

1^{er} TALLER HISPANO – ARGENTINO de SEGURIDAD de PRESAS

GESTIÓN de SEQUÍAS en RÍOS REGULADOS

Julio 2019

Justo Mora Alonso-Muñoyerro
Dr. Ing. C C y P
Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX



ÍNDICE

- ~~1. Introducción: rasgos hidrológicos y sequías en España~~
- 2. Concepto de sequía y tipología
- 3. Gestión de las sequías y su evolución
- 4. Planes Especiales de Actuación por Sequías
- 5. Ríos regulados en los Planes de Actuación por Sequías
- 6. Conclusiones



- 1. Rasgos hidrológicos y usos del agua en España
- **2. Concepto de sequía y tipología**
- 3. Gestión de las sequías y su evolución
- 4. Planes Especiales de Actuación por Sequías
- 5. Ríos regulados en los Planes de Actuación por Sequías
- **6. Conclusiones**



Definición y tipos de sequía

Wilhite y Glantz (1985) detectan más de 150 definiciones

clasificándolas en **meteorológica, agrícola, hidrológica y socioeconómica.**

Subrahmanyam (1967) distingue 6 tipos de tipología de sequía, meteorológica, climática, atmosférica, agrícola, hidrológica y de *gestión del agua*

SEQUÍA METEOROLÓGICA:

Palmer (1965) Intervalo de tiempo, generalmente de meses o años, durante el cual la contribución de la humedad en un lugar determinado es constantemente inferior a la climatológicamente esperada

Russell et al. (1970) Prolongada falta de precipitación, por debajo del promedio
Criterio **Organización Meteorológica Mundial** (WCP, 1986): hay sequía en una región si la precipitación anual es inferior al 60% de lo normal durante más de dos años consecutivos en más del 50% de la superficie de la región.

El **Glosario Internacional de Hidrología** de la UNESCO / OMS define la sequía como ausencia prolongada, deficiencia marcada o mala distribución de la precipitación

Sequía: otras definiciones

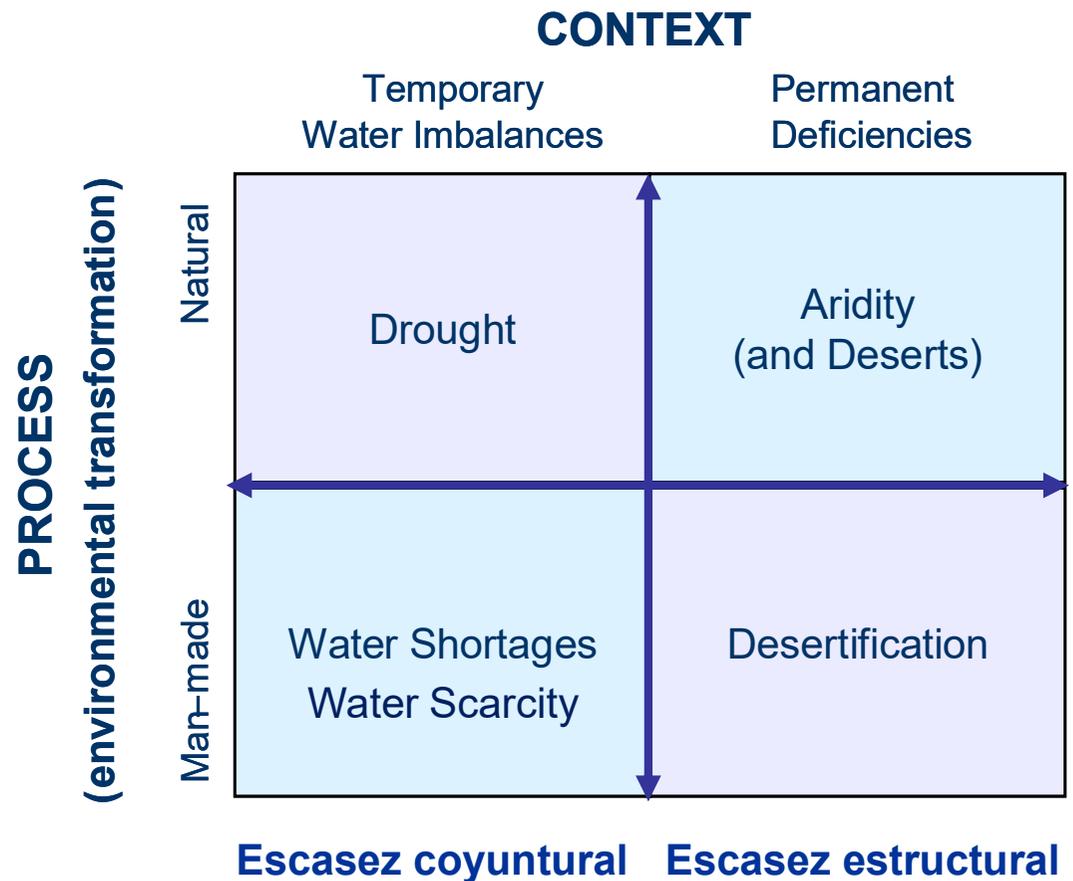
- **Sequía:** ausencia prolongada, deficiencia marcada o mala distribución de la precipitación (Glosario Internacional de Hidrología).
- **Sequía en una región:** lluvias anuales inferiores al 60% normales durante más de dos años consecutivos en más del 50% de la superficie (OMM)
- **Sequía hidrológica:** Período de tiempo anormalmente seco suficientemente prolongado para dar lugar a una escasez de agua, como lo demuestran los flujos de corriente y los niveles de los lagos y / o el agotamiento de la humedad del suelo y la disminución de los niveles de agua subterránea.

Diferenciación concepto sequía

La **aridez** es una característica climática (permanente) de una región. Los sistemas hidráulicos de explotación del recurso se diseñan para atender con **garantía** las **necesidades de agua** con independencia de sus **características climáticas**.

Obviamente las mismas demandas en una región árida requerirán más inversiones que en otras zonas más húmedas.

Sequía NO es una permanente insuficiencia de agua

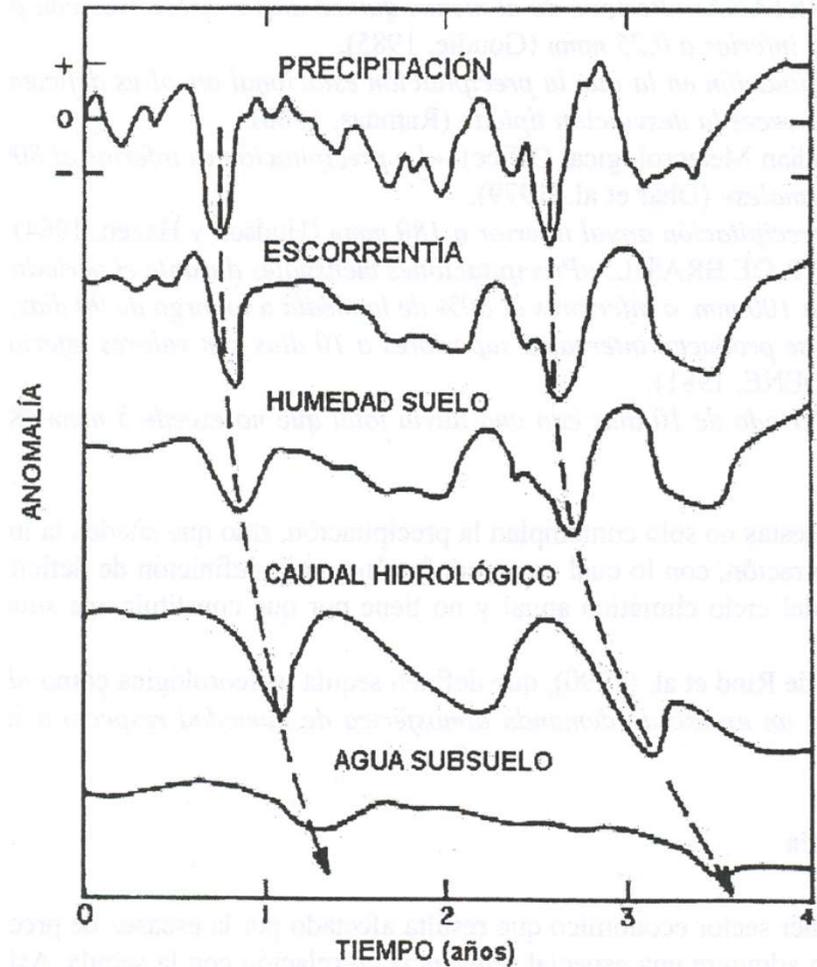


The typology of water stress condition (from Vlachos, 1983)

SEQUÍAS : tipología

- Su rasgo principal es su carácter **anormal** respecto de lo habitual en la región en términos de precipitación(**meteorológica**) o de aportación fluvial (**hidrológica**) en determinados periodos de tiempo, o en función de **reservas** almacenadas.
- Por sus efectos
 - **Agronómica**
 - **Socioeconómica**

Desfase temporal en la propagación de la anomalía hidro pluviométrica





- 1. Rasgos hidrológicos y usos del agua en España
- 2. Concepto de sequía y tipología
- **3. Gestión de las sequías y su evolución**
 - Normativa anterior y gestión de crisis
 - Medidas adoptadas y lecciones aprendidas
 - El nuevo marco legal: planes de gestión de sequías
- 4. Planes Especiales de Actuación por Sequías
- 5. Ríos regulados en los Planes de Actuación por Sequías
- 6. Conclusiones



- **3. Gestión de las sequías y su evolución**
 - Normativa anterior y gestión de crisis
 - Medidas adoptadas y lecciones aprendidas
 - El nuevo marco legal: planes de gestión de sequías



La gestión de las sequías y su regulación en España en normativas precedentes

- La tendencia en el tratamiento de las sequías ha trascendido de la gestión de la crisis a la gestión anticipada del riesgo de sequía. No obstante la anterior Ley de Aguas de España (Ley 29/1985) se enfrentaba a la sequía como una gestión de la crisis mediante medidas de emergencia:
 - Caso excepcional (artículo 58 del Acta del Agua). En circunstancias de sequía inusual, el Gobierno puede adoptar medidas excepcionales para hacer frente a la situación, incluso si se han concedido concesiones (derechos de uso del agua bajo ciertas condiciones). Tales medidas pueden incluir la construcción de infraestructura de emergencia.
 - Comisión de Desembalse

Crisis versus Gestión Riesgo Sequía

Es necesaria una nueva concepción de la gestión de la sequía, basada en la **preparación a largo plazo**, con el fin de reducir la **vulnerabilidad** y aumentar la **resiliencia** a la sequía

- **Prevención** - estrategias para reducir el riesgo y los efectos de la incertidumbre en su aparición - y **mitigación** – medidas adoptadas para limitar sus impactos adversos - .
- **Proactiva** gestión, desarrollando acciones planificadas con antelación, incluyendo las de orden legal, acuerdos institucionales, concienciación ciudadana y creación/modificación de infraestructuras.
- **Capacidad** para la elaboración de **planes contingentes**, previos a la aparición de la sequía: los sistemas eficientes de información y los sistemas de alerta temprana son el fundamento de los planes de sequía



- **3. Gestión de las sequías y su evolución**
 - Normativa anterior y gestión de crisis
 - Medidas adoptadas y lecciones aprendidas
 - **El nuevo marco legal: planes de gestión de sequías**

Gestión de las sequías: marco legal

-Diferentes artículos de la vigente Ley de Aguas, incluye modificaciones para encarar las sequías:

El Gobierno puede autorizar al Organismo de cuenca a preparar Centros de Intercambio de Agua (Bancos de Agua), acordados voluntariamente (artículo 71 ley de Aguas)

-Marco legal:

- Ley 10/2001 Plan Hidrológico Nacional, Artículo 27 “Gestión de Sequías”

• Otra normativa a considerar

- DIRECTIVA 2000/60/CE Artº 4 apartado 6 b
- Convenio cooperación aprovechamiento sostenible cuencas hidrográficas hispano-portuguesas (ALBUFEIRA) de 30-11-98 Artículo 19

-Best Practices on Water Scarcity and Drought Management (EU)



Proceso Elaboración Planes Gestión Sequías

Sistema Global de Indicadores Hidrológicos (SGIH)

La Confederación Hidrográfica prepara un **Plan Especial de Actuación en situación de Alerta o eventual Sequía**, → Consejo Agua de la Demarcación Hidrográfica → Aprobación del Ministerio

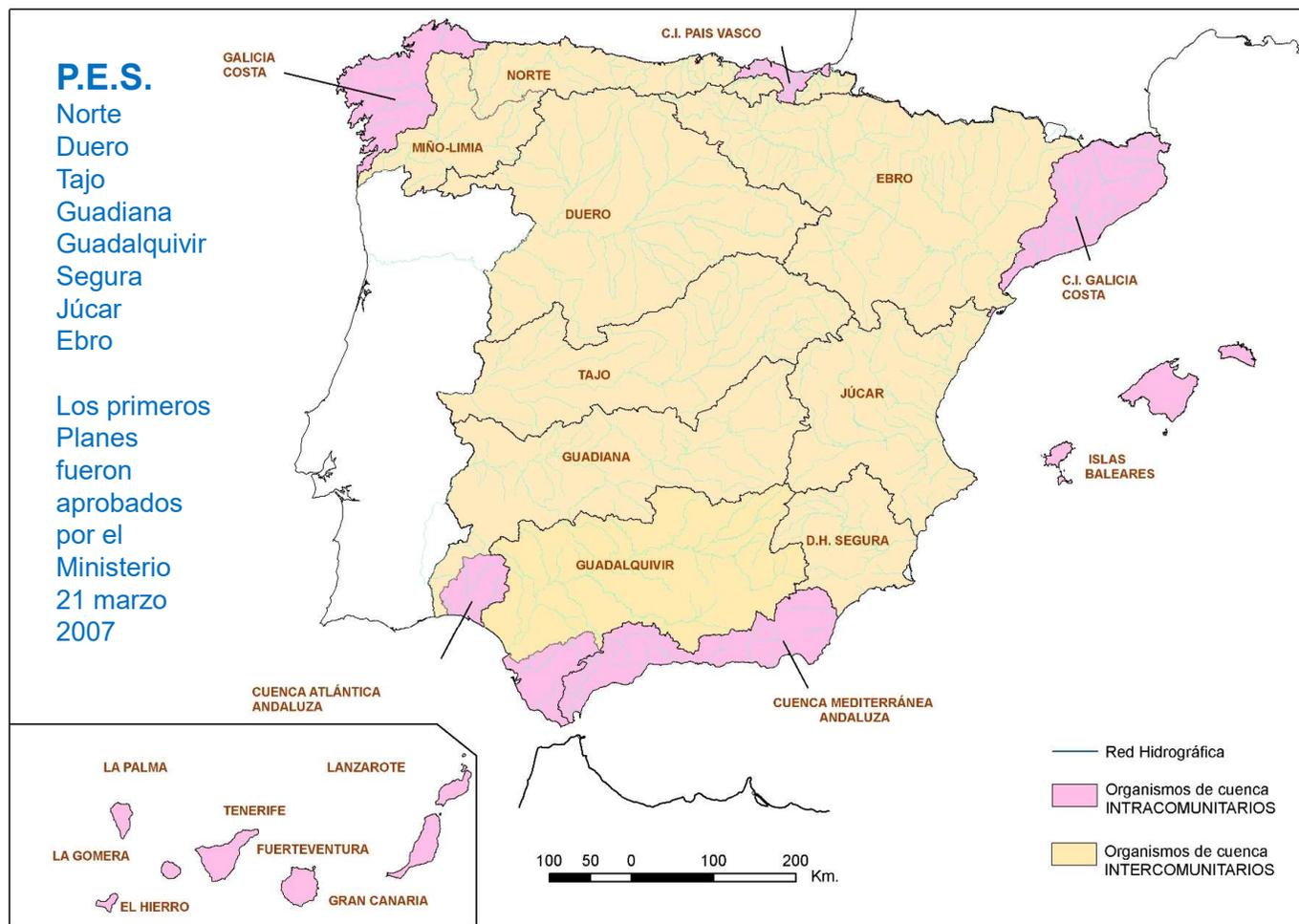
Las Administraciones responsables del abastecimiento (> 20.000 hab.)
→ desarrollar e implantar su **Plan de Emergencia ante Situaciones de Sequía**
Teniendo en cuenta reglas explotación sistemas hidráulicos y de uso del DPH

Las medidas previstas en los apartados anteriores podrán ser adoptadas por la Administración hidráulica de la Comunidad Autónoma, en el caso de cuencas intracomunitarias.



