



GOBIERNO  
DE ESPAÑA

MINISTERIO  
DE AGRICULTURA, ALIMENTACIÓN  
Y MEDIO AMBIENTE

CONFEDERACIÓN  
HIDROGRÁFICA  
DEL EBRO

2012

---

## APLICACIÓN DEL ÍNDICE IBCAEL PARA LA EVALUACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO EN EL GALACHO DE JUSLIBOL Y EN LAGUNAS DEL ENTORNO

---



ÁREA DE CALIDAD DE AGUAS  
CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO



---

## APLICACIÓN DEL ÍNDICE IBCAEL PARA LA EVALUACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO EN EL GALACHO DE JUSLIBOL Y EN LAGUNAS DEL ENTORNO

---

**PROMOTOR:**

CONFEDERACIÓN HIDROGRÁFICA DEL EBRO



**SERVICIO:**

Control del estado ecológico.

**DIRECCIÓN DEL PROYECTO:**

Concha Durán Lalaguna, M<sup>a</sup> José Rodríguez Pérez

**EMPRESA CONSULTORA:**

United Research Services S.L.U.



**EQUIPO DE TRABAJO:**

Gloria González, Ana García Murcia, Elvira Romans, Joana Capela,

**PRESUPUESTO DE LA ADJUDICACIÓN:**

1.800 Euros

**CONTENIDO:**

MEMORIA

**AÑO DE EJECUCIÓN:**

2012

**FECHA ENTREGA:**

Febrero 2014

REFERENCIA IMÁGENES PORTADA:

Superior izquierda: Galacho de Juslibol

Superior derecha: Laguna del Sol

Inferior izquierda: Laguna de las Graveras

Inferior derecha: Laguna de los Trinos

CITA DEL DOCUMENTO: Confederación Hidrográfica del Ebro (2014). Aplicación del índice IBCAEL para la evaluación del estado ecológico en el Galacho de Juslibol y en lagunas del entorno. Septiembre 2012, 32 pag. Disponible en PDF en la web: <http://www.chebro.es>

El presente informe pertenece al Dominio Público en cuanto a los Derechos Patrimoniales recogidos por el Convenio de Berna. Sin embargo, se reconocen los Derechos de los Autores y de la Confederación Hidrográfica del Ebro a preservar la integridad del mismo, las alteraciones o la realización de derivados sin la preceptiva autorización administrativa con fines comerciales, o la cita de la fuente original en cuanto a la infracción por plagio o colusión. A los efectos prevenidos, las autorizaciones para uso no científico del contenido deberán solicitarse a la Confederación Hidrográfica del Ebro.

## **APLICACIÓN DEL ÍNDICE IBCAEL PARA LA EVALUACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO EN EL GALACHO DE JUSLIBOL Y EN LAGUNAS DEL ENTORNO**

---

*Se presentan los resultados del cálculo del índice IBCAEL en lagunas del entorno del Galacho de Juslibol, correspondientes al muestreo realizado en Septiembre de 2012.*

## **APLICACIÓN DEL ÍNDICE IBCAEL PARA LA EVALUACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO EN EL GALACHO DE JUSLIBOL Y EN LAGUNAS DEL ENTORNO**

---

*This report contains the results of applying the IBCAEL index in the Galacho de Juslibol and also in five lagoons of the natural environment, in September 2012.*



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

---

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| <b>1.</b> | <b>INTRODUCCIÓN</b> .....   | <b>9</b>  |
| <b>2.</b> | <b>ÁREA DE ESTUDIO Y CAMPAÑA</b> .....                                      | <b>9</b>  |
| <b>3.</b> | <b>MÉTODOS</b> .....  | <b>10</b> |
| <b>4.</b> | <b>RESULTADOS</b> .....   | <b>12</b> |
| 4.1.      | <i>PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS</i> .....                                      | 12        |
| 4.2.      | <i>FAUNA DE INVERTEBRADOS BENTÓNICOS</i> .....                              | 13        |
| <b>5.</b> | <b>CÁLCULO DEL ÍNDICE IBCAEL Y DETERMINACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO</b> ..... | <b>16</b> |
| 5.1.      | <i>CÁLCULO DEL ÍNDICE IBCAEL</i> .....                                      | 16        |
| 5.2.      | <i>DETERMINACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO</i> .....                             | 18        |

## ÍNDICE ANEXOS

---

|          |                               |    |
|----------|-------------------------------|----|
| ANEXO 1. | FICHAS DEL ÍNDICE IBCAEL..... | 21 |
| ANEXO 2. | FOTOGRAFÍAS .....             | 29 |

## ÍNDICE DE TABLAS

---

|          |  |    |
|----------|--|----|
| Tabla 1. | Datos morfológicos de las lagunas muestreadas.....   | 9  |
| Tabla 2. | Parámetros fisicoquímicos medidos in situ. ....  | 12 |
| Tabla 3. | Recuentos de fauna de microinvertebrados del Galacho de Juslibol y de las lagunas de su entorno analizadas en septiembre de 2012. ....     | 14 |
| Tabla 4. | Inventario de la fauna de macroinvertebrados del Galacho de Juslibol y de las lagunas de su entorno analizados en septiembre de 2012 ..... | 15 |
| Tabla 5. | Clasificación de las lagunas estudiadas según los tipos IBCAEL e IPH.....  | 18 |

Tabla 6. Clasificación del estado ecológico de las lagunas estudiadas según IBCAEL. .... 19

## ÍNDICE FIGURAS

---

Figura 1. Localización de las lagunas del entorno del Galacho de Juslibol muestreadas en septiembre de 2012. .... 10

## 1. INTRODUCCIÓN

El presente informe incluye los resultados de la aplicación del índice IBCAEL en el Galacho de Juslibol y en cinco lagunas del entorno, en septiembre de 2012. El índice IBCAEL es la métrica seleccionada en las masas de agua lagos para la evaluación del estado ecológico según la fauna de invertebrados bentónicos.

