



MAESTRÍA EN  
ECOLOGÍA

ALTERACIONES DE LA INTEGRIDAD DE  
LOS SISTEMAS ACUÁTICOS: LAS PRESAS



**PRESAS**



MAESTRO EN  
ECOLOGÍA

ALTERACIONES DE LA INTEGRIDAD DE  
LOS SISTEMAS ACUÁTICOS: LAS PRESAS



**Tabla 1.-** Coste del suministro domiciliario del agua (incluyendo saneamiento integral) en diversas ciudades españolas y valores medios de dichos costes en las ciudades de diferentes países (datos Confederación Hidrográfica del Tajo, 2002).

PAIS	€/m <sup>3</sup>	CIUDAD	€/m <sup>3</sup>
Dinamarca	3,64	Barcelona	1,37
Francia	3,50	Murcia	1,32
Holanda	3,42	Valencia	1,06
Inglaterra	3,37	Madrid	1,05
Finlandia	2,99	Bilbao	1,00
Suecia	2,82	Alicante	0,91
Bélgica	2,43	Málaga	0,86
Italia	2,36	Castellon	0,70
Alemania	1,87	Pamplona	0,69
<b>España</b>	<b>1,14</b>	San Sebastián	0,63
USA (Dallas)	0,51	Santander	0,61
MÉXICO	0,24	Logroño	0,58
CHINA (Beijing)	0,32	Avila	0,40



MASTER EN  
ECOLOGÍA

ALTERACIONES DE LA INTEGRIDAD DE  
LOS SISTEMAS ACUÁTICOS: LAS PRESAS



## El papel social de las presas. ¿Por qué son tan importantes y necesarias?

La construcción de las grandes presas es fuente de gran controversia.

### Las presas pueden proporcionar:

- a) Regulación del régimen hidrológico natural mediante:
  - Control de las inundaciones
  - Paliativo contra la sequía (disponibilidad de agua cuando se producen escasez)
- b) Canalización de agua para riego, consumo urbano o de procesos industriales
- c) Generación de energía que proporciona una alternativa a los combustibles fósiles (energía hidroeléctrica: 20% de la producción mundial de electricidad)
- d) Contribución al desarrollo económico en muchos lugares

### Sin embargo, también pueden causar:

- a) Alteración del régimen hidrológico natural: inundaciones en regiones de aguas arriba, merma de los caudales circulantes agua abajo
- b) Alteración de las zonas bajas que perturba el ciclo natural de peces y otros organismos acuáticos (alteración de corredores ecológicos naturales)
- c) Alteración de los hábitats y los paisajes fluviales
- d) Desaparecen tierras cultivables, dificulta la navegación fluvial
- e) Desplazamiento de comunidades enteras
- f) Cambios forzados en las actividades de subsistencia

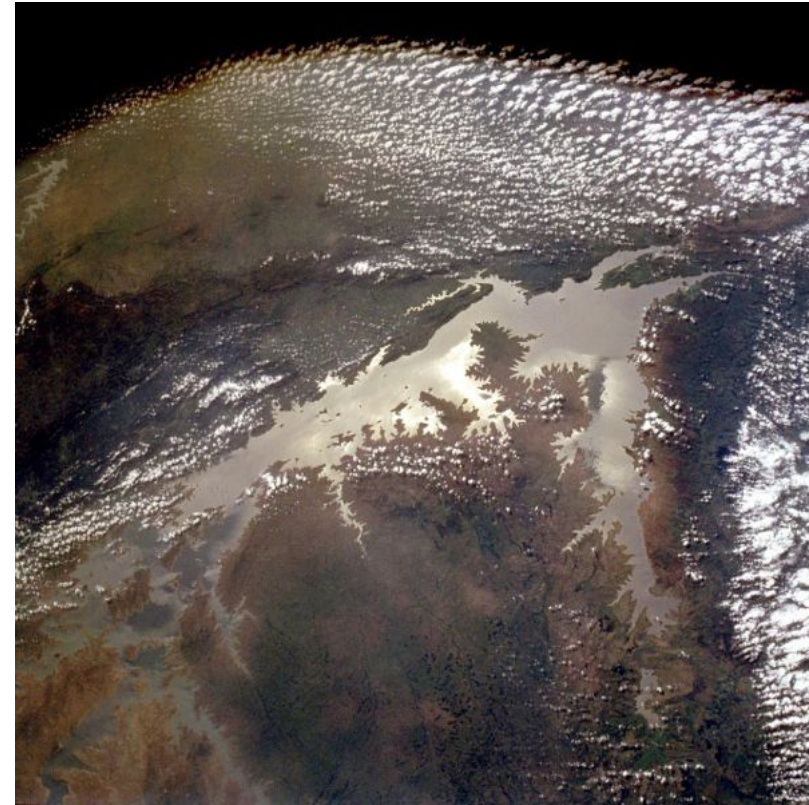
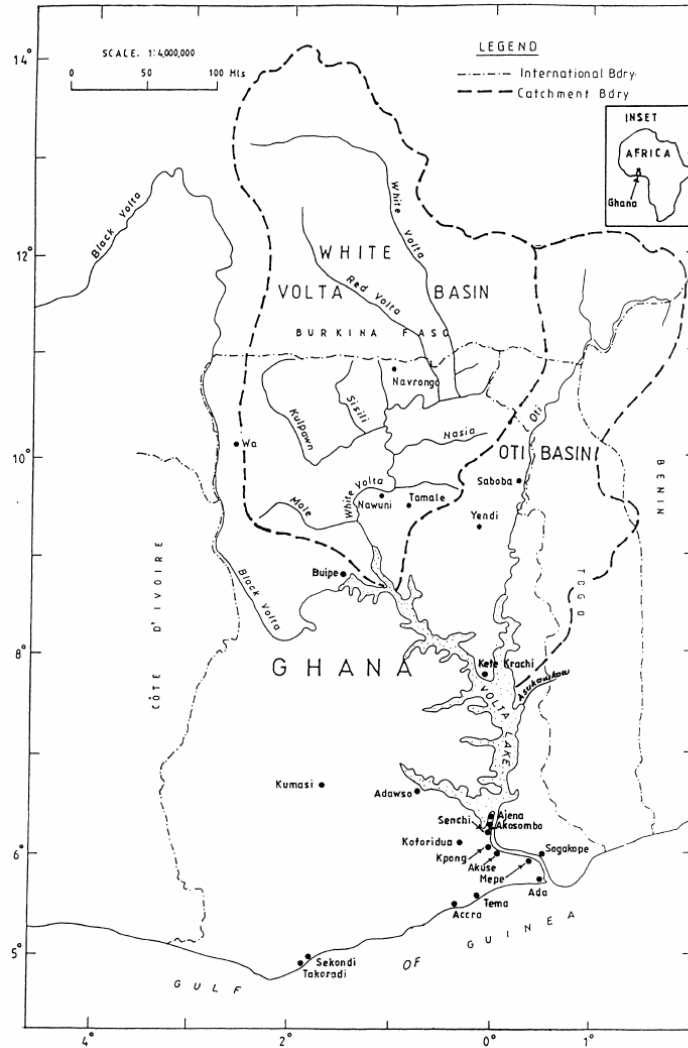


MASTER EN  
ECOLOGÍA

ALTERACIONES DE LA INTEGRIDAD DE  
LOS SISTEMAS ACUÁTICOS: LAS PRESAS



## PRESA AKOSOMBO EN EL RÍO VOLTA (GHANA)



Construido entre 1962 y 1966 cubre un área de 8500 Km<sup>2</sup> y tiene una longitud de unos 400 Km y 5500 Km de orillas.



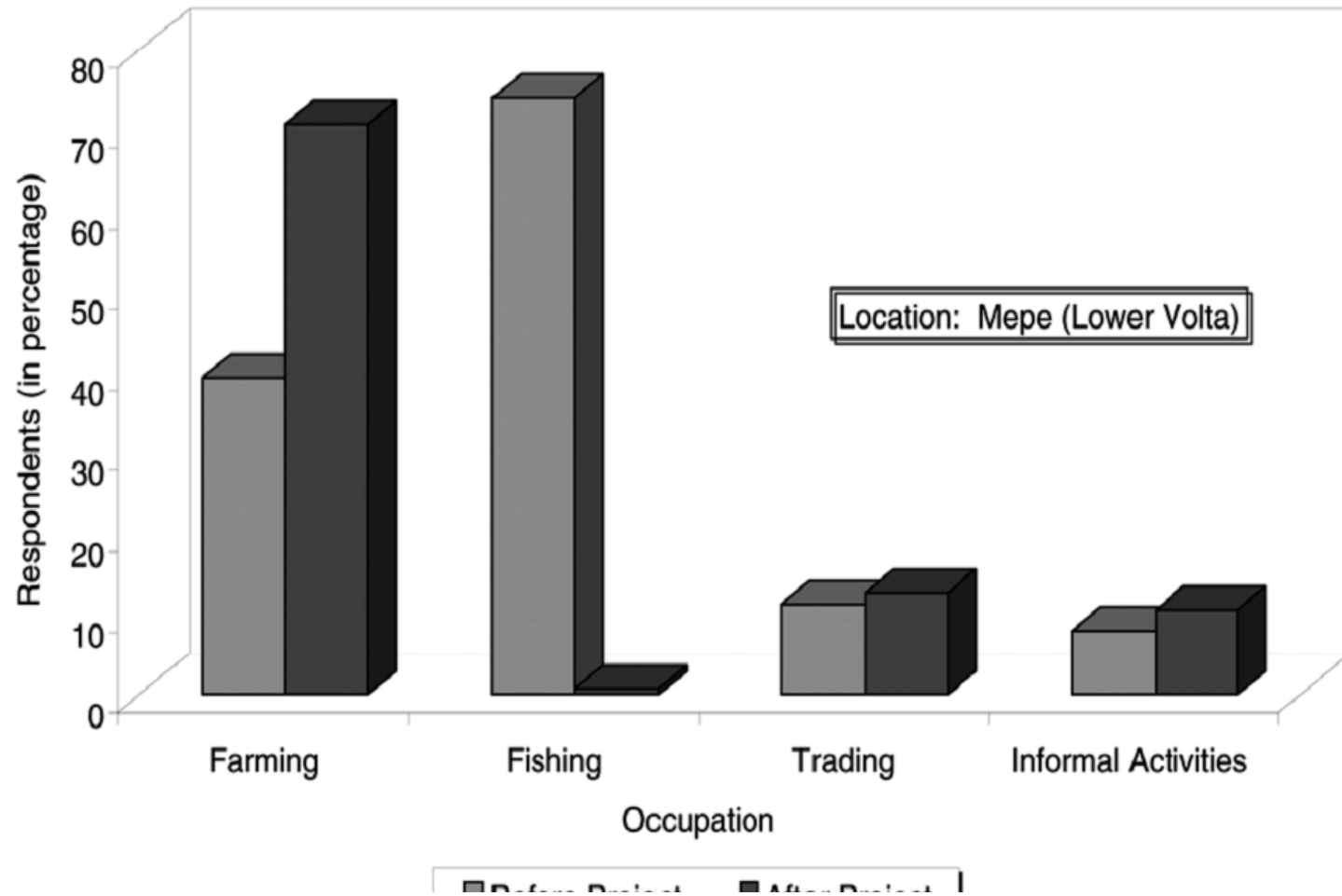
MAESTRO EN  
ECOLOGÍA

ALTERACIONES DE LA INTEGRIDAD DE  
LOS SISTEMAS ACUÁTICOS: LAS PRESAS



## PRESA AKOSOMBO EN EL RÍO VOLTA (GHANA)

### IMPACTOS AMBIENTALES





MASTER EN  
ECOLOGÍA

ALTERACIONES DE LA INTEGRIDAD DE  
LOS SISTEMAS ACUÁTICOS: LAS PRESAS



## Algunos datos importantes acerca de los embalses y presas en el Mundo

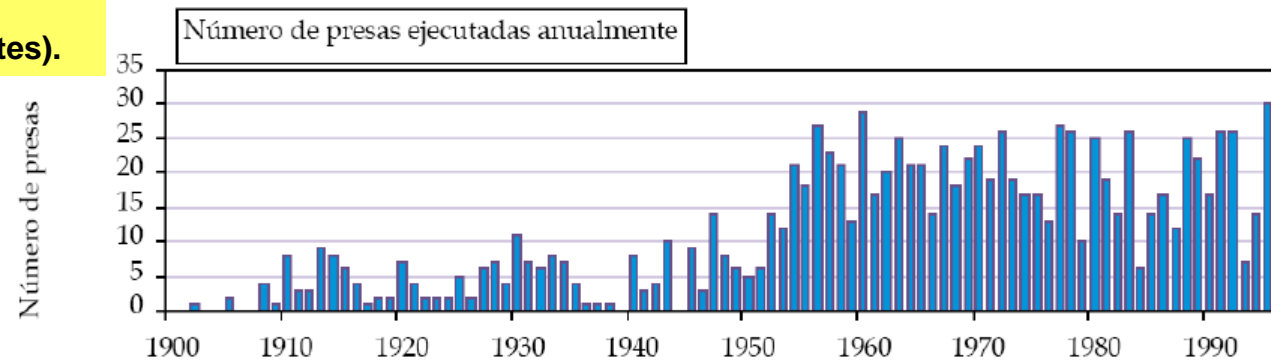
Algunos cálculos estiman en cerca de 45000 el número de grandes presas en el mundo. 22000 en China, 6390 en USA, 4000 en India y España y Japón que tienen entre 1000 y 1200.

Los países con mayor número de grandes presas en construcción son Turquía, China, Japón, Iraq, Iran, Grecia, Rumania, España y Paraguay.

Las cuencas fluviales con mayor cantidad de presas en construcción son: Yangtze (38), Tigris y Eufrates (19 cada uno) y Danubio (11).

La construcción de grandes presas (más de 15 m) se ha incrementado en los últimos 50 años. En la década de los 90 la media en altura era de 45 m, incrementándose el área media de 17 Km<sup>2</sup> (década de los 80) a 23 Km<sup>2</sup> (década de los 90)

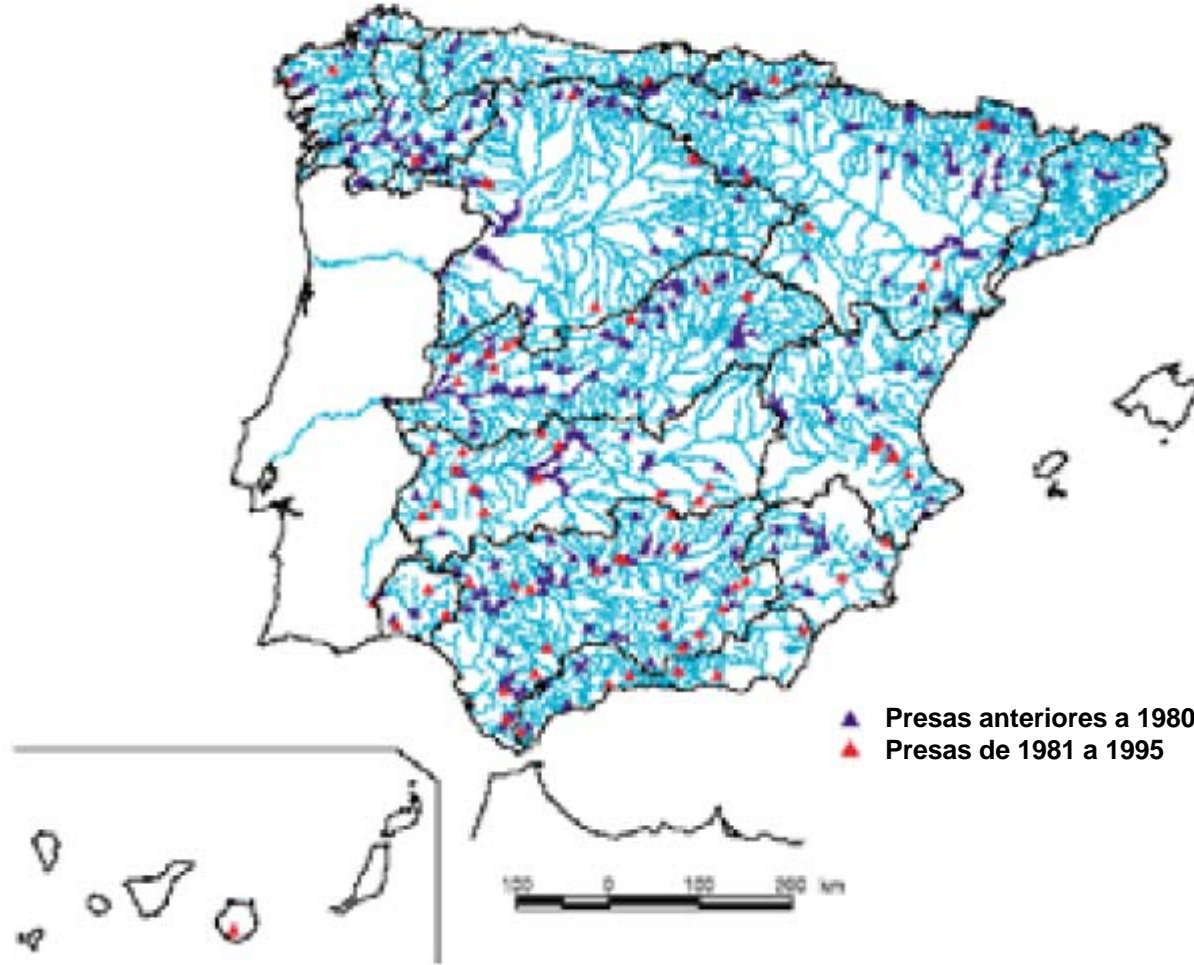
España es el país con mayor proporción de grandes presas por habitante (30 por millón de habitantes).





