

# MÉTODO I. CÁLCULO DE LA CALIDAD DE LA ESTRUCTURA FÍSICA DEL CAUCE (ICEF)



## ÍNDICE

<b>1. Objetivo</b>	<b>I 1</b>
<b>2. Procedimiento metodológico</b>	<b>I 1</b>
2.1. Tramificación	I 1
2.2. Obtención de la información	I 1
2.3. Elementos de análisis	I 2
2.4. Evaluación de los elementos de análisis	I 6
2.5. Cálculo del ICEF	I 11
2.6. Integración en la unidad de valoración	I 11
<b>3. Referencias de interés</b>	<b>I 13</b>
<b>Apéndice A</b>	<b>I 15</b>
<b>Apéndice B</b>	<b>I 20</b>



## 1 Objetivo

El presente documento describe el procedimiento para evaluar la calidad de la estructura física del cauce fluvial, que junto con el grado de modificación de la estructura física del cauce (Método J – HMS), valora la condición de los procesos geomorfológicos en las unidades de valoración de los espacios acuáticos continentales de la red Natura 2000 en Cantabria.

## 2 Procedimiento metodológico

Con objeto de determinar la calidad de la estructura física del cauce fluvial se ha desarrollado un índice, denominado Índice de Calidad de la Estructura Física (ICEF), compuesto de once indicadores independientes, que se evalúan por separado para luego integrarse en una única valoración. Este índice es una medida del grado de conservación del hábitat físico en el cauce, determinado por la presencia y extensión de características que son de interés para la fauna o indicadores de los procesos geomorfológicos que están operando en el ecosistema fluvial. Se aplica a tramos fluviales de 500 metros de longitud y la puntuación obtenida se analiza en el contexto de la tipología a la que pertenece el tramo fluvial evaluado.

La principal aportación del ICEF reside en que la puntuación de los distintos módulos aporta en sí misma información acerca de la velocidad media del flujo en el tramo, el tamaño medio del sustrato, la cantidad de detritos de madera y hojas o el carácter erosivo o estable del río en el tramo analizado, sin limitarse a cuantificar la heterogeneidad de elementos estructurales e hidráulicos.

### 2.1 Tramificación

La unidad de valoración se divide en tramos de 500 metros de longitud, en los que se calcula el valor del ICEF. El objeto de la tramificación es que los tramos con una calidad de la estructura física desfavorable no queden camuflados al considerar grandes longitudes de río, como ocurre al considerar toda una unidad de valoración.

En cada uno de los tramos se calcula el ICEF tal y cómo se describe en el apartado 2.5, para después obtener un único valor para la unidad de valoración siguiendo el procedimiento descrito en el apartado 2.6.

### 2.2 Obtención de la información

El cálculo de los diferentes indicadores que integran el ICEF se realiza a partir de la información recogida por el método inglés de caracterización física de los ríos River Habitat Survey (RHS; Raven et al. 1997, 1998), siguiendo el procedimiento descrito en su manual de campo (Environment Agency, 2003). El permite identificar una serie de elementos físicos relevantes en el cálculo de la calidad e integridad física de los ecosistemas fluviales. Proporciona un procedimiento de muestreo (Environment Agency

2003) basado en la recogida estandarizada de información mediante observación directa a lo largo de un tramo de río de 500 metros de longitud y 50 metros de anchura a cada lado del cauce. Las observaciones se realizan a dos escalas espaciales diferentes: en diez transectos transversales regularmente espaciados cada 50 metros, y en continuo a lo largo de todo el tramo, en lo que se denomina "barrido del tramo". En cada transecto se recoge información acerca del sustrato, el tipo de flujo y las características del hábitat tanto en el cauce como en las orillas. La información de barrido incluye la extensión que ocupan los distintos elementos del cauce y las riberas, así como otras características y elementos de especial interés.

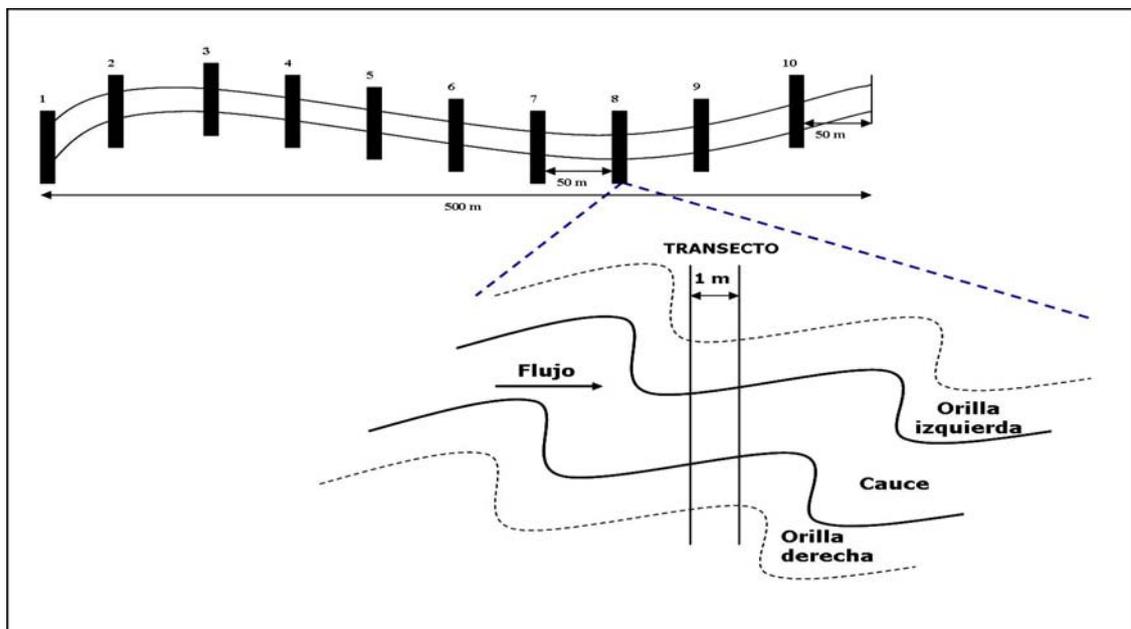


Figura I.1: Esquema del procedimiento de muestreo del River Habitat Survey con sus dos escalas espaciales, el "barrido" de los 500 metros de tramo (parte superior) y los diez transectos espaciados regularmente (ampliación de la parte inferior).

El ICEF requiere información sobre el grado de extensión de detritos de madera y hojas a escala tanto de transecto como de barrido, mientras que el RHS sólo recoge esa información a escala de barrido. Por lo tanto, el cálculo de los módulos del ICEF relativos a estos detritos requieren registrar la presencia o ausencia de cada clase de detrito en cada uno de los 10 transectos, analizando una banda de 10 metros. Las clases de detritos consideradas son tres:

- Hojas.
- Pequeños detritos de madera (diámetro < de 10 cm).
- Grandes detritos de madera (diámetro  $\geq$  10 cm).

