



GOBIERNO
de
CANTABRIA

ACUATIC



IH cantabria
INSTITUTO DE HIDRÁULICA AMBIENTAL
UNIVERSIDAD DE CANTABRIA

GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL ESTADO DE LAS MASAS DE AGUA DE TRANSICIÓN Y COSTERAS DE CANTABRIA



IH cantabria

GUIA PARA LA EVALUACION DEL ESTADO DE LAS MASAS DE AGUA DE TRANSICION Y COSTERAS DE CANTABRIA

Dirección y coordinación:

Araceli Puente Trueba

Elaboración y redacción:

Araceli Puente Trueba.

Xabier Guinda Salsamendi

José A. Juanes de la Peña.

Ana de los Ríos Gutiérrez.

Cristina Galván Arbeiza

María Recio Espinosa.

Elvira Ramos Manzanos

Beatriz Echavarri Erasun.

Edita:

Instituto de Hidráulica Ambiental de la Universidad de Cantabria (IH Cantabria).

Gobierno de Cantabria. Dirección General de Aguas y Puertos.

Santander, diciembre de 2024

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. MASAS DE AGUA DE TRANSICIÓN Y COSTERAS.....	3
3. EVALUACIÓN DEL ESTADO	5
3.1. Estado ecológico o potencial ecológico	5
3.1.1. Elementos de calidad, indicadores e índices.....	5
3.1.2. Clasificación del estado de los elementos de calidad	7
3.1.3. Integración espacial de cada elemento a nivel de masa de agua.....	8
3.1.4. Integración de los EC-BIO, EC-FQ y EC-HMF	8
3.1.5. Evaluación del estado ecológico agregada (PH o plurianual)	9
3.2. Estado químico.....	10
3.3. Estado global de la masa de agua	11
3.4. Nivel de confianza de la evaluación del estado o potencial ecológico	11
3.4.1. Nivel de confianza de los datos de los elementos de calidad	12
3.4.2. Nivel de confianza de los sistemas de evaluación	17
3.4.3. Nivel de confianza de la evaluación del estado o potencial ecológico	17
4. FITOPLANCTON	18
4.1. Indicadores	18
4.2. Condiciones de referencia	18
4.3. Cálculo del ratio de calidad ecológica y límites de cambio de clase	19
4.4. Datos de partida	20
4.5. Protocolo de aplicación	20
5. MACROALGAS DE AGUAS COSTERAS	21
5.1. Indicadores	21
5.2. Condiciones de referencia	22
5.3. Cálculo del ratio de calidad ecológica y límites de cambio de clase	23
5.4. Datos de partida	24
5.5. Protocolo de aplicación	25
6. VEGETACIÓN DE MARISMA	26
6.1. Indicadores	26
6.2. Condiciones de referencia	28
6.3. Cálculo del ratio de calidad ecológica y límites de cambio de clase	28
6.4. Datos de partida	29
6.5. Protocolo de aplicación	29
7. MACROINVERTEBRADOS DE AGUAS DE TRANSICIÓN	30
7.1. Indicadores	30
7.2. Condiciones de referencia	31
7.3. Cálculo del ratio de calidad ecológica y límites de cambio de clase	32
7.4. Datos de partida	33
7.5. Protocolo de aplicación	33
8. MACROINVERTEBRADOS DE AGUAS COSTERAS	34
8.1. Indicadores	34
8.2. Condiciones de referencia	35
8.3. Cálculo del ratio de calidad ecológica y límites de cambio de clase	35
8.4. Datos de partida	36
8.5. Protocolo de aplicación	36

9. ICTIOFAUNA DE AGUAS DE TRANSICIÓN.....	37
9.1. Indicadores	37
9.2. Condiciones de referencia	39
9.3. Cálculo del ratio de calidad ecológica y límites de cambio de clase	39
9.4. Datos de partida	41
9.5. Protocolo de aplicación	41
10. FISICOQUÍMICA DEL AGUA.....	42
10.1. Indicadores	42
10.2. Condiciones de referencia	43
10.3. Cálculo del ratio de calidad ecológica y límites de cambio de clase	44
10.4. Datos de partida	45
10.5. Protocolo de aplicación	45
11. FISICOQUÍMICA DEL SEDIMENTO	46
11.1. Indicadores	46
11.2. Condiciones de referencia	46
11.3. Cálculo del ratio de calidad ecológica y límites de cambio de clase	46
11.4. Datos de partida	47
12. CALIDAD HIDROMORFOLÓGICA DE LAS AGUAS DE TRANSICIÓN	49
12.1. Indicadores	49
12.2. Cálculo del ratio de calidad ecológica y límites de cambio de clase	50
12.3. Datos de partida	50
12.4. Protocolo de aplicación	50
13. CALIDAD HIDROMORFOLÓGICA DE LAS AGUAS COSTERAS	51
13.1. Indicadores	51
13.2. Cálculo del ratio de calidad ecológica y límites de cambio de clase	51
13.3. Datos de partida	51
14. ESTADO QUÍMICO.....	53
14.1. Análisis del riesgo químico de las masas de agua	53
14.2. Indicadores	54
14.3. Evaluación del estado químico y normas de calidad ambiental	54
14.3.1. Criterios generales	54
14.3.2. Evaluación del estado químico anual	55
14.3.3. Evaluación del estado químico agregada	57
14.4. Datos de partida	59
15. EVALUACIÓN DE LAS ZONAS PROTEGIDAS.....	61
16. NORMATIVA DE REFERENCIA	63
16.1. Europea	63
16.2. Estatal.....	63
17. REFERENCIAS.....	64