MASTER EN  
ECOLOGÍA

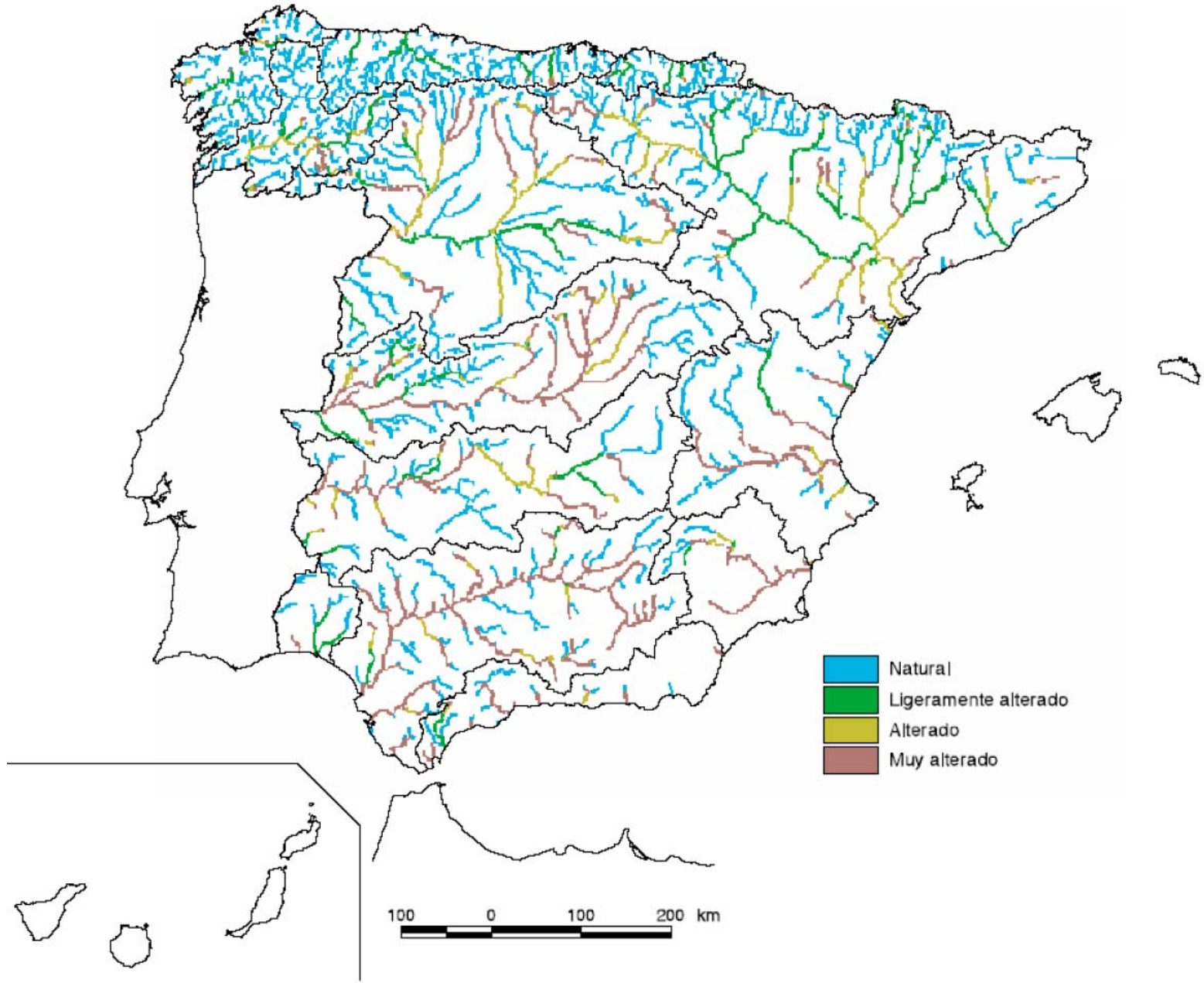
# ALTERACIONES DE LA INTEGRIDAD DE LOS SISTEMAS ACUÁTICOS: LAS PRESAS





MASTER EN  
ECOLOGÍA

## ALTERACIONES DE LA INTEGRIDAD DE LOS SISTEMAS ACUÁTICOS: LAS PRESAS







MASTER EN  
ECOLOGÍA

ALTERACIONES DE LA INTEGRIDAD DE  
LOS SISTEMAS ACUÁTICOS: LAS PRESAS



## Algunos datos importantes acerca de los embalses y presas en el Mundo

Los depósitos generados por las presas almacena  $5500 \text{ km}^3$  (5500000 millones de  $\text{m}^3$ ).

- a)  $2 / 3$  ( $3660 \text{ km}^3$ ) es el volumen útil de agua
- b)  $1 / 3$  es un volumen de agua no útil (debido a problemas de calidad de agua, tales como la eutrofización, estratificación de verano, etc)

El promedio de vida útil de una presa es 55-60 años debido a la erosión mecánica de materiales, la reducción de la capacidad de almacenamiento debido a la acumulación de limo en la parte inferior y otros problemas técnicos.

- ~ 58% de todas las presas son todavía jóvenes (de menos de 20 años)
- ~ 28% de ellos son maduros (por encima de 40 años)
- ~ 14% de ellos son viejos y deben ser desmanteladas (por encima de 60 años)

En España, estas cifras son muy distintas: casi el 60% de ellos tienen más de 45 años.



MASTER EN  
ECOLOGÍA

ALTERACIONES DE LA INTEGRIDAD DE LOS  
SISTEMAS ACUÁTICOS: LOS EMBALSES



## ALTERACIONES

- **Provocan fragmentación del hábitat fluvial**
- **Modifican el régimen de caudales**
- **Modifican las condiciones geomorfológicas del cauce: Sedimentación**
- **Aumentan el volumen de agua evaporada**
- **Emiten gases de efecto invernadero**
- **Modifican la calidad del agua**
- **Inundan y crean nuevos hábitat**

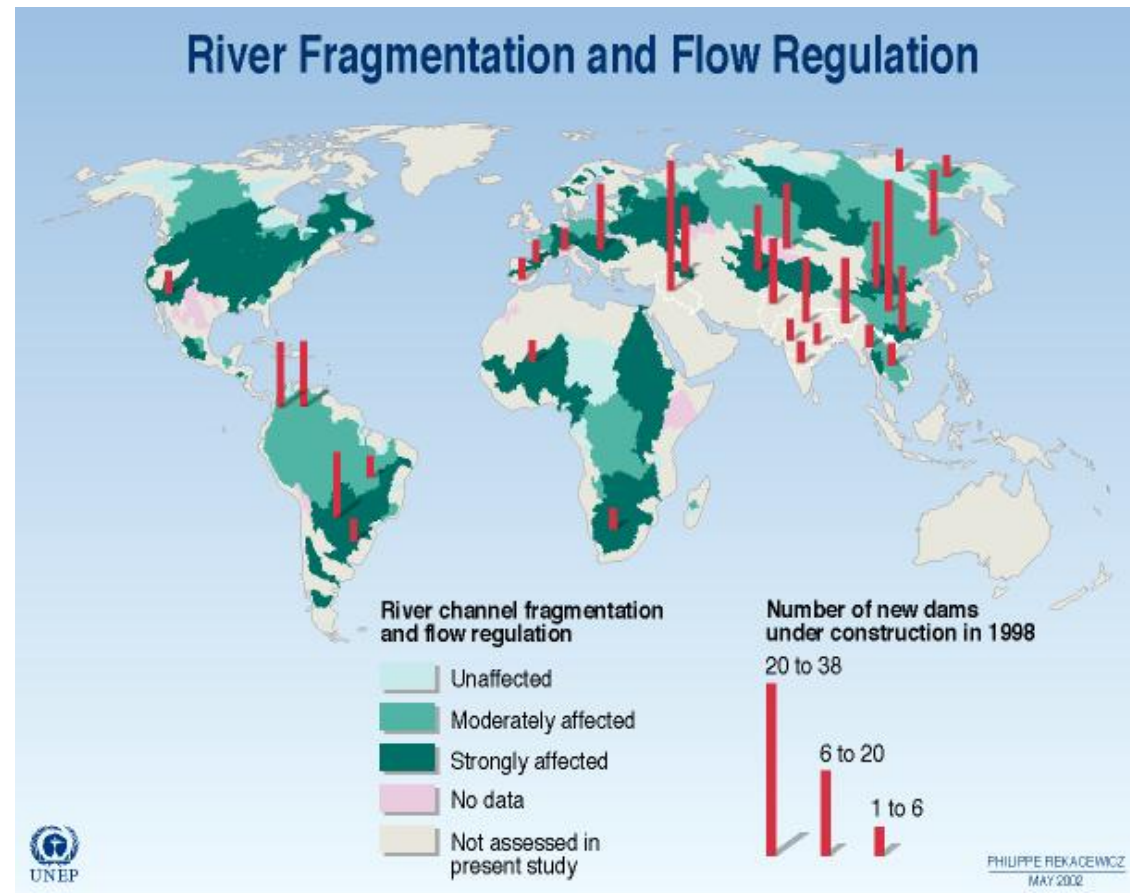


MAESTRO EN  
ECOLOGÍA

ALTERACIONES DE LA INTEGRIDAD DE  
LOS SISTEMAS ACUÁTICOS: LAS PRESAS



## Las presas interrumpen el flujo natural del agua en los ríos: Fragmentación



Source: Revenga et al., World Resources Institute (WRI), Washington DC, 2000.

Las presas modifican el régimen hidrológico de los ríos, cambian la velocidad de la corriente, la profundidad, la morfología del cauce, etc.



MASTER EN  
ECOLOGÍA

ALTERACIONES DE LA INTEGRIDAD DE  
LOS SISTEMAS ACUÁTICOS: LAS PRESAS



## Las presas interrumpen el flujo natural del agua en los ríos: Fragmentación (Efecto barrera)

Impiden el paso de los peces y otros organismos, especialmente de las especies migratorias

**Migradores POTAMODROMOS:** Se desplazan dentro de la cuenca (trucha)

**Migradores ANADROMOS:** Pasan la mayor parte de su vida en el mar pero entran en los ríos para reproducirse (salmón, esturión)

**Migradores CATADROMOS:** Pasan la mayor parte de su vida en el río pero van al mar para reproducirse (anguila)

Si el obstáculo es infranqueable las especies migratorias que necesitan llegar a las zonas de cabecera desaparecen (extinción)

Para el resto de las especies, la limitación de movimiento se traduce en pérdida de hábitat, fragmentación de las poblaciones y disminución de la diversidad genética

Si el obstáculo es remontable por pocos individuos se producen cambios en la genética poblacional





MASTER EN  
ECOLOGÍA

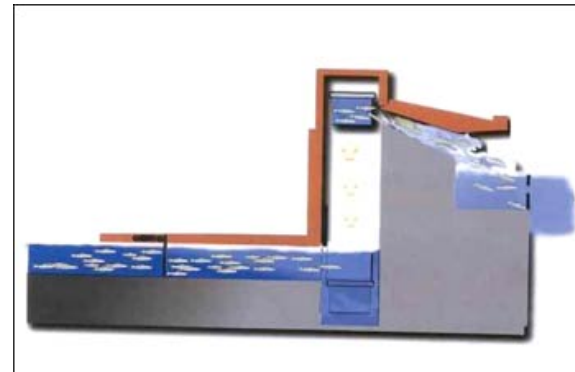
ALTERACIONES DE LA INTEGRIDAD DE  
LOS SISTEMAS ACUÁTICOS: LAS PRESAS



## Las presas interrumpen el flujo natural del agua en los ríos: Fragmentación (Efecto barrera)

¿NORMATIVAS?. Haberlas haylas.

Según la legislación actual (Ley de Pesca Fluvial de 1942; Ley de Aguas (1985) –modificada en 2001- y Normativas Autonómicas), el movimiento de los peces a lo largo de los ríos debe estar garantizado y cualquier estructura que lo impida debe acondicionarse para tal fin.





MASTRE EN  
ECOLOGÍA

ALTERACIONES DE LA INTEGRIDAD DE  
LOS SISTEMAS ACUÁTICOS: LAS PRESAS



## Las presas interrumpen el flujo natural del agua en los ríos: Fragmentación (Efecto barrera)

Las presas son también una barrera para la dispersión de las plantas (hidrocoria)

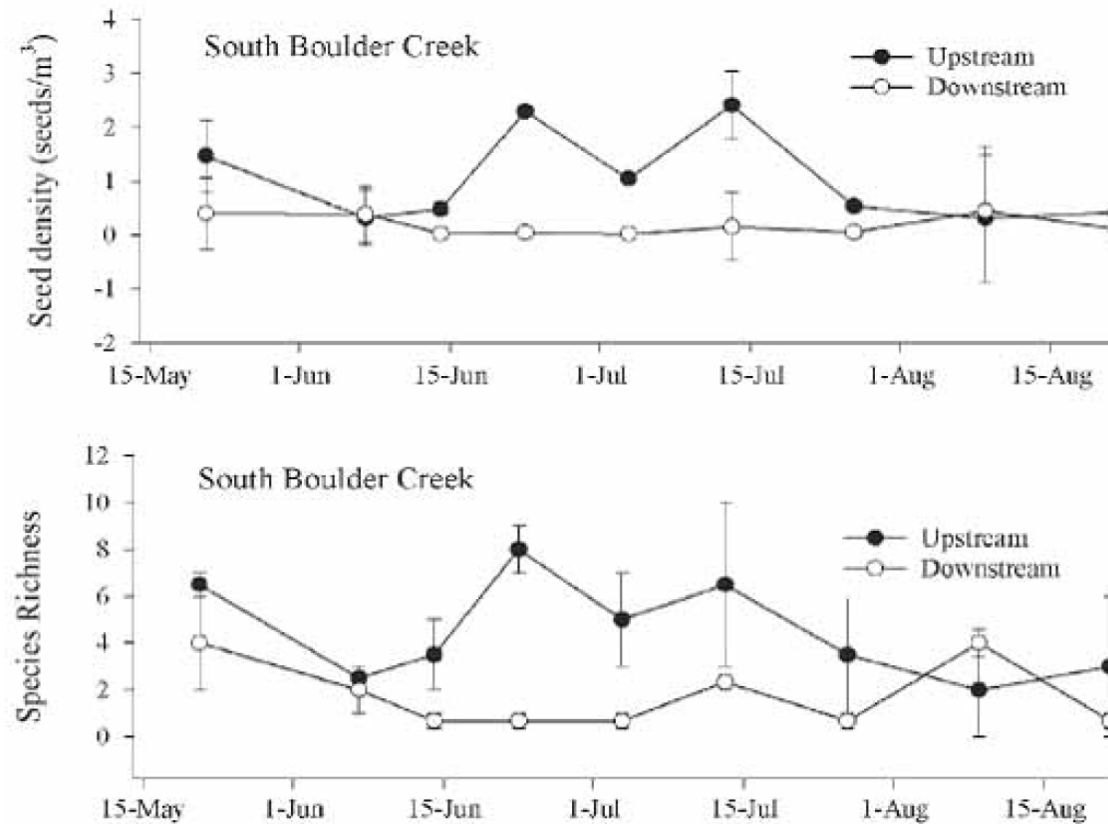


Figura 2.15. Concentración de semillas y riqueza de especies a lo largo del tiempo aguas arriba (upstream) y aguas abajo (downstream) de las presas en la cuenca del South Plate River (EE. UU.).