### 2.3 Elementos de análisis

El ICEF incluye un conjunto de elementos que caracterizan tanto el hábitat fluvial como los procesos geomorfológicos que lo determinan. Estos elementos han demostrado ser

sensibles a las presiones a las que se ven sometidos los ecosistemas fluviales, por lo que se considera que son buenos indicadores de la calidad de la estructura física. Los elementos considerados y su significado geomorfológico se detallan a continuación:

- a) Tipos de flujo. Las distintas categorías de tipos de flujo están basadas en las perturbaciones de la superficie de la lámina de agua, la velocidad del agua, la dirección del flujo y el sustrato del lecho. En general, los flujos más rápidos están asociados a la erosión y los más lentos a la sedimentación.
- b) Sustrato del lecho. El tamaño del sustrato del lecho también es indicador de procesos geomorfológicos como la erosión, sedimentación o el armado del lecho.
- c) Detritos de madera y hojas. Los detritos de madera generan heterogeneidad de flujos y sustratos en el cauce, mientras que los detritos de hojas indican retención de agua o heterogeneidad en el perfil del lecho.
- d) Barras laterales. Son estructuras de deposición localizadas en los laterales del cauce, formadas por el mismo sustrato que el lecho, que sobresalen del agua con una pendiente suave. En cauces muy activos en los que la energía del agua durante las avenidas es grande, estas barras se encuentran desprovistas de vegetación; mientras que en los cauces más estables las barras se presentan vegetadas. No se han considerado otro tipo de barras como las localizadas en el centro del cauce o en la cara interna de los meandros porque son estructuras poco frecuentes en muchas de las tipologías y, por tanto, no pueden constituir un elemento general de valoración.
- e) Perfiles verticales en las orillas. Se considera que existe este perfil cuando las orillas tienen una pendiente vertical generando pequeños "acantilados" de al menos medio metro de altura, excluyendo las paredes de roca. Si presentan vegetación se consideran estructuras estables y en caso contrario, se consideran estructuras sometidas a procesos erosivos.
- f) Rocas y bloques expuestos. Los bloques son partículas de sustrato con un diámetro igual o superior a 25,6 cm; las rocas, sin embargo, no son elementos discretos cuyos límites puedan ser bien definidos, sino que son afloramientos de roca madre. Se considera que una roca o un bloque está expuesto cuando sobresale de la lámina de agua. La importancia geomorfológica de estos elementos radica en la heterogeneidad que crean en las condiciones hidráulicas del cauce (Schlindwein 2003, Wang et al. 2009). Estas estructuras no se consideran de forma conjunta porque la frecuencia de aparición de los bloques expuestos es mucho mayor que la de las rocas expuestas.

El ICEF evalúa los elementos anteriormente descritos a partir de once indicadores que hacen referencia al tipo de características y estructuras dominantes en el cauce y, en algunos casos, a su frecuencia de aparición (detritos de madera, bloques expuestos,...). A continuación se detalla la metodología para el cálculo de cada uno de los indicadores:

### **Velocidad media de los flujos dominantes (1)**

El RHS distingue 10 tipos de flujo, que se presentan en la Tabla I.1 en orden descendente de velocidad. A cada uno de ellos se le ha asignado una puntuación que

refleja la velocidad del flujo, siendo esta puntuación menor para los flujos lentos y mayor para los rápidos.

Tipo de flujo RHS	Acrónimo	Traducción	Puntuación
Free fall	FF	Catarata	9
Chute flow	CH	Cascada	8
Chaotic flow	CF	Mezcla de flujos rápidos	7
Upwelling	UP	Vertical en ascenso	6
Broken standing waves	BW	Rápido olas rompientes	5
Unbroken standing waves (UW)	UW	Rápido olas no rompientes	4
Rippled Flow	RP	Con ondas en la superficie	3
Smooth flow	SM	Sin perturbación en superficie	2
No perceptible	NP	Sin movimiento	1
Dry	DR	Ausencia de flujo	0

Tabla I.1. Tipos de flujo que reconoce el RHS y su puntuación asociada.

El tipo de flujo es una variable que se recoge en cada uno de los diez transectos anotando el acrónimo del flujo dominante. La puntuación del indicador “velocidad media de los flujos dominantes” requiere calcular el sumatorio del producto, para cada tipo de flujo, de su puntuación por el número de transectos en los que aparece. El indicador queda finalmente expresado como la décima parte de ese sumatorio, reflejando la velocidad media del agua en el tramo.

$$V \text{ media de los flujos dominantes} = \frac{\sum_{i=1}^{10} (\text{puntuación del flujo } i \times \text{número de transectos en que aparece})}{10}$$

## **Tamaño medio de los sustratos dominantes (2)**

El RHS distingue nueve clases de sustrato, que se presentan en la tabla I.2 en orden descendente de tamaño. Al igual que ocurre con los tipos de flujo, el sustrato es una variable que se recoge en cada uno de los diez transectos anotando el acrónimo del sustrato dominante.

Tipo de sustrato RHS	Acrónimo	Traducción	Puntuación
Bedrock	BE	Roca	7
Boulder	BO	Bloques	6
Cobble	CO	Cantos rodados	5
Gravel / pueble	GP	Grava / guijarros	4
Sand	SA	Arena	3
Silt	SI	Limo	2
Clay	CL	Arcilla	1
Earth	EA	Tierra	1
Peat	PE	Turba	1

Tabla I.2. Tipos de flujo que reconoce el método River Habitat Survey y puntuación asociada.

Este indicador se calcula de la misma manera que la dominancia de flujo: en primer lugar se calcula el sumatorio del producto, para cada sustrato, de su puntuación por el número de transectos en los que aparece; finalmente, ese sumatorio se divide entre diez para que el indicador constituya una medida del tamaño medio del sustrato en el tramo.

$$\text{Tamaño medio del sustrato} = \frac{\sum_{i=1}^9 (\text{puntuación del sustrato } i \times \text{número de transectos en que aparece})}{10}$$

### **Frecuencia de hojas (3)**

Este indicador refleja la frecuencia de aparición de acúmulos de hojas en el cauce. El número de transectos del tramo evaluado en los que aparecen hojas clasifica a dicho tramo en una de las clases que aparecen en la Tabla I.3.

Número de transectos con hojas	Significado	Clase
Ninguno	Ausente	Clase 1
De 1 a 3	Presente	Clase 2
De 4 a 6	Extenso	Clase 3
Más de 6	Muy extenso	Clase 4

Tabla I.3. Clasificación del tramo evaluado en función de la frecuencia de hojas o de pequeños detritos de madera.

### **Frecuencia de pequeños detritos de madera (4)**

Este indicador considera la frecuencia de aparición de detritos con un diámetro inferior a 10 centímetros. Su cálculo se realiza de la misma manera que el indicador de frecuencia de hojas, quedando clasificado el tramo en una de las clases de la tabla I.3.

