

El ciclo del agua, recursos hídricos y marco de referencia.

Master en Ingeniería y Gestión del Agua

2011-2012

PROFESOR

Ángel Villanueva Río

OBJETIVOS GENERALES

- 1.- Definir el MARCO DE REFERENCIA sobre le gestión del agua: aspectos cuantitativos, socioeconómicos, medioambientales y legales.
- 2.- Analizar los USOS e IDENTIFICAR los problemas del agua en España.
- 3.- Estudiar los problemas de CONTAMINACIÓN del agua (contaminantes, origen y efectos) y la legislación que la regula.
- 4.- Proponer METODOLOGÍAS DE CARACTERIZACIÓN.

Información y criterio para responder a estas preguntas

- ¿Cuánta, quién y cómo se usa el agua?
- ¿Somos eficientes en la utilización del agua?
- ¿Cuáles son los principales problemas a los que nos enfrentamos?
- ¿Quiénes son los responsables de la gestión y protección del agua en España?
- ¿Pagamos un precio adecuado?
- ¿Tenemos suficiente calidad en las aguas?
- ¿Qué problemas de contaminación tenemos?
- ¿Qué normativa legal tenemos?. ¿Cumplimos la Ley?
- ¿Cómo determinar las características de los diferentes tipos aguas?

Metodología

- 20 horas en 5 sesiones presenciales TEORICO/PRACTICAS.
- Evaluación:
 - Participación.
 - Trabajo personal en clase.
 - Prueba objetiva.

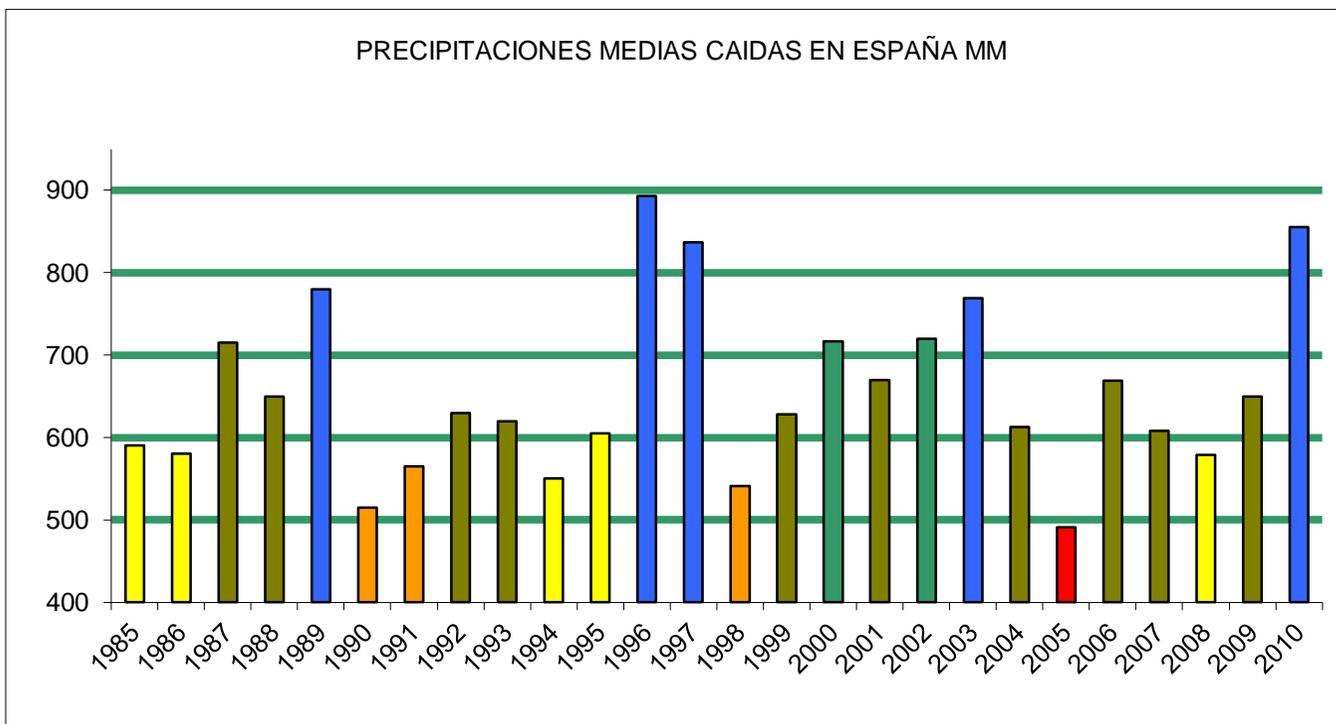
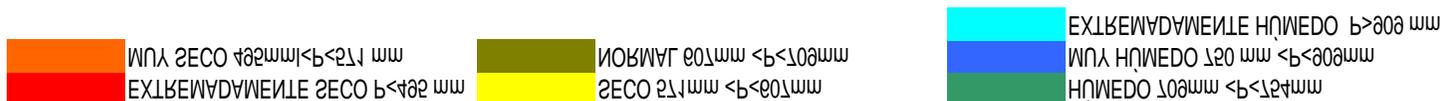
Marco de referencia general:

- ¿Donde está el agua?
- ¿Cuanta hay?
- ¿De donde viene?
- ¿Cómo evoluciona en la Naturaleza?