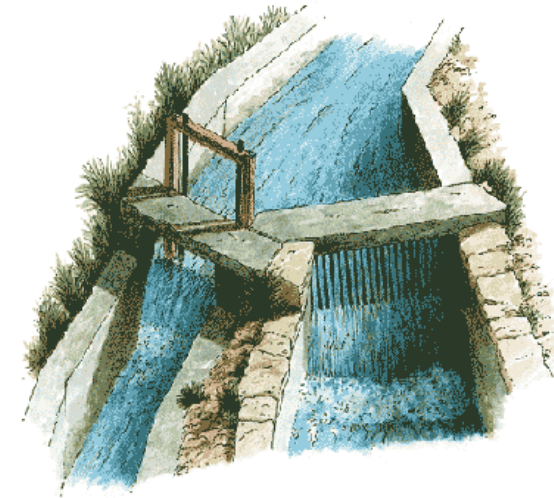


MASTER EN  
ECOLOGÍA

ALTERACIONES DE LA INTEGRIDAD DE  
LOS SISTEMAS ACUÁTICOS: LAS PRESAS



## Pequeñas estructuras hidráulicas: Los azudes de derivación de caudales



**Pequeñas presas construidas generalmente para derivar caudales hacia las tierras de cultivo o para pequeñas centrales hidroeléctricas:**

- Alteran el régimen de caudales circulantes, llegando a secar largos tramos fluviales
- Alteraciones hidromorfológicas
- Falta de hábitats adecuados

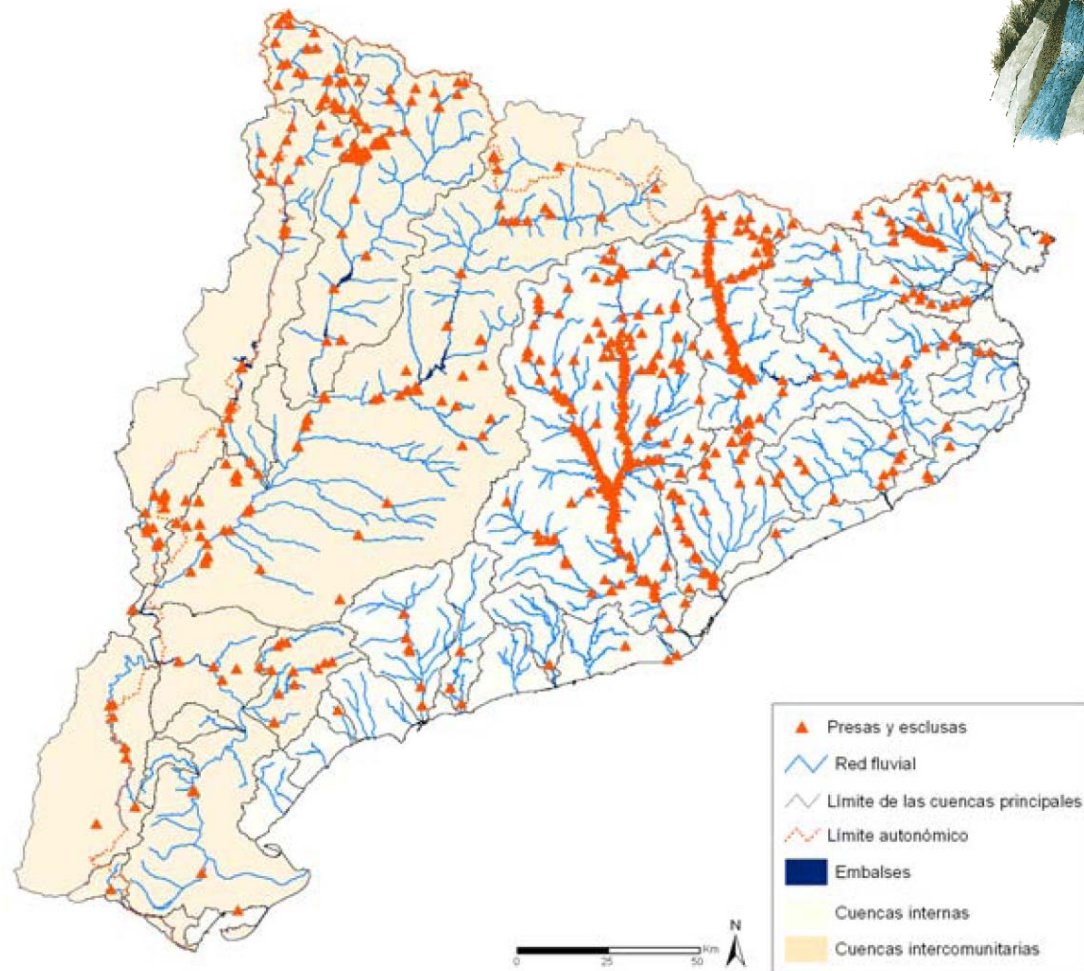
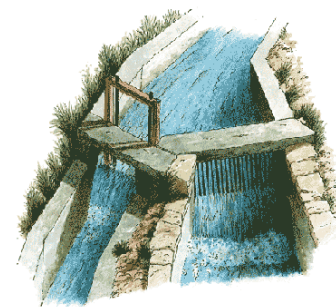


MASTER EN  
ECOLOGÍA

ALTERACIONES DE LA INTEGRIDAD DE  
LOS SISTEMAS ACUÁTICOS: LAS PRESAS



## Pequeñas estructuras hidráulicas: Los azudes de derivación de caudales







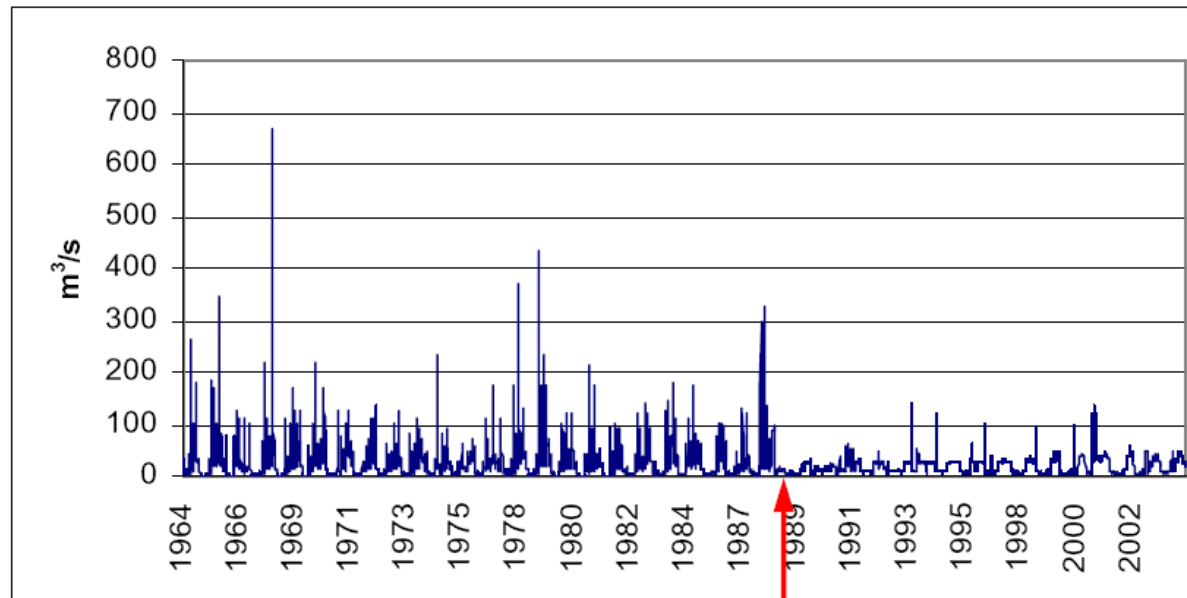
MAESTRÍA EN  
ECOLOGÍA

ALTERACIONES DE LA INTEGRIDAD DE  
LOS SISTEMAS ACUÁTICOS: LAS PRESAS



## Las presas modifican el régimen de caudales

- Alteran la magnitud y la frecuencia del caudal dando lugar a una estabilización de los mismos (entornos constantes) durante largos periodos



Estabilización de los caudales a partir del año 1988 del río Esla en Las Salas como consecuencia de la construcción de la presa del Riaño (datos de la estación de aforos 2102).

- ❖ Se favorece el desarrollo del perifiton y macrófitos, así como de ciertos peces que frezan en épocas de crecida
- ❖ Otros organismos disminuyen en número o desaparecen, la diversidad de macroinvertebrados disminuye enormemente



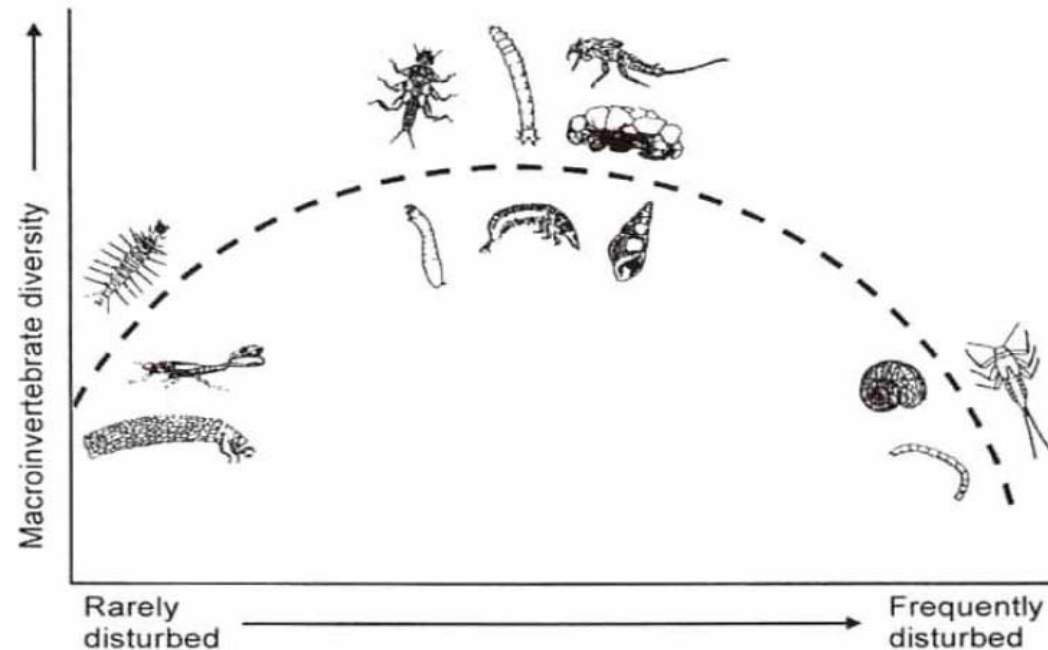
MAESTRÍA EN  
ECOLOGÍA

ALTERACIONES DE LA INTEGRIDAD DE  
LOS SISTEMAS ACUÁTICOS: LAS PRESAS



## Las presas modifican el régimen de caudales

- Alteran la magnitud y la frecuencia del caudal dando lugar a una estabilización de los mismos (entornos constantes)



- ❖ Se favorece el desarrollo del perifiton y macrófitos, así como de ciertos peces que frezan en épocas de crecida
- ❖ Otros organismos disminuyen en número o desaparecen, la diversidad de macroinvertebrados disminuye enormemente
- ❖ Aumenta el número de plantas no propias de ribera cerca de las orillas



MASTER EN  
ECOLOGÍA

ALTERACIONES DE LA INTEGRIDAD DE  
LOS SISTEMAS ACUÁTICOS: LAS PRESAS



## Las presas modifican el régimen de caudales

- Alteran la magnitud y la frecuencia del caudal dando lugar a una estabilización de los mismos (entornos constantes)
- Alteraciones en la estacionalidad

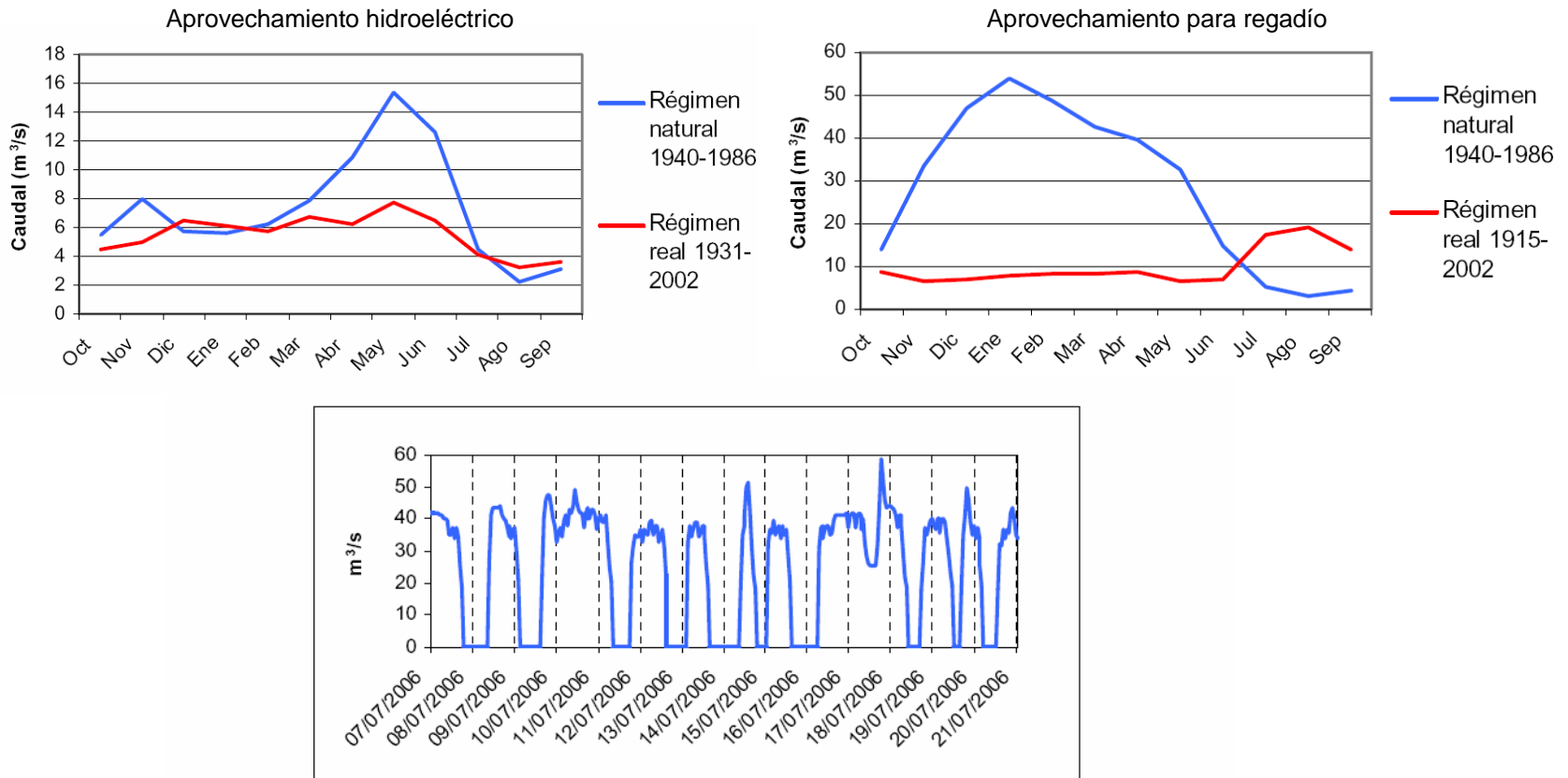


Figura 2.7. Variación diaria del caudal del río Segre en Serós, aguas abajo de la presa hidroeléctrica de Uchesa (datos de la estación de aforos 9025)

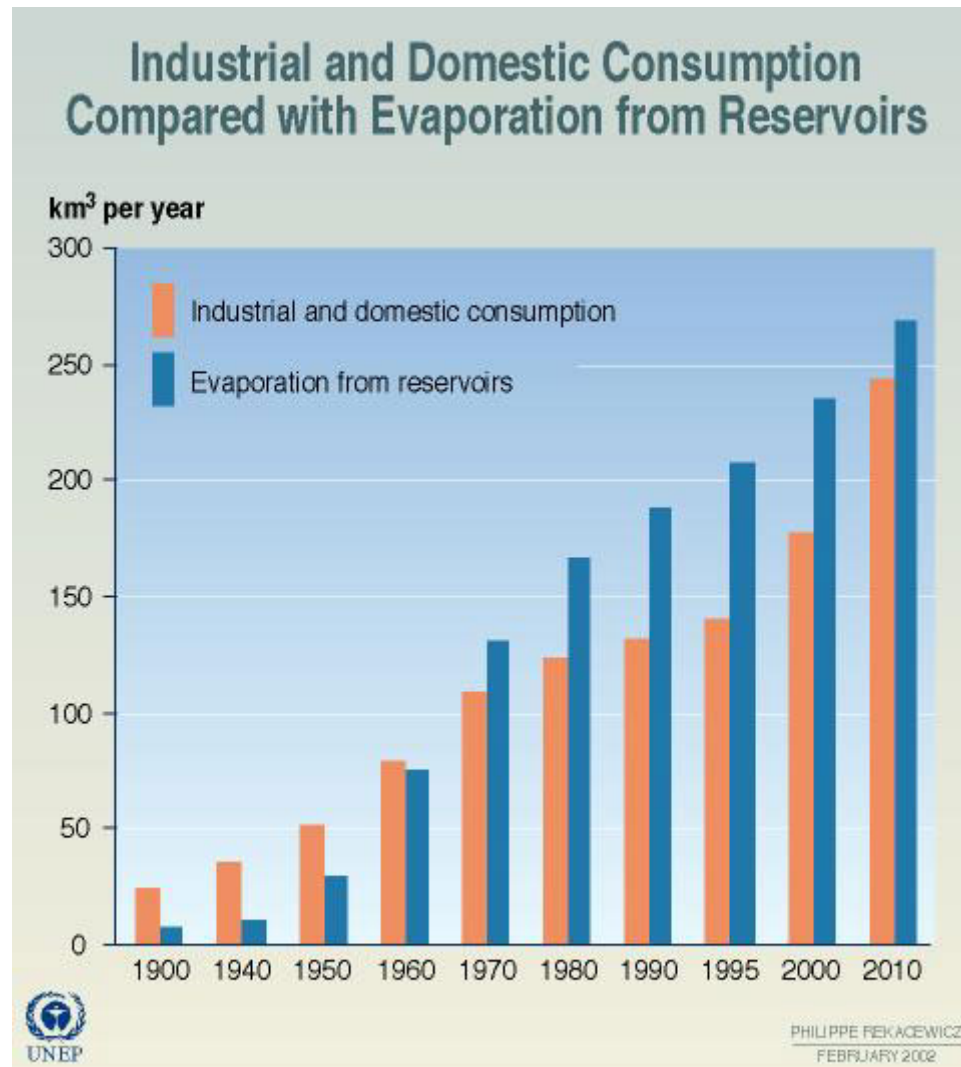


MASTER EN  
ECOLOGÍA

ALTERACIONES DE LA INTEGRIDAD DE  
LOS SISTEMAS ACUÁTICOS: LAS PRESAS



## Las presas aumentan el volumen de agua evaporada



Source: Igor A. Shiklomanov, State Hydrological Institute (SHI, St. Petersburg) and United Nations Educational, Scientific and Cultural Organisation (UNESCO, Paris), 1999.