Confederaciones Hidrográficas y Administraciones hidráulicas: Gestión del agua por cuencas hidrográficas. Organismos de cuenca:

Orden TEC/1399/2018 aprobando la revisión de los PES de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico Occidental, Guadalquivir, Ceuta, Melilla, Segura y Júcar; a la parte española de las demarcaciones hidrográficas del Miño-Sil, Duero, Tajo, Guadiana y Ebro; y al ámbito de competencias del Estado de la parte española de la demarcación hidrográfica del Cantábrico Oriental





- 1. Rasgos hidrológicos y usos del agua en España
- 2. Concepto de sequía y tipología
- 3. Gestión de las sequías y su evolución
- **4. Planes Especiales de Actuación por Sequías**
 - Cuestiones previas
 - Objetivos y tipología del Plan
 - Zonificación / indicadores / umbrales
 - Caracterización de la sequía
 - Medidas
- 5. Ríos regulados en los Planes de Actuación por Sequías
- 6. Conclusiones



- **4. Planes Especiales de Actuación por Sequías**
 - Cuestiones previas.
 - **Objetivos y tipología del Plan**
 - Zonificación / indicadores / umbrales
 - Caracterización de la sequía
 - Medidas



Planes Especiales de Sequía: tipología y objetivos

- Qué tipo de plan de sequía:** aquél que incluye las medidas que pueden ser adoptadas **por las organizaciones** responsables de la explotación de los principales sistemas de suministro de agua, para mitigar sus efectos
- Objetivo:** **limitar los impactos** adversos de la sequía sobre la economía, la organización social y el medio natural
- Cómo?:** Planificando un sistema de gestión de sequías que **advierta de desviaciones** temporales del sistema de suministro de agua respecto de su **estado normal**, proponiendo las **acciones** a llevar a cabo en cada caso para **prevenir, evitar o mitigar sus adversos efectos**. Intenta afrontar un determinado periodo de sequía con las infraestructuras y estrategias de gestión **existentes.**(Planes Contingentes)



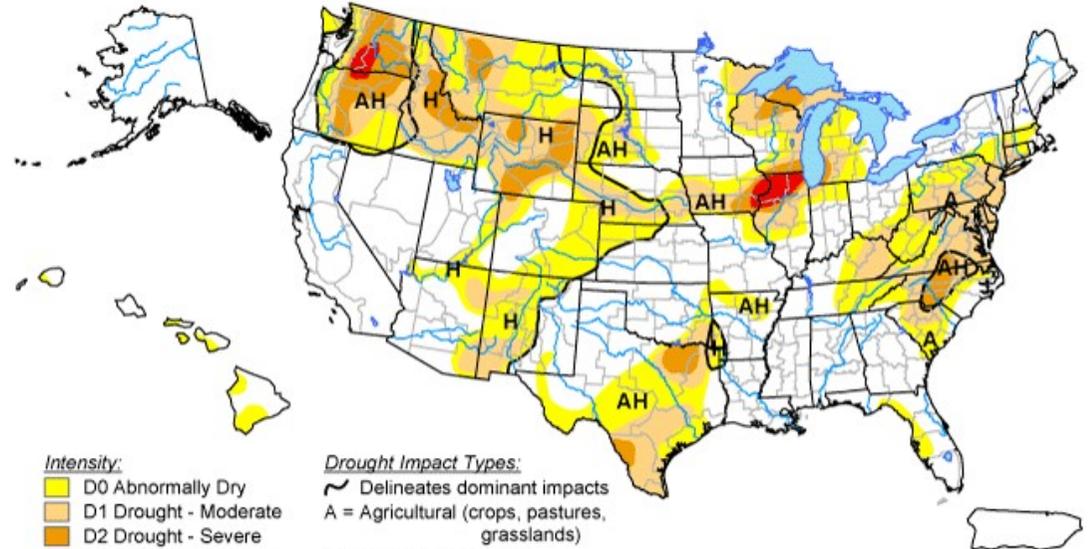
Índices de Sequía clásicos

- Percent of Normal
- Standardized Precipitation Index (SPI)
- Palmer Drought Severity Index (PDSI)
- Crop Moisture Index
- Surface Water Supply Index
- Reclamation Drought Index
- Deciles

National Drought Mitigation Center
Nebraska University

U.S. Drought Monitor

October 4, 2005
Valid 8 a.m. EDT



Intensity:

- D0 Abnormally Dry
- D1 Drought - Moderate
- D2 Drought - Severe
- D3 Drought - Extreme
- D4 Drought - Exceptional

Drought Impact Types:

- ~ Delineates dominant impacts
- A = Agricultural (crops, pastures, grasslands)
- H = Hydrological (water)
- (No type = Both impacts)

The Drought Monitor focuses on broad-scale conditions.
Local conditions may vary. See accompanying text summary





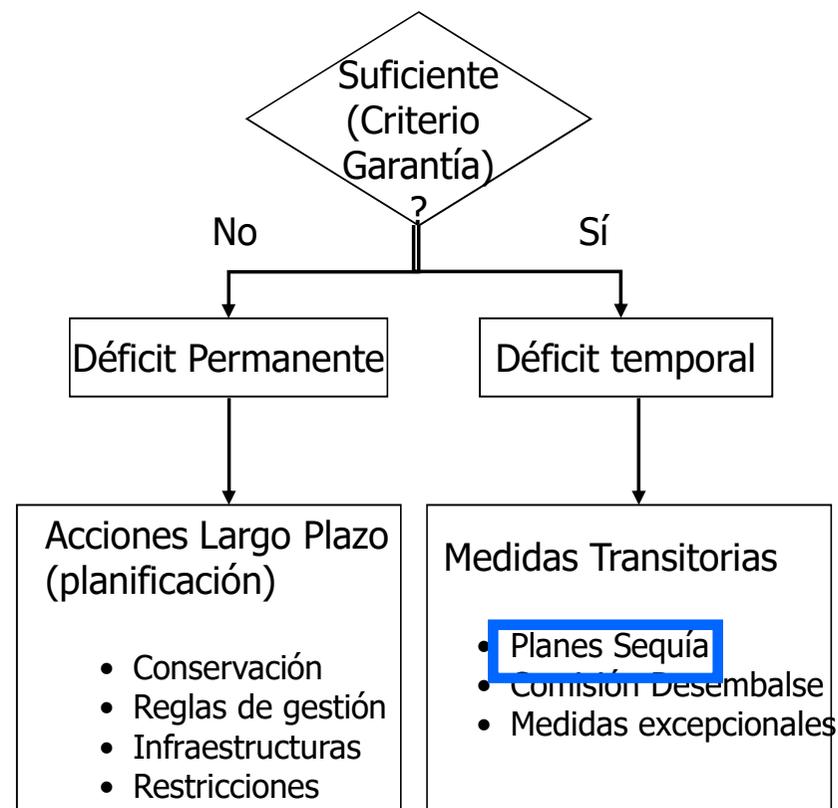
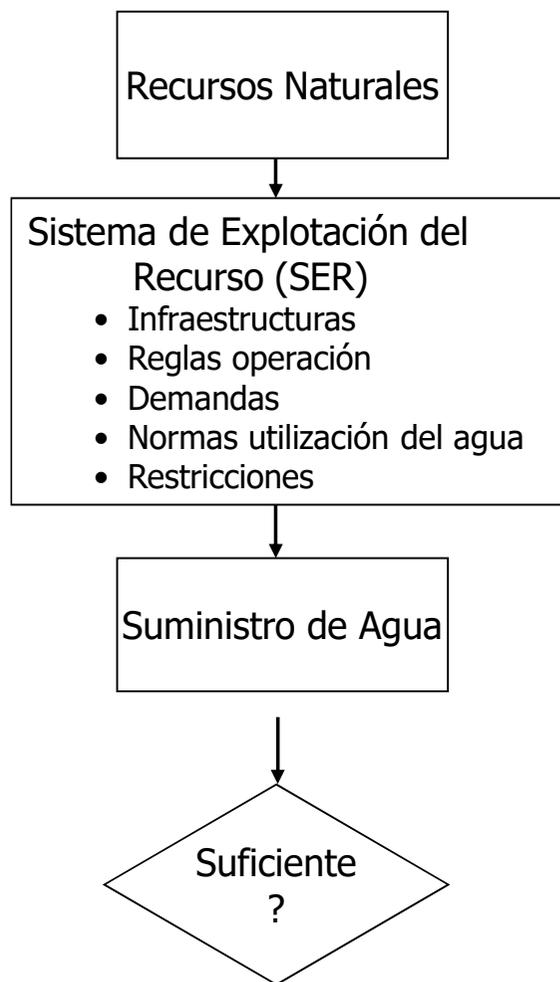
- **4. Planes Especiales de Actuación por Sequías**
 - Cuestiones previas.
 - Objetivos y tipología del Plan
 - Zonificación / indicadores / umbrales
 - Caracterización de la sequía
 - Medidas



CONTENIDO BÁSICO del PLAN

- Caracterización de la sequía en la región
 - Desviación respecto de lo habitual
- Sistema de indicadores que exprese el nivel de anomalía objetivamente
 - Zonificación
 - Umbrales que marquen hitos en la intensidad del suceso
- Medidas progresivas
 - Ligadas a los umbrales
 - Identificando los agentes responsables

ESCASEZ COYUNTURAL o ESTRUCTURAL



Criterio de garantía es una regla convencional que establece las condiciones cuantitativas con las que una demanda puede considerarse satisfecha: Tolerancia al Fallo de suministro

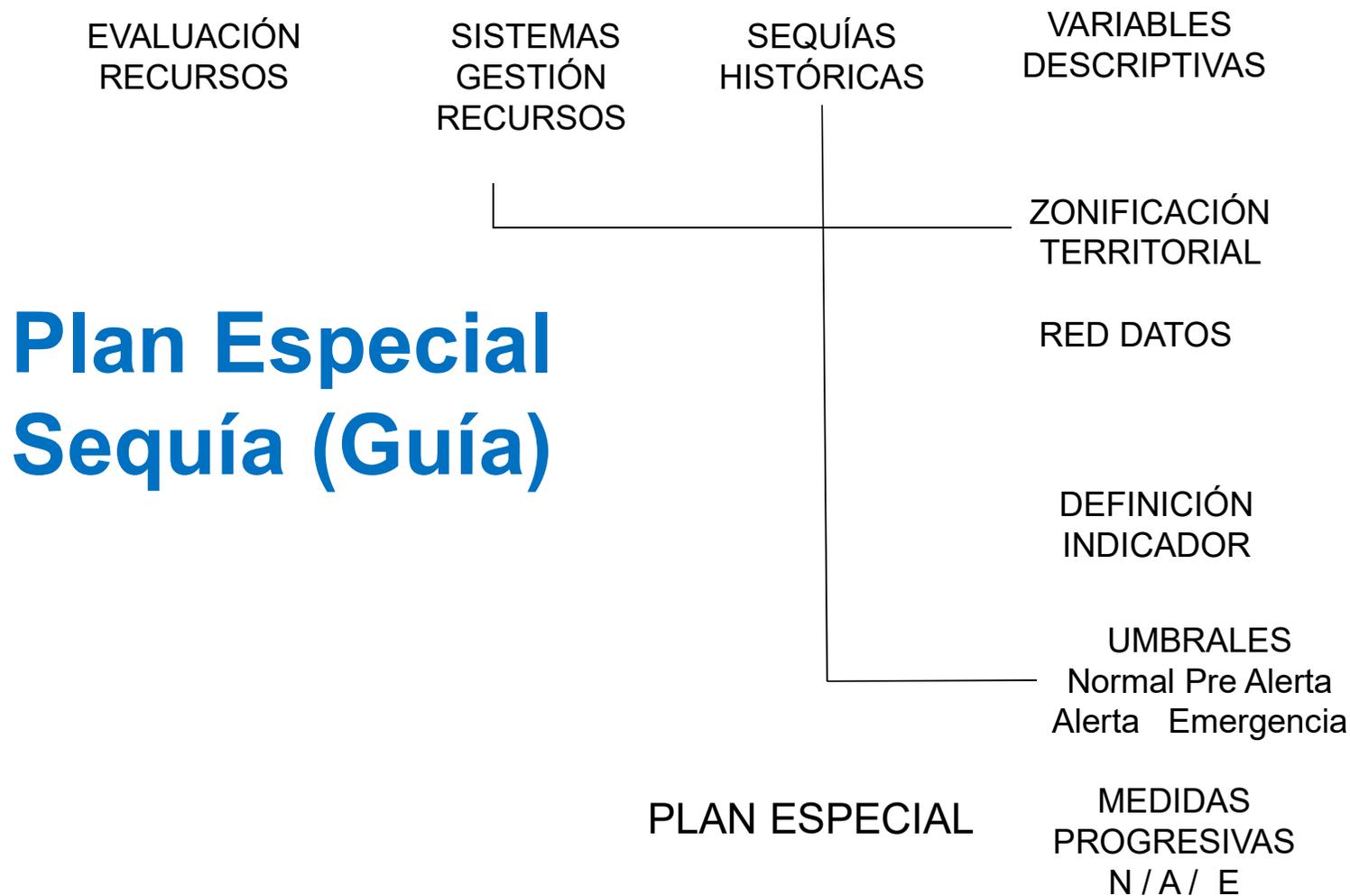


**GUÍA PARA LA REDACCIÓN DE PLANES
ESPECIALES DE ACTUACIÓN EN SITUACIÓN
DE ALERTA Y EVENTUAL SEQUÍA**





INDICADORES y DESARROLLO de los PLANES GESTIÓN SEQUÍAS





- a) **Escasez**: situación de carencia de recursos hídricos para atender las demandas de agua previstas en los respectivos planes hidrológicos una vez aseguradas las restricciones ambientales previas.
- b) **Escasez estructural**: situación de escasez continuada que imposibilita el cumplimiento de los criterios de garantía en la atención de las demandas reconocidas en el correspondiente plan hidrológico.
- c) **Escasez coyuntural**: situación de escasez no continuada que aun permitiendo el cumplimiento de los criterios de garantía en la atención de las demandas reconocidas en el correspondiente plan hidrológico, limita temporalmente el suministro de manera significativa.
- d) **Sequía**: fenómeno natural no predecible que se produce principalmente por una falta de precipitación que da lugar a un descenso temporal significativo en los recursos hídricos disponibles (definición 62 de la Instrucción de Planificación Hidrológica, aprobada por la Orden ARM/2656/2008, de 10 de septiembre).
- e) **Sequía prolongada**: sequía producida por circunstancias excepcionales o que no han podido preverse razonablemente. La identificación de estas circunstancias se realiza mediante el uso de **indicadores relacionados con la falta de precipitación** durante un periodo de tiempo y teniendo en cuenta aspectos como la intensidad y la duración (definición 63 de la Instrucción de Planificación Hidrológica).

INDICADORES de SEQUÍA y de ESCASEZ COYUNTURAL

Objetivos, acciones y medidas vinculadas al sistema de diagnóstico.

Tipo de indicadores	Objetivo	Tipología de acciones y medidas que activan
Indicadores de sequía prolongada	Detectar una situación persistente e intensa de disminución de las precipitaciones con reflejo en las aportaciones hídricas	Admisión justificada del deterioro temporal del estado de las masas de agua por causas naturales
		Régimen de caudales ecológicos menos exigente
Indicadores de escasez coyuntural	Detectar la situación de imposibilidad de atender las demandas	Concienciación y ahorro
		Restricción suministros y movilización de recursos. Habilitación coyuntural de sistemas de intercambio de derechos. Incremento de la vigilancia ambiental
		Otras medidas de gestión o excepcionales y extraordinarias que puedan resultar de aplicación

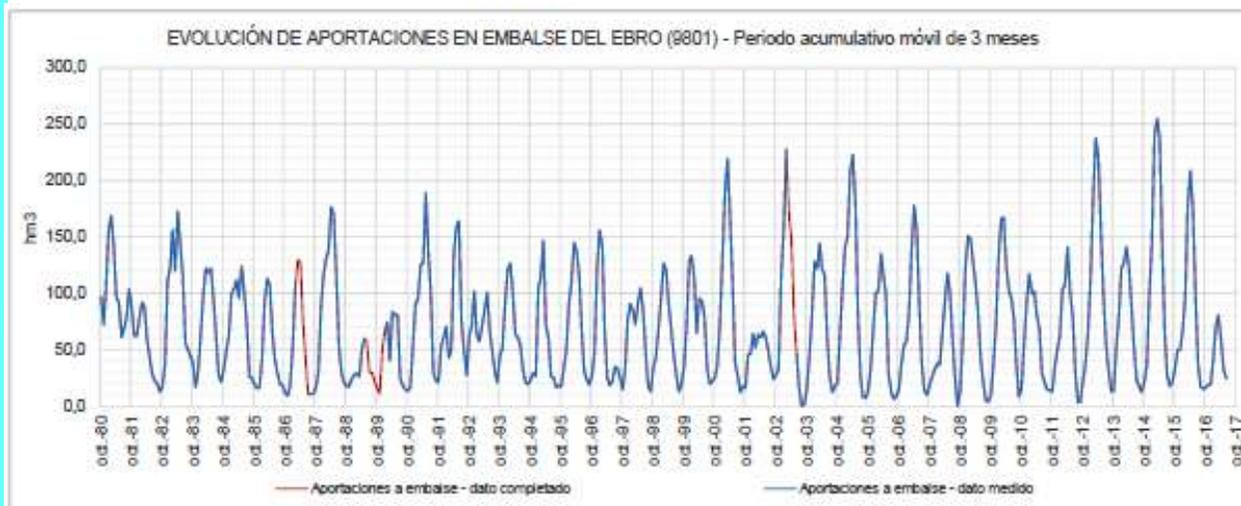


INDICADORES de SEQUÍA y VARIABLES DESCRIPTORAS

INDICADOR	VARIABLES DESCRIPTORAS	UNIDAD TERRITORIAL
Sequía prolongada	<p>Precipitación, medida en estaciones pluviométricas</p> <p>Caudales, registrados en Estaciones de Aforos, entradas/salidas presas</p>	Zonas, subzonas del estudio de recursos hídricos naturales
Escasez coyuntural	<p>Volúmenes embalsados</p> <p>Caudales circulantes</p> <p>Nieve almacenada</p> <p>Niveles piezométricos</p> <p>Registros pluviométricos</p>	Agrupaciones territoriales de Sistemas de Explotación