ANEJO I. ESTACIONES DE MUESTREO EN CADA MASA DE AGUA

Lista de figuras

Figura 1.1. Elementos de calidad establecidos en la DMA para la evaluación del estado de las masas de agua superficiales.....	2
Figura 2.1. Masas de agua de transición, costeras y muy modificadas de Cantabria.....	3
Figura 3.1. Esquema del procedimiento establecido en la DMA para la evaluación del estado ecológico de las masas de agua superficiales naturales.....	9
Figura 3.2. Esquema del procedimiento establecido en la DMA para la evaluación del potencial ecológico de las masas de agua muy modificadas.....	9
Figura 3.3. Ejemplo del procedimiento seguido para la integración del RCE espacial a nivel de estación (RCE_{EST}), tramo (RCE_{TS}) o masa de agua (RCE_{MA}) y temporalmente para un ciclo de planificación (RCE_{CP}), considerando que A) los RCE_{MA} son homogéneos, B) los RCE_{MA} son muy dispares, o C) los RCE_{MA} son homogéneos salvo los dos últimos años.....	10
Figura 5.1. Establecimiento de las unidades de muestreo en zonas intermareales y submareales de distinta tipología.....	24
Figura 5.2. Ejemplo del procedimiento de muestreo en una estación intermareal de tipo plano (pendiente $< 20^\circ$) y estimación de los porcentajes de cobertura de las distintas macroalgas características y oportunistas presentes en el área de estudio.....	25

Lista de tablas

Tabla 2.1. Características de las masas de agua de transición naturales y muy modificadas de Cantabria.	4
Tabla 2.2. Características de las masas de agua costeras de Cantabria.	4
Tabla 3.1. Elementos de calidad y sistemas de valoración establecidos para la evaluación del estado ecológico en las masas de agua de transición y costeras y potencial ecológico en las masas de agua muy modificadas por la presencia de puertos en Cantabria.	6
Tabla 3.2. Categorías de estado de los elementos de calidad biológicos, físicoquímicos e hidromorfológicos utilizados para la evaluación del estado ecológico y del potencial ecológico.	7
Tabla 3.3. NCF asociado a la calidad de la toma de muestras y análisis en laboratorio para los EC-FQ.....	13
Tabla 3.4. NCF asociado a las condiciones en el momento del muestreo para los EC-FQ.....	13
Tabla 3.5. NCF asociado al LQ de los elementos de calidad físicoquímicos generales y los contaminantes específicos.	14
Tabla 3.6. NCF asociado a la calidad de la toma de muestras y análisis en laboratorio para los EC-BIO.	15
Tabla 3.7. NCF asociado a las condiciones climáticas.	16
Tabla 3.8. NCF asociado a las condiciones en el momento del muestreo para los EC-BIO.....	16
Tabla 3.9. NCF asociado al sistema de evaluación.	17
Tabla 4.1. Condiciones de referencia y máximo potencial de clorofila a, en las diferentes tipologías de masas de agua y tramos salinos.	18
Tabla 4.2. Límites de cambio de clase para la definición del estado ecológico o potencial ecológico del fitoplancton.	19
Tabla 4.3. Concentraciones de clorofila a ($\mu\text{g/l}$) correspondientes a cada LCC para cada tipología y tipo salino. MB: Muy Bueno, B: Bueno, Mod: Moderado.	19
Tabla 5.1. Listado de especies de macroalgas “características” (MC) y “oportunistas” (MO) habituales en las zonas intermareales y submareales de la costa Cantábrica.	22
Tabla 5.2. Condiciones de referencia (CR) aplicables a los indicadores del índice CFR según la tipología del área de estudio (intermareal plano/empinado, submareal somero/profundo). CR ₁ y CR ₀ : Condiciones de referencia para estado muy bueno y malo, respectivamente. MC: Macroalgas características.....	22
Tabla 5.3. Criterios establecidos para la estandarización de los indicadores del índice CFR. CR ₁ = condiciones de referencia para el estado muy bueno; CR ₀ =condiciones de referencia para el estado malo.	23
Tabla 5.4. Límites de cambio de clase para la evaluación del estado ecológico de las macroalgas de aguas costeras.	23
Tabla 6.1. Condiciones de referencia (cobertura óptima) para los diferentes hábitats.	27
Tabla 6.2. Listado de las principales especies alóctonas existentes en las masas de agua de transición del Cantábrico.	28
Tabla 6.3. Escala de valoración de los diferentes indicadores que integran el índice AQI.	28
Tabla 6.4. Límites de cambio de clase para la definición del estado ecológico de la vegetación de marisma.	29
Tabla 7.1. Comunidades de referencia definidas en las aguas de transición de Cantabria.....	31
Tabla 7.2. Condiciones de referencia de los diferentes indicadores en cada tipo de comunidad.	31
Tabla 7.3. Criterios establecidos para la estandarización de los indicadores que componen el índice QSB.....	32
Tabla 7.4. Límites de clase para la definición del estado ecológico de los macroinvertebrados en estuarios.	32
Tabla 8.1. Condiciones de referencia de los indicadores que integran el índice M-AMBI.....	35
Tabla 8.2. Límites de cambio de clase para la definición del estado ecológico de los macroinvertebrados en aguas costeras.	35

