

# Contaminación de las aguas, origen y efectos.

Master en Ingeniería y Gestión del Agua

2011-2012

**PROFESOR/A**

Ángel Villanueva Río

## Química del agua

| Constituyentes Mayoritarios (aniones) | Constituyentes Mayoritarios (cationes) | Constituyentes Minoritarios | Elementos Traza | Gases Disueltos     |
|---------------------------------------|--|-----------------------------|-----------------|---------------------|
| Bicarbonatos                          | Sodio                                  | Fosfatos                    | Metales         | Nitrógeno           |
| Sulfatos                              | Magnesio                               | Silicatos                   |                 | Oxígeno             |
| Cloruros                              | Calcio                                 | Amonio                      |                 | Anhídrido carbónico |
| Nitratos                              |  |                             |                 |                     |

## **"Contaminación"**

***Ley 62/2003 (Art. 93 LA) «La acción y el efecto de introducir materiales o formas de energía, o introducir condiciones en el agua que, de modo directo o indirecto, impliquen una alteración perjudicial de su calidad en relación con los usos posteriores, con la salud humana o con los ecosistemas acuáticos o terrestres directamente asociados a los acuáticos; causen daños a los bienes; y deterioren o dificulten el disfrute y usos del medio ambiente»***

***DMA y RD 60/2011 «La introducción directa o indirecta, como consecuencia de la actividad humana, de sustancias o energía en la atmósfera, el agua o el suelo, que puedan ser perjudiciales para la salud humana o para la calidad de los ecosistemas acuáticos, o de los ecosistemas terrestres que dependen directamente de ecosistemas acuáticos, y que causen daños a los bienes materiales o deterioren o dificulten el disfrute y otros usos legítimos del medio ambiente».***

# CALIDAD DEL AGUAS EN ESPAÑA

## Calidad por C. Hidrográficas

### (% Estaciones MALA CALIDAD IGC < 65)

|                |      |
|----------------|------|
| • Guadalquivir | 63 % |
| • Guadiana     | 40   |
| • Segura       | 39   |
| • Sur          | 25   |
| • Júcar        | 25   |
| • Tajo         | 20   |
| • Ebro         | 19   |
| • Norte        | 7    |
| • Duero        | 4    |

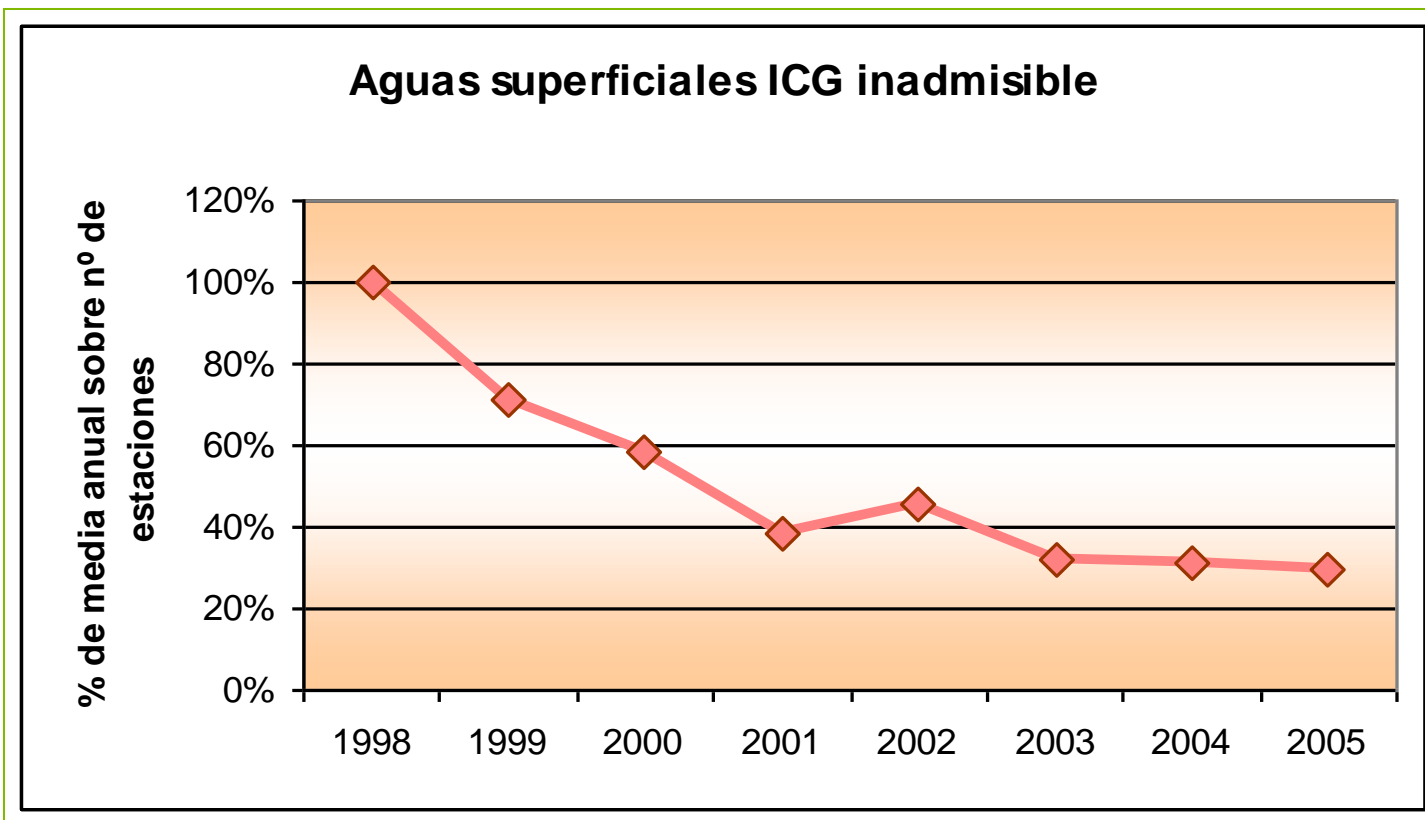
***50% embalses con eutrofización elevada***

