

Situación de la eutrofización en España

JUAN AVILES GARCIA (*)

RESUMEN. La eutrofización es el término empleado por los científicos que estudian los lagos y embalses para describir el proceso complejo de cambios en los ecosistemas acuáticos causados por un incremento en la tasa de suministro de nutrientes al agua. La eutrofización debida al hombre da como resultado el deterioro de la calidad del agua.

Este artículo presenta un estudio global de la eutrofización en los embalses españoles.

THE EUTROPHICATION SITUATION IN SPAIN

ABSTRACT. *Eutrophication is the term used by scientists who study lakes and reservoirs to describe the complex process of changes in aquatic ecosystems caused by an increased rate of supply of nutrients to a water. Man-made eutrophication results in deterioration of water.*

This paper presents a global study of the status of eutrophication in Spanish reservoirs.

1. INTRODUCCION

Desde hace tiempo ha existido una sensibilidad social de los problemas del agua en su aspecto cuantitativo, con objeto de hacer frente a las necesidades de las distintas actividades humanas. No obstante, la creciente demanda del agua por el incremento demográfico, el desarrollo industrial y el asentamiento de la población en las ciudades hace que se deba prestar también atención a la calidad. Cuanto mejor sea la calidad del agua en su origen, más fácil y barato será su tratamiento.

El agua, factor de primera necesidad para todas las manifestaciones de la vida, es pues un bien escaso que se ve amenazado por la contaminación y en especial por la eutrofización.

La lucha contra la eutrofización es un problema que alcanza tales dimensiones y extensión que preocupa actualmente a todos los países desarrollados del mundo, en los cuales se estudia la puesta en marcha de diversos métodos mecánicos, químicos y biológicos para combatir el deterioro del agua.

2. CONCEPTO DE EUTROFICACION

La eutrofización es un proceso complejo de fertilización de las aguas naturales en sustancias nutritivas, especialmente nitrógeno y fósforo, en forma asimilable por la vegetación acuática, que origina un aumento de la población de algas, un incremento de la productividad en todos los niveles de la cadena trófica y una alteración de las características físico-químicas iniciales del agua.

Los lagos y embalses se clasifican en eutróficos, mesotróficos y oligotróficos, de acuerdo con la capacidad para producir una biomasa vegetal más o menos abundante.

3. EUTROFIZACION NATURAL

Es un proceso natural que va asociado al envejecimiento del lago o embalse y que se desarrolla con mucha lentitud. Las causas pueden ser inherentes a la propia masa de agua como las producidas por las excreciones y descomposición de organismos muertos, oscilaciones del volumen de agua con descomposición de la vegetación litoral, redisolución de los sedimentos del fondo, concentración por evaporación, etc., o externas al mismo, como los cambios que se producen en la forma del vaso como resultado del llenado de sedimentos producidos por la erosión, las aportaciones de materiales transportados por el viento, incorporación de restos de organismos con la consiguiente degradación natural, incendios, etc.

4. EUTROFIZACION CULTURAL

Es debida a la acción del hombre y es un proceso mucho más rápido que se puede invertir al cesar la causa que lo origina. Esta es siempre una aportación de sustancias nutritivas (N y P) procedentes de vertidos de aguas residuales urbanas e industriales, escorrentías sobre diversos terrenos, vertidos de granjas, etc.

5. EFECTOS DE LA EUTROFIZACION

El enriquecimiento del agua en nutrientes origina en la superficie del embalse un incremento de algas planctónicas (fitoplancton). Como consecuencia de la fotosíntesis, y por efecto de la luz, se produce en la zona eufótica

(*) Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX (MOPT).

(iluminada) una gran cantidad de oxígeno y de materia orgánica. Por el contrario, en el fondo y durante el período de estratificación en verano, el oxígeno disuelto se agota, debido a la respiración de los organismos y a la mineralización de la materia orgánica producida en las capas superiores y transportadas hacia el fondo.

6. EUTROFIZACION DE LOS EMBALSES ESPAÑOLES

6.1. ANTECEDENTES

La Dirección General de Obras Hidráulicas, concedora desde el primer momento de que el agua es un recurso natural escaso, indispensable para la vida y amenazado en su calidad por el impacto de las actividades humanas, encargó en 1970 al Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX un estudio sobre la eutrofización de los embalses de Iznajar y Ribarroja, conducente a conocer el estado biológico y la calidad de los mismos. Posteriormente estos estudios se fueron extendiendo a otros embalses, mediante reconocimientos limnológicos, con objeto de obtener una información fundamental para el Inventario de recursos hidráulicos, reconocimientos que se han mantenido a lo largo de estos años.

