

## Apéndice 6.1.

# Cálculo de los multimétricos de los tipos intercalibrados

**Diciembre 2015**





## SISTEMAS DE EVALUACIÓN DEL ESTADO ECOLÓGICO DE LOS RÍOS DE LAS CONFEDERACIONES HIDROGRÁFICAS DEL CANTÁBRICO Y MIÑO-SIL

Se proporcionan dos sistemas alternativos para la evaluación del estado ecológico de los ríos: un sistema de índices multimétricos, válido sólo para los ríos que pertenecen a alguno de los tipos especificados para la Intercalibración europea, y el sistema de indicadores del Norte de España (NORTH Spanish Indicators system -NORTI-), desarrollado específicamente para los ríos de las Confederaciones Hidrográficas del Cantábrico y Miño-Sil y que, por tanto, es aplicable a cualquier río de dichas confederaciones. El sistema de índices multimétricos ha sido intercalibrado a nivel europeo mientras que el sistema NORTI está en fase de Intercalibración.

### 1. ÍNDICES MULTIMÉTRICOS

Los índices multimétricos han sido desarrollados para los tipos de ríos establecidos en el ejercicio de intercalibración europeo. En el caso de los invertebrados, se ha elaborado un índice para cada uno de los cinco tipos de ríos existentes en el norte de España (RC2, RC3, RC4, RC5 y RC6). Estos índices multimétricos han sido desarrollados de forma específica para los ríos del norte de España, por lo que reflejan las características singulares de los ríos de esta región. Además, el sistema de evaluación del estado ecológico resultante de la aplicación de estos métricos ha sido intercalibrado en el ejercicio europeo en el ámbito del Grupo de Intercalibración Geográfico de ríos Centrales/Bálticos (GIG CB).

#### 1.1. ÍNDICES MULTIMÉTRICOS ESPECÍFICOS DEL TIPO DE INVERTEBRADOS BENTÓNICOS EN RÍOS (CÓDIGO: METI-2014)

El cálculo del índice multimétrico de invertebrados en ríos (METI-2014) se aplica 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, bien directamente o a través de contratos de servicios. El índice multimétrico se aplica a las muestras tomadas mediante el protocolo de muestreo y laboratorio de invertebrados bentónicos en ríos vadeables (ML-Rv-I-2014) en las masas de agua de la categoría ríos y en las masas de agua artificiales o muy modificadas asimilables a ríos. El índice multimétrico descrito en este protocolo es aplicable a los tipos de masas de agua RC2, RC3, RC4, RC5 y RC6 (Tipos CEDEX B 21, 22, 23, 25, 28, 29, 30, 31 y 32). La correspondencia de las muestras estudiadas, entre los tipos CEDEX B y los tipos de intercalibración se muestra en la siguiente tabla:

**PLAN HIDROLÓGICO  
DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL CANTÁBRICO OCCIDENTAL  
REVISIÓN 2015 - 2021**

Cuenta de TIPOLOGIA B CEDEX		Tipo IC				
Tipo CEDEX B	Nombre tipo CEDEX B	RC2	RC3	RC4	RC5	RC6
21	Ríos cántabro-atlánticos silíceos	54	304	32		116
22	Ríos cantabro-atlánticos calcáreos	7	1	6		97
23	Ríos vasco-pirenaicos	9	5			30
25	Ríos de montaña húmeda silícea		56			11
26	Ríos de montaña húmeda calcárea					8
27	Ríos de alta montaña					
28	Ejes fluviales principales cántabro-atlánticos silíceos	1		31	57	
29	Ejes fluviales principales cantabro-atlánticos calcáreos			10	6	
30	Ríos costeros cántabro-atlánticos	33	3	4		78
31	Pequeños ejes cántabro-atlánticos silíceos	5	3	112		
32	Pequeños ejes cantabro-atlánticos calcáreos			17		26

Siendo la correspondencia definitiva entre tipos de intercalibración y nacionales de ríos la siguiente:

INVERTEBRADOS	
Tipos nacionales de la categoría ríos	Tipos de Intercalibración (IC)
30	RC2
21 y 25	RC3
29, 31 y 32	RC4
28	RC5
22 y 23	RC6

En la siguiente tabla se especifican los métricos componentes del multimétrico, aplicables a cada masa de agua siguiendo la tipología de intercalibración europea (RC2, RC3, RC4, RC5 y RC6).