**Notas:** Aprox. 680 estaciones

**Inadmisible: 0-50, Admisible: 50-65, Intermedio: 65-75, Bueno: 75-85 y Excelente: 85-100.**

**Fuente: Ministerio M Ambiente, 2003**

# EVOLUCIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUAS EN ESPAÑA (% IGC <50)



*Nota aprox. 680 estaciones 98: 78 y 05: 24 con calidad inadmisibles*

**Fuente: Elaboración propia y MMA, 2006**

## **VERTIDO DIRECTO :**

- ***Emisión directa de contaminantes a las aguas naturales o a cualquier otro elemento del dominio público H/MT***
- ***Descarga de contaminantes en el agua mediante inyección sin percolación a través del suelo o subsuelo.***

## **VERTIDO INDIRECTO:**

- ***Emisión en aguas superficiales o cualquier otro elemento del dominio público H/MT a través de redes de colectores de recogida de aguas residuales o por cualquier otro medio de desagüe.***
- ***Descargas realizados en aguas subterráneas mediante filtración a través del suelo o subsuelo.***

**APORTE PUNTUAL: generalmente, los anteriores.**

**APORTE DIFUSO: El realizado de manera dispersa y normalmente de forma discontinua.**

# VERTIDOS EN ESPAÑA DPH

## Vertidos de aguas residuales autorizadas (31/12/2008)

| Naturaleza del vertido | Nº            | Volumen (hm <sup>3</sup> /año) |
|------------------------|---------------|--------------------------------|
| Urbano (>1.999 h-e)    | 1.684         | 3.380                          |
| Urbano (<1.999 h-e)    | 16.033        |                                |
| Industrial             | 5.618         | 566                            |
| Refrigeración          | 160           | 4.068                          |
| Piscifactorías         | 153           | 2.202                          |
| Achique minero         | 84            | 72                             |
| Otros                  | 301           | 2                              |
| <b>Total</b>           | <b>24.033</b> | <b>10.300</b>                  |

*Nota: un millar de las autorizaciones corresponden a los vertidos más problemáticos por caudal -90% de lo emitido- o peligrosidad: Urbanos + 10.000 he, industrial con s. peligrosas, piscifactorías y refrigeración.*

# VERTIDOS EN ESPAÑA MAR

## Vertidos de aguas residuales autorizadas (31/12/2008)

| Naturaleza del vertido | Nº         | Volumen (hm <sup>3</sup> /año) |
|------------------------|------------|--------------------------------|
| Urbanos                | 235        | 1.730                          |
| Industrial             | 272        | 1.816                          |
| Refrigeración          | 44         | 9.644                          |
| Piscifactorías         | 58         | 1.343                          |
| Achique minero         | 0          | 0                              |
| Otros                  | 43         | 300                            |
| <b>Total</b>           | <b>652</b> | <b>14.833</b>                  |



# VARIANTES DE CONTAMINACION DE LAS AGUAS

- Partículas (materias en suspensión)
- Sustancias que afectan negativamente a niveles de oxígeno
- Incremento de temperatura
- Nutrientes vegetales
- Tóxicos directos o diferidos:
  - Organohalogenados y precursores
  - Organofosforados
  - Orgenoestannicos
  - Otros biocidas
  - Hidrocarburos persistentes y otros orgánicos PTB
  - Metales y compuestos
  - Cianuros
  - Otras sustancias:
    - Cancerígenas
    - Mutagénicas
    - Disruptores hormonales
- Sales
- Microorganismos patógenos
- Cambios organolépticos (color, sabor, olor)

# Contaminación acuática

## Efectos Generales

- \* Riesgo para la salud humana.
- \* Degradación de ecosistemas acuáticos.
- \* Limitación de usos.
- \* Incremento de costes de tratamiento.
- \* Daño de Instalaciones.

# Contaminación acuática

## TIPO DE CONTAMINACIÓN

### Origen

### Efectos

### Control

- *Vertidos urbanos y otros (S.s)*
- *A. prepotables, peces, cría invertebrados (S.s)*
- *Reutilización (S.s y turbidez)*
- *A. Consumo (Turbidez)*

## PARTÍCULAS

### Erosión.

### Vertidos

\* Extracción de áridos

\* Urbanos, ....

### Color

### Depósito sobre plantas y sustrato.

\* Puestas

\* Organismos bentónicos

### Daños en branquias y juveniles

### Soporte y “trampa” de ciertos contaminantes

### Colmatación de embalses

### Depósitos en canalizaciones

### Sólidos en suspensión

### Turbidez

### Sedimentables (cono Inhoff)

# Contaminación acuática

## TIPO DE CONTAMINACIÓN

### Origen

### Efectos

### Control

- *Vertidos urbanos y otros (DQO y DBO5)*
- *A. prepotables (DQO, DBO5 y O2)*
- *V. peces (DBO5 y O2)*
- *Cría invertebrados (O2)*
- *Estado ecológico ríos ((DBO5 y O2)*
- *A. Consumo (Cot u oxidabilidad)*

