

---

# LA DETERMINACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO EN LOS LAGOS DE LA CUENCA DEL EBRO. LA PROBLEMÁTICA DEL GALACHO DE JUSLIBOL.



**III EDICIÓN MÁSTER EN “GESTIÓN FLUVIAL SOSTENIBLE  
Y GESTIÓN INTEGRADA DE AGUAS”**

**PROYECTO FIN DE MÁSTER  
UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA  
CURSO ACADÉMICO 2010-2012  
MAYO, 2012**

**AUTORA: MARÍA JOSÉ RODRÍGUEZ PÉREZ**

**DIRECTORA: OLGA CONDE, AYUNTAMIENTO DE ZARAGOZA**

**CODIRECTORA: CONCHA DURÁN, CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO**



**CONTENIDO**

<b>1. LA DETERMINACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO EN LOS LAGOS DE LA CUENCA DEL EBRO .....</b>	<b>9</b>
<b>1.1. INTRODUCCIÓN: MARCO NORMATIVO .....</b>	<b>9</b>
<b>1.2. ESTABLECIMIENTO DEL ESTADO ECOLÓGICO EN LAS MASAS DE AGUA SUPERFICIAL DE LA CATEGORÍA LAGO .....</b>	<b>10</b>
1.2.1. DEFINICIÓN DE “MASA DE AGUA SUPERFICIAL” Y “TIPOS DE LAGOS” SEGÚN LA INSTRUCCIÓN DE PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA .....	10
1.2.2. ESTABLECIMIENTO DE LAS CONDICIONES DE REFERENCIA DE LOS TIPOS .....	13
1.2.3. CLASIFICACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO CON LA METODOLOGÍA PROPUESTA POR CEDEX PARA EL MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, Y MEDIO RURAL Y MARINO .....	15
1.2.3.1. CONDICIONES DE REFERENCIA Y VALORES FRONTERA PARA EL FITOPLANCTON Y OTRO TIPO DE FLORA ACUÁTICA (CEDEX, 2010A) .....	16
1.2.3.2. CONDICIONES HIDROMORFOLÓGICAS Y FÍSICO-QUÍMICAS (CEDEX, 2010D).....	22
1.2.3.2.1. ESTABLECIMIENTO DE CONDICIONES HIDROMORFOLÓGICAS .....	22
1.2.3.2.2. ESTABLECIMIENTO DE CONDICIONES FÍSICO-QUÍMICAS .....	24
1.2.4. SELECCIÓN DE LAS MÉTRICAS PARA CADA UNO DE LOS INDICADORES DE CALIDAD (BIOLÓGICOS, FÍSICO-QUÍMICOS E HIDROMORFOLÓGICOS) .....	27
1.2.4.1. MÉTRICAS PARA EL FITOPLANCTON (CEDEX, 2010B). .....	27
1.2.4.2. MÉTRICAS PARA OTRO TIPO DE FLORA ACUÁTICA (CEDEX, 2010C) .....	28
<b>1.3. CONTROL DEL ESTADO DE LOS LAGOS EN LA CUENCA DEL EBRO .....</b>	<b>30</b>
1.3.1. ÁMBITO DE ESTUDIO Y TIPIFICACIÓN .....	30
1.3.2. PLANES DE SEGUIMIENTO ESTABLECIDOS .....	32
1.3.3. METODOLOGÍA DE MUESTREO Y DEL CÁLCULO DEL ESTADO ECOLÓGICO.....	35
1.3.4. MÉTRICAS APLICADAS PARA LA DETERMINACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO .....	36
1.3.4.1. INDICADORES BIOLÓGICOS.....	37
1.3.4.2. INDICADORES FÍSICO-QUÍMICOS .....	37
1.3.4.3. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS .....	38
1.3.5. CÁLCULO DEL ESTADO ECOLÓGICO .....	39
1.3.6. RESULTADOS.....	41
1.3.7. CONCLUSIONES .....	47
<b>2. LA PROBLEMÁTICA DEL GALACHO DE JUSLIBOL .....</b>	<b>49</b>
<b>2.1. ANTECEDENTES DEL GALACHO DE JUSLIBOL .....</b>	<b>49</b>
<b>2.2. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.....</b>	<b>51</b>
<b>2.3. NORMATIVA APLICABLE Y FIGURAS DE PROTECCIÓN DEL GALACHO .....</b>	<b>52</b>

<b>2.4.</b>	<b>EL PROCESO DE PARTICIPACIÓN EN EL GALACHO DE JUSLIBOL .....</b>	<b>53</b>
<b>2.5.</b>	<b>DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DEL GALACHO DE JUSLIBOL .....</b>	<b>57</b>
2.5.1.	DATOS DE LAS MASAS DE AGUA OBJETO DE ESTUDIO.....	57
2.5.2.	DATOS CUANTITATIVOS EN LA ZONA DE ESTUDIO.....	59
2.5.2.1.	MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA ASOCIADA .....	59
2.5.2.2.	MASA DE AGUA SUPERFICIAL ASOCIADA .....	63
2.5.2.3.	RÉGIMEN HIDROLÓGICO Y BATIMÉTRICO EN EL GALACHO Y LAS LAGUNAS .....	66
2.5.3.	CALIDAD DE LAS AGUAS EN LA ZONA DE ESTUDIO .....	71
2.5.3.1.	CALIDAD DE LAS AGUAS EN LA MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA ASOCIADA .....	71
2.5.3.2.	CALIDAD DE LAS AGUAS EN LA MASA DE AGUA SUPERFICIAL ASOCIADA.....	73
2.5.3.3.	CALIDAD DE LAS AGUAS EN EL GALACHO DE JUSLIBOL.....	77
2.5.3.4.	CALIDAD DE LAS AGUAS EN LAS LAGUNAS DEL GALACHO DE JUSLIBOL .....	84
2.5.3.5.	CONTROL ESPECÍFICO DE ZONAS PROTEGIDAS .....	91
<b>2.6.</b>	<b>ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>93</b>
<b>2.7.</b>	<b>CONCLUSIONES Y PROPUESTAS DE GESTIÓN .....</b>	<b>96</b>
<b>2.8.</b>	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>103</b>
<b>2.9.</b>	<b>GLOSARIO.....</b>	<b>107</b>

## TABLAS

Tabla 1. TIPOS DE LAGOS SEGÚN LA INSTRUCCIÓN DE PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA (IPH, 2008). .....	11
Tabla 2. MÉTRICAS PROPUESTAS PARA EL ELEMENTO DE CALIDAD “FITOPLANCTON” SEGÚN EL TIPO DE LAGO (CEDEX, 2010A). .....	17
Tabla 3. MÉTRICAS PROPUESTAS PARA EL ELEMENTO DE CALIDAD “OTRA FLORA ACUÁTICA” EN LOS DIFERENTES TIPOS DE LAGOS (CEDEX, 2010A). .....	18
Tabla 4. CONDICIONES DE REFERENCIA Y VALORES FRONTERA ENTRE CLASES DE ESTADO ECOLÓGICO PARA LA MÉTRICA “ÍNDICE DE DIATOMEAS InDia” (CEDEX, 2010A). .....	18
Tabla 5. PROCEDIMIENTOS DE COMBINACIÓN DE MÉTRICAS DEL ELEMENTO DE CALIDAD BIOLÓGICA “OTRA FLORA ACUÁTICA” SEGÚN LOS TIPOS DE LAGOS (CEDEX, 2010A). .....	20
Tabla 6. REGLAS DE COMBINACIÓN DE ELEMENTOS DE CALIDAD EN LA CLASIFICACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO (MARM, 2009C). .....	22
Tabla 7. MÉTRICAS PROPUESTAS PARA LA EVALUACIÓN DE ELEMENTOS HIDROMORFOLÓGICOS (CEDEX, 2010D). .....	22
Tabla 8. APLICABILIDAD A LOS DIFERENTES TIPOS DE LAGOS DE LAS MÉTRICAS PROPUESTAS PARA LA EVALUACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO MEDIANTE ELEMENTOS HIDROMORFOLÓGICOS (CEDEX, 2010D). .....	23
Tabla 9. CONDICIONES ESPECÍFICAS PARA LA MÉTRICA “ALTERACIONES EN EL RÉGIMEN DE LLENADO” (CEDEX, 2010D). .....	24
Tabla 10. MÉTRICAS PROPUESTAS PARA LA EVALUACIÓN DE ELEMENTOS FÍSICO-QUÍMICOS (CEDEX, 2010D). .....	24
Tabla 11. APLICABILIDAD DE LAS MÉTRICAS PROPUESTAS PARA LA EVALUACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO MEDIANTE ELEMENTOS FÍSICO-QUÍMICOS A LOS DIFERENTES TIPOS DE LAGOS (CEDEX, 2010D). .....	25
Tabla 12. CONDICIONES ESPECÍFICAS DEL TIPO DE LAGO PARA LA MÉTRICA “PROFUNDIDAD DE VISIÓN DEL DISCO DE SECCHI (EN METROS)” (CEDEX, 2010D). .....	26
Tabla 13. MASAS DE AGUA DE LA CATEGORÍA LAGO EN LA CUENCA DEL EBRO. ....	30
Tabla 14. LAGOS INCLUIDOS EN LAS REDES DE SEGUIMIENTO DEL ESTADO ECOLÓGICO DE LA CHE. ....	33
Tabla 15. REGLAS DE COMBINACIÓN DE LOS ELEMENTOS DE CALIDAD EN LA CLASIFICACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO DE LOS LAGOS (CHE, 2010A). ....	40
Tabla 16. RESULTADOS DEL ESTADO ECOLÓGICO AÑOS 2007 A 2010. ....	41
Tabla 17. RECURSO NATURAL, RECURSO DISPONIBLE Y CÁLCULO DEL ÍNDICE DE EXPLOTACIÓN PARA LA MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA 058. ....	61
Tabla 18. CAUDALES REGISTRADOS EN LA ESTACIÓN DE AFORO DEL RÍO EBRO EN CASTEJÓN. ....	64
Tabla 19. CAUDALES REGISTRADOS EN LA ESTACIÓN DE AFORO DEL RÍO EBRO EN ZARAGOZA. ....	65
Tabla 20. FAMILIAS DE MACROINVERTEBRADOS ENCONTRADOS EN LA MASA DE AGUA 452. ....	75
Tabla 21. RESULTADOS DE LOS INDICADORES DE CALIDAD BIOLÓGICOS (CHE, 2010A). ....	78
Tabla 22. CONDICIONES DE REFERENCIA Y VALORES FRONTERA ESTABLECIDOS POR EL CEDEX EN 2010 (CEDEX, 2010A). .....	78
Tabla 23. CONDICIONES DE REFERENCIA Y VALORES FRONTERA CALCULADOS A PARTIR DE LOS LAGOS DE REFERENCIA DEL ESTUDIO DE LAGOS DE LA CHE (CHE, 2010A). ....	78
Tabla 24. CONDICIONES DE REFERENCIA Y VALORES FRONTERA ESTABLECIDOS POR EL CEDEX EN 2010 (CEDEX, 2010A). .....	78

Tabla 25. CONDICIONES DE REFERENCIA Y VALORES FRONTERA DEL ESTUDIO DE LAGOS DE LA CHE, ADAPTADOS A LA CUENCA DEL EBRO (CHE, 2010A).....	79
Tabla 26. RESULTADOS DE LOS INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS (CHE, 2010A).....	79
Tabla 27. RESULTADOS DE LOS ELEMENTOS DE CALIDAD FÍSICO-QUÍMICOS (CHE, 2010A).....	79
Tabla 28. CONDICIONES ESPECÍFICAS PARA LA MÉTRICA CONDUCTIVIDAD (MICROSIEMENS/CM) ESTABLECIDOS POR EL CEDEX EN 2010 (CEDEX, 2010D).....	81
Tabla 29. CONDICIONES ESPECÍFICAS PARA LA MÉTRICA pH ESTABLECIDOS POR EL CEDEX EN 2010 (CEDEX, 2010D).....	81
Tabla 30. CONDICIONES ESPECÍFICAS PARA LA MÉTRICA ALCALINIDAD (MILIEQUIVALENTES/L) ESTABLECIDOS POR EL CEDEX EN 2010 (CEDEX, 2010D).....	81
Tabla 31. CONDICIONES ESPECÍFICAS PARA LA MÉTRICA FÓSFORO TOTAL (MILIGRAMOS/M <sup>3</sup> ) ESTABLECIDOS POR EL CEDEX EN 2010 (CEDEX, 2010D).....	82
Tabla 32. ESTADO ECOLÓGICO DEL GALACHO DE JUSLIBOL (MEANDRO), AÑOS 2007 A 2010 (CHE, 2010A). ....	82
Tabla 32. RESULTADOS ANALÍTICOS DE LOS PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS. ....	88

## FIGURAS

Figura 1. OPCIONES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE CONDICIONES DE REFERENCIA (CEDEX, 2009). .....	13
Figura 2. DIAGRAMA PARA EL CÁLCULO DEL ESTADO ECOLÓGICO SEGÚN LA GUÍA REFCOND.....	21
Figura 3. ESTADO ECOLÓGICO POR TIPOLOGÍAS 2007. GRÁFICO EN BARRAS. ....	44
Figura 4. ESTADO ECOLÓGICO 2007.....	44
Figura 5. ESTADO ECOLÓGICO POR TIPOLOGÍAS 2008. GRÁFICO EN BARRAS. ....	45
Figura 6. ESTADO ECOLÓGICO 2008.....	45
Figura 7. ESTADO ECOLÓGICO POR TIPOLOGÍAS 2009. GRÁFICO EN BARRAS. ....	46
Figura 8. ESTADO ECOLÓGICO 2009.....	46
Figura 9. ESTADO ECOLÓGICO POR TIPOLOGÍAS 2010. GRÁFICO EN BARRAS. ....	47
Figura 10. ESTADO ECOLÓGICO 2010.....	47
Figura 11. LOCALIZACIÓN DEL GALACHO DE JUSLIBOL (CHE, 2010A). ....	49
Figura 12. GALACHO DE JUSLIBOL (CHE, 2010A). ....	50
Figura 13. TIPOLOGÍAS DE LAGOS SEGÚN LA IPH EN LA RED DE LAGOS DE LA CUENCA DEL EBRO (CHE, 2010A).....	59
Figura 14. UBICACIÓN DE LA MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA 058. "ALUVIAL DEL EBRO EN ZARAGOZA" Y DEL DOMINIO HIDROGEOLÓGICO 4. "DEPRESIÓN DEL EBRO" (CHE, 2010A). ....	58
Figura 15. MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA 058. "ALUVIAL DEL EBRO EN ZARAGOZA" Y LOCALIZACIÓN DE LOS PIEZÓMETROS DE LA CHE (CHE, 2010B). ....	60
Figura 16. CÁLCULO DEL ÍNDICE DE EXPLOTACIÓN DEL ACUÍFERO.....	60
Figura 17. EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA ANUAL EN EL PIEZÓMETRO SITUADO EN ZARAGOZA. ....	62
Figura 18. EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA ANUAL EN EL PIEZÓMETRO SITUADO EN FUENTES DE EBRO. ....	62
Figura 19. EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA ANUAL EN EL PIEZÓMETRO SITUADO EN PINA DE EBRO. ....	63
Figura 20. CAUDALES MEDIOS ANUALES REGISTRADOS EN LA ESTACIÓN DE AFORO DEL RÍO EBRO EN CASTEJÓN.....	65
Figura 21. CAUDALES MEDIOS ANUALES REGISTRADOS EN LA ESTACIÓN DE AFORO DEL RÍO EBRO EN ZARAGOZA. ....	65
Figura 22. LOCALIZACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO (ECOTER, 2011). ....	67
Figura 23. ANÁLISIS BATIMÉTRICO DEL GALACHO (ECOTER, 2011). ....	68
Figura 24. ANÁLISIS BATIMÉTRICO DE LA LAGUNA GRANDE (ECOTER, 2011). ....	69
Figura 25. ANÁLISIS BATIMÉTRICO DE LA LAGUNA 2 (ECOTER, 2011). ....	69
Figura 26. ANÁLISIS BATIMÉTRICO EN LA LAGUNA DE LOS BOMBEROS (ECOTER, 2011). ....	70
Figura 27. PERÍMETRO DE DELIMITACIÓN DE LA ZONA AFECTADA POR NITRATOS EN LA MASA DE AGUA 058 Y UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO (CHE, 2010B). ....	72
Figura 28. UBICACIÓN DE LAS LAGUNAS ESTUDIADAS, DEL GALACHO Y DEL RÍO EBRO (CEBCAT&GROUP DE NATURA FREIXE-FLIX, 2010). ....	84

El presente trabajo es un ejercicio práctico de Máster presentado para optar al certificado de aptitud por la autora, realizado en parte como supuesto real y en parte con contenidos académicos. Su contenido, calidad y adecuación a la realidad son de la exclusiva responsabilidad de su autora, así como los cálculos, aseveraciones, conclusiones y recomendaciones. Éstas no tienen por qué coincidir con las de los tutores-directores del trabajo, ni del Máster, ni de sus organismos patrocinadores. La existencia de este trabajo no supone su aprobación ni la aceptación de su contenido.



## 1. LA DETERMINACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO EN LOS LAGOS DE LA CUENCA DEL EBRO

### 1.1. INTRODUCCIÓN: MARCO NORMATIVO

La política de calidad de aguas es relativamente reciente en Europa. En la década de los **70**, y como consecuencia de diferentes episodios de contaminación, surgió una **primera generación de Directivas** comunitarias en materia de protección de la calidad del agua. Esta normativa se basaba en el establecimiento de **criterios de calidad del agua en función de los usos** que se diera de ella. Así se aprueban varias Directivas como la referente a la *calidad requerida para las aguas superficiales destinadas a la producción de agua potable* (D75/440/CEE y D79/869/CEE, derogadas desde finales de 2007), la relativa a la *calidad de las aguas de baño* (D76/160/CEE que será derogada a finales del 2014 por la D2006/7/CE), la que se refiere a la *calidad de las aguas continentales que requieren protección para la vida de los peces* (D78/659/CEE refundida mediante la D2006/44/CE) y la directiva aplicable a la *calidad de las aguas para la cría de moluscos* (D79/923/CEE refundida a través de la D2006/113/CE).

Posteriormente, en los **90** surgió una **segunda generación de Directivas** basadas en el **control de la contaminación en su origen**, mediante el establecimiento de “normas de emisión” para determinadas sustancias. Dentro de ese grupo se engloban la *Directiva de tratamiento de aguas residuales urbanas* (D91/271/CE) y aquella referente a la *contaminación producida por nitratos de origen agrario* (D91/676/CE).

Sin embargo, el excesivo número de Directivas que se fueron aprobando en la materia hizo que en muchas ocasiones aparecieran contradicciones e interferencias entre las diferentes disposiciones. De esta forma se hizo patente la necesidad de llevar a cabo una reforma de la política comunitaria en materia de aguas.

Nace así la **Directiva 2000/60/CE** (en adelante, DMA), por la que se establece un *marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas*.

Con un carácter eminentemente ambiental, esta normativa hace referencia especialmente a los *aspectos cualitativos del agua y sus ecosistemas asociados*, teniendo en cuenta los aspectos cuantitativos pero siempre desde el punto de vista de sus efectos sobre los anteriores. Su objetivo es el de conseguir el buen estado para todas las masas de agua a finales de 2015 promoviendo un uso sostenible de los recursos hídricos. Con esta directiva se pasa de una gestión de la calidad por usos a un *enfoque ecosistémico de gestión integrada*.

La DMA se ha incorporado a la legislación española a través de la **Ley 62/2003** de *Medidas Fiscales, Administrativas y del Orden Social*, y a través de la **disposición final 1ª de la Ley 11/2005** por la que se modifica la *Ley 10/2001 del Plan Hidrológico Nacional*. Posteriormente esto se completa con la aprobación del **Real Decreto 907/2007**, *Reglamento de la Planificación Hidrológica* (en adelante, RPH) y con la **Orden ARM/2656/2008**, por la que se aprueba la *Instrucción de Planificación Hidrológica* (en adelante, IPH).

Dada la complejidad técnica del tema se recoge un **glosario** al final del informe.

## 1.2. ESTABLECIMIENTO DEL ESTADO ECOLÓGICO EN LAS MASAS DE AGUA SUPERFICIAL DE LA CATEGORÍA LAGO

### 1.2.1. DEFINICIÓN DE “MASA DE AGUA SUPERFICIAL” Y “TIPOS DE LAGOS” SEGÚN LA INSTRUCCIÓN DE PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA

La Orden ARM/2656/2008, por la que se establece la IPH, recoge los criterios técnicos necesarios para la homogeneización y sistematización de los trabajos de elaboración de los planes hidrológicos de cuenca. Se aprueba conforme a lo establecido en el artículo 82 del RPH.

En ella se recoge el concepto de **masa de agua superficial** que se define como una parte diferenciada y significativa de agua superficial, como un lago, un embalse, una corriente, río o canal, parte de una corriente, río o canal, unas aguas de transición o un tramo de aguas costeras.

Las masas de agua superficiales se clasifican:

- Según su *categoría* en ríos, lagos, aguas de transición o aguas costeras.
- Según su *naturaleza* en naturales, artificiales o muy modificadas.

Además, como recoge la IPH, para cada masa de agua superficial debe especificarse la *ecorregión* o región ecológica en la que se sitúa y el *tipo* a que pertenece.

Se consideran como **masas de agua de la categoría lago**:

- ✓ aquellos lagos y zonas húmedas cuya superficie es superior a 0,08 km<sup>2</sup> y que, al mismo tiempo, tienen una profundidad máxima superior a 3 metros,
- ✓ aquellos con una superficie mayor de 0,5 km<sup>2</sup>, con independencia de su profundidad,
- ✓ y, aquellos lagos y zonas húmedas que, aún no verificando estos criterios morfométricos, presentan, a juicio de la Administración competente y de forma motivada, una especial relevancia ecológica, incluyendo en todo caso los humedales de importancia internacional de acuerdo con el Convenio de Ramsar que resultan asimilables a esta categoría.

Los lagos españoles se clasifican en dos *ecorregiones* denominadas Pirineos y Región ibérico-macaronésica. La región de los Pirineos queda delimitada por la zona pirenaica situada por encima de 1000 metros de altitud y comprende parte de la cuenca del Ebro y de las cuencas internas de Cataluña. La región ibérico-macaronésica corresponde al resto de España.

En cuanto a los *tipos*, hay **30 tipos de lagos** definidos en la IPH, cuya denominación es la siguiente:

TABLA 1. TIPOS DE LAGOS SEGÚN LA INSTRUCCIÓN DE PLANIFICACIÓN HIDROLÓGICA (IPH, 2008).

TIPO	DENOMINACIÓN
1	Alta montaña septentrional, profundo y de aguas ácidas
2	Alta montaña septentrional, profundo y de aguas alcalinas
3	Alta montaña septentrional, poco profundo y de aguas ácidas
4	Alta montaña septentrional, poco profundo y de aguas alcalinas

TIPO	DENOMINACIÓN
5	Alta montaña septentrional, poco profundo y de aguas alcalinas
6	Media montaña, profundo y de aguas ácidas
7	Media montaña, profundo y de aguas alcalinas
8	Media montaña, poco profundo y de aguas alcalinas
9	Alta montaña meridional
10	Cárstico, calcáreo, permanente, hipogénico
11	Cárstico, calcáreo, permanente, surgencia
12	Cárstico, calcáreo, permanente, cierre travertínico
13	Cárstico, calcáreo, temporal
14	Cárstico, evaporitas, hipogénico o mixto, grande
15	Cárstico, evaporitas, hipogénico o mixto, pequeño
16	Interior en cuenca de sedimentación, mineralización baja, permanente
17	Interior en cuenca de sedimentación, mineralización baja, temporal
18	Interior en cuenca de sedimentación, mineralización media, permanente
19	Interior en cuenca de sedimentación, mineralización media, temporal
20	Interior en cuenca de sedimentación, mineralización alta o muy alta, permanente
21	Interior en cuenca de sedimentación, mineralización alta o muy alta, temporal
22	Interior en cuenca de sedimentación, hipersalino, permanente
23	Interior en cuenca de sedimentación, hipersalino, temporal
24	Interior en cuenca de sedimentación, de origen fluvial, tipo llanura de inundación, mineralización baja o media
25	Interior en cuenca de sedimentación, de origen fluvial, tipo llanura de inundación, mineralización alta o muy alta
26	Interior en cuenca de sedimentación, de origen fluvial, tipo meandro abandonado
27	Interior en cuenca de sedimentación, asociado a turberas alcalinas
28	Lagunas litorales sin influencia marina
29	Litoral en complejo dunar, permanente
30	Litoral en complejo dunar, temporal

La clasificación de cada masa en un determinado tipo se basará en los valores que presenten para cada masa en condiciones naturales las variables que definen la tipología.

A finales de 2008, el Centro de Estudios Hidrográficos del Centro de Estudios y Experimentación de Obras Públicas (en adelante, CEDEX), que actúa como asistencia técnica, investigación y desarrollo tecnológico en materias que son competencias de la Dirección General del Agua, publicó un documento para la **Ampliación y Actualización de la Tipología de Lagos** (CEDEX, 2008). En él se asignan cada uno de los lagos y humedales declarados masas de agua en las respectivas cuencas hidrográficas, a uno de los 30 tipos definidos en la IPH.

### 1.2.2. ESTABLECIMIENTO DE LAS CONDICIONES DE REFERENCIA DE LOS TIPOS

Las *condiciones de referencia* reflejan el estado correspondiente a niveles de presión nulos o muy bajos, sin efectos debidos a urbanización, industrialización o agricultura intensiva y con mínimas modificaciones fisico-químicas, hidromorfológicas y biológicas.

Tal como especifica la Instrucción, en aquellos casos en que no se especifiquen condiciones de referencia en la IPH, como ocurre en los lagos, se deberá indicar el método utilizado para obtenerlas, que podrá consistir en mediciones efectuadas en una red de referencia, en modelizaciones, en una combinación de ambos procedimientos o en el asesoramiento de expertos.

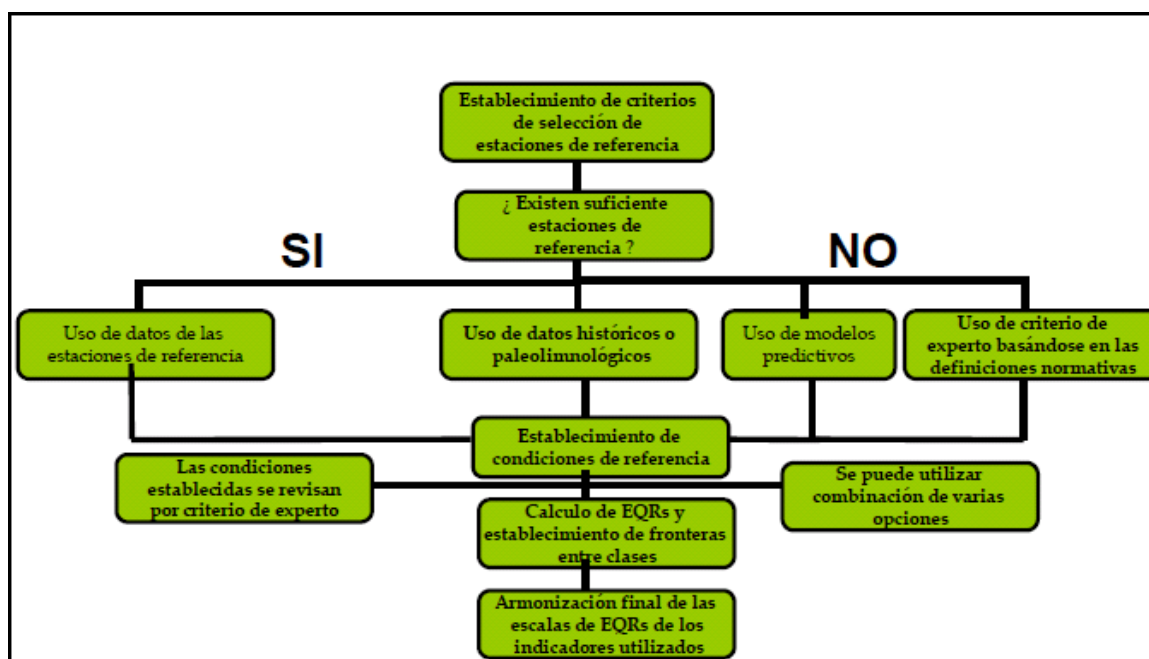


FIGURA 1. OPCIONES PARA EL ESTABLECIMIENTO DE CONDICIONES DE REFERENCIA (CEDEX, 2009).

En el caso de utilizar mediciones de una red de referencia se señalará la situación de cada punto de la red, indicando las coordenadas, así como los criterios empleados en su selección. Para cada masa de agua superficial se recogerán las **estaciones que componen su red de referencia**, teniendo en cuenta para su selección los siguientes **criterios**:

- a) Las fuentes de contaminación difusa de origen agrícola o de cualquier otro uso intensivo del suelo, serán total o prácticamente inexistentes.
- b) Los contaminantes sintéticos específicos procedentes de fuentes de contaminación puntual aparecerán en concentraciones cercanas a cero o, al menos, por debajo de los límites de detección de las técnicas analíticas de uso general más avanzadas. Los contaminantes no sintéticos específicos aparecerán en concentraciones dentro de los márgenes que corresponden normalmente a condiciones inalteradas, lo que se denomina valores de base.
- c) Las alteraciones morfológicas deberán permitir la adaptación y recuperación de los ecosistemas a un nivel de biodiversidad y funcionalidad ecológica equivalente al de las masas de agua naturales.
- d) Las extracciones de agua y las regulaciones del flujo representarán reducciones en los niveles de flujo muy pequeñas, de forma que no supongan más que efectos insignificantes en los elementos de calidad.
- e) La vegetación de ribera adyacente será la apropiada al tipo correspondiente y a la localización geográfica de la masa de agua.
- f) La introducción de peces, crustáceos, moluscos o cualquier otro tipo de animales o plantas causará el menor perjuicio a la biota autóctona.
- g) Las industrias pesqueras y la acuicultura deberán permitir el mantenimiento, la estructura, la productividad, el funcionamiento y la diversidad de los ecosistemas.
- h) El uso recreativo no será intensivo.

Las condiciones biológicas de referencia y las condiciones físico-químicas e hidromorfológicas específicas de cada tipo de masa de agua superficial se describirán mediante los correspondientes *indicadores*. La valoración obtenida con estos indicadores debe incluir información sobre su grado de precisión y confianza.