6.2. RECONOCIMIENTOS LIMNOLOGICOS DE EMBALSES

El Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas realizó, a través de convenios con la Dirección General de Obras Hidráulicas, el reconocimiento de 350 embalses peninsulares, agrupados por cuencas o demarcaciones hidrográficas, mediante el empleo de un laboratorio móvil (fig. 1).

El programa permitió obtener una información básica sobre parámetros físicos, químicos y biológicos de los embalses de mayor capacidad y hacer una clasificación

FISICAS	COLOR TEMPERATURA TRANSPARENCIA (SECCHI)
QUIMICAS	pH ALCALINIDAD OXIGENO DISUELTO FOSFORO NITROGENO
BIOLOGICAS	CLOROFILA A PRODUCCION PRIMARIA (O ₂). (NO SIEMPRE) FITOPLANCTON ZOOPLANCTON

TABLA 1. Determinaciones efectuadas en los reconocimientos limnológicos de embalses.

de los mismos según su grado de eutrofia. Debido a los aportes continuados de nutrientes que reciben los embalses, procedentes de fuentes puntuales y fuentes difusas, se está revisando dicha clasificación.

En la actualidad se están realizando estudios de eutrofización en embalses mediante técnicas analíticas convencionales y por teledetección. Ambos estudios encargados por la Dirección General de Obras Hidráulicas son complementarios y aunque en ocasiones ofrecen diferencias, éstas deben ser interpretadas de acuerdo con las características de ambos estudios.

6.3. PARAMETROS LIMNOLOGICOS

Debido a la complejidad del proceso de eutrofización, en el que interaccionan diversos procesos físicos, químicos y biológicos, hay que tener en cuenta todos ellos, con objeto de evaluar el grado trófico de los embalses. Las determinaciones efectuadas se recogen en la tabla 1.



FIGURA 1. Laboratorio móvil.

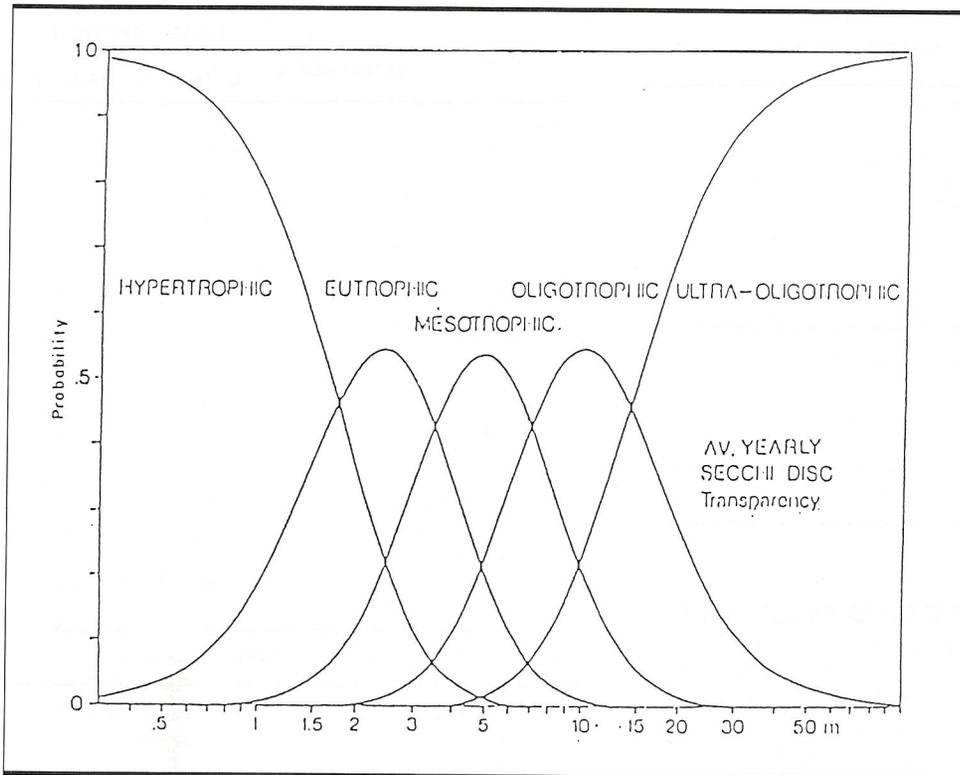


FIGURA 2. Distribución de probabilidad por categorías tróficas según la profundidad de visión del disco de Secchi (OCDE, 1982).

