

# **PROTOCOLO PARA EL CÁLCULO DEL ÍNDICE IBCAEL DE INVERTEBRADOS EN LAGOS**

**CÓDIGO: IBCAEL-2013**

Aprobado por instrucción del Secretario de Estado de Medio Ambiente de fecha 22 de noviembre de 2013



**GOBIERNO  
DE ESPAÑA**

**MINISTERIO  
DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN  
Y MEDIO AMBIENTE**

Este documento pertenece a una serie de protocolos de muestreo, laboratorio y cálculo de índices y métricas para su utilización en los programas de seguimiento del estado de las masas de agua continentales (ríos, lagos y embalses) y en la clasificación del estado ecológico.

Las especificaciones de estos documentos deberán ser tenidas en cuenta por los Organismos de cuenca en la explotación de las redes oficiales de seguimiento del estado y potencial ecológico en las masas de agua superficiales continentales, bien directamente o a través de contratos de servicios. Estos protocolos están sujetos a los cambios que se consideren necesarios en virtud del progreso científico de la materia.



## MINISTERIO DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN Y MEDIO AMBIENTE

**Edita:**

© Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente  
Secretaría General Técnica  
Centro de Publicaciones

Catálogo de Publicaciones de la Administración General del Estado:  
<http://publicacionesoficiales.boe.es/>

NIPO: 280-12-023-X



# INDICE

1.	APLICABILIDAD .....	5
2.	OBJETIVO .....	5
3.	NORMATIVA DE REFERENCIA .....	5
4.	DETERMINACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DEL ÍNDICE IBCAEL .....	6
4.1.	CÁLCULO DEL ÍNDICE ABCO .....	7
4.2.	CÁLCULO DEL ÍNDICE RIC .....	7
5.	TRATAMIENTO DE LOS DATOS.....	8
	ANEXO I: TAXONES SENSIBLES PARA EL CÁLCULO DEL ABCO .....	9
	ANEXO II: CONDICIONES DE REFERENCIA Y VALORES FRONTERA.....	13





## 1. APLICABILIDAD

Este protocolo para el cálculo del índice IBCAEL es de obligada aplicación en la explotación de las redes oficiales de evaluación del estado / potencial ecológico en cumplimiento de la Directiva 2000/60/CE, Directiva Marco del Agua, que explotan las Confederaciones Hidrográficas (CCHH), bien directamente o a través de contratos de servicios.

Este protocolo se aplica a muestras tomadas mediante el Protocolo de muestreo y laboratorio de invertebrados bentónicos en lagos (ML-L-I-2013) en masas de agua naturales de la categoría lagos (lagos, lagunas y humedales) que aparecen en la Orden ARM/2656/2008, de 10 de septiembre, por la que se aprueba la Instrucción de Planificación Hidrológica (IPH)

El cálculo del índice IBCAEL para la clasificación del estado ecológico mediante el elemento de calidad fauna bentónica de invertebrados en lagos, se realizará mediante la aplicación del presente protocolo.

## 2. OBJETIVO

La Directiva 2000/60/CE, Directiva Marco del Agua, establece que los Estados miembros deberán poner en marcha programas de seguimiento. Estos programas de seguimiento deben permitir controlar y evaluar la composición y abundancia de la fauna bentónica de invertebrados.

Por lo tanto, el objetivo de este protocolo es establecer un método de cálculo del índice IBCAEL, de forma que el suministro de información sea de calidad y de comparabilidad científica equivalente entre Demarcaciones Hidrográficas, garantizando de este modo el cumplimiento de los requisitos mencionados anteriormente.