El equipo consultor quiere agradecer a los técnicos del Ayuntamiento de Zaragoza su ayuda durante los trabajos de campo.

## 2. ÁREA DE ESTUDIO Y CAMPAÑA

Los trabajos de campo se han realizado en el Galacho de Juslibol y en las siguientes lagunas de su entorno (Figura 1):

- Laguna Artificial
- Laguna de la Isla
- Laguna del Sol
- Laguna de los Trinos
- Laguna de la Gravera

Los datos morfológicos de las lagunas (perímetro y superficie) se presentan en la Tabla 1.

**Tabla 1. Datos morfológicos de las lagunas muestreadas.**

| Estación             | Código estación | Perímetro (m) | Superficie (m <sup>2</sup> ) |
|----------------------|-----------------|---------------|------------------------------|
| Laguna Artificial    | Juslibol 2      | 580           | 7.105                        |
| Laguna de la Isla    | Juslibol 3      | 2.385         | 31.426                       |
| Laguna del Sol       | Juslibol 5      | 624           | 14.635                       |
| Laguna de los Trinos | Juslibol 6      | 457           | 10.461                       |
| Laguna de la Gravera | Juslibol 8      | 459           | 8.837                        |

La recolección de muestras de fauna de invertebrados bentónicos se realizó el 5 de septiembre de 2012.

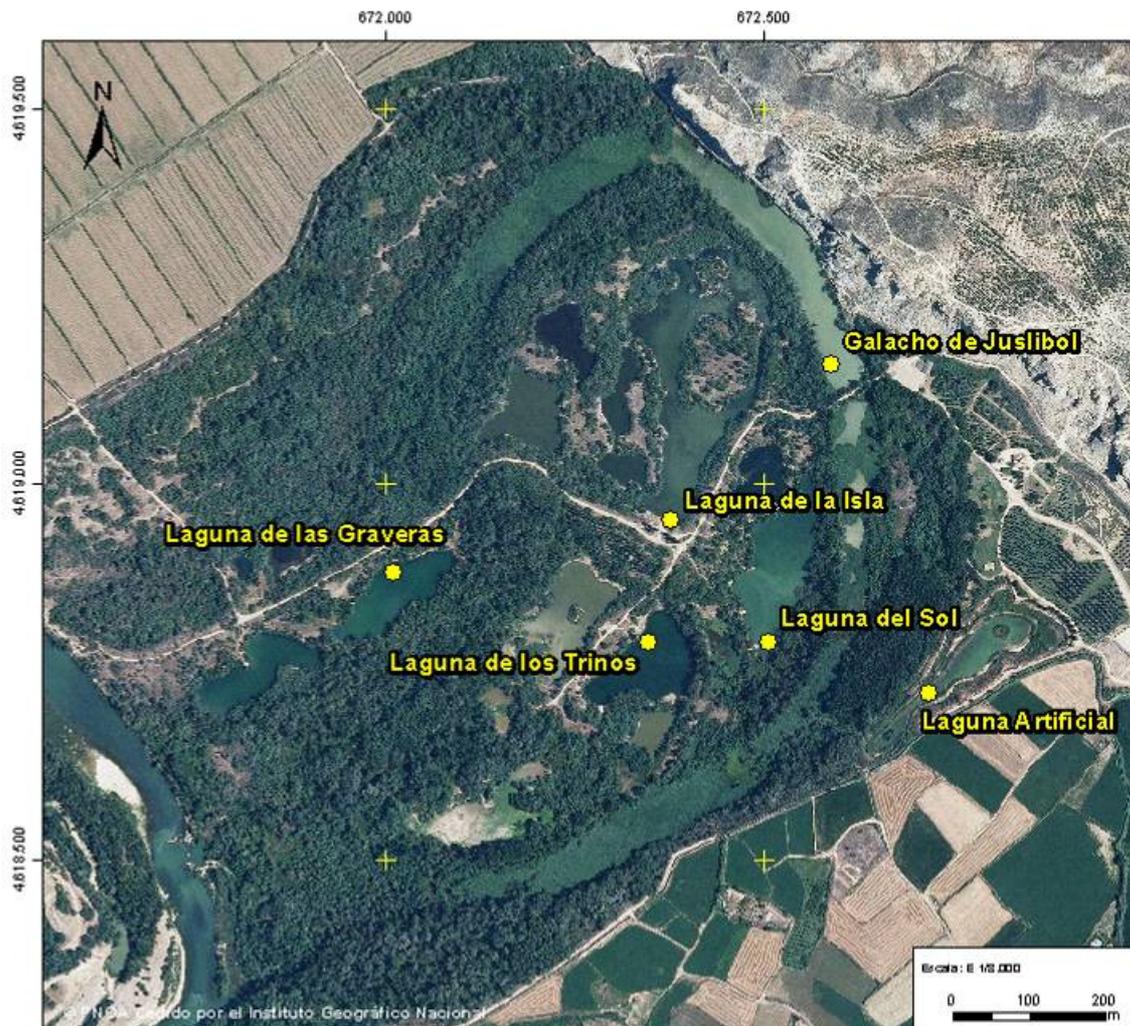


Figura 1. Localización de las lagunas del entorno del Galacho de Juslibol muestreadas en septiembre de 2012.

### 3. MÉTODOS

La toma de muestras de fauna de invertebrados bentónicos se ha realizado siguiendo los protocolos oficiales del Ministerio:

- ML-L-I-2012. Protocolo de muestreo y laboratorio de invertebrados bentónicos en lagos.