Tabla 9.1. Comunidad de referencia establecida para la valoración de la composición de especies (Brc) y abundancia relativa de especies (Brq) en cada una de las tres tipologías de aguas de transición.	39
Tabla 9.2. Condiciones de referencia de las métricas consideradas en el índice TFCI.	39
Tabla 9.3. Puntuaciones para cada una de las métricas consideradas en el índice TFCI.	40
Tabla 9.4. Límites de clase para la definición del estado ecológico de la fauna piscícola.	40
Tabla 10.1. Condiciones de referencia establecidas para la aplicación del método del Valor Crítico en las masas de agua de transición, costeras y muy modificadas de Cantabria.	43
Tabla 10.2. Valores de referencia de las distintas variables, para las tipologías AT-T08, AT-T09, AC-T12, AMP-T01 y AMP-T02.	44
Tabla 10.3. Escala de valoración para la clasificación de las distintas categorías de calidad.	45
Tabla 11.1. Variables consideradas para la valoración de la calidad del sedimento y máximo potencial ecológico.	46
Tabla 11.2. Tablas de normalización de los indicadores del índice de calidad de la contaminación orgánica (ICO).	47
Tabla 11.3. Escala de valoración para la clasificación de las distintas categorías de calidad.	47
Tabla 12.1. Límites de clase de los Indicadores considerados en el índice EHY.	50
Tabla 13.2. Límites de cambio de clase de los indicadores considerados en el índice CHY.	51

1. INTRODUCCIÓN

El artículo 4 de la **Directiva Marco del Agua** (2000/60/CE, **DMA**) exige a los Estados Miembros proteger, mejorar y regenerar todas las masas de agua superficiales con el fin de alcanzar al menos el “*buen estado*” de las mismas, y en el caso de las zonas protegidas, además deben alcanzar los requisitos adicionales que se establezcan en la normativa específica que las regula.

El concepto de estado de una masa de agua indica el grado de alteración que presenta respecto a sus condiciones naturales. En las masas de agua superficiales naturales, este estado integra una valoración conjunta de su **estado ecológico** y de su **estado químico** (Figura 1.1).

El estado ecológico se define como “*una expresión de la calidad de la estructura y funcionamiento de los ecosistemas acuáticos asociados a las aguas superficiales*”. El estado ecológico viene determinado por una serie de elementos de calidad o componentes del ecosistema acuático cuya medida determina el estado de las aguas. Los elementos de calidad considerados para llevar a cabo la evaluación del estado ecológico de las masas de agua superficiales se agrupan en tres categorías: **elementos biológicos (EC-BIO)**, **elementos químicos y físico-químicos (EC-FQ)** y **elementos hidromorfológicos (EC-HMF)**. Los EC-FQ y EC-HMF se denominan elementos soporte de los biológicos porque ambos deben garantizar el buen estado de los EC-BIO.

El estado ecológico se determina a partir del grado de desviación que presentan una serie de indicadores, que pueden integrarse en índices simples o multimétricos, respecto a unas **condiciones de referencia (CR)**, correspondientes a condiciones de naturalidad representativas de la masa de agua sin presiones ni impactos. Así, para cada elemento o indicador se define un **Ratio de Calidad Ecológica (RCE)**, que representa la desviación respecto a las CR y se expresa mediante un valor numérico en una escala de 0 a 1. Dentro de esta escala, se establecen umbrales o **límites de cambio de clase (LCC)** para determinar el estado. Las CR y los LCC son específicos de cada indicador y tipología de masa de agua.