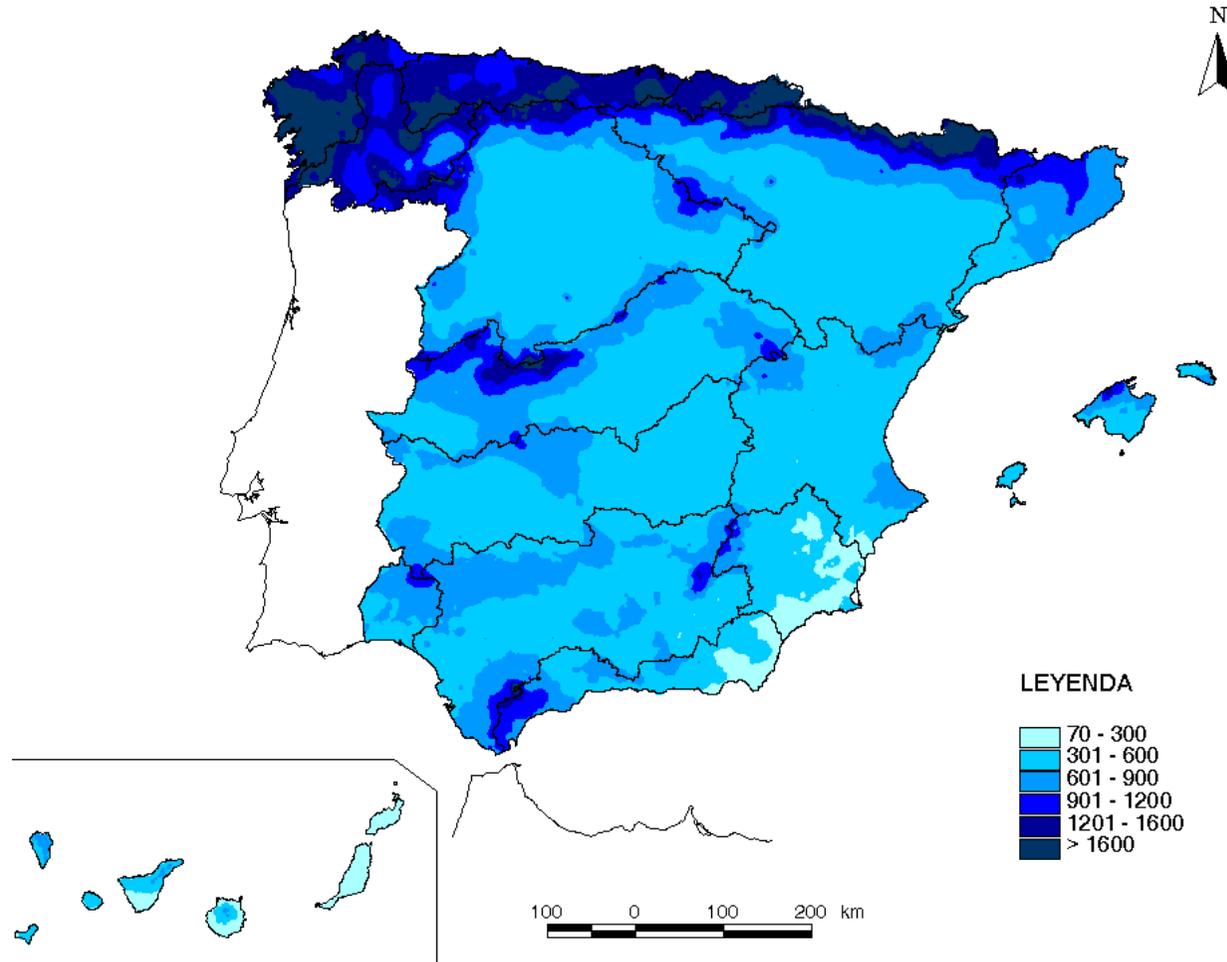
Recursos hídricos en España

- El 2% del territorio está ocupado por ríos, embalses y zonas húmedas.
 - Ríos catalogados: 1.621 (65.559 km). 161 desembocan directamente en el mar (12.871 km).
 - 2.500 humedales naturales y más de 1.200 embalses.
- Los recursos subterráneos (300 km³, 125 km³ hasta 200 metros de profundidad.)
 - Hasta 80 % de la superficie del territorio se encuentra sobre acuíferos.
 - Grandes acuíferos (33 % de la extensión del país)
 - Acuíferos de pequeña entidad e interés local.

Marco de referencia. Precipitación media anual (mm)



Marco de referencia. Precipitación media anual (mm) en el periodo comprendido entre los años hidrológicos 1940/41 y 1995/96



Marco de referencia.

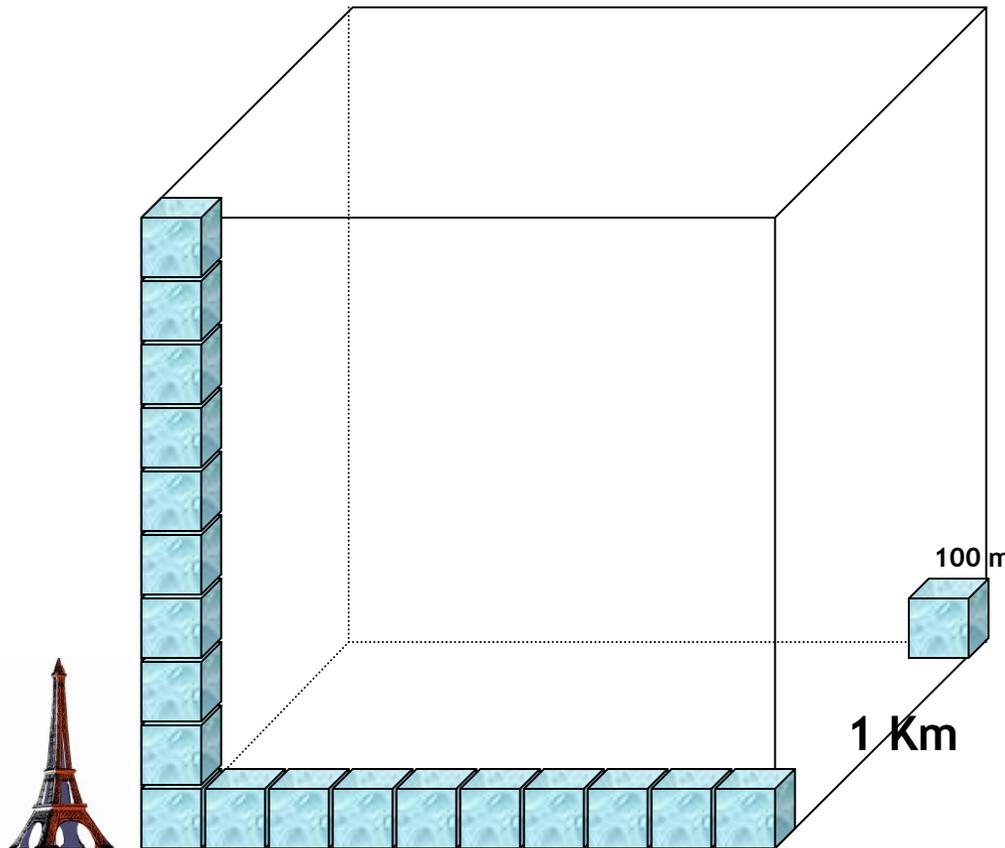
Cantidad de agua debida a las precipitaciones anuales
(Media basada en datos de periodo 1940-1996)

- Precipitación media anual: **684 mm (l/m²)**
- Superficie territorio español: **506.000 km²**

TOTAL: 346 km³ anuales

¿Cómo evolucionan?