- IBCAEL. 2012. Protocolo de cálculo del índice IBCAEL en lagos.

El índice IBCAEL se compone de dos métricas, el índice ABCO y el índice RIC.

- El índice ABCO requiere conocer la abundancia de los crustáceos branquiopodos, copépodos y ostrácodos. Se muestrea en zonas vadeables con un salabre de 100 µm realizando sucesivas pasadas por encima de los sustratos sumergidos existentes en el lago. La muestra se deposita en un tubo de vidrio, y se observa con una lupa de mano de 20x la presencia de crustáceos. Esto es importante para asegurar que la muestra está bien tomada. En ocasiones la muestra aparece llena de sólidos en suspensión pero con pocos crustáceos.
- El índice RIC precisa conocer la riqueza de insectos y crustáceos. Para ello se muestrean los sustratos sumergidos removiendo el fondo con los pies y recogiendo el material resuspendido con un salabre de 250 µm. El muestreo finaliza cuando en sucesivas pasadas ya no se recogen nuevos taxones.

Ambas muestras se conservan mediante la adición de formaldehído hasta una concentración aproximada del 4-10%.

En el laboratorio se analizan ambas muestras siguiendo las directrices del protocolo ML-L-I-2012.

El muestreo de invertebrados bentónicos de los lagos se ha completado a partir de la realización de medidas *in situ* (mediante una sonda multiparamétrica) de parámetros fisicoquímicos que responden a las definiciones normativas para la determinación del estado ecológico. En concreto los siguientes:

- Transparencia del agua: Turbidez.
- Condiciones térmicas: Temperatura del agua.
- Mineralización: Conductividad eléctrica del agua.
- Estado de acidificación: pH.
- Condiciones de oxigenación: Oxígeno disuelto.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS

En la Tabla 2 se presentan los resultados de los parámetros físicoquímicos analizados *in situ*.

**Tabla 2. Parámetros físicoquímicos medidos *in situ*.**

| Estaciones | Tipo IPH | Nombre                                  | Temperatura | Conductividad | pH  | Turbidez | Oxígeno disuelto | Oxígeno disuelto | Clorofila-a       |
|------------|----------|---|-------------|---------------|-----|----------|------------------|------------------|-------------------|
|            |          |   | °C          | µS/cm         | ud  | NTU      | mg/L             | %                | mg/m <sup>3</sup> |
| JUSLIBOL-1 | 26       | Laguna de Miranda (Galacho de Juslibol) | 19,3        | 3700          | 8,9 | 41,9     | 8,96             | 98,6             | 168,7             |
| JUSLIBOL-2 | 18       | Laguna Artificial                       | 25,3        | 2599          | 8,4 | 10,9     | 8,98             | 110,3            |                   |
| JUSLIBOL-3 | 20       | Laguna de la Isla                       | 27,9        | 7324          | 8,5 | 8,5      | 12,82            | 168,2            |                   |
| JUSLIBOL-5 | 18       | Laguna del Sol                          | 25,0        | 2298          | 8,4 | 9,8      | 10,17            | 124,9            |                   |
| JUSLIBOL-6 | 18       | Laguna de los Trinos                    | 24,0        | 1883          | 8,4 | 5,7      | 10,39            | 124,6            |                   |
| JUSLIBOL-8 | 20       | Laguna de las Graveras                  | 24,0        | 5452          | 8,0 | 6,8      | 9,63             | 117,3            |                   |

Se observa lo siguiente:

- La temperatura del agua de las lagunas presenta valores entre 24 (Juslibol 6 y 8) y 27,9 °C (Juslibol 3); en el galacho se miden 19,3 °C. La menor temperatura del agua en el galacho se atribuye a la mayor renovación del agua en el mismo frente a las lagunas.
- La transparencia del agua evaluada a partir de la turbidez, permite identificar aguas moderadamente turbias en las lagunas (entre 5,7 y 10,9 NTU) y muy turbias en el galacho (41,9 NTU).
- La mineralización de las aguas es elevada, con valores de la conductividad entre 1.883 (Laguna de los Trinos) y 7.324 µS/cm (Laguna de la Isla); en el galacho de Juslibol la conductividad del agua es de 3.700 µS/cm.
- El pH varía entre 8 y 8,5 en las lagunas, y de 8,9 en el galacho (este pH responde a la mayor productividad de las aguas del galacho).
- Las condiciones de oxigenación son buenas en todas las lagunas, y las aguas están sobresaturadas de oxígeno en todas las lagunas y cercanas a la saturación en el galacho.

- En el galacho de Juslibol se midió la concentración de clorofila-a, siendo ésta muy elevada y propia de aguas hipereutróficas.

## 4.2. FAUNA DE INVERTEBRADOS BENTÓNICOS

Los resultados del análisis de las muestras de microinvertebrados (crustáceos) y de macroinvertebrados se presentan en las tablas 3 y 4.

### Fauna de microcrustáceos:

- Presenta un inventario de 12 especies de Cladóceros y 3 especies de Copépodos, los ostrácodos no se han identificado hasta especie (Tabla 3).
- La mayor riqueza de taxones se detecta en las Lagunas del Sol y de los Trinos (8 y 9 taxones); y la menor en la Laguna Artificial y de la Gravera (4 taxones). En el galacho de Juslibol sólo se encuentran 2 taxones.
- Las especies más frecuentes son el cladócero *Chydorus sphaericus* (en 4 lagunas) y el copépodo *Acanthocyclops robustus* (en 5 lagunas).