## 3. NORMATIVA DE REFERENCIA

La normativa de referencia de este protocolo es la que se enumera a continuación:

- Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo por la que se establece un marco comunitario de actuación en el ámbito de la política de aguas.
- RD Legislativo 1/2001 por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley de Aguas.
- RD 907/2007 por el que se aprueba el Reglamento de Planificación Hidrológica.
- Orden MAM/3207/2006 por la que se aprueba la ITC-MMA EECC-1/06 Instrucción técnica complementaria sobre determinaciones químicas y microbiológicas para el análisis de las aguas.
- Orden ARM/2656/2008 por la que se aprueba la Instrucción de Planificación Hidrológica.
- Orden MAM/985/2006 por la que se desarrolla el régimen jurídico de las entidades colaboradoras de la administración hidráulica en materia de control y vigilancia de calidad de las aguas y de gestión de los vertidos al dominio público hidráulico.
- Protocolo de muestreo y laboratorio de invertebrados bentónicos en lagos (ML-L-I-2013)

Asimismo se ha considerado también la siguiente referencia:

- Tesoro para la clasificación del estado ecológico de las masas de agua continentales (TAXAGUA<sup>1</sup>)

<sup>1</sup> <http://www.magrama.es/es/agua/temas/estado-y-calidad-de-las-aguas/aguas-superficiales/programas-seguimiento/TAXAGUA.aspx>



#### 4. DETERMINACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DEL ÍNDICE IBCAEL

##### Datos de partida

El procedimiento para el cálculo del índice IBCAEL requiere el muestreo, la identificación y el procesado en laboratorio de las diferentes especies de invertebrados identificadas mediante el protocolo de muestreo y laboratorio de invertebrados bentónicos en lagos (ML-L-I-2013)

Una vez procesada y analizada la muestra se obtiene la hoja de laboratorio del anexo II del protocolo de muestreo que contiene todas las especies identificadas y abundancia de Copépodos, Branquiópodos y Ostrácodos para el cálculo del índice ABCO. Además se dispondrá de un listado de otros invertebrados identificados (adultos de coleópteros y heterópteros y familias de larvas y pupas de insectos) pertinentes para el cálculo del índice RIC.

A partir del listado de taxones para el cálculo del RIC se obtendrá el número de géneros de coleópteros adultos, el número de géneros de heterópteros adultos, el número de familias de larvas de insectos y el número de familias de pupas de insectos.

##### Identificación del tipo de masa de agua

Una vez que se dispongan de los resultados del muestreo tal y como se ha indicado anteriormente, es preciso determinar el tipo IBCAEL en el que se encuentra la masa de agua objeto de evaluación. Para ello, en la siguiente tabla se presenta la relación de los tipos de lagos establecidos en la Instrucción de Planificación Hidrológica con los tipos de lagos establecidos para el desarrollo de la métrica IBCAEL.

**Tabla 1 Correspondencia entre los tipos IBCAEL y los tipos de lagos IPH**

Tipo IBCAEL	Denominación	Tipo de Masa de Agua IPH
1	Alta montaña	1, 2, 3, 4, 5 y 9
2	Media montaña y cárstico calcáreo	6, 7, 8, 10, 11 y 12
3	Cárstico evaporitas y cuenca de sedimentación de origen fluvial	14, 15, 24, 25, 26, 27 y 29
4	Interior en cuenca de sedimentación, permanente, mineralización baja o media	16 y 18
5	Interior en cuenca de sedimentación, permanente, mineralización alta o muy alta y litoral sin influencia marina	20 y 28
6	Interior en cuenca de sedimentación, permanente, hipersalino	22
7	Cárstico calcáreo, interior en cuenca de sedimentación y litoral en complejo dunar, temporal	13, 17 y 30 <sup>2</sup>
8	Interior en cuenca de sedimentación, temporal, mineralización media y alta	19 y 21
9	Interior en cuenca de sedimentación, temporal, hipersalino	23

##### Cálculo del índice

La fórmula que deberá utilizarse para obtener el valor final del índice es:

$$IBCAEL = (ABCO + 1) * \log(RIC + 1)$$

Dónde:

- Índice ABCO (Abundancia de Branquiópodos Copépodos y Ostrácodos) que valora la estructura y composición de las asociaciones de crustáceos.
- Índice RIC (Riqueza de Insectos y Crustáceos) que valora la riqueza taxonómica de insectos y crustáceos del conjunto de la comunidad bentónica de un modo simplificado.

<sup>2</sup> El tipo 30 de la IPH ha quedado incluido en el tipo IBCAEL 7 debido a su grado de mineralización.



Por tanto, una vez identificado el tipo IBCAEL de la masa de agua en cuestión, es necesario proceder con el cálculo de las dos métricas que componen el índice tal y como queda reflejado en la fórmula.