El estado químico se define como “*una expresión de la calidad de las aguas superficiales que refleja el grado de cumplimiento de las Normas de Calidad Ambiental (NCA) de las sustancias prioritarias y otros contaminantes*”, identificadas en la *Directiva 2013/39/UE*. Estas sustancias son “*las que presentan un riesgo significativo para el medio acuático comunitario, o a través de él, incluidos los riesgos de esta índole para las aguas utilizadas para la captación de agua potable*”. Por lo tanto, las NCA se definen como la concentración de dichas sustancias en el agua o la biota que no debe superarse, con el fin de proteger tanto el medio ambiente como la salud humana.

En el caso de las masas de agua artificiales o muy modificadas se evalúa el **potencial ecológico**, definido “*como una expresión de la calidad de la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos asociados a una masa de agua artificial o muy modificada*”. Este potencial ecológico se establece a partir de las desviaciones respecto al **máximo potencial ecológico (MPE)**.

A nivel nacional, el procedimiento general y los criterios de evaluación que deben aplicarse en cada caso se especifican en el *Real Decreto 817/2015 (RDSE)*, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental.

Esta normativa incorpora lo establecido en la *Directiva 2013/39/EU*, por la que se modifican las *Directivas 2000/60/CE* y *2008/105/CE* en cuanto a las sustancias prioritarias en el ámbito de la política de aguas, así como parte de las especificaciones recogidas en la *Decisión 2024/721/EU*, por la que se fijaron, de conformidad con la *Directiva 2000/60/CE* del Parlamento Europeo y del Consejo, los valores de las clasificaciones de los sistemas de seguimiento de los Estados miembros a raíz del ejercicio de intercalibración. y por la que se deroga la *Decisión (UE) 2018/229*.

Finalmente, la *Guía para la evaluación del estado de las aguas superficiales y subterráneas* (MITERD, 2021), aprobada por la Instrucción SEMA 4/10/2020, establece los criterios generales para configurar los programas de seguimiento y evaluar el estado de las masas de agua, tanto superficiales como subterráneas.

En el caso de que no existan indicadores apropiados para una tipología de masa de agua en concreto o no se hayan definido los umbrales en los documentos referidos anteriormente, el procedimiento aplicado, así como el nivel de incertidumbre, se especifica en el Plan Hidrológico (PH) de cada Demarcación Hidrográfica. Las aguas de transición (AT) y costeras (AC) de Cantabria forman parte de la *Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Occidental (DHCO)*, cuyo Plan Hidrológico (PHCO) para el ciclo 2022-2027 fue aprobado por el Real Decreto 35/2023.

En este documento se especifican los indicadores, condiciones de referencia, límites de cambio de clase y el procedimiento de evaluación de los diferentes elementos de calidad biológicos, fisicoquímicos e hidromorfológicos aplicados para clasificar el estado ecológico y el estado químico de las masas de agua de transición y costeras y el potencial ecológico de las masas de agua modificadas de la región de Cantabria.

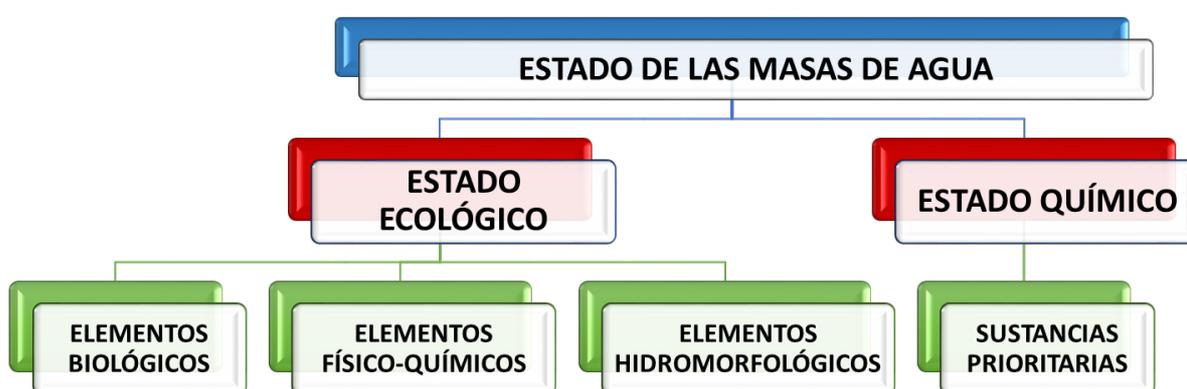


Figura 1.1. Elementos de calidad establecidos en la DMA para la evaluación del estado de las masas de agua superficiales.

2. MASAS DE AGUA DE TRANSICIÓN Y COSTERAS

Como se ha mencionado anteriormente, las masas de agua de transición y costeras de Cantabria están incluidas en la “*Demarcación Hidrográfica del Cantábrico Occidental*” (Real Decreto 29/2011). En total se han identificado 18 masas de agua naturales (11 masas de agua de transición y 7 masas de agua costeras), y 3 masas de agua muy modificadas por la presencia de puertos, todas ellas localizadas en la bahía de Santander (Figura 2.1). Dentro de estas categorías, se han identificado las siguientes tipologías:

Tipologías de las masas de agua de transición

- AT-T08. Estuario atlántico intermareal con dominancia del río sobre el estuario.
- AT-T09. Estuario atlántico intermareal con dominancia marina.
- AT-T11. Zonas de transición atlánticas lagunares.