Se calcula que en la presa de Aswan (Egipto) se pueden llegar a perder 4 mil de Hm<sup>3</sup> al año por evaporación superficial debido a la alta insolación y al efecto de los vientos



MASTER EN  
ECOLOGÍA

ALTERACIONES DE LA INTEGRIDAD DE  
LOS SISTEMAS ACUÁTICOS: LAS PRESAS



## Las presas emiten gases de efecto invernadero

- Los embalse emiten  $\text{CO}_2$  y  $\text{CH}_4$  (aunque también absorben  $\text{CO}_2$ , las estimaciones dicen que escapa un 60% mas de este gas a la atmósfera que el que atrapan)
- En las zonas boreales, los embalses sobre turberas emiten durante largo tiempo estos gases
- En las zonas tropicales la tasa  $\text{CO}_2/\text{CH}_4$  es menor, emitiéndose mas cantidad de este último gas



MASTER EN  
ECOLOGÍA

ALTERACIONES DE LA INTEGRIDAD DE  
LOS SISTEMAS ACUÁTICOS: LAS PRESAS

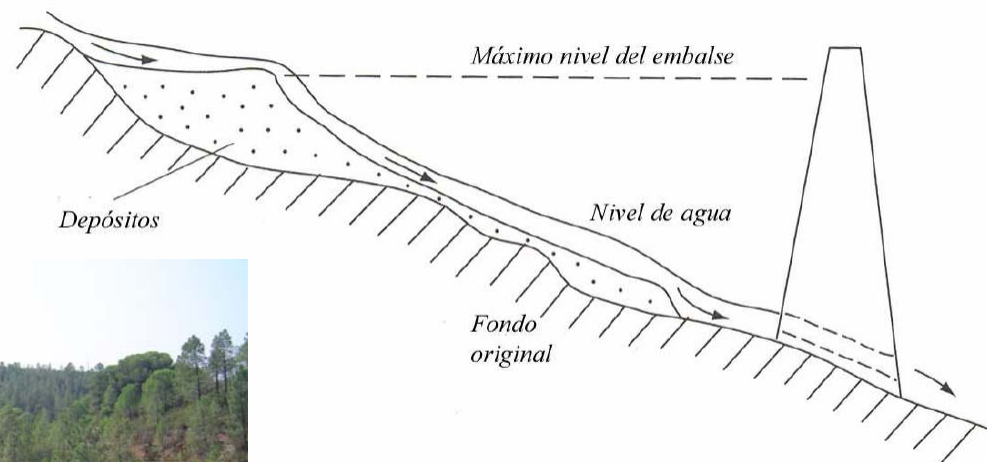


## Las presa modifican las condiciones geomorfológicas: Sedimentación

Las presas impiden el paso de la mayor parte de los sedimentos que arrastra el río:

- Colmatación de los embalses
- Desaparición de los deltas
- Erosión de los márgenes fluviales

} Cambios morfológicos en los  
sistemas fluviales y costeros





MAESTRO EN  
ECOLOGÍA

ALTERACIONES DE LA INTEGRIDAD DE  
LOS SISTEMAS ACUÁTICOS: LAS PRESAS



## Sedimentación



Un delta es un depósito sedimentario construido en la desembocadura de un río por delante de la línea de costa. Son el resultado de una mayor competencia del flujo de las aguas corrientes que del mar (o lago) que penetran en él

Las sedimentaciones en los deltas son muy potentes, varios centenares de metros. Los fragmentos más gruesos se depositan cerca de la desembocadura, mientras que los finos llegan más lejos

Su modelado es complejo. Existen muros naturales, rebordes de ribera por los que se canalizan los diferentes brazos del río, tanto los vivos como los abandonados, áreas pantanosas y lagunas

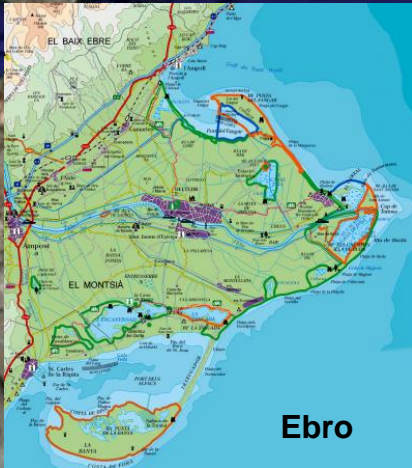


MASTER EN ECOLOGÍA

ALTERACIONES DE LA INTEGRIDAD DE LOS SISTEMAS ACUÁTICOS: LAS PRESAS



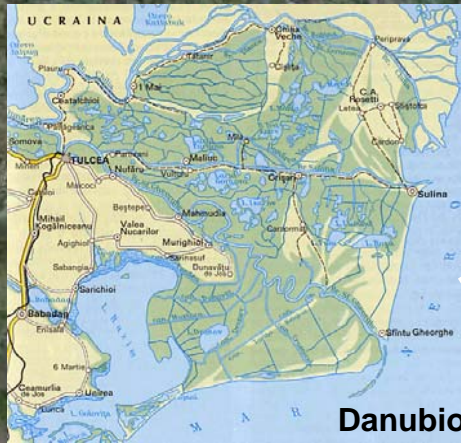
# Sedimentación: Deltas



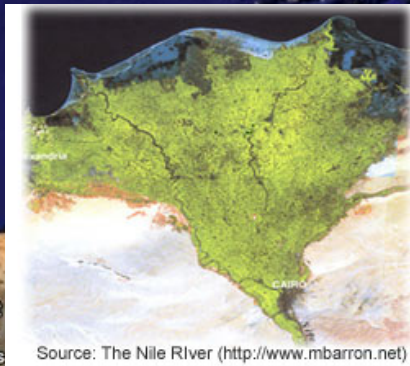
Ebro



Po



Danubio



Source: The Nile River (<http://www.mbarron.net>)

Puntero 39°59'22.33" N 15°03'49.98" E

Image © 2008 GeoContent  
© 2008 Cnes/Spot Image  
Image © 2008 TerraMetrics  
Image NASA

Secuencia ||||| 100%

© 2017 Google™

Alt. ojo 2774.26 km



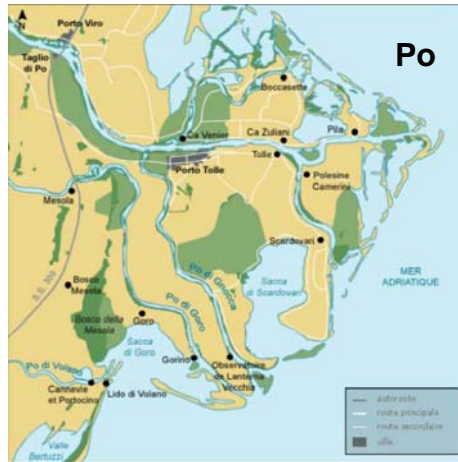


MASTER EN  
ECOLOGÍA

ALTERACIONES DE LA INTEGRIDAD DE  
LOS SISTEMAS ACUÁTICOS: LAS PRESAS



## Sedimentación: Deltas



El Delta del río Po tiene una superficie de 70000 ha

- Reducción de aportes sólidos
- Subsistencia
- Intrusión marina
- Contaminación por nutrientes

El Delta del río Danubio tiene una superficie de 417800 ha

- Reducción de aportes sólidos (1/3)
- Erosión y recesión de la costa
- Contaminación por fertilizantes, pesticidas y desechos industriales
- Pérdida de humedales





MAESTRO EN  
ECOLOGÍA

ALTERACIONES DE LA INTEGRIDAD DE  
LOS SISTEMAS ACUÁTICOS: LAS PRESAS



## Sedimentación: Deltas



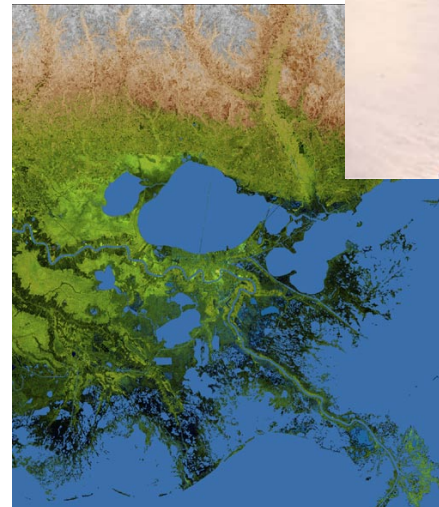
Source: The Nile River (<http://www.mbarron.net>)

El Delta del río Nilo tiene una superficie de 2 mll de ha

- Reducción de aportes sólidos (de 55 mll de Tm anuales a prácticamente nada en la actualidad)
- Reducción del caudal: aumento de la salinidad en los humedales
- Contaminación por fertilizantes y desechos industriales

El Delta del río Mississippi tiene una superficie de 2.5 mll de ha

- Pérdida de sus humedales por reducción de superficie emergida y secado
- Aumento de la salinidad en los humedales
- Contaminación por fertilizantes y desechos industriales (zona hipóxica en el Golfo)



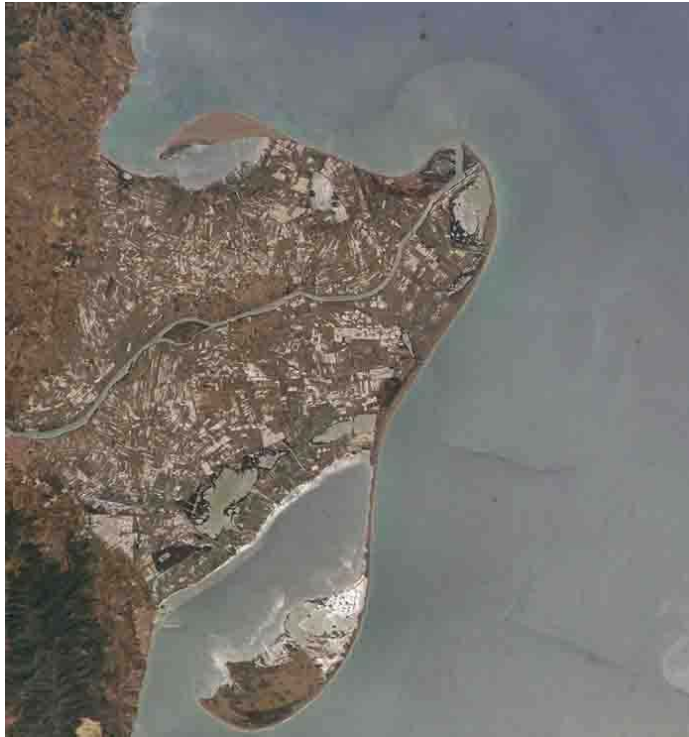


MASTER EN  
ECOLOGÍA

ALTERACIONES DE LA INTEGRIDAD DE  
LOS SISTEMAS ACUÁTICOS: LAS PRESAS



## Sedimentación: Deltas



También hay problemas de salinización,  
eutrofización y anoxia

El Delta del río Ebro tiene una  
superficie de 32000 ha

- **Principal actividad antrópica: Cultivo del arroz (65% de su superficie)**
- **Otras actividades: Pesca, caza y acuicultura**
- **VALORES ECOLÓGICOS:**
  - Elevada biodiversidad
  - Hábitat para especies de fauna acuática
  - Depuración de las aguas

**Principal PROBLEMA: Falta de sedimentos, lo que produce:**

- **Retroceso de la costa**
- **Subsidencia y ascenso relativo del nivel del mar**

**Actualmente llegan al delta 200000 Tm de sedimento al año (10 veces menos de lo que se necesitaría y 100 menos de lo que llegaba al delta a principios del siglo XX)**



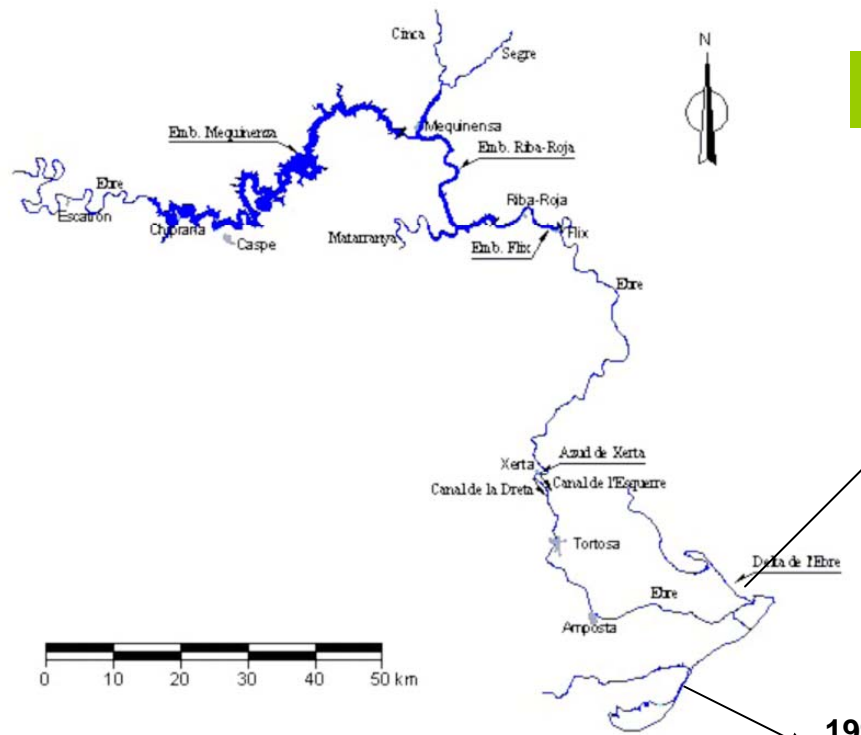
MASTER EN  
ECOLOGÍA

ALTERACIONES DE LA INTEGRIDAD DE  
LOS SISTEMAS ACUÁTICOS: LAS PRESAS



## Sedimentación: Deltas

La disminución en la carga de sólidos se debe a la existencias de presas a lo largo de todo el recorrido del Ebro y sus afluentes, especialmente a los embalses de Mequinenza y Ribarroja (que retienen el 96,4% del caudal sólido que reciben).



¿Que se puede hacer?

Actuaciones realizadas:

Restauración ambiental  
en la isla de Buda

1992: Duna artificial en la  
Barra del Trabucador



## Sedimentación: Deltas

### Propuestas



#### LÍNEA DURA: Polderización

Construcción de diques en toda la costa del delta (incluidas lagunas interiores) y sistemas de bombeo y drenaje al estilo de los polders holandeses.



- **Importante obra de ingeniería que dañaría el entorno.**
- **Gasto económico considerable y continuo (creciente a causa de la elevación del mar) debido al bombeo.**

**LÍNEA BLANDA: No hacer nada. Dejar que el delta evolucione hacia un nuevo equilibrio**



MAESTRO EN  
ECOLOGÍA

ALTERACIONES DE LA INTEGRIDAD DE  
LOS SISTEMAS ACUÁTICOS: LAS PRESAS



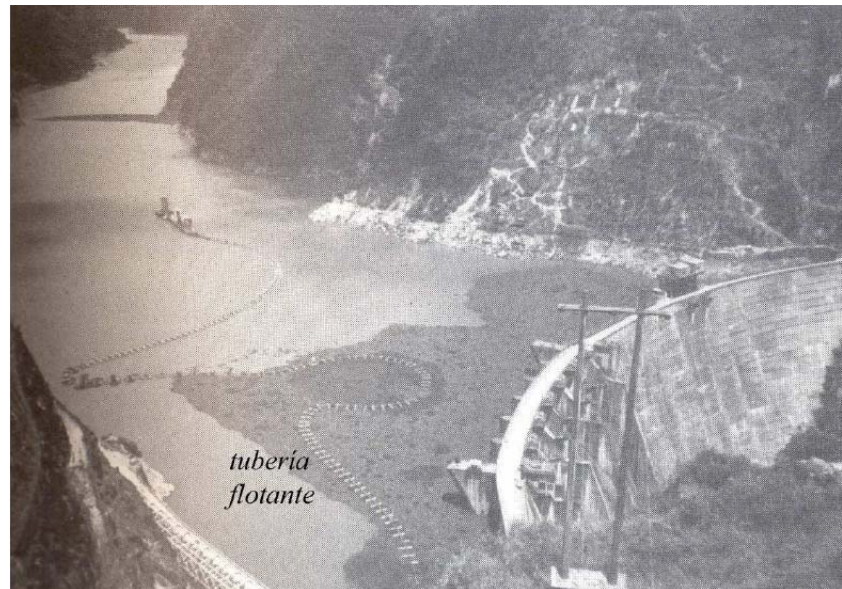
## Sedimentación: Deltas

### Propuestas



**LÍNEA MAS AMBIENTAL:** Reponer los sedimentos

**Transporte “forzado”:** Mediante barcazas o por carretera o ferrocarril, o mediante líneas de tuberías a presión



**Transporte “natural”:** Arrastre controlado de sedimentos con bajo nivel de embalse y apertura de los desagües de fondo (flushing)



MASTER EN  
ECOLOGÍA

ALTERACIONES DE LA INTEGRIDAD DE  
LOS SISTEMAS ACUÁTICOS: LAS PRESAS



## Sedimentación: Deltas

### Propuestas



**LÍNEA MAS AMBIENTAL:** Reponer los sedimentos

**Transporte “forzado”:** Mediante barcazas o por carretera o ferrocarril, o mediante líneas de tuberías a presión

**Transporte “natural”:** Arrastre controlado de sedimentos con bajo nivel de embalse y apertura de los desagües de fondo (flushing)



#### Ventajas:

- Se consigue llevar los sedimentos aguas abajo aumentando la capacidad útil del embalse sin necesidad de maquinaria ni obras

#### Desventajas:

- Vaciado del embalse
- Consecuencias del arrastre de sedimentos aguas abajo
- Calidad química de los sedimentos



MASTER EN  
ECOLOGÍA

ALTERACIONES DE LA INTEGRIDAD DE  
LOS SISTEMAS ACUÁTICOS: LAS PRESAS







MAESTRO EN  
ECOLOGÍA

ALTERACIONES DE LA INTEGRIDAD DE  
LOS SISTEMAS ACUÁTICOS: LAS PRESAS



## Las presas modifican la calidad del agua

- Temperatura: Puede disminuir el número de individuos y modificar el tipo de especies
- Oxígeno: Su déficit tiene efectos locales
- Sustancias tóxicas: La falta de oxígeno genera ambiente reductor apareciendo sustancias reducidas como el amoníaco, sulfhídrico, metano, Fe y Mn, etc. También pueden llevar fertilizantes, insecticidas, pesticidas, etc.
- Altas concentraciones de nutrientes
- Turbidez
- Sobresaturación de gases (embolia gaseosa)
- Bioacumulación de metilmercurio