## DÉFICIT DE OXÍGENO

### Materia orgánica:

- \* **Vertidos urbanos**
- \* **I. Alimentaria.**
- \* **Papel.**
- \* **Ganadería**

### Alteraciones o desaparición de especies oxígeno dependientes.

### Procesos anaeróbicos:

- \* **Producción de tóxicos.**
- \* **Olores.**

### Parámetros físico-químicos.

- \* **DQO**
- \* **Oxidabilidad**
- \* **DBO5**
- \* **COT**
- \* **Oxígeno disuelto**

### Indicadores biológicos.

| Temperatura<br>(°C) | Solubilidad de O2<br>del agua en<br>equilibrio con aire<br>(800 m altitud)<br>mg/l | Solubilidad de O2<br>del agua en<br>equilibrio con aire<br>(nivel mar)<br>mg/l | Corrección por<br>salinidad<br>(resta por g/L<br>sales) |
|---------------------|--|--|---|
| <b>0</b>            | 13,1   | 14,6   | 0,087   |
| <b>5</b>            | 11,5   | 12,8   | 0,074   |
| <b>10</b>           | 10,1   | 11,3   | 0,063   |
| <b>15</b>           | 9,0  | 10,1   | 0,054   |
| <b>20</b>           | 8,1  | 9,1  | 0,047   |
| <b>25</b>           | 7,4  | 8,3  | 0,042   |
| <b>30</b>           | 6,8  | 7,6  | 0,037   |

Presión atmosférica normal/ media a nivel del mar: 1 atm = 760 mmHg = 101,325 kPa = 101,325 kN/m<sup>2</sup>

# Contaminación acuática

## TIPO DE CONTAMINACIÓN

### Origen

### Efectos






### Control

- *Vertidos térmicos (Valor absoluto e incremento en receptor)*
- *A. prepotables (Valor absoluto)*
- *V. peces (Incremento y valor absoluto)*
- *Cría invertebrados (Incremento)*

## INCREMENTO DE TEMPERATURA

### Vertidos térmicos.

- \* Centrales térmicas o nucleares
- \* Aguas de refrigeración general

-  Disminución solubilidad de gases
-  Incremento en el consumo de O<sub>2</sub>
-  Alteraciones en las comunidades biológicas.
-  Incremento de toxicidad de sustancias.
-  Facilita la autodepuración.

### Temperatura

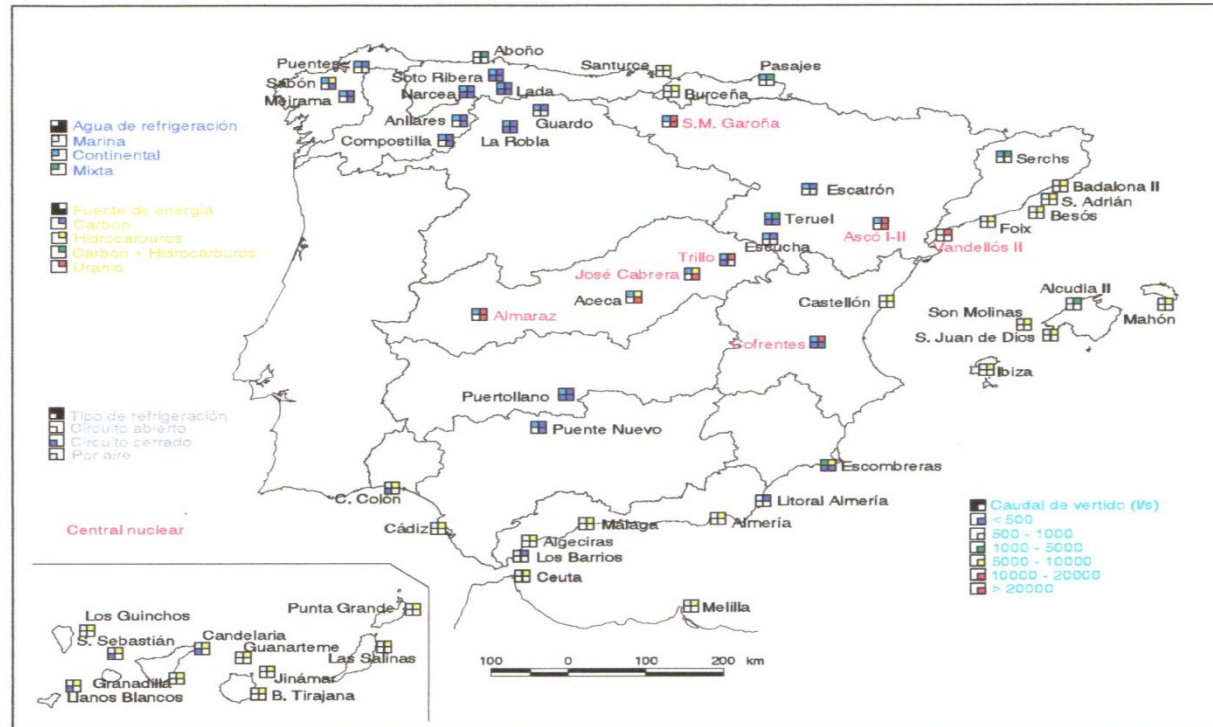


Figura 188. Mapa de situación y características principales de las centrales térmicas convencionales y nucleares

| Categoría trófica | Clorofila media | Clorofila máxima | Fósforo total | Media de Secchi | Mínimo de Secchi |
|-------------------|-----------------|------------------|---------------|-----------------|------------------|
| Ultraoligotrófico | < 1,0           | < 2,5            | < 4,0         | > 12,0          | > 6,0            |
| Oligotrófico      | < 2,5           | < 8,0            | < 10,0        | > 6,0           | > 3,0            |
| Mesotrófico       | 2,5 - 8         | 8 - 25           | 10 - 35       | 6 - 3           | 3 - 1,5          |
| Eutrófico         | 8 - 25          | 25 - 75          | 35 - 100      | 3 - 1,5         | 1,5 - 0,7        |
| Hipereutrófico    | > 25            | > 75             | > 100         | < 1,5           | < 0,7            |