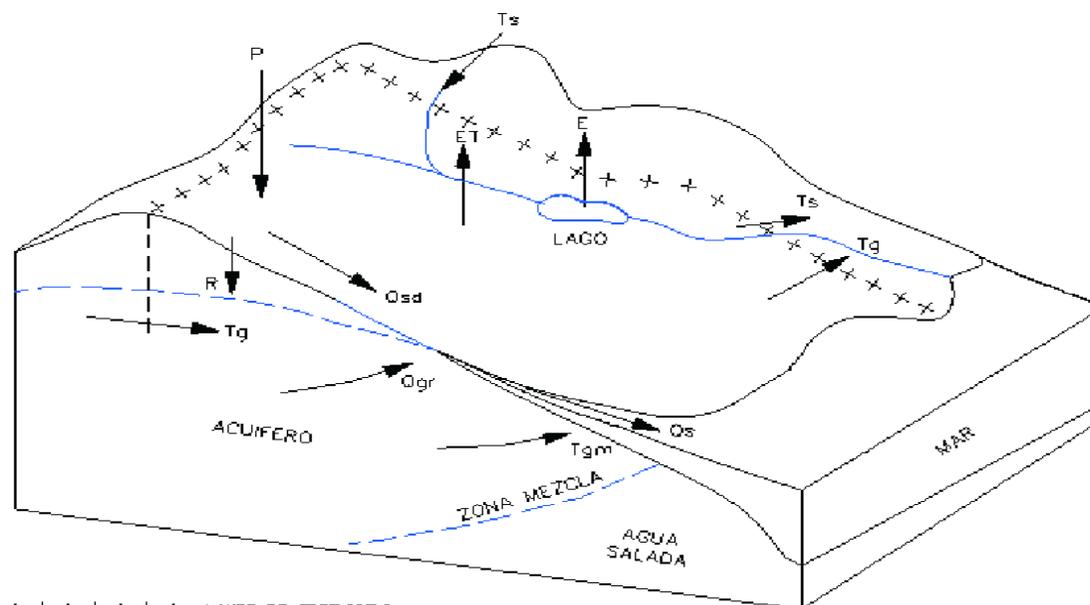
Unidades de volumen



$$1 \text{ km}^3 = 1000 \text{ hm}^3$$

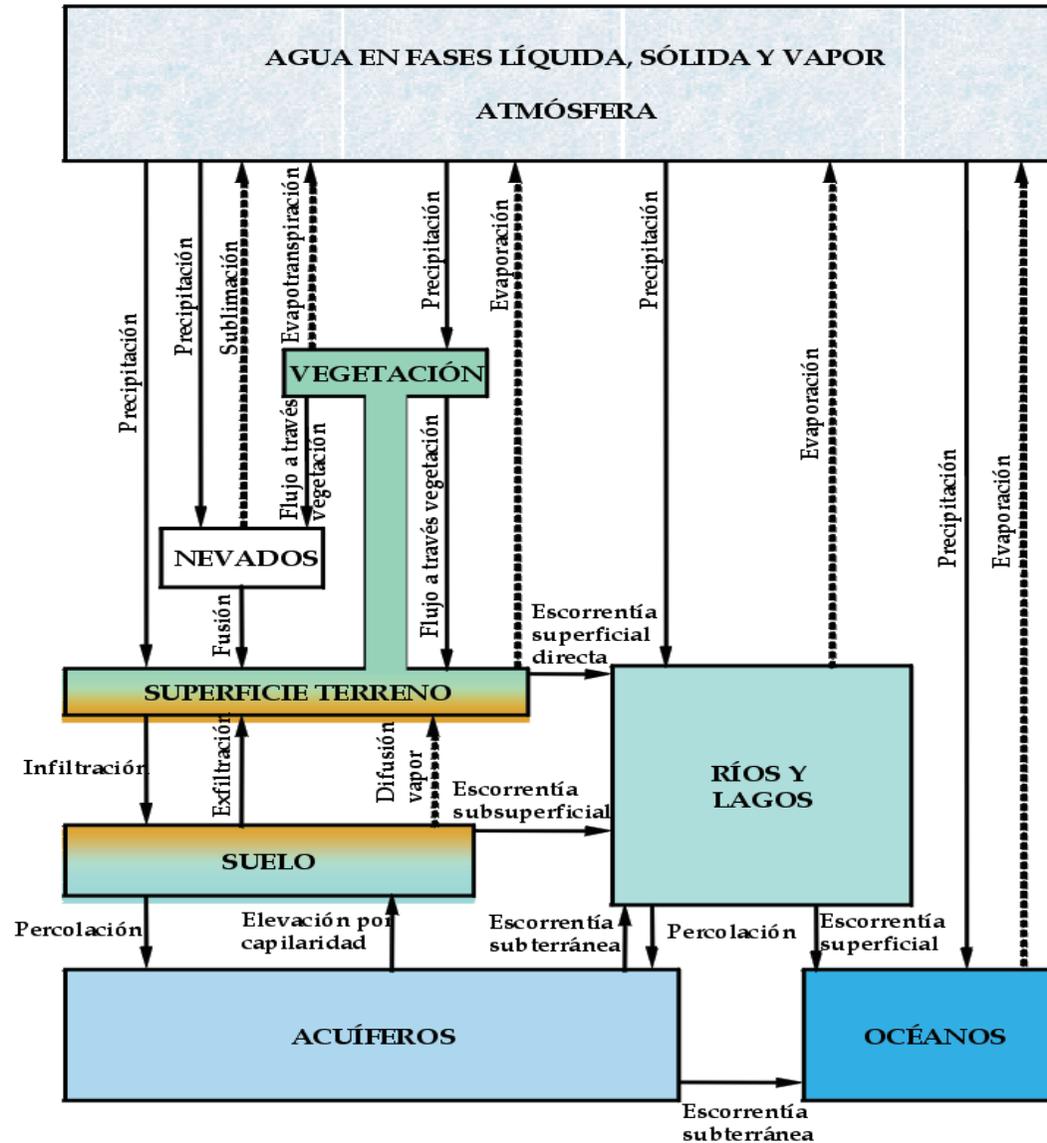
$$1 \text{ hm}^3 = 1.000.000 \text{ m}^3$$

El ciclo natural



- +++++ LIMITE DE TERRITORIO
- P - PRECIPITACION
- E - EVAPORACION
- ET - EVAPOTRANSPIRACION
- R - RECARGA AL ACUIFERO
- Qsd - ESCORRENTIA SUPERFICIAL DIRECTA
- Qgr - ESCORRENTIA SUBTERRANEA AL RIO
- Qs - APORTACION DEL RIO
- Ts - TRANSFERENCIAS SUPERFICIALES DESDE/HACIA OTRO TERRITORIO
- Tg - TRANSFERENCIAS SUBTERRANEAS DESDE/HACIA OTRO TERRITORIO
- Tgm - TRANSFERENCIAS SUBTERRANEAS AL MAR

EL CICLO NATURAL DEL AGUA

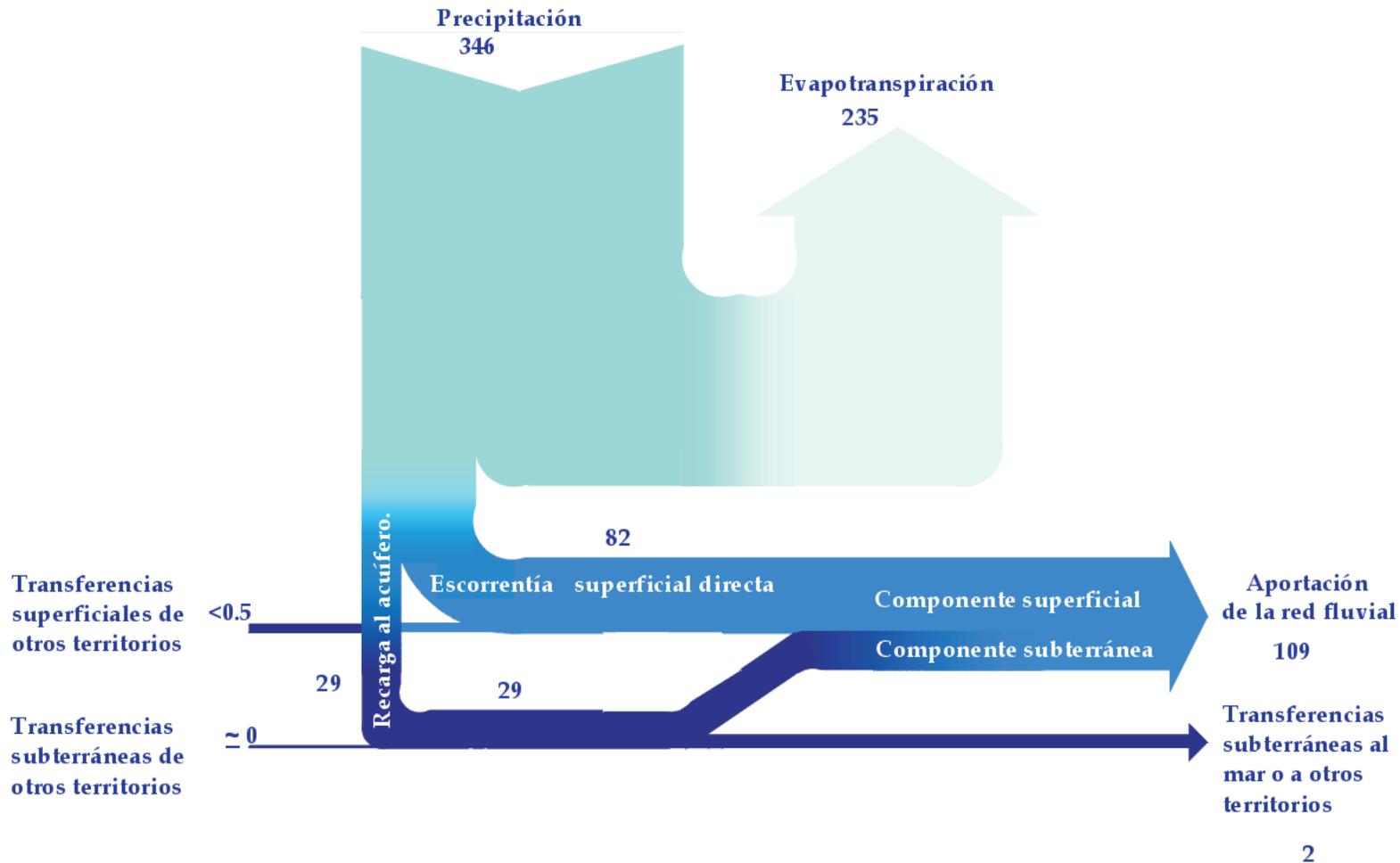


EL CICLO NATURAL DEL AGUA.