### Fauna de macroinvertebrados:

- Está representada por 25 taxones. Dichos taxones se agrupan en los siguientes grupos taxonómicos: Cnidarios, nematodos, moluscos (4 taxones), oligoquetos, crustáceos, e insectos (17 taxones). Entre los insectos se encuentran odonatos (4 taxones, *Coenagrionidae* está presente en 4 lagunas), efemerópteros (2 taxones, *Caenidae* presente en todas las lagunas y en el galacho), hemípteros (3 taxones), coleópteros (3 taxones), dípteros (3 taxones, *Chironomidae* presente en todas las lagunas y en el galacho) y tricópteros (2 taxones).  
En las Lagunas del Sol y de los Trinos se ha detectado la presencia de adultos de mejillón cebra (Figura 6. Anexo 2).
- La mayor riqueza taxonómica se encuentra en las Lagunas de los Trinos (18 taxones), Gravera (14 taxones) y del Sol (13 taxones); y la menor riqueza en la Laguna Artificial.

Tabla 3. Recuentos de fauna de microinvertebrados del Galacho de Juslibol y de las lagunas de su entorno analizadas en septiembre de 2012.

|  | Galacho de Juslibol |       | Juslibol 2 - Laguna Artificial |       | Juslibol 3 - Laguna de la Isla |       | Juslibol 5 - Laguna del Sol |       | Juslibol 6 - Laguna de los Trinos |       | Juslibol 8 - Laguna de la Gravera |       |
|--|---------------------|-------|--------------------------------|-------|--------------------------------|-------|-----------------------------|-------|-----------------------------------|-------|-----------------------------------|-------|
|  | Recuento            | %     | Recuento                       | %     | Recuento                       | %     | Recuento                    | %     | Recuento                          | %     | Recuento                          | %     |
| <b>Cladóceros</b>                          |                     |       |                                |       |                                |       |                             |       |                                   |       |                                   |       |
| <i>Alona guttata</i>                       |                     |       | 1                              | 7,7   |                                |       |                             |       |                                   |       |                                   |       |
| <i>Alona</i> n.sp. ( <i>Gr. setulosa</i> ) |                     |       | 8                              | 61,5  |                                |       |                             |       |                                   |       |                                   |       |
| <i>Ceriodaphnia pulchella</i>              |                     |       |                                |       | 71                             | 49,7  | 56                          | 13,0  | 3                                 | 4,4   |                                   |       |
| <i>Ceriodaphnia reticulata</i>             |                     |       |                                |       | 11                             | 7,7   |                             |       |                                   |       |                                   |       |
| <i>Chydorus sphaericus</i>                 |                     |       |                                |       | 9                              | 6,3   | 7                           | 1,6   | 2                                 | 2,9   | 1                                 | 1,1   |
| <i>Daphnia longispina</i>                  |                     |       |                                |       |                                |       | 6                           | 1,4   | 35                                | 51,5  |                                   |       |
| <i>Ilyocryptus agilis</i>                  | 1                   | 12,5  |                                |       |                                |       |                             |       |                                   |       |                                   |       |
| <i>Oxurella tenuicaudis</i>                |                     |       |                                |       | 4                              | 2,8   |                             |       |                                   |       |                                   |       |
| <i>Pleuroxus aduncus</i>                   |                     |       |                                |       |                                |       | 7                           | 1,6   | 1                                 | 1,5   |                                   |       |
| <i>Pleuroxus denticulatus</i>              |                     |       |                                |       |                                |       | 3                           | 0,7   |                                   |       |                                   |       |
| <i>Scapholeberis rammneri</i>              |                     |       |                                |       |                                |       | 32                          | 7,4   | 1                                 | 1,5   |                                   |       |
| <i>Simocephalus vetulus</i>                |                     |       |                                |       | 5                              | 3,5   | 2                           | 0,5   |                                   |       |                                   |       |
| <b>Copépodos</b>                           |                     |       |                                |       |                                |       |                             |       |                                   |       |                                   |       |
| <i>Copidodiaptomus numidicus</i>           |                     |       |                                |       |                                |       |                             |       | 16                                | 23,5  |                                   |       |
| <i>Acanthocyclops robustus</i>             | 7                   | 87,5  | 1                              | 7,7   | 38                             | 26,6  |                             |       | 4                                 | 5,9   | 76                                | 85,4  |
| <i>Tropocyclops prasinus</i>               |                     |       |                                |       |                                |       | 314                         | 72,9  |                                   |       | 8                                 | 9,0   |
| <b>Ostrácodos</b>                          |                     |       |                                |       |                                |       |                             |       |                                   |       |                                   |       |
| Ostrácodos sp. pl.                         |                     |       | 3                              | 23,1  | 5                              | 3,5   | 4                           | 0,9   | 6                                 | 8,8   | 4                                 | 4,5   |
| <b>Total:</b>                              | 8                   | 100,0 | 13                             | 100,0 | 143                            | 100,0 | 431                         | 100,0 | 68                                | 100,0 | 89                                | 100,0 |

**Tabla 4. Inventario de la fauna de macroinvertebrados del Galacho de Juslibol y de las lagunas de su entorno analizados en septiembre de 2012**