A mediados del 2009, con el objeto de proporcionar más información a las Confederaciones Hidrográficas y a las Administraciones Hidráulicas Autonómicas, el Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX realizó una **Selección Preliminar de posibles Estaciones de Referencia en Lagos** (CEDEX, 2009), basándose en diferentes estudios previos realizados por las Confederaciones Hidrográficas y en los grupos de trabajo de la DMA procedentes de la Unión Europea.

#### 1.2.3. CLASIFICACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO CON LA METODOLOGÍA PROPUESTA POR CEDEX PARA EL MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE, Y MEDIO RURAL Y MARINO<sup>1</sup>

Se define el **estado de las aguas superficiales** como el peor valor entre su estado ecológico y de su estado químico.

- El *estado ecológico* es una expresión de la calidad de la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos asociados a las aguas superficiales.
- Y, el *estado químico* se refiere a la concentración de sustancias prioritarias en las masas de agua.

El estado ecológico de las aguas superficiales se clasifica mediante *elementos de calidad*, biológicos, físico-químicos e hidromorfológicos, de ahí que las Confederaciones Hidrográficas, entre ellas la Confederación Hidrográfica del Ebro (en adelante, CHE), y las Administraciones Hidráulicas Autonómicas estén explotando *redes de control de elementos de calidad biológicos* (fitoplancton, otra flora acuática como macrófitos y fitobentos, invertebrados bentónicos y peces) para la clasificación del estado ecológico.

---

<sup>1</sup> Actualmente se corresponde con el Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

A lo largo del año 2010, el Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX, ha publicado diversas propuestas en lagos para el establecimiento de condiciones de referencia y valores frontera para los elementos de calidad biológicos, físico-químicos e hidromorfológicos con el fin de homogeneizar la información que se ha estado obteniendo con las redes de control en las distintas Confederaciones Hidrográficas. Los documentos que ha elaborado son los siguientes:

- ✚ Establecimiento de **condiciones de referencia y valores frontera** entre clases de estado ecológico en masas de agua de la categoría lago para los elementos de calidad “composición, abundancia y biomasa de *fitoplancton*” y “composición y abundancia de *otro tipo de flora acuática*”, en aplicación de la Directiva Marco del Agua. Madrid, abril 2010 (CEDEX, 2010A).
- ✚ Establecimiento de **condiciones hidromorfológicas y físico-químicas** específicas de cada tipo ecológico en masas de agua de la categoría lagos en aplicación de la Directiva Marco del Agua. Madrid, mayo 2010 (CEDEX, 2010D).

Pasamos a definir brevemente el establecimiento de estas condiciones:

#### 1.2.3.1. CONDICIONES DE REFERENCIA Y VALORES FRONTERA PARA EL FITOPLANCTON Y OTRO TIPO DE FLORA ACUÁTICA (CEDEX, 2010A)

El CEDEX ha establecido para el elemento de calidad “*Fitoplancton*” las siguientes métricas, que varían según el tipo de lago:

- ✓ Concentración de Clorofila-a
- ✓ Biovolumen Total de Fitoplancton



TABLA 2. MÉTRICAS PROPUESTAS PARA EL ELEMENTO DE CALIDAD “FITOPLANCTON” SEGÚN EL TIPO DE LAGO (CEDEX, 2010A).

Tipos	Concentración de clorofila-a	Biovolumen total del fitoplancton
1	SI	SI
2	SI	SI
3	SI	SI
4	SI	SI
5	SI	SI
6	SI	SI
7	SI	SI
8	SI	SI
9	SI	SI
10	SI	SI
11	SI	SI
12	SI	SI
13 <sup>(1)</sup>	NO	NO
14	SI	SI
15	SI	SI
16	SI	NO
17	SI	NO
18	SI	NO
19	SI	NO
20	SI	NO
21	SI	NO
22	SI	NO
23	SI	NO
24	SI	NO
25 <sup>(2)</sup>	NO	NO

Tipos	Concentración de clorofila-a	Biovolumen total del fitoplancton
26	SI	NO
27	SI	NO
28	SI	NO
29	SI	NO
30 <sup>(3)</sup>	SI	NO

<sup>(1)</sup> No se ha dispuesto de información para el establecimiento de condiciones de referencia

<sup>(2)</sup> Se trata de un tipo que incluye diversas masas de agua con un grado muy alto de variabilidad natural pudiendo pasar por diversos estados a lo largo del mismo ciclo hidrológico (véase por ejemplo Alcorlo *et al.*, 2008), lo cual desaconseja, en el actual estado del conocimiento, la utilización de este elemento de calidad para la evaluación de su estado ecológico, más aún considerando su rápida respuesta a cambios ambientales (Murphy *et al.*, 2002) que le hace extremadamente variable en este tipo de sistemas

<sup>(3)</sup> Se trata de sistemas extremadamente variables en los que las condiciones de referencia dependen mucho del tipo de alimentación hídrica, que es variable (Borja *et al.*, 2008), existiendo actualmente una carencia de información sobre la asociación de las características ecológicas y los patrones de alimentación hídrica, por lo que la evaluación de este elemento de calidad deberá interpretarse considerando el escenario hidrológico del año determinado por causas naturales (no por impactos antrópicos).

Del mismo modo para el *elemento de calidad* “Otra flora acuática” se establecen como *métricas*, dentro de cada tipo de lago, las siguientes:

- ✓ Índice de diatomeas
- ✓ Presencia/ausencia de hidrófitos
- ✓ Riqueza de especies de macrófitos
- ✓ Cobertura total de helófitos
- ✓ Cobertura total de macrófitos (hidrófitos/helófitos)
- ✓ Cobertura de especies de macrófitos indicadoras de condiciones eutróficas
- ✓ Cobertura de especies exóticas de macrófitos

TABLA 3. MÉTRICAS PROPUESTAS PARA EL ELEMENTO DE CALIDAD “OTRA FLORA ACUÁTICA” EN LOS DIFERENTES TIPOS DE LAGOS (CEDEX, 2010A).

Tipos	Índice de diatomeas	Presencia / ausencia de hidrófitos	Riqueza de especies de macrófitos	Cobertura total de hidrófitos	Cobertura total de helófitos	Cobertura total de macrófitos (hidrófitos + helófitos)	Cobertura de especies de macrófitos indicadoras de condiciones eutróficas	Cobertura de especies exóticas de macrófitos
1 <sup>(1)</sup>	SI	SI	NO	NO	NO	NO	SI	SI
2 <sup>(1)</sup>	SI	SI	NO	NO	NO	NO	SI	SI
3 <sup>(1)</sup>	SI	SI	NO	NO	NO	NO	SI	SI
4 <sup>(1)</sup>	SI	SI	NO	NO	NO	NO	SI	SI
5	NO	SI	NO	NO	NO	NO	SI	SI
6	NO	SI	NO	NO	NO	NO	SI	SI
7	NO	SI	NO	NO	NO	NO	SI	SI
8	NO	SI	NO	NO	NO	NO	SI	SI
9 <sup>(2)</sup>	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
10	NO	NO	SI	SI	SI	NO	SI	SI
11	NO	NO	SI	SI	SI	NO	SI	SI
12	NO	NO	SI	SI	SI	NO	SI	SI
13 <sup>(3)</sup>	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
14	NO	NO	SI	SI	SI	NO	SI	SI
15	NO	NO	SI	SI	SI	NO	SI	SI
16 <sup>(4)</sup>	NO	NO	SI	SI	SI	NO	SI	SI
17 <sup>(4)</sup>	NO	NO	SI	NO	NO	SI	SI	SI
18 <sup>(4)</sup>	NO	NO	SI	SI	SI	NO	SI	SI
19 <sup>(4)</sup>	NO	NO	SI	NO	NO	SI	SI	SI
20 <sup>(4)</sup>	NO	NO	NO	SI	SI	NO	SI	SI
21 <sup>(4)</sup>	NO	NO	NO	SI	SI	NO	SI	SI
22 <sup>(4)</sup>	NO	NO	NO	SI	SI	NO	SI	SI
23 <sup>(4)</sup>	NO	NO	NO	SI	SI	NO	SI	SI
24 <sup>(4)</sup>	NO	NO	SI	SI	SI	NO	SI	SI
25 <sup>(4)</sup>	NO	NO	SI	SI	SI	NO	SI	SI
26 <sup>(4)</sup>	NO	NO	SI	SI	SI	NO	SI	SI
27 <sup>(4)</sup>	NO	NO	SI	SI	SI	NO	SI	SI
28 <sup>(4)</sup>	NO	NO	SI	SI	SI	NO	SI	SI
29 <sup>(4)</sup>	NO	NO	SI	SI	SI	NO	SI	SI
30 <sup>(3)</sup>	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

<sup>(1)</sup> Solo para aquellos lagos que estén por debajo de 2300 msnm, en lagos que estén por encima de 2300 msnm únicamente resulta de aplicación el índice de diatomeas (InDia).

<sup>(2)</sup> Se trata de un tipo en el que la única masa declarada, la Laguna de la Caldera, no tiene macrófitos en condiciones naturales, ya que está situada a 3040 msnm. Por ello no se pueden utilizar los macrófitos en la evaluación de su estado ecológico.

<sup>(3)</sup> No se ha dispuesto de información para el establecimiento de condiciones de referencia, por tanto no se puede proponer el uso de estas métricas para la evaluación del estado ecológico en este tipo, actualmente representado por una única masa de agua.

<sup>(4)</sup> En lagunas de estos tipos que tengan permanentemente turbidez de manera natural (por resuspensión o formación de coloides) no se utilizarán las métricas de macrófitos en la evaluación del estado ecológico. En las lagunas de los tipos 20 a 23, las especies propias del salicorniar que crecen en las orillas se asimilarán a helófitos para la evaluación de la métrica “Cobertura total de helófitos” (CEDEX, 2009c).

Para cada una de las métricas se incluyen, dentro de cada tipo de lago, el valor de referencia y los valores frontera entre clases de estado ecológico. A modo de ejemplo se recogen para la métrica “Índice de diatomeas InDia” en la tabla 4.

TABLA 4. CONDICIONES DE REFERENCIA Y VALORES FRONTERA ENTRE CLASES DE ESTADO ECOLÓGICO PARA LA MÉTRICA “ÍNDICE DE DIATOMEAS INDIA” (CEDEX, 2010A).

Tipología	Valor de ref. <sup>(1)</sup>	Niveles de calidad determinados mediante la evaluación del “InDia” <sup>(4)</sup>				
		MB	B	Mod	Def	Malo
Tipo 1: alta montaña septentrional, profundo, aguas ácidas	700	(> 350) (> 0,50)	(350 – 266) (0,50–0,38)	(265– 182) (0,37– 0,26)	(181– 98) (0,25 – 0,14)	(<98) (< 0,14)
Tipo 2: alta montaña septentrional, profundo, aguas alcalinas	2500	(> 1500) (> 0,60)	(1500 – 1125) (0,60 - 0,45)	(1124 – 750) (0,44 – 0,30)	(750 – 375) (0,29 – 0,15)	(<375) (< 0,15)
Tipo 3: alta montaña septentrional, poco profundo, aguas ácidas (<2300 msnm)	600	(<240) (>0,40)	(240 – 180) (0,40 – 0,30)	(179 – 120) (0,29 – 0,20)	(119 – 60) (0,19 – 0,10)	(< 60) (<0,10)
Tipo 3: alta montaña septentrional, poco profundo, aguas ácidas (>2300 msnm)	250	(> 100) (>0,40)	(100 – 75) (0,40 – 0,30)	(74 - 50) (0,29 - 0,20)	(49 – 25) (0,19 – 0,10)	(<25) ( <0,10)
Tipo 4: alta montaña septentrional, poco profundo, aguas alcalinas	2500	(> 1500) (> 0,60)	(1500 – 1125) (0,60 – 0,45)	(1124 – 750) (0,44 – 0,29)	(749 – 375) (0,28 – 0,15)	(<375) (< 0,15)

Posteriormente se establece la **forma de combinar las distintas métricas**:

a) Combinación de métricas para el elemento de calidad biológica “Fitoplancton”.

En el caso del fitoplancton las dos métricas propuestas son sensibles a la presión por eutrofización, por lo que se debe aplicar una *ponderación* de los valores de estado.

Dado que la disponibilidad de información para la métrica “Concentración de clorofila-a” ha sido mucho mayor que para la métrica “Biovolumen total de fitoplancton”, *el documento propone dar más peso a la concentración de clorofila-a* en dicha ponderación. En concreto la fórmula que se aplica para los tipos en el que ambas métricas son aplicables (tipos del 1 al 15) es la siguiente:

$$\text{Estado Ecológico} = 0,75 * \text{Valor Estado(Concentr. Clorofila)} + 0,25 * \text{Valor Estado(BiovolumenTotal)}$$

Para los tipos del 16 al 30, en los que todavía no se ha propuesto límites entre clases para la métrica “Biovolumen total del fitoplancton”, el valor obtenido mediante la métrica “Concentración de clorofila-a” será el utilizado para la clasificación del estado ecológico.

b) Combinación de métricas para el elemento de calidad biológica “Otra flora acuática”.

En este caso, se utilizan tanto métricas distintas para valorar una misma presión (presiones hidromorfológicas), como diferentes métricas para valorar presiones distintas (hidromorfológicas, eutrofización y biológicas). Además según los tipos de lagos se deben utilizar unas u otras métricas.

En la tabla 5 se recogen las distintas posibilidades de combinación según los tipos de lagos considerados.

**TABLA 5. PROCEDIMIENTOS DE COMBINACIÓN DE MÉTRICAS DEL ELEMENTO DE CALIDAD BIOLÓGICA “OTRA FLORA ACUÁTICA” SEGÚN LOS TIPOS DE LAGOS (CEDEX, 2010A).**

Tipos	Combinación propuesta <sup>1</sup>
Tipos 1-4 (>2300 msnm)	El estado ecológico según este elemento de calidad viene determinado únicamente por el estado obtenido para la métrica InDia, ya que no se evalúan métricas de macrófitos.
Tipos 1-4 (<2300 msnm)	<p>Inicialmente se calcula el estado ecológico estimado mediante aquellas métricas que evalúan la presión por eutrofización, a través de un promedio simple de sus valores de estado normalizados. Las métricas consideradas en este caso serían las siguientes:</p> <p>a) Cobertura de especies de macrófitos indicadoras de condiciones eutróficas</p> <p>b) InDia</p> <p>Posteriormente se combina el resultado obtenido para las métricas que evalúan la eutrofización con las métricas que evalúan el resto de presiones, aplicando el criterio “one out, all out”, es decir se aplica el peor valor de los estados obtenidos para cada una de las métricas de manera individual:</p> <p>a) Combinación de las métricas de eutrofización</p> <p>b) Presencia/ausencia de hidrófitos<sup>2</sup></p> <p>d) Cobertura de especies exóticas de macrófitos.</p>
Tipos 5-8	<p>Se aplica el peor valor de estado obtenido conforme a la evaluación realizada con cada una de las siguientes métricas:</p> <p>a) Presencia/ausencia de hidrófitos<sup>2</sup></p> <p>b) Cobertura de especies de macrófitos indicadoras de condiciones eutróficas</p> <p>c) Cobertura de especies exóticas de macrófitos.</p>
c) Tipos 10 a 12, 14 a 16, 18, y 24 a 29.	<p>En primer lugar se calcula el estado ecológico mediante las métricas que evalúan la presión por impactos hidromorfológicos a partir de un promedio simple de los valores de estado normalizados obtenidos para éstas. Las métricas consideradas son:</p> <p>a) Riqueza de especies de macrófitos<sup>3</sup></p> <p>b) Cobertura total de hidrófitos</p> <p>c) Cobertura total de helófitos</p> <p>Una vez realizada esta combinación de las métricas para presiones hidromorfológicas, el resultado obtenido con esta combinación se combina con los de las métricas que valoran otro tipo de presiones, tomándose para ello el peor de los estados que se obtienen para cada una de ellas de manera individual. En concreto, se considerarían las siguientes métricas:</p> <p>a) Combinación de métricas para presiones hidromorfológicas</p> <p>b) Cobertura de especies de macrófitos indicadoras de condiciones eutróficas</p> <p>c) Cobertura de especies exóticas de macrófitos.</p>
d) Tipos 17 y 19	<p>En primer lugar se calcula el estado ecológico de la combinación de métricas que evalúan la presión por impactos hidromorfológicos a partir de un promedio simple de éstas. Las métricas consideradas en este caso son las siguientes:</p> <p>a) Riqueza de especies de macrófitos<sup>3</sup></p>
Tipos	Combinación propuesta <sup>1</sup>
	<p>b) Cobertura total de macrófitos</p> <p>Una vez realizada la combinación de las métricas que valoran presiones hidromorfológicas, se combina ésta con los de las métricas que valoran otro tipo de presiones, tomándose para ello el peor de los estados obtenidos para cada de las siguientes métricas:</p> <p>a) Combinación de métricas para presiones hidromorfológicas</p> <p>b) Cobertura de especies de macrófitos indicadoras de condiciones eutróficas</p> <p>c) Cobertura de especies exóticas de macrófitos.</p>
e) Tipos 20 a 23	<p>En primer lugar se calcula el estado ecológico mediante las métricas que evalúan la presión por impactos hidromorfológicos a partir de un promedio simple de los valores de estado normalizados obtenidos para éstas. Las métricas consideradas son:</p> <p>a) Cobertura total de hidrófitos</p> <p>b) Cobertura total de helófitos (incluyendo las especies propias del salicorniar)</p> <p>Una vez realizada la combinación de las métricas que valoran presiones hidromorfológicas, se combina ésta con las métricas que valoran otro tipo de presiones, aplicando para ello el peor de los estados obtenidos para cada de las siguientes métricas:</p> <p>a) Combinación de métricas para presiones hidromorfológicas</p> <p>b) Cobertura de especies de macrófitos indicadoras de condiciones eutróficas</p> <p>c) Cobertura de especies exóticas de macrófitos.</p>

<sup>1</sup> La combinación propuesta para métricas que evalúan el mismo elemento de calidad biológica se hacen con respecto de los valores de estado normalizados que se obtienen de la aplicación de cada una de éstas. Estos valores normalizados se definen conforme a directrices establecidas en este apartado que siguen las pautas marcadas al respecto por el MARM (2009c) reseñadas en el apartado 4.1.

<sup>2</sup> Esta métrica sólo clasifica las masas entre estado bueno o superior o en estado moderado o inferior, por lo que serán el resto de métricas las que maticen el estado específico en que se encuentra una determinada masa de agua, a no ser que el estado ecológico conforme al resto de métricas sea bueno o muy bueno y conforme a esta métrica sea moderado o inferior, en cuyo caso éste sería el resultado de la evaluación conforme a esta métrica.

<sup>3</sup> Dado que esta métrica agrupa los estados bueno y muy bueno en un único estado, de cara a realizar un promedio con el resto de indicadores que valoran presiones hidromorfológicas, a este estado se le aplica el valor de 4,5

c) Combinación de elementos de calidad.

La combinación de los resultados obtenidos de las evaluaciones propuestas en este apartado para los elementos de calidad biológica “Fitoplancton” y “Otra flora acuática” para obtener un único resultado de la evaluación conforme a los elementos de calidad biológicos, sigue las pautas definidas por el MARM (2009C), es decir, se aplica el criterio **“one out, all out”**, lo que implica que el resultado de la evaluación es *el peor* de las evaluaciones que por separado se realizan para cada uno de los elementos de calidad biológicos.

El uso de este criterio se basa en la consideración de que los distintos indicadores y métricas utilizados pueden estar afectados por diferentes tipos de presiones por lo que basta el resultado desfavorable en uno de ellos para pensar en la existencia de un impacto en la masa de agua.

Para la combinación de los elementos de calidad biológicos con los de tipo físico-químico e hidromorfológico, se tienen en cuenta en primer lugar los elementos de calidad biológicos y se modulan con los físico-químicos y los hidromorfológicos.

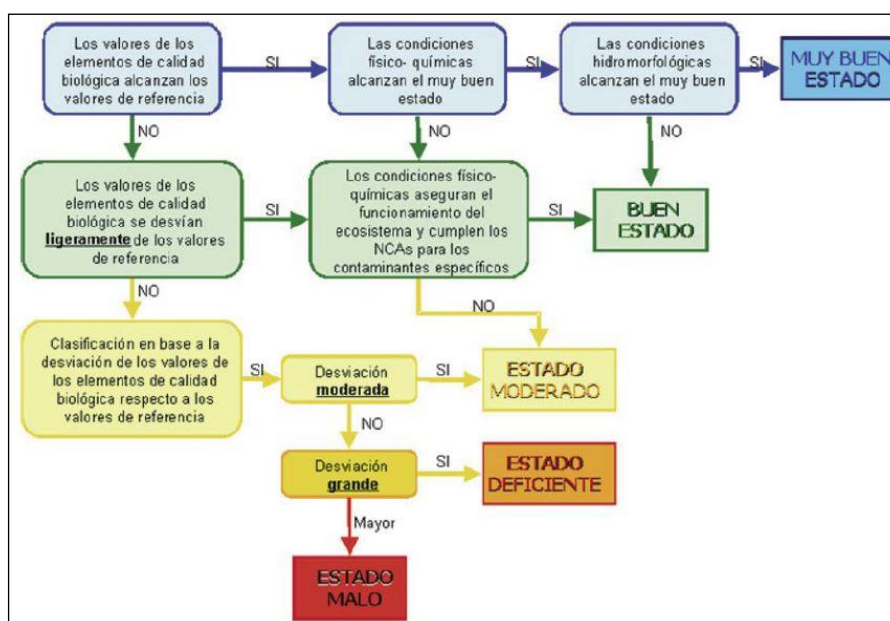


FIGURA 2. DIAGRAMA PARA EL CÁLCULO DEL ESTADO ECOLÓGICO SEGÚN LA GUÍA REFCOND.

Los elementos de calidad físico-químicos pueden hacer bajar el estado de la masa de agua hasta un estado moderado y los hidromorfológicos hasta un estado bueno, tal como se observa en la tabla 6.

TABLA 6. REGLAS DE COMBINACIÓN DE ELEMENTOS DE CALIDAD EN LA CLASIFICACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO (MARM, 2009C).

EC BIOLÓGICOS	EC FQ	EC HMF	ESTADO FINAL
MB	MB	MB	MB
	MB/B	B	B
	MOD	MB/B	MOD
B	MB/B	MB/B	B
	MOD	--	MOD
MOD	MB/B	--	MOD
	MOD	--	MOD
DEF	MB/B/MOD	--	DEF
MA	MB/B/MOD	--	MA

#### 1.2.3.2. CONDICIONES HIDROMORFOLÓGICAS Y FÍSICO-QUÍMICAS (CEDEX, 2010D)

##### 1.2.3.2.1. ESTABLECIMIENTO DE CONDICIONES HIDROMORFOLÓGICAS

Para los elementos hidromorfológicos se ha propuesto un sistema de clasificación sencillo de tipo *cualitativo*. En la tabla 7 se recogen las métricas seleccionadas, agrupadas según el indicador hidromorfológico que evalúan.

TABLA 7. MÉTRICAS PROPUESTAS PARA LA EVALUACIÓN DE ELEMENTOS HIDROMORFOLÓGICOS (CEDEX, 2010D).

Elementos	Métricas
Volumen e hidrodinámica del lago	Alteraciones en el régimen de llenado Alteraciones en el régimen de vaciado Alteraciones en el régimen de estratificación Alteraciones en el <u>hidroperiodo</u> y régimen de fluctuación del nivel agua
Tiempo de permanencia	Alteraciones en el régimen de llenado Alteraciones en el régimen de vaciado Alteraciones en el <u>hidroperiodo</u> y régimen de fluctuación del nivel agua
Conexión con las aguas subterráneas	Alteraciones del régimen de llenado
Variación de la profundidad del lago	Alteraciones en el estado y estructura de la cubeta
Cantidad, estructura y sustrato del lecho del lago	Alteraciones en el estado y estructura de la cubeta
Estructura de la zona ribereña	Alteraciones en el estado y estructura de la zona ribereña

En la tabla 8 se recoge su aplicabilidad a los diferentes tipos de lagos.



TABLA 8. APLICABILIDAD A LOS DIFERENTES TIPOS DE LAGOS DE LAS MÉTRICAS PROPUESTAS PARA LA EVALUACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO MEDIANTE ELEMENTOS HIDROMORFOLÓGICOS (CEDEX, 2010D).

Tipos	Alteraciones en el régimen de llenado	Alteraciones en el régimen de vaciado	Alteraciones en el régimen de estratificación	Alteraciones en el hidoperíodo y régimen de fluctuación del nivel agua	Alteraciones en el estado y estructura de la cubeta	Alteraciones en el estado y estructura de la zona ribereña
1	SI	SI	SI	SI	SI	SI
2	SI	SI	SI	SI	SI	SI
3	SI	SI	SI	SI	SI	SI
4	SI	SI	SI	SI	SI	SI
5	SI	SI	NO	SI	SI	SI
6	SI	SI	SI	SI	SI	SI
7	SI	SI	SI	SI	SI	SI
8	SI	SI	NO	SI	SI	SI
9	SI	SI	SI	SI	SI	SI
10	SI	SI	SI	SI	SI	SI
11	SI	SI	NO	SI	SI	SI
12	SI	SI	SI	SI	SI	SI
13	SI	SI	NO	SI	SI	SI
14	SI	SI	SI	SI	SI	SI
15	SI	SI	SI	SI	SI	SI
16	SI	SI	NO	SI	SI	SI
17	SI	SI	NO	SI	SI	SI
18	SI	SI	NO	SI	SI	SI
19	SI	SI	NO	SI	SI	SI
20	SI	SI	NO	SI	SI	SI
21	SI	SI	NO	SI	SI	SI
22	SI	SI	NO	SI	SI	SI
23	SI	SI	NO	SI	SI	SI
24	SI	SI	NO	SI	SI	SI
25	SI	SI	NO	SI	SI	SI
26	SI	SI	NO	SI	SI	SI
27	SI	SI	NO	SI	SI	SI
28	SI	SI	NO	SI	SI	SI
29	SI	SI	NO	SI	SI	SI
30	SI	SI	NO	SI	SI	SI

De acuerdo con la DMA, para los elementos de calidad hidromorfológicos sólo es necesario establecer la frontera entre los estados muy bueno y bueno. Para el resto de fronteras entre clases de estado ecológico, los valores propuestos han de ser consistentes con los especificados para cada elemento de calidad biológica por lo que, aunque la información que aportan sirve para complementar los resultados obtenidos mediante los elementos biológicos, no resultarían determinantes en la evaluación del estado.

De este modo, *para cada una de las métricas solamente se recogen las fronteras entre los estados Muy Bueno y Bueno y son fronteras de tipo cualitativo*. Se basan en la identificación de alteraciones significativas en alguno de los aspectos considerados en la evaluación de los elementos hidromorfológicos, entendiendo como tal, toda aquella alteración de este tipo de elementos que supone una repercusión significativa en el estado de cualquiera de los elementos de calidad biológica o en estado ecológico de la masa de agua.

A modo de ejemplo se recogen en la tabla 9 las condiciones específicas para la métrica “Alteraciones en el régimen de llenado”.

TABLA 9. CONDICIONES ESPECÍFICAS PARA LA MÉTRICA “ALTERACIONES EN EL RÉGIMEN DE LLENADO” (CEDEX, 2010D).

Tipología	Muy Bueno	Bueno o inferior
Todos los tipos	Ausencia de alteraciones significativas	Presencia de alteraciones significativas

## 1.2.3.2.2. ESTABLECIMIENTO DE CONDICIONES FÍSICO-QUÍMICAS

Para los elementos físico-químicos se ha tenido en cuenta que su muestreo y medición coincida, en la medida de lo posible, con lo establecido en el *Protocolo de muestreo de Fitoplancton en lagos y embalses* (MARM, 2011). En la tabla 10 se recogen las métricas que se han seleccionado, agrupadas según el indicador físico-químico que evalúan.

TABLA 10. MÉTRICAS PROPUESTAS PARA LA EVALUACIÓN DE ELEMENTOS FÍSICO-QUÍMICOS (CEDEX, 2010D).

Elementos	Métricas
Transparencia	Profundidad de visión del Disco Secchi
Condiciones térmicas	
Condiciones de oxigenación	
Salinidad	Conductividad eléctrica
Estado de acidificación	pH y Alcalinidad
Condiciones relativas a los nutrientes	Fósforo total

A continuación se sintetizan en la tabla 11 la aplicabilidad a cada uno de los tipos de lagos definidos en la tipología española.



TABLA 11. APLICABILIDAD DE LAS MÉTRICAS PROPUESTAS PARA LA EVALUACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO MEDIANTE ELEMENTOS FÍSICO-QUÍMICOS A LOS DIFERENTES TIPOS DE LAGOS (CEDEX, 2010D).

Tipos	Profundidad de visión del Disco de Secchi	Conductividad	pH	Alcalinidad	Fósforo Total
1	SI	SI	SI	SI	SI
2	SI	SI	SI	SI	SI
3	SI	SI	SI	SI	SI
4	SI	SI	SI	SI	SI
5	NO	SI	SI	SI	SI
6	SI	SI	SI	SI	SI
7	SI	SI	SI	SI	SI
8	NO	SI	SI	SI	SI
9	SI	SI	SI	SI	SI
10	SI	SI	SI	SI	SI
11	NO	SI	SI	SI	SI
12	SI	SI	SI	SI	SI
13	NO	SI	SI	SI	SI
14	SI	SI	SI	SI	SI
15	SI	SI	SI	SI	SI
16	NO	SI	SI	SI	SI
17	NO	SI	SI	SI	SI
18	NO	SI	SI	SI	SI
19	NO	SI	SI	SI	SI
20	NO	SI	SI	SI	SI
21	NO	SI	SI	SI	SI
22	NO	SI	SI	SI	SI
23	NO	SI	SI	SI	SI
24	NO	SI	SI	SI	SI
25	NO	SI	SI	SI	SI
26	NO	SI	SI	SI	SI
27	NO	SI	SI	SI	SI
28	NO	SI	SI	SI	SI
29	NO	SI	SI	SI	SI
30	NO	SI	SI	SI	SI

*De acuerdo con la DMA, para los elementos de calidad físico-químicos sólo es necesario establecer la frontera entre los estados muy bueno y bueno y, entre los estados bueno y moderado. Para el resto de fronteras entre clases de estado ecológico, los valores propuestos han de ser consistentes con los especificados para cada elemento de calidad biológica, por lo que, aunque la información que aportan sirve para complementar los resultados obtenidos mediante los elementos biológicos, no resultarían determinantes en la evaluación del estado.*

Para cada una de las métricas los límites que se han propuesto son de tipo **cuantitativo** y dependen del tipo de lago. A modo de ejemplo se incluyen en la tabla 12 las condiciones específicas del tipo de lago para la métrica “Profundidad de visión del Disco de Secchi”.