Procesos básicos

- Precipitación.
- Evapotranspiración.
- Escorrentía.
- Infiltración y Precolación.

BALANCE HÍDRICO TERRITORIO ESPAÑOL

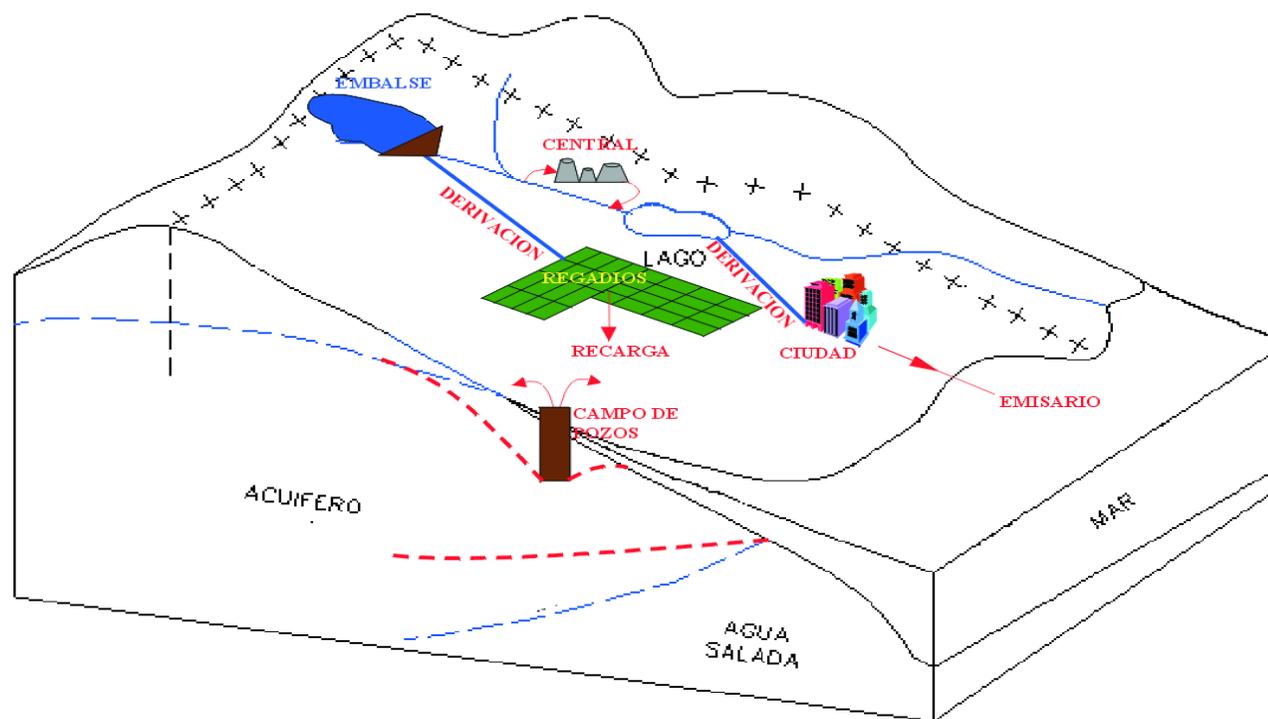


Cifras globales agregadas de los principales flujos en régimen natural para el territorio español (en km³/año). Media basada en datos de periodo 1940-1996)

Recursos hídricos en España

- Recursos hídricos naturales renovables (rn) **111 km³**
(1940/96)
 - Escorrentía superficial **82 km³**
 - Recarga de acuíferos **29 km³**

El ciclo afectado por el hombre



Recursos hídricos en España

● RECURSOS HIDRICOS NATURALES RENOVABLES.

Capacidad de regulación, tecnología (extracción/uso no convencionales)

Restricciones (técnicas, ambientales, sociales, políticas, económicas)

● RECURSOS DISPONIBLES: Estimación LBA 42-53 km³

Recursos hídricos en España

- Capacidad de embalse en España: **54 km³ (37 km³ 2010)**
- Captaciones subterráneas: **6 km³**
- Recursos no convencionales.
 - Reutilización: **0,4 km³ (2004)** con potencial de **1,2.**
 - Desalación: **0,7 km³ (2008), 0,6 km³ (2010)**

Marcos de referencia

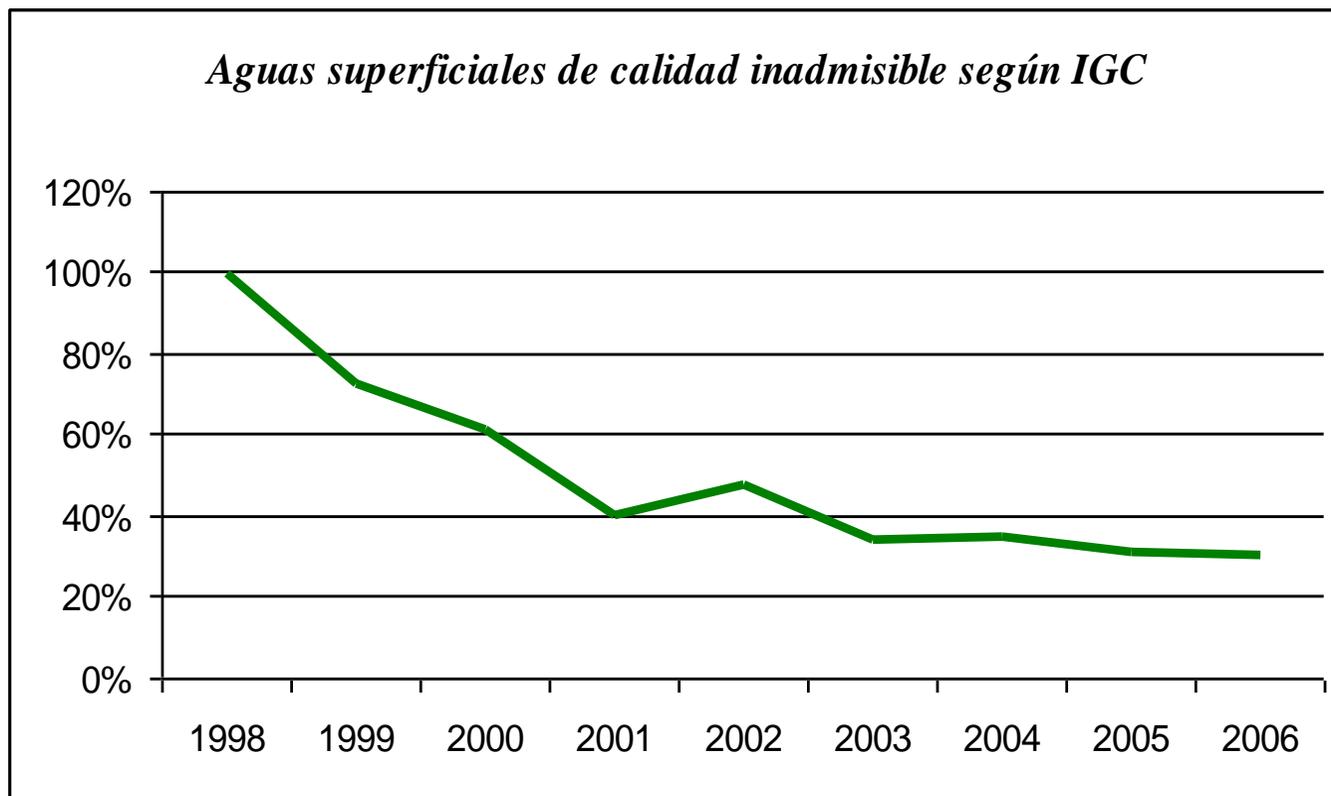
- Medioambiental
- Político/social
- Económico/empresarial

Marco de referencia general: Medioambiental

¿PROBLEMAS?