|                             | Galacho de Juslibol | Juslibol 2 - Laguna Artificial | Juslibol 3 - Laguna de la Isla | Juslibol 5 - Laguna del Sol | Juslibol 6 - Laguna de los Trinos | Juslibol 8 - Laguna de la Gravera |
|-----------------------------|---------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| <b>CNIDARIA</b>             |                     |                                |                                |                             |                                   |                                   |
| <b>F. Hydridae</b>          |                     |                                |                                |                             |                                   |                                   |
| <i>Hydra</i> sp.            |                     |                                |                                |                             | +                                 |                                   |
| <b>NEMATODA</b>             |                     |                                | +                              |                             |                                   |                                   |
| <b>MOLUSCA</b>              |                     |                                |                                |                             |                                   |                                   |
| <b>Cl. Pulmonata</b>        |                     |                                |                                |                             |                                   |                                   |
| <b>O. Basommatophora</b>    |                     |                                |                                |                             |                                   |                                   |
| <b>F. Lymnaeidae</b>        |                     |                                |                                |                             |                                   |                                   |
| <i>Radix</i> sp.            |                     |                                |                                |                             | +                                 |                                   |
| <b>F. Physidae</b>          |                     |                                |                                |                             |                                   |                                   |
| <i>Physa</i> sp.            |                     |                                | +                              | +                           | +                                 | +                                 |
| <b>F. Ferrissiidae</b>      | * conchas           |                                |                                | +                           | +                                 | +                                 |
| <b>F. Dreissenidae</b>      |                     |                                |                                |                             |                                   |                                   |
| <i>Dreissena polymorpha</i> |                     |                                |                                | +                           | +                                 |                                   |
| <b>ANNELIDA</b>             |                     |                                |                                |                             |                                   |                                   |
| <b>Cl. Oligochaeta</b>      |                     |                                |                                |                             |                                   |                                   |
| <b>O. Tubificidae</b>       |                     |                                |                                |                             |                                   |                                   |
| <b>F. Tubificidae</b>       |                     |                                |                                |                             |                                   |                                   |
| Tubificidae c.s.c.          | +                   |                                |                                |                             |                                   | +                                 |
| <b>ARTHROPODA</b>           |                     |                                |                                |                             |                                   |                                   |
| <b>CRUSTACEA</b>            |                     |                                |                                |                             |                                   |                                   |
| <b>Cl. Ostracoda</b>        | +                   | +                              |                                |                             |                                   | +                                 |
| <b>INSECTA</b>              |                     |                                |                                |                             |                                   |                                   |
| <b>Cl. Euentomata</b>       |                     |                                |                                |                             |                                   |                                   |
| <b>O. Odonata</b>           |                     |                                |                                |                             |                                   |                                   |
| <b>F. Platycnemidae</b>     |                     |                                |                                |                             |                                   |                                   |
| <i>Platycnemis</i> sp.      |                     |                                |                                | +                           |                                   |                                   |
| <b>F. Coenagrionidae</b>    |                     | +                              |                                | +                           | +                                 | +                                 |
| <b>F. Cordulidae</b>        |                     |                                | +                              | +                           |                                   |                                   |
| <b>F. Libellulidae</b>      |                     |                                | +                              |                             | +                                 | +                                 |
| <b>O. Ephemeroptera</b>     |                     |                                |                                |                             |                                   |                                   |
| <b>F. Caenidae</b>          |                     |                                |                                |                             |                                   |                                   |
| <i>Caenis</i> sp.           | +                   | +                              | +                              | +                           | +                                 | +                                 |
| <b>F. Baetidae</b>          |                     |                                | +                              |                             | +                                 |                                   |

Tabla 4 Continuación.

|                           | Galacho de Juslibol | Juslibol 2 - Laguna Artificial | Juslibol 3 - Laguna de la Isla | Juslibol 5 - Laguna del Sol | Juslibol 6 Laguna de los Trinos | Juslibol 8 - Laguna de la Gravera |
|---------------------------|---------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| <b>O. Hemiptera</b>       |                     |                                |                                |                             |                                 |                                   |
| <b>F. Corixidae</b>       |                     |                                |                                |                             |                                 |                                   |
| <i>Micronecta sp.</i>     |                     |                                | +                              | +                           | +                               |                                   |
| <b>F. Naucoridae</b>      |                     |                                |                                |                             |                                 |                                   |
| <i>Naucoris sp.</i>       |                     |                                |                                |                             | +                               |                                   |
| <b>F. Veliidae</b>        |                     |                                |                                |                             |                                 |                                   |
| <i>Microvelia sp.</i>     |                     |                                |                                | +                           | +                               | +                                 |
| <b>O. Coleoptera</b>      |                     |                                |                                |                             |                                 |                                   |
| <b>F. Hydrophilidae</b>   |                     |                                |                                | +                           |                                 | +                                 |
| <i>Coelostoma sp.</i>     |                     |                                |                                |                             | +                               |                                   |
| <i>Helochares sp.</i>     |                     |                                |                                |                             |                                 | +                                 |
| <b>F. Dytiscidae</b>      |                     |                                |                                |                             |                                 |                                   |
| <i>Laccophilus sp.</i>    |                     |                                |                                |                             |                                 | +                                 |
| <b>O. Diptera</b>         |                     |                                |                                |                             |                                 |                                   |
| <b>F. Ceratopogonidae</b> | +                   |                                |                                |                             | +                               | +                                 |
| <b>F. Chironomidae</b>    | +                   | +                              | +                              | +                           | +                               | +                                 |
| <b>F. Stratiomyidae</b>   |                     |                                |                                |                             | +                               |                                   |
| <b>O. Tricoptera</b>      |                     |                                |                                |                             |                                 |                                   |
| <b>F. Hydroptilidae</b>   |                     |                                |                                |                             |                                 |                                   |
| <i>Agrayela sp.</i>       |                     |                                | estuches                       | estuches                    | estuches                        |                                   |
| <b>F. Ecnomidae</b>       |                     |                                |                                |                             |                                 |                                   |
| <i>Ecnomus sp.</i>        |                     |                                |                                | +                           | +                               | +                                 |
| <b>Nº TAXONES</b>         | 2                   | 1                              | 3                              | 6                           | 9                               | 7                                 |

## 5. CÁLCULO DEL ÍNDICE IBCAEL Y DETERMINACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO

### 5.1. CÁLCULO DEL ÍNDICE IBCAEL

El índice IBCAEL se ha calculado según lo indicado en el protocolo del Ministerio IBCAEL 2012.