INDICADORES SEQUÍA PROLONGADA: Ejemplo Ebro

Unidad Territorial: cabecera Ebro → Variable hidrometeorológica descriptiva seleccionada: aportaciones **naturales** (acumulativas 3 meses)



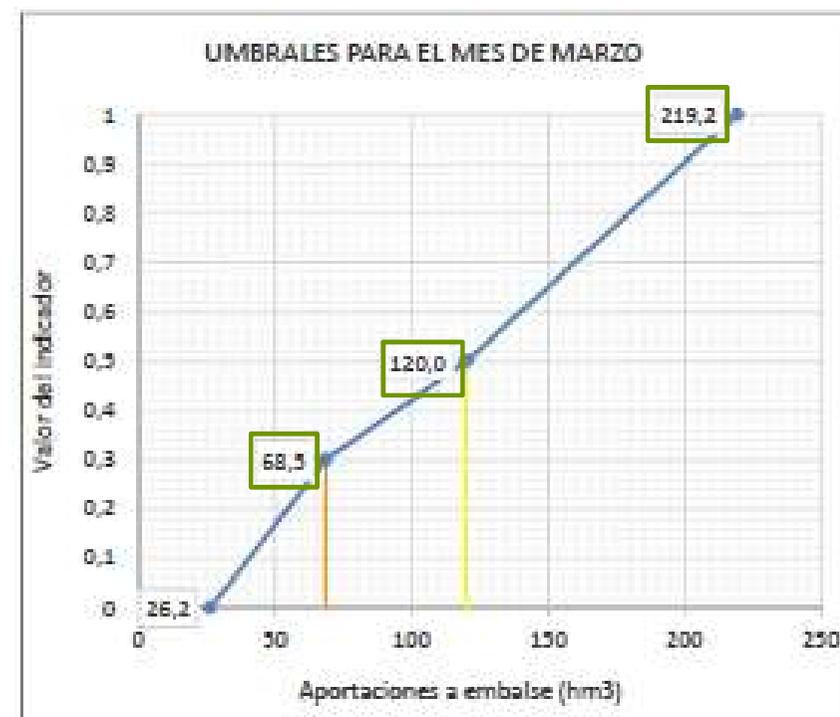
En cada mes de la serie:

Valor máximo → Indicador = 1

Valor medio → Indicador = 0,5

Sequía prolongada: → Indicador = 0,3

Aportación no proporciona Qec





ÍNDICADORES ESCASEZ: Ejemplo EBRO

Código	Junta de Explotación	Descripción 1 (sistemas regulados)	Estado 30 Septiem.	30 Ago.	Estado nieve	Descripción 2 (sistemas sin regulación o mínima)	Estado 30 Septiem.	30 Ago.
9.01	Cabecera y eje del Ebro hasta Mequinenza	Reservas en embalse del Ebro (801)	1,000	0,989		Entradas Embalse del Ebro(801)	0,141	0,574
9.02	Cuenca del Najerilla-Tirón	Reservas en embalse de Mansilla (809)	0,664	0,660		Entradas en embalse de Mansilla (809)	0,314	0,532
9.03	Cuenca del Iregua	Reservas en González Lacasa (811) y Pajares (806)	0,662	0,652		Entradas en embalse de Pajares (806)	0,692	0,717
9.04	Cuencas afluentes al Ebro (Leza hasta el Huecha)	Piezómetros 2413-4-0010, 2513-6-0023, 2514-4-0052 y 2614-5-0007	0,697	0,706				
9.05	Cuenca del Jalón	Reservas en Tranquera (812) y Maidevera (808)	0,532	0,507		Aportaciones Jalón (058) y Jiloca (055)	0,518	0,667
9.06	Cuenca del Huerva	Reservas en Las Torcas (814)	0,805	0,825		Entradas en embalse de Las Torcas (814)	0,592	0,792
9.07	Cuenca del Aguas Vivas	Reservas en Moneva (815)	0,289	0,268		Entradas en embalse Cueva Foradada (817)	0,461	0,269
9.08	Cuenca del Martín	Reservas en Cueva Foradada (817)	0,265	0,197		Entradas en embalse Cueva Foradada (817)	0,461	0,269
9.09	Cuenca del Guadalope	Reservas en Santolea (818) y Calanda (822) (*1)	0,535	0,530		Entradas en embalse Santolea (818)	0,384	0,490
		Reservas en Caspe (823) y Mequinenza (803)	0,459	0,454				
9.10	Cuenca del Matarraña	Reservas en embalse de Pena (821)	0,525	0,521		Entradas en embalse Santolea (818)	0,384	0,490
9.11	Bajo Ebro	Reservas en Mequinenza (803)	0,635	0,649				
9.12	Cuenca del Segre	Reservas y entradas en Oliana (862) y Rialb(876)	0,773	0,899		Entradas en embalse de Oliana (862)	0,704	0,887
		Reservas en Camarasa (860), Terradets (859) y Tremp (858)	0,700	0,826				
9.13	Cuencas del Ésera y Noguera Ribagorzana	Reservas y entradas en Barasona (848) (*4)	0,551	0,897		Aportaciones Noguera Ribagorzana (137)	0,646	0,888
		Reservas en Santa Ana (852), Canelles (851) y Escales (850)	1,000	1,000				
9.14	Cuencas del Gállego-Cinca	Reservas en Sotonera (838), Mediano (846), El Grado (847), Bubal (840) y Lanuza (835)	0,677	0,721		Entradas en embalse de Mediano (846)	0,508	0,893
		Reservas en Mediano (846) y El Grado (847) (*3)	0,637	0,664				
		Reservas en Sotonera (838), Bubal (840) y Lanuza (835) (*3)	0,603	0,612				
9.15	Cuencas del Aragón y Arbas	Reservas en embalse de Yesa (829)	0,567	0,672		Entradas en embalse de Yesa (829)	0,260	0,901
9.16	Cuenca del Irati, Arga y Ega	Reservas de Alloz (830) e Itoiz (875) (*2)	1,000	1,000		Aportaciones en Arga (004) y Ega (071)	0,524	0,771
9.17	Cuenca del Bayas, Zadorra e Inglares	Reservas en embalse de Ullívarri (827) y Urrúnuga (828)	0,844	0,864		Aportaciones en Bayas (165)	0,661	0,659

Sistemas regulados	Sistemas no regulados
>0,5 = NORMAL	>0,5 = NORMAL
0,3 - 0,5 = PREALERTA	0,3 - 0,5 = PREALERTA
0,15 - 0,3 = ALERTA	0,10 - 0,3 = ALERTA
<0,15 = EMERGENCIA	<0,10 = EMERGENCIA

NOTAS:

- Sistemas regulados:** concentran la mayor parte de la demanda hídrica y sus índices están basados principalmente en las reservas embalsadas excepto la Junta 4 (niveles piezométricos).
- Sistemas no regulados:** se corresponden habitualmente con las cabeceras de las cuencas antes de los embalses, sus índices se basan en los caudales registrados durante los últimos tres meses.
- Estado de nieve:** la serie histórica de datos disponibles para el cálculo del índice es todavía muy corta.
- (*1) Incluye Embalses de Santolea y el El Puente, además de Calanda.
- (*2) La serie de datos todavía es corta (desde 2007).
- (*3) Partición de índice Gállego-Cinca pendiente de aprobación en la revisión del Plan de Sequía.

INDICE GLOBAL**REGULADOS**

0,735

NO REGULADOS

0,501



VARIABLES DESCRIPTIVAS Y RED DE SEGUIMIENTO (EJEMPLO CHJÚCAR)



Estaciones de monitoreo índices escasez





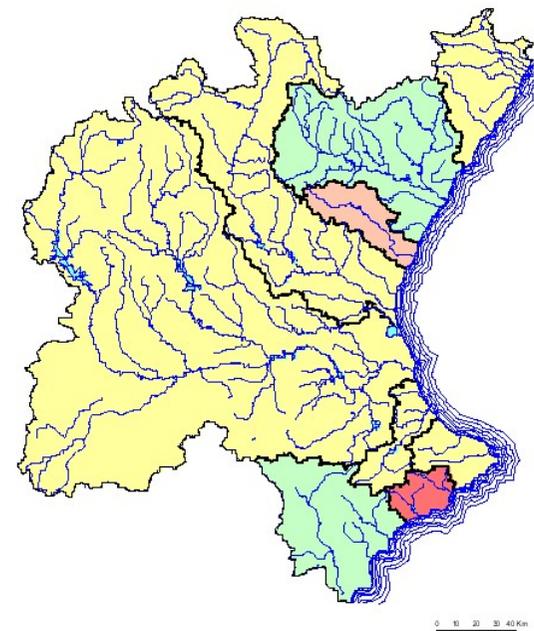
ZONIFICACIÓN <--> ORIGEN del RECURSO

ample: Basin situation September 2001

VARIABLE DESCRIPTIVA

ZONIFICACIÓN

zona	indicador	niveles	
		30-09-2001	30-04-2001
Recursos superficiales del sistema del río Cenia	Volumen mensual embalse de Ulldecona	0,62	0,90
Recursos subterráneos franja costera Cenia-Maestrazgo	Piezómetro 312360002. Alcalá de Chivert	0,33	0,63
Recursos subterráneos Interior Cenia-Maestrazgo	Pluviómetro 08511-A. San Mateo H.S.	0,76	0,61
Recursos alto y medio Mijares	Entradas a Arenós.	0,21	0,08
Recursos superficiales regulados por Arenós y Sichar	Volumen embalsado en Arenós y Sichar	0,60	0,65
Recursos subterráneos Plana de Castellón	Piezómetro 302530008. Almazora	0,86	0,22
Recursos Alto Palancia	Entradas al Regajo	0,10	0,02
Recursos superficiales regulados por el Regajo	Volumen embalsado en el Regajo	0,50	0,73
Recursos subterráneos Plana de Sagunto	Piezómetro 29268092. Sagunto	0,15	0,68
Recursos regulados por el Arquillo de San Blas	Volumen embalsado en el Arquillo de San Blas	0,80	0,84
Recursos río Alfambra	Estación foronómica 08028	0,61	0,70
Recursos fluyentes río Guadalaviar	Entradas al Arquillo de San Blas	0,03	1,00
Recursos medio Turia	Estación foronómica 08018	0,33	0,56
Recursos regulados por Benageger y Loriguilla	Volumen embalsado en Benageger y Loriguilla	0,31	0,44
Recursos subterráneos Liria-Casinos/Buñol-Cheste	Piezómetro 282840014. Chiva	0,22	0,53
Recursos subterráneos Plana de Valencia	Piezómetro 292910008. Alginet	0,27	0,35
Recursos alto Júcar	Estación foronómica 08032	0,49	1,00
Recursos alto Cabriel	Estación foronómica 08090	0,36	1,00
Recursos subterráneos Utiel-Requena	Piezómetro 272750013. Utiel	0,39	0,56
Recursos ríos Jardín y Lezuza	Estación foronómica 08138	0,15	0,52
Recursos fluyentes Mancha Oriental	Estaciones foronómicas 08144 y 08036	0,00	0,62
Recursos fluyentes medio Cabriel	Pluviómetro 08251-E. Embalse de Contreras	0,36	0,29
Recursos subterráneos Mancha Oriental	Piezómetro 252920006. Cenizate	0,29	0,44
Recursos regulados por el embalse de Forata	Volumen embalsado en Forata	0,09	0,12
Recursos fluyentes Embarcaderos-Tous	Control pluviométrico 08269. Salto de Millares	0,46	0,43
Recursos regulados por Alarcón Contreras y Tous	Suma de volumen en Alarcón, Contreras y Tous	0,46	0,59
Recursos subterráneos Caroch	Piezómetro 283120003. Enguera	0,00	0,00
Recursos fluyentes del Albaida y Cañoles	Pluviómetro 08285. L'Olleria	0,44	0,39
Recursos subterráneos sierras Grossa y de las Agujas	Piezómetro 303110024. Gandía	0,46	0,47
Recursos del sistema Serpis	Volumen embalsado en Beniarrés	0,46	0,30
Recursos sistema Marina Alta	Pluviómetro 08045-u. Alcalalí	0,32	0,29
Recursos sistema Marina Baja	Volumen almacenado en Amadorio y Guadalest	0,14	0,05
Recursos Alto Vinalopó	Pluviómetro 08002. Bañeres	0,54	0,39
Recursos Medio Vinalopó-Alacantí	Pluviómetro 08013. Novelda	0,53	0,36

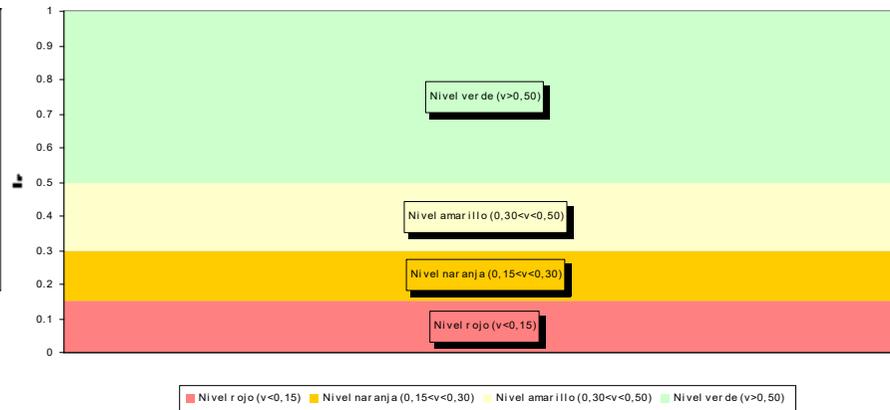
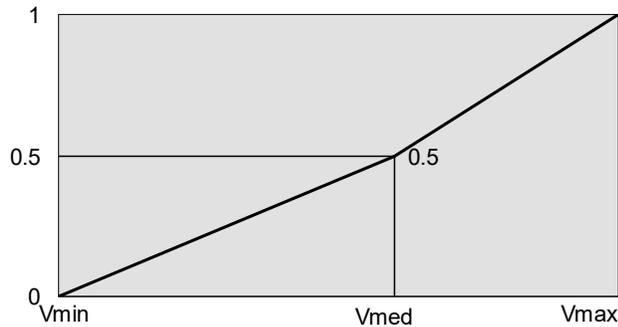


9 Sub-cuencas
34 Indicadores zonales

INDICADORES ESCASEZ: normalización

Combinación lineal de los siguientes tipos de estaciones en cada zona: precipitación, caudal, agua almacenada y niveles en acuíferos.

INDICE DE ESTADO



Vmax, min o med: máximo, mínimo o valor medio del periodo
(Series 30 años. Frecuentemente requiere el completado de las series y validación de las series disponibles)

- $V_{max} \rightarrow 1$
- $V_{min} \rightarrow 0$
- $V_{med} \rightarrow 0.5$

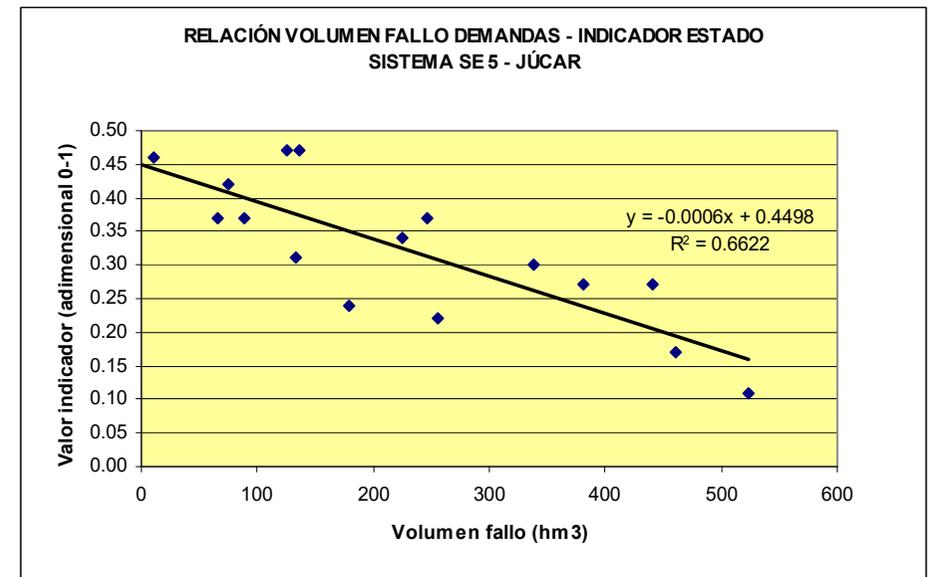
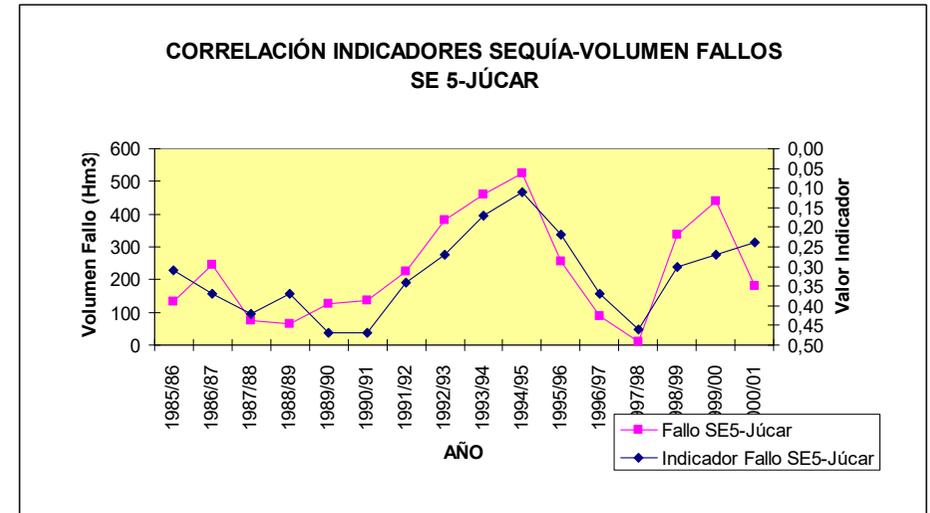
UMBRALES

Verde = normalidad, Amarillo = prealerta, Naranja = alerta, Rojo = emergencia

Cómo calibrar los valores umbral?