- **Calidad**
 - V. Directos (Urbanos, Industriales,..)
 - V. Difusos (Actividades agrícolas y ganaderas).
- **Cantidad para diferentes usos suficiente por extracciones**
 - Abastecimiento de población.
 - Agrario.
 - Industrial (energía, otros).
 - Acuicultura.
 - Recreativo.
 - Navegación y transporte acuático.
- **Cantidad/calidad ambientalmente adecuada: Ecológico.**
- **Introducción de especies exóticas**
- **Regulaciones (embalses) y alteraciones morfológicas (presas, canalizaciones, dragados, puentes,..)**
- **Presión zonas colindantes: Usos del suelo.**

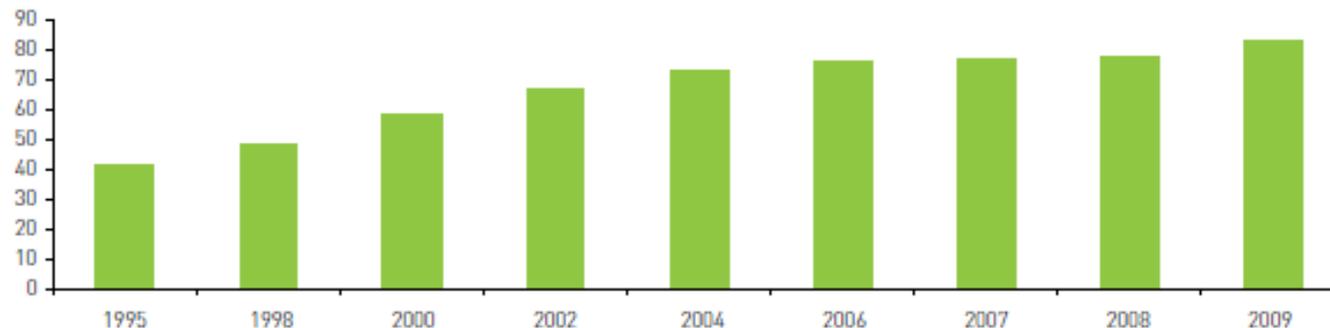
Calidad del agua



Depuración de aguas residuales urbanas

En 2009 el grado de conformidad de la carga contaminante tratada, expresada en porcentaje de habitantes equivalentes, se sitúa en el 83% de conformidad

GRADO DE CONFORMIDAD CON LA DIRECTIVA 91/271/CE
EXPRESADO COMO LA CARGA CONTAMINANTE TRATADA (% h-e)



Fuente: MARM

Recursos hídricos en España. Evolución del llenado de los acuíferos

Cuenca	2001	2002	2003	2005	2006	2007
Norte	-	+	=	-	-	+
Duero	-	-	+	-	+	+
Tajo	-	=	-	=	-	-
Guadiana	-	-	-	-	-	+
Guadalquivir	=	+	=	=	-	-
Mediterránea andaluza	=	=	+	-	-	=
Segura	nd	-	-	=	-	-
Júcar	-	=	+	-	-	+
Ebro	-	=	+	-	-	+
Interna catalana	-	+	+	-	-	nd
Baleares	+	+	-	-	+	+

[Incremento respecto al año anterior (+), sin variación (=) o disminución (-)]

ESTADO DE LAS AGUAS

Cumplimiento de objetivos ambientales según DMA (buen estado 2015)

- MASAS DE AGUA SUPERFICIALES IDENTIFICADAS (4.630*)
 - 13 % RIESGO SEGURO
 - 23 % RIESGO NULO
 - 63 % EN ESTUDIO
 - 1 % NO EVALUADAS
- MASAS DE AGUA SUBTERRANEAS IDENTIFICADAS (740)
 - 38 % RIESGO SEGURO
 - 18 % RIESGO NULO
 - 35 % EN ESTUDIO
 - 9 % NO EVALUADAS

* 3.792 ríos, 319, lagos, 168 aguas de transición y 351 aguas costeras

Marco de referencia general Político/social

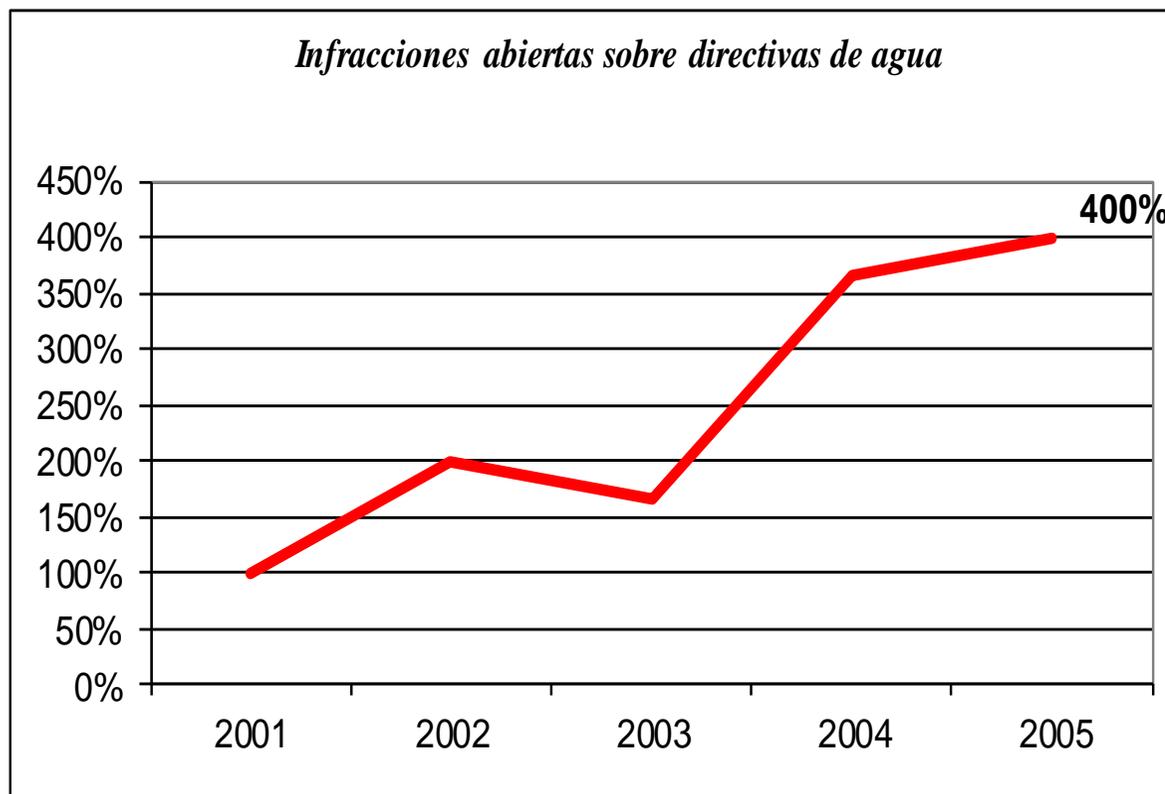
- Compromisos internacionales (buen estado 2015, gestión preventiva de riesgos, racionalización de uso, gestión participativa: DMA)
- Mayor conciencia y exigencia ciudadana (?)
- Rechazo a grandes infraestructuras
- Gestión de lo próximo y participativa vs creciente autonomismo y electoralismo (?)
- En algunos casos, precio intervenido (no recuperación de costes, ni incentivo del uso racional)

UN CAMBIO NECESARIO

- De la gestión para ofrecer más (OFERTA), a la gestión para la utilización y consumo responsable (eficiente y sostenible) (DEMANDA)