### **Frecuencia de grandes detritos de madera (5)**

Los detritos de madera considerados como grandes son aquellos que tienen un diámetro igual o superior a 10 centímetros. Su valoración consiste en asignar el tramo evaluado a una de las clases de la tabla I.4 en función del número de transectos en los que aparecen. Durante el RHS estos detritos son registrados no sólo en los transectos, sino también en la información de barrido, que proporciona una idea más general del tramo. Por esta razón, la clase asignada al tramo evaluado en función de los transectos con detritos grandes de madera es ajustada con la información de barrido, como se expresa a continuación:

- Si en el barrido los detritos están presentes (entre un 1 y un 33% de la longitud del tramo), el tramo tendrá como mínimo la clase 2.
- Si en el barrido los detritos son extensos (presentes en más del 33% de la longitud del tramo), el tramo tendrá como mínimo clase 3.

Número de transectos con grandes detritos de madera	Significado	Clase
Ninguno	Ausente	Clase 1
De 1 a 3	Presente	Clase 2
De 4 a 6	Extenso	Clase 3
Más de 6	Muy extenso	Clase 4

Tabla I.4. Clasificación del tramo evaluado en función de la frecuencia de grandes detritos de madera.

### Resto de indicadores (6 -11)

En este conjunto se incluyen los siguientes indicadores: **frecuencia de barras laterales no vegetadas, frecuencia de barras laterales vegetadas, frecuencia de perfiles verticales estables, frecuencia de perfiles verticales sometidos a erosión, frecuencia de bloques expuestos y frecuencia de rocas expuestas.** Estos indicadores se calculan únicamente con la información de barrido del RHS, ya que la frecuencia de aparición de dichas estructuras suele quedar subestimada a escala de transecto. En la información de barrido estas estructuras quedan registradas como ausentes, presentes (si aparecen en una longitud comprendida entre un 1 y un 33% de la longitud del tramo) o extensas (si se encuentran presentes en más del 33% de la longitud del tramo). De esta forma el tramo evaluado quedará clasificado, para cada una de las estructuras, en una de las clases de la Tabla I.5.

Frecuencia de aparición de la estructura en el tramo de 500 m	Significado	Clase
< 1%	Ausente	Clase 1
1 - 33 %	Presente	Clase 2
> 33 %	Extenso	Clase 3

Tabla I.5. Clasificación del tramo evaluado en función de la frecuencia de las estructuras consideradas en este apartado (barras laterales, perfiles verticales y bloques y rocas expuestos).

## 2.4 Evaluación de los elementos de análisis

Los indicadores que integran el ICEF son evaluados siguiendo diferentes metodologías, que dependen de la propia estructura del indicador. Los rangos de calidad de los distintos indicadores son diferentes para cada tipología ecológica, puesto que el hábitat físico es diferente en cada una de ellas y no sería correcto realizar comparaciones entre tramos de diferentes tipologías. En la Tabla I.6 se muestran las correspondencias entre los indicadores y las diferentes metodologías de evaluación.

Indicador	Metodología
1, 2	A
3, 4 y 5	B
6, 7, 8, 9, 10 y 11	C

Tabla I.6. Correspondencia entre los indicadores que integran el ICEF y sus respectivas metodologías de evaluación.

Los rangos de calidad se han determinado a partir del análisis de los valores que adoptan los distintos indicadores en las condiciones de referencia establecidas en el Apéndice B.

### **Metodología A**

Esta metodología permite establecer valores límite (Figura I.2) con los que evaluar los indicadores referentes a la velocidad del flujo y el sustrato del lecho. Las distintas presiones hidromorfológicas a las que se puede ver sometido el tramo de estudio generan desviaciones de estos indicadores respecto del valor habitual en condiciones de referencia. Estas desviaciones pueden traducirse en un incremento o una reducción del valor del indicador, dependiendo del tipo de presión que las genera, por lo que se penalizan las desviaciones en ambos sentidos. Por ejemplo, una presa o azud disminuye la velocidad del flujo y el tamaño del sustrato en los tramos situados inmediatamente aguas arriba, mientras que en los situados inmediatamente aguas abajo se incrementan las velocidades y por tanto también el tamaño medio del sustrato del lecho.

Los valores límite para considerar el estado favorable de un indicador (límites B y C) vienen determinado por los percentiles 15 y 85 de la serie de valores obtenidas para dicho indicador en condiciones de referencia. Los límites entre el estado insuficiente y desfavorable resultan de restar una unidad al límite B (así se obtiene el límite A) y de sumar una unidad al límite C (así se obtiene el límite D).

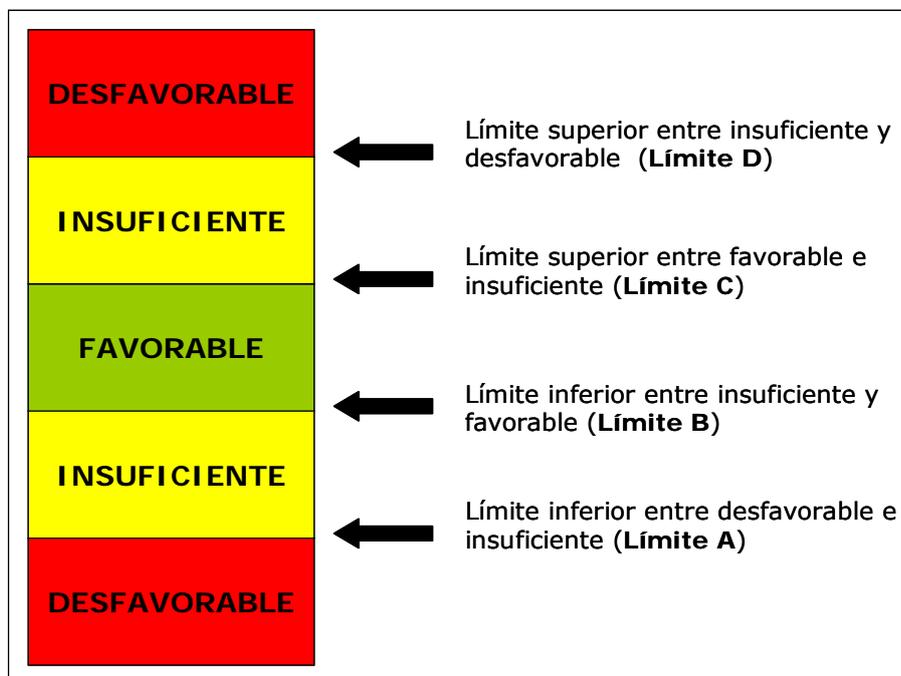


Figura I.2. Límites establecidos por la metodología "A" de evaluación de indicadores del ICEF entre las tres clases de calidad establecidas para la evaluación del Plan Marco de los LICs Acuáticos de Cantabria.