Tipologías de las masas de agua costeras

- AC-T12. Aguas costeras atlánticas del cantábrico oriental expuestas sin afloramiento.

Tipologías de las masas de agua muy modificadas

- AMP-T01. Aguas de transición atlánticas de renovación baja.
- AMP-T02. Aguas de transición atlánticas de renovación alta.

Las principales características de estas masas de agua se indican en las Tabla 2.1 y Tabla 2.2.

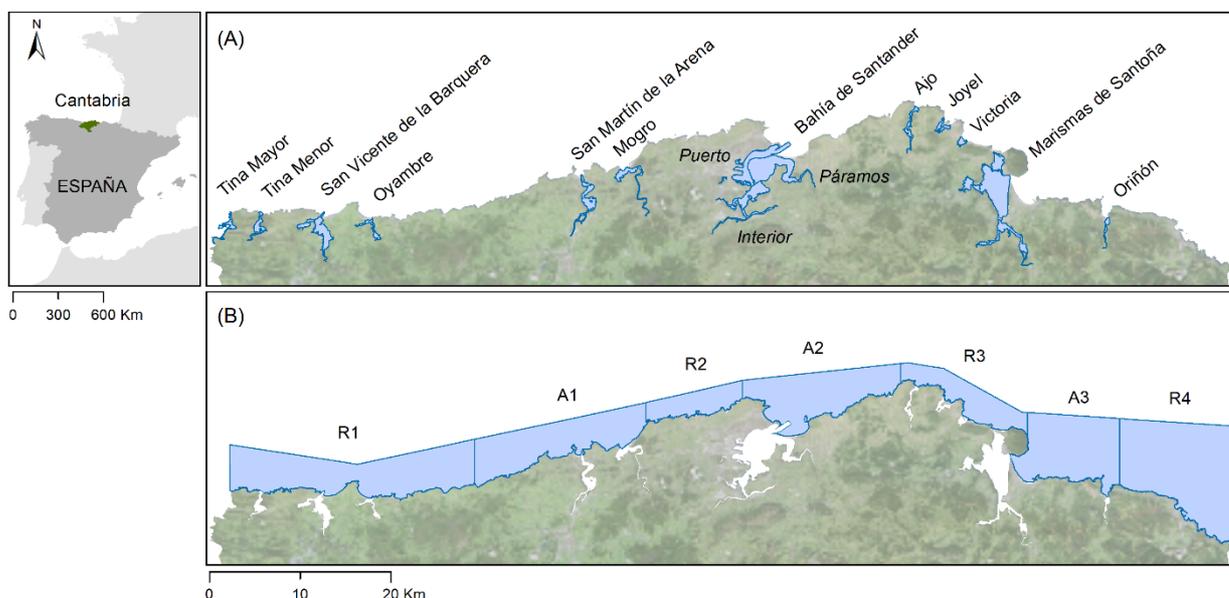


Figura 2.1. Masas de agua de transición, costeras y muy modificadas de Cantabria.

Nombre	Naturaleza	Tipo	Río principal	Caudal (m ³ /s)	Perímetro (km)	Área (km ²)	Superficie intermareal (%)
Estuario de Tina Mayor	Natural	AT-T08	Deva	33,4	19,70	1,17	60
Estuario de Tina Menor	Natural	AT-T09	Nansa	11,3	15,65	1,51	58
Marismas de San Vicente de la Barquera	Natural	AT-T09	Escudo	1,3	27,28	4,33	75
Ría de Oyambre	Natural	AT-T09	Turbio	<0,5	13,64	1,01	85
Ría de San Martín de la Arena	Natural	AT-T09	Saja - Besaya	24,2	30,27	3,40	73
Ría de Mogro	Natural	AT-T09	Pas	16,0	26,79	2,23	51
Bahía de Santander - Puerto	Muy modificada	AMP-T02	Miera	8,2	37,67	7,15	13
Bahía de Santander - Páramos	Muy modificada	AMP-T02			30,47	10,67	88
Bahía de Santander - Interior	Muy modificada	AMP-T01			46,25	5,81	78
Ría de Ajo	Natural	AT-T09	Campiazo	1,5	17,79	1,28	78
Marismas de Joyel	Natural	AT-T09	-	0	9,73	0,91	91
Marismas Victoria	Natural	AT-T11	-	0	4,81	0,54	64
Marismas de Santoña	Natural	AT-T09	Asón	16,0	76,69	18,68	65
Ría de Oriñón	Natural	AT-T09	Agüera	3,7	9,35	0,58	78

Tabla 2.1. Características de las masas de agua de transición naturales y muy modificadas de Cantabria.