#### 4.1. CÁLCULO DEL ÍNDICE ABCO

El valor del ABCO se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$ABCO = \sum_{i=1}^j ki \times ni$$
$$ni = \frac{Ni}{N_{tot}}$$

Dónde:

i =	taxones indicadores	ni =	abundancia relativa del taxón i
j =	número de taxones indicadores	Ni =	número de individuos del taxón i
ki =	valor de sensibilidad del taxón i	N <sub>tot</sub> =	suma del número total de individuos de taxones indicadores del tipo muestreados en ABCO

Para proceder con el cálculo se toman los resultados de la hoja de laboratorio del anexo II del Protocolo de muestreo y laboratorio de invertebrados bentónicos en lagos (ML-L-I-2013). De esta forma se tendrán las abundancias de las especies pertinentes para el cálculo del ABCO. Estas abundancias deberán expresarse en tanto por uno a efectos de cálculo, para lo que es necesario dividir el número de individuos del taxón por el número total de individuos de taxones indicadores del tipo obtenidos en la muestra ABCO.

A continuación se multiplica la abundancia relativa de cada una de las especies (expresadas en tanto por uno) por el valor de sensibilidad que presente la especie en el tipo de masa de agua aplicable (ver anexo I). De esta forma obtenemos los valores de ABCO para cada una de las especies muestreadas, que será necesario sumar para obtener el valor final de ABCO para ese muestreo.

Puesto que para el cálculo del índice ABCO solo se tienen en cuenta los taxones que presentan valores de sensibilidad, puede resultar valor 0 si se da el caso que en una masa de agua no se identifique ninguno de los taxones con valor de sensibilidad para el tipo de masa de agua en cuestión.

#### 4.2. CÁLCULO DEL ÍNDICE RIC

El valor del RIC se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$RIC = A + B + C$$

Dónde:

Métrica	Descripción métrica	Codificación TAXAGUA
A	Número de géneros de crustáceos	SUBFILO Crustacea CRU002SBFI
B	Número de géneros de formas adultas de coleópteros y heterópteros	Orden Coleoptera COL001ORDE SUBORDEN Heteroptera HET002SBOR
C	Número de familias de larvas y pupas de insectos	CLASE Insecta INS001CLAS

Los taxones considerados en cada uno de los grupos deben estar incluidos en TAXAGUA. Para poder incluir en el cálculo de la métrica taxones muestreados que estén en la citada aplicación, será necesario solicitar el visto bueno de la Dirección General del Agua.



Para determinar el número de géneros de crustáceos se toman también en consideración los géneros obtenidos en el muestreo ABCO.

## **5. TRATAMIENTO DE LOS DATOS**

Con la puntuación del índice IBCAEL obtenida según el procedimiento descrito en el punto anterior, se procederá a determinar el estado ecológico de la masa de agua.

Para ello se deberán tener en cuenta, hasta que se establezcan legalmente, las condiciones de referencia de estado ecológico para cada tipo de masa de agua y los valores frontera establecidos en el anexo II.