En las Tablas I.7. e I.8.se recogen los límites correspondientes a la Figura I.2 para los indicadores evaluados con la metodología A:

	Tipología ecológica											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Límite A	0,2	0,5	1,3	1,0	2,2	2,7	2,1	2,1	2,4	0,9	0,9	1,2
Límite B	1,2	1,5	2,3	2,0	3,2	3,7	3,1	3,1	3,4	1,9	1,9	2,2
Límite C	1,9	2,9	3,6	3,5	4,7	4,9	5,0	4,8	4,9	4,8	2,0	3,7
Límite D	2,9	3,9	4,6	4,5	5,7	5,9	6,0	5,8	5,9	5,8	3,0	4,7

Tabla I.7. Valores límite de la "velocidad media de los flujos dominantes" para determinar la calidad geomorfológica de un tramo en función de dicho indicador.

	Tipología ecológica											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Límite A	1,4	1,9	3,4	2,1	4,5	4,5	4,1	3,9	4,2	1,0	0,5	0,8
Límite B	2,4	2,9	4,4	3,1	5,5	5,5	5,1	4,9	5,2	2,0	1,5	1,8
Límite C	3,6	5,2	5,8	5,5	6,0	5,9	6,1	6,0	6,1	6,0	3,0	5,3
Límite D	4,6	6,2	6,8	6,5	7,0	6,9	7,1	7,0	7,1	7,0	4,0	6,3

Tabla I.8. Valores límite del "tamaño medio de los sustratos dominantes" para determinar la calidad geomorfológica de un tramo en función de dicho indicador.

## **Metodología B**

Esta metodología se aplica para determinar qué clases de abundancia de detritos de madera y hojas (Tablas I.3 e I.4) pertenecen a cada uno de los estados o rangos de calidad (desfavorable, insuficiente, favorable). En este caso, la evaluación se limita a establecer para cada tipología una condición de mínimos puesto que en algunas de ellas los detritos de madera y hojas son elementos característicos de gran relevancia geomorfológica y ecológica.

La distribución de las clases de abundancia en rangos de calidad se ha realizado analizando la frecuencia de detritos de madera y hojas en condiciones de referencia (Apéndice B). Así, se han designado como favorables aquellas clases de abundancia que, por sí solas o en combinación con la segunda clase mayoritaria, incluyen aproximadamente el 70 % de los casos en condiciones de referencia. Este criterio ha sido ajustado con criterio de experto en algunas tipologías.

A continuación se presentan las tablas de evaluación de los indicadores referentes a detritos de madera y hojas: frecuencia de hojas (Tabla I.9), frecuencia de pequeños detritos de madera (Tabla I.10) y frecuencia de grandes detritos de madera (Tabla I.11).

		Tipología ecológica											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Clase de abundancia	Ausente	I	D	I	D	D	D	D	D	D	D	I	I
	Presente	F	I	F	I	I	D	I	I	I	I	F	F
	Extenso	F	F	F	F	F	I	F	F	F	F	F	F
	Muy extenso	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F

Tabla I.9. Sistema de valoración para el indicador "frecuencia de hojas". Las letras hacen referencia al estado favorable (F), insuficiente (I) y desfavorable (D).

		Frecuencia de pequeños detritos de madera											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Clase de abundancia	Ausente	D	D	I	I	I	D	I	D	D	D	I	I
	Presente	I	I	F	F	F	I	F	I	I	I	F	F
	Extenso	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
	Muy extenso	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F

Tabla I.10. Sistema de valoración para el indicador "Frecuencia de pequeños detritos de madera". Las letras hacen referencia al estado favorable (F), insuficiente (I) y desfavorable (D).

		Frecuencia de grandes detritos de madera											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Clase de abundancia	Ausente	I	I	I	I	I	D	D	D	D	I	I	I
	Presente	F	F	F	F	F	I	I	I	I	F	F	F
	Extenso	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
	Muy extenso	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F

Tabla I.11. Sistema de valoración para el indicador "Frecuencia de grandes detritos de madera". Las letras hacen referencia al estado favorable (F), insuficiente (I) y desfavorable (D).

## Metodología C

Esta metodología se aplica a los siguientes indicadores: frecuencia de barras laterales no vegetadas, frecuencia de barras laterales vegetadas, frecuencia de perfiles verticales estables, frecuencia de perfiles verticales sometidos a erosión, frecuencia de bloques expuestos y frecuencia de rocas expuestas. Su aplicación permite determinar qué clases de abundancia de estas estructuras (Tabla I.5) pertenecen a cada uno de los estados o rangos de calidad (desfavorable, insuficiente, favorable). Aunque las estructuras a las que se refieren estos indicadores no aparecen en los ecosistemas fluviales con una frecuencia tan elevada como el resto de los elementos evaluados, su ausencia o abundancia en determinadas tipologías es indicadora de una degradación en la calidad del hábitat.

Del estudio de la frecuencia de estas estructuras en condiciones de referencia se obtiene la distribución de las clases de abundancia en los tres estados o rangos de calidad, que quedan reflejadas en las siguientes tablas (Tablas I.12 – I.17).

		Frecuencia de barras laterales no vegetadas											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Clase de abundancia	Ausente	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
	Presente	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
	Extenso	D	D	D	F	F	F	F	F	F	D	D	D

Tabla I.12. Sistema de valoración para el indicador "frecuencia de barras laterales no vegetadas". Las letras hacen referencia al estado favorable (F) y desfavorable (D).

		Frecuencia de barras laterales vegetadas											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Clase de abundancia	Ausente	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
	Presente	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
	Extenso	D	D	F	D	D	D	D	D	D	D	D	F

Tabla I.13. Sistema de valoración para el indicador "frecuencia de barras laterales vegetadas". Las letras hacen referencia al estado favorable (F) y desfavorable (D).

		Frecuencia de perfiles verticales sometidos a erosión											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Clase de abundancia	Ausente	F	D	F	F	F	F	F	F	F	F	D	F
	Presente	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
	Extenso	F	F	D	F	F	F	F	D	F	F	F	D

Tabla I.14. Sistema de valoración para el indicador "frecuencia de perfiles verticales sometidos a erosión". Las letras hacen referencia al estado favorable (F) y desfavorable (D).

		Frecuencia de perfiles verticales estables											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Clase de abundancia	Ausente	D	D	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
	Presente	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
	Extenso	F	F	F	F	D	F	F	F	F	D	F	F

Tabla I.15. Sistema de valoración para el indicador "frecuencia de perfiles verticales estables". Las letras hacen referencia al estado favorable (F) y desfavorable (D).

		Frecuencia de bloques expuestos											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Clase de abundancia	Ausente	F	F	F	D	D	D	D	D	D	F	F	F
	Presente	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
	Extenso	D	F	F	F	F	F	F	F	F	F	D	F

Tabla I.16. Sistema de valoración para el indicador "frecuencia de bloques expuestos". Las letras hacen referencia al estado favorable (F) y desfavorable (D).