Valores Umbral de Indicadores Escasez

Para el establecimiento de los **umbrales** de activación de la sequía es necesario calibrar la evolución de los indicadores con la evolución de los **fallos** en las garantías de suministro simuladas en la cuenca o en un sistema de explotación, de modo que pueda validarse la **correspondencia de los estados de activación de la sequía con los estados reales de la misma.**





SEGUIMIENTO SEQUÍAS

<https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/observatorio-nacional-de-la-sequia/>

Ministerio Áreas de actividad Participación pública Cartografía y SIG Estadísticas Sede electrónica

Inicio > Agua > Gestión de sequías

Temas

- Sistema español de gestión del agua
- Concesiones y autorizaciones
- Convenios y acuerdos internacionales
- Estado y calidad de las aguas
- Evaluación de los recursos hídricos
- Delimitación y restauración del Dominio Público Hidráulico
- Gestión de los riesgos de inundación
- Seguridad de presas y embalses
- Planificación hidrológica
- Gestión de sequías**

- Planes de gestión de sequías
- Informes y mapas de seguimiento**
- Sequia: información y consejos
- Enlaces de interés

Servicios

- Ayudas y subvenciones
- Estadísticas
- Formación, congresos y jornadas

Gestión de sequías



El 26 de diciembre de 2018 se publicó en el BOE la [Orden TEC/1399/2018, de 28 de noviembre, por la que se aprueba la revisión de los Planes Especiales de Sequía](#) correspondientes a las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico Occidental, Guadalquivir, Ceuta, Melilla, Segura y Júcar; a la parte española de las demarcaciones hidrográficas del Miño-Sil, Duero, Tajo, Guadiana y Ebro; y al ámbito de competencias del Estado de la parte española de la demarcación hidrográfica del Cantábrico Oriental. Estos nuevos planes de gestión de sequía sustituyen a los hasta ahora vigentes, que databan del año 2007.

Con la entrada en vigor de los nuevos planes se pasa a utilizar un sistema doble de indicadores, que diferencian las situaciones de sequía (entendida como un fenómeno natural), de las situaciones de escasez (relacionadas con problemas coyunturales en la atención de las demandas).

 [Planes Especiales de sequía vigentes](#)

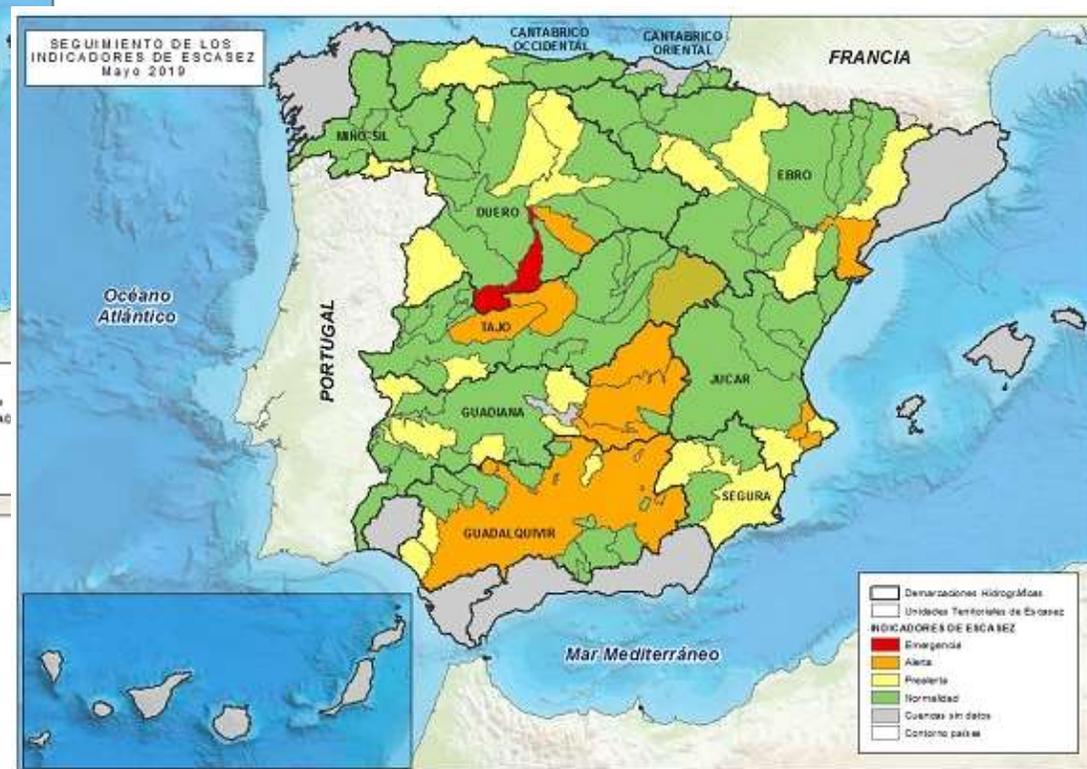


MINISTERIO DE FOMENTO

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

SEGUIMIENTO INDICADORES SEQUÍA / ESCASEZ



<https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/observatorio-nacional-de-la-sequia/informes-mapas-seguimiento/>



MAPAS SEQUÍA PROLONGADA y de ESCASEZ COYUNTURAL



Figura 1. Mapa de situación respecto de la Sequía Prolongada

Fuente: Subdirección General de Planificación y Uso Sostenible del Agua. Dirección G

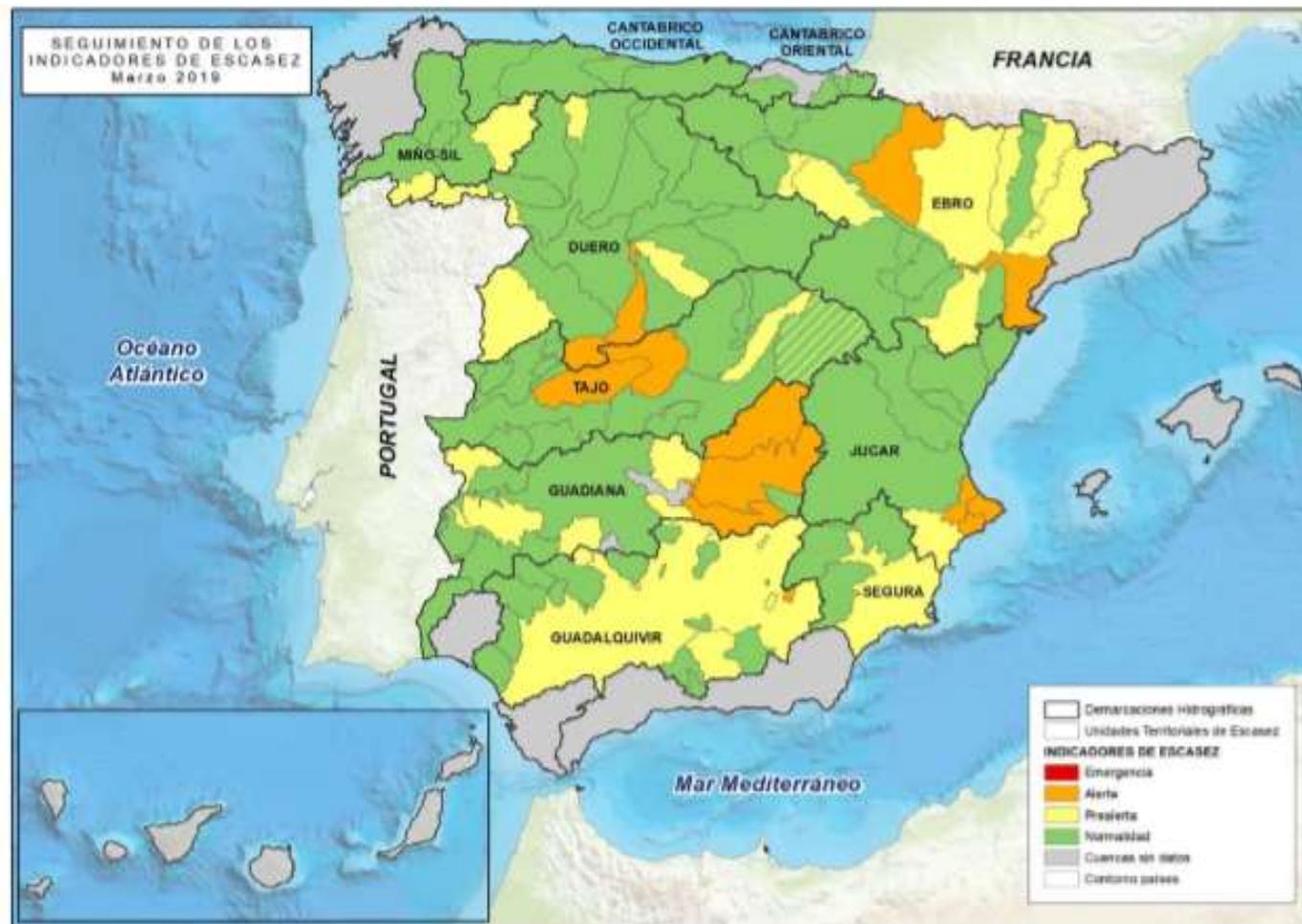


Figura 2. Mapa de situación respecto de la Escasez Coyuntural. Marzo 2019

La zona de Cabeceza del Tajo se encuentra en Normalidad (verde), desde el punto de vista de las demandas propias de la cuenca del Tajo, y en el Nivel 2 (amarillo) a efectos del Trasvase Tajo-Segura, de acuerdo con sus Reglas de Explotación.

Fuente: Subdirección General de Planificación y Uso Sostenible del Agua. Dirección General del Agua

Medidas mitigación efectos sequías

TIPOLOGÍA DE LAS MEDIDAS DE MITIGACIÓN							
Indicador	1 - 0,5	0,5 - 0,4	0,4 - 0,3	0,3 - 0,2	0,2 - 0,15	0,15 - 0,1	0,1 - 0
Estado	Normalidad	Prealerta		Alerta		Emergencia	
Objetivo	Planificación	Control-Información		Conservación		Restricciones	
Tipo Medida	Estratégicas			Tácticas		Emergencia	

- Progresividad
- Vinculadas a umbrales establecidos en el Sistema de indicadores
- Asignación agente responsable

Clasificación medidas

- Incremento de suministro
- Reducción de la demanda
- Medidas administrativas (ordenanzas, tarifas especiales,..)



Medidas tácticas

- Identificación, análisis y valoración de posibles actuaciones estructurales y no estructurales.
- Alternativas de suministro de agua.
 - Activación de nuevas fuentes de agua o de nuevos recursos o de rehabilitación de fuentes abandonadas. Identificación de posibilidades de mejora en la eficiencia del sistema de suministro.
 - Reorganización de extracciones de agua subterránea.
 - Interconexión de elementos.
 - Arranque de las plantas de desalación.
 - Posibilidades de reutilización de aguas residuales depuradas.
- Cambios en la gestión del sistema.
 - Incremento de la explotación de aguas subterráneas en esquemas de uso conjunto.
 - Modificación de las reglas de explotación de los sistemas en situación sequía
 - Activación de los Centros de Intercambio de Aguas / Acuerdos Cesión Derechos
 - Activación de medidas especiales de coordinación administrativa.
- Cambios en la demanda.
 - Campañas de ahorro.
 - Restricciones voluntarias/ obligatorias de consumo de agua.
 - Modificaciones temporales de las tarifas .
 - Sanción por ineficiente uso del agua. Despilfarro.
 - Reducción transitoria de suministros.
 - Medidas alternativas para asegurar los niveles de calidad.



Medidas de emergencia

- Alternativas de abastecimiento de agua
 - Movilización de las reservas de agua subterránea
 - Plantas de desalinización
 - Transporte acuático en barco.
- Cambios en el sistema de gestión
 - Sobreexplotación temporal de aguas subterráneas
 - Modificación de las regulaciones de operación reservorios
- Cambios en la demanda de agua.
 - Restricciones obligatorias al uso del agua. Cortes de agua
 - Activar la operación de Centros para el Intercambio de Derechos de Uso del Agua
 - Cambios a corto plazo en las tarifas.
 - Validación de la reducción transitoria de los flujos ecológicos
- Reducción de los requisitos medioambientales
 - Reducción transitoria de los flujos ecológicos.
 - Selección de medidas alternativas para garantizar normas de calidad



MINISTERIO
DE FOMENTO

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS
Y EXPERIMENTACIÓN
DE OBRAS PÚBLICAS

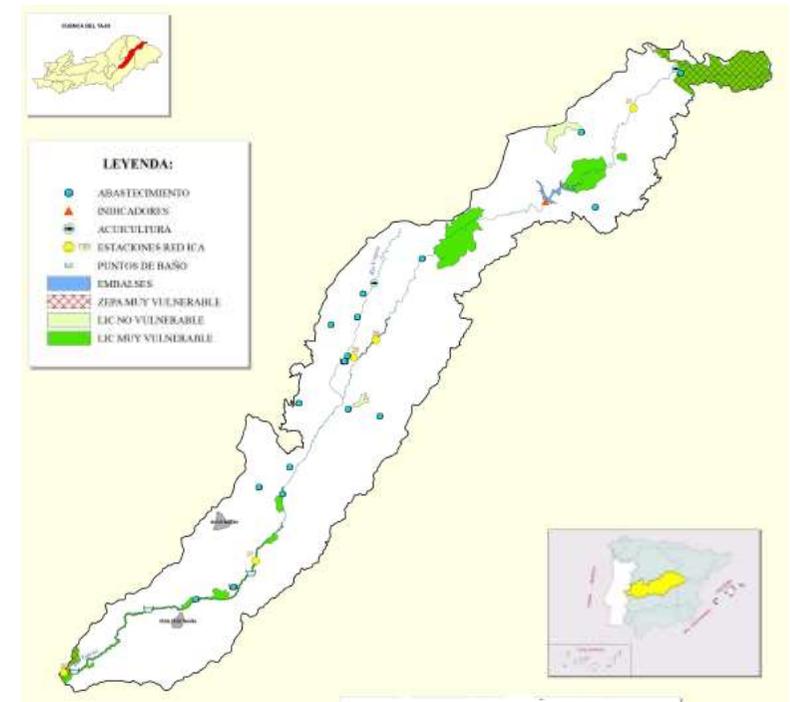
Ejemplos de Medidas

Plan Especial Sequía C.H. del Tajo: umbrales

(ejemplo Sistema Tajuña/riegos)

- *Umbral de Prealerta*: volumen necesario para **suministrar el 100 % de la demanda con un nivel de riesgo de fallo asociado del 15 %** desde el mes en cuestión hasta el final de la campaña de riegos.
- *Umbral de Alerta*: volumen necesario para **suministrar el 80 % de la demanda con un nivel de riesgo de fallo asociado del 25 %** desde el mes en cuestión hasta el final de la campaña de riegos.
- *Umbral de Emergencia*: volumen necesario para suministrar el **50 % de la demanda con un nivel de riesgo de fallo asociado del 50 %** desde el mes en cuestión hasta el final de la campaña de riegos.