Cl. media = media anual de la concentración de clorofila *a* en aguas superficiales ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Cl. máxima = pico anual de la concentración de clorofila *a* en aguas superficiales ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )

Fósforo total = media anual de concentración de fósforo total en el agua ( $\mu\text{g}/\text{l}$ )

Media de Secchi = media anual de transparencia de la profundidad de Secchi (m)

Mínimo de Secchi = mínimo anual de transparencia de la profundidad de Secchi (m)

Tabla 56. Valores límites para un sistema de clasificación trófica

## TIPO DE CONTAMINACIÓN

## NUTRIENTES VEGETALES (P>N)

### Origen

- Vertidos puntuales.
  - \* Urbanos
  - \* Agroquímicos
  - \* Explosivos
- Vertidos difusos.
  - \* Ganadería
  - \* Abonado.

### Efectos

- Eutrofización.
  - \* Alto desarrollo de fitoplacton y otra vegetación acuática.
  - \* Turbidez
  - \* Cambios en los niveles de oxígeno (tiempo y espacio)
  - \* Producción de tóxicos
  - \* Mortandad de peces

### Control

- Vertidos urbanos y otros
- Reutilizadas recreativas (Pt) y ambientales (N)
- A. prepotables y peces
- Estado ecológico
- A. Consumo (Ctos.N)

- Compuestos de fósforo (PT, PO4, P2O5)
- Compuestos nitrogenados (NT, NO2, NO3, NH3, NKjd).
- Otros:
  - \* Clorofila ó recuento de fitoplancton
  - \* Transparencia (Secchi)



# Contaminación acuática

## TIPO DE CONTAMINACIÓN

## TOXICIDAD

### Origen

### Vertidos.

- \* Industriales
- \* Agroquímicos
- \* Accidentales

### Efectos

### Alteraciones perjudiciales en los procesos fisiológicos de organismos:

- \* Directas
- \* Diferidas:
  - Bioacumulación
  - Biomagnificación
  - A. reproducción

### Control


- *Toxicológicos: Vertidos industriales al SIS y otros (Vibrio fischeri –bioluminiscencia-, Daphnia magna -movilidad)*

### Análisis químicos específicos Ensayos toxicológicos:


- \* Algas.
- \* Bacterias bioluminiscentes
- \* Microcrustáceos
- \* Material biológico EDAR,...

# Contaminación acuática

## TIPO DE CONTAMINACIÓN

 **Origen**


 **Efectos**

-  **Control**
- *Vertidos no urbanos*
  - *A. prepotables, peces, cría invertebrados.*
  - *Estado ecológico ríos*
  - *A. Consumo*

## TOXICIDAD: pH y cont. dependientes

 **Vertidos Industriales**

 **Lluvia ácida**

-  \*
- \* **Rango Vital (5-9)**
  - \* **Modificación toxicidad de otros**
  - \* **Solubilización de metales**
  - \* **Otros**

 **Electrometría**

**% aproximado de amoniaco/amonio en solución acuosa en función del pH (20°C)**

| pH | % Amoniaco libre | % ión amonio |
|----|------------------|--------------|
| 6  | 0                | 100          |
| 7  | 1                | 99           |
| 8  | 4                | 96           |
| 9  | 25               | 75           |
| 10 | 78               | 22           |
| 11 | 96               | 4            |

**% aproximado de cianuro de hidrógeno/ión cianuro en función del pH**

Cianuro como HCN (%)

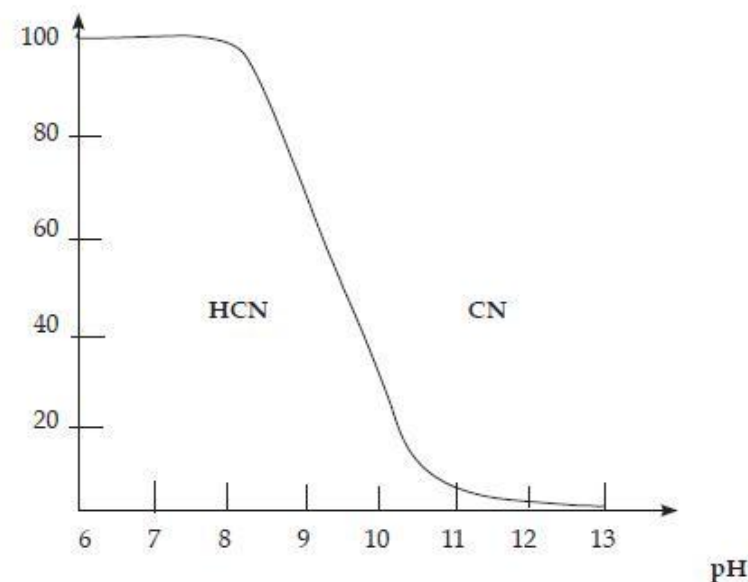


Figura 1. Formación de cianuro de hidrógeno y cianuro libre en soluciones acuosas en función del pH.