		Frecuencia de rocas expuestas											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Clase de abundancia	Ausente	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
	Presente	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F	F
	Extenso	D	D	D	F	F	F	F	F	F	F	D	D

Tabla I.17. Sistema de valoración para el indicador "frecuencia de rocas expuestas". Las letras hacen referencia al estado favorable (F) y desfavorable (D).

## 2.5 Cálculo del ICEF

La evaluación final del ICEF en cada tramo evaluado viene determinada por la integración de la valoración individual de cada indicador, tal y como se muestra en la figura I.3.

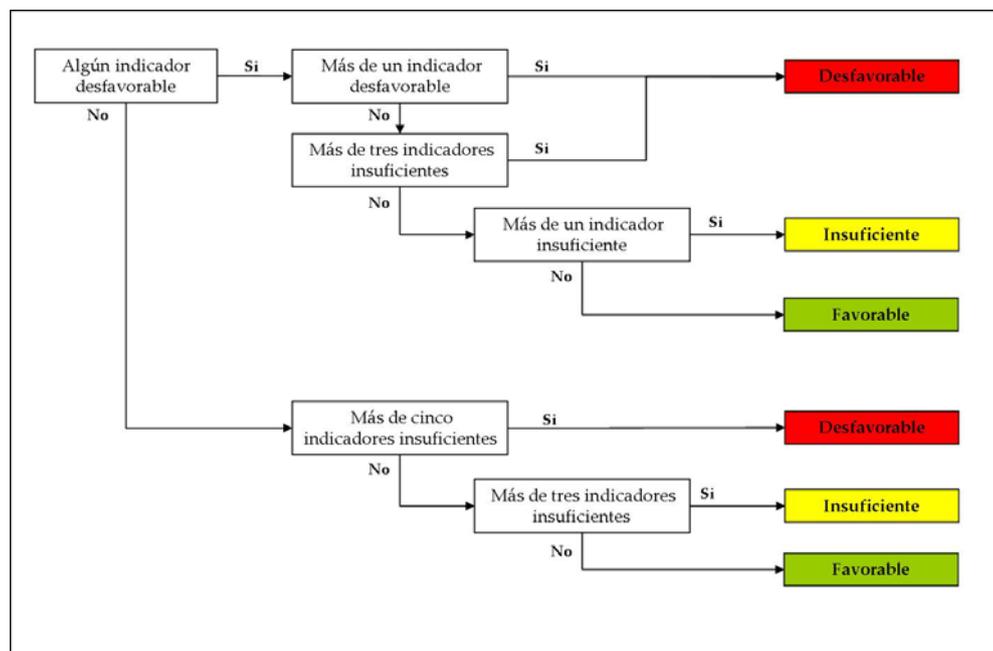


Figura I.3. Valoración final del ICEF a partir de las valoraciones parciales de los indicadores que lo integran.

## 2.6 Integración en la unidad de valoración

Como se ha comentado en el apartado 2, el ICEF se calcula para tramos fluviales 500 metros de longitud. En el caso de que para una unidad de valoración sólo exista un tramo evaluado, se extrapolará esa valoración a toda la unidad. Si existen varios se utilizará uno de los dos siguientes sistemas de integración, en función del número de tramos evaluados:

**A. Sistema A**, si la unidad de valoración dispone del cálculo del ICEF en más de 10 tramos (figura I.4).

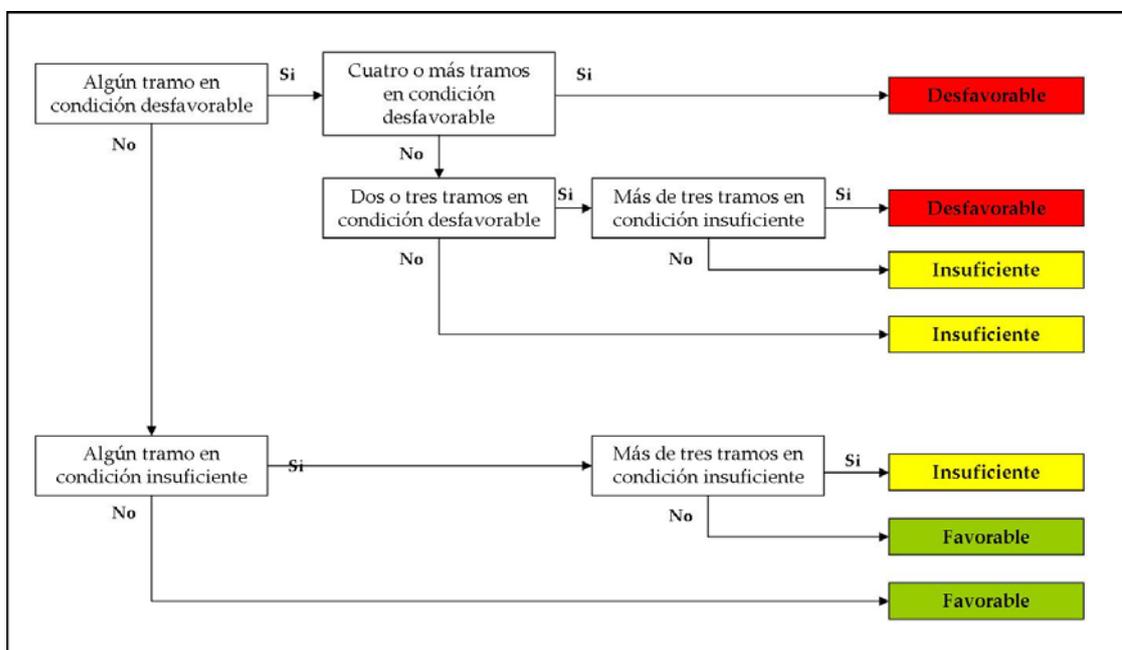


Figura I.4. Sistema A para la integración de la calidad de la estructura física en la unidad de valoración