**TABLA 12. CONDICIONES ESPECÍFICAS DEL TIPO DE LAGO PARA LA MÉTRICA “PROFUNDIDAD DE VISIÓN DEL DISCO DE SECCHI (EN METROS)” (CEDEX, 2010D).**

Tipología	Muy Bueno	Bueno	Moderado o inferior
Tipo 1: alta montaña septentrional, profundo, aguas ácidas	(>6)	(6-4,5)	(<4,5)
Tipo 2: alta montaña septentrional, profundo, aguas alcalinas	(>6)	(6-4)	(<4)
Tipo 3: alta montaña septentrional, poco profundo, aguas ácidas	(>4,5)	(4,5-3)	(<3)
Tipo 4: alta montaña septentrional, poco profundo, aguas alcalinas	(>4)	(4-3)	(<3)
Tipo 6: media montaña, profundo, aguas ácidas	(>6)	(6-4)	(<4)
Tipo 7: media montaña, profundo, aguas alcalinas	(>5,5)	(5,5-4)	(<4)
Tipo 9: alta montaña meridional	(>5)	(5-4)	(<4)
Tipo 10: cárstico, calcáreo, permanente, hipogénico	(>4)	(4-3)	(<3)
Tipo 12: cárstico, calcáreo, permanente, cierre travertínico	(>4)	(4-3)	(<3)
Tipo 14: cárstico, evaporitas, hipogénico o mixto, grande	(>4)	(4-3)	(<3)
Tipo 15: cárstico, evaporitas, hipogénico o mixto, pequeño	(>4)	(4-3)	(<3)

En aquellos lagos que presenten una profundidad máxima inferior a los valores frontera entre clases de estado establecidos en esta tabla, estas fronteras serán sustituidas por el hecho de que la profundidad de visión del Disco de Secchi alcance el fondo del sistema lagunar. En el caso de que su profundidad máxima sea inferior al valor propuesto como frontera entre los estados bueno y moderado o inferior, si la profundidad de visión del Disco de Secchi alcanza el fondo del sistema lagunar el resultado de la evaluación del estado conforme con esta métrica será bueno o superior. Por su parte, en el caso de que su profundidad máxima se encuentre entre el valor establecido como frontera entre los estados muy bueno y bueno y el valor establecido como frontera entre los estados bueno y moderado o inferior, si la profundidad del Disco de Secchi alcanza el fondo del sistema lagunar, el resultado de la evaluación de acuerdo con esta métrica será muy bueno.

Dado que la frecuencia para los muestreos establecida en la DMA para los elementos de calidad es diversa, para la determinación del estado ecológico se ha propuesto la utilización de los valores que se hayan obtenido en los muestreos que coincidan temporalmente con los de los elementos de calidad biológicos (“Fitoplancton” y “Otra flora acuática”), ya que son para dichos periodos para los que se han establecido las condiciones específicas del tipo.

#### 1.2.4. SELECCIÓN DE LAS MÉTRICAS PARA CADA UNO DE LOS INDICADORES DE CALIDAD (BIOLÓGICOS, FÍSICO-QUÍMICOS E HIDROMORFOLÓGICOS)

También el Centro de Estudios Hidrográficos del CEDEX ha publicado una selección de métricas para varios de los indicadores de calidad biológicos:

✚ Selección de métricas para la evaluación del estado ecológico de las masas de agua de la categoría lagos basadas en el elemento de calidad “composición, abundancia y biomasa de *Fitoplancton*”, en aplicación de la Directiva Marco del Agua. Madrid, abril 2010 (CEDEX, 2010B).

✚ Selección de métricas para la evaluación del estado ecológico de las masas de agua de la categoría lagos basadas en el elemento de calidad “composición y abundancia de *Otro tipo de flora acuática*”, en aplicación de la Directiva Marco del Agua. Madrid, abril 2010 (CEDEX, 2010C).

Pasamos a describir brevemente esta selección de métricas para el Fitoplancton y para Otro tipo de flora acuática.

##### 1.2.4.1. MÉTRICAS PARA EL FITOPLANCTON (CEDEX, 2010B).

Se define como **fitoplancton** la comunidad de microorganismos fotosintéticos (microalgas eucariotas y cianobacterias) que viven suspendidos en el agua (Margalef, 1983).

Este elemento de calidad es un *buen indicador* en los lagos de los procesos de *eutrofización*, además puede indicarnos la presencia de sustancias tóxicas, la acidificación, la salinización del agua así como cambios hidromorfológicos.

Por razones de seguridad científico-técnica, la propuesta inicial de métricas para la evaluación del estado ecológico de las masas de agua de la categoría lago conforme al elemento de calidad “fitoplancton” sólo incluye aquellas métricas que evalúan la *abundancia* de este elemento de calidad, que son:

- ✓ la Concentración de Clorofila-a
- ✓ y, el Biovolumen Total de Fitoplancton

Respecto a las métricas de *composición* (Índice de Grupos Algales, Índice Trófico Planctónico -ITP- y porcentaje de cianobacterias), de momento no se propone la utilización de ninguna de ellas, dada la poca cantidad de datos utilizables al respecto.

Tampoco se propone el uso de métricas para valorar la *frecuencia e intensidad de “blooms” algales*, puesto que los dos muestreos anuales que propone el protocolo de muestreo de lagos y embalses marcan una frecuencia claramente insuficiente para la detección de éstos y sería necesario utilizar otras técnicas como la teledetección o la utilización de sondas fluorimétricas con medida en continuo para la detección fiable de estos blooms (que requieren una frecuencia de muestreo semanal y no son viables económicamente).

#### 1.2.4.2. MÉTRICAS PARA OTRO TIPO DE FLORA ACUÁTICA (CEDEX, 2010C)

Este elemento de calidad denominado “**Otro tipo de flora acuática**” engloba al resto de productores primarios que, aparte del fitoplancton, existen en los ecosistemas lénticos.

Según la DMA, este elemento biológico puede incluir principalmente dos componentes:

- el **fitobentos**, que corresponde normalmente a microalgas que viven asociadas a cualquier tipo de sustrato sólido en los ecosistemas acuáticos (entre ellas están las *diatomeas bentónicas*),
- y, los **macrófitos**, que incluyen a las plantas acuáticas asociadas a suelos hídricos visibles a simple vista, entre las que se encuentran las *plantas vasculares* (cormofitas), *los briófitos* y *algunos tipos de macroalgas* (algas caráceas y otros grupos).

Los **macrófitos** son probablemente *el mejor indicador de alteraciones hidromorfológicas* en los lagos, ya que los cambios en la dinámica del nivel del agua pueden alterar su distribución al afectar a la emergencia y/o inundación de las distintas zonas que pueden ser colonizadas por los macrófitos, mientras que los cambios morfológicos alteran profundamente el desarrollo de la vegetación tanto si afectan al sustrato como si modifican el nivel del agua.

Dentro del uso de los macrófitos en la evaluación de estado ecológico se han propuesto principalmente métricas para evaluar las presiones de tipo hidromorfológico, pero también hay otras que permiten valorar tanto la presión por eutrofización como la presión por introducción de especies exóticas.

Entre las métricas que evalúan las *presiones de tipo hidromorfológico* están:

- La presencia/ausencia de hidrófilos
- La riqueza de especies de macrófitos
- La cobertura total de hidrófilos
- La cobertura total de helófitos
- La cobertura total de macrófitos (hidrófilos+helófitos)

Para evaluar la *presión por eutrofización* se utiliza:

- La cobertura de especies de macrófitos indicadoras de condiciones eutróficas.

Por otro lado, la métrica que evalúa la *presión por introducción de especies exóticas* es la siguiente:

- La cobertura de especies exóticas de macrófitos.

Dentro de los distintos tipos de presiones a las que pueden estar sometidos los ecosistemas lénticos, el **fitobentos** responde esencialmente a presiones de eutrofización. Se propone una única métrica, el Índice de Diatomeas “InDia”, que sería aplicable únicamente a los lagos de montaña de los tipos 1 al 4, ya que es para los únicos para los que en la actualidad existe un conocimiento suficientemente fiable como para utilizar esta componente biológica como evaluador del estado ecológico.

### 1.3. CONTROL DEL ESTADO DE LOS LAGOS EN LA CUENCA DEL EBRO

#### 1.3.1. ÁMBITO DE ESTUDIO Y TIPIFICACIÓN

En la cuenca del Ebro, hay declaradas en este momento **109 masas de agua correspondientes a la categoría lago** que han sido **asignadas a las tipologías definidas en la IPH**. Este número puede cambiar de un año a otro por declaración de nuevas masas o por unión de varias masas en lo que se denomina “un complejo lagunar”. En la siguiente tabla se puede observar un listado de masas agrupadas por tipo.

TABLA 13. MASAS DE AGUA DE LA CATEGORÍA LAGO EN LA CUENCA DEL EBRO.

Tipo IPH	Nombre del Tipo	Nombre de los lagos	Nº de masas	Nº puntos de muestreo en masas	Nº puntos de muestreo en lagos no masa
1	Alta montaña septentrional, profundo, aguas ácidas	Estany Romedo de Baix, Estany de Travessany, Estany Gento, Ibón de Cregüeña, Embalse de Bachimaña Alto, Estany Negre, Laguna Larga, Lac de Rius, Estany de Sant Maurici, Embalse de Arriel Alto, Embalse Bajo del Pecico, Lago de Urdiceto, Embalse de Tramacastilla, Lac de Naut de Saboredo, Estany Negre, Laguna Negra, Estany Tort de Rius, Estany Neriolo, Embalse de Respomuso, Embalse de Brazato, Estany de Cavallers, Estany de Saboredo 2 (de Mieí) (nM), Ibón Grande de Batiselles (nM), Ibón inferior de Brazato (nM); Embalse Bramatuero Alto, Embalse Bramatuero Bajo, Embalse Tort-Trulló, Estany Colomina, Estany Cubeso, Estany d'Airoto, Estany de Baiau, Estany de Cap del Port, Estany de Certascan, Estany de Contraig, Estany de la Gola, Estany de les Mangades, Estany de Liat, Estany de Mar, Estany de Mariola, Estany dels Monges, Estany Fondo, Estany Fosser, Estany Gémena de Baix, Estany Gerber, Estany Gran de Tumeneia, Estany Gran del Pessó, Estany Major, Estany Obago, Estany Reguera, Estany Romedo, Estany Saburó de Baix, Estany Salat, Estany Superior d'Arreu, Estany Tort, Lac de Mar, Lac Major de Colomers, Lac Major de Saboredo, Lago Redondo.	55	21	3
1 y 3	Complejos lagunares con lagos pertenecientes a las tipologías de Alta montaña septentrional, aguas ácidas profundos y poco profundos	Complejo lagunar Cuenca de San Antonio (1,3), Complejo lagunar Cuenca Noguera del Torr (1,3), Complejo lagunar de Aigua Moix (1,3), Complejo lagunar Cuenca de Flamisell (1,3), Complejo lagunar Cuenca de San Nicolás (1,3), Complejo lagunar Cuenca del Bonaigua (1,3), Complejo lagunar Cuenca del Espot (1,3), Complejo lagunar Cuenca del Peguera (1,3), Complejos lagunares cuenca del Balartias (tipos 1, 3), Complejos lagunares cuenca del Ruda (tipos 1, 3).	10	3	0

Tipo IPH	Nombre del Tipo	Nombre de los lagos	Nº de masas	Nº puntos de muestreo en masas	Nº puntos de muestreo en lagos no masa
2	Alta montaña septentrional, profundo. Aguas alcalinas	Embalse de Ip, Lago de Marboré, Estany de Montolíu.	3	2	0
3	Alta montaña septentrional, poco profundo, aguas ácidas	Estany de Saboredó 3 (de Naut) (nM), Ibón de Anayet (nM), Ibón de Astún (nM), Ibón de l'Aigüeta de Batisiells (nM), Ibones Altos de Brazato (nM), Complejo Lagunar Cuenca del Bohi tipo 3, Laguna de Urbión.	2	0	5
4	Alta montaña, septentrional, poco profundo, aguas alcalinas	Complejo lagunar Cuenca de Peguera tipo 4, Complejo lagunar Cuenca del Espot tipo 4, Complejo lagunar Cuenca Noguera del Torr tipo 4, Complejo lagunar Cuenca San Nicolás tipo 4, Complejos lagunares cuenca del Agua Moix (tipo 4), Estany de la Llebre.	6	1	0
5	Alta montaña septentrional, temporal	Complejo lagunar humedales de la Sierra de Urbión.	1	0	0
10	Cárstico, calcáreo, permanente, hipogénico	Estany Gran de Basturs (nM).	0	0	1
11	Cárstico, calcáreo, permanente, surgencia	Estany Petit de Basturs (nM), Cañizar de Alba, Cañizar de Villarquemado, Ullals de Baltasar.	3	0	1
15	Cárstico, evaporitas, hipogénico o mixto, pequeño	Estanque Grande de Estanya, Estany de Montcortés, Lago de Arreo.	3	3	0
16	Interior en cuenca de sedimentación, mineralización baja, permanente	Laguna Honda, Laguna de Guialguerrero (nM), Laguna de Prao de la Paül.	2	1	1
18	Interior en cuenca de sedimentación, mineralización media, permanente	Balsa de la Morea, Balsa del Pulguer, Embalse de las Cañas, La Estanca, Laguna de La Estanca, Laguna de Lor, Pantano de la Grajera.	7	6	0
20	Interior en cuenca de sedimentación, mineralización alta o muy alta, permanente	Laguna de Pitillas, Laguna de Sariñena.	2	2	0
21	Interior en cuenca de sedimentación, mineralización alta o muy alta, temporal	Laguna de Musco.	1	1	0
22	Interior en cuenca sedimentación, hipersalino, permanente	Laguna Salada de Chiprana.	1	1	0

Tipo IPH	Nombre del Tipo	Nombre de los lagos	Nº de masas	Nº puntos de muestreo en masas	Nº puntos de muestreo en lagos no masa
23	Interior en Cuenca de Sedimentación, hipersalino, temporal	Laguna de Carralagroño, Laguna de Carravalseca, Laguna de Gallocanta, Laguna de la Playa, Salada Grande o Laguna de Alcañiz, Salinas de Añana.	6	5	0
24	Interior en cuenca de sedimentación, de origen fluvial, tipo llanura de inundación, mineralización baja-media	Encharcamiento de Salburúa y Balsa de Arkaute, Encharcamientos de Salburúa y Balsa de Betoño.	2	1	0
26	Interior en cuenca de sedimentación, de origen fluvial, tipo meandro abandonado	Galacho de Juslibol, Galacho de La Alfranca.	2	2	0
STD	-	Estany de Lanos, Estany de Pradilles, Estany Llat (en Francia).	3	0	0

En azul las masas o lagos que han sido muestreadas al menos en una ocasión entre el 2007 y el 2010.

(nM): lago no declarado como masa de agua según DMA.

STD: sin tipo definido.

### 1.3.2. PLANES DE SEGUIMIENTO ESTABLECIDOS

El seguimiento de los lagos de la cuenca del Ebro se inició durante los años 2004 y 2005 con la realización de un estudio para determinar la red de referencia (CHE, 2005A). En el año 2006 se establecieron de forma provisional las distintas redes (vigilancia y operativa), pero ha sido durante el periodo comprendido entre los años 2007 a 2010 cuando se ha realizado un seguimiento continuado de la red de lagos, muestreándose un total de 60 lagos (de las 109 masas de agua correspondientes a la categoría lago), de ellas 49 se sitúan en masas de agua y 11 en lagos que todavía no se han declarado masa (CHE, 2010A)<sup>2</sup>.

<sup>2</sup> En 2011 no se ha realizado el muestreo de ningún lago, ha sido un año dedicado al estudio de toda la información obtenida hasta el momento. En 2012 se plantea retomar el muestreo de la red de seguimiento de los lagos en la cuenca del Ebro, el objetivo es muestrear los pertenecientes a la red de control operativo y algunos que todavía no se han muestreado ninguna vez (de las 109 masas de agua declaradas dentro de la categoría lago).



El muestreo de estos 11 lagos es debido a que en algunas tipologías no había suficientes masas no alteradas que pudieran servir para establecer las condiciones de referencia, por ello se buscó entre los humedales de la cuenca algunos característicos de esas tipologías que estuvieran sometidos a pocas presiones para incluirlos en la red de referencia.

La frecuencia de muestreo de cada una de las redes establecidas es diferente siendo en algunos casos anual (Red de Control Operativo y de Referencia) y en otros bianual (Red de Control de Vigilancia).

En la Tabla 14 puede verse el reparto de los lagos incluidos en las redes de seguimiento por tipología, su naturaleza y el año en que han sido muestreados.

**TABLA 14. LAGOS INCLUIDOS EN LAS REDES DE SEGUIMIENTO DEL ESTADO ECOLÓGICO DE LA CHE.**

Tipología	MAS	Nombre	Naturaleza	Redes	2007	2008	2009	2010
1	965	Estany Romedo de Baix.	Muy modificada	V	X		X	
1	972	Estany de Travessany.	Natural	V R	X	X	X	X
1	977	Estany Gento.	Muy modificada	V O	X	X	X	X
1	983	Ibón de Cregüña.	Natural	V		X		X
1	986	Embalse de Bachimaña Alto.	Muy modificada	V		X		X
1	987	Estany Negre (De Boi).	Muy modificada	V R	X	X	X	X
1	991	Laguna Larga.	Natural	O	X	X	X	X
1	994	Lac de Rius.	Muy modificada	O	X	X	X	X
1	996	Estany de Sant Maurici.	Muy modificada	V O	X	X	X	X
1	999	Embalse de Arriel Alto.	Muy modificada	O	X	X	X	X
1	1000	Embalse Bajo del Pecico.	Muy modificada	V		X		X
1	1001	Lago de Urdiceto.	Muy modificada	V O	X	X	X	X
1	1002	Embalse de Tramacastilla.	Muy modificada	O	X	X	X	X
1	1004	Lac de Naut de Saboredó.	Muy modificada	V	X		X	X
1	1008	Estany Negre (Espot).	Muy modificada	O	X	X	X	X
1	1017	Laguna Negra.	Natural	V	X		X	
1	1018	Estany Tort de Rius.	Muy modificada	V R	X	X	X	X
1	1021	Estany de Neriolo.	Muy modificada	V	X		X	
1	1033	Embalse de Respomuso.	Muy modificada	O	X	X	X	X
1	1039	Embalse de Brazato.	Muy modificada	V	X		X	
1	1043	Estany de Cavallers.	Muy modificada	O	X	X	X	X
1	-	Ibón Grande de Batisiellas.	Natural	R	X	X	X	X
1	-	Ibón Inferior de Brazato.	Natural	R	X	X	X	X
1	-	Estany de Saboredó 2 (de Mieí).	Natural	R	X	X	X	X
2	1003	Embalse de Ip.	Muy modificada	O	X	X	X	X
2	1027	Lago de Marboré.	Natural	V O	X	X	X	X
2	1747	Complejo lagunar Cuenca de San Antonio (Estany Gran de Mainera).	Natural	V R	X	X	X	X

Tipología	MAS	Nombre	Naturaleza	Redes	2007	2008	2009	2010
3	1751	Complejo lagunar Noguera de Tor (Lago Gran de Colieto).	Natural	V		X		
3	pendiente	Complejo lagunar del Aigua Moix (Lac des Cabidonats).	Natural	V		X		
3	-	Ibón de Anayet.	Natural	V R	X		X	X
3	-	Ibón de Astún.	Natural	V R	X		X	X
3	-	Ibón de l'Aigüeta de Batisielles.	Natural	R	X	X	X	X
3	-	Ibones Altos de Brazato.	Natural	R	X	X	X	X
3	-	Estany de Saboredó 3 (de Naut).	Natural	R	X	X	X	X
4	1012	Estany de la Llebre.	Natural	V				X
10	-	Estany Gran de Basturs.	Natural	R	X	X	X	X
11	-	Estany Petit de Basturs.	Natural	R	X	X	X	X
15	1014	Estanque Grande de Estanya.	Natural	V R	X	X	X	X
15	1019	Lago de Arreo.	Natural	V O	X	X	X	X
15	1029	Estany de Montcortés.	Natural	V R	X	X	X	X
16	1042	Laguna Honda.	Natural	V R	X	X	X	X
16	-	Laguna de Guialguerrero.	Natural	V R	X	X	X	X
18	985	Laguna de la Estanca.	Natural	V O	X	X	X	X
18	1007	Pantano de las Cañas.	Muy modificada	V O	X	X	X	X
18	1022	La Estanca de Alcañiz.	Muy modificada	V O	X	X	X	X
18	1035	Laguna de Lor.	Muy modificada	V	X		X	
18	1677	Balsa de la Morea.	Muy modificada	V		X		X
18	1678	Balsa del Pulguer.	Muy modificada	V	X		X	
20	968	Laguna de Sariñena.	Muy modificada	V O		X	X	X
20	1016	Laguna de Pitillas.	Natural	V		X	X	
21	1037	Laguna de Musco.	Natural	V			X	X
22	990	Laguna Salada de Chiprana.	Natural	V R	X	X	X	X
23	974	Laguna de Carralagroño.	Natural	V		X	X	X
23	984	Laguna de Gallocanta.	Natural	V R		X	X	X
23	988	Salada Grande o Laguna de Alcañiz.	Natural	V O		X		X
23	989	Laguna de la Playa.	Natural	V		X		
23	992	Laguna de Carravalseca.	Natural	V		X	X	X
24	1025	Encharcamiento de Salburúa y Balsa de Arkaut.	Natural	V		X		X
26	973	Galacho de Juslibol.	Muy modificada	V O	X	X	X	X
26	976	Galacho de La Alfranca.	Muy modificada	V O	X	X	X	X

Redes de Control:

- V: Vigilancia, O: Operativo y R: Referencia.

### 1.3.3. METODOLOGÍA DE MUESTREO Y DEL CÁLCULO DEL ESTADO ECOLÓGICO

Para el muestreo de la red de lagos se ha intentando elegir los periodos más adecuados para la evaluación de las comunidades biológicas de los diferentes tipos de lagos. En general se ha efectuado **un muestreo** en *primavera-verano*, excepto para las lagunas temporales, que han sido visitadas en dos ocasiones, una al inicio del periodo de inundación y otra al cabo de dos o tres meses con el fin de recoger la máxima información posible de las comunidades características de estos lagos. En el caso de los lagos temporales se presentan los resultados correspondientes al muestreo de primavera ya que, en general, ha sido el que siempre se ha podido realizar por tener agua la laguna.

En cuanto a las directrices metodológicas se han seguido las que, para cada elemento de calidad, se indican en los *Protocolos de muestreo y análisis para los elementos de calidad biológica* (CHE, 2005B).

Para determinar el estado ecológico de una masa de agua de la categoría lago se deben valorar las condiciones biológicas, físico-químicas e hidromorfológicas, a través de los elementos de calidad correspondientes, y después comparar las condiciones actuales con las condiciones de referencia (determinadas en masas de agua de la misma tipología no sometidas a presiones significativas).

En la cuenca del Ebro se han seleccionado, mediante criterio experto, **20 masas de agua de referencia** de las 15 tipologías que se muestrean. Durante cuatro años se ha recogido información de estas masas para establecer las condiciones de cada tipología en su estado prístino y así poder determinar los umbrales que separan las distintas categorías de estado ecológico definidas en la DMA (Muy Bueno, Bueno, Moderado, Deficiente y Malo) según la metodología expuesta en la IPH.

Al mismo tiempo, durante los años 2009 y 2010, como ya se ha comentado, el CEDEX ha publicado diversas propuestas de establecimiento de condiciones de referencia y valores frontera en lagos para elementos de calidad biológicos, físico-químicos e hidromorfológicos. Los resultados que se muestran resultan de aplicar las propuestas del CEDEX para las condiciones físico-químicas (CEDEX, 2010D) y para las métricas biológicas (CEDEX, 2010A) en las que ha sido posible, teniendo en cuenta los datos que se han ido recopilando a lo largo de estos años (clorofila a, biovolumen total de fitoplancton y cobertura total de helófitos).

En el resto de métricas biológicas (InGa, riqueza específica de macrófitos y QAELS<sub>Ebro</sub>), el cálculo de las condiciones de referencia y los valores frontera se ha realizado en base a los datos recopilados desde 2007 a 2010 en los lagos de referencia incluidos en el estudio, a datos bibliográficos y al criterio experto.

En el caso de la riqueza específica de macrófitos no se han utilizado los criterios del CEDEX debido a diferencias en el protocolo de muestreo.

Para las condiciones hidromorfológicas se han tenido en cuenta las métricas propuestas por el CEDEX (CEDEX, 2010D), considerando los datos de evaluación de las presiones realizadas durante los muestreos y el criterio experto.

#### 1.3.4. MÉTRICAS APLICADAS PARA LA DETERMINACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO

Para valorar las condiciones biológicas, físico-químicas e hidromorfológicas de los lagos cuyo estado ecológico se quiere determinar se emplean las métricas indicadas a continuación:

#### 1.3.4.1. INDICADORES BIOLÓGICOS

De los elementos de calidad recomendados por la IPH (Fitoplancton, Flora acuática: Macrófitos, Fauna bentónica de macroinvertebrados y Fauna ictiológica) se han utilizado los siguientes:

**Fitoplancton.** Para este elemento se han aplicado las siguientes métricas:

- **Concentración de clorofila-a** ( $\text{mg/m}^3$ ).
- **Biovolumen total de fitoplancton** ( $\text{mm}^3/\text{l}$ ).
- **Índice de Grupos Algales (InGA)**.

**Otra flora acuática.** Evaluada a través de 2 métricas:

- **Riqueza específica de macrófitos.**
- **Cobertura total de helófitos.**

**Invertebrados bentónicos**

- **Índice QAELS<sub>Ebro</sub>.** Este índice recoge la información obtenida a partir de los macroinvertebrados bentónicos y de los microcrustáceos.

#### 1.3.4.2. INDICADORES FÍSICO-QUÍMICOS

Se han medido las siguientes métricas representativas de las condiciones generales de los lagos:

- **Transparencia:** *Disco de Secchi*<sup>3</sup> (m), Clases de Turbidez y Color.
- **Condiciones térmicas:** Temperatura del agua (°C).
- **Condiciones de oxigenación:** Oxígeno disuelto en el agua (mg/l).
- **Salinidad:** *Conductividad eléctrica* ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ).
- **Estado de acidificación:** *pH* y *Alcalinidad total* (meq/l).
- **Nutrientes:** Amonio, Nitratos, Nitritos, Fósforo soluble y *Fósforo total* (mg/l).

---

<sup>3</sup> En cursiva las métricas escogidas por el CEDEX para la evaluación del estado ecológico.

#### 1.3.4.3. INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS

Se han tenido en cuenta las métricas propuestas por el CEDEX (CEDEX, 2010D), a partir de los datos de evaluación de las presiones realizadas durante los muestreos de 2007 a 2010 y el criterio experto.

Las métricas propuestas por el CEDEX son las siguientes:

- Alteraciones en el régimen de llenado
- Alteraciones en el régimen de vaciado
- Alteraciones en el régimen de estratificación
- Alteraciones en el hidropериodo y régimen de fluctuación del nivel del agua
- Alteraciones en el estado y estructura de la cubeta
- Alteraciones en el estado y estructura de la zona ribereña

Las presiones analizadas durante los muestreos de 2007 a 2010 han sido:

- Represamientos
- Detracciones de agua
- Desecación
- Aportes de excedentes de riegos
- Ahondamientos de la cubeta
- Transformación de las riberas

Durante este periodo también se han recogido los siguientes datos de los lagos, correspondientes a los elementos de calidad hidromorfológicos:

- **Régimen hidrológico:**
  - *Volumen del lago* ( $\text{hm}^3$ ): calculado a partir de los transectos de profundidad (batimetrías).
  - *Tiempo de permanencia* (años): se calcula dividiendo el volumen del lago ( $\text{hm}^3$ ) entre el caudal de entrada anual en el lago ( $\text{hm}^3/\text{año}$ ). Este dato se estima a partir de la *superficie de la cuenca de recepción* (ha), de la *precipitación media anual* (mm) y del *coeficiente de evaporación* del agua en la cuenca (%).

- *Variación del nivel del agua* (de forma visual).
  - *Conexión con las aguas subterráneas.*
- **Condiciones morfológicas:**
    - *Superficie del lago (ha), profundidad máxima (m), pendiente de la cubeta (%), características del sustrato del lecho y estructura de la zona ribereña.*

#### 1.3.5. CÁLCULO DEL ESTADO ECOLÓGICO

El *establecimiento del estado ecológico* se ha realizado siguiendo las pautas de combinación de indicadores que ha proporcionado la UE y el Ministerio<sup>4</sup>. El peso principal lo tienen los indicadores de calidad biológicos, en segundo lugar se tienen en cuenta los indicadores de calidad físico-químicos y por último, los indicadores de calidad hidromorfológicos se tienen en consideración para acabar de perfilar los resultados.

El modo de evaluación se muestra en la tabla 15 sobre las reglas de combinación de la clasificación del estado ecológico en los lagos de la cuenca del Ebro.

---

<sup>4</sup> Actualmente Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente.

TABLA 15. REGLAS DE COMBINACIÓN DE LOS ELEMENTOS DE CALIDAD EN LA CLASIFICACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO DE LOS LAGOS (CHE, 2010A).