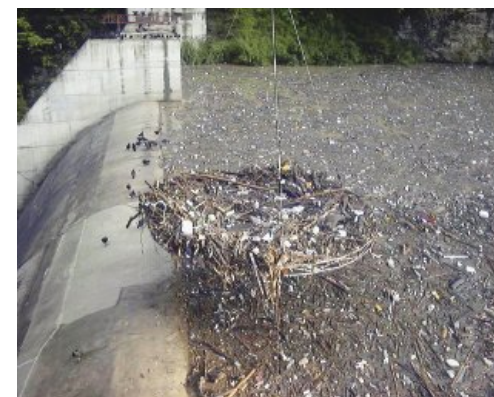


MAESTRO EN  
ECOLOGÍA

**ALTERACIONES DE LA INTEGRIDAD DE  
LOS SISTEMAS ACUÁTICOS: LAS PRESAS**



**Presa de Las tres gargantas sobre el río Yangtse**





MASTER EN  
ECOLOGÍA

ALTERACIONES DE LA INTEGRIDAD DE  
LOS SISTEMAS ACUÁTICOS: LOS LAGOS



Trasvase Tajo-Segura

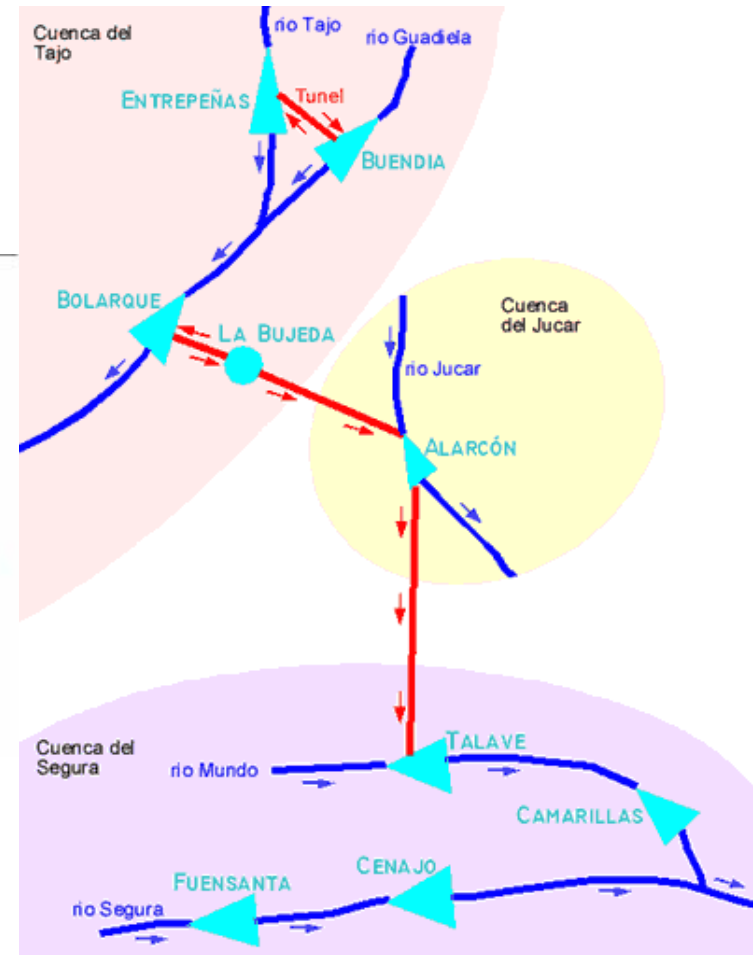
# Trasvases





MASTER EN  
ECOLOGÍA

# ALTERACIONES DE LA INTEGRIDAD DE LOS SISTEMAS ACUÁTICOS: LOS LAGOS



<http://es.youtube.com/watch?v=OcTWCNSpnzs>



MAESTRO EN  
ECOLOGÍA

ALTERACIONES DE LA INTEGRIDAD DE  
LOS SISTEMAS ACUÁTICOS: LOS LAGOS



## Trasvases

**Transferencias** de agua entre cuencas (de un río a otro) suelen ser fuente de conflictos

**Transferencias de agua Intra-cuenca** (de un lugar de la cuenca del río a otro lugar en la misma cuenca fluvial) son mucho más frecuentes y por lo general no son tan problemático

### Otras cuestiones importantes:

Son necesarias grandes infraestructuras (grandes presas, canales, conducciones)

Altos costos (financieros y operativos)

Generan problemas ambientales (caudal ecológico, invasión de especies exóticas, etc)

Controversia social



MASTER EN  
ECOLOGÍA

ALTERACIONES DE LA INTEGRIDAD DE  
LOS SISTEMAS ACUÁTICOS: LOS LAGOS



## Trasvases

### Impactos en la cuenca cedente:

- Disminución del caudal circulante, modificación del régimen hídrico aguas abajo

### Impactos en la cuenca receptora:

- Aumento del caudal circulante (verano), modificación del régimen hídrico aguas abajo
- Cambios en la calidad del agua

### SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE LA COMUNIDAD DE MADRID

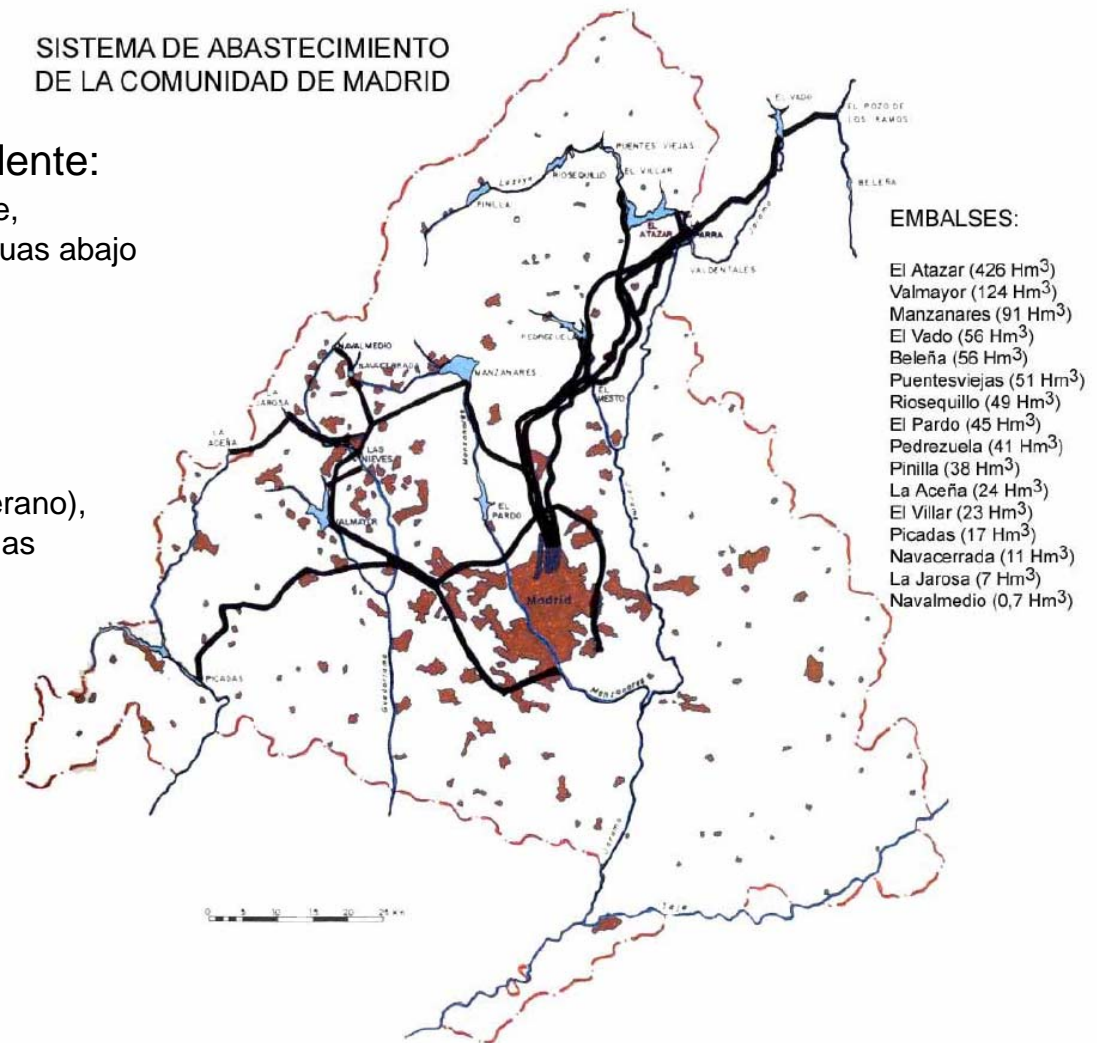


Figura 2.17. Sistema de abastecimiento de la Comunidad de Madrid (Cubillo *et al.*, 1990)



MASTER EN  
ECOLOGÍA

ALTERACIONES DE LA INTEGRIDAD DE  
LOS SISTEMAS ACUÁTICOS: LOS LAGOS



## Trasvases

### ❑ Efecto corredor

- Alteración de las pautas naturales de distribución de la biota
- Mecanismos de propagación de especies exóticas
- Mecanismos de propagación de enfermedades y de invasión de nuevas especies:

Transvase Tajo-Segura: Llegada del pez rojo, gobio y boga del Tajo a la cuenca del Segura

Sudáfrica: Trasvase Orange-Vaal, aparición de esquistosomas en ríos en donde antes no había

### ❑ Efecto barrera para la fauna terrestre

### ❑ Cambios en la calidad del agua

### ❑ Pérdidas por evaporación, encauzamiento de los ríos a donde llega el trasvase, etc.



MAESTRÍA EN  
ECOLOGÍA

ALTERACIONES DE LA INTEGRIDAD DE  
LOS SISTEMAS ACUÁTICOS: LOS LAGOS



# LAGOS y HUMEDALES







MAESTRÍA EN  
ECOLOGÍA

ALTERACIONES DE LA INTEGRIDAD DE  
LOS SISTEMAS ACUÁTICOS: LOS LAGOS



## LAGOS Y HUMEDALES

- Los lagos y humedales del mundo parece que están evolucionando hacia un estado de deterioro mas o menos acusado. La **contaminación** y la **eutrofización**, en particular, son los problemas mas severos
- Se estima que alrededor del 50% de los humedales existentes en 1900 se habían perdido a finales de los años 90, debido principalmente a la desecación provocada por el hombre para obtener mayor cantidad de tierras de cultivo

TIPOS DE HUMEDALES	Conservados		Alterados		Degradados		Total Nº
	Nº	%	Nº	%	Nº	%	
Interiores	705	55%	456	36%	114	9%	1.275
De montaña	378	85%	65	15%	1	0,2%	444
Cársticos	37	46%	40	49%	4	5%	81
Interiores dulces	242	38%	307	48%	88	14%	637
Interiores salinos	48	48%	35	35%	16	16%	99
Llanuras de inundación	0	0%	9	64%	5	36%	14
Costeros	31	30%	72	69%	1	1%	104
<b>Total</b>	<b>736</b>	<b>54%</b>	<b>528</b>	<b>38%</b>	<b>115</b>	<b>8%</b>	<b>1.379</b>

Grado de conservación de los humedales y lagos incluidos en el Inventario de la DGOH (1991)

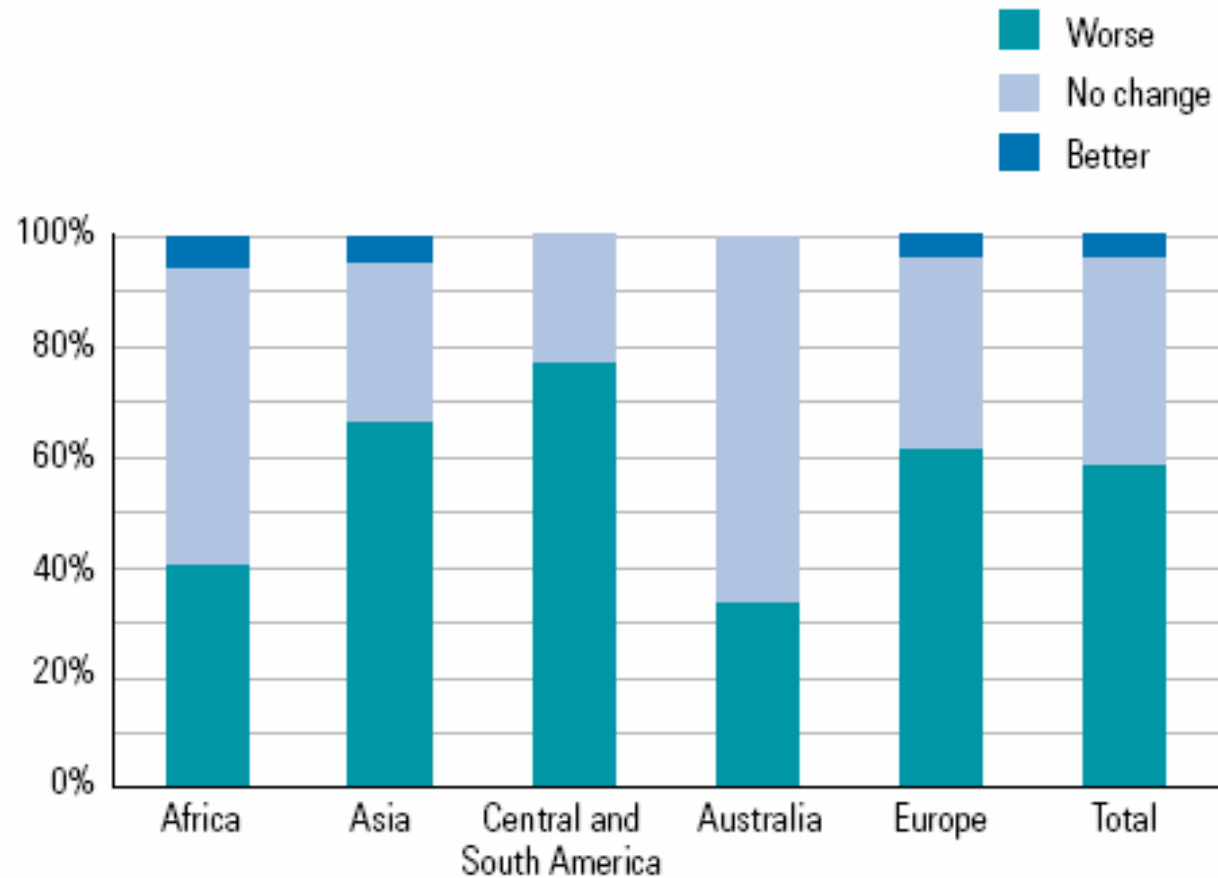


MAESTRO EN  
ECOLOGÍA

ALTERACIONES DE LA INTEGRIDAD DE  
LOS SISTEMAS ACUÁTICOS: LOS LAGOS



## Cambios en las condiciones de los lagos (1960s-1990s)



Source: Data collated for Loh et al., 1998.

Aunque ha habido mejora de la condición de algunos lagos, la tendencia mas acusada va hacia el deterioro en la calidad, sobre todo en América Central y del Sur, donde cerca del 80 % de los lagos de la muestra (93) disminuyó su calidad en el período estudiado.



MASTER EN  
ECOLOGÍA

ALTERACIONES DE LA INTEGRIDAD DE  
LOS SISTEMAS ACUÁTICOS: LOS LAGOS



## Algunos lagos han sido o están siendo desecados

### El mar de Aral



July - September, 1989



August 12, 2003



- La superficie de este lago se ha reducido en un 60%
- La salinidad ha aumentado formándose dos capas de distinta salinidad
- Se ha alterado el clima de la zona sur
- La sal de las nuevas zonas emergidas y los contaminantes son arrastrados por el aire: Enfermedades pulmonares y cáncer.