**B. Sistema B**, si la unidad de valoración dispone del cálculo del ICEF para un máximo de 10 tramos (figura I.5).

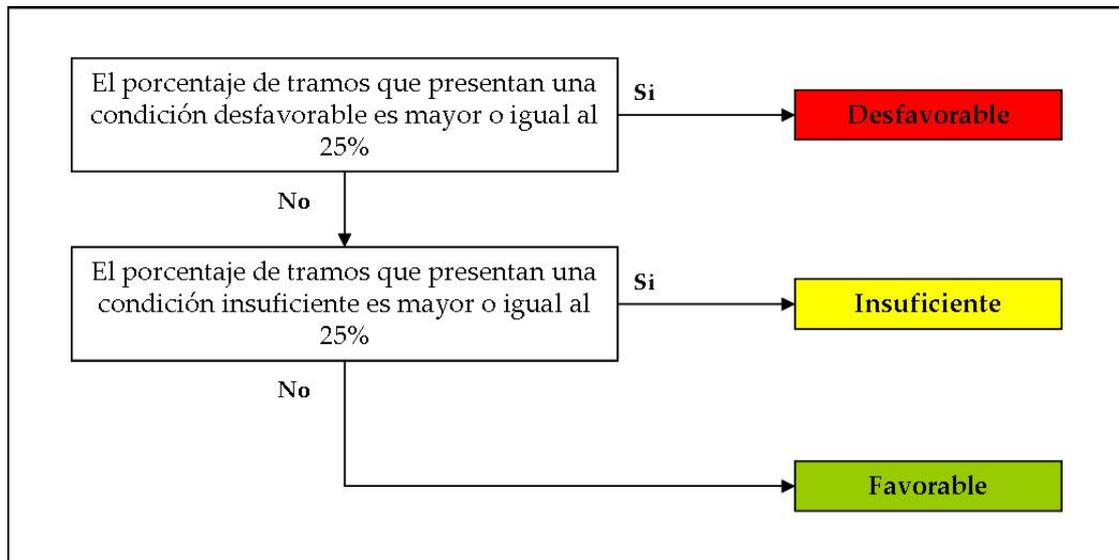


Figura I.5. Sistema B para la integración de la calidad de la estructura física en la unidad de valoración. Porcentaje respecto del total de tramos evaluados.

### 3 Referencias de Interés

- Environment Agency. 2003. River Habitat Survey in Britain and Ireland: Field Survey Guidance Manual, 2003.
- Pardo, I., M. Alvarez, J. Casas, J. L. Moreno, S. Vivas, N. Bonada, J. Alba-Tercedor, P. Jaimez-Cuéllar, G. Moya, N. Prat, S. Robles, M. L. Suárez, M. Toro, and M. R. Vidal-Abarca. 2002. El hábitat de los ríos mediterráneos. Diseño de un índice de diversidad de hábitat. *Limnetica* **21**:115-133.
- Raven, P. J., P. Fox, M. Everard, N. T. H. Holmes, and F. H. Dawson. 1997. River habitat survey: A new system for classifying rivers according to their habitat quality. *Freshwater Quality: Defining the Indefinable?*:215-234.
- Raven, P. J., N. T. H. Holmes, F. H. Dawson, and M. Everard. 1998. Quality assessment using River Habitat Survey data. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* **8**:477-499.
- Schindwein, P. A. 2003. Designing channel bed materials for low flow stability around refugia. Pages 116-127 *in* M. Clar, D. Carpenter, J. Gracie, and L. Slate, editors. *Proceedings of the Symposium - Protection and Restoration of Urban and Rural Streams*, Philadelphia, PA.
- Wang, Z. Y., C. S. Melching, X. H. Duan, and G. A. Yu. 2009. Ecological and hydraulic studies of step-pool systems. *Journal of Hydraulic Engineering* **135**:705-717.

# Apéndice A

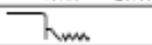
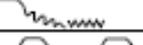
## Estadillo de campo del River Habitat Survey



RIVER HABITAT SURVEY 2003 Version		Page 1 of 4				
<b>A FIELD SURVEY DETAILS</b>						
<p>Site Number: <input type="text" value="leave blank if new site"/></p> <p>Site Reference: <input type="text"/></p> <p>Spot-check 1 Grid Ref: <input type="text"/></p> <p>Spot-check 6 Grid Ref: <input type="text"/></p> <p>End of site Grid Ref: <input type="text"/></p> <p>Reach Reference: <input type="text"/></p> <p>River name: <input type="text"/></p> <p>Date / /20      Time: <input type="text"/></p> <p>Surveyor name: <input type="text"/></p> <p>Accredited Surveyor code: <input type="text"/></p>	<p>Is the site part of a river or an artificial channel? River <input type="checkbox"/> Artificial <input type="checkbox"/></p> <p>Are adverse conditions affecting survey? No <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/></p> <p>If yes, state .....</p> <p>Is bed of river visible? barely or not <input type="checkbox"/> partially <input type="checkbox"/> ± entirely <input type="checkbox"/></p> <p>Is health and safety assessment form attached? Yes <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/></p> <p>Number of photographs taken: <input type="text"/></p> <p>Photo references: <input type="text"/></p> <p>Site surveyed from: left bank <input type="checkbox"/> right bank <input type="checkbox"/> channel <input type="checkbox"/></p> <p><input type="checkbox"/> When options shown with 'shadow boxes', tick one box only</p> <p><b>LEFT      banks determined by facing downstream      RIGHT</b></p>					
<b>B PREDOMINANT VALLEY FORM (within the horizon limit) (tick one box only)</b>						
(tick one box only)						
 <input type="checkbox"/> shallow vee	 <input type="checkbox"/> concave/bowl					
 <input type="checkbox"/> deep vee	 <input type="checkbox"/> asymmetrical valley					
 <input type="checkbox"/> gorge	 <input type="checkbox"/> U-shape valley					
	 <input type="checkbox"/> no obvious valley sides					
Distinct flat valley bottom? No <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/>		Natural terraces? No <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/>				
<b>C NUMBER OF RIFFLES, POOLS AND POINT BARS (enter total number in boxes)</b>						
Riffle(s) <input type="text"/>	Unvegetated point bar(s) <input type="text"/>					
Pool(s) <input type="text"/>	Vegetated point bar(s) <input type="text"/>					
<b>D ARTIFICIAL FEATURES (Indicate total number of occurrences of each category within the 500m site)</b>						
If none, tick box <input type="checkbox"/>	Major	Intermediate	Minor	Major	Intermediate	Minor
	Weirs/slucices			Curbails/Intakes		
	Culverts			Fords		
	Bridges			Deflectors/groynes/croys		
	Other - state					
Is channel obviously realigned? No <input type="checkbox"/>		Yes, <33% of site <input type="checkbox"/>		≥ 33% of site <input type="checkbox"/>		
Is channel obviously over-deepened? No <input type="checkbox"/>		Yes, <33% of site <input type="checkbox"/>		≥ 33% of site <input type="checkbox"/>		
Is water impounded by weir/dam? No <input type="checkbox"/>		Yes, <33% of site <input type="checkbox"/>		≥ 33% of site <input type="checkbox"/>		