**PLAN HIDROLÓGICO  
DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL CANTÁBRICO OCCIDENTAL  
REVISIÓN 2015 - 2021**

<b>MULTIMÉTRICO APLICABLE A CADA TIPO DE MASA DE AGUA</b>						
<b>Métricos</b>		<b>Tipo intercalibración europea de la categoría ríos</b>				
		<b>RC2</b>	<b>RC3</b>	<b>RC4</b>	<b>RC5</b>	<b>RC6</b>
<b>Riqueza</b>	Número de familias	x		x	x	x
	Número de familias EPT	x	x	x		x
	Número de familias PT				x	
	Número de familias sensibles	x	x			
<b>Porcentaje</b>	Porcentaje de familias sensibles	x	x			
	Porcentaje de 3 taxones dominantes	x	x			
	Porcentaje de 6 taxones dominantes			x	x	x
	Porcentaje de Oligochaeta	x		x		x
<b>Abund.</b>	Abundancia de clases familias EPT		x	x		x
	Abundancia de PT	x				
<b>BC</b>	Índice de disimilitud de Bray – Curtis	x	x		x	
<b>d</b>	Diversidad de Margalef			x	x	x

Tabla 3. Multimétricos aplicables según el tipo de intercalibración.

### **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 apartado es establecer un método de cálculo del índice multimétrico de invertebrados en ríos, de forma que el suministro de información sea de calidad y de comparabilidad científica equivalente entre las Demarcaciones Hidrográficas, garantizando de este modo el cumplimiento de los requisitos mencionados anteriormente.

### **Normativa de Referencia**

- 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

### ***Determinación y cuantificación del índice multimétrico específico del tipo***

El procedimiento para el cálculo del índice multimétrico específico del tipo, requiere la identificación previa de los diferentes taxones recogidos y la determinación de las abundancias de cada uno de ellas, mediante el protocolo de muestreo y laboratorio de invertebrados en ríos vadeables (ML-Rv-I-2010). Una vez identificados los taxones y determinadas sus abundancias (nº individuos), se procede al cálculo de cada uno de los métricos que integran el índice multimétrico específico del tipo al que corresponda la masa de agua. Posteriormente deben integrarse los métricos en el índice multimétrico específico del tipo que corresponda, tal y como se especifica en este informe.

#### ***a. Procedimiento específico para cada una de las métricas que integran el multimétrico***

A continuación se indica el procedimiento de cálculo para cada una de los métricos que integran el índice multimétrico de cada uno de los tipos. Los métricos se calculan usando el nivel taxonómico de identificación de familia, excepto para los niveles superiores Oligochaeta y Acariformes.

#### **Métricos de riqueza:**

- **Número de familias.** Suma del número total de familias y niveles superiores<sup>1</sup> presentes en la muestra.
- **Número de familias EPT.** Suma del número de familias de los órdenes Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera.
- **Número de familias PT.** Suma del número de familias de los órdenes Plecoptera y Trichoptera.
- **Número de familias sensibles.** Suma del número de familias sensibles presentes en cada muestra. Las familias sensibles varían en función del tipo de masa de agua al que pertenezca la muestra que se quiere evaluar. A continuación se ofrece un listado con las familias sensibles aplicables a cada tipo de masa de agua. Tal y como queda reflejado en la tabla, el métrico número de familias sensibles sólo es aplicable a los tipos RC2 y RC3 según la tipología de intercalibración europea (Tabla 3)

#### **Métricos de porcentaje:**

- **Porcentaje de familias sensibles.** Suma de la abundancia relativa (porcentaje del número de individuos) de las familias sensibles con respecto a la abundancia total de la muestra.

**PLAN HIDROLÓGICO  
DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL CANTÁBRICO OCCIDENTAL  
REVISIÓN 2015 - 2021**

Las familias sensibles son las especificadas en la tabla 3.

- **Porcentaje de los 3 taxones dominantes.** Suma de la abundancia relativa (porcentaje del número de individuos) de los 3 taxones de invertebrados bentónicos dominantes respecto a la abundancia total de la muestra.
- **Porcentaje de los 6 taxones dominantes.** Suma de la abundancia relativa (porcentaje del número de individuos) de los 6 taxones de invertebrados bentónicos dominantes respecto a la abundancia total de la muestra.
- **Porcentaje de Oligochaeta.** Porcentaje de los individuos pertenecientes a la clase Oligochaeta respecto a la abundancia total de individuos en la muestra.