Nota: El nivel de recuperación de costes (sin contar necesidad de inversiones y costes ambientales) por la prestación del conjunto de los servicios del agua en España sobre los usuarios urbanos y de riego está comprendido entre el 65% y el 96%, dependiendo del servicio, los usuarios y la cuenca contemplada

Cumplimiento de compromisos internacionales



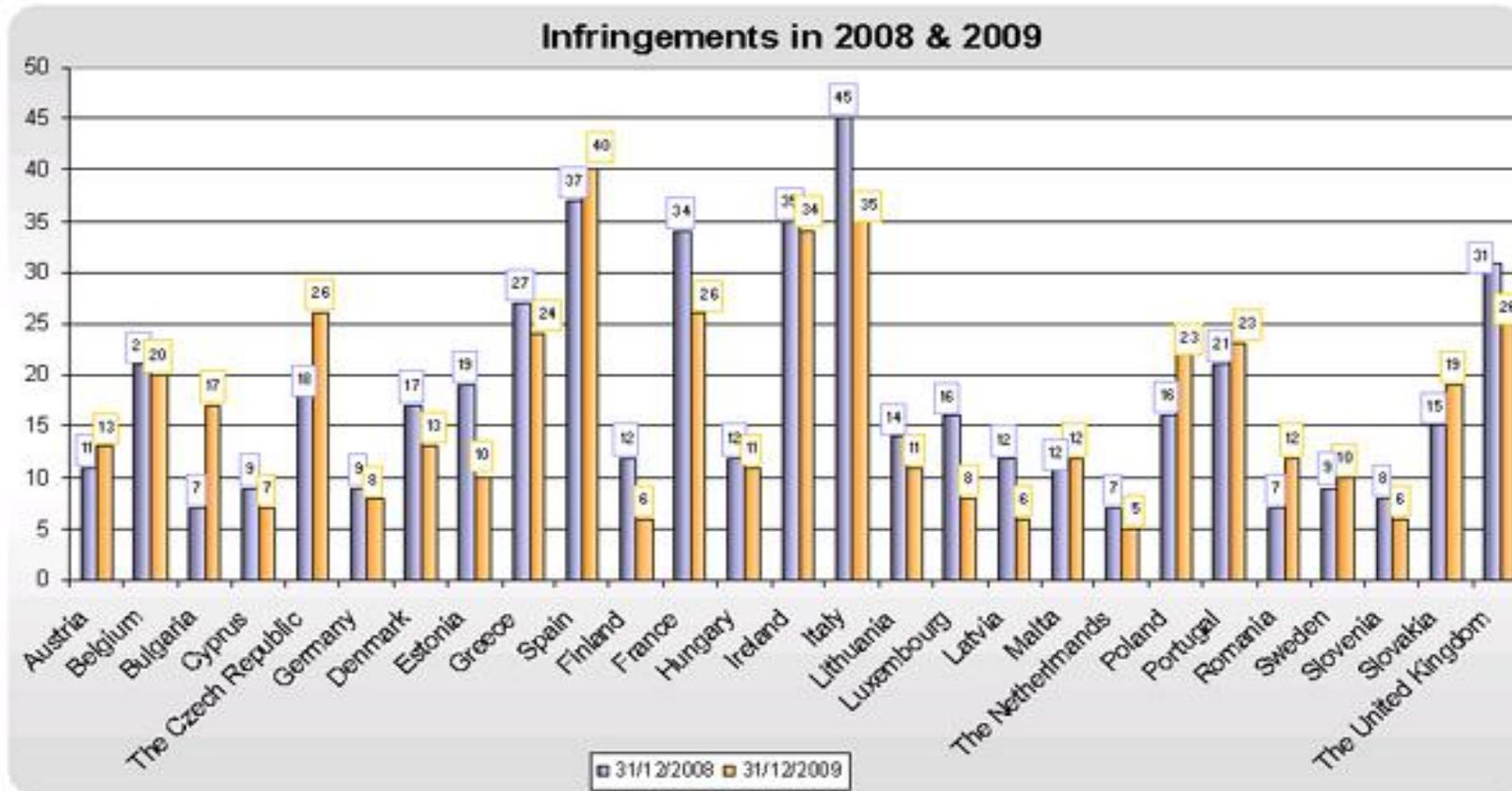
Incluyen:

- Carta de Requerimiento
- Dictamen motivado
- Presentación a Tribunal de Justicia

Por:

- No comunicación
- No conformidad
- Mala aplicación

Las estadísticas sobre las infracciones ambientales



Nota:

- Expedientes de infracción son aquellos en los que al menos se da el primer paso en la acción legal en virtud del artículo Artículo 258 (ex Art 226 TEC) del Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea y hasta la actuación del Tribunal de Justicia en virtud del Artículo 260 (ex Art 228 TEC)
- No siempre es un reflejo del desempeño ambiental del país. A veces depende del grado de actividad de los grupos ecologistas y ciudadanos que se acercan antes a las instituciones europeas que a las autoridades o tribunales nacionales
- http://ec.europa.eu/environment/legal/law/press_en.htm

Marco de referencia general Económico (Sector Agua)

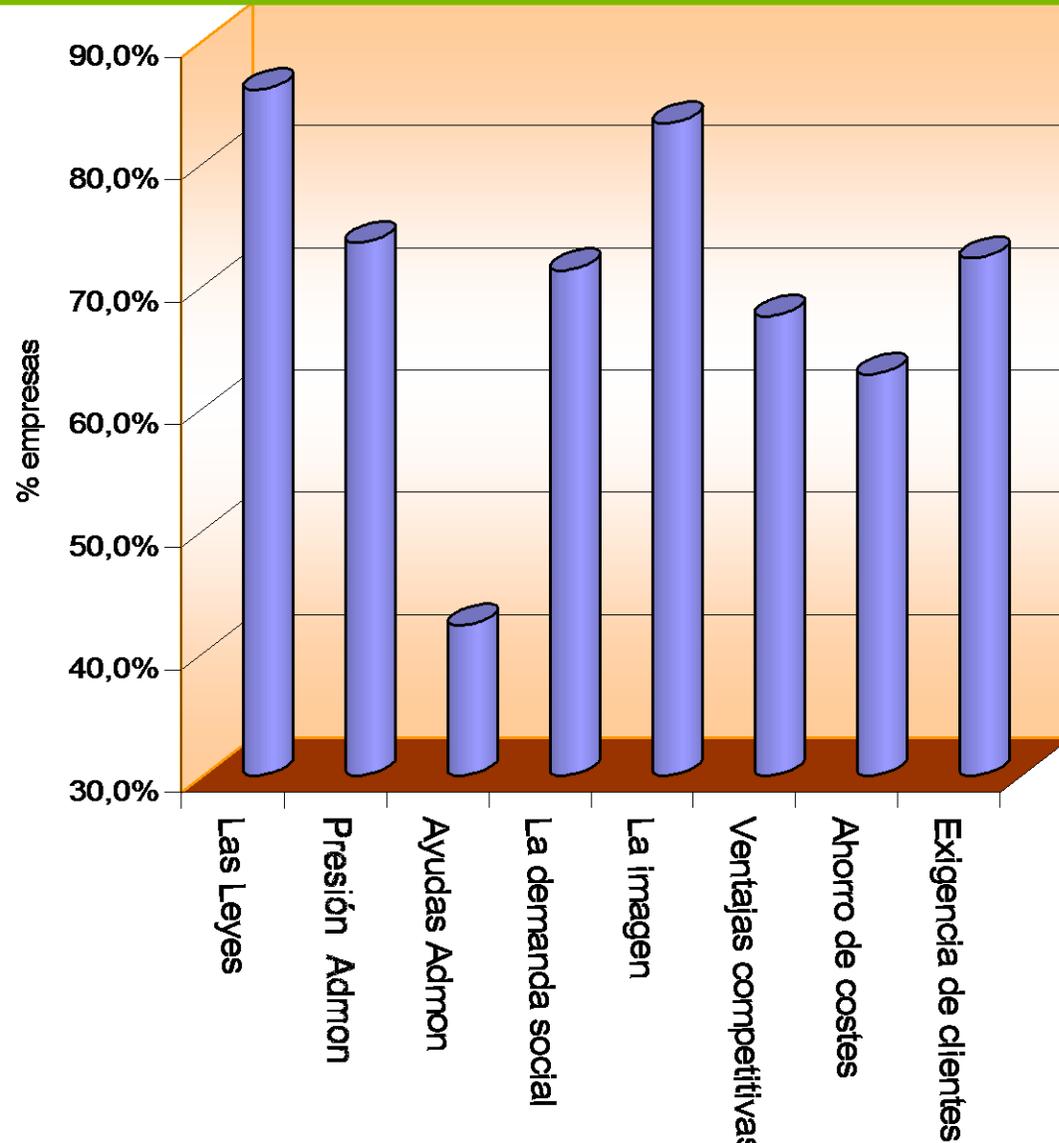
- **Cumplimiento de compromisos y legislación**
 - Necesidad de fuertes inversiones y gastos de gestión y mantenimiento
- Necesidad de profundizar en el desarrollo tecnológico. I+D+I
- Demanda de profesionales especializados