## **ANEXO I: TAXONES SENSIBLES PARA EL CÁLCULO DEL ABCO**





TAXONES SENSIBLES POR TIPO PARA EL CÁLCULO DEL ABCO										
Nombre taxón i = taxones indicadores	CODIGO TAXAGUA sistcodsup/ sistcodinf	TIPOS IBCAEL <sup>3</sup> ki = valor de sensibilidad del taxón i								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
<b>BRANCHIOPODA</b>										
<i>Acroperus angustatus</i>	ACR006ANG130		9	7						
<i>Acroperus harpae</i>	ACR006HAR026	7								
<i>Alona affinis</i>	ALO003AFF041	7	5							
<i>Alona elegans</i>	ALO003ELE075		1	1						
<i>Alona quadrangularis</i>	ALO003QUA094		8	5						
<i>Alona rectangula</i>	ALO003REC056		3		3	7		3		
<i>Alona salina</i>	ALO003SAL065								10	9
<i>Alonella excisa</i>	ALO004EXC040	9	4	1						
<i>Alonella nana</i>	ALO004NAN046	7	3							
<i>Artemia parthenogenetica</i>	ART003PAR030						10			
<i>Bosmina longirostris</i>	BOS002LON138				5					
<i>Branchinecta ferox</i>	BRA015FER007								10	
<i>Branchinectella media</i>	BRA025MED051								9	
<i>Branchipus schaefferi</i>	BRA024SCH124								8	
<i>Ceriodaphnia laticaudata</i>	CER023LAT126				5					
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i>	CER023QUA093				7			5		
<i>Ceriodaphnia reticulata</i>	CER023RET027				4			3		
<i>Chirocephalus diaphanus</i>	CHI009DIA028								7	
<i>Chydorus sphaericus</i>	CHY001SPH037	8	2		3			6		
<i>Cyzicus grubei</i>	CYZ001GRU014								7	
<i>Cyzicus tetracerus</i>	CYZ001TET043								6	
<i>Daphnia curvirostris</i>	DAP001CUR077							10		
<i>Daphnia magna</i>	DAP001MAG029			4	3	10		3	7	5
<i>Daphnia mediterranea</i>	DAP001MED050								6	8
<i>Daphnia obtusa</i>	DAP001OBT066							1		
<i>Daphnia pulicaria</i>	DAP001PUL085				2			7		
<i>Dunhevedia crassa</i>	DUN002CRA089								7	
<i>Eurycerus lamellatus</i>	EUR008LAM026	8								
<i>Graptoleberis testudinaria</i>	GRA014TES025	6	3	6						
<i>Isaura mayeti</i>	ISA001MAY008								7	
<i>Macrothrix hirsuticornis</i>	MAC016HIR033	4	1	6		7			3	
<i>Magrebestheria maroccana</i>	MAG002MAR195								7	
<i>Moina brachiata</i>	MOI001BRA082							5	8	
<i>Moina micrura</i>	MOI001MIC081				1					
<i>Moina salina</i>	MOI001SAL067									8
<i>Oxyurella tenuicaudis</i>	OXY011TEN163				8					
<i>Pleuroxus aduncus</i>	PLE017ADU007		4	10	5	6				
<i>Pleuroxus denticulatus</i>	PIC001DEN070				1					
<i>Pleuroxus laevis</i>	PLE017LAE053				7					
<i>Pleuroxus letourneuxi</i>	PLE017LET001								4	
<i>Pleuroxus truncatus</i>	PLE017TRU042		6	10						
<i>Scapholeberis rammneri</i>	SCA009RAM016				5					
<i>Sida crystallina</i>	SID003CRY022		10							
<i>Simocephalus exspinosus</i>	SIM003EXS008				6	6		6		
<i>Simocephalus vetulus</i>	SIM003VET009		7	6	8			7		
<b>COPEPODA</b>										
<i>Arctodiaptomus salinus</i>	ARC013SAL064									9
<i>Acanthocyclops gr. robustus-vernalis</i>	ACA008ROB039 / ACA008VER085				5			5		
<i>Acanthocyclops vernalis</i>	ACA008VER085		1	1						
<i>Arctodiaptomus wierzejskii</i>	ARC013WIE004								10	

<sup>3</sup> La Tabla 1 de este protocolo permite consultar la correspondencia entre los tipos IBCAEL y los tipos de masas de agua de la categoría Lagos