Nombre	Tipo	Área (Ha)	Perímetro (Km)	Longitud costa (Km)	Profundidad (m) Media - máxima	Arena (%)	Roca (%)
Oyambre Costa (R1)	AC-T12 Rocoso	11302	80,6	42,5	35,1 – 93,3	16,7	83,3
Suances Costa (A1)	AC-T12 Arenoso	7836	61,2	35,0	35,1 – 84,1	71,6	28,4
Virgen del Mar Costa (R2)	AC-T12 Rocoso	2622	34,2	19,1	22,2 – 47,3	24,1	75,9
Santander Costa (A2)	AC-T12 Arenoso	7526	59,6	34,8	29,1 – 69,1	82,1	17,9
Noja Costa (R3)	AC-T12 Rocoso	3932	48,3	28,2	18,4 – 64,5	31,4	68,6
Santoña Costa (A3)	AC-T12 Arenoso	7781	47,3	27,2	35,7 – 82,0	90,3	9,7
Castro Costa (R4)	AC-T12 Rocoso	11939	56,7	24,2	55,6 – 90,1	5,9	94,1

Tabla 2.2. Características de las masas de agua costeras de Cantabria. Se diferencian las masa de agua con dominancia de fondos rocosos o arenosos.

Para llevar a cabo la evaluación del estado de las masas de agua de transición y costeras de Cantabria se puso en marcha en 2005 la “Red de Calidad del Litoral de Cantabria (RCLC)”, en cuyo marco se lleva a cabo el análisis de la calidad del agua, el sedimento y la biota, de acuerdo con los diferentes elementos de calidad establecidos en la DMA. La RCLC comprende una serie de estaciones de muestreo distribuidas por los estuarios y aguas costeras de la región, cuya localización y principales atributos se incluyen en el Anejo I.

3. EVALUACIÓN DEL ESTADO

3.1. Estado ecológico o potencial ecológico

Tal y como se recoge en el RD 817/2015, la evaluación del estado ecológico o potencial ecológico tiene dos niveles:

1. Valoración de cada uno de los elementos de calidad independientemente.
2. Evaluación del estado o potencial de la masa de agua, mediante la integración de los diferentes elementos de calidad.

Para cada uno de estos 2 niveles de evaluación existen diferentes aproximaciones de integración espacial en función del indicador, evaluándose primero a **nivel de estación** de muestreo, **tramo o zona**, o directamente a nivel de **masa de agua**.

Del mismo modo, se consideran dos niveles de integración temporal: **evaluación anual** y **evaluación agregada**, correspondiente a la evaluación que se realiza para cada ciclo de planificación (6 años) o bien sobre otro período plurianual, que por la razón que sea, deba evaluarse.

Los procedimientos de integración espacial y temporal de los diferentes indicadores biológicos, fisicoquímicos e hidromorfológicos para la determinación del estado ecológico, así como la integración de éste con el estado químico se describen en los siguientes apartados.

3.1.1. Elementos de calidad, indicadores e índices

Los elementos de calidad considerados para la evaluación del estado de las diferentes categorías de masas de agua litorales (costeras, de transición y muy modificadas) de Cantabria son los establecidos en la DMA y en el RD 817/2015 (artículos 12 y 13 para las masas de agua de transición y costeras, respectivamente):

- I. Elementos de calidad biológicos
 - a) Composición, abundancia y biomasa del fitoplancton. Único elemento biológico considerado en las masas de agua muy modificadas por la presencia de puertos.
 - b) Composición y abundancia de otro tipo de flora acuática.
 - c) Composición y abundancia de la fauna bentónica de invertebrados.
 - d) Composición y abundancia de la fauna ictiológica. Sólo en aguas de transición.
- II. Elementos de calidad químicos y fisicoquímicos de soporte a los elementos de calidad biológicos
 - a) Generales: transparencia, condiciones térmicas y de oxigenación, salinidad y nutrientes.
 - b) Contaminantes específicos vertidos en cantidades significativas y sustancias preferentes.
 - c) Contaminantes en sedimentos. Considerado únicamente en el caso de las masas de agua muy modificadas por la presencia de puertos.

III. Elementos de calidad hidromorfológicos de soporte a los elementos de calidad biológicos en aguas de transición

- a) Condiciones morfológicas: variación de la profundidad; cantidad, estructura y sustrato del lecho; y estructura de la zona de oscilación de la marea.
- b) Régimen de mareas: flujo de agua dulce y exposición al oleaje.

IV. Elementos de calidad hidromorfológicos de soporte a los elementos de calidad biológicos en aguas costeras

- a) Condiciones morfológicas: variación de la profundidad; estructura y sustrato del lecho costero y estructura de la zona ribereña intermareal.
- b) Régimen de mareas: dirección de las corrientes dominantes y exposición al oleaje.

