerse de la serie histórica total en el caso de Madrid)

Así se obtendrían, para cada uno de los meses del período de cálculo, tantos valores de volumen de embalse al final de mes, como series utilizadas. Tomando cada mes el mínimo de estos valores se puede dibujar la envolvente que indica el mínimo embalse alcanzable para el volumen inicial supuesto. El dato que se busca es el mínimo volumen inicial que produce una curva envolvente que en ningún caso corta la curva que define la siguiente fase.



Como ejemplo puede verse en la figura anterior, que un volumen de embalse a principio de septiembre de  $369.83 \text{ hm}^3$  produciría una curva de mínimo embalse que en septiembre del año siguiente toca la curva de la fase 2, sin llegar a rebasarla en ningún momento.

Para calcular el valor deseado, se utiliza una función de búsqueda de objetivos que encuentra el valor de partida que produce un valor de 0 en la mínima diferencia entre los 24 puntos homólogos de ambas curvas.

Este cálculo se realiza para cada mes del año y para cada una de las fases de la sequía comenzando en la FASE 2.

En el caso de la FASE B, el objetivo es que solo el 4% de los años se entre en la FASE 1, por lo que en lugar de la curva de almacenamientos mínimos se utiliza la correspondiente al percentil 4.

## REQUISITOS DEL SISTEMA E INSTALACIÓN DE LA APLICACIÓN

El sistema debe tener instalado el paquete Office XP.

La aplicación se instala ejecutando el programa "setup.exe" del CD. Se recomienda instalar la aplicación en el directorio que sugiere el programa de instalación de forma que el ejemplo de datos que acompaña a la aplicación se pueda ejecutar sin necesidad de realizar cambios.

El programa se arranca ejecutando "PlayDrou.exe" del directorio "C:\Archivos de programa\ PlayDrou"

## INTERFAZ DE USUARIO

El interfaz de usuario de la aplicación es el típico de Windows; consta de una barra de menú, otra de botones y una zona donde se muestra la información o los resultados que maneja el programa. La mayor parte de los elementos del interfaz de usuario son los estándares de una aplicación. Algunos de elementos especiales son los enmarcados en la figura 6 que permiten añadir o quitar elementos (recursos de agua o demandas), cambiar entre visualizar datos o resultados e iniciar el cálculo de las fases.

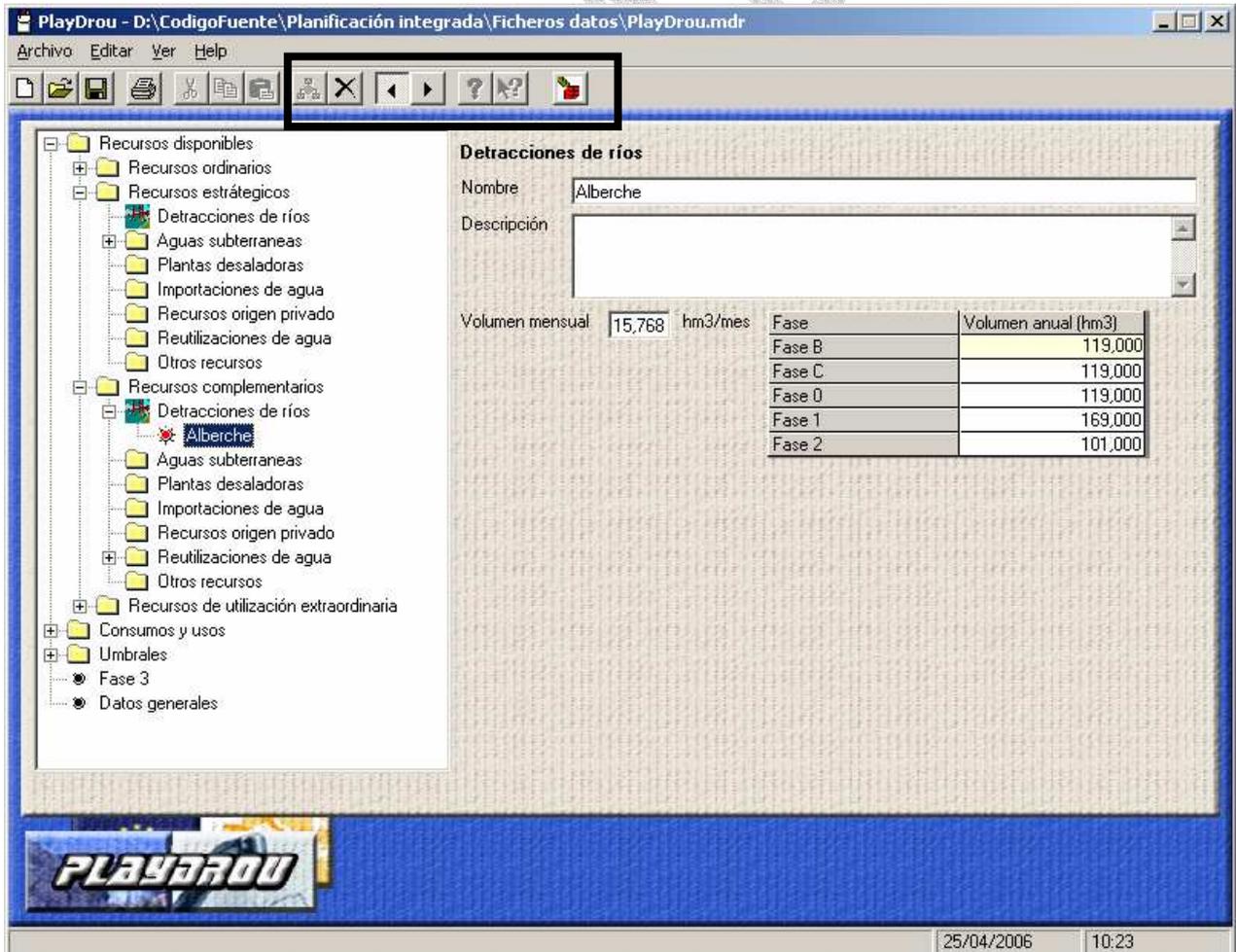


Figura 6.