Indicadores de calidad BIOLÓGICOS	Indicadores de calidad FISICOQUÍMICOS	Indicadores de calidad HIDROMORFOLÓGICOS	ESTADO ECOLÓGICO	Comentarios
MB	MB	MB / B o Inferior	Muy Bueno	-
	B	MB / B o Inferior	Muy Bueno	Priman los IC B.
	Moderado	MB / B o Inferior	Bueno	Los IC B, como tienen cierta inercia, todavía no han tenido tiempo de responder al empeoramiento del indicador FQ, se priman los IC B pero a tenor del resultado de los FQ se disminuye el estado ecológico a Bueno.
B	MB	MB / B o Inferior	Bueno	Priman los IC B.
	B	MB / B o Inferior	Bueno	-
	Moderado	MB	Bueno	Se tiene en cuenta que los IC FQ no salen bien, se pondera en función de los IC HM que salen bien.
		B o Inferior	Moderado	Mismo caso, pero los IC HM no salen bien.
Mod	MB	MB / B o Inferior	Moderado	Priman los IC B.
	B	MB / B o Inferior	Moderado	Priman los IC B.
	Moderado	MB / B o Inferior	Deficiente <sup>5</sup>	Los IC FQ nos indican que la situación está alterada en el momento del muestreo y los IC B nos indican que no se trata de una situación puntual, poniendo de manifiesto que se trata de una situación de mayor duración.
Def	MB	MB / B o Inferior	Revisar resultados con criterio experto	No es frecuente que los IC FQ estén bien y la comunidad biológica esté mal, por lo que es necesario mirar los resultados más en detalle con criterio experto.
	B			
	Moderado	MB / B o Inferior	Deficiente	Priman los IC B.
Malo	MB	MB / B o Inferior	Revisar resultados con criterio experto	No es frecuente que los IC FQ estén bien y la comunidad biológica esté mal, por lo que es necesario mirar los resultados más en detalle con criterio experto.
	B			
	Moderado	MB / B o Inferior	Malo	Priman los IC B.

<sup>5</sup> En mi opinión, se penaliza demasiado a la masa de agua por lo que siguiendo los criterios de la DMA su estado ecológico sería "Moderado" (no "Deficiente" como se indica en el estudio de CHE, 2010A).



Una consideración remarcable es que dentro de los lagos también existen masas de agua muy modificadas (ver tabla 14) a las que, según la DMA, hay que dar un tratamiento diferenciado del que se le da a las masas naturales, así, para las masas muy modificadas, debe diagnosticarse el potencial ecológico en lugar de su estado. Todavía se está investigando y consensuando cual es la metodología más adecuada para calcular el potencial en esta clase de lagos.

Hasta el momento en la cuenca del Ebro no se ha hecho ninguna diferenciación entre la metodología de establecimiento del estado y el potencial ecológico en los lagos, aunque debe entenderse que en el caso de las masas de agua muy modificadas cuando el resultado de la clasificación del estado ecológico es muy bueno, en realidad debería decirse que su potencial ecológico es óptimo.

### 1.3.6. RESULTADOS

En la tabla 16 se presentan los resultados de la clasificación del estado ecológico realizada durante los años 2007 al 2010 ordenados por tipología y número de masa.

TABLA 16. RESULTADOS DEL ESTADO ECOLÓGICO AÑOS 2007 A 2010.

Nº de tipo IPH	IdMasa	ID muestra	EE 2007	EE 2008	EE 2009	EE 2010
1	965	Estany Romedo de Baix	Bueno	No muestreado	Bueno	No muestreado
1	972	Estany de Travessany	Bueno	Muy Bueno	Bueno	Muy Bueno
1	977	Estany Gento	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
1	983	Ibón de Cregüeña	No muestreado	Bueno	No muestreado	Bueno
1	986	Embalse Bachimaña Alto	No muestreado	Bueno	No muestreado	Bueno
1	987	Estany Negre (de Boi)	Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno
1	991	Laguna Larga	Deficiente	Deficiente	Deficiente	Deficiente
1	994	Lac de Rius	Muy Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
1	996	Estany de Sant Maurici	Muy Bueno	Bueno	Bueno	Muy Bueno
1	999	Embalse de Arriel Alto	Bueno	Moderado	Bueno	Bueno
1	1000	Embalse Bajo del Pecico	No muestreado	Bueno	No muestreado	Bueno

Nº de tipo IPH	IdMasa	ID muestra	EE 2007	EE 2008	EE 2009	EE 2010
1	1001	Lago de Urdiceto	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno
1	1002	Embalse de Tramacastilla	Moderado	Bueno	Bueno	Bueno
1	1004	Estany Superior Saboredo	Bueno	No muestreado	Muy Bueno	No muestreado
1	1008	Estany Negre (Espot)	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Bueno
1	1017	Laguna Negra	Bueno	No muestreado	Moderado	No muestreado
1	1018	Estany Tort de Rius	Muy Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
1	1021	Estany de Neriolo	Bueno	No muestreado	Bueno	No muestreado
1	1033	Embalse de Respomuso	Bueno	Bueno	Bueno	Muy Bueno
1	1039	Embalse de Brazato	Bueno	No muestreado	Muy Bueno	No muestreado
1	1043	Estany de Cavallers	Muy Bueno	Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno
1	-	Estany Saboredo 2 de Mieí	Bueno	Bueno	Muy Bueno	Bueno
1	-	Ibón Grande Batisielles	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
1	-	Ibón Inferior de Brazato	Bueno	Muy Bueno	Bueno	Bueno
2	1003	Embalse de Ip	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
2	1027	Lago de Marboré	Bueno	Moderado	Muy Bueno	Muy Bueno
2	-	Estany Gran de Mainera	Muy Bueno	Muy Bueno	Bueno	Muy Bueno
3	-	Estany Saboredo 3 de Naut	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
3	-	Ibón de Anayet	Bueno	No muestreado	Bueno	Muy Bueno
3	-	Ibón de Astún	Muy Bueno	No muestreado	Bueno	Bueno
3	-	Ibón Aigüeta Batisielles	Bueno	Bueno	Bueno	Muy Bueno
3	-	Ibones Altos de Brazato	Muy Bueno	Bueno	Bueno	Muy Bueno
3	pendiente	Lac des Cabidornats	No muestreado	Muy Bueno	No muestreado	No muestreado
3	1751	Lago Gran de Colieto	No muestreado	Muy Bueno	No muestreado	No muestreado
4	1012	Estany de la Liebreta	No muestreado	No muestreado	No muestreado	Muy Bueno
10	-	Estany Gran de Basturs	Deficiente	Bueno	Muy Bueno	Bueno
11	-	Estany Petit de Basturs	Muy Bueno	Muy Bueno	Muy Bueno	Bueno
15	1014	Estanque Grande Estanya	Muy Bueno	Muy Bueno	Bueno	Bueno
15	1019	Lago de Arreo	Deficiente**	Deficiente**	Bueno	Bueno
15	1029	Estany de Montcortés	Muy Bueno	Muy Bueno	Bueno	Bueno
16	1042	Laguna Honda	Deficiente**	Bueno	Bueno	Bueno

Nº de tipo IPH	IdMasa	ID muestra	EE 2007	EE 2008	EE 2009	EE 2010
16	-	Laguna de Guialguerrero	Deficiente	Muy Bueno	Muy Bueno	Moderado
18	985	Laguna de La Estanca	Deficiente**	Moderado	Moderado	Muy Bueno
18	1007	Pantano de Las Cañas	Bueno	Malo	Bueno	Deficiente
18	1022	La Estanca de Alcañiz	Bueno	Moderado	Bueno	Moderado
18	1035	Laguna de Lor	Malo	No muestreado	Moderado	No muestreado
18	1677	Balsa de la Morea	No muestreado	Deficiente	No muestreado	Moderado
18	1678	Balsa del Pulguer	Moderado	No muestreado	Bueno	No muestreado
20	968	Laguna de Sariñena	No muestreado	Malo	Malo	No muestreado
20	1016	Laguna de Pitillas	No muestreado	Bueno	Moderado	No muestreado
21	1037	Laguna de Musco	Seco	Seco	Muy Bueno	Seco
22	990	Laguna Salada Chiprana	Bueno	Muy Bueno	Deficiente	Deficiente
23	974	Laguna de Carralagroño	No muestreado	Bueno	Bueno	No muestreado
23	984	Laguna de Gallocanta	No muestreado	Bueno	Bueno	Seco
23	988	Salada Grande Alcañiz	No muestreado	Deficiente	Seco	Seco
23	989	Laguna de La Playa	No muestreado	Deficiente	Seco	Seco
23	992	Laguna de Carravalseca	No muestreado	Bueno	Bueno	No muestreado
24	1025	E. Salburúa-Balsa de Arkaut	No muestreado	Deficiente	Seco	Malo
26	973	Galacho de Juslibol	Deficiente**	Moderado	Deficiente**	Moderado
26	976	Galacho de La Alfranca	Moderado	Bueno	Bueno	Bueno

\*\* En mi opinión, su estado ecológico siguiendo los criterios de la DMA sería “Moderado” no “Deficiente” como se indica en el estudio de la CHE, 2010A.

### Representación gráfica de los resultados.

En 2007 se muestrearon 44 lagos de los 60 lagos que forman las redes de seguimiento de la CHE, obteniéndose que su estado ecológico era en:

- 12 lagos **Muy Bueno**,
- 21 lagos **Bueno**,
- 3 lagos **Moderado**,
- y, 7 lagos **Deficiente**.

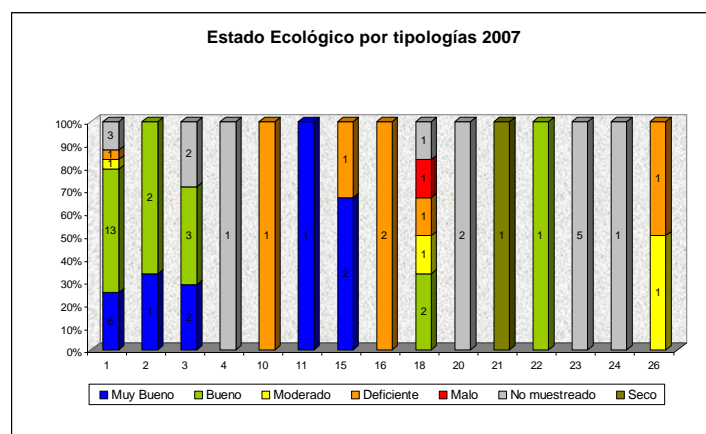


FIGURA 3. ESTADO ECOLÓGICO POR TIPOLOGÍAS 2007. GRÁFICO EN BARRAS.

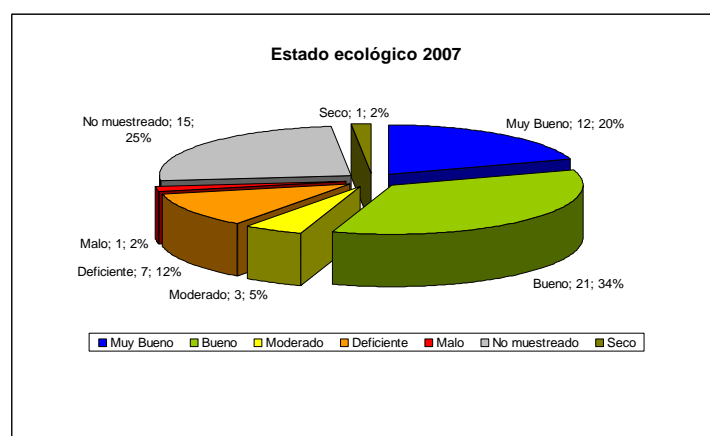


FIGURA 4. ESTADO ECOLÓGICO 2007.

En **2008** se tomaron muestras de 49 lagos. El resultado de la evaluación fue que su estado ecológico resultó:

- 13 lagos en **Muy Bueno**,
- 23 lagos en **Bueno**,
- 5 lagos en **Moderado**,
- 6 lagos en **Deficiente**,
- y, 2 lagos en **Malo**.

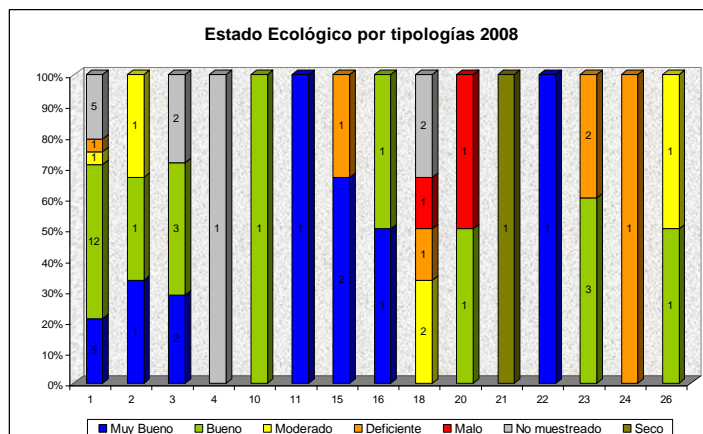


FIGURA 5. ESTADO ECOLÓGICO POR TIPOLOGÍAS 2008. GRÁFICO EN BARRAS.

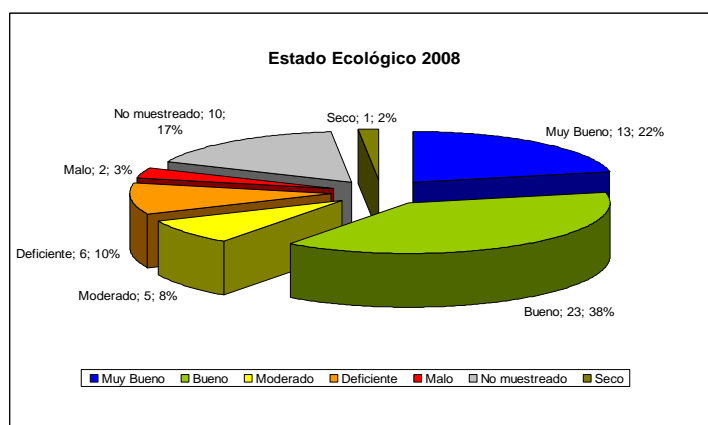


FIGURA 6. ESTADO ECOLÓGICO 2008.

En **2009** se muestrearon 50 lagos de los 60 que forman las redes de seguimiento de la CHE, obteniéndose que su estado ecológico era en:

- 12 lagos **Muy Bueno**,
- 30 lagos **Bueno**,
- 4 lagos **Moderado**,
- 3 lagos **Deficiente**,
- y, 1 lago **Malo**.

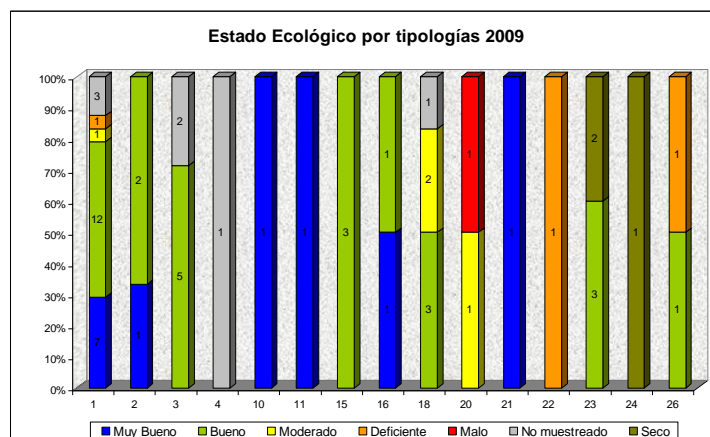


FIGURA 7. ESTADO ECOLÓGICO POR TIPOLOGÍAS 2009. GRÁFICO EN BARRAS.

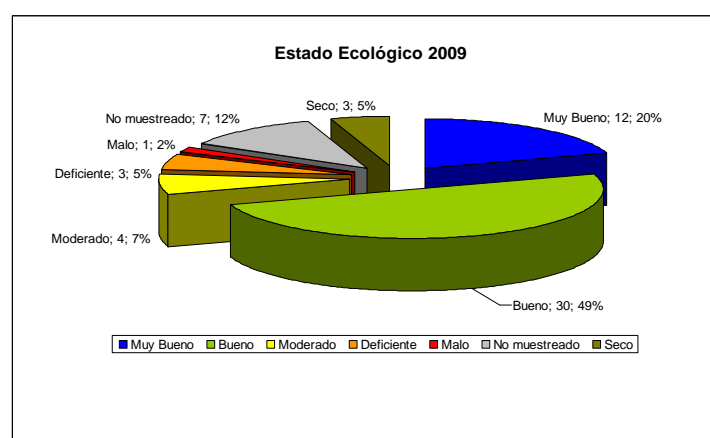


FIGURA 8. ESTADO ECOLÓGICO 2009.

Finalmente, en **2010** se tomaron muestras de 50 lagos y el resultado de la evaluación fue que su estado ecológico resultó ser:

- en 13 lagos **Muy Bueno**,
- en 22 lagos **Bueno**,
- en 4 lagos **Moderado**,
- en 3 lagos **Deficiente**,
- y, en 1 lago **Malo**.

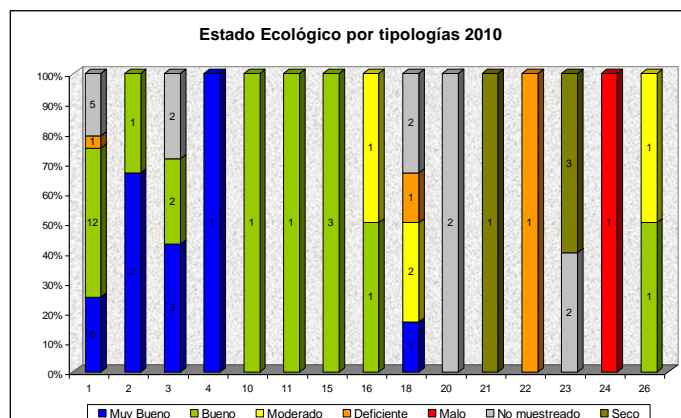


FIGURA 9. ESTADO ECOLÓGICO POR TIPOLOGÍAS 2010. GRÁFICO EN BARRAS.

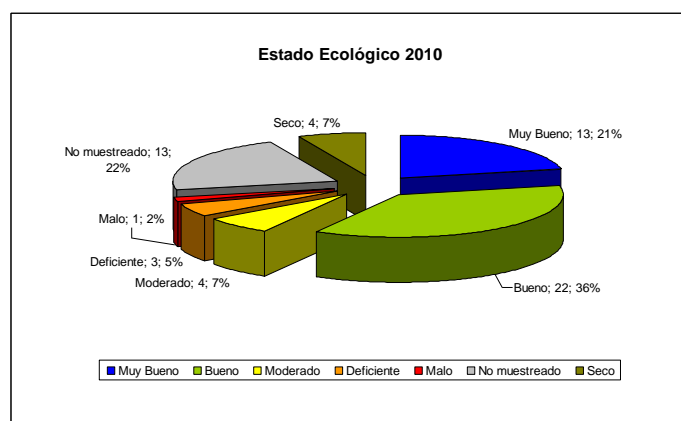


FIGURA 10. ESTADO ECOLÓGICO 2010.

### 1.3.7. CONCLUSIONES

La mayoría de los lagos muestreados entre 2007 y 2010, 37 de los 60 lagos (**62%**), se han mantenido siempre en un **estado ecológico final bueno o muy bueno**. Los tipos de lagos que presentan unos mejores estados ecológicos son los de Alta Montaña (tipos 1 al 4).

Por otro lado, 23 de los 60 lagos muestreados (**38%**) han presentado **puntualmente estados ecológicos inferiores al bueno**. Estos lagos en su mayoría pertenecen a los tipos 18, 20, 24 y 26, que corresponden a los tipos *Interiores en cuenca de sedimentación*. Los elementos de calidad responsables de este estado inferior al bueno son, generalmente, los *físico-químicos* (fósforo total y conductividad) y, de los *biológicos*, el fitoplancton.





## 2. LA PROBLEMÁTICA DEL GALACHO DE JUSLIBOL

### 2.1. ANTECEDENTES DEL GALACHO DE JUSLIBOL

El Galacho de Juslibol es un espacio de alto valor paisajístico, ecológico y cultural situado aproximadamente a unos 5 km aguas arriba de la ciudad de Zaragoza, en la margen izquierda del río Ebro, entre los barrios rurales de Alfocea, Juslibol y Monzalbarba. Se sitúa aproximadamente a unos 200 m de altitud.

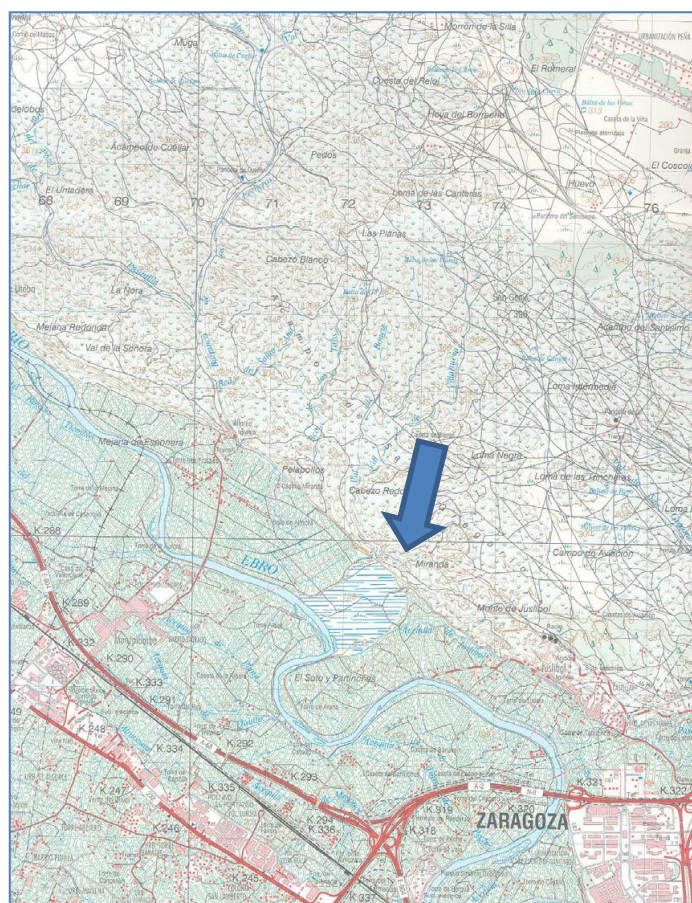


FIGURA 11. LOCALIZACIÓN DEL GALACHO DE JUSLIBOL (CHE, 2010A).

Es importante destacar la importante historia de participación social ligada a este espacio, así como los programas municipales de educación ambiental con diferentes sectores de población que se han venido desarrollando desde que el Ayuntamiento procediera a su compra en 1984.

El término “**Galacho**” es una palabra aragonesa que designa un meandro abandonado por el río. Este galacho se formó durante la gran riada del río Ebro de finales de 1960. Las aguas comenzaron a crecer en la Nochevieja de 1960, alcanzando el río el 2 de enero de 1961 a las 17h un caudal de  $4130 \text{ m}^3/\text{s}$ .



FIGURA 12. GALACHO DE JUSLIBOL (CHE, 2010A).

La importancia de este espacio es muy grande ya que es posible que sea el último galacho de grandes dimensiones que veamos formarse como consecuencia de la dinámica fluvial, pues actualmente el río está muy controlado por presas y encauzado por obras hidráulicas de defensa.

El paso del tiempo ha propiciado que alrededor del brazo del río que quedó abandonado tras la crecida de 1961 se haya ido formando un ecosistema típico de humedal, de gran riqueza biológica y paisajística. Gran parte del antiguo cauce ha sido colonizado por vegetación: enneas, carrizos, tamarices y juncos que paulatinamente serán sustituidos por el bosque de ribera.

También la actividad humana ha ido transformando el entorno, por un lado, el extenso Soto de la Alfocea fue talado para convertirlo en suelo de cultivo y, por otro, en la década de los 70 el espacio interno del antiguo meandro fue objeto de la extracción de sus gravas para emplearlas en la construcción. De esta manera, en los huecos se originaron diferentes **Lagunas**, en torno a una docena. Pasada la actividad extractora, la zona fue vallada por un particular para usarla como área de pesca. En las lagunas se introdujeron ejemplares de trucha arco-iris y se pasó a cobrar la entrada y un canon por pieza capturada.

En la actualidad, el Galacho (meandro) y las Lagunas, con una extensión de más de 100 hectáreas, constituyen una zona húmeda de *enorme interés paisajístico y de refugio para la fauna y la biodiversidad*.

Toda la zona está dominada por un gran escarpe o cortado de yesos y margas en cuya parte superior se extiende una inmensa *estepa* que asciende suavemente hasta las alturas de la Muela del Castellar. La concurrencia de estos ecosistemas, zona esteparia y ribereña, en un limitado espacio hacen que sea un *espacio singular* que merece la pena conservar.

## 2.2. IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA

El Galacho de Juslibol es un *espacio natural único*. En él confluyen varios ecosistemas, el ribereño y el estepario. Además, forma parte de un sistema global que comprende todo el eje del Ebro y, presenta una elevada conexión con las aguas superficiales en momentos de crecida y con aguas subterráneas con sus oscilaciones. Todo esto nos da idea de la complejidad y, al mismo tiempo, necesidad de su conservación, ya que:

- Probablemente sea el *último galacho* que veremos formarse como resultado de la dinámica fluvial del río Ebro, pues ésta ha sido alterada de forma apreciable como resultado de una mayor regulación mediante embalses y con las obras de defensa de márgenes, como motas o escolleras.
- Es uno de los lugares más importantes del tramo aragonés del río Ebro porque en esta zona podemos encontrarnos *ecosistemas singulares* como las praderas-juncuales o especies botánicas como *Stachys palustris*, que tiene aquí la única población en todo Aragón.
- Dada su proximidad a la ciudad de Zaragoza, es un *espacio inundable* que actúa como recinto de laminación de avenidas aguas arriba de la ciudad.

Todas estas consideraciones motivaron que, desde principios de los años 80, diferentes voces del ámbito ecologista y universitario reclamaran su protección; ello contribuyó a que el Ayuntamiento de Zaragoza decidiera adquirirlo en 1984. Y, desde sus inicios, este espacio ha sido objeto de innumerables figuras de protección.

En la actualidad, el Galacho de Juslibol presenta varios *problemas*:

- Sólo se encuentra conectado con el río Ebro a través del nivel freático con sus oscilaciones y en las épocas de crecida en las que se inunda desde el cauce principal. Esto hace que la calidad de las aguas en el Galacho venga determinada por:
  - la frecuencia de las crecidas en el río, que propiciará el que se renueve más o menos el agua en el meandro y en las lagunas,
  - la calidad del agua de la masa de agua subterránea asociada,
  - y, la calidad del agua de la masa de agua superficial asociada (tramo próximo del río Ebro).
- Además, según los estudios realizados por la CHE durante los años 2007 a 2010 el estado químico de la masa de agua subterránea asociada se considera “*malo*” y el estado de la masa de agua superficial “*moderado*”, es decir, inferior a bueno, dado que la flora acuática (presencia de macrófitos) no cumple con los objetivos de la DMA. Estos problemas que presentan las masas de agua repercuten en una menor presencia de aves acuáticas en los últimos años. A ello se le une la *proliferación de especies exóticas invasoras*.

## 2.3. NORMATIVA APLICABLE Y FIGURAS DE PROTECCIÓN DEL GALACHO

Desde que el Ayuntamiento de Zaragoza adquirió el Galacho de Juslibol en 1984, se ha publicado bastante normativa relacionada con este espacio único para promover su conservación. A continuación se recoge de forma sintética la normativa aplicable y las figuras de protección con las que cuenta:



- ✓ 1985. *Decreto general de protección del Galacho de Juslibol*.
- ✓ 1990. *Declaración Proyecto MaB de la UNESCO* (Proyecto Hombre y Biosfera). Acuerdo de 4 de septiembre de 1990.
- ✓ 1992. *Ordenanza Municipal para la Protección y Gestión del Galacho de Juslibol y su entorno* (BOP nº 5 de 8 de enero de 1992). Se aprueba para compatibilizar su uso público con los objetivos de protección y conservación.
- ✓ 1995. *Estudio de caracterización y capacidad de carga del Galacho de Juslibol*. Su objetivo es ayudar a controlar las actuaciones en este espacio natural.
- ✓ 2003. *Plan General de Ordenación Urbana de Zaragoza*. BOA nº 1, del 3 de enero de 2003. Se declara suelo no urbanizable especial de protección del ecosistema natural con la categoría sustantiva: sotos, galachos y riberas fluviales.
- ✓ 2004. *Plan Especial de Protección, Conservación y Mejora del Galacho de Juslibol y su Entorno*: Regula la ordenación de usos en todo este espacio (BOP nº 282 de 9 de diciembre de 2004).
- ✓ 2006. Inclusión de este espacio como *Lugar de Interés Comunitario (LIC) Sotos y Mejanas del Ebro*. Su inclusión implica la redacción de un Plan de Gestión del LIC por parte del Gobierno de Aragón, que todavía no se ha hecho. Tampoco se ha tramitado la posible transformación en ZEC.
- ✓ 2007. *Plan Ordenación de los Recursos Naturales (PORN) de los Sotos y Galachos del río Ebro* (Tramo Zaragoza-Escatrón). BOA nº 75, de 25 de julio de 2007. Se declara “Área Natural Singular” y coincide con el LIC.
- ✓ 2010. Inclusión como *Lagunas de Agua Dulce Permanente* dentro del *Inventario de Humedales Singulares de Aragón*. Decreto 204/2010, de 2 de noviembre, del Gobierno de Aragón, por el que se crea el Inventario de Humedales Singulares de Aragón y se establece su régimen de protección.

## 2.4. EL PROCESO DE PARTICIPACIÓN EN EL GALACHO DE JUSLIBOL

La Directiva Marco del Agua (DMA) en su artículo 14 pone especial énfasis en la importancia que tiene la participación del “público” en la gestión del agua, entendiendo por “público” tanto a los usuarios como a los ciudadanos en general.

La participación pública es una forma de gobernar con la sociedad. Consiste en tratar los problemas sociales considerando el espacio en el que se producen y teniendo en cuenta a las personas relacionadas con ese entorno. De esta forma se toman decisiones más legítimas, aumenta el interés colectivo, se genera más respeto mutuo y se proporciona más aprendizaje.

El Galacho de Juslibol cuenta con una larga historia de participación social. En esta línea hay que destacar también el Programa de Educación Ambiental que se ha venido desarrollando desde el Gabinete de Educación Ambiental del Ayuntamiento y que siempre ha partido de la idea de que los programas debían dirigirse no sólo a los centros escolares sino también a los diferentes sectores de población con diferentes intereses en torno al espacio y su gestión (agricultores, población de los barrios rurales, grupos ecologistas, etc.).

Desde que, en 1984, el Ayuntamiento de Zaragoza iniciase la compra de este espacio natural, han sido muchas las acciones realizadas para promover la participación pública con el fin de fomentar su conservación. En 1989, se constituyó la “Asociación Amigos del Galacho” que, con el respaldo de universidades de toda España, realizó numerosas acciones para dotar a este espacio de una figura de protección. Todo ello permitió que en 1990 visitara el espacio John Celecia, representante del comité MaB en España, que declaraba la importancia de este espacio y lo incluía como proyecto MaB. Esto fue un punto clave para que el Ayuntamiento iniciara estudios que avalaran la necesidad de su protección y para que, en 1992, se aprobara la “Ordenanza Municipal para la Protección y Gestión del Galacho de Juslibol y su entorno”, que compatibilizaba su uso público con los objetivos de protección y conservación. En 1994, se constituyó la “Comisión de Protección del Galacho de Juslibol”, órgano municipal consultivo de participación con representación de diferentes agentes sociales.