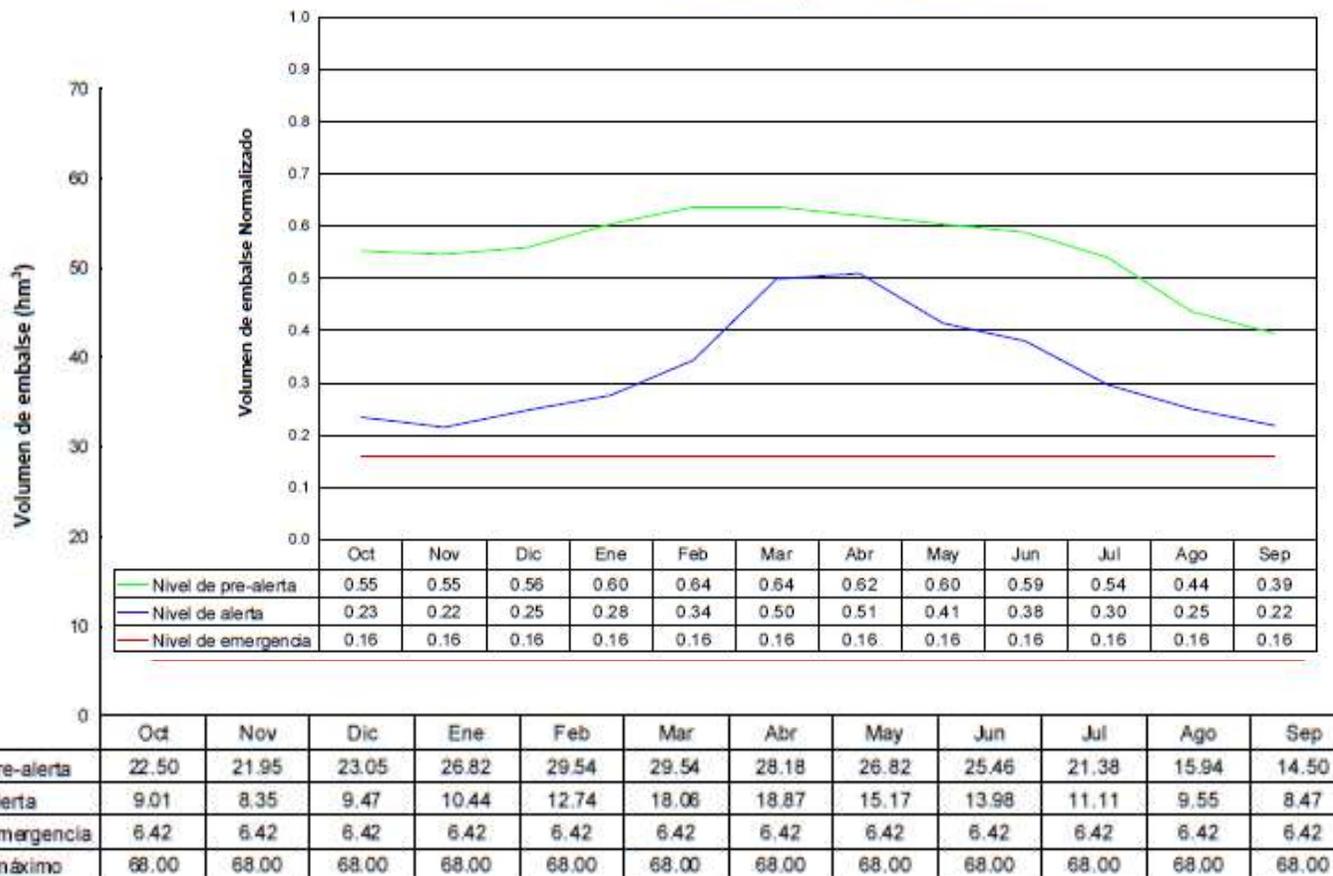
De acuerdo con los cálculos efectuados, estos umbrales se traducen en los valores del indicador (volúmenes mensuales en el embalse), que se reflejan en la tabla de la diapositiva siguiente:





Plan Especial Sequía C.H. del Tajo: indicadores (ejemplo Sistema Tajuña/riegos)

Sistema de Riegos del Tajuña
Umbral de sequía - Valores Normalizados





Embalses del Sistema abastecimiento Madrid)

Sist. Alberche

Presas de:
 Burguillo
 Charco Cura
 San Juan
 Picadas
 Cazalegas
 La Aceña
 Morales
 Portiña

PRESAS DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO A MADRID						
PRESA	RÍO	H (m)	VOLUMEN MÁXIMO (hm ³)	VOLUMEN MÍNIMO EXPLOT. (hm ³)	APORTACIÓN MEDIA (hm ³ /año)	APORTACIÓN MÍNIMA (hm ³ /año)
Pinilla	Lozoya	32,60	37,55	0,02	142,65	59,77
Riosequillo	Lozoya	56,00	48,52	0,07	61,15	19,18
Puentes Viejas	Lozoya	66,20	49,17	0,88	72,05	15,34
El Villar	Lozoya	51,00	22,00	0,00	8,38	0,77
El Atazar	Lozoya	134,00	426,00	0,10	48,00	8,68
El Vado	Jarama	69,45	55,66	7,08	166,31	28,90
Pedrezuela	Guadalix	52,50	41,23	0,52	61,56	7,90
Navacerrada	Samburiel	47,00	11,04	0,11	13,94	5,32
Santillana	Manzanares	40,00	91,09	2,91	106,54	37,31
Navalmedio	Navalmedio	47,00	0,71	0,04	5,07	1,41
La Jarosa	La Jarosa	54,00	7,18	0,17	6,90	0,82
Valmayor	Aulencia	60,00	124,00	8,18	30,58	3,28
Los Morales	Los Morales	28,00	2,34	0,12	4,92	0,75
La Aceña	La Aceña	66,50	23,70	0,48	21,11	3,24
TOTAL:			940,19	20,68	749,16	192,67

Sistema Sorbe

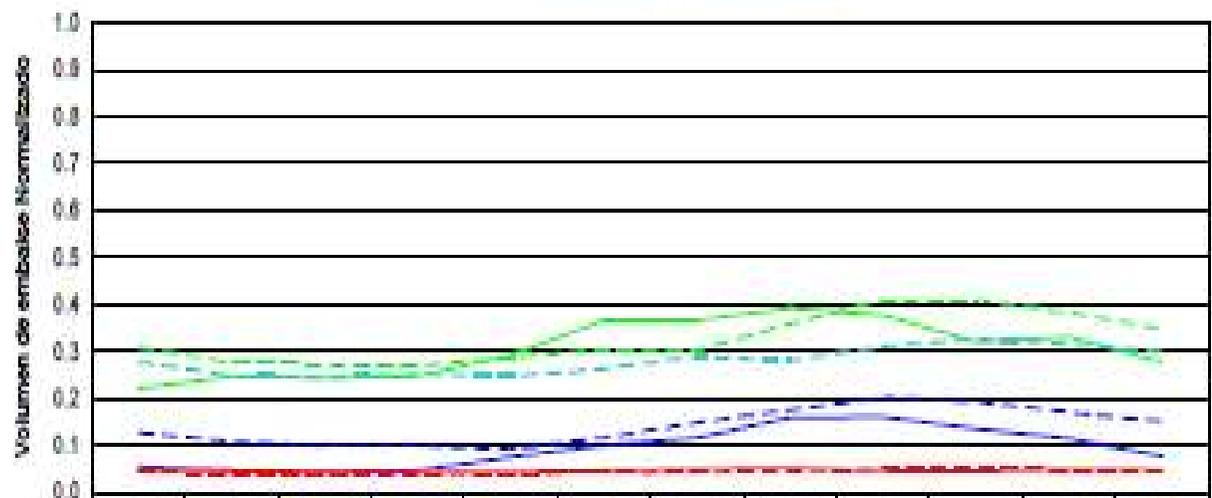
Presas de
 Beleña

Plan Especial Sequía C.H. del Tajo: indicadores

(ejemplo Sistema abastecimiento Madrid)

Sistema de Abastecimiento a Madrid

Umbrales de sequía - Valores Normalizados



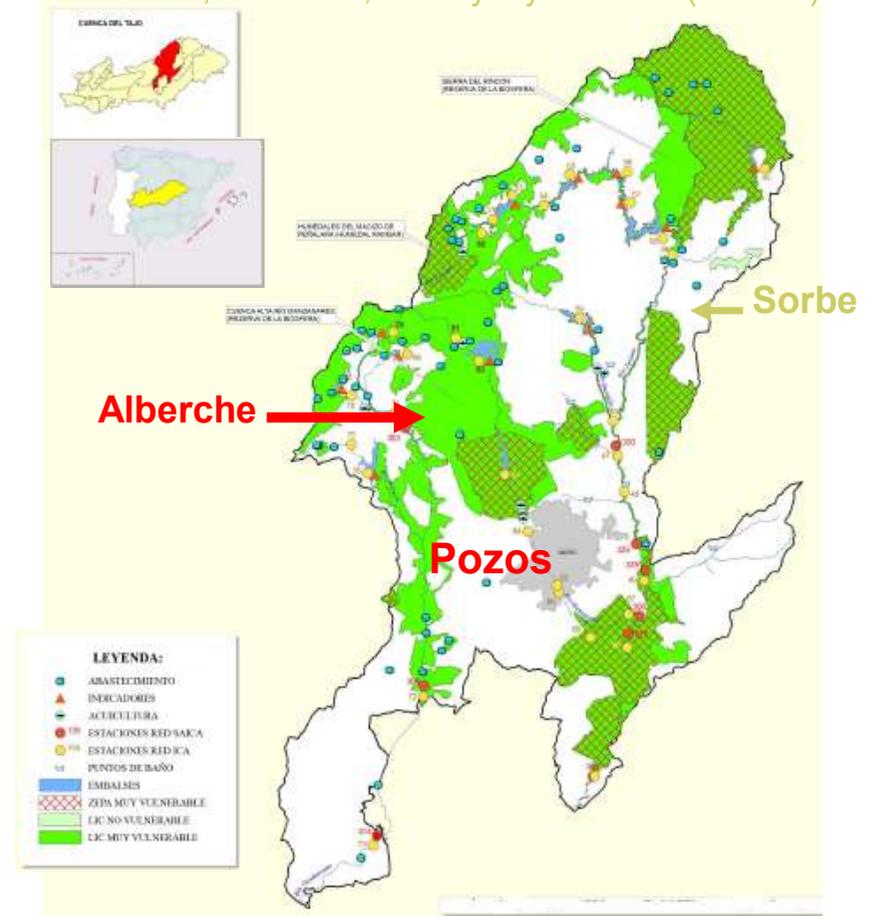
		Oct	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep
	Nk - Nivel de pre-alerta	0.22	0.25	0.24	0.25	0.29	0.37	0.37	0.39	0.38	0.32	0.33	0.28
	Nk - Nivel de alerta	0.05	0.05	0.04	0.05	0.08	0.10	0.12	0.16	0.16	0.14	0.11	0.08
	Nk - Nivel de emergencia	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
	V0 - Fase 0	0.31	0.28	0.27	0.27	0.29	0.30	0.30	0.36	0.41	0.41	0.38	0.35
	F0 - Fase 1	0.28	0.25	0.24	0.25	0.25	0.30	0.29	0.28	0.31	0.33	0.32	0.30
	F1 - Fase 2	0.13	0.11	0.10	0.10	0.09	0.12	0.15	0.18	0.20	0.19	0.17	0.15
	F2 - Fase 3	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
	F3 - Fase 3	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05

Plan Especial Sequía C.H. del Tajo: umbrales

(ejemplo Sistema abastecimiento Madrid)

- *Umbral de Prealerta:* niveles mensuales considerando el nivel de alerta más la demanda de abastecimiento en un año, con un **bombeo desde el Alberche de 119,8 hm³** y con un nivel de riesgo del 0%.
- *Umbral de Alerta:* niveles mensuales considerando el nivel de emergencia más el 90% de la demanda de abastecimiento en dos años y los siguientes **recursos complementarios:** **Alberche: 169,8 hm³/año**, aguas subterráneas: 70 hm³/año, con un nivel riesgo del 0%
- *Umbral de Emergencia:* niveles mensuales considerando el 50% de la demanda de abastecimiento en dos meses más el volumen de embalse muerto. Se garantiza el abastecimiento indefinidamente con la **aportación mínima anual y los siguientes recursos complementarios:** Alberche: 70 hm³ y aguas subterráneas: 100 hm³/año. Estos umbrales se traducen en los valores de la diapositiva siguiente.

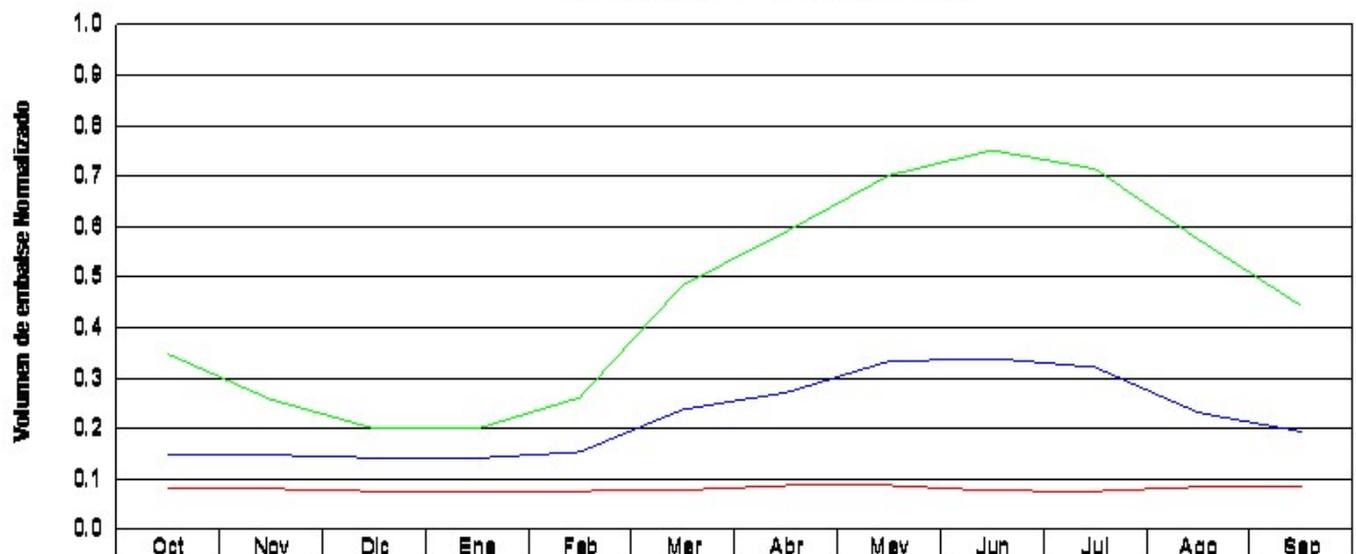
Embalses de Pinilla, Riosequillo, Puentes Viejas, El Villar, El Atazar, El Vado, Pedrezuela, Navacerrada, Santillana, La Jarosa, Valmayor y La Aceña(940hm³)





Plan Especial Sequía C.H. del Tajo: indicadores (ejemplo Abastecimiento Toledo)

Sistema de Abastecimiento a Toledo
Umbrales de sequía - Valores Normalizados



Nivel de emergencia	4.07	4.08	3.93	3.90	3.95	4.01	4.22	4.24	3.98	3.93	4.15	4.15
Volumen máximo	31.80	31.80	31.80	31.80	31.80	31.80	31.80	31.80	31.80	31.80	31.80	31.80

Plan Especial Sequía C.H. del Tajo: umbrales (ejemplo Sistema abastecimiento Toledo)

PRESAS DEL SISTEMA DE ABASTECIMIENTO A TOLEDO						
PRESA	RÍO	H (m)	VOLUMEN MÁXIMO (hm ³)	VOLUMEN MÍNIMO EXPLOT. (hm ³)	APORTACIÓN MEDIA (hm ³ /año)	APORTACIÓN MÍNIMA (hm ³ /año)
Torcón	Torcón	27,7	6,77	0,03	47,31	0,00
Guajaraz	Guajaraz	46,6	18,14	1,38	14,59	0,78
TOTAL:			24,9	1,41	61,9	0,78

- *Umbral de Prealerta*: niveles mensuales considerando el nivel de alerta más la demanda de abastecimiento en un año, con un nivel de riesgo del 10%.

→ **Preparación del Convenio de Cesión de Derechos** de Uso con la Comunidad de Regantes de los Canales de Aranjuez. **Preparación extracciones subterráneas** N°5UH Talavera

- *Umbral de Alerta*: niveles mensuales considerando el nivel de emergencia más el 90% de la demanda de abastecimiento en dos años, con un nivel de riesgo del 10%. → **Toma Canal Aranjuez**. Incremento dotación del **Alberche**. Activación **pozos sequía**. **Reducción consumo 15%**

Umbral de Emergencia: niveles mensuales considerando el **50%** de la demanda de abastecimiento en dos meses, **más el volumen de embalse muerto**. Se garantiza el abastecimiento indefinidamente con la conexión con el Alberche.