*Poca relevancia en aguas naturales ya que por el pH en la mayoría de ellas hace que la mayor parte del cianuro libre (grupo CN como CN- y HCN) se encuentra como HCN. La toxicidad de los cianuros complejos en aguas se debe principalmente a HCN debido a la disociación de los complejos.*

## TIPO DE CONTAMINACIÓN

### Origen

### Efectos

### Control

- *Vertidos no urbanos*
- *A. prepotables e invertebrados*
- *A. Reutilización*
- *A. Consumo*
- *Estado químico*

### Metales:

- *M. Disuelto*
- *Metal*
- *M. Total*

## TOXICIDAD: TPB

### Industriales, minería, agroquímicos, deposición atmosférica:

- Mercurio, cadmio.
- Organoclorados persistentes
  - Plaguicidas (HCH, DDT's, Endosulfán, PentaCB)
  - Industriales (Cloroalcanos, TCB subproductos HCB y HCBD)
  - Dioxinas y furanos
  - PCB's
- Otros (TBT, Penta-BDE, Nonilfenoles, PAH's)

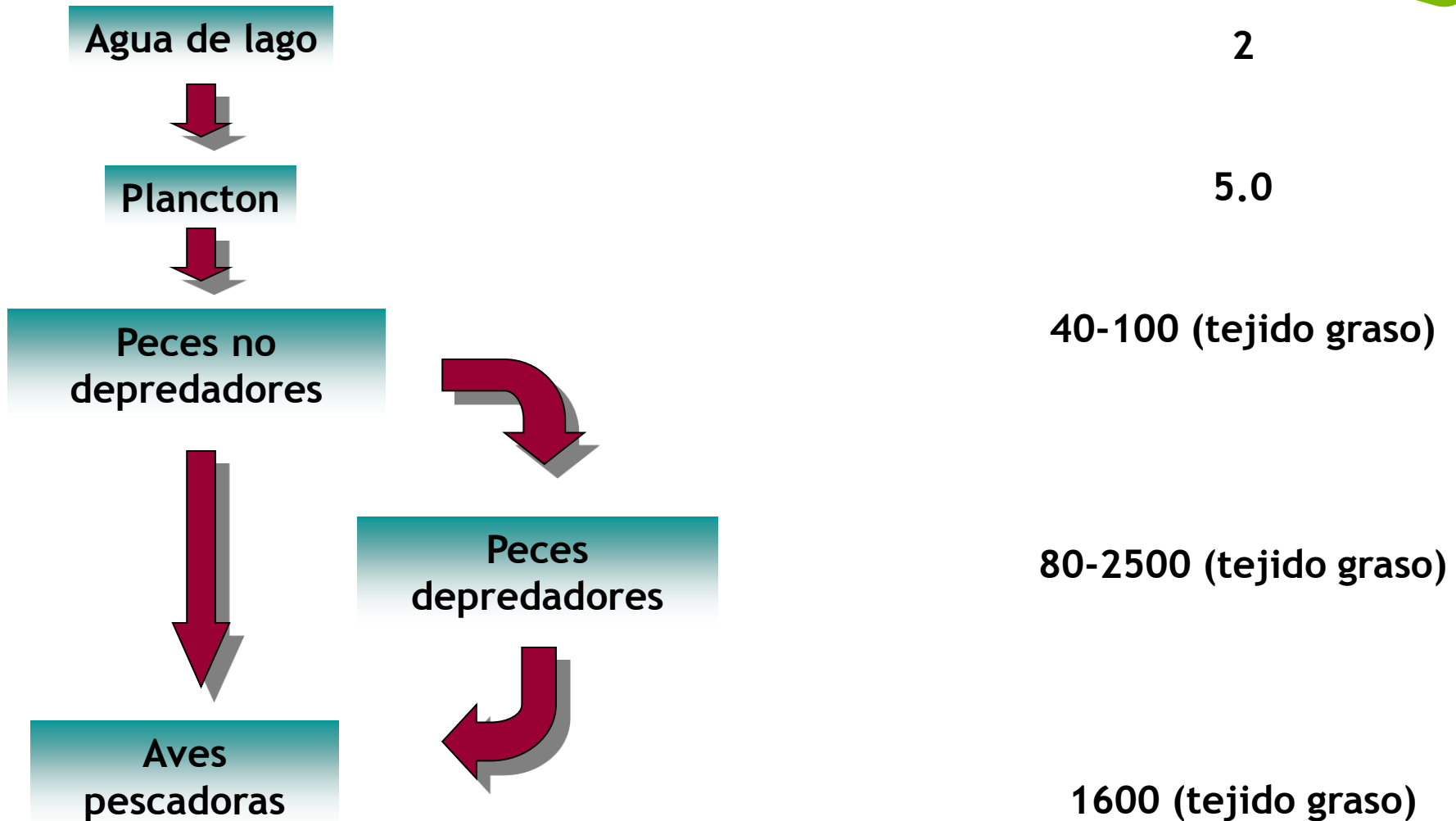
### Bioacumulación

### Biomagnificación

### Diferentes patologías (alta toxicidad acuática, cáncer, disruptores endocrinos)

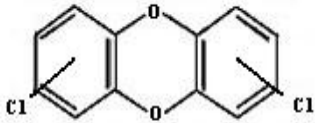
# Típica cadena trófica

## Concentración de pesticidas (DDT) (mg/Kg)

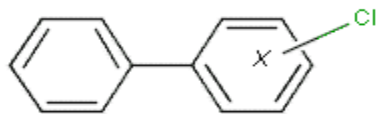
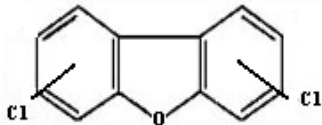