TAXONES SENSIBLES POR TIPO PARA EL CÁLCULO DEL ABCO										
Nombre taxón i = taxones indicadores	CODIGO TAXAGUA sistcodsup/ sistcodinf	TIPOS IBCAEL <sup>3</sup> ki = valor de sensibilidad del taxón i								
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Canthocamptus staphylinus</i>	CAN002STA040							9		
<i>Cletocamptus retrogressus</i>	CLE001RET006						9			
<i>Cyclops sp. pl.</i>	CYC009GENE				8			5		
<i>Diacyclops bicuspidatus</i>	DIA013BIC075							8	9	
<i>Diacyclops bisetosus</i>	DIA013BIS036							4		
<i>Diaptomus cyaneus</i>	DIA012CYA007							10		
<i>Ectocyclops phaleratus</i>	ECT001PHA023				7					
<i>Eucyclops macruroides</i>	EUC009MAC129		8	7						
<i>Eucyclops serrulatus</i>	EUC009SER067	9	2	9	5					
<i>Hemidiaptomus roubauí</i>	HEM015ROU006								2	
<i>Macrocyclops albidus</i>	MAC015ALB090		7		8					
<i>Megacyclops viridis</i>	MEG004VIR081				10	9		5	1	
<i>Metacyclops minutus</i>	MET013MIN236							7	6	
<i>Mixodiaptomus incrassatus</i>	MIX001INC104							7	4	
<i>Mixodiaptomus kupelwieseri</i>	MIX001KUP002							6		
<i>Neolovenula alluaudi</i>	NEO021ALL017			7				4	5	
<i>Tropocyclops prasinus</i>	TRO009PRA056				6					
<b>OSTRACODA</b>										
<i>Candelacypris aragonica</i>	CAN003ARA019						5			3
<i>Cyclocypris ovum</i>	CYC011OVU008							4		
<i>Cypria ophtalmica</i>	CYP009OPH005				3					
<i>Cypridopsis vidua</i>	CYP007VID007		3	3	8			8		
<i>Eucypris virens</i>	EUC010VIR085				9			5		
<i>Herpetocypris chevreuxi</i>	HER006CHE015				5			7		
<i>Heterocypris barbara</i>	HET013BAR051							4		
<i>Heterocypris incongruens</i>	HET013INC109							5		
<i>Heterocypris salina</i>	HET013SAL069				2		7			10
<i>Plesiocypridopsis newtoni</i>	PLE019NEW004							4		

**ANEXO II: CONDICIONES DE REFERENCIA Y VALORES  
FRONTERA**





## Condiciones de referencia IBCAEL

Tipos IBCAEL	Denominación	Condición de Referencia (IBCAEL)
1	Alta montaña.	8,62
2	Media montaña y cárstico calcáreo.	4,66
3	Cárstico evaporitas y cuenca de sedimentación de origen fluvial	6,19
4	Interior en cuenca de sedimentación, permanente, mineralización baja o media	12,44
5	Interior en cuenca de sedimentación, permanente, mineralización alta o muy alta y litoral sin influencia marina.	9,2
6	Interior en cuenca de sedimentación, permanente, hipersalino.	6,62
7	Cárstico calcáreo, interior en cuenca de sedimentación y litoral en complejo dunar, temporal.	11,08
8	Interior en cuenca de sedimentación, temporal, mineralización media y alta.	6,78
9	Interior en cuenca de sedimentación, temporal, hipersalino.	9,33

El valor obtenido a partir de los datos de muestreo de una determinada masa de agua se deberá comparar con la condición de referencia que sea aplicable en función del tipo de masa de agua para obtener el Ratio de Calidad Ecológica.

Ratio de Calidad Ecológica (RCE) = Valor Observado / Valor de Referencia

Hasta que los valores frontera no sean establecidos legalmente, el valor final del RCE obtenido se comparará con los valores frontera del tipo de masa de agua para la métrica IBCAEL establecidos en la siguiente tabla.

Valores frontera para la clasificación del estado ecológico mediante el índice IBCAEL

TIPO	ESTADO ECOLÓGICO	Valores frontera IBCAEL	RCE
1	Muy Bueno	IBCAEL $\geq$ 7,96	RCE $\geq$ 0,92
	Bueno	5,97 $\leq$ IBCAEL $<$ 7,96	0,69 $\leq$ RCE $<$ 0,92
	Moderado	3,98 $\leq$ IBCAEL $<$ 5,97	0,46 $\leq$ RCE $<$ 0,69
	Deficiente	1,99 $\leq$ IBCAEL $<$ 3,98	0,23 $\leq$ RCE $<$ 0,46
	Malo	IBCAEL $<$ 1,99	RCE $<$ 0,23
2	Muy Bueno	IBCAEL $\geq$ 4,32	RCE $\geq$ 0,93
	Bueno	3,24 $\leq$ IBCAEL $<$ 4,32	0,69 $\leq$ RCE $<$ 0,93
	Moderado	2,16 $\leq$ IBCAEL $<$ 3,24	0,46 $\leq$ RCE $<$ 0,69
	Deficiente	1,08 $\leq$ IBCAEL $<$ 2,16	0,23 $\leq$ RCE $<$ 0,46
	Malo	IBCAEL $<$ 1,08	RCE $<$ 0,23