6.4. GRADOS TRÓFICOS

Al no estar de acuerdo los diversos autores en la selección de un único índice de grado trófico, se ha tenido en cuenta, para la clasificación de los embalses, la concen-

tración media de clorofila en la zona eufótica (tabla 2), el índice de estado trófico de Carlson y las curvas de distribución de probabilidades por categorías tróficas (figs. 2 y 3).

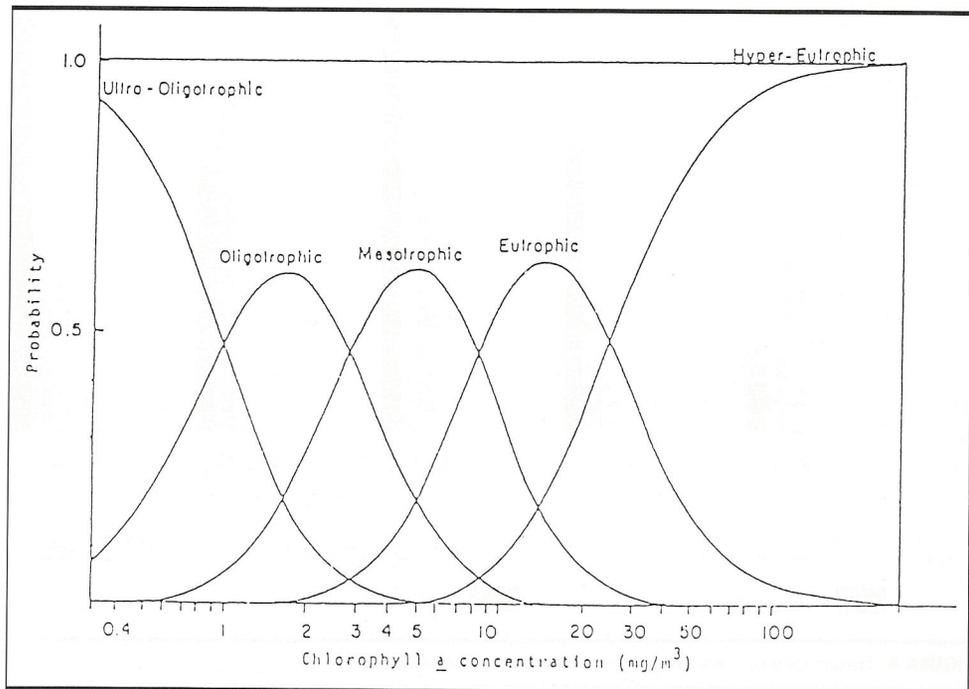


FIGURA 3. Distribución de probabilidad por categorías tróficas según la concentración de clorofila (OCDE, 1982).

CLOROFILA <i>a</i> (mg/m ³)	GRADO TROFICO
≤ 2	OLIGOTROFICO
2 - 4	OLIGO-MESOTROFICO
4 - 7	MESOTROFICO
7 - 10	MESO-EUTROFICO
≥ 10	EUTROFICO

INDICE DE CARLSON	
TSI = 10 lg - LOG ₂ Z _s	
Z ₂ = PROFUNDIDAD VISION DISCO SECCHI (m)	
Este índice varía entre 0 (oligotrófico) y 100 (eutrófico).	

TABLA 2. Concentración media de clorofila e índice de Carlson.

6.5. EUTROFIZACION POR CUENCAS HIDROGRAFICAS

De acuerdo con los resultados obtenidos en los diversos reconocimientos limnológicos efectuados y con la información proporcionada por el satélite Landsat-5, en la cuenca del Tajo, la situación del estado trófico de los embalses estudiados es la siguiente (tabla 3).

CUENCA	EMBALSES ESTUDIADOS	GRADO TROFICO				
		O	O-M	M	M-E	E
NORTE	53	28	4	11	5	5
DUERO	32	7	8	2	4	11
TAJO (1)	128	20	8	35	2	63
GUADIANA	25	2	4	1	10	8
GUADALQUIVIR	41	3	3	7	8	20
SUR	7	-	2	3	1	1
SEGURA	13	5	3	3	-	2
JUCAR	27	6	3	6	8	4
EBRO	76	18	19	19	11	9
PIRINEO ORIENTAL	9	-	2	2	1	4
SUMA	411	89	56	89	50	127

TABLA 3. Eutrofización por cuencas. Número de embalses.