<sup>1</sup> Solo para Oligochaeta y Acariformes para los que todas sus familias contabilizan máximo 1 para cada uno

Familias de invertebrados sensibles	CÓDIGO	Tipo intercalibración de la categoría de ríos	
		RC2	RC3
Aphelocheiridae	APH001FAMI	x	
Athericidae	ATH001FAMI	x	
Brachycentridae	BRA006FAMI	x	x
Dixidae	DIX001FAMI		x
Dugesiidae	DUG001FAMI	x	
Elmidae	ELM001FAMI	x	
Empididae	EMP001FAMI		x
Ephemerellidae	EPH002FAMI	x	
Heptageniidae	HEP001FAMI	x	x
Hydropsychidae	HYD006FAMI	x	
Leuctridae	LEU004FAMI	x	
Limoniidae	LIM005FAMI		x
Nemouridae	NEM001FAMI	x	x
Perlidae	PER004FAMI		x
Perlodidae	PER006FAMI	x	x
Philopotamidae	PHI001FAMI		x
Psychomyiidae	PSY002FAMI	x	
Scirtidae	SCI001FAMI		x
Ueonidae	UEN001FAMI	x	

Tabla 3. Listado de familias pertenecientes a las especies sensibles (ordenada por orden alfabético) para los tipos de intercalibración europea de la categoría ríos.

**Métricos de abundancia:**

- **Abundancia relativa de clases de familias EPT.** Previamente al cálculo y para obtener este métrico, las abundancias (nº de individuos) de todas las familias existentes en la muestra deben codificarse teniendo en cuenta la siguiente escala:

Clases de abundancia	Nº de individuos en la muestra
0	n = 0
1	0 < n < 2.5
2	2.5 ≤ n < 10.5
3	10.5 ≤ n < 30.5
4	30.5 ≤ n < 100.5
5	100.5 ≤ n < 300.5
6	300.5 ≤ n < 1000.5
7	1000.5 ≤ n

Una vez codificadas todas las abundancias, se procede con el cálculo del métrico, que resulta de dividir la suma de las clases de abundancia de las familias correspondientes a los órdenes Ephemeroptera, Plecoptera y Trichoptera (EPT) por la suma de las clases de abundancia de todos los taxones de la muestra.

- **Abundancia de PT.** Suma del número de individuos de los órdenes Plecoptera y Trichoptera.

#### Índices:

- **Índice de disimilitud de Bray – Curtis.** Expresa la diferencia entre la composición de taxones de las muestras que pertenecen a localidades de referencia y cualquier muestra con la que queramos compararlas. Este índice se obtiene con el siguiente algoritmo:

$$D_{BC} = 1 - \left( \frac{\sum_{i=1}^S |x_{ij} - x_{ik}|}{\sum_{i=1}^S [x_{ij} + x_{ik}]} \right) * 100$$

Donde:

$D_{BC}$  = medida de disimilitud Bray-Curtis entre las muestras j y k (expresada como porcentaje)

$x_{ij}$  = número de individuos de la especie i en la muestra j

$x_{ik}$  = número de individuos de la especie i en la muestra k

S = número de taxones

El índice de disimilitud de Bray-Curtis sólo se aplica a los tipos RC2, RC3 y RC5 según la tipología de intercalibración europea, o a los tipos 21, 25, 28 y 30 según la tipología nacional de la categoría ríos. En la tabla del anexo 1 se presentan los valores de las

medianas de las abundancias de las comunidades biológicas-tipo de referencia para cada uno de los tipos en los que se aplica este métrico.

▪ **Índice de Diversidad de Margalef**

$$d = \frac{S-1}{\ln(N)}$$

Donde:

$S$  = número de taxones

$N$  = número total de individuos en la muestra

## 1.2. PROCEDIMIENTO DE COMBINACIÓN DE LOS MÉTRICOS EN ÍNDICES MULTIMÉTRICOS ESPECÍFICOS DEL TIPO

La combinación de los distintos métricos para el cálculo de los índices multimétricos específicos de cada tipo deberá realizarse en dos pasos según el procedimiento descrito a continuación:

1) Transformación (sólo en aquellos métricos que sea necesario). La transformación se aplica a métricos de abundancia absoluta o porcentajes:

- A todos los métricos que expresen datos de abundancia absoluta<sup>2</sup> se les aplicará una transformación logarítmica mediante  $\log_{10}(x+1)$ .
- Los métricos en forma de abundancia relativa o porcentaje<sup>3</sup> deben ser expresados en tanto por uno.
- Además, todos aquellos métricos<sup>4</sup> con una respuesta creciente respecto a los gradientes de presión, deben invertirse antes de poder integrarse en el multimétrico.

Para ello se transformarán mediante a 1 - métrico.

2) **Estandarización.** Es el paso previo a la suma de los métricos. Permite asignar a cada métrico valores comparables (entre 0 y >1), mediante la división del valor del métrico observado en la muestra test (ya transformado y/o invertido) por el valor del métrico esperado de la mediana de la referencia (también transformado y/o invertido según corresponda), para cada tipo de río.