Marco de referencia general

Empresarial General

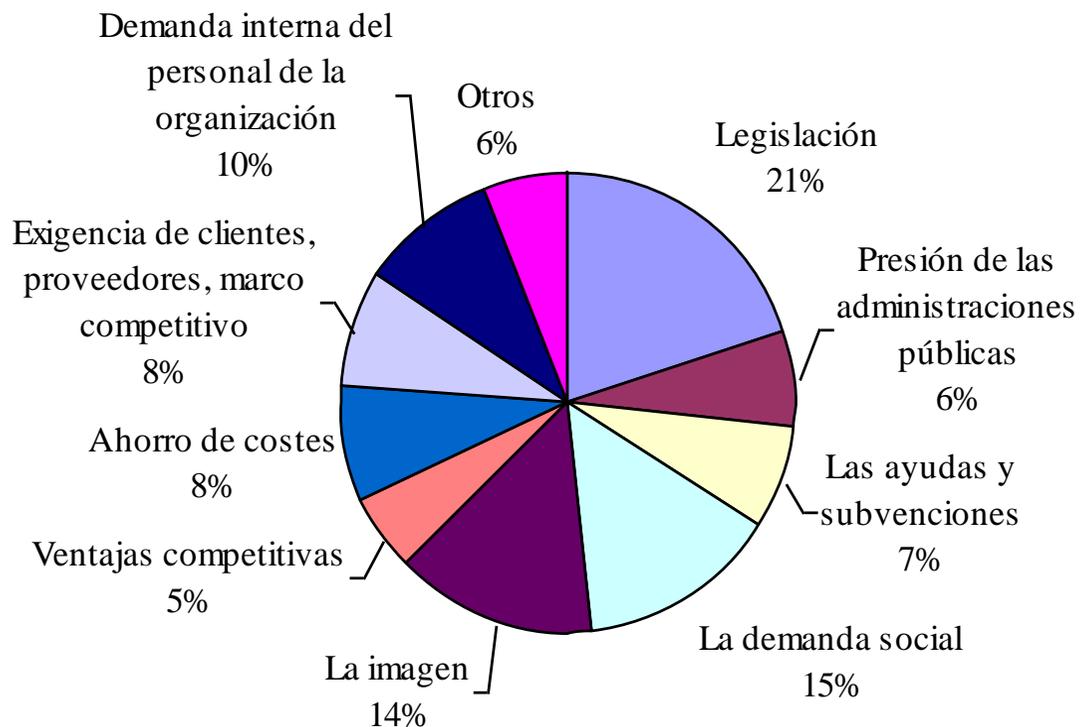
- **Recurso de entrada (disponibilidad y precio).**
 - Riego: (€/m³): A. Sub. (0,09) - A.Sup. (0,02)
 - Industrial/urbano: (€ / m³): 1,50/1,20 (2006)
- **Medio ambiente (oportunidad/riesgo)**
 - Ventas
 - Responsabilidad (sistemas voluntarios)
 - Legislación (sistemas reglamentarios obligatorios)

FACTORES QUE AUMENTAN EL INTERÉS DE LAS EMPRESAS POR EL MEDIO AMBIENTE



Fuente: “Los requisitos de sostenibilidad en la empresa y la gestión pública” OI 2004
Master en Ingeniería y Gestión del Agua / Ángel Villanueva

Factores que aumentan el interés de la empresa sobre el medio ambiente (%) (1)



Fuente: Encuesta “Tendencias hacia la sostenibilidad en España, 2006”.
(1)% sobre la repuesta situada en primer lugar de importancia.

¿Por qué es importante la legislación?

Condiciona cualquier asunto o actividad relacionada con el
MEDIO AMBIENTE Y EL AGUA

- Titulares actividades impactantes (producción, servicio o producto).
- Consultoras o ingenierías.
- Laboratorios.
- Administración.
- ONG ´s

Marco de referencia general Legal

- **PREVENIR**
- **GESTIONAR/CORREGIR**
- **REPRIMIR/REPARAR**

MARCO GENERAL LEGISLATIVO Y NORMATIVO

AMBITO REGLAMENTARIO

LEGISLACIÓN DE ENFOQUE PREVENTIVO:

Actividades clasificadas.

IPPC

E.I.A.

LEGISLACIÓN DE GESTION/CORRECCION (SECTORIAL).

Atmósfera

Ruidos

Aguas

Residuos

Suelos

LEGISLACION REPRESORA/DE REPARACIÓN.

Responsabilidad Administrativa.

R. Civil.

R. Penal.

Marco de referencia general

Legal

POLITICA DE PROTECCION DE MEDIO AMBIENTE

• España:

- Art. 45. Constitución Española (1978)
- Derecho Comunitario. Incorporación Unión Europea (1986).

• Unión Europea:

- Programas de Acción Comunitaria en Materia de M. A. (PACMAS)
 - 1º 1973-1977
 - 6º 2002-2010

Marco de referencia general

Legal

- Nivel Internacional
 - * Convenios Internacionales
- Nivel Europeo
 - * Reglamentos
 - * Directivas
 - * Decisiones
 - * Comunicaciones y recomendaciones
- Estado Español
- CCAA
- Ayuntamientos

Tipos de Normas de Derecho Comunitario.

	ALCANCE	OBLIGATORIEDAD	APLICABILIDAD
Reglamentos	General	Total (fines y medios)	Directa
Directivas (*)	General	Parcial (fines: Sí, medios: No)	Necesitan ser transpuestas
Decisiones	Concreto	Total	Directa
Recomendaciones y Comunicaciones	General y/o Particular	Escaso valor jurídico	-

(*) Las Directivas no transpuestas no obligan con la excepción de aquellas formuladas de forma precisa e incondicional, y por no depender para su aplicación de actuaciones de EM, se reconozca efecto directo (Teoría del Efecto Directo). Evitan inactividad de EM.)