Cesión de derechos uso privativo de aguas

- Transferencia voluntaria del uso del agua con carácter temporal, entre concesionarios o titulares derechos

Centros de Intercambio de derechos

- En circunstancias reguladas por LA, los Organismos de cuenca pueden realizar Ofertas Públicas de Adquisición de Derechos OPDA y cederlos a usuarios al precio ofertado

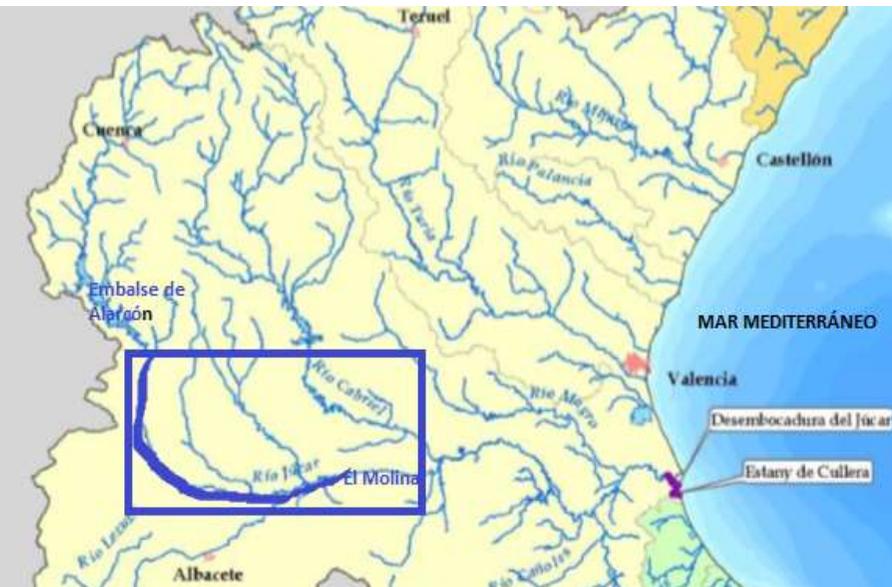
Derivaciones de agua de carácter temporal

máx. 2 años

CENTRO de INTERCAMBIO: ejemplo CH Júcar para fines ambientales

Características	Centro de intercambio de derechos
Usuario Cedente/ renunciante	Varios. Derechos de sección A y C, de catálogo y derechos en trámite, siempre que se acredite el uso del aprovechamiento en dos de las últimas tres o cuatro campañas.
Usuario Cesionario/ receptor	Fines ambientales.
Objeto	Disminución del uso privativo del agua para mantenimiento de caudales mínimos en el río Júcar.
Afección a terceros	Anuncios OPAD BOE: 30/12/06, 28/12/07, 23/2/08 y 29/3/08.
Informes	-
Plazo	Años hidrológicos 2006-07 y 2007-08.
Volumen	77.900.000 m ³
Precio	0,20-0,25 €/m ³

Río Júcar entre embalses
Alarcón y Molinar
y acuífero Mioceno
Unidad Hidrogeológica
Mancha Oriental



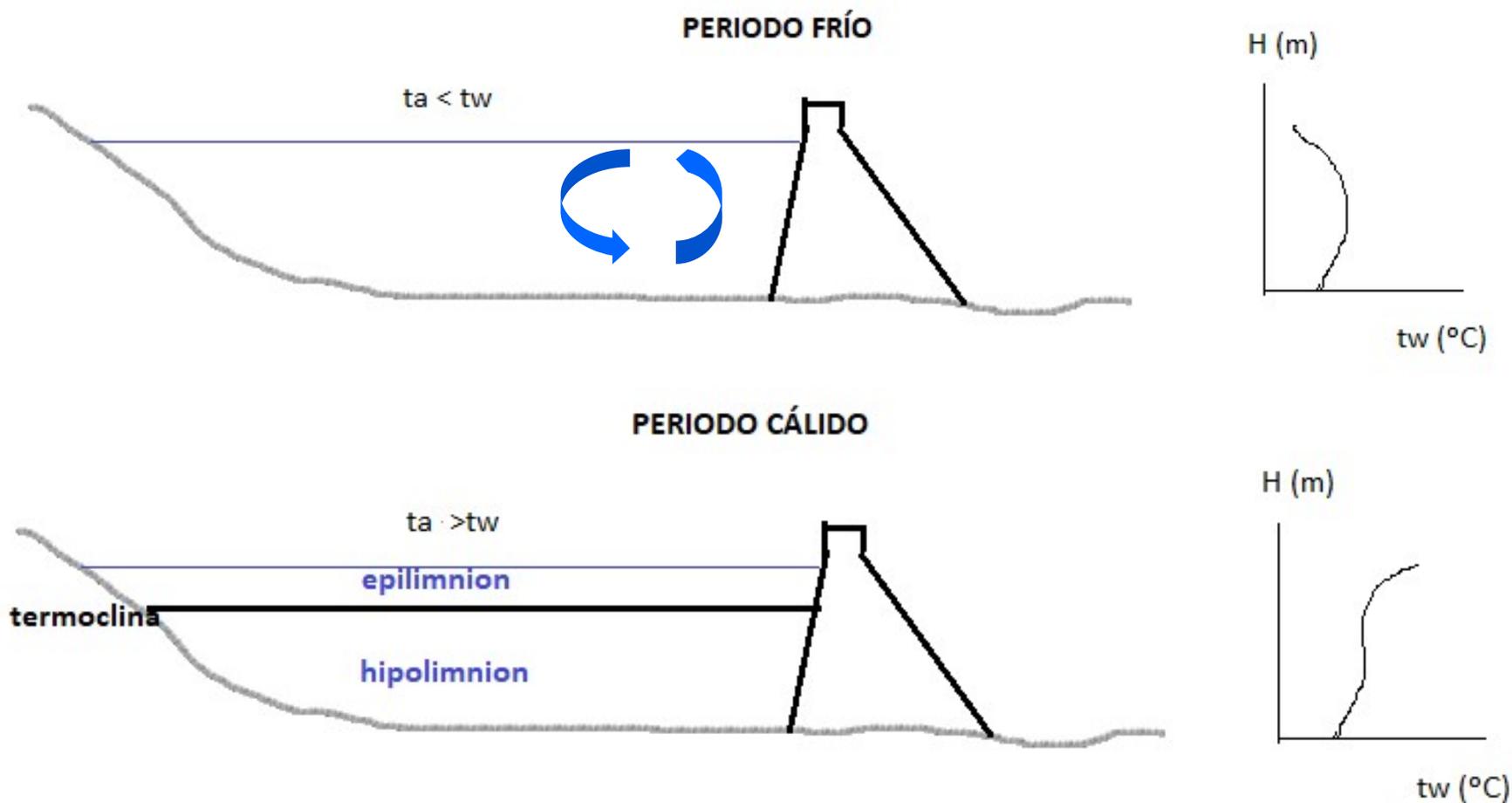


- 1. Rasgos hidrológicos y usos del agua en España
- 2. Concepto de sequía y tipología
- 3. Gestión de las sequías y su evolución
- 4. Planes Especiales de Actuación por Sequías
- **5. Ríos regulados en los Planes de Actuación por Sequías**
 - Embalses y regulación. Ciclo térmico
 - Facultades Organismos de cuenca en situaciones extraordinarias
 - Caudales ecológicos Qec en ríos regulados
- 6. Conclusiones



- **5. Ríos regulados en los Planes de Actuación por Sequías**
 - Embalses y regulación. Ciclo térmico
 - Facultades Organismos de cuenca en situaciones extraordinarias
 - Caudales ecológicos Qec en ríos regulados

Ciclo térmico embalses: estratificación



TIPOS

Amícticos

Monomícticos

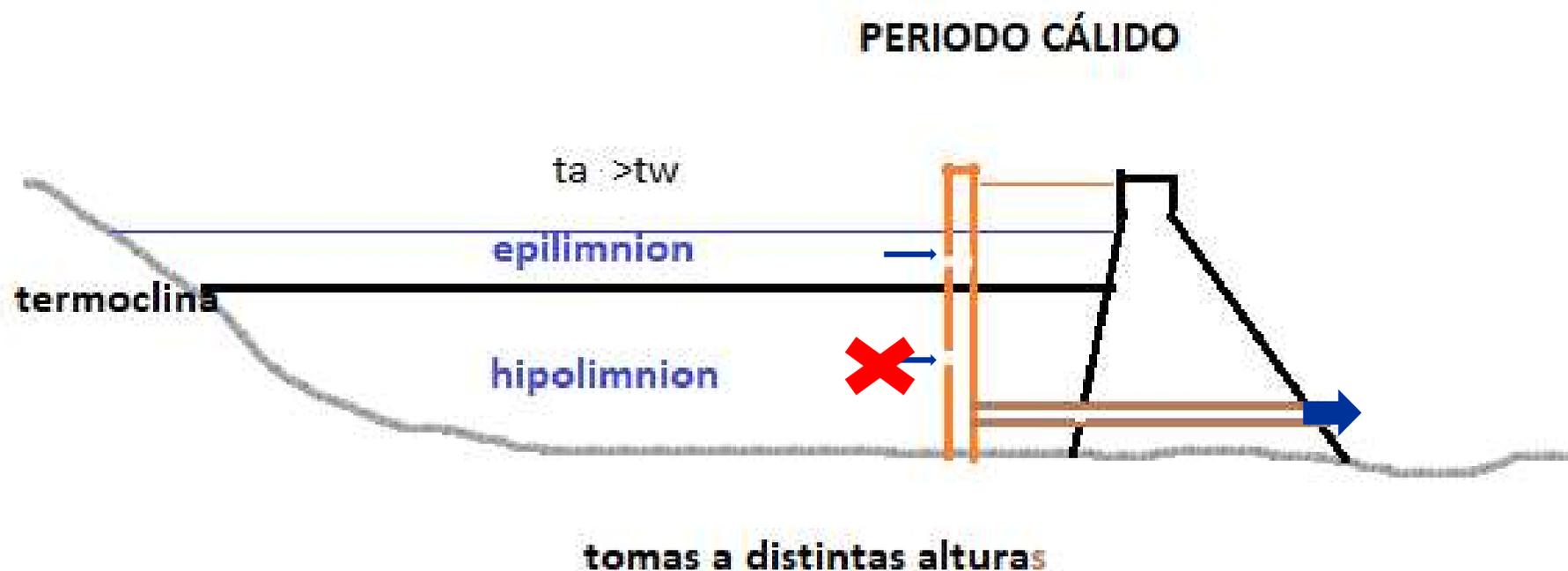
Dimícticos

Meromícticos

Hipolimnion: frío y anóxico por falta de circulación vertical. Descomposición anaerobia \rightarrow CH_4 , SH_2



Estratificación embalses period cálido / lagos amícticos





- **5. Ríos regulados en los Planes de Actuación por Sequías**
 - Embalses y regulación. Ciclo térmico
 - Facultades Organismos de cuenca en situaciones extraordinarias
 - Caudales ecológicos Qec en ríos regulados



Facultades del organismo de cuenca en relación con el aprovechamiento y control de los caudales concedidos. Artículo 55 (RDL 1/2001).

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

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



Situaciones excepcionales. Artículo 58 RDL 1/2001

En circunstancias de **sequías extraordinarias**, de sobreexplotación grave de acuíferos, o en similares estados de necesidad, urgencia o concurrencia de situaciones anómalas o excepcionales, el Gobierno, mediante Decreto acordado en Consejo de Ministros, oído el organismo de cuenca, podrá adoptar, para la superación de dichas situaciones, las medidas que sean precisas en relación con la utilización del dominio público hidráulico, aun cuando hubiese sido objeto de concesión.



- **5. Ríos regulados en los Planes de Actuación por Sequías**
 - Embalses y regulación. Ciclo térmico
 - Facultades Organismos de cuenca en situaciones extraordinarias
 - Caudales ecológicos Qec en ríos regulados



Sequías y deterioro temporal de las masas de agua

Entre los objetivos de la protección de las aguas y del dominio público hidráulico se encuentra:

Prevenir el deterioro, proteger y mejorar el estado de los ecosistemas acuáticos, así como de los ecosistemas terrestres y humedales que dependan de modo directo de los acuáticos en relación con sus necesidades de agua (Art.º 92 a) RDL1/2001)

El establecimiento del régimen de **caudales ecológicos** tiene la finalidad de contribuir a la conservación o recuperación del medio natural y mantener como mínimo la vida piscícola que, de manera natural, habitaría o pudiera habitar en el río, así como su vegetación de ribera y a alcanzar el buen estado o buen potencial ecológicos en las masas de agua, así como a **evitar su deterioro** (Art.º 49 ter RDPH)

En caso de **sequías prolongadas** podrá aplicarse un régimen de caudales menos exigente siempre que se cumplan las condiciones que reglamentariamente se establecen sobre **deterioro temporal** del estado de las masas de agua. Esta excepción **no se aplicará** en las zonas incluidas en la **red Natura 2000** o en la Lista de humedales de importancia internacional de acuerdo con el **Convenio de Ramsar**, de 2 de febrero de 1971. En estas zonas se considerará prioritario el mantenimiento del régimen de caudales ecológicos, aunque se aplicará la regla sobre **supremacía del uso para abastecimiento** de poblaciones (Art.º 18.4 RPH)

Se podrá admitir el **deterioro temporal** del estado de las masas de agua si se debe a causas naturales o de fuerza mayor que sean excepcionales o no hayan podido preverse razonablemente, en particular graves inundaciones y **sequías prolongadas**, o al resultado de circunstancias derivadas de accidentes que tampoco hayan podido preverse razonablemente. (Art.º 38.1 RPH) . Para admitir dicho deterioro deberán cumplirse todas las condiciones establecidas en Art.º 38.2 RPH) y Art.º 4. 6 DMA

Medidas en Planes de Sequías para prevenir el deterioro temporal de las masas de agua

- . Sistema de indicadores y umbral que establece el nivel cuando aparecieron las circunstancias excepcionales. Se debe definir otro nivel para pre-alerta y alerta.
- Medidas a tomar en las fases de pre-alerta y alerta para evitar el deterioro en el estado del agua.
- Todas las medidas razonables que deben tomarse en caso de una sequía prolongada para evitar un mayor deterioro del estado del agua.
- Todas las medidas prácticas que deben tomarse con el objetivo de restaurar la masa de agua a su estado antes de los efectos de esas circunstancias tan pronto como sea razonablemente posible.
- . Resumen de efectos y medidas.



Qecológicos y operación de embalses en sequía (Artº. 49 quáter RDPH)

Qec no exigible:

El régimen de caudales ecológicos no será exigible si el embalse **no recibe aportaciones naturales iguales o superiores al caudal ecológico fijado** en el correspondiente plan hidrológico, quedando limitado en estos casos al régimen de entradas naturales al embalse → $Q_{in} < Q_{ec}$ excepto (1) y (2)

Qec exigible:

(1) No obstante, el régimen de caudales ecológicos será exigible, siempre y en todo caso, cuando exista una legislación prevalente como la aplicable en **Red Natura** (Directiva Habitat) o en la **Lista de Humedales de Importancia Internacional** (Convenio de Ramsar, de 2 de febrero de 1971) en la que se establece la prevalencia del caudal ecológico frente al uso.

(2) La exigibilidad del cumplimiento de los caudales se mantendrá atendiendo al estado en que se encuentren los ríos aguas abajo debido a previas situaciones de estrés hídrico cuando, **pese a haber cesado la aportación natural aguas arriba**, se puedan realizar **aportaciones adicionales provenientes de agua embalsada** que pudieran contribuir a mitigar tal estrés.

Qec menos exigente:

Aquellas subzonas o sistemas de explotación que, conforme al sistema de indicadores de sequía integrado en el **Plan Especial de Actuación ante Situaciones de Alerta y Eventual Sequía** de la demarcación hidrográfica correspondiente, se encuentren afectados por este fenómeno coyuntural, con sequía formalmente declarada, podrán aplicar un régimen de caudales ecológicos menos exigente de acuerdo a lo **previsto en su plan hidrológico**, sin perjuicio de lo establecido en el artículo 18.4 del RPH (Red Natura / Convenio Ramsar)



ÍNDICE

- 1. Rasgos hidrológicos y usos del agua en España
- 2. Concepto de sequía y tipología
- 3. Gestión de las sequías y su evolución
- 4. Planes Especiales de Actuación por Sequías
- 5. Ríos regulados en los Planes de Actuación por Sequías
- 6. Conclusiones



Conclusiones

- La irregularidad del régimen hidrológico y la concentración de la mayor parte de la demanda (riegos) en estiaje, ha requerido un gran número de presas y embalses para garantizar el suministro de agua.
 - Por tanto, una gran parte de los cursos de agua en España son ríos regulados.
 - La gestión del riesgo por sequía la sequía debe basarse en la **preparación a largo plazo**, reduciendo la **vulnerabilidad** y aumentando la **resiliencia** frente a ella. Para ello deben seguirse los principios de **Prevención**(disminuir incertidumbres); **Proactividad** (acciones previstas con antelación); **Capacidad** para planes contingentes de gestión de riesgo
- La Ley 10/2001 del PHN estableció la obligatoriedad de desarrollar Planes de Sequías. Desde abril de 2006 se dispone de estos planes en todas las Demarcaciones Hidrográficas intercomunitarias
- Es necesario distinguir entre sequía – como periodo anómalo de los valores hidroluviométricos respecto de los habituales en la zona- de escasez coyuntural o situación transitoria durante la cual no pueden atenderse plenamente las demandas de agua.
- Comprenden la zonificación, el establecimiento de un sistema de indicadores y umbrales (normalidad, prealerta, alerta y emergencia) y un conjunto de medidas asociadas a cada estado
- Al tratarse en su mayoría de ríos regulados, los embalses juegan un papel fundamental en la gestión de sequías, siendo el volumen de agua almacenada el indicador fundamental
- Los caudales ecológicos son una restricción a los sistemas de explotación, de forma que la satisfacción de las demandas no pueden impedir su cumplimiento. Sólo cuando comprometan la disponibilidad de la agua la componente básica del abastecimiento urbano.
 - Debe evitarse el deterioro del estado de las Masas de Agua. Sólo puede justificarse en sequías prolongadas, con carácter provisional, cumpliendo los requisitos para su justificación (Art.º 38.1 RPH) . Para admitir dicho deterioro deberán cumplirse todas las condiciones establecidas en Art.º 38.2 RPH) y Art.º 4. 6 DMA) y tomando las medidas para su recuperación una vez se superen las circunstancias extremas