TIPO	ESTADO ECOLÓGICO	Valores frontera IBCAEL	RCE
3	Muy Bueno	$IBCAEL \geq 4,84$	$RCE \geq 0,78$
	Bueno	$3,63 \leq IBCAEL < 4,84$	$0,59 \leq RCE < 0,78$
	Moderado	$2,42 \leq IBCAEL < 3,63$	$0,39 \leq RCE < 0,59$
	Deficiente	$1,21 \leq IBCAEL < 2,42$	$0,20 \leq RCE < 0,39$
	Malo	$IBCAEL < 1,21$	$RCE < 0,20$
4	Muy Bueno	$IBCAEL \geq 10,70$	$RCE \geq 0,86$
	Bueno	$7,22 \leq IBCAEL < 10,70$	$0,58 \leq RCE < 0,86$
	Moderado	$6,34 \leq IBCAEL < 7,22$	$0,51 \leq RCE < 0,58$
	Deficiente	$4,85 \leq IBCAEL < 6,34$	$0,39 \leq RCE < 0,51$
	Malo	$IBCAEL < 4,85$	$RCE < 0,39$
5	Muy Bueno	$IBCAEL \geq 7,36$	$RCE \geq 0,80$
	Bueno	$5,52 \leq IBCAEL < 7,36$	$0,60 \leq RCE < 0,80$
	Moderado	$3,68 \leq IBCAEL < 5,52$	$0,40 \leq RCE < 0,60$
	Deficiente	$1,84 \leq IBCAEL < 3,68$	$0,20 \leq RCE < 0,40$
	Malo	$IBCAEL < 1,84$	$RCE < 0,20$
6	Muy Bueno	$IBCAEL \geq 5,94$	$RCE \geq 0,90$
	Bueno	$4,45 \leq IBCAEL < 5,94$	$0,67 \leq RCE < 0,90$
	Moderado	$2,97 \leq IBCAEL < 4,45$	$0,45 \leq RCE < 0,67$
	Deficiente	$1,48 \leq IBCAEL < 2,97$	$0,22 \leq RCE < 0,45$
	Malo	$IBCAEL < 1,48$	$RCE < 0,22$
7	Muy Bueno	$IBCAEL \geq 9,86$	$RCE \geq 0,89$
	Bueno	$7,53 \leq IBCAEL < 9,86$	$0,68 \leq RCE < 0,89$
	Moderado	$6,20 \leq IBCAEL < 7,53$	$0,56 \leq RCE < 0,68$
	Deficiente	$4,99 \leq IBCAEL < 6,20$	$0,45 \leq RCE < 0,56$
	Malo	$IBCAEL < 4,99$	$RCE < 0,45$
8	Muy Bueno	$IBCAEL \geq 5,43$	$RCE \geq 0,80$
	Bueno	$4,07 \leq IBCAEL < 5,43$	$0,60 \leq RCE < 0,80$
	Moderado	$2,71 \leq IBCAEL < 4,07$	$0,40 \leq RCE < 0,60$
	Deficiente	$1,36 \leq IBCAEL < 2,71$	$0,20 \leq RCE < 0,40$
	Malo	$IBCAEL < 1,36$	$RCE < 0,20$
9	Muy Bueno	$IBCAEL \geq 7,85$	$RCE \geq 0,84$
	Bueno	$5,89 \leq IBCAEL < 7,85$	$0,63 \leq RCE < 0,84$
	Moderado	$3,93 \leq IBCAEL < 5,89$	$0,42 \leq RCE < 0,63$
	Deficiente	$1,96 \leq IBCAEL < 3,93$	$0,21 \leq RCE < 0,42$
	Malo	$IBCAEL < 1,96$	$RCE < 0,21$

Una vez comparado el resultado obtenido con la tabla anterior se clasifica el estado ecológico de la masa de agua en cuestión mediante el índice IBCAEL.