Los sistemas de evaluación o índices correspondientes a los elementos de calidad biológicos, químicos y fisicoquímicos e hidromorfológicos de soporte aplicables a cada categoría de masa de agua se especifican en la Tabla 3.1, indicando si están incluidos en el Real Decreto 817/2015, en la Decisión de Intercalibración Europea 2018/229/EU, o sólo están recogidos en el Plan Hidrológico del Cantábrico Occidental (PHCO).

Aguas de transición			
Elemento de calidad	Índice	Normativa	Referencia
Fitoplancton	Biomasa	Decisión 2024/721/EU	
Vegetación de marisma	Índice AQI (Angiosperm Quality Index)	Decisión 2024/721/EU	García et al., 2009
Invertebrados	Índice QSB (Quality of Soft Bottoms)	Decisión 2024/721/EU RD 817/2015	Puente et al., 2010
Ictiofauna	Índice TFCI (Transitional Fish Classification Index)	Decisión 2024/721/EU RD 817/2015	Coates et al., 2007
Fisicoquímicos agua	Método del Valor Crítico (CVM)	PHCO (RD 35/2023)	
	Sustancias preferentes (NCA)	RD 817/2015	
Hidromorfología	Índice EHY (Estuarine Hydromorphological Index)	PHCO (RD 35/2023)	
Aguas costeras			
Fitoplancton	Biomasa	Decisión 2024/721/EU	
Macroalgas	Índice CFR (Calidad de Fondos Rocosos)	Decisión 2024/721/EU RD 817/2015	Juanes et al., 2008; Guinda et al., 2014
Invertebrados bentónicos	Método M-AMBI (Multivariate AZTI Marine Biotic Index)	Decisión 2024/721/EU RD 817/2015	Borja et al., 2000 Muxika et al., 2007
Fisicoquímicos agua	Método del Valor Crítico (CVM)	PHCO (RD 35/2023)	
	Sustancias preferentes (NCA)	RD 817/2015	
Hidromorfología	Índice CHY (Coastal Hydromorphological Index)	PHCO (RD 35/2023)	
Aguas muy modificadas por la presencia de puertos			
Fitoplancton	Biomasa	RD 817/2015	
Fisicoquímicos agua	Método del Valor Crítico (CVM)	PHCO (RD 35/2023)	
	Sustancias preferentes (NCA)	RD 817/2015	
Fisicoquímicos sedimento	Índice ICO (Índice de calidad orgánica del sedimento)	RD 817/2015	Juanes et al., 2013

Tabla 3.1. Elementos de calidad y sistemas de valoración establecidos para la evaluación del estado ecológico en las masas de agua de transición y costeras y potencial ecológico en las masas de agua muy modificadas por la presencia de puertos en Cantabria.

3.1.2. Clasificación del estado de los elementos de calidad

En las masas de agua naturales, el estado de los EC-BIO, como elementos principales en la evaluación del estado ecológico, se clasifica como **muy bueno**, **bueno**, **moderado**, **deficiente** o **malo**, en función del grado de alteración de la masa de agua respecto a sus condiciones de referencia (CR), expresado como Ratio de Calidad Ecológica (RCE), y los límites de cambio de clase (LCC) establecidos en cada caso. Los elementos de calidad fisicoquímicos (EC-FQ) únicamente se clasifican hasta el nivel de moderado y los hidromorfológicos (EC-HMF) hasta bueno, dado que se consideran elementos secundarios para la consecución del buen estado ecológico (Tabla 2.1). Si el RCE es igual al LCC se considera el estado de la clase inferior.

Por lo tanto, cada categoría de estado ecológico se define de la siguiente manera:

- **Muy bueno:** la masa de agua cumple con los objetivos ambientales de la DMA y refleja condiciones inalteradas o modificaciones de escasa entidad.
- **Bueno:** la masa de agua cumple con los objetivos ambientales de la DMA y presenta modificaciones de poca entidad respecto a las condiciones de referencia.
- **Moderado:** la masa de agua no alcanza los objetivos ambientales de la DMA y presenta un grado de alteración moderado, que no permite asegurar el buen funcionamiento del ecosistema acuático.
- **Deficiente:** la masa de agua no alcanza los objetivos ambientales de la DMA y presenta un grado de alteración significativo.
- **Malo:** la masa de agua no alcanza los objetivos ambientales de la DMA y presenta alteraciones graves respecto a las condiciones de referencia.

En el caso de las masas de agua muy modificadas únicamente se diferencian cuatro categorías de potencial ecológico: bueno o superior, moderado, deficiente y malo, y no se consideran en la evaluación los elementos de calidad hidromorfológica.

Estado ecológico masas de agua naturales			Potencial ecológico masas de agua muy modificadas	
EC-BIO	EC-FQ	EC-HMF	EC-BIO	EC-FQ
Muy Bueno	Muy Bueno	Muy bueno	Bueno o superior	Bueno o superior
Bueno	Bueno	Bueno o inferior	Moderado	Moderado
Moderado	Moderado		Deficiente	
Deficiente			Malo	
Malo				

Tabla 3.2. Categorías de estado de los elementos de calidad biológicos, fisicoquímicos e hidromorfológicos utilizados para la evaluación del estado ecológico y del potencial ecológico.