# CONTAMINANTES TPB

## Organoclorados

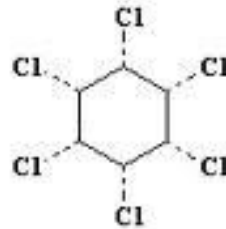


Dioxinas y furanos

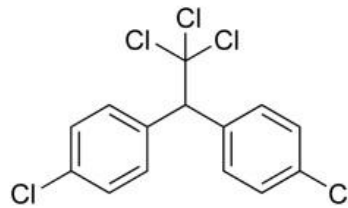


PCB's

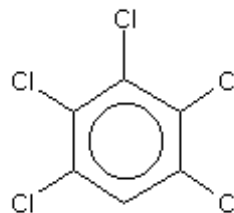
Lindane  
 $C_6H_6Cl_6$



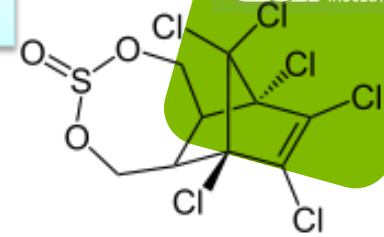
Hexaclorociclohexano



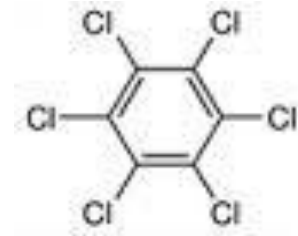
DDT



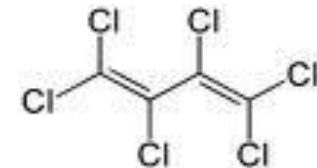
Pentaclorobenceno



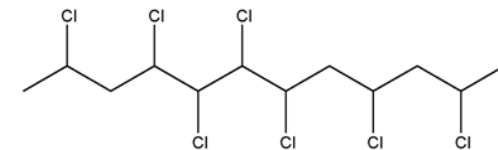
Endosulfán



Hexaclorobenceno



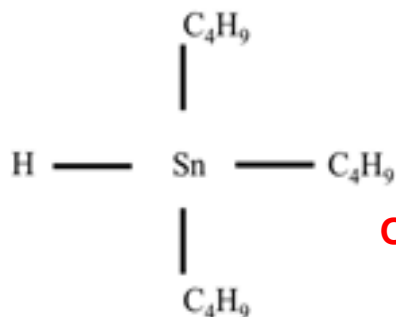
Hexaclorobutadieno



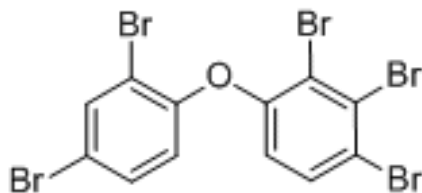
Cloroalcanos  
Parafina C12

# CONTAMINANTES TPB

## OTROS



Organoestannicos



Difeniléteres bromados

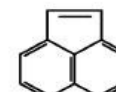


Nonilfenol

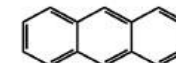
## PAH (Hidrocarburos aromáticos policíclicos)



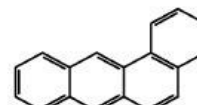
Acenafteno



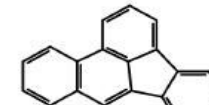
Acenaftileno



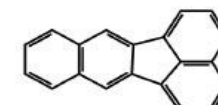
Antraceno



Benzo[a]antraceno



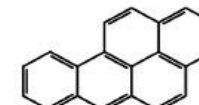
Benzo[e]acefenantrileno



Benzo[k]fluoranteno



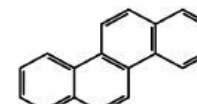
Benzo[g,h,i]perileno



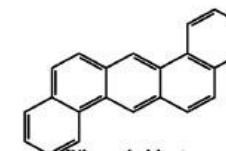
Benzo[a]pireno



Benzo[e]pireno



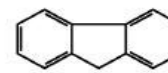
Criseno



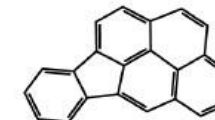
Dibenzo[a,h]antraceno



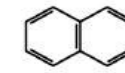
Fluoranteno



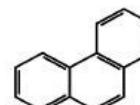
Fluoreno



Indeno[1,2,3-cd]pireno



Naftaleno



Fenantreno



Pireno

Figura 1. Estructuras dos HPAs considerados prioritários pelo NIOSH[13] (NATIONAL INSTITUTE OF OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH)

## TIPO DE CONTAMINACIÓN

## TOXICIDAD: OTROS

### Origen

- ☞ Fenoles, cianuros, detergentes, otros metales,..
- ☞ Cloro libre y combinado
- ☞ Otros microcontaminantes orgánicos
  - Trihalometanos, ..
  - Hidrocarburos (BTEX y otros)
  - Plaguicidas (organofosforados,..)
  - Otros organoclorados

### Efectos

- ☞ Varios tipos de toxicidad.
  - Carcinogénesis
  - Disruptores endocrinos
  - Etc

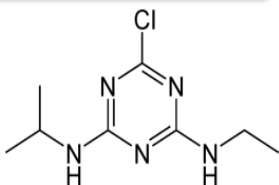
### Control

- *Vertidos no urbanos*
- *A. prepotables, peces e invertebrados*
- *A. Reutilización*
- *A. Consumo*
- *Estado químico y ecológico*