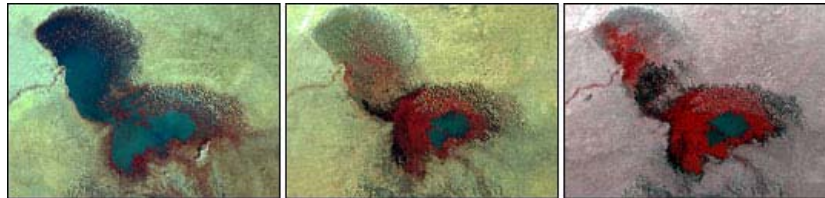


MAESTRO EN  
ECOLOGÍA

ALTERACIONES DE LA INTEGRIDAD DE  
LOS SISTEMAS ACUÁTICOS: LOS LAGOS



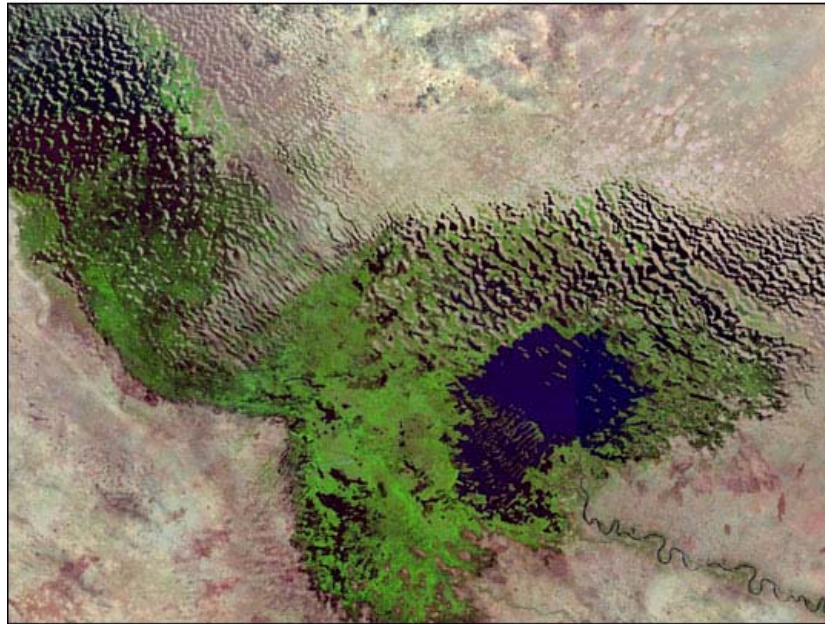
## El lago Chad, un caso muy similar



1973

1987

1997



2001





MASTER EN  
ECOLOGÍA

ALTERACIONES DE LA INTEGRIDAD DE  
LOS SISTEMAS ACUÁTICOS: LOS LAGOS



Muchos lagos o lagunas de alta montaña han sido represados para generar energía eléctrica



Ibón Respumoso (Huesca)



MAESTRÍA EN  
ECOLOGÍA

ALTERACIONES DE LA INTEGRIDAD DE  
LOS SISTEMAS ACUÁTICOS



**Contaminación: La eutrofización, un problema serio en nuestro país**



MAESTER EN  
ECOLOGÍA

ALTERACIONES DE LA INTEGRIDAD DE  
LOS SISTEMAS ACUÁTICOS: LOS LAGOS



## Eutrofización... Que significa?

### Nutrientes

Los nutrientes son elementos químicos y los compuestos presentes en el medio ambiente que las plantas y los animales necesitan para crecer y sobrevivir. En los ecosistemas acuáticos, la limitación de nutrientes son generalmente de fósforo (P) y nitrógeno (N).

El **ESTADO TROFICO** de un cuerpo de agua es la cantidad de NUTRIENTES que se encuentran en el sistema. Puede ser clasificado como:

- Oligotrófico: cuando tienen bajas concentraciones de nutrientes (en ocasiones ultraoligotrófico)
- Mesotrófico: concentraciones mayores de nutrientes, pero no existe una importante alteración de los procesos ecológicos
- Eutrófico: cuando la concentración de nutrientes es tan alta que los flujos de materia y energía son gravemente perturbados (en ocasiones hipereutrófico)

La **eutrofización** es un proceso por el cual las masas de agua reciben un exceso de nutrientes que estimula el crecimiento excesivo de los productores primarios fotosintéticos (algas, perifiton, etc.). Este mayor crecimiento de los productores, a menudo llamado un florecimiento de algas, reduce el oxígeno disuelto en el agua cuando el material vegetal muerto se descompone, lo que puede ocasionar la muerte de otros organismos.



MASTREN  
ECOLOGÍA

ALTERACIONES DE LA INTEGRIDAD DE  
LOS SISTEMAS ACUÁTICOS: LOS LAGOS



**Los Nutrientes** pueden proceder de fuentes distintas:

- Fertilizantes aplicados a los campos agrícolas
  - Campos de golf y césped urbano
  - La deposición de nitrógeno de la atmósfera
  - Erosión de los suelos que contienen nutrientes
- Fuentes difusas**
- Planta de tratamiento de los vertidos de aguas residuales
  - Vertidos industriales
- Fuentes puntuales**

En una primera etapa, este enorme disponibilidad de nutrientes, antes limitado recurso para los productores primarios provoca un aumento enorme de la tasa neta de producción, generándose enormes cantidades de biomasa.

**La producción se incrementa mucho dandose altas tasas de generación de oxígeno durante las horas de luz sólo en la zona trofогénica, donde se da la fotosíntesis**

Pero cuando los organismos mueren, los procesos de descomposición comienzan a consumir oxígeno:

**La descomposición se incrementa**

Se produce agotamiento del oxígeno en el fondo y durante la noche. A veces todo el cuerpo de agua se vuelve anóxico, Povocando la muerte masiva de casi todos los organismos



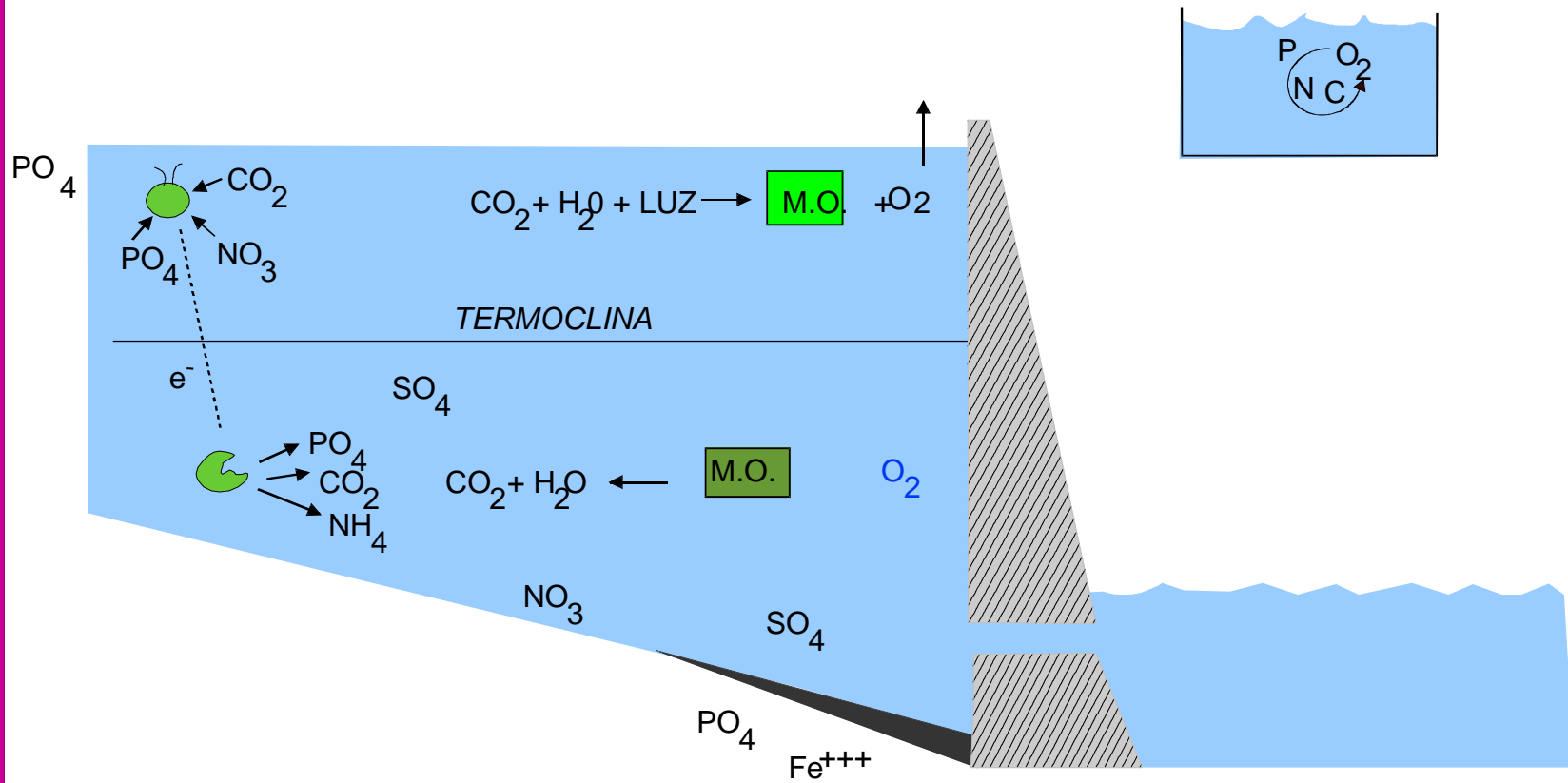


MAESTRO EN  
ECOLOGÍA

ALTERACIONES DE LA INTEGRIDAD DE  
LOS SISTEMAS ACUÁTICOS: LOS LAGOS



## LAGO O EMBALSE OLIGOTRÓFICOS



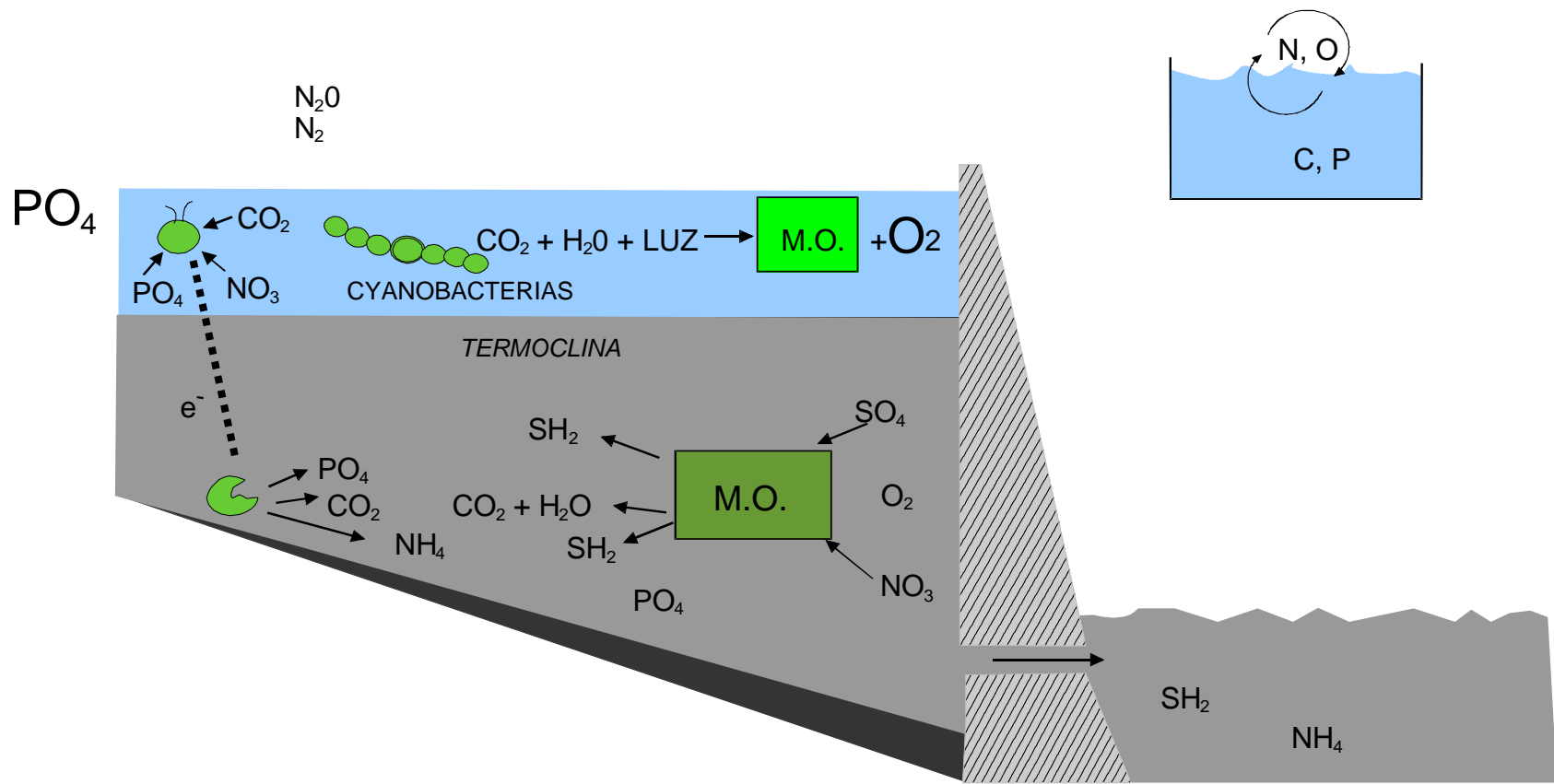


MAESTRO EN  
ECOLOGÍA

ALTERACIONES DE LA INTEGRIDAD DE  
LOS SISTEMAS ACUÁTICOS: LOS LAGOS



# LAGO O EMBALSE EUTRÓFICOS





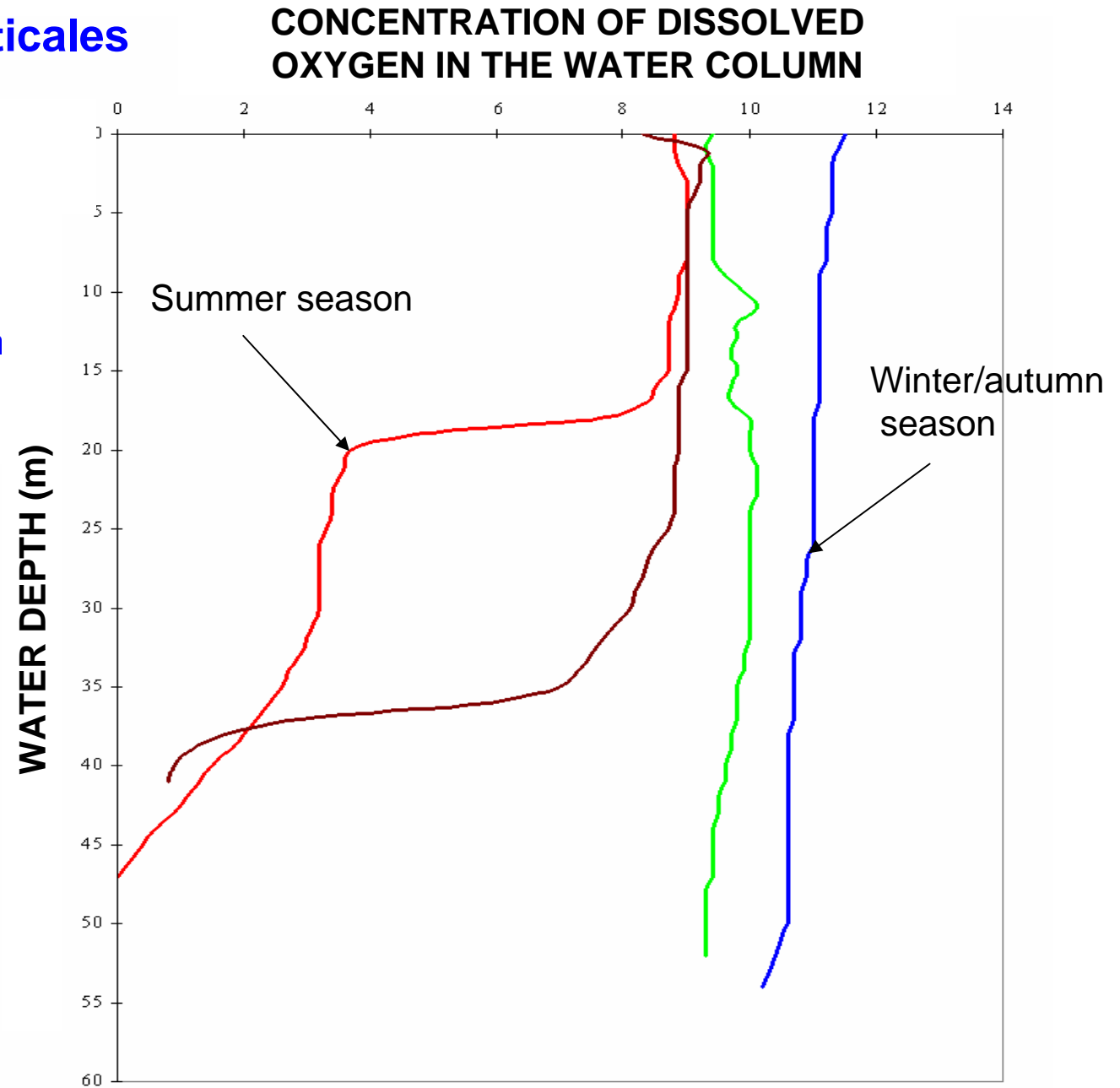
MAESTRÍA EN  
ECOLOGÍA

ALTERACIONES DE LA INTEGRIDAD DE  
LOS SISTEMAS ACUÁTICOS: LOS LAGOS



## Perfiles Verticales

Las características físico-químicas cambian enormemente en verano



## Efectos de la eutrofización



MASTER EN  
ECOLOGÍA

ALTERACIONES DE LA INTEGRIDAD DE  
LOS SISTEMAS ACUÁTICOS: LOS LAGOS



### Blooms Algales:

Algunos florecimientos de cianobacterias pueden generar cianotoxinas, una sustancia tóxica muy peligrosa para la salud humana y la vida animal (son Carcinogénicas y, en ocasiones, letales).