La continua participación de entidades como la Asociación Naturalista de Aragón fue importante en muchas de las medidas que el Ayuntamiento fue aprobando, tales como la vigilancia del espacio, la restricción del acceso con coches, la paralización de la voladura del escarpe, etc.

Hoy en día está reconocida la importancia de desarrollar proyectos de participación que permitan avanzar en la resolución de conflictos mediante el diálogo y el consenso, sin embargo, éste es un proceso complejo que requiere voluntad y convencimiento desde la Administración, asumiendo que ello implica coordinación entre los diferentes gestores implicados y ser conscientes de que los procesos son más lentos pero que permiten tomar mejores decisiones tras el debate de las diferentes visiones. Por otro lado las decisiones adoptadas pueden ser mejor aceptadas con repercusiones positivas para el espacio y para las personas.

En 1998 cuando el Ayuntamiento de Zaragoza decidió encargar al Departamento de Geografía y Ordenación Territorial de la Universidad de Zaragoza, la elaboración del Plan Especial de Protección del Galacho se adoptó la decisión de implicar a la ciudadanía en el proyecto desde el momento inicial, escuchar sus opiniones y tenerlas en cuenta en las decisiones a tomar. Se entendía que el procedimiento de información pública, mecanismo más general a la hora de organizar la participación sobre procesos de planificación, se establecía cuando el proceso ya estaba finalizado y, por otra parte, solía pasar habitualmente desapercibido para una gran parte de la población que no leía los Boletines Oficiales y que, además, tenía dificultad para entender la información, según venía plasmada en los documentos técnicos. Era, por lo tanto, un procedimiento necesario pero insuficiente para garantizar una participación real de los diferentes sectores implicados. Por ello el Ayuntamiento de Zaragoza decidió presentarse a la Convocatoria LIFE-Medio Ambiente con un proyecto cuyo eje central era el ensayo de metodologías de información y comunicación para dinamizar la participación de todos los sectores afectados por el futuro Plan Especial. La Comisión Europea aprobó este proyecto en diciembre de 1998 y a partir de ahí comenzó un proceso de participación que duró seis años si contamos la fecha de aprobación definitiva del Plan, pero hay que aclarar que en dicho retraso intervinieron aspectos ajenos al proceso de participación.

A la hora de definir el proceso de participación se tuvo en cuenta que no bastaba con recoger la opinión de la población, sino que había que desarrollar espacios de deliberación y llegar más allá de las personas que habitualmente participaban.

Como decía Subirats “cuando hablábamos de participación no hablábamos sólo de los intereses afectados, o de aquellos grupos o colectivos más organizados y acostumbrados a movilizarse, sino del conjunto de la población afectada directamente o indirectamente por la decisión. Y esto quería decir encontrar mecanismos para conseguir esta implicación social más amplia.” El reto, por lo tanto, en palabras de Joan Font e Ismael Blanco estaba en “abrir espacios de participación ciudadana que ofrecieran las condiciones necesarias para que los ciudadanos pudieran construir opiniones suficientemente informadas y reflexionadas”.

Por otro lado, en un proceso de participación en torno a la ordenación de usos en el Galacho, era muy importante identificar previamente a los distintos usuarios así como definir la relación que establecían con el mismo. Los actores que se identificaron dentro del proceso de participación pública en el Galacho fueron la población de los barrios rurales y los ciudadanos de Zaragoza, entendiendo que las repercusiones de la ordenación del espacio no era la misma para la población local que vivía o desarrollaba sus actividades económicas en el entorno del Galacho, que para la población de Zaragoza que visitaba el espacio como lugar educativo, de recreo, naturalista o científico.

Para facilitar la información a las personas de los barrios rurales se editaron folletos, se realizaron exposiciones y se publicaron noticias en diferentes periódicos y revistas. Después se realizaron charlas-debate, reuniones por sectores de población, coloquios familiares, visitas comentadas sobre el terreno, etc. con el fin de hacerles copartícipes de este proyecto común.

En relación con los ciudadanos de Zaragoza, se desarrollaron programas de Educación Ambiental con la población escolar, se realizaron Jornadas de participación ciudadana en Juntas de Distrito o en Asociaciones y, también se llevaron a cabo exposiciones itinerantes con un buzón de sugerencias para la recogida de opiniones.

Coincidiendo con el debate del Plan Especial del Galacho también se vivieron momentos críticos, ya que al mismo tiempo se inició la elaboración de dos planes de rango superior: “El Plan General de Ordenación Urbana” (PGOU) de Zaragoza y el “Plan de Ordenación de los Recursos Naturales del Ebro” (PORN). Ambos establecían que la zona agrícola del entorno del Galacho debía ser considerada como “no urbanizable”.



Sin embargo, en el proceso de debate del PGOU, intereses ajenos al barrio propusieron a los agricultores la compra de sus parcelas, generando en ellos grandes expectativas no apoyadas por el equipo de gobierno municipal. Esto generó un gran malestar y un estancamiento del proceso.

Finalmente en diciembre de 2004 se aprobó el “Plan Especial de Protección, Conservación y Mejora del Galacho de Juslibol y su entorno” por acuerdo unánime de todos los grupos políticos, sin recoger las peticiones de compra de suelo agrícola por parte del Ayuntamiento. Lo que sí se incluyó fue el establecimiento de acuerdos y compensaciones con los agricultores y la necesidad de arbitrar partidas económicas anuales para contribuir al desarrollo económico-social en el entorno del Galacho<sup>6</sup>.

## 2.5. DIAGNÓSTICO DEL ESTADO ACTUAL DEL GALACHO DE JUSLIBOL

### 2.5.1. DATOS DE LAS MASAS DE AGUA OBJETO DE ESTUDIO

La *masa de agua subterránea* sobre la que se asienta el Galacho de Juslibol es la **058** denominada “*Aluvial del Ebro en Zaragoza*” que tiene una superficie de 632,3 km<sup>2</sup>.

Esta masa de agua está situada en el Dominio Hidrogeológico “Depresión del Ebro”, como puede verse en la figura 13.

---

<sup>6</sup> Conde, O. (2005). El Galacho de Juslibol: una historia de aprendizaje en el último meandro abandonado del río Ebro en Zaragoza. En: Once historias sobre participación ambiental y algunas reflexiones compartidas. Ministerio de Medio Ambiente.

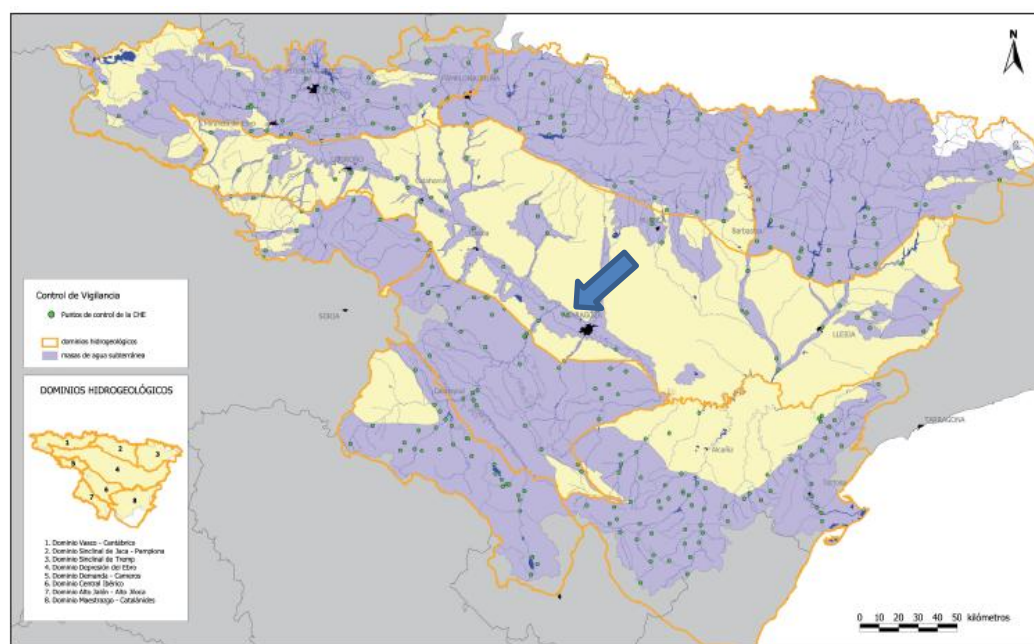


FIGURA 13. UBICACIÓN DE LA MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA 058. "ALUVIAL DEL EBRO EN ZARAGOZA" Y DEL DOMINIO HIDROGEOLÓGICO 4. "DEPRESIÓN DEL EBRO" (CHE, 2010A).

El *tramo de río Ebro próximo al Galacho* (masa de agua superficial asociada) se corresponde con la *masa de agua superficial de la categoría río 452*, denominada “**Río Ebro desde el río Jalón hasta el río Huerva**”. Es un tramo natural de 32,1 km perteneciente al tipo 17 “Grandes ejes en ambiente mediterráneo”.

El **Galacho de Juslibol**, en referencia al meandro abandonado por el río, es uno de los lagos incluidos en las redes de seguimiento del estado ecológico de los lagos de la cuenca del Ebro. Se corresponde con la *masa de agua superficial 973 de la categoría lago*, perteneciente al **ecotipo 26** de la IPH “*Interior en cuenca de sedimentación, de origen fluvial, tipo meandro abandonado*”.

En la figura 14 se puede observar la ubicación del Galacho y su tipología dentro de la red de seguimiento de lagos de la cuenca del Ebro (CHE, 2010A).

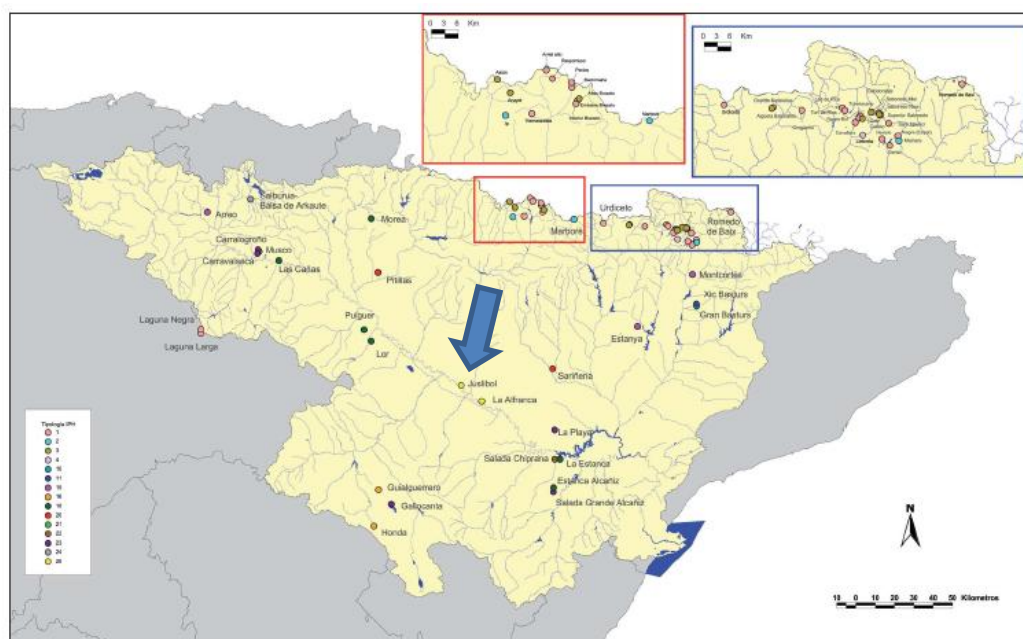


FIGURA 14. TIPOLOGÍAS DE LAGOS SEGÚN LA IPH EN LA RED DE LAGOS DE LA CUENCA DEL EBRO (CHE, 2010A).

## 2.5.2. DATOS CUANTITATIVOS EN LA ZONA DE ESTUDIO

### 2.5.2.1. MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA ASOCIADA

El Galacho de Juslibol presenta conexión con las aguas subterráneas, en concreto con la masa de agua subterránea 058. “*Aluvial del Ebro en Zaragoza*”. Esta masa de agua tiene una superficie de 632 km<sup>2</sup> y se alinea a lo largo del eje central de la Depresión del Ebro. En este eje los principales acuíferos son de naturaleza detrítica con porosidad intergranular.

Se trata en general de formaciones aluviales y de glaciares asociados a los distintos niveles de aterramiento fluvial donde los acuíferos están muy ligados a la dinámica del río con el que forma un único sistema hidrológico.

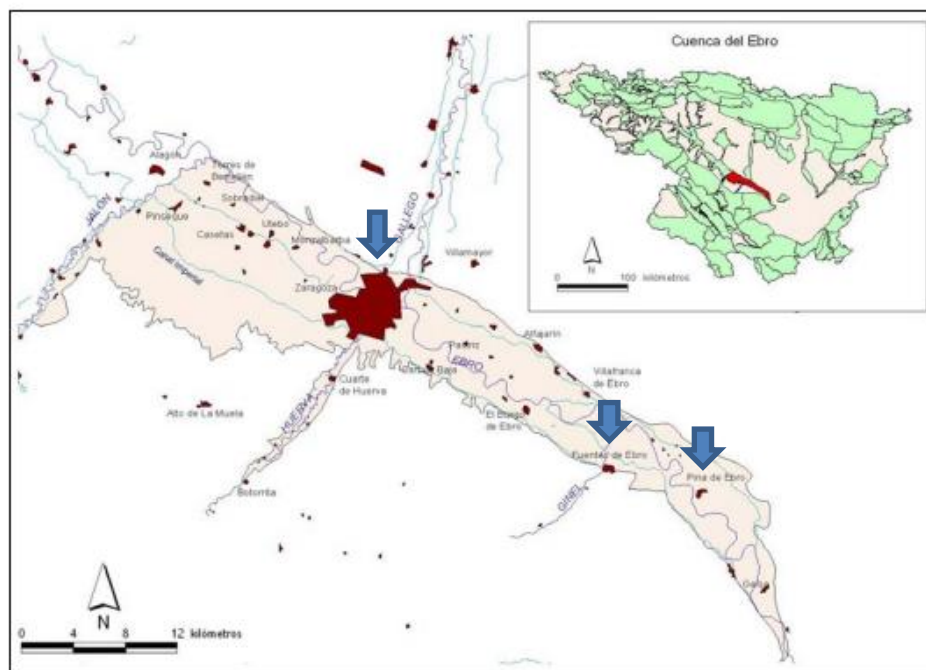


FIGURA 15. MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA 058. "ALUVIAL DEL EBRO EN ZARAGOZA" Y LOCALIZACIÓN DE LOS PIEZÓMETROS DE LA CHE (CHE, 2010B).

La **evaluación del estado cuantitativo** de esta masa de agua subterránea, según establece la IPH, se realiza mediante el uso de *indicadores de explotación del acuífero* y de los *valores de los niveles piezométricos*.

El *índice de explotación* se obtiene como el cociente entre las extracciones y el recurso disponible, tal como se indica en la figura 16:

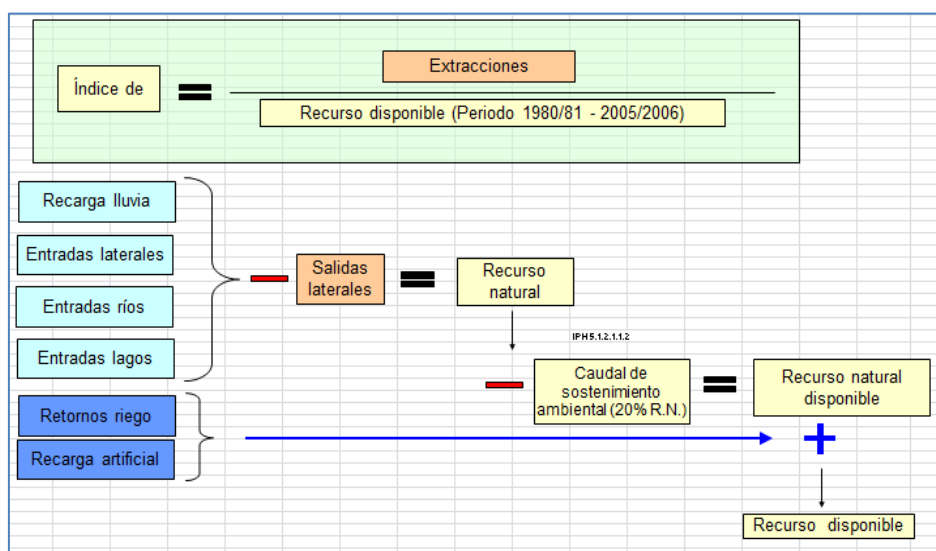


FIGURA 16. CÁLCULO DEL ÍNDICE DE EXPLOTACIÓN DEL ACUÍFERO.

Los resultados obtenidos para la masa de agua subterránea 058 son los siguientes:

TABLA 17. RECURSO NATURAL, RECURSO DISPONIBLE Y CÁLCULO DEL ÍNDICE DE EXPLOTACIÓN PARA LA MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA 058.

COD	MASA DE AGUA		Superficie km <sup>2</sup>		Precip (mm)	Recarga por lluvia 1970-2006 hm <sup>3</sup>	Recurso anual hm <sup>3</sup>	Infiltración SIMA 1980-2006 hm <sup>3</sup>	Recarga por lluvia 1980-2006 hm <sup>3</sup>
	ID	Nombre	Permeabilidad baja	Permeabilidad Media-Alta					
58	30265	ALUVIAL DEL EBRO: ZARAGOZA	40	591	402	10	167	9	9

	MASA DE AGUA		Aportes de ríos	Aportes laterales	Salidas laterales	Retornos de Riego	Volumen comprometido	Recurso natural	Recurso natural disponible	Recurso disponible	Indice de explotación
COD	ID	Nombre	hm³/año	hm³/año	hm³/año	hm³/año	hm³/año	hm³/año	hm³/año	hm³/año	
58	30265	ALUVIAL DEL EBRO: ZARAGOZA		66,2		171,00	29,5883	75	60	231	0,13

Se han considerado como extracciones los derechos concesionales (inscritos y en trámite), con el fin de trabajar del margen de la seguridad ya que es lo máximo que se puede sacar de la masa de agua subterránea.

Atendiendo a la IPH “*se considerará que la masa se encuentra en mal estado cuando el Índice de explotación sea mayor de 0,8 y además exista una tendencia clara de disminución de los niveles piezométricos en una zona relevante de la masa de agua subterránea*”.

Por otro lado, la CHE cuenta con una Red Piezométrica de aproximadamente 250 puntos. En la masa de agua que nos ocupa se ubican *tres puntos de control*, uno en el municipio de Zaragoza, otro en Fuentes de Ebro y otro en Pina de Ebro.

En las figuras 17, 18 y 19 se muestra la evolución piezométrica de los puntos de control mencionados.

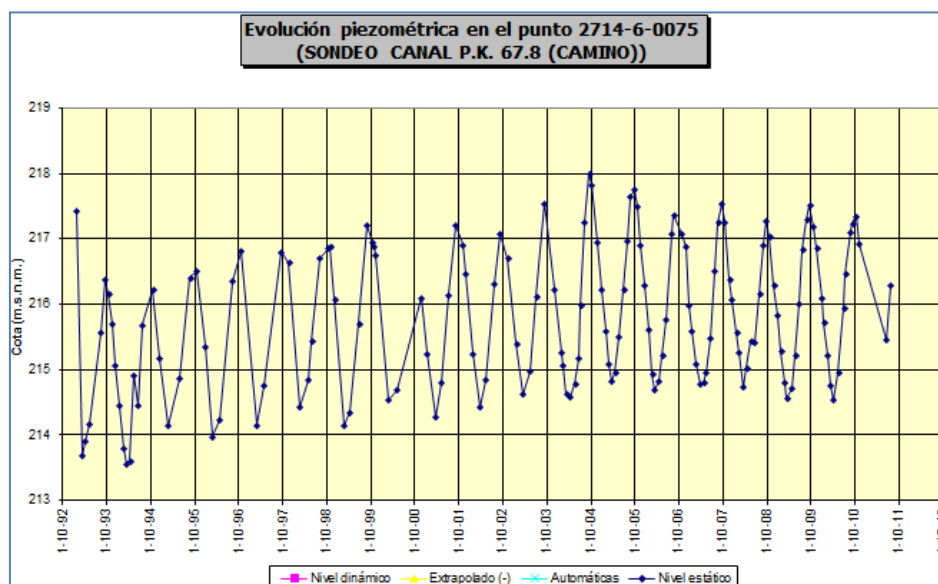


FIGURA 17. EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA ANUAL EN EL PIEZÓMETRO SITUADO EN ZARAGOZA.

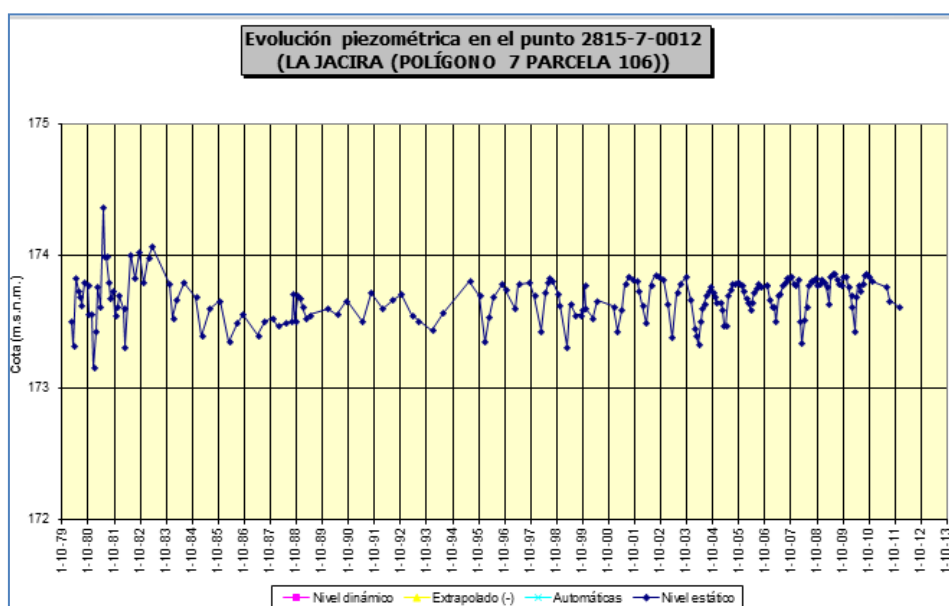


FIGURA 18. EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA ANUAL EN EL PIEZÓMETRO SITUADO EN FUENTES DE EBRO.

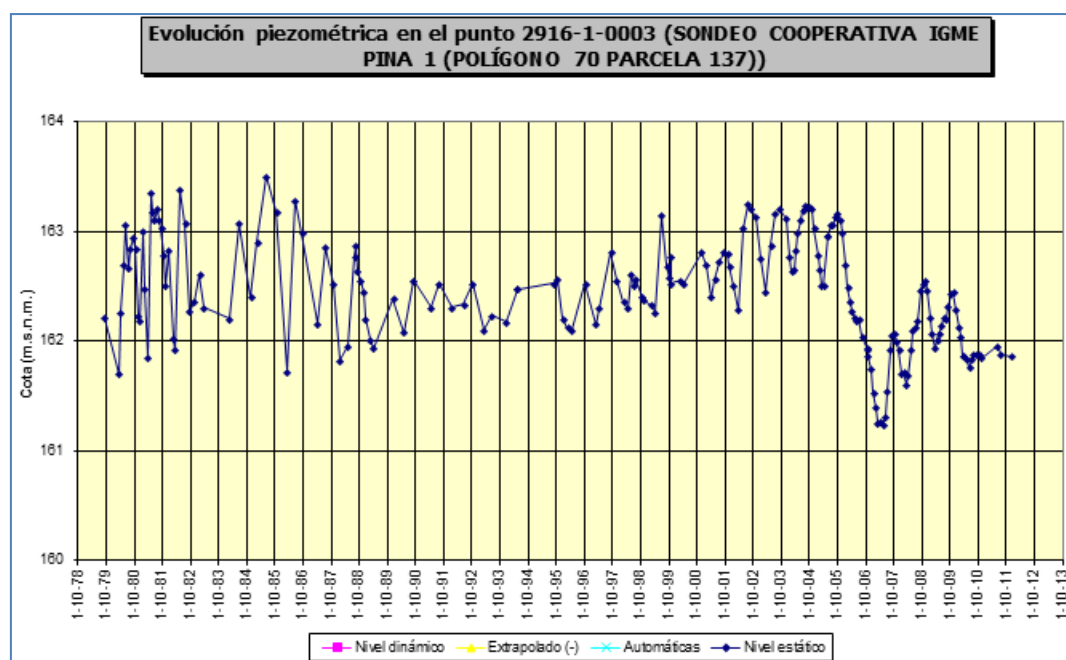


FIGURA 19. EVOLUCIÓN PIEZOMÉTRICA ANUAL EN EL PIEZÓMETRO SITUADO EN PINA DE EBRO.

Si observamos los gráficos, no existe una tendencia clara de disminución de los niveles piezométricos en una zona relevante de la masa de agua (en el punto de agua de Pina de Ebro los niveles piezométricos disminuyeron durante la sequía del 2006-2007, pero luego han vuelto a subir) y tampoco el índice de explotación supera el 0,8 (su valor es de 0,13).

Todo esto nos lleva a concluir que la masa de agua subterránea 058. “*Aluvial del Ebro en Zaragoza*” presenta un **Estado Cuantitativo Bueno**. Esto quiere decir que no presenta nunca caudales menores al caudal de sostenimiento ambiental por lo que permite el mantenimiento de los ecosistemas asociados, entre los que figura el Galacho de Juslibol.

#### 2.5.2.2. MASA DE AGUA SUPERFICIAL ASOCIADA

Para estudiar el comportamiento del río Ebro a lo largo de los últimos años en la zona del Galacho contamos con los datos de dos estaciones de aforo de la *Red de Estaciones de Aforo de la CHE*:

- ✓ Antes del galacho se encuentra la *Estación de Aforo del Ebro en Castejón*.
- ✓ Después, se encuentra la *Estación de Aforo del Ebro en Zaragoza*, ubicada junto al Puente de Santiago.



La *Estación de Aforo del Ebro en Castejón* previamente ha recibido los aportes del río Arga y el Aragón. Hace varios años esta estación duplicaba los caudales, tanto los ordinarios como los extraordinarios, y estos caudales eran los responsables de más de la mitad de las crecidas (UNIZAR, 1990). La dinámica fluvial no estaba tan alterada por el hombre y entonces, coincidiendo con estas crecidas, se formaban y desaparecían con frecuencia nuevos galachos que actuaban a su vez como importantes laminadores de avenidas.

En la actualidad, debido a una mayor regulación desde los embalses, se observan pocas crecidas de 3000-4000 m<sup>3</sup>/s, capaces de generar galachos. Las únicas que tienen lugar actualmente y que inundan de vez en cuando la superficie del Galacho de Juslibol son crecidas ordinarias de caudales algo superiores a 1000 m<sup>3</sup>/s (ENSAYA, 2011).

En la *Estación de Aforo del Ebro en Zaragoza* podemos observar aproximadamente los mismos caudales mensuales y anuales en promedio que en la *Estación de Aforo del Ebro en Castejón* situada aguas arriba.

Las tablas 18 y 19 muestran los caudales que se han registrado en estas Estaciones de Aforo desde el 2003 hasta la actualidad y las figuras 20 y 21 indican la evolución de los caudales anuales máximos, mínimos y medios para el mismo periodo.

TABLA 18. CAUDALES REGISTRADOS EN LA ESTACIÓN DE AFORO DEL RÍO EBRO EN CASTEJÓN.

EBRO EN CASTEJÓN	Q MAX (m <sup>3</sup> /s)	Q MIN (m <sup>3</sup> /s)	Q MEDIO (m <sup>3</sup> /s)
2003	3320,00	21,00	245,15
2004	1431,60	0,00	214,83
2005	957,25	20,60	172,38
2006	2260,50	18,36	136,45
2007	2825,60	20,44	213,96
2008	2170,99	31,89	243,44
2009	1706,91	27,70	208,93
2010	1935,49	25,00	207,18
2011	1176,29	24,25	121,58



TABLA 19. CAUDALES REGISTRADOS EN LA ESTACIÓN DE AFORO DEL RÍO EBRO EN ZARAGOZA.

EBRO EN ZARAGOZA	Q MAX (m <sup>3</sup> /s)	Q MIN (m <sup>3</sup> /s)	Q MEDIO (m <sup>3</sup> /s)
2003	2988,00	21,70	272,55
2004	1217,65	30,20	237,79
2005	788,60	23,60	173,00
2006	1624,00	0,00	151,71
2007	2282,44	29,00	228,57
2008	1574,90	36,60	245,60
2009	1626,00	38,80	212,21
2010	1554,13	38,40	228,64
2011	374,41	34,19	122,05

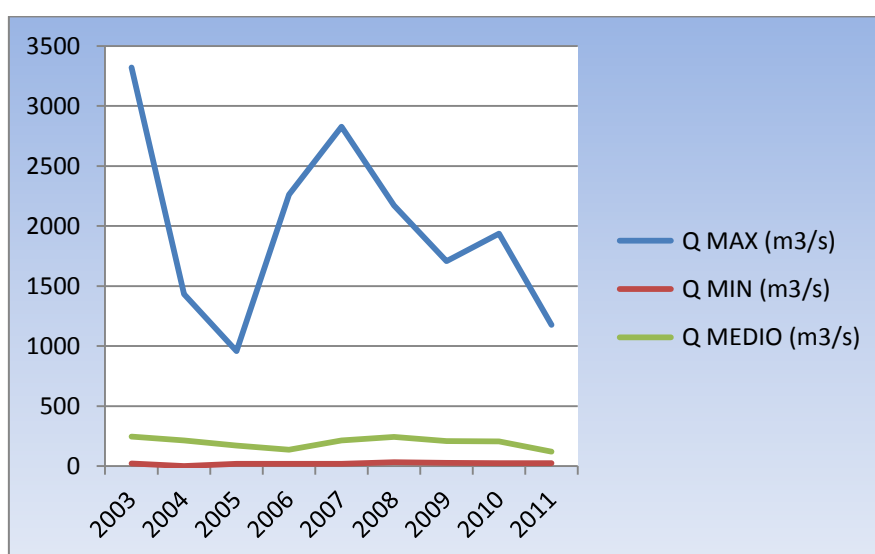


FIGURA 20. CAUDALES MEDIOS ANUALES REGISTRADOS EN LA ESTACIÓN DE AFORO DEL RÍO EBRO EN CASTEJÓN.