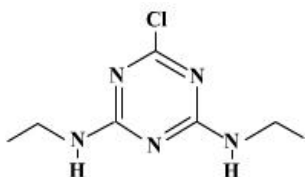


# OTROS CONTAMINANTES TÓXICOS

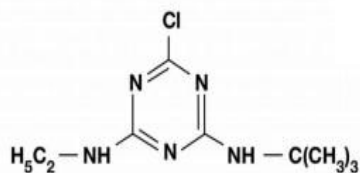
## Plaguicidas Clorotriazinas



## Atrazina

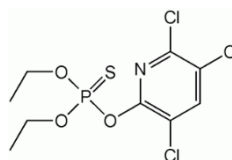
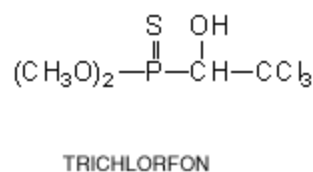
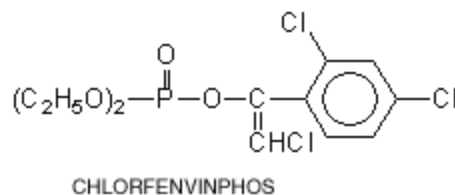
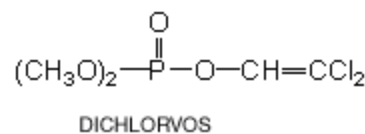
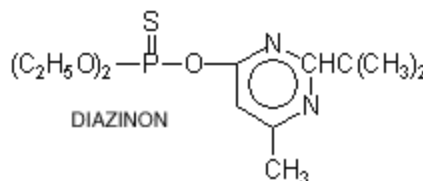
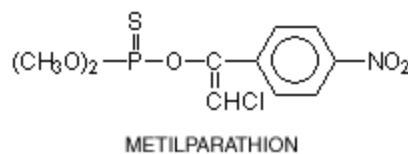
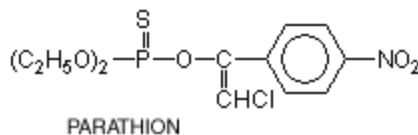


## Simazina

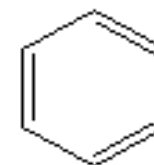


## Terbutilazina

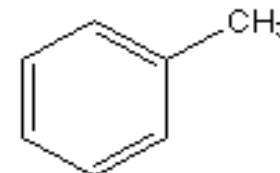
## Plaguicidas Organofosforados



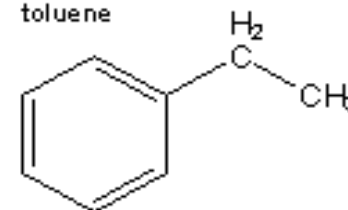
## Hidrocarburos BTEX



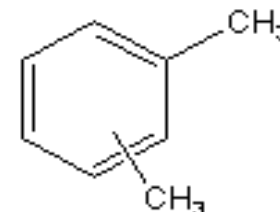
benzene



toluene



ethylbenzene



xylene

# Contaminación acuática

## TIPO DE CONTAMINACIÓN

## SÓLIDOS DISUELTOS

### Origen

### Vertidos.

- \* Fluoruros: Abonos, aluminio
- \* Cloruros: Alimentación, intrusión marina, minería..
- \* Sulfatos: Lavado de suelos, a. sulfúrico....

### Efectos

- Trastornos gastrointestinales en el hombre.
- Ataque a materiales cemento o metálicos.
- Incrustaciones y depósitos.
- Otros: Color, solubilidad gases, alteran toxicidad de compuestos.

### Control

- *Vertidos no urbanos (específicos y conductividad SIS)*
- *Reutilización agrícola (conductividad)*
- *A. prepotables (específicos)*
- *Invertebrados (salinidad)*
- *A. Consumo (específicos y conductividad)*
- *Estado químico subterráneas*

### Conductividad.

### Salinidad.

### Análisis específicos.

# Contaminación acuática

## TIPO DE CONTAMINACIÓN

Origen

Efectos

Control

- *Reutilización*
- *A. prepotables y baño*
- *A. consumo*

## MICROORGANISMOS PATÓGENOS

Vertidos puntuales o difusos fecales,...

Vertidos restos clínicos, veterinarios,..

Procesos infecciosos.

Coliformes y E. Coli

Enterococos y estreptococos intestinales

Clostridios

Salmonella

Legionella

## Contaminación acuática

### TIPO DE CONTAMINACIÓN

Origen

Efectos

Control

- *Reutilización*

### ORGANISMOS PATÓGENOS

Vertidos puntuales o difusos fecales,...

Vertidos restos clínicos, veterinarios,..

Enfermedades parasitarias

Nemátodos intestinales

Taenia

## TIPO DE CONTAMINACIÓN

### Origen

### Efectos

### Control

- *Vertidos*
- *Vida piscícola*
- *Prepotables*
- *Baño*

## COLOR Y EFECTO BARRERA (luz o intercambio gaseoso)

### Vertidos coloreados o menos densos que el agua.

- \* Espumas
- \* Hidrocarburos, aceites, grasas..
- \* Color

### Degradación estética

### Inhibición de la fotosíntesis

### Dificultad para el intercambio de gases

### Menor visibilidad

### Apreciación visual

### Análisis específicos

### Color

### Turbidez.

### Transparencia (Disco de Secchi)

# Contaminación acuática

## TIPO DE CONTAMINACIÓN

 Origen

 Efectos

 Control

- A. Consumo

## SABORES Y OLORES

 Vertidos

 Procesos biológicos

 Limitación de usos

 General

- \* Disoluciones sucesivas

 Específico

- \* Fenoles
- \* Sales
- \* Hidrocarburos
- \* Otros compuestos orgánicos

## **"Contaminantes de las aguas"**

**RD 606/2003 y 60/2011. Cualquier sustancia que pueda causar contaminación y, en particular, las recogidas en el anexo III de este Real Decreto.**