Las cianotoxinas son de diversa naturaleza química: Péptidos cíclicos, alcaloides y lipopolisacáridos

Las cianotoxinas se clasifican según sus efectos:

- Hepatotoxinas
- Neurotoxinas
- Citotoxinas
- Dermatotoxinas



### 1. Géneros de cianobacterias que desarrollan floraciones tóxicas

<i>Anabaena</i>	<i>Microcystis</i>
<i>Anabaenopsis</i>	<i>Nodularia</i>
<i>Aphanizomenon</i>	<i>Nostoc</i>
<i>Aphanocapsa</i>	<i>Oscillatoria</i>
<i>Coelosphaerium</i>	<i>Phormidium</i>
<i>Cylindrospermopsis</i>	<i>Planktothrix</i>
<i>Gloeotrichia</i>	<i>Pseudanabaena</i>
<i>Gomphosphaeria</i>	<i>Synechocystis</i>
<i>Lyngbya</i>	<i>Synechococcus</i>



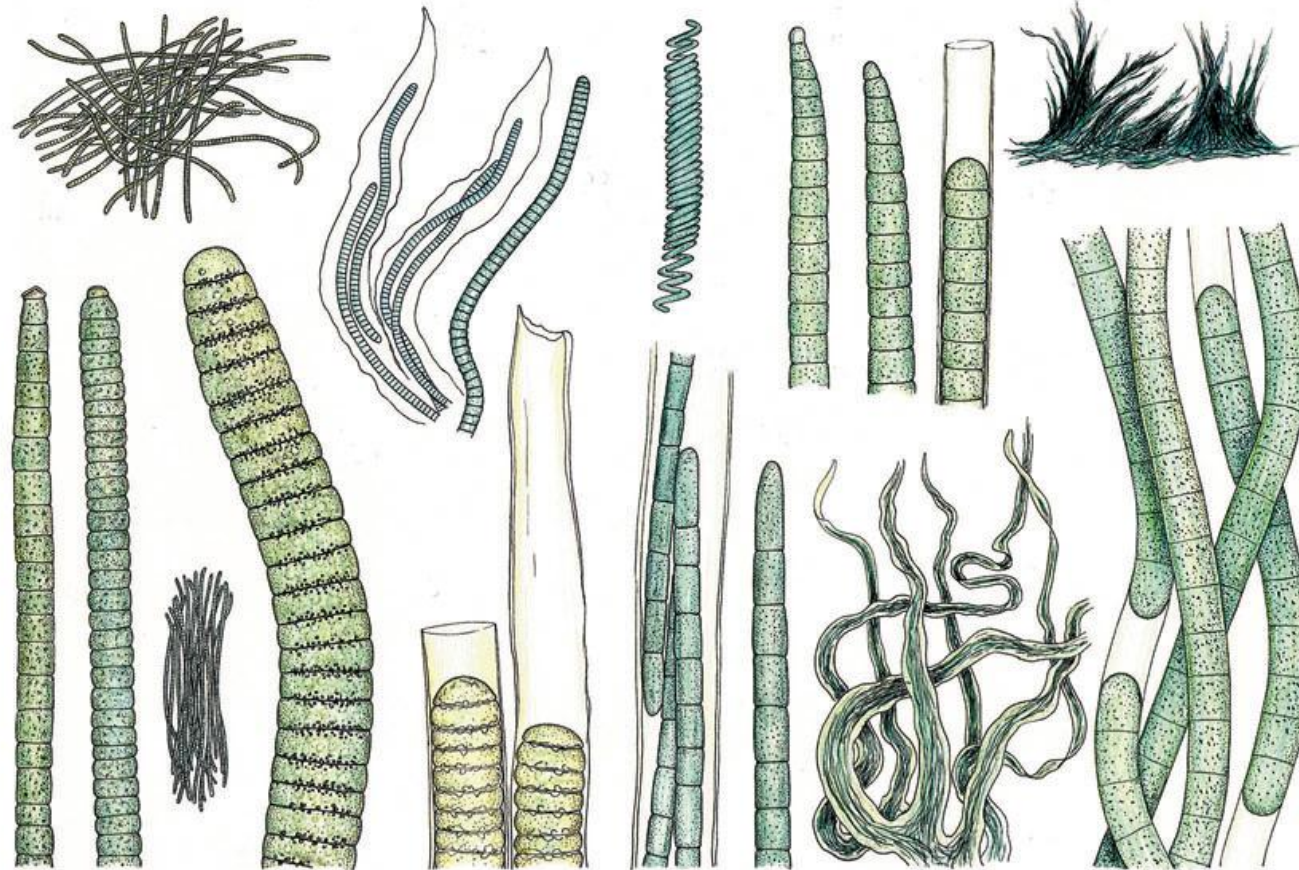
MASTER EN  
ECOLOGÍA

ALTERACIONES DE LA INTEGRIDAD DE  
LOS SISTEMAS ACUÁTICOS: LOS LAGOS



La eutrofización: Cianotoxinas

## Cianobacterias



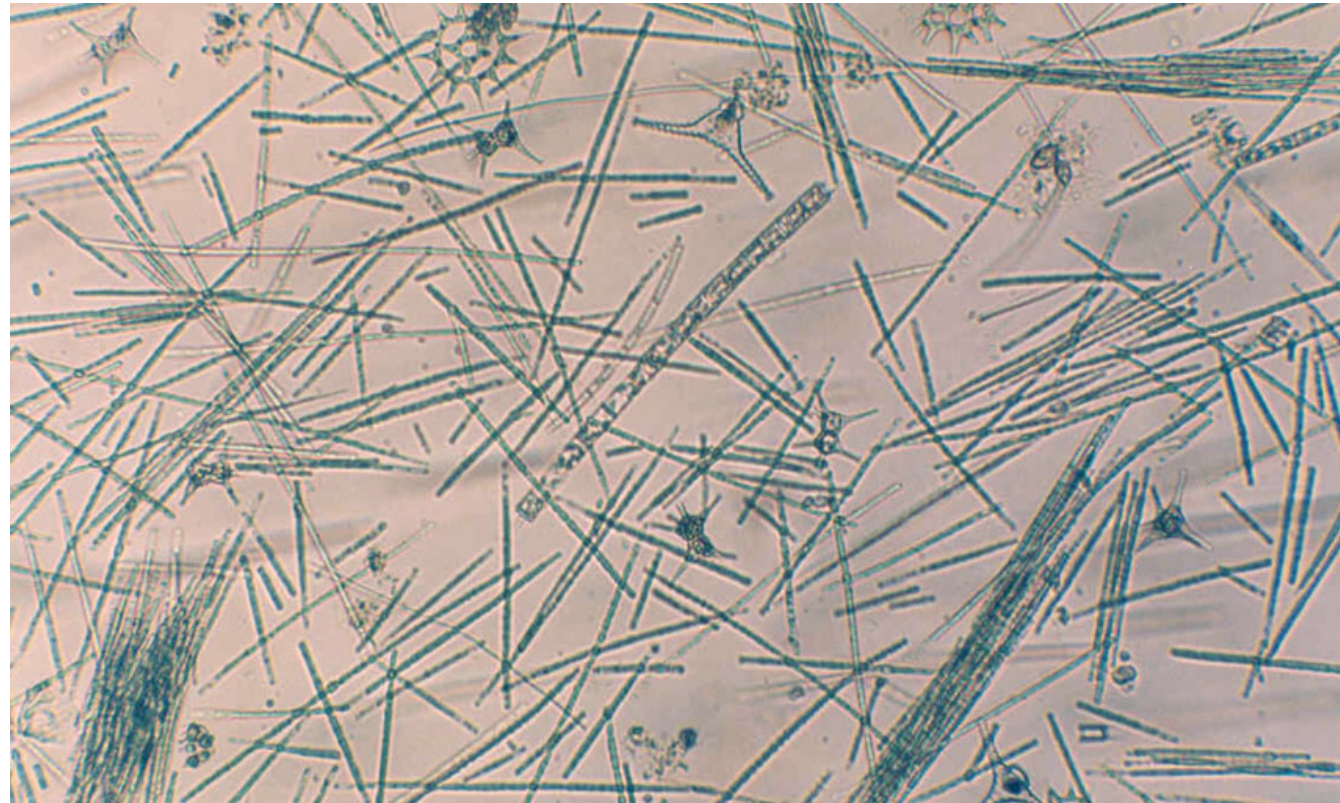


MAESTRÍA EN  
ECOLOGÍA

ALTERACIONES DE LA INTEGRIDAD DE  
LOS SISTEMAS ACUÁTICOS: LOS LAGOS



## *Aphanizomenon flosaquae*



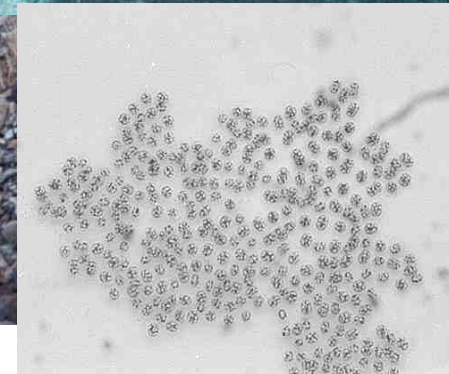


MASTERN  
ECOLOGÍA

ALTERACIONES DE LA INTEGRIDAD DE  
LOS SISTEMAS ACUÁTICOS: LOS LAGOS



## *Microcystis aeruginosa*





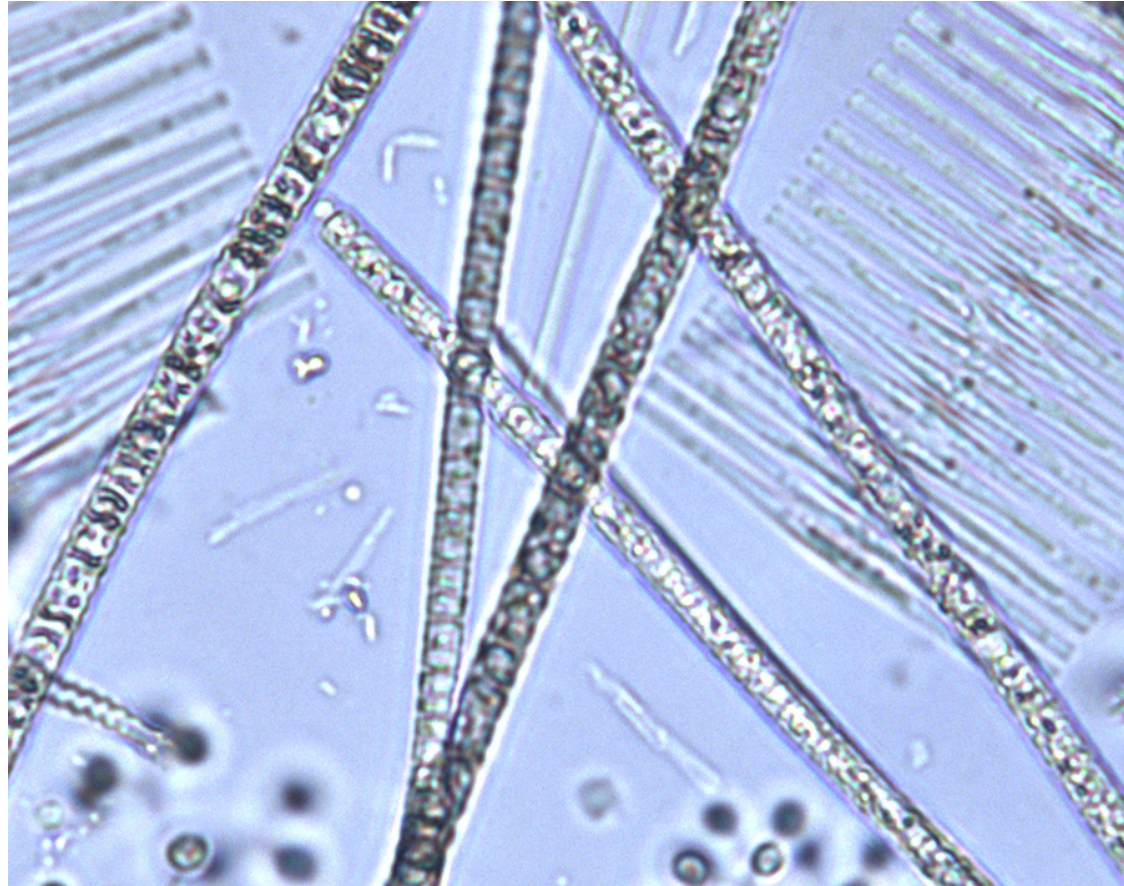


MASTER EN  
ECOLOGÍA

ALTERACIONES DE LA INTEGRIDAD DE  
LOS SISTEMAS ACUÁTICOS: LOS LAGOS



## *Oscillatoria rubescens*





MASTER EN  
ECOLOGÍA

ALTERACIONES DE LA INTEGRIDAD DE  
LOS SISTEMAS ACUÁTICOS: LOS LAGOS



*Oscillatoria rubescens* (El Atazar, 2003)





MASTER EN  
ECOLOGÍA

ALTERACIONES DE LA INTEGRIDAD DE  
LOS SISTEMAS ACUÁTICOS: LOS LAGOS



Ruta de Exposición	Año	Localización	Casos	Toxina presente	Síntomas
Agua de Bebida	1975	EEUU	Cerca de 5000	No analizada	Gastroenteritis
	1979	Australia	149	Cilindrospermopsina	Gastroenteritis, Daño en el riñón, Daño hepático e intestinal
	1981	Australia	25000 personas	Microcistina	Daño hepático
	72-90	China	Análisis estadístico	Microcistina	Cáncer de hígado primario
	1988	Brasil	2000 incluyendo <u>88 muertes</u>	No analizada	Gastroenteritis



MASTER EN  
ECOLOGÍA

ALTERACIONES DE LA INTEGRIDAD DE  
LOS SISTEMAS ACUÁTICOS: LOS LAGOS

Ruta de Exposición	Año	Localización	Casos	Toxina presente	Síntomas
Aguas Recreativas	1989	Escocia	10	Microcistina	Gastroenteritis, Garganta irritada, Ampollas en la boca, Dolor abdominal, Fiebre, Vómitos, Consolidación pulmonar
	1995	Australia	777	Hepatotoxinas	Gastroenteritis, Síntomas similares a la gripe, Llagas en la boca, Fiebre, Irritación en ojos y orejas
	1996	Escocia	11	Microcistinas	Erupción, Fiebre





MASTER EN  
ECOLOGÍA

ALTERACIONES DE LA INTEGRIDAD DE  
LOS SISTEMAS ACUÁTICOS: LOS LAGOS



Ruta de Exposición	Año	Localización	Casos	Toxina presente	Síntomas
Hemodiálisis	1974	EEUU	23	LPS	Fiebre, Mialgia, Resfriado, Vómitos
	1996	Brasil	117 (+ <u>50 muertos</u> )	Microcistinas	Problemas Visuales. Nauseas, Vómitos, Daño hepático

## Efectos de la eutrofización



MASTER EN  
ECOLOGÍA

ALTERACIONES DE LA INTEGRIDAD DE  
LOS SISTEMAS ACUÁTICOS: LOS LAGOS



### Blooms Algales:

Algunos florecimientos de cianobacterias pueden generar cianotoxinas, una sustancia tóxica muy peligrosa para la salud humana y la vida animal (son Carcinogénicas y, en ocasiones, letales).

**Producción** (o liberación desde los sedimentos) de sustancias tóxicas:

**$\text{NH}_4$ ,  $\text{SH}_2$ , metales pesados, etc.**

**Pérdida** general de la **calidad del agua**



MAESTRÍA EN  
ECOLOGÍA

ALTERACIONES DE LA INTEGRIDAD DE  
LOS SISTEMAS ACUÁTICOS: HUMEDALES



# HUMEDALES



MASTER EN  
ECOLOGÍA

ALTERACIONES DE LA INTEGRIDAD DE  
LOS SISTEMAS ACUÁTICOS: HUMEDALES



## ¿Qué es un Humedal?

*“Extensiones de marismas, pantanos, turberas o aguas de régimen natural o artificial, permanentes o temporales, estancadas o corrientes, dulces, salobres o saladas, incluyendo las extensiones de agua marina cuya profundidad en marea baja no exceda de seis metros.”*

Convención de Ramsar (Irán 1971)





MAESTRO EN  
ECOLOGÍA

ALTERACIONES DE LA INTEGRIDAD DE  
LOS SISTEMAS ACUÁTICOS: HUMEDALES



## ¿Por qué son importantes los humedales?

- **Depuración del agua** - los humedales son filtros naturales que atrapan los contaminantes.
- **Reducción de las inundaciones** – Gracias a la vegetación de los humedales, el agua se retiene, circulando mas lentamente, ayudando a reducir las inundaciones.
- **Funcionan como una esponja** recargando los sistemas acuífero.
- **La vegetación de los humedales reduce la erosión del suelo.**
- **Alta diversidad biológica** – Los humedales son el hábitat para una gran variedad de especies.
- **Altamente productivos** - Los humedales son algunos de los ecosistemas biológicos más productivos en el mundo, al facilitar el reciclaje de nutrientes.
- **Beneficiosos para las personas** - los humedales mantienen una gran variedad de peces y aves que pueden ser una fuente de alimentos y también proporciona diferentes tipos de materiales que son usados en la construcción y artesanía.
- **Uso ganadero** - Pastoreo de ganado.
- **Uso recreativo** - Observación de aves, estética, etc.



MASTER EN  
ECOLOGÍA

ALTERACIONES DE LA INTEGRIDAD DE  
LOS SISTEMAS ACUÁTICOS: HUMEDALES



## Causas de alteración y degradación de los humedales

Durante siglos los humedales han sido considerados como eriales y zonas insalubres, por lo que fueron objeto de políticas y **programas de desecación** y **saneamiento**. En los dos últimos siglos la **conversión de humedales en tierras agrícolas** fue generalizada en toda España, y ya en este siglo las mayores transformaciones se han debido también al **desarrollo industrial, de infraestructuras y urbanístico** para explotación turística.