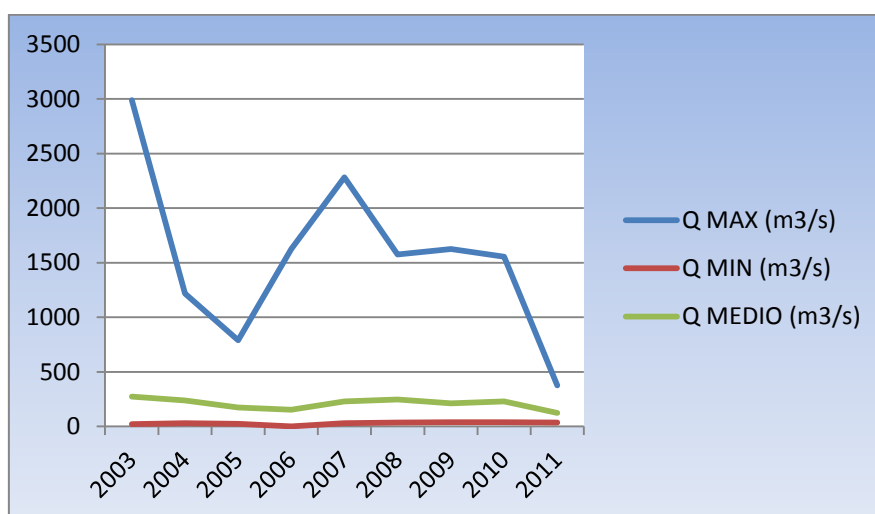


FIGURA 21. CAUDALES MEDIOS ANUALES REGISTRADOS EN LA ESTACIÓN DE AFORO DEL RÍO EBRO EN ZARAGOZA.

Si observamos la progresión en el tiempo de los caudales, vemos los máximos valores mensuales de caudal normalmente en *febrero/marzo/abril* y los mínimos en *septiembre/octubre*. De hecho, las crecidas en la zona de estudio suelen producirse generalmente en invierno, provenientes de la zona cantábrica o pirenaico-cantábrica; son fuertes y las más numerosas. En primavera las crecidas suelen ser más ocasionales, también de carácter fuerte provenientes de la fusión nival. Por último las que tienen lugar a finales de verano y otoño, más mediterráneas, se despliegan sobre la cuenca baja, con lo que son las que menos afectan al área de estudio (UNIZAR, 1990).

#### 2.5.2.3. RÉGIMEN HIDROLÓGICO Y BATIMÉTRICO EN EL GALACHO Y LAS LAGUNAS

Atendiendo al estudio realizado por URS para la CHE (CHE, 2010A), el régimen hidrológico en el Galacho de Juslibol, en el meandro, no ha experimentado grandes cambios en los últimos 4 años (del 2007 al 2010). Mediciones realizadas durante el periodo de aguas bajas han constatado que:

- ✓ En 2008 había disminuido el nivel del agua unos 20 cm por debajo de lo observado en 2007.
- ✓ Y, en 2009 y 2010 no había variado el nivel del agua con respecto a 2008.

Estas mediciones son puntuales y se han realizado mediante observación visual en un momento determinado, con un medidor del nivel de agua que permanece colocado en el Galacho en el mismo sitio desde el año 2007, por ello no pueden considerarse concluyentes.

Complementariamente a estos estudios, se han hecho recientemente otros más completos. A finales de mayo-primeros de junio de 2011 se ha realizado un estudio batimétrico para conocer cuál es actualmente la dinámica fluvial en el Galacho y en tres de sus lagunas (ECOTER, 2011).

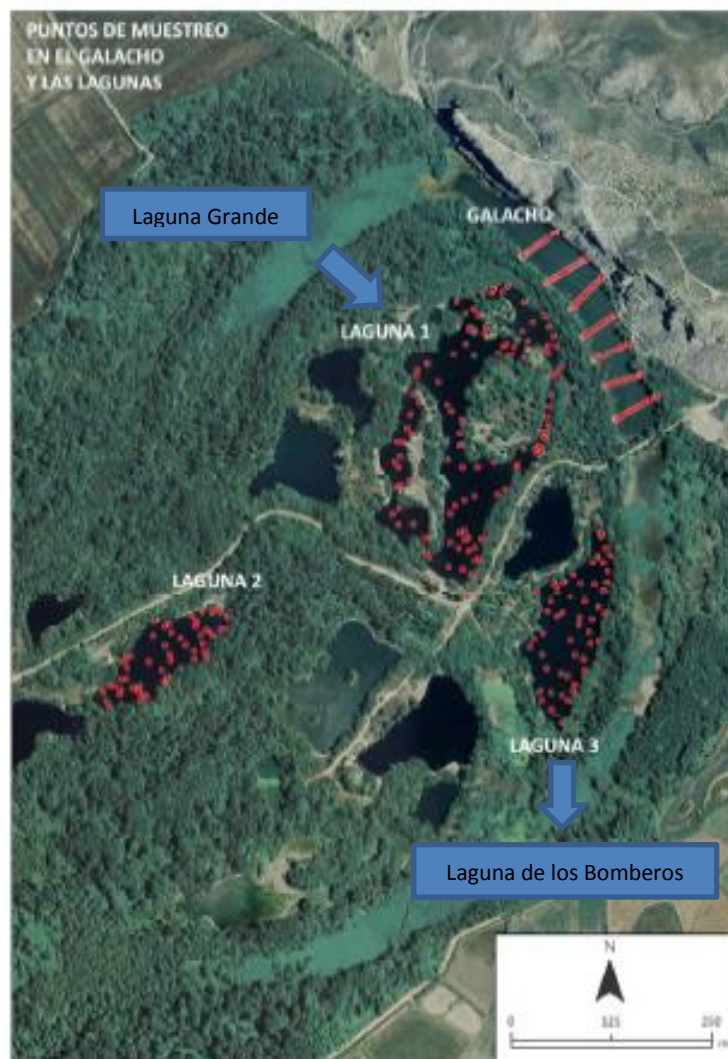


FIGURA 22. LOCALIZACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO (ECOTER, 2011).

Los resultados obtenidos en dicho estudio muestran que:

- En el *Galacho* se observan **dos tendencias de colmatación**: se incrementa hacia las orillas y también hacia el vado-puente.

La mayor parte de la superficie del galacho no supera 1 metro de profundidad y en la zona central es donde se localizan, aunque de forma no continuada, las zonas de mayor profundidad que oscilan entre 1,2 y 1,6 metros. Sólo una pequeña superficie hacia el inicio y final del galacho alcanza profundidades que rozan 1,80 metros.

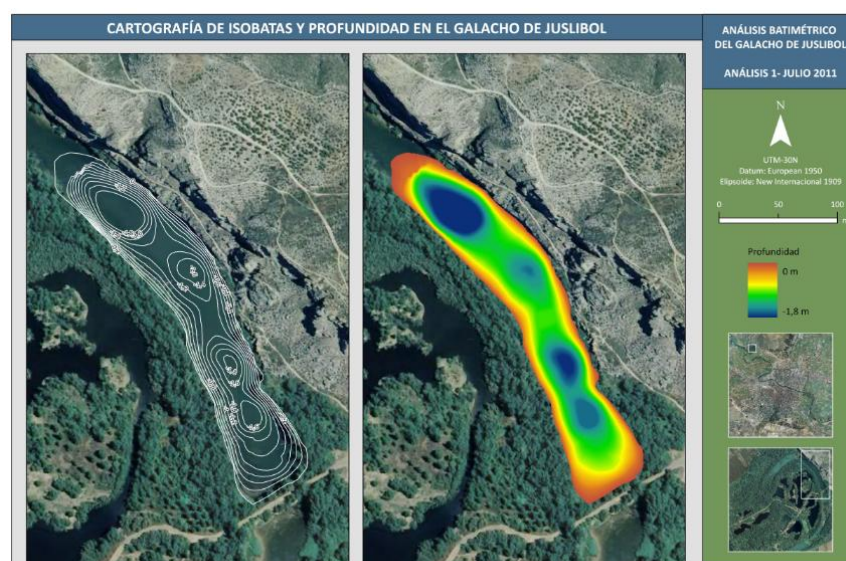


FIGURA 23. ANÁLISIS BATIMÉTRICO DEL GALACHO (ECOTER, 2011).

Este estudio batimétrico constata una **enorme colmatación en el Galacho (en el meandro)**. Es de gran interés seguir haciendo las mediciones de forma periódica para ver cuál es la tendencia del proceso y la velocidad a la que se está produciendo, ya que mediante una sola campaña de medición y análisis sólo pueden conocerse sus profundidades actuales, pero no su evolución espacial y temporal. Es necesario hacer mediciones y estudios batimétricos *dos veces al año* (en primavera y otoño) *al menos durante cinco años*.

- La **Laguna Grande** presenta profundidades que sobrepasan los 3 metros en el brazo situado más al oeste, alcanzando un valor máximo de 3,43 metros. Las profundidades que se ubican en el intervalo entre 2-3 metros se sitúan de forma dispersa y aislada en el brazo central de la laguna y que podría considerarse como principal. Por otro lado, las zonas menos profundas se corresponden con el brazo situado más al este, donde ninguna de las mediciones alcanza los 2 metros, así como en los contornos inmediatos a las orillas.



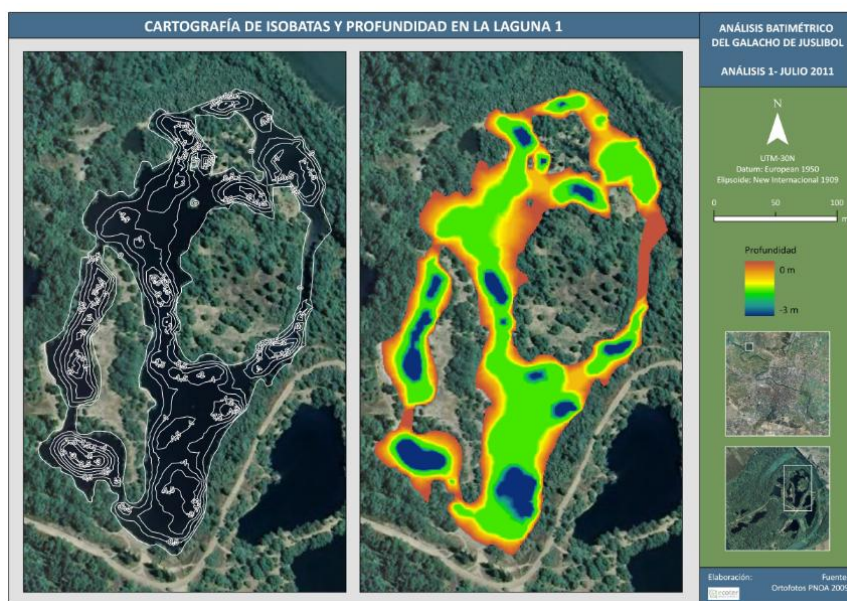


FIGURA 24. ANÁLISIS BATIMÉTRICO DE LA LAGUNA GRANDE (ECOTER, 2011).

- La **Laguna 2** tiene poca superficie en las orillas donde la profundidad es baja; se observa que ésta aumenta de forma brusca hacia el centro, lo que denota su carácter antrópico. La profundidad más elevada se alcanza aproximadamente en el centro de la laguna (4,06 metros). Una extensa superficie se sitúa entre los 3,50-4 metros y en el resto las profundidades oscilan entre los 2 metros y los 3,5 metros. Además de los valores de las orillas, se dispone de profundidades inferiores en el área central situada más al sureste.

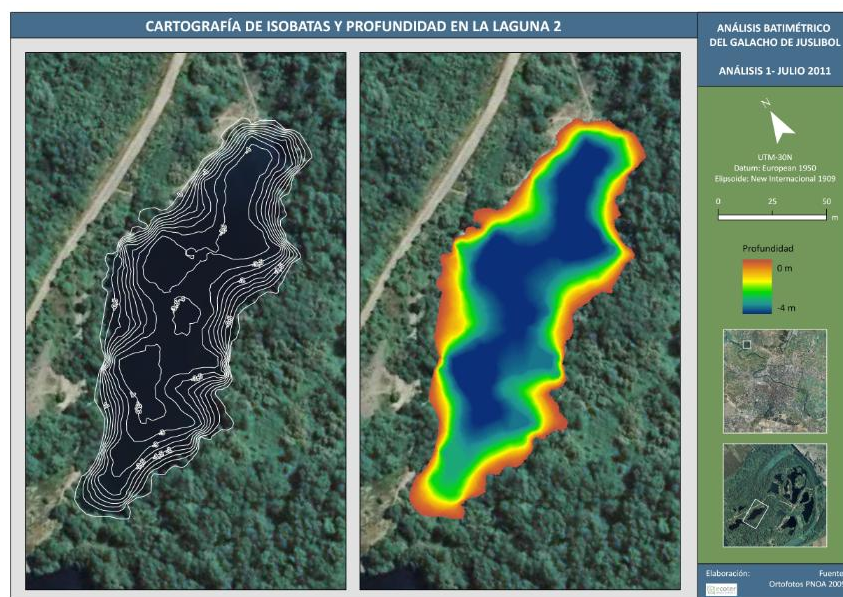


FIGURA 25. ANÁLISIS BATIMÉTRICO DE LA LAGUNA 2 (ECOTER, 2011).

- La **Laguna de los Bomberos** se caracteriza, igual que la Laguna 2, porque las profundidades van incrementándose hacia el centro, si bien en este caso los valores más elevados se localizan en el área norte. En esta laguna se alcanzan los valores más elevados de profundidad de todos los analizados, siendo la mayor profundidad 4,53 metros. El resto de la laguna supera los 3 metros en una amplia extensión, aproximándose en algunos casos puntuales a zonas muy próximas a las orillas. En la zona más al sur los valores oscilan entre los 2 y 3 metros, mientras que las profundidades inferiores se restringen a las áreas inmediatas a las orillas.

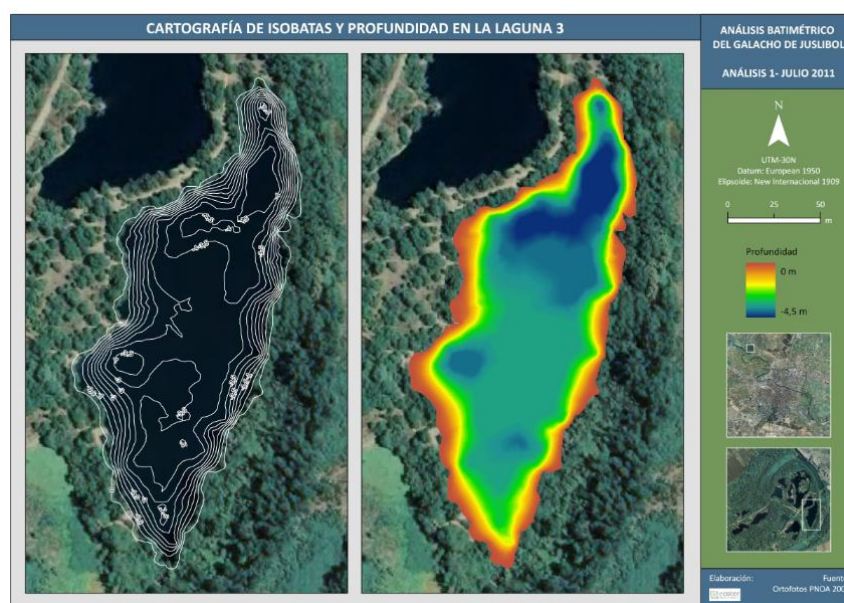


FIGURA 26. ANÁLISIS BATIMÉTRICO EN LA LAGUNA DE LOS BOMBEROS (ECOTER, 2011).

También en este caso es interesante conocer cómo evoluciona la batimetría de las tres lagunas analizadas, por ello se considera conveniente hacer mediciones y estudios batimétricos *dos veces al año* (en primavera y otoño) *al menos durante cinco años*.

### 2.5.3. CALIDAD DE LAS AGUAS EN LA ZONA DE ESTUDIO

#### 2.5.3.1. CALIDAD DE LAS AGUAS EN LA MASA DE AGUA SUBTERRÁNEA ASOCIADA

El Galacho de Juslibol (el meandro) y las Lagunas se encuentran conectados con la masa de agua subterránea que hay debajo (058 denominada “*Aluvial del Ebro en Zaragoza*”), por lo tanto la calidad que presentan sus aguas tiene relación con la de la masa de agua subterránea sobre la que se asienta. Esta masa de agua se localiza en un acuífero libre, formado por materiales altamente permeables, con un espesor no saturado poco importante, lo que la convierte en una masa de agua fácilmente vulnerable a la contaminación (Gobierno de Aragón & UNIZAR, 1994).

Atendiendo a los criterios de la DMA es necesario llevar a cabo un control del estado químico en todas las masas de agua subterránea de la cuenca y, si presentan un estado químico inferior a bueno, proponer medidas correctoras para que alcancen el buen estado en 2015 o con prórrogas en 2021 o 2027.

Según los estudios realizados en los últimos años (2007 al 2010) por la CHE esta masa de agua subterránea presenta:

- ✓ una presión destacable en algunos puntos proveniente de **contaminaciones por fuentes puntuales, de origen industrial**, con presencia de *hidrocarburos, metales pesados* (plomo, arsénico, cadmio, cobre e hierro) y *contaminantes orgánicos volátiles* (tricloroetileno y percloroetileno).
- ✓ afección por **contaminación difusa, de origen agrario**, ante la presencia de *nitratos* en el 34% de la masa de agua. Según el Real Decreto 1514/2009 se considera que una masa de agua se encuentra afectada por nitratos si se han obtenido algún año promedios anuales mayores a 50 mg/l NO<sub>3</sub><sup>-</sup>.

*Para la evaluación del estado químico hay que tener en cuenta si la superficie afectada por la contaminación puntual o difusa es mayor al 20% de la superficie total de la masa de agua.*

En el caso de esta masa de agua subterránea la contaminación puntual es menor al 20% por lo que no tiene en cuenta, pero para la contaminación difusa al ser mayor al 20% (34%), sí se considera una presión significativa y se tiene en cuenta para la evaluación del **Estado Químico**, cuyo resultado se considera **Malo** atendiendo a esto.

La zona afectada por nitratos se corresponde con el Aluvial del Ebro entre Pinseque y La Alfranca y, el Aluvial Bajo del Huerva.



FIGURA 27. PERÍMETRO DE DELIMITACIÓN DE LA ZONA AFECTADA POR NITRATOS EN LA MASA DE AGUA 058 Y UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO (CHE, 2010B).

Por todo ello la masa de agua 058 presenta un impacto *comprobado* (al incumplir, como queda reflejado en el informe, las normas de calidad ambiental por exceso de nitratos) y se encuentra *en riesgo seguro* de incumplir la DMA en 2015.

*La clasificación de su estado final quedará determinada por el peor valor de su estado cuantitativo y su estado químico.* De esta manera, teniendo en cuenta que:

✚ el **Estado Cuantitativo** es **Bueno**

✚ y, el **Estado Químico** es **Malo**

La masa de agua subterránea, de forma global, presenta un **Estado Malo**.

Según el Proyecto del Plan Hidrológico de la cuenca del Ebro se prevé que esta masa de agua subterránea con medidas correctoras *alcance el buen estado en 2021 o en 2027*.



Las medidas correctoras propuestas en el Proyecto del Plan para esta masa de agua son las siguientes:

- ✓ Sellado en la zona no saturada en captaciones destinadas al uso de abastecimiento urbano para minimizar los problemas debido a la contaminación difusa por nitratos.

Esta masa de agua subterránea ha sido objeto de un detallado estudio de caracterización adicional (MMA-IGME, 2005). En él se destacan las notables variaciones de espesor del acuífero y se recoge una estratificación química del agua que manifiesta como los niveles más profundos albergan una contaminación más intensa.

- ✓ Disminución del aporte de contaminantes por nitratos por modernización de regadíos en zona dominada por el Canal Imperial.
- ✓ Eliminación de la fase libre de hidrocarburos.
- ✓ Medidas correctoras en foco.
- ✓ Atenuación natural monitorizada.
- ✓ Retirada de suelos contaminados.
- ✓ Aplicación de tratamientos para la remediación de la contaminación por metales pesados.

#### 2.5.3.2. CALIDAD DE LAS AGUAS EN LA MASA DE AGUA SUPERFICIAL ASOCIADA

También hay que considerar que el Galacho de Juslibol y Las Lagunas se inundan periódicamente con aguas que provienen del río Ebro.

Este tramo de río donde se localiza el Galacho se corresponde con *la masa de agua superficial de la categoría río 452, denominada “Río Ebro desde el río Jalón hasta el río Huerva”*, perteneciente al tipo 17 “Grandes ejes en ambiente mediterráneo”.

En el caso de las masas de agua de la categoría río para determinar el Estado Ecológico se utilizan:

- **Indicadores de calidad biológicos:** fauna bentónica de invertebrados, diatomeas y macrófitos.
- **Indicadores de calidad físico-químicos:** generales (conductividad, pH, nitratos, fosfatos, fósforo total y oxígeno disuelto) y específicos (amonio total, nitritos, DQO y sustancias preferentes).
- **Indicadores de calidad hidromorfológicos:** IHF (Índice de Hábitat Fluvial) y QBR (Calidad del Bosque de Ribera).

Dentro de los indicadores biológicos para la determinación del estado ecológico, actualmente no se están teniendo en cuenta los *macrófitos* ya que, hasta el momento, no se disponen de condiciones de referencia para este índice.

Tampoco se tienen en cuenta dentro de los indicadores biológicos a la *fauna íctica*, puesto que la mayoría de los peces que hay son introducidos (exóticos) y no se sabe todavía cuál es la mejor forma para tenerlos en cuenta. Se están realizando estudios en este sentido con el fin de poder incluirlos en el futuro en las redes de control.

Como ya se ha comentado, el río Ebro presenta una gran cantidad de peces exóticos invasores que, durante las inundaciones, son dispersados al Galacho y sus Lagunas con la problemática que esto plantea.

Las especies invasoras tienen una rápida propagación y expansión al ser de fácil adaptación al medio, tienen una alta tasa de reproducción y no tienen depredadores naturales. Esto provoca una desestabilización en los ecosistemas acuáticos en los que se instalan lo que amenaza el cumplimiento de los objetivos medioambientales establecidos en el artículo 4 de la DMA (CHE, 2011).

Los resultados obtenidos por la CHE en los muestreos anuales que realiza, indican que el **Estado Ecológico** de esta masa de agua en 2008 fue bueno, pero en los últimos años (2009 y 2010) ha sido “**Moderado**” debido a los indicadores biológicos. En concreto han sido los macroinvertebrados (índice IBMWP) los que han mostrado este estado inferior a bueno al pasar de un valor de 106 en 2008, a 95 en 2009 y a 90 en 2010. El límite del IBMWP para indicar que son aguas de buena calidad se encuentra en 101 en este tipo.

La razón de esta disminución se debe a que en 2008 se encontraron un mayor número de familias presentes y algunas típicas de aguas poco contaminadas, entre ellas algunos efemerópteros, como por ejemplo, Heptageniidae o Leptophlebiidae, que puntúan alto y que no aparecieron el resto de años.

TABLA 20. FAMILIAS DE MACROINVERTEBRADOS ENCONTRADOS EN LA MASA DE AGUA 452.

2008	2009	2010
Atydae	Anomopoda	Ancylidae
Baetidae	Asellidae	Anomopoda
Caenidae	Atydae	Asellidae
Chironomidae	Baetidae	Atydae
Coenagrionidae	Caenidae	Baetidae
Copepoda	Ceratopogonidae	Caenidae
Corixidae	Chironomidae	Chironomidae
Dolichopodidae	Coenagrionidae	Copepoda
Ephydriidae <sup>7</sup>	Copepoda	Corixidae
Gammaridae	Corixidae	Erpobdellidae
Gerridae	Dolichopodidae	Gammaridae
Heptageniidae	Erpobdellidae	Gerridae
Hidracarina	Gammaridae	Glossiphoniidae
Hydrobiidae	Gerridae	Hidracarina
Hydropsychidae	Glossiphoniidae	Hydrobiidae
Leptophlebiidae	Hidracarina	Hydropsychidae
Ostracoda	Hydrobiidae	Hydroptilidae
Lymnaeidae	Hydropsychidae	Limoniidae+Pediidae
Nematoda	Hydroptilidae	Lymnaeidae
Oligochaeta	Limoniidae+Pediidae	Neritidae
Ostracoda	Nematoda	Oligochaeta
Physidae	Oligochaeta	Ostracoda
Polymitarcidae	Ostracoda	Ostracoda
Psychodidae	Polymitarcidae	Psychodidae
Stratiomyidae		

Los macroinvertebrados presentan la ventaja de que reflejan las condiciones existentes tiempo atrás, mientras que los métodos físico-químicos ofrecen una visión más puntual del estado de las aguas centrada en el momento en el que se realiza el muestreo.

<sup>7</sup> Figuran en amarillo las familias que no se han encontrado todos los años.

Por último, para determinar el estado de la masa de agua que nos ocupa es necesario conocer también su ***Estado Químico***, que se define como una expresión del grado de cumplimiento de las normas de calidad ambiental (en adelante, NCA) establecidas reglamentariamente para los contaminantes presentes en una masa de agua superficial. Actualmente se encuentran reguladas mediante el *Real Decreto 60/2011, de 21 de enero, sobre normas de calidad ambiental en el ámbito de la política de aguas*.

Una masa de agua no alcanza el buen estado químico cuando en cualquiera de los puntos de muestreo utilizados para representar su calidad, se da alguna de las condiciones siguientes:

- ✓ La media aritmética de las concentraciones medidas distintas veces durante el año en cada punto de muestreo supera la NCA-MA (norma de calidad ambiental-media aritmética).
- ✓ Algún valor puntual esté por encima de la NCA-CMA (norma de calidad ambiental-concentración máxima admisible).
- ✓ O si se supera alguna de las NCA para la biota.

La masa de agua 452 alcanza el **Buen Estado Químico** durante el periodo 2008-2010 al no cumplirse ninguna de las tres condiciones.

*El estado final de la masa de agua superficial resulta ser el peor valor entre el estado ecológico y el estado químico.* De esta manera, teniendo en cuenta que:

✚ el **Estado Ecológico** es **Moderado**  
✚ y, el **Estado Químico** es **Bueno**

La masa de agua superficial, de forma global, presenta un **Estado Moderado**, es decir, **inferior a bueno**, ya que su estado ecológico es moderado desde el año 2009 por la presencia de menor número de familias de macroinvertebrados en la masa de agua, junto con familias que habitan ambientes que toleran más la contaminación (puntuán menos).

Este cambio de estado de la masa de agua a un estado moderado *se considera temporal y por ahora no se ha considerado significativo*, parece ser que han influido los menores caudales registrados estos últimos años (2009 y 2010) en la zona de estudio, como se aprecia en los datos de caudales medios de las estaciones de aforo del río Ebro en Castejón y del río Ebro en Zaragoza (consultar las páginas 64 y 65 del Informe). Por ello, el Proyecto del Plan Hidrológico de la cuenca del Ebro no ha considerado necesario tomar medidas adicionales en este sentido.

Sin embargo, la CHE es consciente de que se están produciendo cambios en esta masa de agua y, desde que en época de aguas bajas han aparecido blooms de macrófitos en el río Ebro a su paso por Zaragoza, está realizando mayores estudios en este aspecto. Los resultados obtenidos indican que los cambios en la masa de agua se deben a la suma del posible impacto de las obras de la Expo sobre la hidromorfología del cauce, al azud del Ebro construido en 2008 (en el barrio de Vadorrey) que permite un flujo estable de agua en el río, a la presencia del canal navegable que crea un efecto de “dos cauces a distinta velocidad”, a la contaminación difusa y a la disminución de los niveles de materia en suspensión y fosfatos por las depuradoras que propician una mayor claridad en las aguas.

#### 2.5.3.3. CALIDAD DE LAS AGUAS EN EL GALACHO DE JUSLIBOL

El Galacho de Juslibol (meandro), como ya se ha comentado, forma parte de la red de seguimiento del estado ecológico de los lagos de la cuenca del Ebro de la CHE. Se lleva estudiando desde el año 2007.

Los resultados obtenidos para los indicadores biológicos se muestran en la tabla 21.

- Indicadores biológicos:

TABLA 21. RESULTADOS DE LOS INDICADORES DE CALIDAD BIOLÓGICOS (CHE, 2010A).

PARÁMETROS	MÉTRICAS	03/08/2007	16/09/2008	17/07/2009	06/08/2010
<b>Fitoplancton</b>	InGA	1,79	0,48	0,53	0,58
	Clo (mg/m <sup>3</sup> )	11,86	10,15	16,77	13,77
	Biovolumen (mm <sup>3</sup> /l)	8,42	2,51	11,52	9,3
<b>Otra Flora Acuática</b>	Riqueza específica	4	4	4	4
	Cobertura total de helófitos (%)	25	30	30	30
<b>Fauna Bentónica de Invertebrados</b>	QAELS	7,58	3,49	5,69	3,65

Estos valores se comparan con los valores de referencia y los límites entre fronteras de clases de estado para el ecotipo 26. *“Interior en cuenca de sedimentación, de origen fluvial, tipo meandro abandonado”*.

TABLA 22. CONDICIONES DE REFERENCIA Y VALORES FRONTERA ESTABLECIDOS POR EL CEDEX EN 2010 (CEDEX, 2010A).

Tipología	Valor de ref.	Niveles de calidad determinados mediante la evaluación de la "Concentración de Clorofila-a" (mg/m <sup>3</sup> )				
Tipo 26: Interior en cuenca de sedimentación, de origen fluvial, tipo meandro abandonado	5,5	<b>MB</b>	<b>B</b>	<b>Mod</b>	<b>Def</b>	<b>Malo</b>
		(<8,3) ( <b>&gt;0,66</b> ) <sup>8</sup>	(8,3-11,9) (0,66-0,46)	(12,0-21,2) (0,45-0,26)	(21,3-40,0) (0,25-0,13)	(>40,0) ( <b>&lt;0,13</b> )

TABLA 23. CONDICIONES DE REFERENCIA Y VALORES FRONTERA CALCULADOS A PARTIR DE LOS LAGOS DE REFERENCIA DEL ESTUDIO DE LAGOS DE LA CHE (CHE, 2010A).