SITE REF.	RIVER HABITAT SURVEY: TEN SPOT-CHECKS										Page 2 of 4
Spot-check 1 is at: upstream end <input type="checkbox"/>	downstream end <input type="checkbox"/>	of site (tick one box)									
<b>E PHYSICAL ATTRIBUTES</b> (to be assessed across channel within 1m wide transect)											
<b>When boxes 'bordered', only one entry allowed</b>	<b>1 GPS</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6 GPS</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>GPS</b>
<b>LEFT BANK</b>	Ring EC or SC if composed of sandy substrate										
<b>Material</b> NV, BE, BO, CO, GS, EA, FE, CL, CC, SP, WP, GA, BR, RR, TD, FA, BI											
<b>Bank modification(s)</b> NK, NO, RS, RI, PC(B), BM, EM											
<b>Marginal &amp; bank feature(s)</b> NV, NO, EC, SC, PB, VP, SB, VS, NB											
<b>CHANNEL</b>	GP- ring either G or P if predominant										
<b>Channel substrate</b> NV, BE, BO, CO, GP, SA, SL, CL, FE, EA, AR											
<b>Flow-type</b> NV, FF, CH, BW, UIN, CF, RP, UP, SM, NR, DR											
<b>Channel modification(s)</b> NK, NO, CV, RS, RI, DA, FO											
<b>Channel feature(s)</b> NV, NO, EB, RO, VR, MB, VB, MI, TR											
<b>For braided rivers only: number of sub-channels</b>											
<b>RIGHT BANK</b>	Ring EC or SC if composed of sandy substrate										
<b>Material</b> NV, BE, BO, CO, GS, EA, FE, CL, CC, SP, WP, GA, BR, RR, TD, FA, BI											
<b>Bank modification(s)</b> NK, NO, RS, RI, PC(B), BM, EM											
<b>Marginal &amp; bank feature(s)</b> NV, NO, EC, SC, PB, VP, SB, VS, NB											
<b>F BANKTOP LAND-USE AND VEGETATION STRUCTURE</b> (to be assessed over a 10m wide transect)											
<b>Land-use: choose one from BL, BP, CW, CP, SH, OR, WL, NH, AW, OW, RP, IG, TH, RD, SU, TL, IL, PG, NV</b>											
<b>LAND-USE WITHIN 5m OF LEFT BANKTOP</b>											
<b>LEFT BANKTOP (structure within 1m)</b> B/U/SC/NV											
<b>LEFT BANK-FACE (structure)</b> B/U/SC/NV											
<b>RIGHT BANK-FACE (structure)</b> B/U/SC/NV											
<b>RIGHT BANKTOP (structure within 1m)</b> B/U/SC/NV											
<b>LAND-USE WITHIN 5m OF RIGHT BANKTOP</b>											
<b>G CHANNEL VEGETATION TYPES</b> (to be assessed over a 10m wide transect: use E (≥ 33% area), ✓ (present) or NV (not visible))											
None (✓) or Not Visible (NV)											
Liverworts/mosses/lichens											
Emergent broad-leaved herbs											
Emergent reeds/sedges/rushes/grasses/horsetails											
Floating-leaved (rooted)											
Free-floating											
Amphibious											
Submerged broad-leaved											
Submerged linear-leaved											
Submerged fine-leaved											
Filamentous algae											
Use end column for overall assessment over 500m, including types not occurring in spot-checks (use ✓, E or NV) →											

Enter channel substrate(s) not occurring as predominant in spot-checks but present in &gt;1% of whole site.

SITE REF.		<b>RIVER HABITAT SURVEY : 500m SWEEP-UP</b>				Page 3 of 4	
<b>H LAND-USE WITHIN 50m OF BANKTOP</b> Use ✓ (present) or E (≥ 33% banklength)							
	L	R		L	R		
Broadleaf/mixed woodland (semi-natural) (BL)			Natural open water (OW)				
Broadleaf/mixed plantation (BP)			Rough/unimproved grassland/pasture (RP)				
Coniferous woodland (semi-natural) (CW)			Improved/semi-improved grassland (IG)				
Coniferous plantation (CP)			Tall herb/rank vegetation (TH)				
Scrub & shrubs (SH)			Rock, scree or sand dunes (RD)				
Orchard (OR)			Suburban/urban development (SU)				
Wetland (e.g. bog, marsh, fen) (WL)			Tilled land (TL)				
Moorland/heath (MH)			Irrigated land (IL)				
Artificial open water (AW)			Parkland or gardens (PG)				
			Not visible (NV)				
<b>I BANK PROFILES</b> Use ✓ (present) or E (≥ 33% banklength)							
<b>Natural/unmodified</b>	L	R	<b>Artificial/modified</b>	L	R		
Vertical/undercut 			Resectioned (reprofiled) 				
Vertical with toe 			Reinforced - whole 				
Steep (>45°) 			Reinforced - top only 				
Gentle 			Reinforced - toe only 				
Composite 			Artificial two-stage 				
Natural berm 			Poached bank 				
			Embanked 				
			Set-back embankment 				
<b>J EXTENT OF TREES AND ASSOCIATED FEATURES</b> *record even if <1%							
<b>TREES</b> (tick one box per bank)				<b>ASSOCIATED FEATURES</b> (tick one box per feature)			
	Left	Right		None	Present	E (≥33%)	
None	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Shading of channel	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Isolated/scattered	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	*Overhanging boughs	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Regularly spaced, single	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	*Exposed bankside roots	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Occasional clumps	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	*Underwater tree roots	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Semi-continuous	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Fallen trees	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Continuous	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Large woody debris	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
<b>K EXTENT OF CHANNEL AND BANK FEATURES</b> (tick one box for each feature) *record even if <1%							
	None	Present	E(≥33%)	None	Present	E(≥33%)	
*Free fall flow	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Exposed bedrock	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Chute flow	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Exposed boulders	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Broken standing waves	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Vegetated bedrock/boulders	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Unbroken standing waves	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Unvegetated mid-channel bar(s)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rippled flow	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Vegetated mid-channel bar(s)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
*Upwelling	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Mature island(s)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Smooth flow	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Unvegetated side bar(s)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
No perceptible flow	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Vegetated side bar(s)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
No flow (dry)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Unvegetated point bar(s)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Marginal deadwater	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Vegetated point bar(s)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Eroding cliff(s)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	*Unvegetated silt deposit(s)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Stable cliff(s)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	*Discrete unvegetated sand deposit(s)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				*Discrete unvegetated gravel deposit(s)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