La fórmula de cálculo es la siguiente:

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

Dónde:

- Índice ABCO (Abundancia de Branquiópodos, Copépodos y Ostrácodos) que valora la composición y estructura de las asociaciones de microcrustáceos.
- Índice RIC (Riqueza de Insectos y Crustáceos) que valora la riqueza taxonómica de insectos y crustáceos presentes en la totalidad de las muestras.

### **Índice ABCO**

Responde a la siguiente fórmula:

$$ABCO = \sum_{i=1}^j k_i \times n_i$$

Dónde:

i = taxones indicadores

n<sub>i</sub> = abundancia relativa del taxón i

j = número de taxones indicadores

N<sub>i</sub> = número de individuos del taxón i

k<sub>i</sub> = valor de sensibilidad del taxón i

N<sub>tot</sub> = suma del número total de individuos de taxones indicadores del tipo.

Los taxones indicadores son específicos del tipo de lago, y se listan en el protocolo IBCAEL 2012.

### **Índice RIC**

Responde a la siguiente fórmula:

$$RIC = A + B + C$$

Dónde:

- A = número de géneros de crustáceos existentes en las dos muestras (de microcrustáceos y macroinvertebrados)
- B = número de géneros de formas adultas de coleópteros y heterópteros
- C = Número de familias de insectos en forma de ninfa, larva o pupa.

Para el cálculo de IBCAEL (de ABCO) se requiere conocer el tipo al que pertenece la laguna. Las lagunas muestreadas y el galacho de Juslibol pertenecen a los tipos de IBCAEL incluidos en la tabla 5:

**Tabla 5. Clasificación de las lagunas estudiadas según los tipos IBCAEL e IPH**

| Tipo IBCAEL | Tipo IPH | Descripción   | Lagunas   |
|-------------|----------|---|---|
| 3           | 26       | Cárstico evaporitas y cuenca de sedimentación de origen fluvial   | Galacho de Juslibol   |
| 4           | 18       | Interior en cuenca de sedimentación, permanente, mineralización baja o media                                    | Laguna Artificial<br>Laguna del Sol<br>Laguna de los Trinos |
| 5           | 20       | Interior en cuenca de sedimentación, permanente, mineralización alta o muy alta y litoral sin influencia marina | Laguna de la Isla<br>Laguna de la Gravera                   |

## 5.2. DETERMINACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO

El estado ecológico de las lagunas, según la métrica IBCAEL, representativa de la fauna bentónica de invertebrados bentónicos, se determina a partir de la comparación de los datos del índice con la condición de referencia del tipo de masa de agua-

Para ello se calcula el Ratio de Calidad Ecológica (RCA) según la siguiente fórmula:

$$RCA = \text{Valor del IBCAEL} / \text{Valor de referencia del tipo al que pertenece la masa de agua}$$

Los valores de referencia para los tipos 3, 4 y 5 de IBCAEL son los indicados en el protocolo del Ministerio IBCAEL 2012

El estado ecológico del Galacho de Juslibol y de las lagunas estudiadas se presenta en la Tabla 6. El estado ecológico es:

- Bueno en la Laguna de los Trinos
- Moderado en la Laguna del Sol
- Deficiente en la Laguna Artificial

- Malo en las Lagunas de la Isla y de la Gravera y en el Galacho de Juslibol.

**Tabla 6. Clasificación del estado ecológico de las lagunas estudiadas según IBCAEL.**

| Laguna               | Tipo IBCAEL | Valor IBCAEL | RCE  | Valores frontera IBCAEL | Estado Ecológico |
|----------------------|-------------|--------------|------|-------------------------|------------------|
| Galacho de Juslibol  | 3           | 0,85         | 0,14 | IBCAEL < 1,21           | Malo             |
| Laguna Artificial    | 4           | 5,07         | 0,41 | 4,85 ≤ IBCAEL < 6,34    | Deficiente       |
| Laguna del Sol       | 4           | 7,04         | 0,57 | 6,34 ≤ IBCAEL < 7,22    | Moderado         |
| Laguna de los Trinos | 4           | 7,27         | 0,58 | 7,22 ≤ IBCAEL < 10,70   | Bueno            |
| Laguna de la Isla    | 5           | 1,15         | 0,12 | IBCAEL < 1,84           | Malo             |
| Laguna de la Gravera | 5           | 1,15         | 0,12 | IBCAEL < 1,84           | Malo             |





## ANEXO 1. FICHAS DEL ÍNDICE IBCAEL

---



## ELEMENTOS DE CALIDAD BIOLÓGICA: FAUNA BENTÓNICA DE INVERTEBRADOS

**Estación:** Galacho de Juslibol **Localidad:** Juslibol  
**Fecha:** 05/09/2012 **UTM\_X:**  
**Tipo IPH:** 26 **UTM\_Y:**  
**Grupo IBCAEL:** GCA3 - *Cárstico evaporitas y cuenca de sedimentación de origen fluvial*

| COMPOSICIÓN            | Abundancia relativa (%) |
|------------------------|-------------------------|
| <b>CRUSTÁCEOS ABCO</b> |                         |
| <b>Total (%)</b>       | <b>100</b>              |

| <b>INVERTEBRADOS RIC</b>                                 |   |
|--|---|
| <b>Crustáceos</b>  |   |
| <i>Ilyocryptus agilis</i>                                | + |
| <i>Acanthocyclops robustus</i>                           | + |
| <i>Ostracoda sp1</i>                                     | + |
| <b>Otros invertebrados</b>                               |   |
| Número de géneros de coleópteros adultos                 | 0 |
| Número de géneros de heterópteros adultos                | 0 |
| Número de familias de ninfas, larvas o pupas de insectos | 3 |

|                              |             |
|------------------------------|-------------|
| <b>Nº individuos/muestra</b> | <b>0</b>    |
| <b>Índice ABCO</b>           | <b>0,00</b> |
| <b>Índice RIC</b>            | <b>6</b>    |
| <b>Índice IBCAEL</b>         | <b>0,85</b> |
| <b>RCE (EQR)</b>             | <b>0,14</b> |

|                         |             |
|-------------------------|-------------|
| <b>ESTADO ECOLÓGICO</b> | <b>Malo</b> |
|-------------------------|-------------|