Tipología	Valor de ref.	Niveles de calidad determinados mediante la evaluación de la "Riqueza específica de macrófitos"				
Tipo 26: Interior en cuenca de sedimentación, de origen fluvial, tipo meandro abandonado	8	<b>MB</b>	<b>B</b>	<b>Mod</b>	<b>Def</b>	<b>Malo</b>
		(>4) ( <b>&gt;0,62</b> )	(4) (0,50 -0,62)	(3) (0,38-0,49)	(2) (0,25-0,37)	(<2) ( <b>&lt;0,25</b> )

TABLA 24. CONDICIONES DE REFERENCIA Y VALORES FRONTERA ESTABLECIDOS POR EL CEDEX EN 2010 (CEDEX, 2010A).

Tipología	Valor de ref.	Niveles de calidad determinados mediante la evaluación de la "Cobertura total de helófitos"				
Tipo 26: Interior en cuenca de sedimentación, de origen fluvial, tipo meandro abandonado	80	<b>MB</b>	<b>B</b>	<b>Mod</b>	<b>Def</b>	<b>Malo</b>
		(> 75) ( <b>&gt;0,83</b> )	(75-50) (0,83-0,56)	(49-25) (0,55-0,28)	(24-1) (0,27-0,01)	0 (0)

<sup>8</sup> Los valores en negrita se corresponden con el EQR, valor estandarizado entre límites de estado que oscila entre 0 y 1.

TABLA 25. CONDICIONES DE REFERENCIA Y VALORES FRONTERA DEL ESTUDIO DE LAGOS DE LA CHE, ADAPTADOS A LA CUENCA DEL EBRO (CHE, 2010A).

Tipología	Valor de ref.	Niveles de calidad determinados mediante la evaluación del QAELS				
		MB	B	Mod	Def	Malo
Tipo 26: Interior en cuenca de sedimentación, de origen fluvial, tipo meandro abandonado	4,38	(>4,34) (>0,98)	(3,25-4,34) (0,74-0,98)	(2,16-3,24) (0,49-0,74)	(1,06-2,15) (0,24-0,49)	(<1,06) (<0,24)

- Indicadores hidromorfológicos:

TABLA 26. RESULTADOS DE LOS INDICADORES HIDROMORFOLÓGICOS (CHE, 2010A).

RÉGIMEN HIDROLÓGICO
En el muestreo de 2008 se apreció una disminución del nivel del agua de unos 20 cm por debajo del observado en 2007.
En los muestreos realizados en 2009 y 2010 no se apreció variación del nivel de agua respecto al observado en 2008.
Presenta conexión con aguas subterráneas, en concreto con el sistema aluvial del Ebro en Zaragoza.
CONDICIONES MORFOLÓGICAS
La superficie del Galacho es de aproximadamente 54 hectáreas. Su profundidad máxima es aproximadamente de 2m.
La cubeta presenta una pendiente dominante inferior al 25% al igual que la zona litoral.
La zona litoral del estanque está ocupada por un anillo de helófitos ( <i>Scirpus lacustris</i> , <i>Phragmites australis</i> y <i>Typha sp.</i> ).

- Indicadores físico-químicos:

TABLA 27. RESULTADOS DE LOS ELEMENTOS DE CALIDAD FÍSICO-QUÍMICOS (CHE, 2010A).

PARÁMETROS	MÉTRICAS	03/08/2007		16/09/2008	
		VALOR	ESTADO SEGÚN IC.FQ	VALOR	ESTADO SEGÚN IC.FQ
Transparencia	Disco de Secchi (m)	0,2	NC	1,0 (fondo)	NC
	Turbidez (Clases)	4	NC	3	NC
	Color	marrón grisáceo	NC	verde marronoso	NC
Condiciones térmicas	Temperatura (°C)	21,2	NC	23,9	NC
Cond. de oxigenación	O2 disuelto (mg/l)	10,1	NC	10,7	NC
Salinidad	Conductividad (µS/cm)	2993	NA	3540	NA
Estado de acidificación	pH (unid.)	7,9	NA	8,7	NA
	Alcalinidad total (meq/l)	2,21	NA	1,52	NA

PARÁMETROS	MÉTRICAS	03/08/2007		16/09/2008	
		VALOR	ESTADO SEGÚN IC.FQ	VALOR	ESTADO SEGÚN IC.FQ
<b>Condiciones relativas a los nutrientes</b>	NH <sub>4</sub> (mg/l)	0,2	NC	0,25	NC
	NO <sub>3</sub> (mg/l)	1,087	NC	0,925	NC
	NO <sub>2</sub> (mg/l)	0,023	NC	0,008	NC
	P-PO <sub>4</sub> (mg/l)	0,01	NC	0,007	NC
	P total (mg/l)	0,11	A	0,053	NA

PARÁMETROS	MÉTRICAS	17/07/2009		06/08/2010	
		VALOR	ESTADO SEGÚN IC.FQ	VALOR	ESTADO SEGÚN IC.FQ
<b>Transparencia</b>	Disco de Secchi (m)	-	NC	-	NC
	Turbidez (Clases)	4	NC	1	NC
	Color	verde grisáceo	NC	verde marronoso	NC
<b>Condiciones térmicas</b>	Temperatura (°C)	26,8	NC	26,4	NC
<b>Cond. de oxigenación</b>	O <sub>2</sub> disuelto (mg/l)	10,4	NC	12	NC
<b>Salinidad</b>	Conductividad (μS/cm)	2450	NA	>3000	NA
<b>Estado de acidificación</b>	pH (unid.)	8,3	NA	8,4	NA
	Alcalinidad total (meq/l)	1,41	NA	2,51	NA
<b>Condiciones relativas a los nutrientes</b>	NH <sub>4</sub> (mg/l)	0,2	NC	-	NC
	NO <sub>3</sub> (mg/l)	0,564	NC	0,143	NC
	NO <sub>2</sub> (mg/l)	0,022	NC	0,013	NC
	P-PO <sub>4</sub> (mg/l)	0,016	NC	0,031	NC
	P total (mg/l)	0,103	A	0,054	NA

NA: No Alterado, A: Alterado, NC: No Computa

**Turbidez (Clases):** 1(transparentes); 2 (algo turbias); 3 (turbias) y 4 (muy turbias).

De la misma manera para los elementos físico-químicos se comparan estos valores con los de referencia y con los valores frontera establecidos.



TABLA 28. CONDICIONES ESPECÍFICAS PARA LA MÉTRICA CONDUCTIVIDAD (MICROSIEMENS/CM) ESTABLECIDOS POR EL CEDEX EN 2010 (CEDEX, 2010D).

Tipología	Muy Bueno		Bueno		Moderado o Inferior	
	Límite inferior	Límite superior	Límite inferior	Límite superior	Límite inferior	Límite superior
Tipo 26: Interior en cuenca de sedimentación, de origen fluvial, tipo meandro abandonado	476	3149	400	3600	3601	399

En el caso de la conductividad puede parecer complicado entender los límites propuestos. El rango óptimo es el central y conforme nos alejamos hacia valores inferiores o superiores disminuye la calidad porque se aleja del óptimo. El esquema con los intervalos sería el siguiente:

Moderado o Inferior	Bueno	Muy Bueno	Bueno	Moderado o Inferior
400	476	3149	3600	

TABLA 29. CONDICIONES ESPECÍFICAS PARA LA MÉTRICA PH ESTABLECIDOS POR EL CEDEX EN 2010 (CEDEX, 2010D).

Tipología	Bueno o Superior		Moderado o Inferior	
	Límite inferior	Límite superior	Límite inferior	Límite superior
Tipo 26: Interior en cuenca de sedimentación, de origen fluvial, tipo meandro abandonado	7,0	9,5	9,5	7

En cuanto al pH, se indica que el rango óptimo está entre 7 y 9,5. Fuera de esos límites el estado sería “moderado o inferior”.

A continuación se recogen los límites para la métrica “Alcalinidad” y Fósforo total establecidos por el CEDEX.

TABLA 30. CONDICIONES ESPECÍFICAS PARA LA MÉTRICA ALCALINIDAD (MILIEQUIVALENTES/L) ESTABLECIDOS POR EL CEDEX EN 2010 (CEDEX, 2010D).

Tipología	Muy Bueno		Bueno		Moderado o Inferior	
	Límite inferior	Límite superior	Límite inferior	Límite superior	Límite inferior	Límite superior
Tipo 26: Interior en cuenca de sedimentación, de origen fluvial, tipo meandro abandonado	0,75		0,5	0,74		0,5

TABLA 31. CONDICIONES ESPECÍFICAS PARA LA MÉTRICA FÓSFORO TOTAL (MILIGRAMOS/M<sup>3</sup>) ESTABLECIDOS POR EL CEDEX EN 2010 (CEDEX, 2010D).

Tipología	Muy Bueno		Bueno		Moderado o Inferior	
	Límite inferior	Límite superior	Límite inferior	Límite superior	Límite inferior	Límite superior
Tipo 26: Interior en cuenca de sedimentación, de origen fluvial, tipo meandro abandonado		30		80	80,1	

De esta manera el estado ecológico para el Galacho de Juslibol (meandro) ha resultado ser el siguiente:

TABLA 32. ESTADO ECOLÓGICO DEL GALACHO DE JUSLIBOL (MEANDRO), AÑOS 2007 A 2010 (CHE, 2010A).<sup>9</sup>

Evaluación del ESTADO ECOLÓGICO DEL LAGO									
	Índice	2007		2008		2009		2010	
		Valor Índice	Nivel calidad	Valor Índice	Nivel calidad	Valor Índice	Nivel calidad	Valor Índice	Nivel calidad
Fitoplancton	Conc. Clorofila (mg Clo- <i>a</i> /m <sup>3</sup> )	11,86	Mod	10,15	B	16,77	Mod	13,77	Mod
	Blovol. total fitopl. (mm3/L)	(c)	-	(c)	-	(c)	-	(c)	-
	InGa	(c)	-	(c)	-	(c)	-	(c)	-
	Nivel de calidad FITOPLANCTON	Mod		B		Mod		Mod	
Otra Flora Acuática	Riqueza especif. macrofitos	4	B	4	B	4	B	4	B
	% cinturón helófitos	26%	Def	30%	Def	30%	Def	30%	Def
	Nivel de calidad OTRA FLORA ACUÁTICA	Mod		Mod		Mod		Mod	
Invertebrados	QAELS <sub>Macro</sub>	7,58	MB	3,49	B	5,69	MB	3,65	B
	Nivel de calidad FAUNA BENTÓNICA INV.	MB		B		MB		B	
Estado ecológico según elementos de calidad biológicos		Mod		Mod		Mod		Mod	
Cond. físico-químicas del lago		Mod o Inferior		B		Mod o Inferior		B	
Cond. hidromorfológicas del lago		B o Inferior		B o Inferior		B o Inferior		B o Inferior	
		Def		Mod		Def		Mod	

Se observa que presenta un **Estado Ecológico** que oscila entre “**Deficiente**” (en 2007 y 2009) y “**Moderado**” (en 2008 y 2010). Anteriormente se ha comentado que el criterio establecido por la CHE es, en mi opinión, demasiado estricto y no se adecuaba del todo a los requisitos de la DMA, por lo que yo me inclinaría a decir que los resultados obtenidos serían “Moderado” todos los años. En cualquier caso su **Estado Ecológico siempre resulta**

<sup>9</sup> Siguiendo con los criterios anteriormente expuestos, en mi opinión los estados ecológicos de 2007 y 2009 serían “Moderados” en vez de “Deficientes”.

**inferior a bueno**, con lo que se prevé que no va a cumplir con los objetivos medioambientales que marca la DMA para 2015, que es el de alcanzar un estado, al menos, bueno.

Los elementos de calidad biológicos responsables son el *Fitoplancton* y *Otra Flora Acuática* y dentro de los físico-químicos el *Fósforo total*. Analizando los resultados uno a uno se aprecia que:

- Presenta **altos niveles en la concentración de clorofila-a** en los años 2007, 2009 y 2010 (oscila entre los 11,86 y los 16,77 mg/m<sup>3</sup>, valores normales serían de 0-11 mg/m<sup>3</sup>).
- Muestra **valores bajos del elemento de calidad Otra Flora Acuática** todos los años, ya que existe un *bajo porcentaje de cobertura total de helófitos* con respecto al que cabría esperar debido a la tipología a la que pertenece -ecotipo 26- (resultados obtenidos entre el 25-30% de cobertura cuando deberían oscilar entre el 50-100%).
- Tiene **altos niveles de fósforo total** en 2007 y 2009 (110-113 mg/m<sup>3</sup>, deberían oscilar entre 0 y 80 mg/m<sup>3</sup>).
- La **turbidez de las aguas ha sido elevada** todos los años (aguas entre turbias y muy turbias).
- Las comunidades de invertebrados están dominadas por **oligoquetos y quironómidos**, especies tolerantes a la contaminación de las aguas.

Las razones de estos malos resultados en el meandro del Galacho radican en:

- ✓ **la presencia de contaminación difusa:** existe un exceso de nutrientes en las *aguas provenientes de la acequia del Rabal* (aguas del Gállego) que puntualmente vierten en el antiguo meandro y, *en la masa de agua subterránea*, con la que tiene una alta conexión, que presenta altos niveles de nitratos. Esto provoca un enriquecimiento excesivo en sustancias nutritivas en las aguas que se denomina eutrofización, cuyo factor limitante es el fósforo.

- ✓ **la alta presencia de especies de ciprínidos:** hay elevadas poblaciones de peces exóticos en el meandro que desestabilizan el ecosistema.

Con el fin de mejorar su estado ecológico las medidas correctoras que se proponen en el meandro deben centrarse en un *mayor control de los nutrientes en la acequia y en la masa de agua subterránea*, así como un *control de las poblaciones de ciprínidos*.

#### 2.5.3.4. CALIDAD DE LAS AGUAS EN LAS LAGUNAS DEL GALACHO DE JUSLIBOL

En 2010 se ha realizado un estudio para ver las **comunidades de peces** existentes en tres de las lagunas del Galacho de Juslibol, comprobándose si presentan o no mejillón cebra en dos de ellas (CEBCAT&GROUP DE NATURA FREIXE-FLIX, 2010).



FIGURA 28. UBICACIÓN DE LAS LAGUNAS ESTUDIADAS, DEL GALACHO Y DEL RÍO EBRO (CEBCAT&GROUP DE NATURA FREIXE-FLIX, 2010).

La primera de las lagunas estudiadas es la *Laguna del Centro de Información* que tiene una profundidad máxima de 2 metros. Esta laguna es un sistema de reciente creación, dónde se puede controlar el nivel del agua debido a que se abastece con agua de la acequia del Rabal, procedente del río Gállego. La Laguna presenta un cinturón de motas de tierra que la aísla de las otras lagunas.

La comunidad de peces está formada por el *alburno*<sup>10</sup>, el *barbo común*, la *carpa*, el *carpín* y el *pez gato*, que es la especie más abundante en % de individuos, presentando el 78% de las capturas. En biomasa, la especie más abundante es la carpa.

Otra de las lagunas estudiadas es la *Laguna de los Bomberos* en la que también se ha estudiado el perfil batimétrico. Tiene una profundidad máxima de unos 4 metros. Esta laguna tiene una elevada conexión con el río Ebro durante los periodos de inundación del meandro.

La comunidad de peces lo constituye el *alburno*, la *carpa* (23% de las capturas), la *lucioperca*, la *perca americana*, el *pez gato* (58% de las capturas) y el *pez sol*. La profundidad de la laguna beneficia el que se haya establecido una población estable de perca americana.

Por último se ha estudiado la *Laguna Grande*, en la que también se ha realizado un estudio batimétrico. Ésta tiene una profundidad máxima de 2,5 metros. En periodos de inundación también se comunica con las otras lagunas, pero presenta un nivel de aislamiento superior al de la Laguna de los Bomberos.

Seis especies forman la comunidad de peces de esta laguna: el *barbo común* (1% de las capturas), la *carpa*, el *carpín*, la *perca americana*, el *pez gato* (78% de las capturas) y el *rutilo*. En esta laguna la perca americana tiene una abundancia destacable al igual que la carpa, lo que dificulta el crecimiento de macrófitos.

---

<sup>10</sup> Las especies de peces en color rojo son especies incluidas en el *Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras* y las de color verde son las especies incluidas en el *Listado de Especies Exóticas con Potencial Invasor*, según el Real Decreto 1628/2011, de 14 de noviembre, por el que se regula el Listado y Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras.



El estudio concluye que la práctica totalidad de las especies encontradas en estas lagunas son especies exóticas invasoras (el 99,17%). El **listado de las especies** presentes es el siguiente:

- **Carpa**<sup>11</sup> (*Cyprinus carpio*): remueve los sedimentos del fondo de las lagunas causando problemas para el crecimiento de los macrófitos.
- **Carpín** (*Carassius auratus*): pez resistente a condiciones desfavorables de contaminación y falta de oxígeno, tiene un régimen alimenticio típicamente omnívoro.
- **Lucioperca** (*Sander lucioperca*): se caracteriza por ser un importante piscívoro.
- **Perca Americana** (*Micropterus salmoides*): igualmente es un importante piscívoro.
- **Pez Gato** (*Ameiurus melas*): se alimenta de peces y de anfibios, existe una población considerable en todos los lagos.
- **Pez Sol** (*Lepomis gibbosus*): afecta de manera importante a las puestas de los anfibios.
- **Alburno** (*Alburnus alburnus*): afecta al zooplancton y al fitoplancton de la columna de agua.
- **Rutilo** (*Rutilus rutilus*): igual que sucede con el alburno afecta al zooplancton y al fitoplancton de la columna de agua.
- **Barbo común** (*Barbus graellsii*): es la única especie autóctona que se ha encontrado.

Según el estudio, los **factores** que pueden dificultar el establecimiento de poblaciones de especies autóctonas de peces en las lagunas son los siguientes:

- ✚ Las lagunas (excepto la del Centro de Información) se comunican de manera periódica con el río Ebro y las comunidades de peces en el río están altamente modificadas con una presencia elevada de especies exóticas invasoras. La mitad de los peces de los ríos aragoneses son especies exóticas invasoras (CHE, 2011).

<sup>11</sup> Las especies de peces en color **rojo** son especies incluidas en el **Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras** y las de color **verde** son las especies incluidas en el **Listado de Especies Exóticas con Potencial Invasor**, según el Real Decreto 1628/2011, de 14 de noviembre, por el que se regula el Listado y Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras.

✚ *La presencia de la pesca deportiva en la zona puede favorecer la expansión de las especies exóticas, ya que está demostrado que a la comunidad de pescadores les gustan estas especies y propician su suelta en perjuicio de las especies nativas.*

En el estudio también se ha evaluado la presencia de **mejillón cebra** (mediante la colocación de testigos) en dos de las lagunas, en la Laguna de los Bomberos y en la Laguna Grande.

Se ha detectado **mejillón cebra en la Laguna de los Bomberos**, donde el aporte de las aguas del río por inundación pudiera ser más frecuente, al encontrarse más cerca del río. Es posible que durante pequeños episodios de inundación pudiera recibir de forma directa las aguas del río con su consiguiente aportación directa de larvas. También se ha observado que en esta laguna la temperatura del agua es notablemente más baja, la tasa de renovación es buena y hay un mayor contenido en nutrientes, por la presencia de abundante clorofila.

Por otro lado, resulta interesante destacar un informe reciente que estudia las **posibles causas de la disminución de aves acuáticas** en el *Galacho de Juslibol y en sus lagunas* (ENSAYA, 2011).

Año a año se viene apreciando en el entorno una pérdida paulatina de biodiversidad. En concreto se ha observado en las diferentes lagunas del Galacho un *descenso* acusado tanto en el *número de aves acuáticas como en el de especies*. También se ha corroborado la *desaparición de anfibios* y una *disminución en el número de individuos de cangrejo rojo*. En cuanto a la fauna piscícola, *cada vez hay más especies exóticas invasoras* y el barbo es la única especie autóctona que se ha encontrado.

Como parte del estudio se han tomado muestras, en junio de 2011, para analizar algunos **parámetros físico-químicos** en las Lagunas y en el Galacho (meandro). Los resultados obtenidos se muestran en la tabla 33.

TABLA 33. RESULTADOS ANALÍTICOS DE LOS PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS.

Punto de muestreo	pH	T <sup>a</sup> (°C)	Conduc- tividad	O <sub>2</sub> (mg/l)	MES (mg/l)	Turbidez UNF	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> (mg/l)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/l)	PO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/l)
Laguna Grande	7.1	25.70	3819	5.19	103.40	118.00	0.05	0.54	3.47	<0.5
Laguna 2	7.4	25.80	3374	5.40	33.00	6.26	0.24	0.63	0.26	<0.5
Laguna de los Bomberos	7.8	26.30	1939	6.65	4.80	8.20	0.1	0.41	2.52	<0.5
Galacho	7.3	24.95	2263	4.42	16.00	17.10	0.09	0.27	0.50	<0.5

Los límites que se toman en cuenta para el análisis de los datos son los de la *tipología 26 “Interior en cuenca de sedimentación, de origen fluvial, tipo meandro abandonado”* de la categoría lago, los mismos que se han utilizado para el análisis del meandro.

Según estos límites, los valores de **pH** se encuentran en el intervalo entre 7 y 9.5 por lo que corresponden a estados “**bueno** o superior”.

Los datos referentes a la **conductividad** corresponden a valores que representan el “**muy buen estado**” en el caso de la *Laguna de los Bomberos* y del *Galacho* (con valores entre 476 y 3149  $\mu\text{S/cm}$ ). La *Laguna 2* tendría un estado “**bueno**” (entre 3149 y 3600  $\mu\text{S/cm}$ ) y la *Laguna Grande* es la que presenta valores de conductividad “**moderados**” (valores por encima de 3600  $\mu\text{S/cm}$ ). En este último caso, esta laguna no cumpliría con los requerimientos de la DMA para este parámetro.

Hay que tener en cuenta que, aunque de la comparación de los datos con los valores frontera no se aprecien altas conductividades en las lagunas, los valores obtenidos son altos, lo que implica que probablemente no sea muy adecuado aplicar esta tipología para evaluar su estado ecológico.

En cuanto al **oxígeno disuelto**, valores por encima de 6 mg/l indican que la masa de agua está oxigenada y en “**buen estado**”, como ocurre en la *Laguna de los Bomberos*. El resto de casos (*Laguna Grande*, *Laguna 2* y *Galacho*), al estar los valores entre 4-6 mg/l, son indicativos de un estado “**moderado**”.



*Valores por debajo de 4 mg/l* pueden ocasionar *episodios de mortandades de peces* como el que tuvo lugar en la **Laguna 2** la mañana del 23 de septiembre de 2011. Según los estudios realizados, por la noche, al mezclarse el epilimnion con el hipolimnion se produjo un descenso acusado de oxígeno en la masa de agua por debajo del mínimo requerido para garantizar la vida de los peces (valores por encima de 4 mg/l para aguas ciprinícolas, tal como recoge la Directiva 2006/44/CE, sobre la calidad de las aguas continentales que requieren protección o mejora para ser aptas para la vida de los peces).

Los muestreos realizados por la mañana detectaron valores de 0,5 mg/l de oxígeno en profundidad –concentración de oxígeno nula- y por la tarde a 60 cm de profundidad se observaban valores de 3,22 mg/l. Estos valores tan bajos provocaron la muerte de varios cientos de peces, entre ellos especies más resistentes como la carpa.

Por otro lado, se observan en la *Laguna Grande* valores elevados de **turbidez y materia en suspensión**, más altos que en el resto de puntos analizados. Estos valores podrían estar ligados al exceso de peces por las poblaciones estables de perca americana y carpas (peces bentónicos), que remueven los sedimentos en busca de comida y provocan aumentos de turbidez, inhibiendo el crecimiento de los macrófitos.

Teniendo en cuenta todo lo anterior, **desde el punto de vista físico-químico, la Laguna Grande es la que presenta peor calidad del agua**, seguida de la Laguna 2, luego del meandro y, **la laguna que presenta un estado ligeramente mejor es la Laguna de los Bomberos**.

Otros aspectos reseñables de las **observaciones in situ** que se han realizado son:

- Ausencia de macrófitos en las orillas de las lagunas y carpas comiendo en la orilla. Las carpas (peces bentónicos) remueven el sustrato en busca de comida y provocan aumentos en la turbidez de la columna de agua lo que dificulta el desarrollo de macrófitos. Esto a su vez provoca un descenso en los hábitats disponibles para las aves acuáticas (Hayes et al, 1992).

- Al no haber macrófitos, la competencia por la luz y los nutrientes con el fitoplancton es nula, con lo que este último se ve favorecido y aumenta en la masa de agua (Mjelde & Faafeng, 1997). Un aumento en la biomasa de fitoplancton, aumenta la turbidez del agua, lo que impide el re-establecimiento de los macrófitos. Al mismo tiempo, si no hay macrófitos disminuye la presencia de cangrejo rojo (ENSAYA, 2011).
- La disminución de la población de focha común probablemente es debida a la desaparición de las praderas subacuáticas por la depredación de la carpa y el pez gato (ENSAYA, 2011). Se ha observado que la densidad de focha común disminuye al eliminar la cobertura de helófitos, que son su refugio para nidificar. Además la ausencia de macrófitos sumergidos provoca que no tengan alimento (Perrow et al, 1997).
- Ausencia de anfibios por la alteración de los lugares para la puesta, vegetación subacuática y sustrato de las orillas. También se cree que haya menos por depredación de los ciprínidos (ENSAYA, 2011).
- Alteración de la comunidad de macroinvertebrados y de ellos se alimenta por ejemplo el zampullín común (ENSAYA, 2011).

Un aspecto que se destaca en el estudio es que *los peces provocan efectos diferentes en la turbidez del agua según la fase de su ciclo vital*; por tanto, la biomasa es un pobre predictor, ya que por ejemplo un bajo número de ciprínidos adultos puede generar mayor turbidez que la misma biomasa de ciprínidos inmaduros (Johnson et al, 1997). Lo que sí es cierto es que una elevada densidad de peces conlleva cambios en los ecosistemas que pueden ocasionar una posible degradación.

Durante las visitas realizadas para este estudio se ha observado que el mayor número de macrófitos se ha encontrado en la *Laguna Grande* en invierno, cuando la turbidez de las aguas era menor. En la *Laguna de los Bomberos*, con presencia de mejillón cebrado, la turbidez de las aguas era casi nula, permitiendo el establecimiento de macrófitos como *Oscillatoria sp.*, *Ceratophyllum demersum*, *Potamogeton pectinatus*, *Chara sp.* y *Spirogyra sp.*

De esta manera, una de las razones que puede explicar la mala calidad de las aguas de la *Laguna Grande* es que tiene una presencia considerable de perca americana y carpas (mayor que en las otras lagunas), que originan una turbidez elevada y dificultan el crecimiento de macrófitos.

Se propone, como ya lo hizo ENSAYA (ENSAYA, 2011), realizar el seguimiento de los siguientes parámetros en la Laguna Grande y en la Laguna de los Bomberos durante el periodo reproductor de las aves acuáticas (que se corresponde con el periodo entre abril-mayo):

- ✓ Nitratos, amonio, fosfatos y sólidos en suspensión.
- ✓ Evolución de la cobertura de macrófitos mediante la instalación de jaulas que impidan la depredación de los peces.

Las conclusiones del estudio indican que puede ser que el *carácter exótico de la fauna piscícola y su abundancia* influyan en el estado de turbidez del meandro y las lagunas y sus alteraciones en el sistema ecológico. Asimismo podrían influir otra serie de variables como las *características de los sedimentos, la profundidad y la exposición al viento* de las diferentes lagunas. La suma de todos ellos condicionaría la presencia de macrófitos y de aves acuáticas en ellas.

#### 2.5.3.5. CONTROL ESPECÍFICO DE ZONAS PROTEGIDAS

El Galacho de Juslibol se asienta sobre un espacio incluido en el *Registro de Zonas Protegidas*, con las siguientes **figuras de protección**:

- ✓ ***Zona vulnerable a la contaminación por nitratos***, atendiendo al Real Decreto 261/96, de 16 de febrero, sobre protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos de origen agrario.
- ✓ ***Red Natura 2000*** (LIC Sotos y Mejanas del Ebro), según el Real Decreto 1997/95, de 7 de diciembre, sobre conservación de los hábitats naturales y de la fauna y flora silvestres.

- ✓ **Zona de Captación de Agua Potable A1-A2**, en virtud del Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, sobre criterios sanitarios del agua destinada a consumo humano.

Al ser una **Zona Vulnerable por nitratos de origen agrario**, se debe realizar el *seguimiento de los nutrientes en los cauces que drenan la zona definida como vulnerable*. De esta manera, la CHE realiza el *seguimiento de nitratos y fosfatos* de forma *trimestral* en la masa de agua relacionada con esa zona que es la masa de agua superficial antes mencionada, 452 “**Río Ebro desde el río Jalón hasta el río Huerva**”. El punto de muestreo está situado en el río Ebro a la altura de La Almozara (código 0657).

En el año 2010 los resultados muestran que existe una concentración moderada de nutrientes (entre 10-20 mg/l de  $\text{NO}_3^-$  y entre 0.15-0.30 mg/l de  $\text{PO}_4^{3-}$ ), con *mayor influencia de los nitratos*. No se ha detectado ninguna incidencia reseñable para el amonio, nitritos ni nitrógeno Kjeldahl.

Al mismo tiempo es una **Zona con varias Captaciones de agua para Abastecimiento Humano**. La directiva que lo regulaba ha sido derogada (Directiva 75/440/CEE) con fecha 22 de diciembre de 2007 y actualmente se trabaja para el establecimiento de los nuevos criterios de control de acuerdo con las directrices establecidas por la DMA. Pero, hasta que no se disponga de ellos, se continúa con las pautas fijadas en dicha directiva que siguen siendo vigentes al estar transpuestas al ordenamiento jurídico español. Según la normativa se controlan:

- ✓ *Las aguas superficiales destinadas a abastecimiento de poblaciones o conjunto de poblaciones superiores a 500 habitantes (100 m<sup>3</sup>/día).*

El punto de abastecimiento en nuestra masa de agua 452 está situado *en el río Ebro a la altura de La Almozara* (código 0657). Este punto abastece Zaragoza de forma muy puntual, por ello la CHE ha dejado de muestrearlo en 2010 ya que, con el Embalse de la Loteta y el Canal Imperial de Aragón, se utiliza sólo cuando se cierra el Canal para su limpieza (un par de veces al año).