En las tablas 4a y 4b se facilitan los valores de referencia para cada uno de los métricos

**PLAN HIDROLÓGICO  
DE LA DEMARCACIÓN HIDROGRÁFICA DEL CANTÁBRICO OCCIDENTAL  
REVISIÓN 2015 - 2021**

componentes de los multimétricos.

MEDIANAS DE LAS MUESTRAS DE REFERENCIA						
Métricos		Tipo Intercalibración				
		RC2	RC3	RC4	RC5	RC6
Riqueza	Número de familias	33.0		35.5	39.0	32.0
	Número de familias EPT	16.5	16.0	17.0		15.0
	Número de familias PT				11.0	
	Número de familias sensibles	8.0	7.0			
Porcentaje	Porcentaje de familias sensibles	0.2457	0.2000			
	Porcentaje de 3 taxones dominantes	0.5677	0.5689			
	Porcentaje de 6 taxones dominantes			0.7439	0.7988	0.8029
	Porcentaje de Oligochaeta	0.0078		0.0202		0.0037
Abun	Abundancia de clases familias EPT		0.5345	0.5097		
	Abundancia de PT	871.5000				
BC	Índice de disimilitud de Bray – Curtis	59.3747	51.1510		52.4660	
d	Diversidad de Margalef			4.0376	4.2789	3.7125

Tabla 4a. Valores de referencia (sin transformar) para cada uno de los métricos componentes de los 5 multimétricos de los tipos intercalibrados en el Norte de España para el futuro Plan Hidrológico

2 Abundancia de familias PT

3 %Oligochaeta, % familias EPT, % 3/6 taxones dominantes, % familias sensibles y el índice de disimilitud de Bray-Curtis

4 %Oligochaeta, % 3/6 taxones dominantes

MEDIANAS DE LAS MUESTRAS DE REFERENCIA						
Métricos		Tipo Intercalibración				
		RC2	RC3	RC4	RC5	RC6
Riqueza	Número de familias	33.0		35.5	39.0	32.0
	Número de familias EPT	16.5	16.0	17.0		15.0
	Número de familias PT				11.0	
	Número de familias sensibles	8.0	7.0			
Porcentaje	Porcentaje de familias sensibles	0.2457	0.2000			
	Porcentaje de 3 taxones dominantes	0.4323	0.4311			
	Porcentaje de 6 taxones dominantes			0.2561	0.2012	0.1971
	Porcentaje de Oligochaeta	0.9922		0.9798		0.9963
Abund.	Abundancia de clases familias EPT		0.5345	0.5097		
	Abundancia de PT	2.9408				
BC	Índice de disimilitud de Bray – Curtis	0.5937	0.5115		0.5247	
d	Diversidad de Margalef			4.0376	4.2789	3.7125

Tabla 4b. Valores de referencia transformados para cada uno de los métricos componentes de los 5 multimétricos de los tipos intercalibrados en el Norte de España para el futuro Plan Hidrológico

Una vez realizados estos procedimientos, los métricos seleccionados se suman, obteniéndose el valor del **multimétrico**.

El estado ecológico de las muestras analizadas en cada tipo, en función de la composición de invertebrados, se expresa mediante un EQR (Ecological Quality Ratio), que se obtiene dividiendo el valor del multimétrico obtenido para la muestra test, por la mediana del valor del multimétrico en las muestras de referencia del tipo. En la siguiente tabla se facilitan estos valores de referencia para cada tipo:

Mediana del multimétrico para las referencias	
Tipo Intercalibración	Multimetrico IC
RC2 (n=16)	7.8174
RC3 (n=77)	5.9643
RC4 (n=30)	5.9032
RC5 (n=13)	4.9356
RC6 (n=41)	5.8442

Tabla 5. Valor de la mediana de referencia del multimétrico para las comunidades de invertebrados para cada uno de los tipos intercalibrados del Norte (RC2, RC3, RC4, RC5 y RC6, y el número de muestras utilizado en su cómputo).

### 1.3. LÍMITES ENTRE CLASES DE ESTADO ECOLÓGICO: ÍNDICES MULTIMÉTRICOS

En el ejercicio del Intercalibración se establecieron los valores de los índices multimétricos que discriminaban las diferentes clases de estado ecológico. Los cortes resultantes son Muy Bueno/Bueno=0.93; Bueno/Moderado= 0.70; Moderado/Deficiente = 0.50 y Deficiente/Malo= 0.25 (Orden ARM/2656/2008).