## ELEMENTOS DE CALIDAD BIOLÓGICA: FAUNA BENTÓNICA DE INVERTEBRADOS

**Estación:** Laguna 2 (Laguna Artificial)      **Localidad:** Juslibol  
**Fecha:** 05/09/2012      **UTM\_X:**  
**Tipo IPH:** 18      **UTM\_Y:**

**Grupo IBCAEL:** GCA4 - Interior en cuenca de sedimentación, permanente, mineralización baja o media

| COMPOSICIÓN                                 | Abundancia relativa (%) |
|---|-------------------------|
| <b>CRUSTÁCEOS ABCO</b>                      |                         |
| <b>Copepoda</b>                             |                         |
| <i>Acanthocyclops gr. robustus-vernalis</i> | 100,00                  |
| <b>Total (%)</b>                            | <b>100</b>              |

| <b>INVERTEBRADOS RIC</b>                                 |   |
|--|---|
| <b>Crustáceos</b>  |   |
| <i>Alona guttata</i>                                     | + |
| <i>Alona n. sp. (gr setulosa)</i>                        | + |
| <i>Ostracoda sp. pl.</i>                                 | + |
| <b>Otros invertebrados</b>                               |   |
| Número de géneros de coleópteros adultos                 | 0 |
| Número de géneros de heterópteros adultos                | 0 |
| Número de familias de ninfas, larvas o pupas de insectos | 3 |

|                              |             |
|------------------------------|-------------|
| <b>Nº individuos/muestra</b> | <b>1</b>    |
| <b>Índice ABCO</b>           | <b>5,00</b> |
| <b>Índice RIC</b>            | <b>6</b>    |
| <b>Índice IBCAEL</b>         | <b>5,07</b> |
| <b>RCE (EQR)</b>             | <b>0,41</b> |

|                         |                   |
|-------------------------|-------------------|
| <b>ESTADO ECOLÓGICO</b> | <b>Deficiente</b> |
|-------------------------|-------------------|

## ELEMENTOS DE CALIDAD BIOLÓGICA: FAUNA BENTÓNICA DE INVERTEBRADOS

**Estación:** Laguna 3 (Laguna de la Isla)      **Localidad:** Juslibol  
**Fecha:** 05/09/2012      **UTM\_X:**  
**Tipo IPH:** 20      **UTM\_Y:**

**Grupo IBCAEL:** GCA5 - Interior en cuenca de sedimentación, permanente, mineralización alta o muy alta y litoral sin influencia marina

| COMPOSICIÓN            | Abundancia<br>relativa (%) |
|------------------------|----------------------------|
| <b>CRUSTÁCEOS ABCO</b> |                            |
| Total (%)              | 100                        |

| <b>INVERTEBRADOS RIC</b>                                 |   |
|--|---|
| <b>Crustáceos</b>  |   |
| <i>Ceriodaphnia pulchella</i>                            | + |
| <i>Ceriodaphnia reticulata</i>                           | + |
| <i>Chydorus sphaericus</i>                               | + |
| <i>Oxurella tenuicaudis</i>                              | + |
| <i>Simocephalus vetulus</i>                              | + |
| <i>Acanthocyclops robustus</i>                           | + |
| <i>Ostracoda sp.</i>                                     | + |
| <b>Otros invertebrados</b>                               |   |
| Número de géneros de coleópteros adu                     | 0 |
| Número de géneros de heterópteros ad                     | 1 |
| Número de familias de ninfas, larvas o pupas de insectos | 6 |

|                              |             |
|------------------------------|-------------|
| <b>Nº individuos/muestra</b> | <b>0</b>    |
| <b>Índice ABCO</b>           | <b>0,00</b> |
| <b>Índice RIC</b>            | <b>13</b>   |
| <b>Índice IBCAEL</b>         | <b>1,15</b> |
| <b>RCE (EQR)</b>             | <b>0,12</b> |

|                         |             |
|-------------------------|-------------|
| <b>ESTADO ECOLÓGICO</b> | <b>Malo</b> |
|-------------------------|-------------|

## ELEMENTOS DE CALIDAD BIOLÓGICA: FAUNA BENTÓNICA DE INVERTEBRADOS

**Estación:** Laguna 5 (Laguna del Sol)      **Localidad:** Juslibol  
**Fecha:** 05/09/2012      **UTM\_X:**  
**Tipo IPH:** 18      **UTM\_Y:**

**Grupo IBCAEL:** GCA4 - Interior en cuenca de sedimentación, permanente, mineralización baja o media

| COMPOSICIÓN                   | Abundancia relativa (%) |
|-------------------------------|-------------------------|
| <b>CRUSTÁCEOS ABCO</b>        |                         |
| <b>Branchiopoda</b>           |                         |
| <i>Chydorus sphaericus</i>    | 13,73                   |
| <i>Pleuroxus aduncus</i>      | 13,73                   |
| <i>Pleuroxus denticulatus</i> | 5,88                    |
| <i>Scapholeberis rammneri</i> | 62,75                   |
| <i>Simocephalus vetulus</i>   | 3,92                    |
| <b>Total (%)</b>              | <b>100</b>              |