En ocasiones, en este punto se han detectado *valores de sulfatos por encima de los valores de 250 mg/l* que establece la normativa, sobre todo en verano cuando se dan situaciones de bajo caudal, debido a la geología de la cuenca (materiales yesíferos). Son usuales valores altos de conductividad, cloruros y sulfatos por causas naturales.

- ✓ *Las aguas subterráneas destinadas al abastecimiento de poblaciones o conjunto de poblaciones superiores a 50 habitantes (10 m<sup>3</sup>/día).*

Hay 7 puntos de abastecimiento situados sobre la masa de agua 058 “Aluvial del Ebro en Zaragoza”. En esta masa se han detectado *incumplimientos de origen natural en relación a cloruros, conductividad a 20°C, sodio y sulfatos*. Cloruros y sodio por la presencia de halita asociada a los rellenos sedimentarios del valle del Ebro y, los sulfatos y la conductividad asociados a acuíferos liásicos y a aluviales con proximidad de facies yesíferas.

En cuanto a los incumplimientos no asociados a causas naturales, ocasionalmente se han detectado incumplimientos por *nitratos y plaguicidas*, debido a que es una zona sometida a una intensa explotación agrícola. Por eso una de las medidas que contempla el Proyecto del Plan Hidrológico de la cuenca del Ebro es sellar alguna captación de agua subterránea de la zona no saturada, con el fin de minimizar estos problemas de contaminación difusa.

## 2.6. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

De todo lo expuesto se puede concluir lo siguiente:

- **La Masa de Agua Subterránea asociada nº 058 “Aluvial del Ebro en Zaragoza”**, que alimenta el meandro y las lagunas antrópicas, presenta un *Estado Malo debido a la contaminación difusa*.

Al haberse detectado concentraciones de nitratos por encima de los 50 mg/l, en el Proyecto del Plan Hidrológico de la cuenca del Ebro *se recogen medidas correctoras para mejorar su calidad de cara al 2021 o 2027* (con el fin de alcanzar el buen estado requerido por la DMA).

- Por otro lado, la **Masa de Agua Superficial asociada nº 452 del tramo del río Ebro que nos ocupa “Río Ebro desde el río Jalón hasta el río Huerva”**, que inunda Galacho y Lagunas con las crecidas ordinarias, presenta un *Estado Moderado los últimos años (2009 y 2010)*.

Estos cambios no son considerados por ahora como significativos, aunque provoquen el incumplimiento de la DMA, puesto que se deben a descensos temporales de caudal. *Se prevé que la masa de agua alcanzará el buen estado en 2015 sin necesidad de tomar medidas adicionales*, no obstante la proliferación de macrófitos acaecida estos últimos años en el río Ebro a su paso por la ciudad de Zaragoza, ha llevado a la CHE a realizar mayores estudios en este sentido.

- En lo que se refiere al espacio natural del **Galacho de Juslibol**, constituido por el antiguo cauce del río Ebro (meandro) y por un conjunto de lagunas artificiales fruto de la extracción de gravas (aproximadamente una docena), de las que se han estudiado tres, se destaca lo siguiente:
  - El **meandro** se está colmatando como resultado de un proceso natural de crecimiento de vegetación y de aporte de sedimentos.

La calidad de sus aguas es *inferior a buena*, según los criterios de la DMA, por lo que para mejorar su estado se aconseja realizar un *mayor control de los nutrientes* en la acequia del Rabal y en la masa de agua subterránea asociada, así como un *control de las poblaciones de ciprínidos*.

- La **Laguna Grande** es la laguna que tiene las *aguas con peor calidad físico-química* de todas las lagunas estudiadas.

Presenta una *población estable de peces introducidos*, principalmente de perca americana y carpas. Estos ciprínidos, sobre todo las carpas, remueven el sustrato y provocan una elevada turbidez en las aguas que impide el desarrollo de macrófitos, desestabilizando el ecosistema. En este sentido, se ha observado una mayor cantidad de macrófitos en invierno cuando la turbidez de sus aguas es menor.

En cuanto a la forma geométrica, presenta unos taludes muy verticales propios de masas de agua artificiales y, en sus orillas, no hay una vegetación de ribera muy desarrollada, solo gravas. Las zonas más profundas se ubican al oeste y, las menos profundas, al este y cerca de las orillas. En ella *no se ha observado por el momento mejillón cebra*.

- La **Laguna de los Bomberos** es la más profunda de todas (hasta 4 m en algunos puntos). También tiene pocas orillas dado su carácter artificial, pero en ellas hay más vegetación de ribera.

Esta laguna es la que presenta *la mejor calidad de las aguas de todas las lagunas estudiadas*, algunos estudios ratifican que la propia vegetación de ribera puede estar contribuyendo a la depuración de las mismas. De este modo, sus aguas no están turbias y presentan un contenido en nutrientes adecuado que permite el desarrollo de *fitoplancton*, alimento para las aves y peces. También es destacable la presencia de *mejillón cebra* y se pueden observar algunos *macrófitos* como *Oscillatoria sp.*, *Ceratophyllum demersum*, *Potamogeton pectinatus*, *Chara sp.* y *Spirogyra sp.*

En cuanto a la fauna íctica se han observado *poblaciones de perca americana*, pero su número *no es tan abundante* por lo que no proporcionan tanta turbidez como en la Laguna Grande.

- La **Laguna del Centro de Información** es la que presenta mayores posibilidades de ser gestionada con éxito ya que sus motas de tierra la aíslan del resto de las lagunas y de la conexión con el río Ebro.

*Además se puede controlar el nivel del agua porque se abastece con agua de la acequia del Rabal, procedente del río Gállego. La carpa es la especie más abundante en biomasa y el pez gato en abundancia.*

## 2.7. CONCLUSIONES Y PROPUESTAS DE GESTIÓN

En mi opinión, la **gestión de este espacio** tiene una enorme complejidad ya que no puede realizarse de forma aislada sino que debe llevarse a cabo **en conexión con los otros espacios del eje del río Ebro**, teniendo además en cuenta **su interacción con las aguas superficiales**, en épocas de crecida, **y con las aguas subterráneas**, debido a que los aportes de agua en el Galacho de Juslibol se producen normalmente mediante el nivel freático con sus oscilaciones.

### A. Recuperación de la dinámica fluvial del río Ebro.

El galacho, como otros espacios similares, es el resultado de la dinámica fluvial del río Ebro y su tendencia es que la lámina de agua vaya colmatándose hasta su desaparición y conversión en un soto. La rapidez en que este fenómeno se produzca va a estar influido por los caudales circulantes por el río.

Por lo tanto no se trata tan solo de conservar estos espacios de interés ecológico si no que en la medida que están relacionados con la dinámica fluvial, es fundamental conservar las condiciones de dinámica natural que los hacen posibles.

En esta línea sería recomendable **ampliar el espacio de movilidad fluvial del río Ebro**, dejando que el río recuperase en parte su dinámica fluvial. La Directiva Europea de Inundaciones de 2007 expone que hay que restablecer las llanuras de inundación devolviendo espacio a los ríos, pues es muy importante mantener esta conectividad.



Estas ideas se recogían en el Plan Ambiental del Ebro promovido por el Departamento de Medio Ambiente del Gobierno de Aragón tras la crecida de 2003 y en la Jornada Técnica organizada por el Ayuntamiento de Zaragoza el 4 de junio de 2010 “El Galacho de Juslibol y sus valores naturales: claves para una gestión activa”.

En este sentido, sería adecuado proponer para el tramo fluvial que va desde la confluencia del río Jalón hasta el casco urbano de Zaragoza un territorio de movilidad fluvial, con el problema posiblemente sin solución del estrechamiento en Alfocea-Monzalbarba (Pontoneros, Faci).

Unido a esto, tal como se recoge en el Proyecto del Plan Hidrológico de la cuenca del Ebro, creo que es muy necesario apoyar el proyecto de deslinde de los terrenos aledaños recogido en la aprobación del Plan Especial del Galacho de Juslibol y su entorno.

Además, también sería bueno que la Confederación Hidrográfica del Ebro deslindara otras zonas del río como la reserva natural de los Sotos y Galachos del Ebro o los Sotos de Alfaro para recuperar otros espacios de inundación en el eje del Ebro que permitieran la creación de nuevos humedales.

En esta zona del valle medio del Ebro donde era habitual la corta de meandros y formación de galachos sería muy conveniente que el sistema recuperara esta capacidad, hoy disminuida por la regulación de caudales y la construcción de defensas. Incluso podría estudiarse la posibilidad de facilitar la entrada del río en algún canal de crecida o antiguo cauce que se recuperaría como brazo activo (bien principal, bien secundario). Además, tal como se está haciendo en otros lugares, las cortas provocadas o ayudadas también pueden ser una opción aunque es necesario estudiar los posibles efectos antes de actuar, para prever cómo va a responder el río a corto, medio y largo plazo en cada margen, aguas arriba y aguas abajo. Estas cortas pueden constituir un sistema de prevención o defensa en momentos de crecida al alejar a la corriente principal de una orilla cóncava donde incidiera con violencia.

Espacios como los galachos cumplen importantes funciones ambientales, como la laminación de aguas altas y pequeñas crecidas. Este aspecto, que está ligado a la implementación de la Directiva de Inundaciones, debería estudiarse en el caso del Galacho de Juslibol con el fin de darlo a conocer a la ciudad de Zaragoza.

Por otro lado es necesario **cambiar la percepción social sobre las crecidas**, éstas son fenómenos naturales que contribuyen a alcanzar el buen estado de las aguas y son muy importantes para la salud de los ecosistemas ribereños. En este sentido, una excesiva regulación de caudales aguas arriba para la laminación de avenidas puede acarrear dificultades de supervivencia para territorios de transición como el Galacho de Juslibol.

### **B. Mejorar la calidad de agua de la masa de agua subterránea asociada.**

En relación con la **masa de agua subterránea asociada**, el principal problema lo constituyen los **altos niveles de nitratos**. A este respecto sería conveniente:

- ✓ *Fomentar las buenas prácticas agrícolas*, como la *agricultura ecológica*, en la zona dominada por el Canal Imperial. Esta agricultura se basa en cultivar la explotación agrícola sin emplear productos químicos ni para el abono ni para combatir las plagas, obteniendo alimentos saludables a la vez que se conserva la fertilidad de la tierra y se respeta el medio ambiente. Considero necesario que se cumpla el Código de Buenas Prácticas Agrarias que el Gobierno de Aragón ha dictado en la Comunidad Autónoma (Decreto 77/1997, de 27 de mayo).
- ✓ *Sellar algunas captaciones de aguas subterráneas* presentes en la zona no saturada para minimizar los problemas de contaminación difusa. Es conocido que algunos ganaderos utilizan estos pozos para deshacerse de los purines.

### **C. Los aportes de agua superficial y su repercusión en la calidad del agua del Galacho y Lagunas.**

La **masa de agua superficial asociada**, que inunda el meandro y las lagunas en época de crecidas, repercute en su calidad del agua. Unido a la falta de renovación de la misma por la escasez de crecidas de los últimos años y su dependencia del estado de calidad de las aguas del río Ebro, en la actualidad se piensa que otro de los factores que están repercutiendo en su calidad es la **cantidad de especies exóticas que presenta** (peces exóticos invasores, larvas de mejillón cebra, etc.) que durante las inundaciones propician el traslado de especies del río a las lagunas y al meandro.

Esto realmente no se puede controlar ya que forma parte del proceso natural para el mantenimiento del espacio y su biodiversidad. Lo que sí se puede hacer, en el meandro y en las lagunas, es que el Ayuntamiento de Zaragoza que gestiona el Galacho de Juslibol lleve a cabo un seguimiento de las crecidas que se van produciendo, con el objeto de realizar capturas de especies exóticas de forma programada, al menos una vez al año, de forma que no se acumule un exceso de poblaciones que puedan incorporarse desde el río Ebro y lleguen a desestabilizar el ecosistema.

La alta presencia de especies exóticas en los ecosistemas es una de las causas de pérdida de biodiversidad, deterioro de la calidad de las aguas y del buen estado ecológico. En el caso de los peces exóticos, su voracidad provoca la extinción de las especies autóctonas por depredación directa así como fuertes desequilibrios poblacionales y ecológicos en las masas de agua. Además pueden transmitirles enfermedades o competitividad por los mismos hábitats y recursos tróficos -nutrientes y oxígeno- (CHE, 2011). El control de estas especies es competencia de la Comunidad Autónoma, en este caso del Gobierno de Aragón.

Recientemente se ha aprobado a nivel estatal un Real Decreto para el control de estas especies exóticas invasoras, es el ***Real Decreto 1628/2011, de 14 de noviembre, por el que se regula el Listado y Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras***. Según esta norma, las especies exóticas que se incluyen en el Catálogo constituyen una *amenaza grave* para las especies autóctonas, los hábitats o los ecosistemas y aquéllas que se encuentran en el Listado son *susceptibles de convertirse en una amenaza grave*.

Se recoge también que los *ejemplares de las especies animales incluidas en el Catálogo* que sean capturados, retenidos o extraídos de la naturaleza por cualquier procedimiento, *no podrán ser devueltos al medio natural* excepto por razones de investigación. En caso de ser capturados o retenidos por un particular, éste deberá entregar el ejemplar o ejemplares a las autoridades competentes, o proceder a su eliminación o retirada del medio natural según normativa vigente. Sin embargo, por su excesiva dificultad de aplicación, hay algunos artículos como éste que se encuentran en fase de revisión.

En relación con el **meandro** abandonado por el río, teniendo en cuenta que uno de los principales problemas es la *contaminación difusa*, considero útil para reducir la carga externa de nutrientes el *fomento la agricultura ecológica* en la zona, por parte del Gobierno de Aragón. Con esto se disminuiría el uso de pesticidas y abonos procedentes de los regadíos, que pueden ir al parar al meandro de forma ocasional con las aportaciones de la acequia del Rabal.

Además sería conveniente realizar un *seguimiento de la calidad de las aguas que transporta dicha acequia*, por parte del Ayuntamiento de Zaragoza, con el fin de estudiar su afección en términos de contaminación. Esta acequia también abastece de forma permanente a la Laguna del Centro de Información.

Otro de los problemas existente, tanto en el **meandro** como en las **lagunas**, es el *exceso de ciprínidos* en sus aguas, que:

- remueven el fondo ocasionando problemas de turbidez,
  - provocan desequilibrios poblacionales y ecológicos en el ecosistema,
  - y, son un factor negativo para el desarrollo de macrófitos y aves acuáticas en el entorno.
- ✓ Considero que debe plantearse como una opción para la mejora de la calidad de sus aguas la **extracción de peces exóticos invasores en épocas de sequía** por parte del Ayuntamiento de Zaragoza, sin afectar a la época de reproducción de las aves. Podría realizarse en los meses de junio a octubre, planificándose una captura en el inicio del verano y otra a principios de otoño. En esta línea, el Ayuntamiento de Zaragoza va a realizar un programa de captura de peces en los próximos meses

acompañado de un seguimiento de la calidad del agua con el objeto de corroborar la interrelación entre ambos factores.

En la Laguna del Centro de Información, al ser una laguna completamente artificial, se puede realizar el *vaciado completo* para efectuar despesques selectivos de eliminación total de especies invasoras (especies exóticas como la carpa y el pez gato).

En el meandro, dado que en momentos de estiaje se produce un importante descenso del nivel del agua, podrían eliminarse los aportes producidos puntualmente desde la acequia del Rabal para la mejor retirada de la población de peces exóticos mediante pesca eléctrica o trasmallos.

Además se podrían plantar macrófitos (protegidos con rejillas metálicas) para favorecer el crecimiento de los mismos y también se podrían introducir especies autóctonas como el barbo común presentes en otras de las lagunas (CEBCAT&GROUP DE NATURA FREIXE-FLIX, 2010).

- ✓ Otro factor que puede incrementar la presencia de especies invasoras en el espacio es la pesca deportiva.

Por ello es conveniente **modificar las regulaciones de pesca**. En este sentido, el *Departamento de Agricultura, Ganadería y Medio Ambiente del Gobierno Aragonés*, en concreto la Dirección General del Medio Natural, recientemente ha declarado este espacio “*Vedado de Pesca*”, mediante la Orden de 25 de enero de 2012, por la que se aprueba el Plan General de Pesca de Aragón para el año 2012 (BOA nº 19, de 30 de enero de 2012).

En relación con las poblaciones de **mejillón cebra** (*Dreissena polymorfa*), existen lagunas infestadas. Próximamente se van a probar nuevos métodos en este espacio para ayudar a su eliminación en medios semi-naturales. Para su control, al mismo tiempo es necesario que el Ayuntamiento de Zaragoza realice seguimientos continuados de las poblaciones larvarias en el meandro y las lagunas mediante la instalación de testigos.

También es importante **concienciar a la población** del riesgo que supone la proliferación de especies invasoras exóticas en los ecosistemas. Con este fin, el Ayuntamiento de Zaragoza está colocando *carteles informativos* en el Galacho.

#### **D. La educación y la participación: elemento clave en la gestión.**

Es necesario seguir haciendo **difusión y divulgación** tanto de los valores de este espacio como de las medidas de gestión puestas en marcha. El proceso de participación pública que se llevó a cabo para la aprobación del Plan Especial del Galacho fue novedoso y obtuvo resultados destacables, por eso es preciso seguir en este camino.

En mi opinión, los programas educativos y de participación que han caracterizado los planes de gestión y uso público de este espacio son muy valiosos. Por ello es necesario que la divulgación que se hace desde el Centro de Información del Galacho sea promovida y mantenida.

Por otro lado, considero de especial relevancia que exista una **mayor coordinación entre las administraciones públicas** con competencias concurrentes en este espacio (Confederación Hidrográfica del Ebro, Gobierno de Aragón y Ayuntamiento de Zaragoza). Para ello es importante que las propuestas de gestión y conservación que se planteen no sólo en el Galacho sino en este eje del Ebro, se planifiquen de forma coordinada dado que, como hemos dicho al inicio, el Galacho es un espacio que no está aislado sino en interacción con el río Ebro. Por ello sería conveniente revisar los integrantes que conforman la Comisión de Participación del Galacho y proponer la inclusión de la Confederación Hidrográfica del Ebro en la misma. De esta manera se favorecerá una gestión con éxito este territorio único.

Este trabajo ha supuesto un notable esfuerzo en cuanto a reunificar toda la información existente. En esta línea, se hace necesaria una labor de integración de los humedales existentes en la cuenca del Ebro, por ello propondría a la CHE que hubiera una Sección responsable de este tema.

Finalmente destacar que el Galacho es un **ecosistema efímero** como lo han sido los anteriores galachos que se han ido formando y han ido desapareciendo en el tramo medio del río Ebro, como consecuencia de la dinámica fluvial. En mi opinión, esto se ha ralentizado en los últimos años por la pérdida de movilidad del río Ebro, pero aun así su dinámica natural hace que progresivamente el Galacho se vaya convirtiendo en un soto.

#### **E. La importancia de estudiar las funciones ambientales de estos espacios y la relación entre la inundabilidad del espacio y la biodiversidad.**

El modelo de gestión propuesto a lo largo de este estudio pretende conservar y mantener su biodiversidad (especies, ecosistemas y funciones ecológicas) en cumplimiento de la Directiva Marco del Agua y de la Directiva de Hábitats (requerimiento obligado al declararse Lugar de Importancia Comunitaria desde el año 2006). Teniendo en cuenta que es un espacio que se irá colmatando poco a poco como resultado de su evolución natural, es muy importante que más allá de que se puedan realizar estudios relacionados con la biodiversidad del espacio, se estudien las interrelaciones existentes entre ésta y los caudales circulantes y la renovación del agua en Galacho y lagunas, así como las funciones ambientales que cumplen estos espacios.

Por otro lado, no se pueden proteger espacios aislados si no recuperamos a la vez espacios de libertad del río, por lo que habría que estudiar las posibilidades de una gestión activa que permita la generación de nuevos humedales. En este sentido, dado que el Galacho se encuentra ubicado entre dos tramos en los que el cauce del Ebro está muy constreñido y, esta situación puede ir generando con el tiempo incisión en el río y descenso del nivel freático en el galacho, sería conveniente ensanchar el espacio del río en todo el tramo Alfocea-Monzalbarba y en el de Juslibol, echando las motas para atrás.

## **2.8. BIBLIOGRAFÍA**

- UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA (1990). *Estudio de Recuperación del Galacho de Juslibol*. Ayuntamiento de Zaragoza. Área de Urbanismo e Infraestructuras. Servicio de Medio Ambiente. Programa MAB-UNESCO: Hombre-Biosfera.

- UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA (1991-1995). *El Galacho de Juslibol. Espacio de Interés Natural. Estudio de recuperación Fase II. Vol I. Propuestas*. Ayuntamiento de Zaragoza.
- Hayes et al (1992). Effects of elevated turbidity on shallow lake fish communities. *Envir. Biol. Fishes* 35: 149-168.
- GOBIERNO DE ARAGÓN & UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA (1994). Contaminación del acuífero aluvial del Corredor del Ebro. Documento resumen. *Propuestas y Conclusiones*. Fundación Nueva Empresa. 71 pp.
- Johnson, D. L. et al, 1997. Fish communities in a diked Lake Erie wetland and an adjacent undiked area. *Wetlands* 17 (1): 43-54.
- Mjelde, M.&B.A. Faafeng, 1997. *Ceratophyllum demersum* hampers phytoplankton development in some small Norwegian lakes in which aquatic plant communities are important components. *Hidrobiología* 200/201, 367-377.
- Perrow, M.R. et al, 1997. Interactions between coot (*Fulica atra*) and submerged macrophytes: the role of birds in the restoration process. *Hydrobiologia* 342/343, 241-255.
- DMA (2000). Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas (DMA). DO L 327 de 22 de diciembre de 2000.
- LA (2001). Real Decreto Legislativo 1/2001, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Aguas. BOE de 24 de julio de 2001.
- ECOSTAT GROUP (2003). *Guía para la valoración del Estado Ecológico* (Overall Approach to the Classification of Ecological Status and Ecological Potential).
- Torrecilla, N.J. et al (2004). Nutrients sources and dynamics in a mediterranean fluvial regime (Ebro river, NE Spain) and their implications for water management. *Journal of Hydrology* 304 (2005) 166-182.
- Plan Especial de Protección, Conservación y Mejora del Galacho de Juslibol y su Entorno. BOP nº 282 de 9 de diciembre de 2004.
- CHE (2005A). *Establecimiento de condiciones de referencia y redefinición de redes en la cuenca del Ebro, según la Directiva 2000/60/CE. Lagos y Humedales*. URS.
- CHE (2005B). *Metodología para el establecimiento del Estado Ecológico según la Directiva Marco del Agua – Protocolos de muestreo y análisis de indicadores biológicos en la cuenca del Ebro*. 70 pp.



- Conde, O. (2005). El Galacho de Juslibol: una historia de aprendizaje en el último meandro abandonado del río Ebro en Zaragoza. En: Once historias sobre participación ambiental y algunas reflexiones compartidas. Ministerio de Medio Ambiente.
- Directiva 2006/118/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de Diciembre de 2006, relativa a la protección de las aguas subterráneas contra la contaminación y el deterioro. DO L 372 de 27 de diciembre de 2006.
- RPH (2007). Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Planificación Hidrológica. BOE nº 162 de 7 de julio de 2007.
- Valencia, J.L. (2007). *Estudio estadístico de la calidad de las aguas en la cuenca hidrográfica del río Ebro*. Universidad Politécnica de Madrid.
- IPH (2008). Orden ARM/2656/2008, de 10 de septiembre, por el que se aprueba la Instrucción de Planificación Hidrológica. BOE nº 229 de 22 de septiembre de 2008.
- CEDEX (2008). *Ampliación y Actualización de la Tipología de Lagos v 1.0*. Madrid, noviembre 2008. 116 pp.
- CEDEX (2009). *Selección Preliminar de posibles Estaciones de Referencia en Lagos*. Madrid, agosto 2009. 69 pp.
- Real Decreto 1514/2009, de 2 de octubre, por el que se regula la protección de las aguas subterráneas contra la contaminación y el deterioro. BOE 255 de 22 de octubre de 2009.
- CEDEX (2010A). *Establecimiento de Condiciones de referencia y valores frontera entre clases de estado ecológico en masas de agua de la categoría lago para los elementos de calidad “composición, abundancia y biomasa de fitoplancton” y “composición, abundancia y biomasa de otro tipo de flora acuática”, en aplicación de la DMA*. Madrid, abril 2010. 47 pp.
- CEDEX (2010B). *Selección de métricas para la evaluación del estado ecológico de las masas de agua de la categoría lagos basadas en el elemento de calidad “composición, abundancia y biomasa de Fitoplancton”, en aplicación de la Directiva Marco del Agua*. Madrid, abril 2010. 34 pp.
- CEDEX (2010C). *Selección de métricas para la evaluación del estado ecológico de las masas de agua de la categoría lagos basadas en el elemento de calidad “composición y abundancia de Otro tipo de flora acuática”, en aplicación de la Directiva Marco del Agua*. Madrid, abril 2010. 56 pp.

- CEDEX (2010D). *Establecimiento de Condiciones Hidromorfológicas y Físico-químicas específicas de cada tipo ecológico en masas de agua de la categoría lago en aplicación de la DMA*. Madrid, abril 2010. 70 pp.
- Conclusiones Jornada Técnica “El Galacho de Juslibol y sus valores naturales: claves para una gestión activa”. 4 junio de 2010.
- SEO/BirdLife (2010). *La Directiva Marco del Agua y la conservación de los humedales y los espacios de la red Natura 2000 que dependen del agua*. 60 pp.
- CEBCAT (Centre d’Estudis de Biologia de la Conservació Aquàtica i Terrestre) & GROUP DE NATURA FREIXE-FLIX (2010). *Evaluación del Estado Ecológico. Sistemas Naturales del Galacho de Juslibol*. 33 pp.
- CHE (2010A). *Asistencia Técnica para el control del estado de los lagos de la cuenca del Ebro según la Directiva 2000/60/CE. Informe Final. Años 2007 a 2010*. URS. Agosto 2010. 240 pp.
- CHE (2010B). *Control del Estado de las Masas de Agua en la cuenca del Ebro (CEMAS)*. Informe de Situación. 316 pp.
- MARM (2010). *Gestión de embalses. Buenas prácticas ambientales en la gestión de embalses*. Dirección General del Agua (MARM) & Infraestructura y Ecología, S.L. 255 pp.
- MARM (2011). *Protocolo de muestreo de Fitoplancton en lagos y embalses del Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino*. 18 pp.
- Magdaleno, F. (2011). *Evolución Hidrogeomorfológica del sector central del río Ebro a lo largo del s. XX. Implicaciones ecológicas para su restauración*. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes de la Universidad Politécnica de Madrid. 96 pp.
- ECOTER, S.C. (2011). *Análisis batimétrico del Galacho de Juslibol (Zaragoza)*. 11pp.
- MARM (2011). *Seguimiento de la Ictiofauna Continental en España, mantenimiento de las correspondientes bases de datos del Inventario Nacional de Biodiversidad y elaboración de indicadores. Bases de Datos de Peces Cuenca del Ebro*. Ministerio de Medio Ambiente, y Medio Rural y Marino.
- CHE (2011). *Especies invasoras de aguas continentales. ¿Cómo se abre la puerta a las especies exóticas invasoras de nuestras aguas continentales? Medidas para evitarlo*. Comisaría de Aguas. Confederación Hidrográfica del Ebro.

- Real Decreto 1628/2011, de 14 de noviembre, por el que se regula el Listado y Catálogo Español de Especies Exóticas Invasoras. BOE nº 298 de 12 de diciembre de 2011.

## 2.9. GLOSARIO

- **ELEMENTOS DE CALIDAD:** Son el grupo de seres vivos concretos, o de concretos parámetros físico-químicos, que sirven para definir los indicadores de calidad biológicos, físico-químicos o hidromorfológicos. *Por ejemplo, en lagos, los indicadores de calidad biológicos se definen mediante los siguientes elementos de calidad, fitoplancton, otra flora acuática, invertebrados bentónicos y peces.*
- **INDICADORES DE CALIDAD:** Son el grupo de parámetros –seres vivos, parámetros físico-químicos o hidrogeomorfológicos- que por su presencia o ausencia, o por alcanzar determinados valores, van a indicar si una masa de agua se encuentra en buen estado o no.
- **INDICADORES DE CALIDAD BIOLÓGICOS:** Son aquellos indicadores que nos muestran la calidad del agua por la presencia/abundancia de algunos seres vivos. *Son indicadores de este tipo, el fitoplancton, otra flora acuática, los invertebrados bentónicos o la fauna ictiológica.*
- **INDICADORES DE CALIDAD FÍSICO-QUÍMICOS:** Son aquellos indicadores que reflejan la calidad del agua atendiendo a las propiedades físicas o químicas del agua. *Por ejemplo, la temperatura, la turbidez o el color son indicadores de calidad físicos y el pH, el amonio, los nitratos, los fosfatos o el oxígeno disuelto son indicadores de calidad químicos.*
- **INDICADORES DE CALIDAD HIDROMORFOLÓGICOS:** Son aquellos indicadores que muestran la calidad del agua teniendo en cuenta aspectos relacionados con la hidrología y la morfología de la masa de agua. *Por ejemplo, son indicadores de este tipo las alteraciones en el régimen de llenado o aquellas referidas al estado y estructura de la zona ribereña.*

- **ÍNDICE:** Dentro de las métricas puede requerirse el cálculo de índices, que es una expresión numérica de la relación entre dos cantidades. *Por ejemplo, en lagos, dentro del fitoplancton se mide el Índice de Grupos Algales (InGA) con un protocolo específico de cálculo.*
- **MÉTRICAS/PARÁMETROS:** A efectos de la DMA son equivalentes. Los elementos de calidad se definen mediante métricas o parámetros. *Por ejemplo, en lagos, para el fitoplancton las métricas o parámetros que debemos medir para conocer su calidad son la concentración de clorofila-a y el biovolumen total.*
- **VALOR FRONTERA:** Valor límite a partir del cual se pasa de un estado de calidad a otro. Los valores frontera son diferentes para cada elemento de calidad y están definidos en la Instrucción de Planificación Hidrológica (IPH).