- **Compuestos organohalogenados y sustancias que los puedan originar**
- **Compuestos organofosforados**
- **Compuestos organoestánicos**
- **Sustancias y preparados, o derivados, cancerígenos, mutágenos, disruptores endocrinos,..**
- **Hidrocarburos persistentes y sustancias orgánicas tóxicas persistentes y bioacumulables**
- **Cianuros**
- **Metales y sus compuestos**
- **Arsénico y sus compuestos**
- **Biocidas y productos fitosanitarios**
- **Materias en suspensión**
- **Eutrofizantes (nitratos y fosfatos)**
- **Afectan - a O<sub>2</sub> (DBO, DQO)**

## **"Sustancias preferentes. Anexo II RD 60/2011»**

**Sustancia preferente:** contaminante que presenta un riesgo significativo para las **aguas superficiales españolas** debido a su especial toxicidad, persistencia y bioacumulación o por la importancia de su presencia en el medio acuático (relación anexo II).

- **Etilbenceno**
- **Tolueno**
- **1, 1, 1 Tricloroetano**
- **Xileno**
- **Terbutilazina**
- **Arsénico**
- **Cobre**
- **Cromo VI y cromo**
- **Selenio**
- **Zinc**
- **Cianuros totales**
- **Fluoruros**
- **Clorobenceno**
- **Diclorobenceno**
- **Metalcloro**



## "Sustancias prioritarias y otros contaminantes. Anexo I RD 60/2011"

Sustancia prioritaria: sustancia que presenta un riesgo significativo para el **medio acuático comunitario**, o a través de él, incluidos los riesgos de esta índole para las aguas utilizadas para la captación de agua potable, y reguladas a través del artículo 16 de la Directiva 2000/60/CE.

| Sustancia prioritaria                  | Peligrosidad | Sustancia prioritaria        | Peligrosidad |
|--|--------------|------------------------------|--------------|
| Alacloro                               |              | Mercurio y sus compuestos    | X            |
| Antraceno                              | X            | Naftaleno                    |              |
| Atrazina                               |              | Niquel y sus compuestos      |              |
| Benceno                                |              | Nonilfenoles                 | X            |
| Difeniléteres bromados (**)            | X            | (4-(para)-nonilfenol)        | X            |
| Cadmio y sus compuestos                | X            | Octilfenoles                 |              |
| C <sub>10-13</sub> - cloroalcanos (**) | X            | (para-ter.octifenol)         |              |
| Clorofeninfos                          |              | Pentaclorobenceno            | X            |
| Cloropirifos                           |              | Pentaclorofenol              |              |
| 1,2 -dicloroetano                      |              | Hidrocarburos poliaromáticos | X            |
| Diclorometano                          |              | (Benzo(a)pireno),            | X            |
| Di(2-etilhexil)ftalato (DEHP)          |              | (Benzo(b)fluoranteno)        | X            |
| Diurón                                 |              | (Benzo(g,h,i,)perileno)      | X            |
| Endosulfán                             | X            | (Benzo(k)fluoranteno)        | X            |
| (alfa-endosulfán)                      |              | Indeno(1,2,3-cd)pireno)      | X            |
| Fluoranteno (*****)                    |              | Simazina                     |              |
| Hexaclorobenceno                       | X            | Compuestos del tributiltín   | X            |
| Hexaclorobutadieno                     | X            | (Tributiltín catión)         | X            |
| Hexaclorociclohexano                   | X            | Triclorobenceno              |              |
| (gamma-isómero, lindano)               |              | (1,2,4-triclorobenceno)      |              |
| Isoproturón                            |              | Triclorometano (cloroformo)  |              |
| Plomo y sus compuestos                 |              | Trifluralina                 |              |

**OTROS CONTAMINANTES: 5 (Tetracloruro de carbono, Drines, DDT, tetracloroetileno -o percloroetileno como refiere lista I- y tricloroetileno), que son los de la lista I que no estaban en DMA**

## UMBRAL MAXIMO PARA EL BUEN ESTADO F/Q RIOS (ORDEN ARM/2656 DE SEP. 2008 PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA)

| <i>ESTADO</i>           | <i>mg/L</i> |
|-------------------------|-------------|
| <i>Oxígeno disuelto</i> | <i>5</i>    |
| <i>DBO5</i>             | <i>6</i>    |

# ESTADO DE EUTROFIZACIÓN

| <b>ESTADO</b>       | <b>Disco secchi m</b> | <b>Células fitoplancton/cm<sup>3</sup></b> |
|---------------------|-----------------------|--|
| <i>Oligotrófico</i> | > 3                   | 10-100                                     |
| <i>Eutrófico</i>    | 3-1,5                 | 100-10.000                                 |
| <i>Hipertrófico</i> | < 1,5                 | 10.000-1.000.000                           |

## UMBRAL MAXIMO PARA EL BUEN ESTADO F/Q RIOS LIMITE DE VERTIDOS URBANOS

| <b>PARAMETRO <u>0./2656/2008</u></b> | <b>mg/L en ríos</b>     |
|--------------------------------------|-------------------------|
| <i>Nitrato NO3</i>                   | 25                      |
| <i>P total PO4</i>                   | 0,4                     |
| <b>PARAMETRO (RD 509/96)</b>         | <b>mg/L en vertidos</b> |
| <i>N TOTAL (NkJ+nitrato+nitrito)</i> | 10-15                   |
| <i>P total</i>                       | 1-2                     |