TIPOS DE HUMEDALES	Superficie (ha)		Orig/Act
	Original	Actual	
Interiores	40.600	16.421	40,4%
De montaña	2.314	2.386	103,1%
Cársticos	874	784	89,7%
Interiores dulces	14.802	4.805	32,5%
Interiores salinos	6.743	5.212	77,3%
Llanuras de inundación	15.867	3.234	20,4%
Costeros	239.628	97.679	40,8
<b>Total</b>	<b>280.228</b>	<b>114.100</b>	<b>40,7%</b>

Evolución de la superficie de humedales y lagos incluidos en el inventario de la DGOH (1991)



MAESTRO EN  
ECOLOGÍA

## ALTERACIONES DE LA INTEGRIDAD DE LOS SISTEMAS ACUÁTICOS: HUMEDALES



### CAMBIO ECOLÓGICO

#### CAUSAS POSIBLES

##### Alteración de la estructura física

- Dragado y/o relleno para urbanización, desarrollo turístico, industria
- Transformación para agricultura o acuicultura
- Construcción de infraestructuras
- Vertidos de residuos sólidos, escombros
- Explotación minera y extractiva

##### Alteración de la cantidad de agua

###### Cambios en la cuenca hidrográfica

- Embalses: hidroelectricidad, regadío, colmatación, retención de sedimentos, evaporación
- Transvases de agua entre cuencas
- Modificación de la red hidrográfica y regulación de cauces
- Extracción de aguas fluviales y sobreexplotación de acuíferos para regadío, industria, consumo
- Cambios en los usos del suelo en la cuenca: deforestación, erosión y colmatación

###### Cambios en el humedal

- Drenaje y desecación
- Aterramiento, saneamiento y fragmentación
- Extracción de agua del humedal para regadío, industria, consumo humano
- Canalización, encauzamiento y construcción de diques
- Dragado de canales de navegación

##### Alteración de la calidad del agua

- Vertidos de aguas residuales urbanas
- Vertidos industriales
- Vertidos procedentes de acuicultura
- Vertidos procedentes de ganadería
- Escorrentía de nutrientes, pesticidas y herbicidas agrícolas
- Salinización de aguas superficiales y subterráneas
- Modificación de las conexiones con el mar: apertura de la desembocadura de lagunas

##### Alteración de las comunidades biológicas

###### Sobre-explotación

- Sobrepesca y acuicultura
- Sobrecaza
- Sobrepastoreo
- Extracción mecánica excesiva de recursos minerales
- Exceso de uso público recreativo y/o turístico

###### Introducción de especies exóticas

- Plantas, Invertebrados, Peces, Aves, etc.

Causas posibles de los cambios ecológicos y las alteraciones en los humedales. Modificado a partir de MedWet (1996).



MAESTRO EN  
ECOLOGÍA

**ALTERACIONES DE LA INTEGRIDAD DE  
LOS SISTEMAS ACUÁTICOS: HUMEDALES**



CAMBIO ECOLÓGICO Impacto	SITIOS	
	Nº	%
<b>Alteración de la estructura física</b>		
Vertido de residuos sólidos	270	14,4%
Drenado	231	12,3%
Cultivado totalmente	180	9,6%
Cultivado parcialmente	180	9,6%
Represado	158	8,4%
Excavado	118	6,3%
Rellenado	109	5,8%
Urbanización	107	5,7%
Dragado	39	2,1%
Embalse sobre antiguo humedal	30	1,6%
<b>Alteración de la cantidad de agua</b>		
Regulación hídrica	193	10,3%
Sobreexplotación del acuífero	168	9,0%
Extracción de agua	110	5,9%
Hydroeléctrica	60	3,2%
<b>Alteración de la calidad del agua</b>		
Rodeado por cultivos	460	24,5%
Vertido de residuos líquidos urbanos	141	7,5%
Residuos líquidos industriales	92	4,9%
Pesticidas	55	2,9%
<b>Alteración de las Comunidades Biológicas</b>		
Alteración de la vegetación	324	17,3%
Presión recreativa	251	13,4%
Carga ganadera	139	7,4%
Introducción de especies	71	3,8%
Extracción de áridos	36	1,9%
Acuicultura intensiva	23	1,2%

Frecuencia de los impactos en los humedales incluidos en el Inventario de la DGOH. Nota: Porcentaje sobre los 1.876 humedales y lagos incluidos en el inventario de la DGOH, incluyendo los 38 sitios Ramsar (datos de 1996)



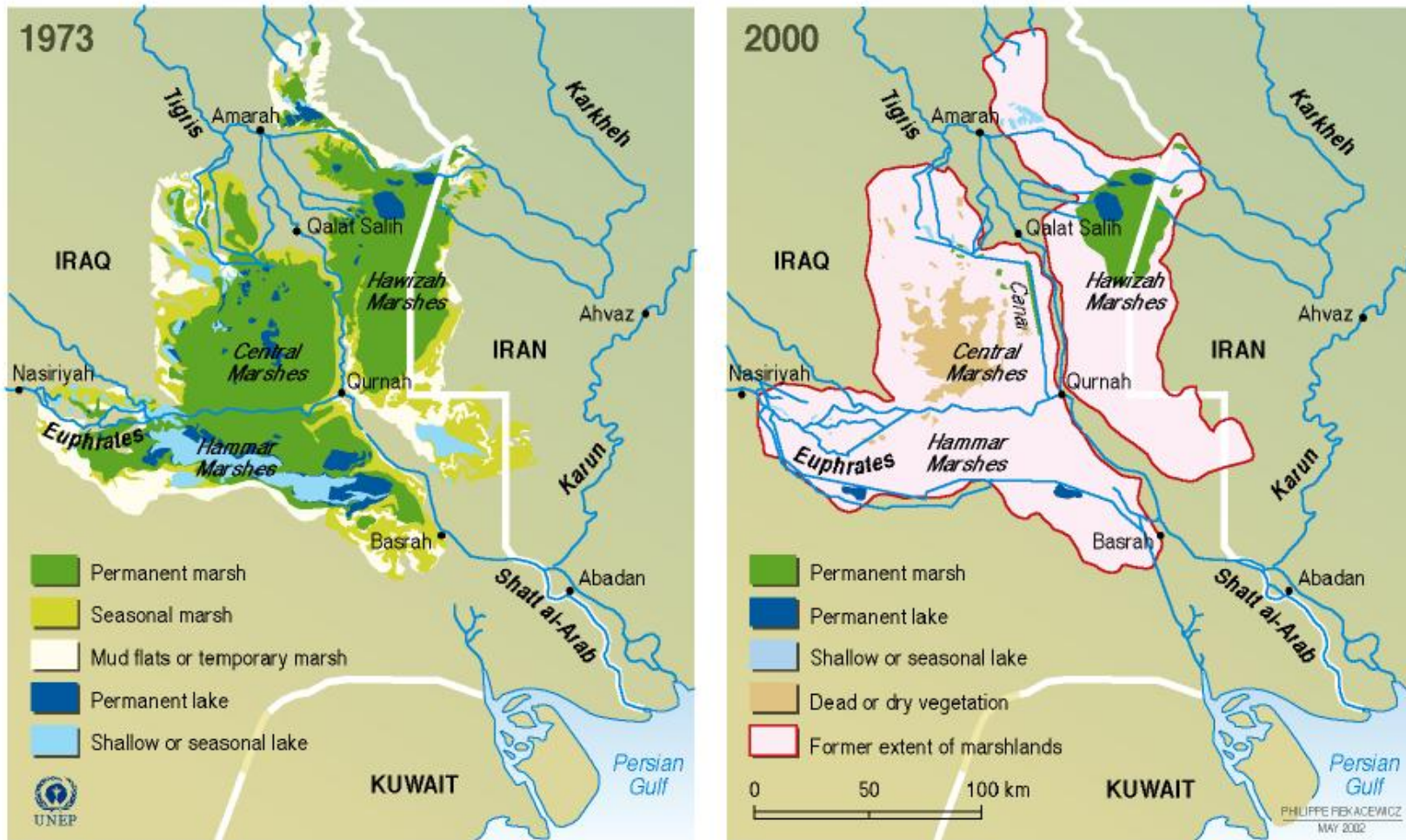
MASTEN EN ECOLOGÍA

ALTERACIONES DE LA INTEGRIDAD DE LOS SISTEMAS ACUÁTICOS: HUMEDALES



## Otro caso lamentable

### From Wetlands to Dry Lands The Destruction of the Mesopotamian Marshlands



Note: These two maps are sourced from satellite images and maps originally created by Hassan Partow, GRID-Geneva.

Source: Hassan Partow, *The Mesopotamian Marshlands: Demise of an Ecosystem*, United Nations Environment Programme (UNEP), Division of Early Warning and Assessment (DEWA), 2001.

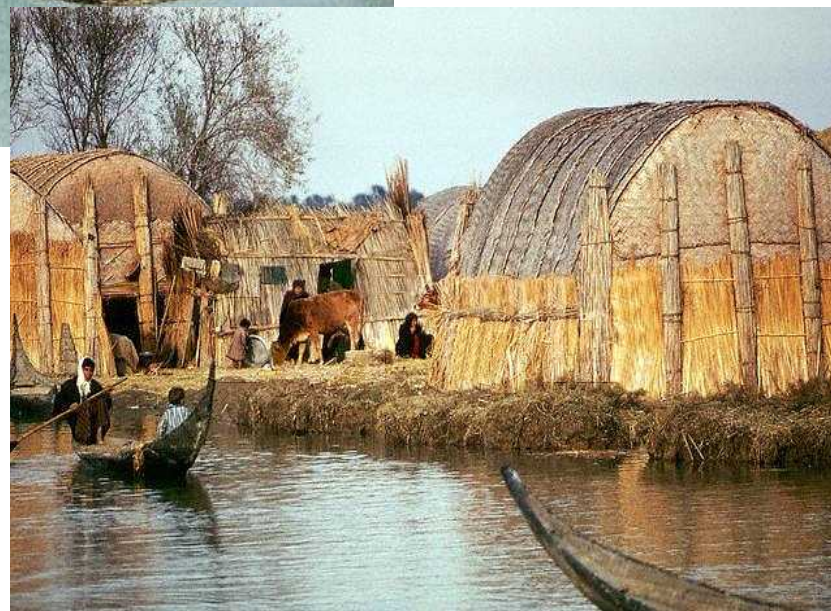


MASTER EN  
ECOLOGÍA

ALTERACIONES DE LA INTEGRIDAD DE  
LOS SISTEMAS ACUÁTICOS: HUMEDALES



## Maadam (Árabes de las marismas)





MAESTRO EN  
ECOLOGÍA

ALTERACIONES DE LA INTEGRIDAD DE  
LOS SISTEMAS ACUÁTICOS: HUMEDALES



Turning the Tides  
Regulation of the Tigris and Euphrates Rivers



Source: Le Monde diplomatique, Paris, 1994, updated in 2001.



MASTRE EN  
ECOLOGÍA

ALTERACIONES DE LA INTEGRIDAD DE  
LOS SISTEMAS ACUÁTICOS: HUMEDALES



Contaminación: La lluvia ácida



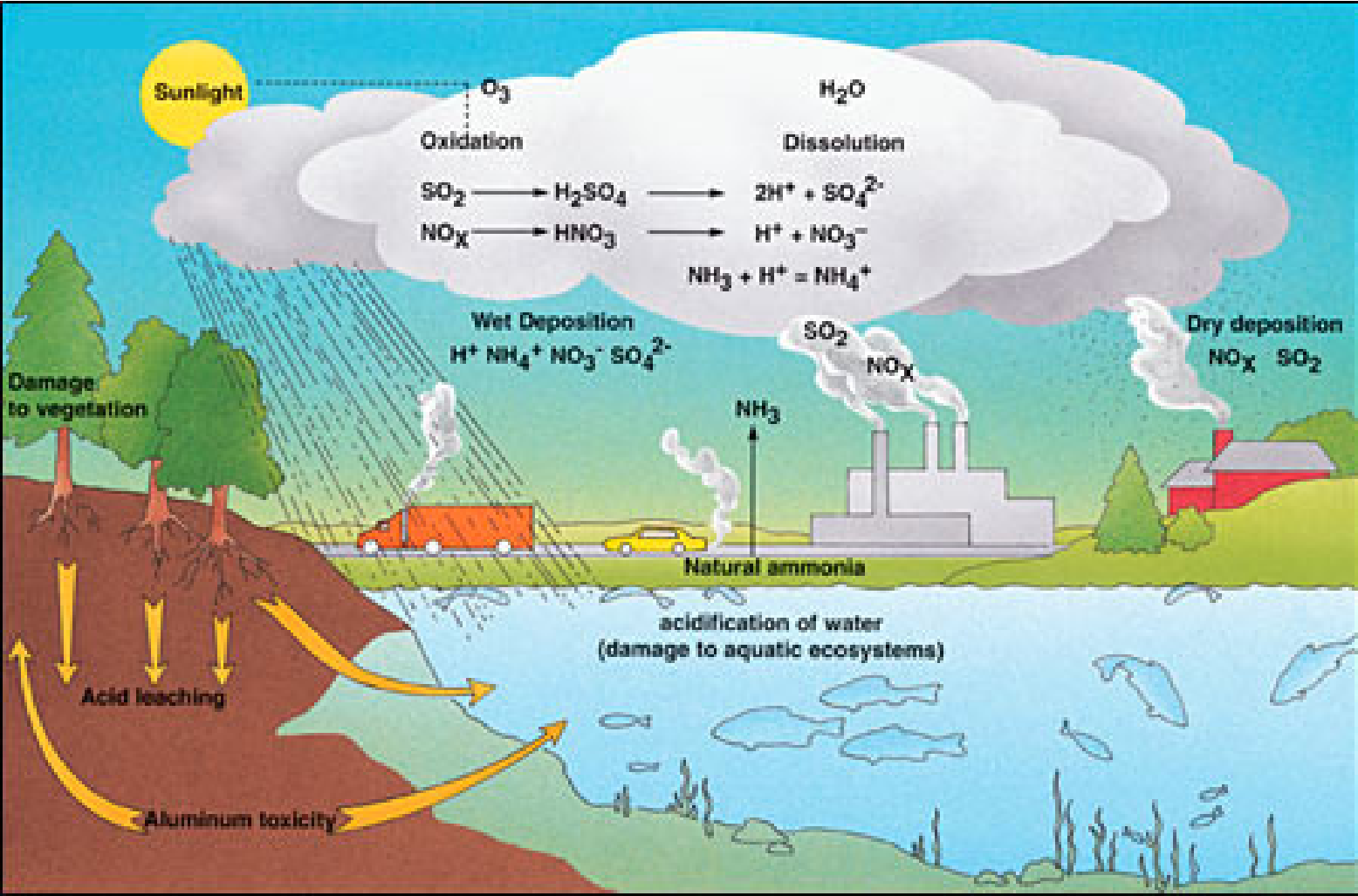


MAESTRÍA EN  
ECOLOGÍA

ALTERACIONES DE LA INTEGRIDAD DE  
LOS SISTEMAS ACUÁTICOS: HUMEDALES



Contaminación: La lluvia ácida



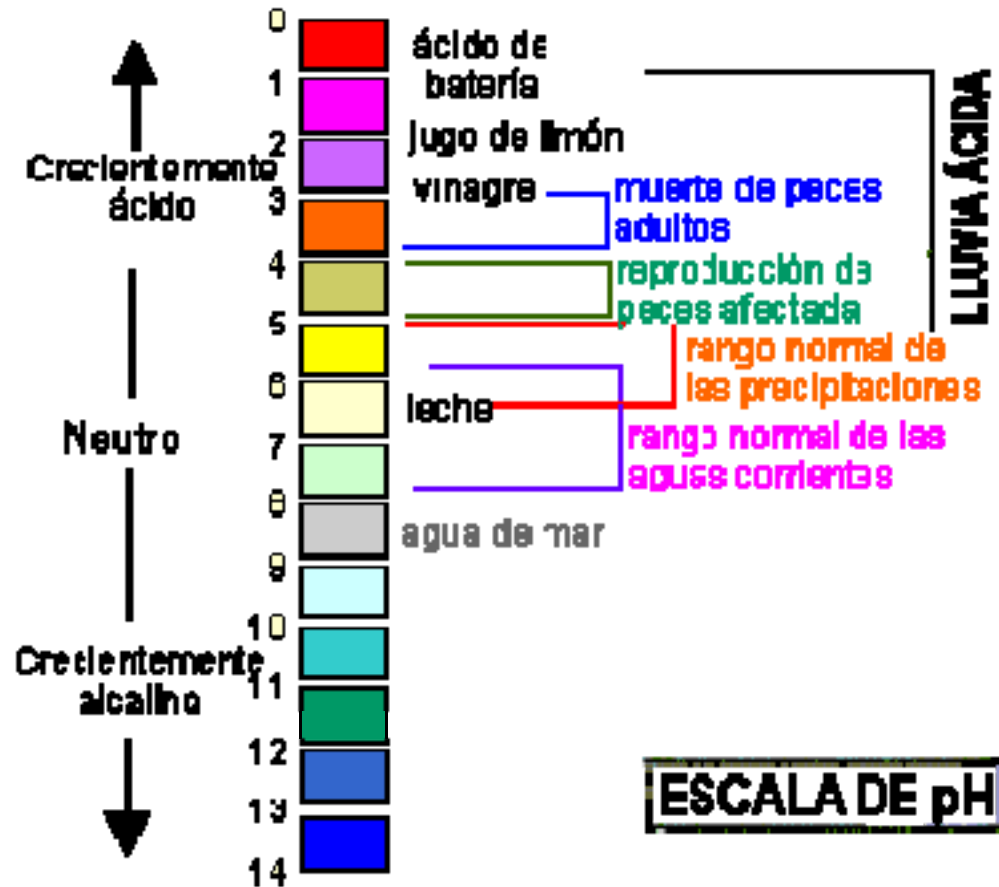


MAESTRÍA EN  
ECOLOGÍA

ALTERACIONES DE LA INTEGRIDAD DE  
LOS SISTEMAS ACUÁTICOS: HUMEDALES



Contaminación: La lluvia ácida



Cortesía de Environment Canada (<http://www.nse.ec.gc.ca/>)



MASTER EN  
ECOLOGÍA

ALTERACIONES DE LA INTEGRIDAD DE  
LOS SISTEMAS ACUÁTICOS: HUMEDALES