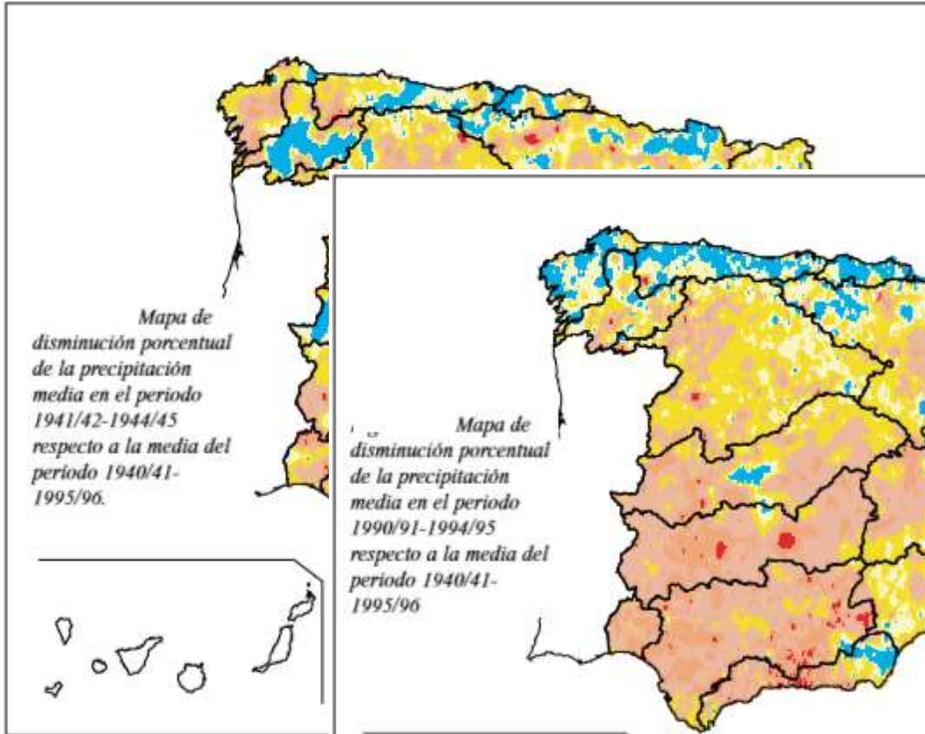
MINISTERIO
DE FOMENTO

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA

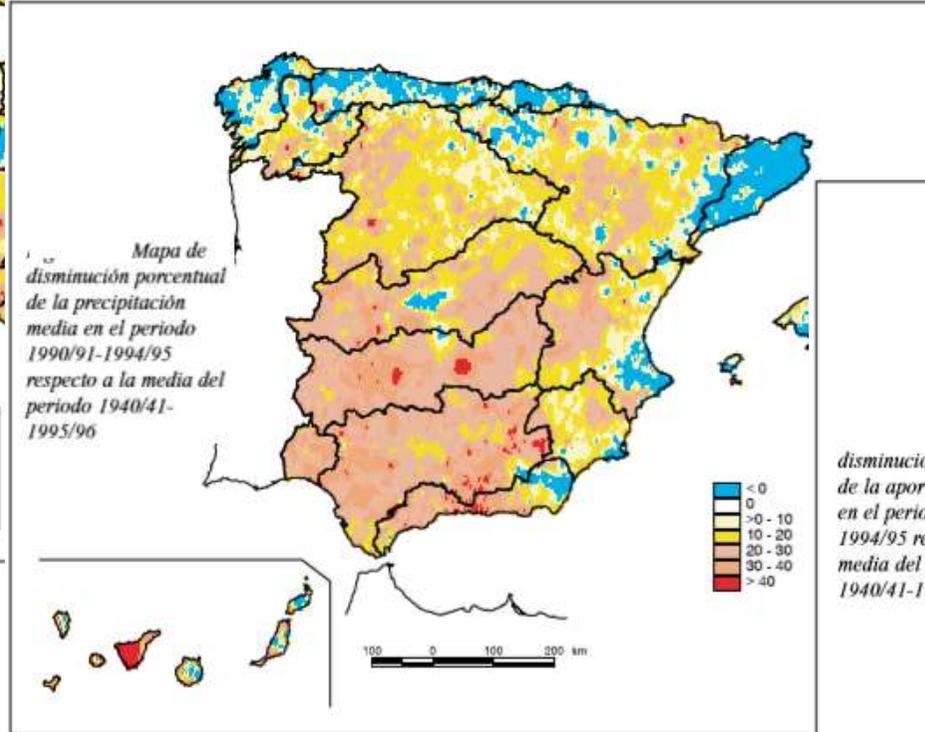
CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS
Y EXPERIMENTACIÓN
DE OBRAS PÚBLICAS



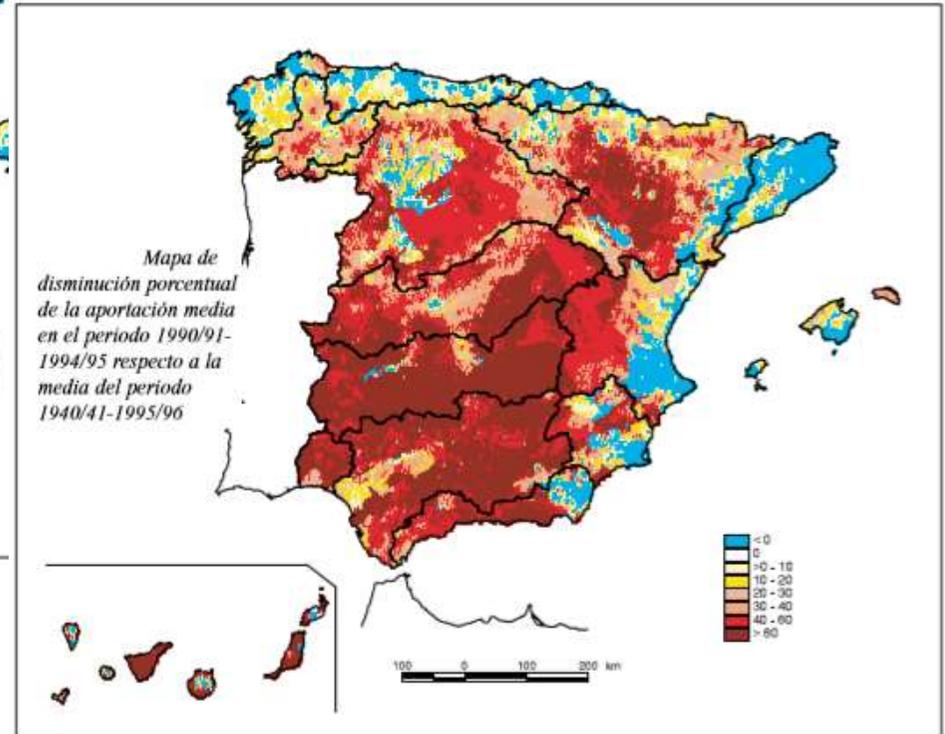
SEQUÍAS HISTÓRICAS



Mapa de disminución porcentual de la precipitación media en el periodo 1941/42-1944/45 respecto a la media del periodo 1940/41-1995/96.



Mapa de disminución porcentual de la precipitación media en el periodo 1990/91-1994/95 respecto a la media del periodo 1940/41-1995/96



Mapa de disminución porcentual de la aportación media en el periodo 1990/91-1994/95 respecto a la media del periodo 1940/41-1995/96

Libro Blanco del Agua(Mº Medio Ambiente 2000)



Medidas comúnmente adoptadas

- Restricciones de agua y procedimientos especiales para permitir intercambios entre usuarios
- Localización y explotación de nuevos recursos hídricos subterráneos. Pozos de emergencia
- Nuevos desarrollos de recursos no convencionales: Desalinización. Reutilización de aguas residuales. Transporte de tanques de suministro de agua.
- Obras de interconexión de infraestructuras hidráulicas. Impulsiones. Bombeo de embalse muerto



MESES con SEQUÍA PROLONGADA: Ejemplo Ebro

Sequía Prolongada < 0,3

Aportaciones en embalse del Ebro (9801) acumulada a 3 meses

INDICE DE ESTADO
le ≥ 0,3 Ectable; le < 0,3 Sequía Prolongada

AÑO	TRIMESTRALES											ANUALES Indice medio	
	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO		SEP
	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8		9
Indice Percentil Serie Referencia (80-12)													
1988-1989				0,98	0,57	0,35	0,22	0,40	0,51	0,58	0,42	0,53	0,50
1989-1990	0,70	1,00	1,00	1,00	1,00	0,88	0,58	0,38	0,37	0,34	0,22	0,28	0,84
1990-1991	0,50	1,00	1,00	1,00	0,83	0,52	0,20	0,12	0,03	0,07	0,14	0,18	0,47
1991-1992	0,52	1,00	1,00	1,00	0,99	0,78	0,74	0,89	0,82	0,82	0,35	0,28	0,89
1992-1993	0,00	0,34	0,72	0,88	0,88	0,59	0,82	0,83	0,51	0,24	0,24	0,84	0,50
1993-1994	0,70	1,00	0,83	0,45	0,30	0,39	0,57	0,55	0,48	0,06	0,18	0,28	0,45
1994-1995	0,30	0,24	0,33	0,44	0,43	0,50	0,58	0,59	0,51	0,10	0,18	0,40	0,39
1995-1996	0,42	0,49	0,82	0,83	0,79	0,88	0,58	0,17	0,13	0,28	0,47	0,09	0,44
1996-1997	0,57	1,00	1,00	1,00	0,35	0,31	0,23	0,36	0,40	0,55	0,52	0,42	0,58
1997-1998	0,00	0,49	1,00	1,00	0,88	0,58	0,59	0,88	0,88	0,59	0,30	0,50	0,80
1998-1999	0,81	0,88	0,28	0,12	0,18	0,34	0,48	0,54	0,81	0,59	0,43	0,53	0,45
1999-2000	0,58	0,53	0,78	1,00	0,88	0,81	0,85	0,74	0,85	0,73	0,74	0,88	0,73
2000-2001	0,88	0,54	0,28	0,25	0,19	0,39	0,57	0,81	0,81	0,88	0,75	0,88	0,57
2001-2002	0,58	0,83	0,73	0,83	0,78	0,88	0,71	0,98	1,00	1,00	0,99	0,74	0,82
2002-2003	0,84	0,93	0,43	0,30	0,88	0,88	0,78	0,82	0,77	0,98	1,00	0,92	0,74
2003-2004	1,00	1,00	0,85	0,82	0,82	0,72	0,77	0,75	0,83	0,81	1,00	0,95	0,81
2004-2005	1,00	1,00	1,00	0,77	0,26	0,31	0,50	0,88	0,74	0,80	1,00	1,00	0,75
2005-2006	1,00	1,00	1,00	0,88	0,54	0,40	0,57	0,58	0,72	0,88	1,00	1,00	0,79
2006-2007	0,98	1,00	0,41	0,30	0,19	0,25	0,30	0,56	0,88	1,00	1,00	1,00	0,88
2007-2008	0,93	0,88	0,57	0,87	0,97	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,98	0,91
2008-2009	1,00	1,00	0,87	0,92	0,92	0,94	1,00	1,00	0,90	0,88	0,99	1,00	0,85
2009-2010	1,00	1,00	1,00	1,00	0,54	0,52	0,57	0,80	0,79	0,98	1,00	1,00	0,85
2010-2011	1,00	1,00	0,79	0,99	0,78	0,81	0,41	0,45	0,49	0,78	1,00	1,00	0,77
2011-2012	0,94	0,88	0,44	0,38	0,38	0,37	0,18	0,18	0,11	0,25	0,50	0,38	0,41
2012-2013	0,48	0,51	0,88	0,71	0,71	0,50	0,78	0,75	0,78	0,87	0,75	0,85	0,87
2013-2014	0,83	0,13	0,14	0,30	0,44	0,51	0,54	0,82	0,85	0,72	0,57	0,82	0,48
2014-2015	0,50	0,88	0,45	0,52	0,48	0,47	0,41	0,83	0,89	0,80	0,55	0,54	0,57
2015-2016	0,51	0,11	0,00	0,12	0,38	0,47	0,49	0,29	0,29	0,41	0,49	0,50	0,34
2016-2017	0,17	0,00	0,02	0,25	0,51	0,55	0,58	0,35	0,32	0,00	0,26	0,34	0,28
2017-2018	0,41	0,38	0,88	0,84	0,80	0,59	0,80	0,89	0,77	0,85	0,58	0,82	0,83

Aportaciones en embalse del Ebro (9801) acumulada a 3 meses

INDICE DE ESTADO
le ≥ 0,3 Ectable; le < 0,3 Sequía Prolongada

AÑO	TRIMESTRALES											ANUALES Indice medio	
	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO		SEP
	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8		9
Indice Percentil Serie Referencia (80-12)													
1988-1989	0,50	0,14	0,07	0,00	0,00	0,00	0,14	0,26	0,45	0,44	0,58	0,52	0,28
1989-1990	0,39	0,03	0,33	0,32	0,28	0,10	0,32	0,58	0,59	0,30	0,48	0,42	0,32
1990-1991	0,25	0,12	0,35	0,48	0,41	0,53	0,58	1,00	0,85	1,00	0,59	0,52	0,58
1991-1992	0,52	0,73	0,43	0,34	0,08	0,17	0,81	0,83	1,00	0,80	0,75	0,55	0,57
1992-1993	0,79	0,99	0,78	0,30	0,18	0,31	0,33	0,50	0,52	0,82	0,59	0,51	0,53
1993-1994	0,87	0,71	0,88	0,89	0,59	0,43	0,21	0,27	0,42	0,51	0,51	0,50	0,52
1994-1995	0,54	0,38	0,10	0,58	0,53	0,84	0,24	0,28	0,08	0,32	0,42	0,50	0,38
1995-1996	0,47	0,45	0,32	0,45	0,62	0,82	0,82	0,58	0,51	0,47	0,53	0,50	0,50
1996-1997	0,58	0,85	0,96	0,99	0,85	0,30	0,00	0,00	0,52	0,81	0,53	0,48	0,48
1997-1998	0,35	0,43	0,57	0,48	0,32	0,32	0,37	0,53	0,80	0,80	0,48	0,39	0,45
1998-1999	0,80	0,80	0,50	0,49	0,58	0,50	0,37	0,31	0,34	0,39	0,32	0,50	0,48
1999-2000	0,81	0,99	1,00	0,80	0,53	0,27	0,40	0,48	0,58	0,51	0,50	0,52	0,60
2000-2001	0,54	0,49	0,52	0,77	0,84	1,00	0,75	0,54	0,27	0,38	0,30	0,48	0,57
2001-2002	0,41	0,83	0,28	0,31	0,13	0,28	0,19	0,30	0,48	0,82	0,82	0,53	0,40
2002-2003	0,57	0,43	0,89	1,00	1,00	0,78	0,87	0,38	0,35	0,15	0,00	0,04	0,52
2003-2004	0,29	0,81	0,80	0,75	0,58	0,62	0,58	0,59	0,49	0,32	0,31	0,48	0,52
2004-2005	0,52	0,92	0,80	0,88	0,68	0,94	1,00	0,98	0,59	0,31	0,19	0,24	0,87
2005-2006	0,23	0,44	0,50	0,52	0,47	0,58	0,53	0,50	0,11	0,06	0,15	0,26	0,38
2006-2007	0,32	0,53	0,38	0,25	0,30	0,59	0,80	0,82	0,83	0,54	0,31	0,32	0,48
2007-2008	0,49	0,29	0,15	0,00	0,04	0,28	0,38	0,60	0,70	0,72	0,55	0,00	0,38
2008-2009	0,20	0,80	0,94	0,95	0,88	0,55	0,51	0,40	0,32	0,22	0,11	0,12	0,48
2009-2010	0,00	0,48	0,53	0,77	0,75	0,74	0,57	0,52	0,88	0,82	0,85	0,28	0,58
2010-2011	0,39	0,77	0,70	0,88	0,45	0,43	0,30	0,32	0,11	0,23	0,38	0,41	0,43
2011-2012	0,24	0,49	0,33	0,29	0,48	0,45	0,64	0,50	0,59	0,44	0,07	0,12	0,39
2012-2013	0,53	0,51	0,47	0,64	0,83	1,00	0,99	0,85	0,70	0,88	0,81	0,39	0,88
2013-2014	0,25	0,71	0,59	0,71	0,58	0,81	0,57	0,43	0,39	0,27	0,44	0,38	0,49
2014-2015	0,52	0,48	0,75	0,90	1,00	1,00	1,00	0,73	0,50	0,38	0,44	0,52	0,88
2015-2016	0,80	0,89	0,32	0,32	0,43	0,78	0,94	0,94	0,88	0,54	0,44	0,43	0,59
2016-2017	0,42	0,17	0,05	0,11	0,24	0,35	0,18	0,06	0,04				0,18
2017-2018													



ESCASEZ ESTRUCTURAL: Elementos del Sistema Indicadores

- Variables hidrometeorológicas descriptoras
- Unidad Territorial: zonificación y red de observación → puntos de referencia y medida
- Definición de los Indicadores Hidrológicos
- Estados: valores umbrales del Indicador → prealerta, alerta o sequía