(1) Incluidos Satélite
 O = Oligotrófico
 O-M = Oligo-mesotrófico
 M = Mesotrófico
 M-E = Meso-eutrófico
 E = Eutrófico

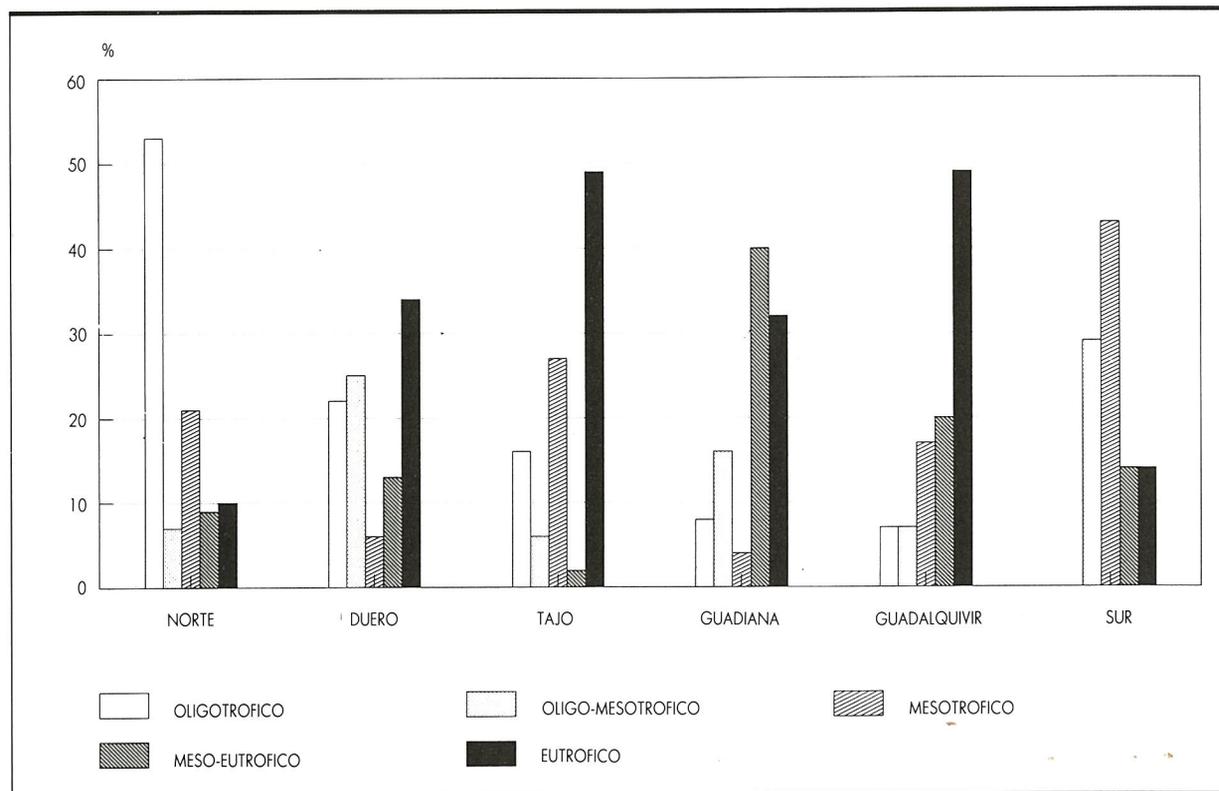


FIGURA 4. Eutrofización por cuencas. Número de embalses estudiados.