MARCO COMPETENCIAL



ESTADO:

- Dictar normas básicas de protección



COMUNIDADES AUTONOMAS:

- Desarrollo de normas básicas
- Dictar normas adicionales



ENTES LOCALES:

- Diferentes competencias ejercidas “en los términos que la legislación del Estado y CCAA”

JERARQUIA NORMATIVA: Principales Tipos Normas



Ámbito Estatal:

- Constitución
- Ley
- Real Decreto
- Orden Ministerial



Ámbito Autonómico:

- Ley Autonómica
- Decreto
- Orden



Ámbito local

- Ordenanza Municipal

Marco de referencia general

Legal

PRINCIPIOS Y TENDENCIAS

- Principio de prudencia
 - Enfoque preventivo
- Corrección de la contaminación en la fuente
 - Quien contamina paga
- Flujo de información pública: transparencia
 - Cumplimiento legal
- Instrumentos de mercado
- Fomento transferencia de tecnologías limpias: MTD

NORMATIVA CON ENFOQUE GENERAL Y PREVENTIVO

Ámbito	ESTATAL
Actividades clasificadas	Decreto 2414/1961 en aquellas CCAA sin normativa en esta materia
Evaluación I.A	RD 1131/88, Ley 9/2006 y RDL 1/2008 y modificaciones
Prevención y Control integrado de la contaminación	Ley 16/2002 Real Decreto 509/2007

NORMATIVA GESTION/CORRECCION: SECTORIAL

<u>Ámbito</u>	<u>ESTATAL</u>
AGUAS	LEY DE AGUAS (1985-2011) LEY DE COSTAS (1988)
ATMOSFERA	LEY DE CALIDAD DEL AIRE Y PROTECCIÓN DE LA ATMÓSFERA (2007)
RUIDO	LEY DEL RUIDO (2003)
RESIDUOS Y SUELOS	LEY DE RESIDUOS Y SUELOS C. (2011) RD SUELOS CONTAMINADOS (2005)

NORMATIVA REPRESORA/REPRADORA

- **RESPONSABILIDAD ADMINISTRATIVA**
- **RESPONSABILIDAD PENAL**
- **RESPONSABILIDAD CIVIL**

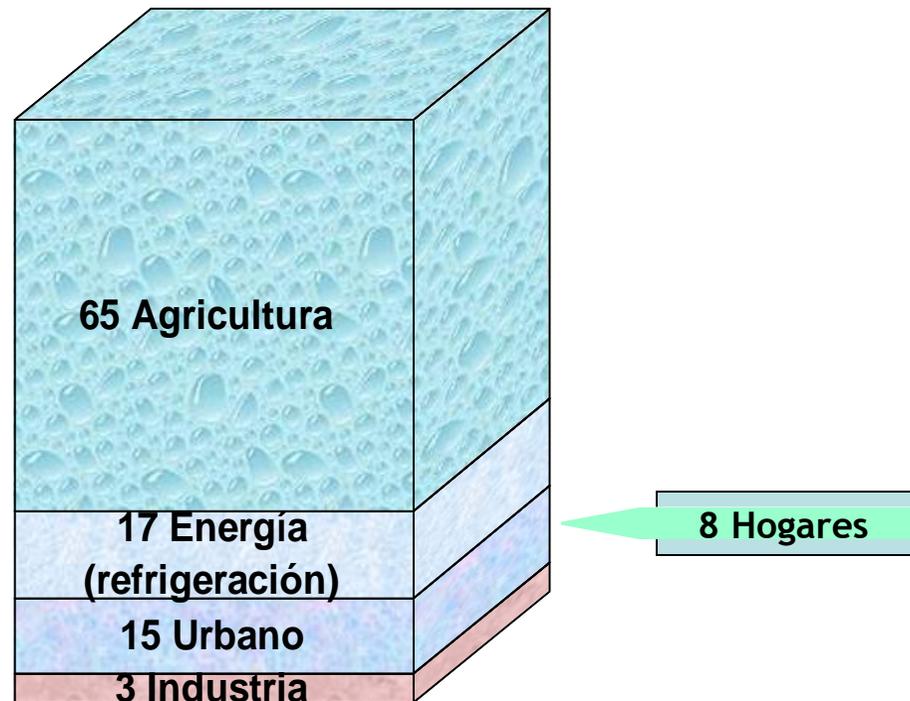
TERMINOLOGÍA

Uso: Diferentes actividades que emplean agua. P.e: Regadío, Urbano,...

Utilización: Cantidad de agua extraída del sistema hidrológico para cada uso. P.e: España utiliza 25.000 hm³ de agua para regadíos

EXTRACCION ANUAL PER CAPITA ESPAÑA: 900 m³

100 litros de agua extraída



EXTRACCION DE AGUA CONTINENTAL

- **Extracción total: aprox. 38 km³ (2004)**
 - **Superficial: 32, tendencia estable**
 - **Subterránea: 6, tendencia ascendente**

TERMINOLOGÍA

Consumo: Cantidad de agua que no retorna al sistema hidrológico.

- **Usos consuntivos:**

- Agricultura en parcela (tasa de consumo 80%), general (50%)
- Urbano e industrial (20%)
- Energético/refrigeración (5 %)

- **No consuntivo (o muy poco):** recreativo, hidroeléctrico, acuicultura y navegación.

TERMINOLOGÍA

Demanda: Es la cantidad de agua que los usuarios están dispuestos a adquirir para un uso determinado en las condiciones económicas en que es ofrecida. (Dependerá del precio, nivel de renta, tipo de actividad,..).

Dotaciones de demanda para la industria manufacturera (metros cúbicos por empleado y año)

SUBSECTOR	Dotación empleado (m³/empleado/año)
<i>Alimentación, bebidas y tabaco.</i>	470
<i>Textil, confección, cuero y calzado</i>	330
<i>Madera y corcho</i>	66
<i>Papel; edición y artes gráficas</i>	687
<i>Industria Química</i>	1.257
<i>Caucho y plástico</i>	173
<i>Otros productos minerales no metálicos</i>	95
<i>Metalurgia y productos metálicos</i>	563
<i>Maquinaria y equipo mecánico</i>	33
<i>Equipo eléctrico, electrónico y óptico</i>	34
<i>Fabricante de material de transporte</i>	95
<i>Industrias manufactureras diversas</i>	192

Usos del agua en España AGRICULTURA

- **Superficie regada España, 2008: 7% (3.344.637 ha)** Nota: Una hectárea de regadío produce seis veces más que una hectárea de secano.
- **Cantidad utilizada estable.**

¡ UTILIZA 65 % AGUA EN ESPAÑA!
(25 km³)

- **Aporta 2% PIB y emplea 4% población ocupada.**
- **Se extrae 1 m³ de agua para generar 0,85€ (2004)**
- **Contaminación: abonos y plaguicidas**
- **Mejora de técnicas de riego, pero mucho por hacer**

Usos del agua en España URBANOS

- **Extracción 5.824 hm³/distribución 4.873 hm³/llega al usuario final 4.000 hm² (30% pérdidas).**
- **Cantidad utilizada estable, tendencia decreciente.**

¡ UTILIZA 15 % AGUA EN ESPAÑA!

● **Usos:**

- **Hogares 55 % (166 litros/día, 2005) del agua distribuida**
- **Sectores económicos**
- **Municipales**

● **Contaminación:** Carga orgánica, Detergentes y otros productos del hogar, Nutrientes vegetales, Color, Materias flotantes y en suspensión, **Microorganismos.**

Usos del agua en España INDUSTRIA

- Extracción 1.318 hm³, industrias no conectadas a redes urbanas.
- Tendencia decreciente.

¡ UTILIZA 3 % AGUA EN ESPAÑA!

- Usos:
 - Refrigeración (p.e. Calderas)
 - Limpieza equipos e instalaciones.
 - Proceso (materia prima, lavar, diluir, transportar)
- Aporta 14,5 % PIB y emplea 18 % población ocupada.
- Se extrae 1 m³ de agua para generar 54,6 € (2004)
- Contaminación: carga orgánica, materias en suspensión, tóxicos,.....

Usos del agua en España ENERGÍA (REFRIGERACIÓN)

- **Extracción 6.195 hm³.**
- **Tendencia creciente.**

¡ UTILIZA 17 % AGUA EN ESPAÑA!

- **Usos:** Refrigeración
- **Aporta 2,3 % PIB.**
- **Se extrae 1 m³ de agua para generar 2,2 € (2004)**
- **Contaminación:** incremento de temperatura y aditivos