| <b>INVERTEBRADOS RIC</b>                                 |   |
|--|---|
| <b>Crustáceos</b>  |   |
| <i>Ceriodaphnia pulchella</i>                            | + |
| <i>Daphnia longispina</i>                                | + |
| <i>Ostracoda sp. pl.</i>                                 | + |
| <b>Otros invertebrados</b>                               |   |
| Número de géneros de coleópteros adu                     | 0 |
| Número de géneros de heterópteros ad                     | 2 |
| Número de familias de ninfas, larvas o pupas de insectos | 8 |

|                              |             |
|------------------------------|-------------|
| <b>Nº individuos/muestra</b> | <b>51</b>   |
| <b>Índice ABCO</b>           | <b>4,61</b> |
| <b>Índice RIC</b>            | <b>17</b>   |
| <b>Índice IBCAEL</b>         | <b>7,04</b> |
| <b>RCE (EQR)</b>             | <b>0,57</b> |

|                         |                 |
|-------------------------|-----------------|
| <b>ESTADO ECOLÓGICO</b> | <b>Moderado</b> |
|-------------------------|-----------------|

## ELEMENTOS DE CALIDAD BIOLÓGICA: FAUNA BENTÓNICA DE INVERTEBRADOS

**Estación:** Laguna 6 (Laguna de los Trinos)

**Localidad:** Juslibol

**Fecha:** 05/09/2012

**UTM\_X:**

**Tipo IPH:** 18

**UTM\_Y:**

**Grupo IBCAEL:** GCA4 - Interior en cuenca de sedimentación, permanente, mineralización baja o media

| COMPOSICIÓN                                 | Abundancia relativa (%) |
|---|-------------------------|
| <b>CRUSTÁCEOS ABCO</b>                      |                         |
| <b>Branchiopoda</b>                         |                         |
| <i>Chydorus sphaericus</i>                  | 25,00                   |
| <i>Pleuroxus aduncus</i>                    | 12,50                   |
| <i>Scapholeberis rammneri</i>               | 12,50                   |
| <b>Copepoda</b>                             |                         |
| <i>Acanthocyclops gr. robustus-vernalis</i> | 50,00                   |
| <b>Total (%)</b>                            | <b>100</b>              |

| <b>INVERTEBRADOS RIC</b>                                 |   |
|--|---|
| <b>Crustáceos</b>  |   |
| <i>Ceriodaphnia pulchella</i>                            | + |
| <i>Daphnia longispina</i>                                | + |
| <i>Copidodiaptomus numidicus</i>                         | + |
| <i>Ostracoda sp. pl.</i>                                 | + |
| <b>Otros invertebrados</b>                               |   |
| Número de géneros de coleópteros ad.                     | 1 |
| Número de géneros de heterópteros ad.                    | 3 |
| Número de familias de ninfas, larvas o pupas de insectos | 8 |

|                              |             |
|------------------------------|-------------|
| <b>Nº individuos/muestra</b> | <b>8</b>    |
| <b>Índice ABCO</b>           | <b>4,50</b> |
| <b>Índice RIC</b>            | <b>20</b>   |
| <b>Índice IBCAEL</b>         | <b>7,27</b> |
| <b>RCE (EQR)</b>             | <b>0,58</b> |

|                         |              |
|-------------------------|--------------|
| <b>ESTADO ECOLÓGICO</b> | <b>Bueno</b> |
|-------------------------|--------------|

## ELEMENTOS DE CALIDAD BIOLÓGICA: FAUNA BENTÓNICA DE INVERTEBRADOS

**Estación:** Laguna 8 (Laguna de Gravera)

**Localidad:** Juslibol

**Fecha:** 05/09/2012

**UTM\_X:**

**Tipo IPH:** 20

**UTM\_Y:**

**Grupo IBCAEL:** GCA5 - Interior en cuenca de sedimentación, permanente, mineralización alta o muy alta y litoral sin influencia marina

| COMPOSICIÓN            | Abundancia<br>relativa (%) |
|------------------------|----------------------------|
| <b>CRUSTÁCEOS ABCO</b> |                            |
| <b>Total (%)</b>       | <b>100</b>                 |

| INVERTEBRADOS RIC   |   |
|---|---|
| <b>Crustáceos</b>   |   |
| <i>Chydorus sphaericus</i>                                  | + |
| <i>Acanthocyclops robustus</i>                              | + |
| <i>Ostracoda sp. pl.</i>                                    | + |
| <b>Otros invertebrados</b>                                  |   |
| Número de géneros de coleópteros ad                         | 2 |
| Número de géneros de heterópteros ad                        | 1 |
| Número de familias de ninfas, larvas<br>o pupas de insectos | 7 |

|                              |             |
|------------------------------|-------------|
| <b>Nº individuos/muestra</b> | <b>0</b>    |
| <b>Índice ABCO</b>           | <b>0,00</b> |
| <b>Índice RIC</b>            | <b>13</b>   |
| <b>Índice IBCAEL</b>         | <b>1,15</b> |
| <b>RCE (EQR)</b>             | <b>0,12</b> |

|                         |             |
|-------------------------|-------------|
| <b>ESTADO ECOLÓGICO</b> | <b>Malo</b> |
|-------------------------|-------------|



## ANEXO 2. FOTOGRAFÍAS

---





**Figura 1. Galacho de Juslibol.**



**Figura 2. Galacho de Juslibol. Litoral.**



**Figura 3. Laguna de Los Trinos.**



**Figura 4. Laguna de Los Trinos.**



**Figura 5. Laguna del Sol.**



**Figura 6. Laguna del Sol. Mejillón cebra.**



**Figura 7. Laguna de Las Graveras.**



**Figura 8. Laguna de Las Graveras.**



**Figura 9. Laguna de La Isla. Litoral.**



**Figura 10. Laguna de La Isla.**



**Figura 11. Laguna Artificial.**



**Figura 12. Laguna**