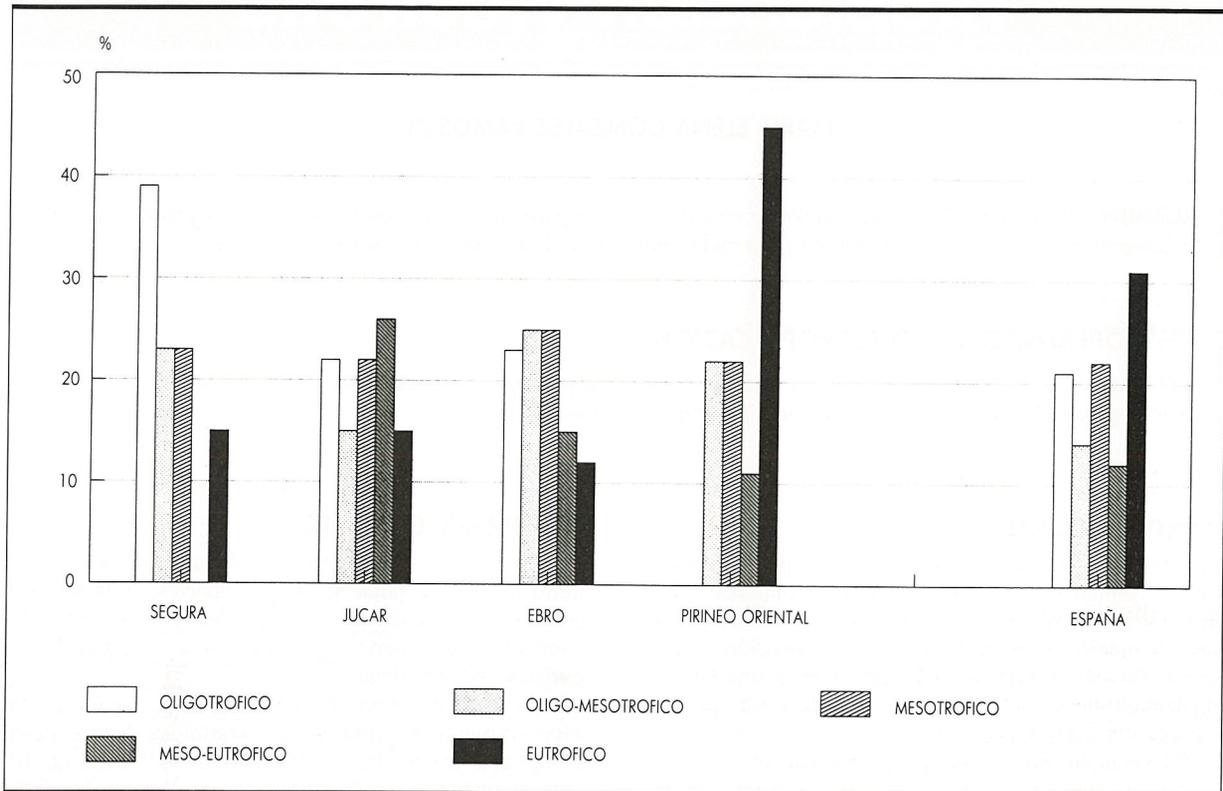


FIGURA 5. Eutrofización por cuencas. Número de embalses estudiados.

En las figuras 4 y 5 se muestran, mediante diagrama de barras, la eutrofización (%) por cuencas o demarcaciones hidrográficas según el número de embalses visitados.

7. CONCLUSIONES

De la clasificación limnológica de los embalses reconocidos se deduce que un 31 % de los mismos son eutróficos. En el supuesto que las condiciones de eutrofia se mantuvieran a máximo embalse, este porcentaje representaría un 40 % de los 40.678 millones de metros cúbicos estudiados. Al ser el volumen total regulado de unos 49.000 Hm³, la muestra es lo suficientemente representativa como para considerar que los porcentajes citados tienen validez general para el conjunto de los embalses españoles.

Debido a que el panorama no es precisamente alentador, salvo los de la demarcación norte, se deben tomar medidas preventivas y algunas correctoras. Las medidas correctoras en los embalses deben considerarse de emergencia, ya que tratan de contrarrestar los síntomas de la eutrofización, pero no consiguen que el proceso se interrumpa, y por ello hay que atajar el problema en sus orígenes, impidiendo o limitando al máximo la entrada de nutrientes al embalse.

Finalmente cabe añadir que deben continuarse con

los reconocimientos limnológicos de los embalses, así como, con los programas de investigación para el aprovechamiento de los datos suministrados por el satélite Landsat, con objeto de actualizar el estado trófico de los mismos y obtener la máxima información posible.

BIBLIOGRAFIA

- CEDEX (1991). *Jornadas sobre eutrofización de embalses e indicadores biológicos de la calidad de aguas en ríos*. CEDEX (MOPT). Madrid, 284 pp.
- MARGALEF, R., y otros (1976). *Limnología de los embalses españoles*, DGOH (MOPT). Madrid, 2 vol., 422 pp.
- MARGALEF (1981). *Ecología*. Ed. Planeta. Barcelona, 252 pp.
- MARGALEF, R. (1983). *Limnología*. Ed. Omega. Barcelona, 1019 pp.
- RUIZ DE LA TORRE, J., y ORTIZ, J. L. (1970). *La eutrofización de las aguas superficiales*. Centro de Estudios Hidrográficos. Madrid, 35 pp.
- RYDING, S. O., y RAST, W. (1992). *El control de la eutrofización en lagos y pantanos*. Unesco. Ed. Pirámide. Madrid, 375 pp.
- TOJA, J. (1984). *Limnología de los embalses para abastecimiento de Sevilla*. CEDEX. Madrid, 159 pp.
- VALENTYNE, J. R. (1978). *Introducción a la limnología*. Ed. Omega. Barcelona, 169 pp.
- WETZEL, R. G. (1981). *Limnología*. Ed. Omega. Barcelona, 679 pp.