SITE REF.		<b>RIVER HABITAT SURVEY : DIMENSIONS AND INFLUENCES</b>		Page 4 of 4
<b>L CHANNEL DIMENSIONS</b> (to be measured at one location on a straight uniform section, preferably across a riffle)				
<b>LEFT BANK</b>		<b>CHANNEL</b>		<b>RIGHT BANK</b>
Banktop height (m)		Bankfull width (m)		Banktop height (m)
Is banktop height also bankfull height? (Y or N)		Water width (m)		Is banktop height also bankfull height? (Y or N)
Embanked height (m)		Water depth (m)		Embanked height (m)
If trashline lower than banktop, indicate: height above water (m) = _____ width from bank to bank (m) = _____				
Bed material at site is: consolidated <input type="checkbox"/> unconsolidated (loose) <input type="checkbox"/> unknown <input type="checkbox"/>				
Location of measurements is: riffle <input type="checkbox"/> other <input type="checkbox"/> (state)				
<b>M FEATURES OF SPECIAL INTEREST</b> Use ✓ or E (> 33% length) *record even if <1%				
None <input type="checkbox"/>	Very large boulders (>1m) <input type="checkbox"/>	Backwater(s) <input type="checkbox"/>	Marsh(es) <input type="checkbox"/>	
Braided channels <input type="checkbox"/>	*Debris dam(s) <input type="checkbox"/>	Floodplain boulder deposits <input type="checkbox"/>	Flush(es) <input type="checkbox"/>	
Side channel(s) <input type="checkbox"/>	*Leafy debris <input type="checkbox"/>	Water meadow(s) <input type="checkbox"/>	Natural open water <input type="checkbox"/>	
*Natural waterfall(s) > 5m high <input type="checkbox"/>	Fringing reed-bank(s) <input type="checkbox"/>	Fen(s) <input type="checkbox"/>	Others (state) <input type="checkbox"/>	
*Natural waterfall(s) < 5m high <input type="checkbox"/>	Quaking bank(s) <input type="checkbox"/>	Bog(s) <input type="checkbox"/>		
Natural cascade(s) <input type="checkbox"/>	*Sink hole(s) <input type="checkbox"/>	Wetwoodland(s) <input type="checkbox"/>		
<b>N CHOKED CHANNEL</b> (tick one box)				
Is 33% or more of the channel choked with vegetation? No <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/>				
<b>O NOTABLE NUISANCE PLANT SPECIES</b> Use ✓ or E (> 33% length) *record even if <1%				
None <input type="checkbox"/>	bankface <input type="checkbox"/>	banktop to 50m <input type="checkbox"/>	bankface <input type="checkbox"/>	banktop to 50m <input type="checkbox"/>
*Giant hogweed <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	*Himalayan balsam <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
*Japanese knotweed <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	*Other (state)..... <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<b>P OVERALL CHARACTERISTICS</b> (Circle appropriate words, add others as necessary)				
<b>Major impacts:</b> landfill - tipping - litter - sewage - pollution - drought - abstraction - mill - dam - road - rail - industry - housing mining - quarrying - overdeepening - afforestation - fisheries management - silting - waterlogging - hydroelectric power				
<b>Evidence of recent management:</b> dredging - bank mowing - weed cutting - enhancement - river rehabilitation - gravel extraction - other (please specify)				
<b>Animals:</b> otter - mink - water vole - kingfisher - dipper - grey wagtail - sand martin - heron - dragonflies/damselflies				
<b>Other significant observations:</b> If necessary use separate sheet to describe overall characteristics and relevant observations				
<b>Q ALDERS</b> (tick one box in each of the two categories) *record even if <1%				
*Alders? None <input type="checkbox"/> Present <input type="checkbox"/> Extensive <input type="checkbox"/>		*Diseased Alders? None <input type="checkbox"/> Present <input type="checkbox"/> Extensive <input type="checkbox"/>		
<b>R FIELD SURVEY QUALITY CONTROL</b> (✓ boxes to confirm checks)				
Have you taken at least two photos that illustrate the general character of the site and additional photos of any weirs/ sluices and major/intermediate structures across the channel? <input type="checkbox"/>				
Have you completed all ten spot-checks and made entries in all boxes in E & F on page 2? <input type="checkbox"/>				
Have you completed column 11 of section G (and E if appropriate) on page 2? <input type="checkbox"/>				
Have you recorded in section C the number of riffles, pools and point bars (even if 0) on page 1? <input type="checkbox"/>				
Have you given an accurate (alphanumeric) grid reference for spot-checks 1, 6 and end of site (page 1)? <input type="checkbox"/>				
Have you stated whether spot-check 1 is at the upstream or downstream end of the site (top of page 2)? <input type="checkbox"/>				
Have you cross-checked your spot-check and sweep-up responses with the channel modification indicators given on page 2 of the spot-check key? <input type="checkbox"/>				

## Apéndice B

### Condiciones de referencia



Como se ha comentado en el apartado 2.4, los estados o rangos de calidad para cada uno de los indicadores que integran el ICEF se han establecido con base en los valores que éstos alcanzan en condiciones de referencia en cada una de las doce tipologías ecológicas.

Se han considerado como tramos de referencia aquellos que cumplen los siguientes criterios:

1. Ausencia o presencia muy limitada de estructuras o modificaciones artificiales. El grado de presencia de estructuras artificiales se ha cuantificado con el índice Habitat Modification Score (HMS - Método J), admitiéndose en el conjunto de tramos de referencia a aquellos con una puntuación inferior a 200 puntos. Con el objetivo de evitar seleccionar tramos sin apenas presiones pero adyacentes a otros con una geomorfología muy alterada, tampoco se han considerado aquellos tramos pertenecientes a subcuencas donde algún tramo alcance o supere los 500 puntos.
2. Régimen hidrológico próximo al natural. Se ha considerado que existe una hidrología poco alterada siempre que el tramo no se sitúe aguas abajo de grandes presas (presa de La Cohilla en el río Nansa y presa de Arroyo en el río Ebro).
3. Dominancia de usos naturales o seminaturales. Aquellos tramos situados en subcuencas con un porcentaje de usos del suelo considerados "transformados" (urbano, agrícola o superficies ocupadas por plantas alóctonas) igual o superior al 20% o con una superficie ocupada por praderas que alcance o supere el 50% del total de la subcuenca no se han considerado como tramos en condiciones de referencia.

La aplicación de los criterios citados anteriormente no permitió obtener tramos en condiciones de referencia para las tipologías 1, 2, 3 y 12. Por ello, estos criterios han sido modificados para localizar los tramos de estas tipologías que, sin estar en condiciones de referencia, se encuentran en una mejor condición geomorfológica:

- En las tipologías 1, 2 y 3 aumentó el porcentaje de usos transformados permitido al 35% y se eliminó la limitación de superficie ocupada por praderas.
- En el caso de la tipología 12 también fue necesario incrementar los porcentajes de usos transformados y de pradera permitidos, hasta el 50% en ambos casos. Además en esta tipología no se ha aplicado el criterio del régimen hidrológico próximo al natural puesto que todos los tramos fluviales que la integran se encuentran aguas abajo de la presa de Arroyo.

Por otro lado, el análisis de las puntuaciones de los diferentes indicadores del ICEF en tramos en condiciones de referencia puso de manifiesto que ciertos tramos no se correspondían con las características de su tipología, por lo fueron excluidos a la hora de determinar los umbrales utilizados en la valoración de los indicadores. La aparición de estos tramos en el conjunto considerado como condición de referencia puede deberse a

actividades o presiones hidromorfológicas no inventariadas, a tramos en subcuencas con alto grado de naturalidad situados en una zona de concentración o influencia de usos del suelo antrópicos, etc.