INDICADORES ESCASEZ

- Deben mostrar el **estado de los recursos disponibles** para atender las demandas de agua en la Zona, sus posibles desviaciones respecto de lo normal o habitual en cada momento y la intensidad de la desviación.
- Para ello hay que **identificar el origen u orígenes del recurso** utilizado, expresar las variables descriptoras de su estado cuantitativo y definir un índice agregando, en su caso, las distintas variables descriptoras.
- Establecer red de medida de las variables descriptoras
- Se establecen **valores umbral** que marcan la intensidad de la **desviación del Indicador respecto de lo normal** o habitual



INDICADORES ESCASEZ : ejemplos de descriptores

Ríos regulados	→	volumen embalsado
Ríos regulados (régimen nival)	→	volumen embalsado/ AF nieve acumulada
Ríos naturales (régimen nival)	→	caudales circulantes/ AF nieve acumulada
Sondeos y pozos	→	niveles piezométricos
Indeterminados	→	precipitación acumulada



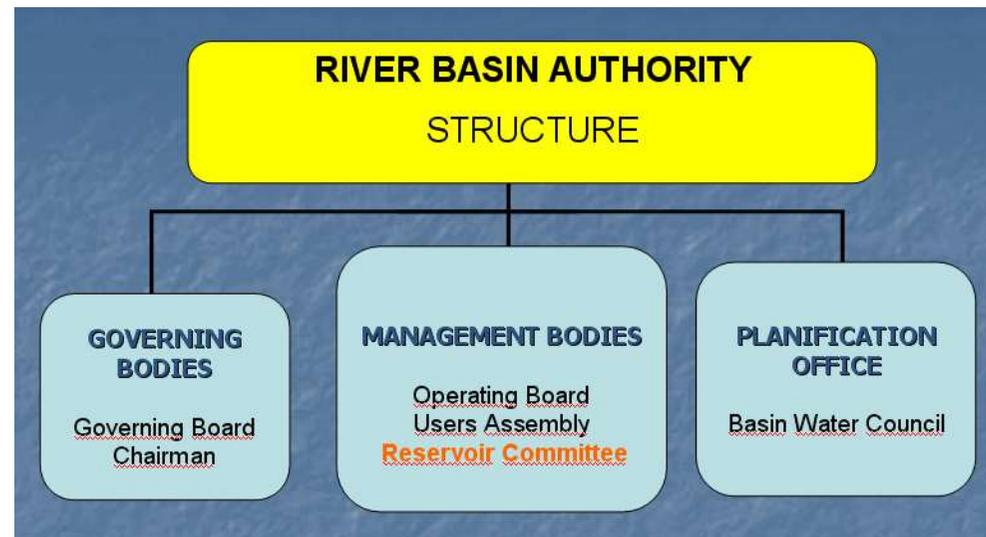
Medidas estratégicas (planificación)

- -Alternativas de suministro.
 - Nuevas estructuras de almacenamiento. Nuevas captaciones de recursos.
 - Estudio de rehabilitación de captaciones fuera de uso. Reordenación de captaciones.
 - Nuevo sistema de interconexión de elementos.
 - Desalinización.
 - Infraestructuras reutilización de aguas residuales.
- - Cambios en el sistema de gestión.
 - Uso conjunto.
 - Articular funcionamiento de Centros de Intercambio de Derechos de Uso del Agua
 - Prever los cambios necesarios en la normativa.
 - Coordinación interadministrativa.
- - Modificaciones en la demanda.
 - Modificación tarifas coyuntural.
 - Cambios en el sistema de riego.
 - Minimización y reutilización industrial.
 - Fomento de actividades alternativas a usos de gran consumo de agua.
 - Modificaciones en relación con el uso del dominio público hidráulico.

Tipos de medidas

- **Estratégicas:** son actuaciones a largo plazo de carácter institucional e infraestructural, que forman parte de la **planificación hidrológica** (estructuras de almacenamiento y regulación, normativa y ordenación de usos)
- **Tácticas:** actuaciones a corto plazo planificadas y validadas con anticipación en el marco del plan de sequía. Se activan en las fases de **prealerta y alerta**
- **Emergencia:** se adoptan bien **avanzada la sequía** y varían en función de la gravedad de la misma y su extensión o grado de afección a la cuenca

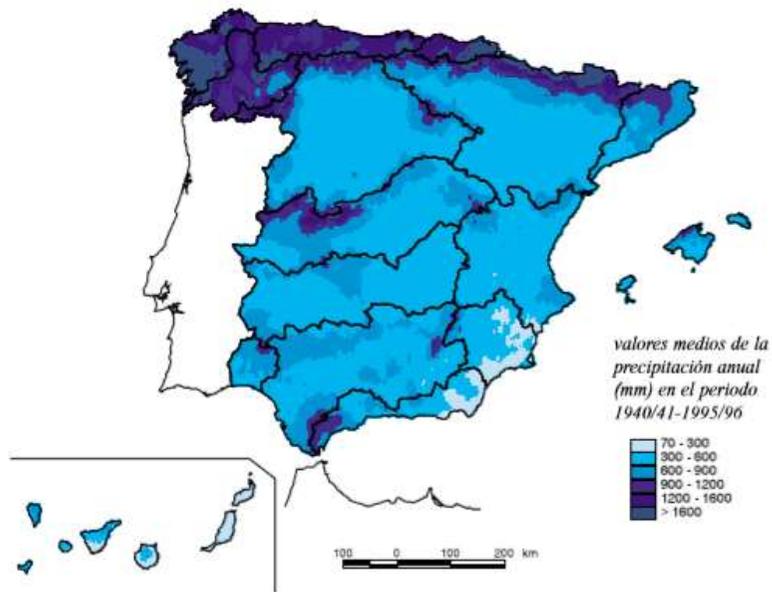
Comisión de Desembalse Confederaciones Hidrográficas



La **Comisión de Desembalse** elabora y discute las propuestas que se presentarán al Presidente del Organismo de Cuenca con respecto al llenado y vaciado de embalses y acuíferos, de acuerdo con los derechos de los diferentes usuarios y la situación hidrológica actual



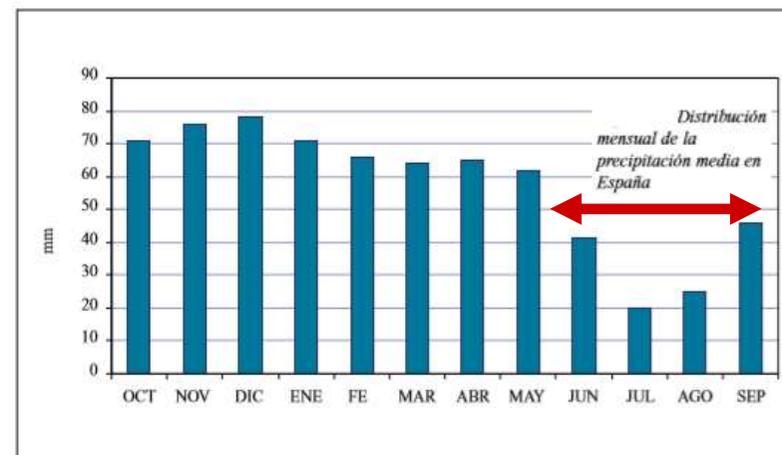
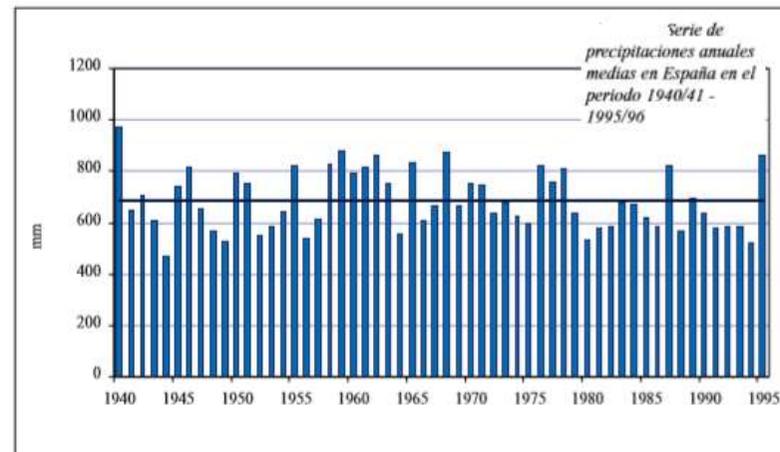
- **1. Introducción: rasgos hidrológicos y sequías en España**
- 2. Concepto de sequía y tipología
- 3. Gestión de las sequías y su evolución
- 4. Planes Especiales de Actuación por Sequías
- 5. Ríos regulados en los Planes de Actuación por Sequías
- 6. Conclusiones



Gran irregularidad:

- Territorial
- Temporal
 - Interanual
 - Intranual

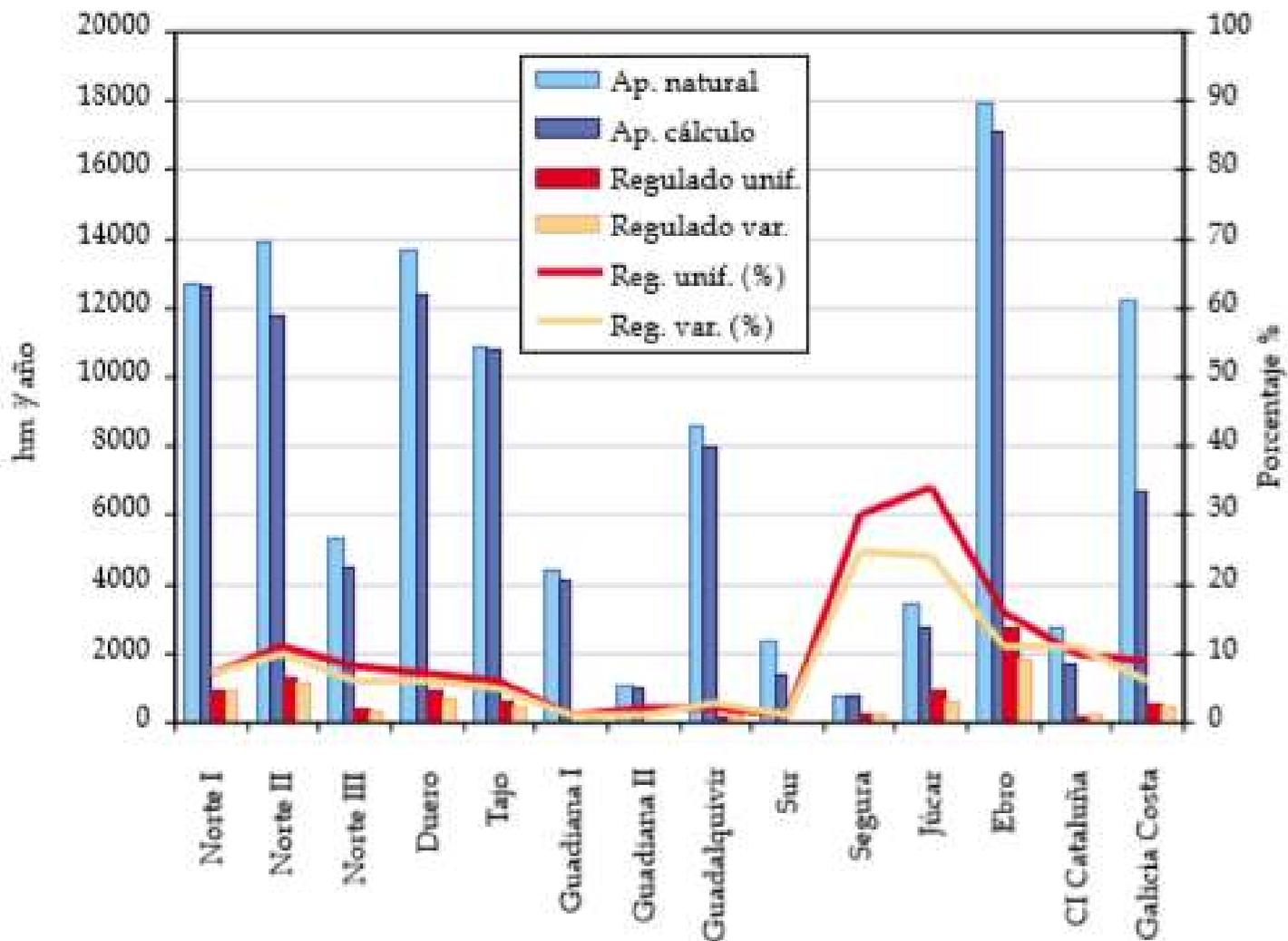
IRREGULARIDAD del RÉGIMEN PLUVIOMÉTRICO



80% demanda consuntiva → Riego 24km³/año



RECURSOS HÍDRICOS RENOVABLES (RÉGIMEN NATURAL)



Libro Blanco del Agua (Mº Medio Ambiente 2000)

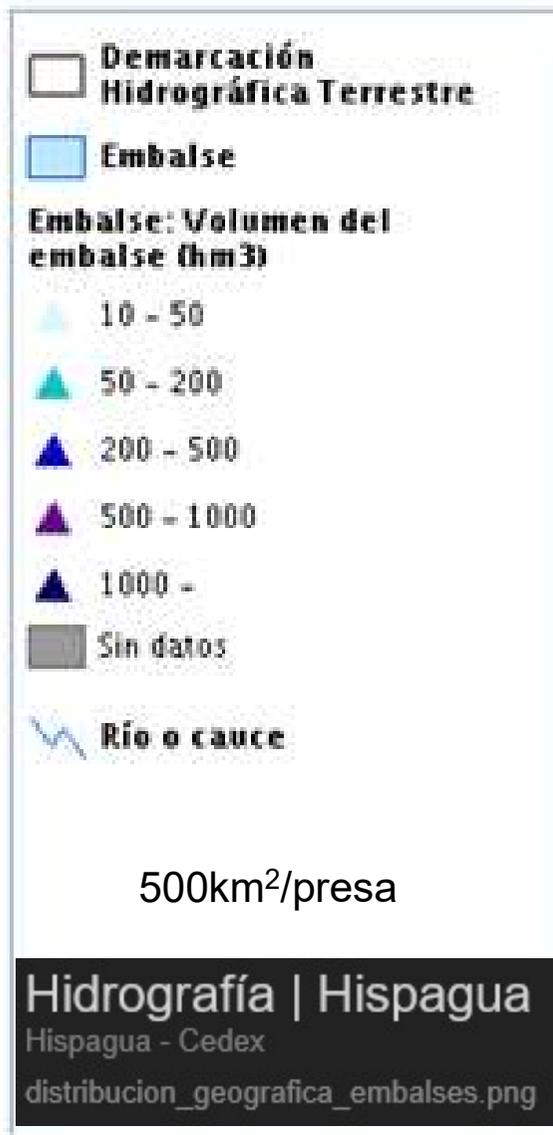


MINISTERIO DE FOMENTO

MINISTERIO PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA

CEDEX
CENTRO DE ESTUDIOS Y EXPERIMENTACIÓN DE OBRAS PÚBLICAS

Por tanto , en España la mayoría de los ríos están regulados





Recursos Disponibles Totales

	Volumen regulado en embalses (hm ³ /año)	Bombeo actual de aguas subterráns.	Reutilización directa (hm ³ /año)	Desalación de agua de mar (hm ³ /año)	Transferenc. superficiales (hm ³ /año)	Indicador de cota máxima actual total (hm ³ /año)
Galicia Costa	1.223					1.223
Norte I	3.937					3.937
Norte II	1.870	19			+4-4	1.889
Norte III	353	33			+190	576
Norte	7.383	52			+194-4	7.625
Duero	6.095	371				6.466
Tajo	5.845	164			-301	5.708
Guadiana I	1.922	738			+20	2.680
Guadiana II	228	76				304
Guadiana	2.150	814	5		+60	2.984
Guadalquivir	2.819	507	12		-6	3.332
Sur	359	420	19	20	+7	825
Segura	626	478	56		+225-30	1.355
Júcar	2.095	1.425	83		+85	3.688
Ebro	11.012	198	6		+4-247	10.973
C.I. Cataluña	791	424	6		+53	1.274
Total Península	39.175	4.853	187	20		44.230
Baleares		284	26	6		316
Canarias		395	20	68		483
Total España	39.175	5.532	310 hm³/año	395 hm³/año	+588-588	45.029

Síntesis de disponibilidades hídricas teóricas

Libro Blanco del Agua(Mº Medio Ambiente 2000)

Síntesis PPHH Miteco 2017

Recursos renovables 111 km³/año

GARANTÍA DEMANDAS de AGUA

Una demanda es considerada satisfecha durante un cierto periodo de tiempo (45 años) si:

- El déficit en un año es $< A$ % demanda anual
- El déficit en dos consecutivos años es $< B$ % demanda anual
- El déficit en diez consecutivos años $< C$ % demanda annual

URBANO (1)		REGADÍO		INDUSTRIAL(2)
• A	-	50		-
• B	-	75		-
• C	8	100		-

(1) El déficit en un mes no sea superior al 10% de la correspondiente demanda mensual.

(2) La garantía de demanda industrial no conectada a la red, no será superior a la urbana