3.1.3. Integración espacial de cada elemento a nivel de masa de agua

Los diferentes elementos de calidad biológica y físico-química se evalúan anualmente de manera independiente para cada masa de agua.

Los EC-BIO macroalgas y macroinvertebrados se evalúan independientemente para cada estación de muestreo (RCE_{EST}) y campaña de muestreo efectuada en el año que se pretende evaluar. El fitoplancton y los EC-FQ se evalúan, en primer lugar, a nivel de tramo salino (RCE_{TS}), que puede integrar una o varias estaciones y campañas de muestreo (Figura 3.3).

Posteriormente, en ambos casos se integran espacialmente a nivel de masa de agua (RCE_{MA}), promediando los valores del RCE obtenidos en cada estación (RCE_{EST}) o tramo salino (RCE_{TS}), pero ponderados en función de la superficie del estuario que cada una de ellas representa. En el Anejo I se incluye una tabla indicando dichas ponderaciones, así como las estaciones correspondientes a los distintos tramos salinos.

En el caso de la vegetación de marisma, la ictiofauna y los EC-HMF, la valoración se efectúa directamente a nivel de masa de agua, por lo que no es necesario realizar ningún tipo de integración espacial.

3.1.4. Integración de los EC-BIO, EC-FQ y EC-HMF

Una vez evaluados los diferentes elementos de calidad a nivel de masa de agua, se integran para obtener la evaluación global del estado ecológico de la masa de agua (Figura 3.1). La clasificación global del estado ecológico se realiza a partir de los resultados obtenidos en la evaluación de los elementos de calidad biológicos (EC-BIO), químicos y fisicoquímicos (EC-FQ) e hidromorfológicos (EC-HMF) y vendrá determinado por el elemento de calidad cuyo resultado final sea el más desfavorable.

En primer lugar, se integran los resultados obtenidos con los diferentes elementos de calidad biológica que, de acuerdo con las directrices establecidas en la DMA, se lleva a cabo mediante la aplicación del principio “*one out, all out*” (uno fuera, todos fuera), por lo que el valor resultante correspondería al del elemento que haya obtenido la peor valoración.

Posteriormente, se integran los EC-BIO, EC-FQ y EC-HMF aplicando el procedimiento establecido en el RD 817/2015, el cual se esquematiza en la Figura 3.1. De acuerdo con lo referido anteriormente, este procedimiento considera a los EC-BIO como elementos principales en la evaluación y a los EC-FQ y EC-HFM como elementos secundarios, con capacidad de asignar categorías de calidad únicamente hasta el nivel de moderado, en el caso de los fisicoquímicos, y de bueno, en el caso de los hidromorfológicos.

Este mismo procedimiento es el utilizado para valorar el potencial ecológico en las masas de agua muy modificadas por la presencia de puertos, pero considerando únicamente los elementos biológicos y fisicoquímicos correspondientes (Figura 3.2).



Figura 3.1. Esquema del procedimiento establecido en la DMA para la evaluación del estado ecológico de las masas de agua superficiales naturales.

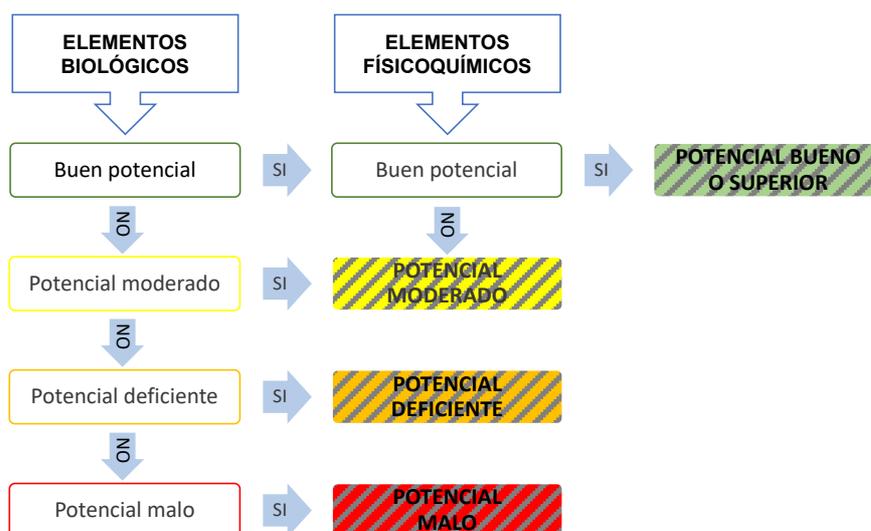


Figura 3.2. Esquema del procedimiento establecido en la DMA para la evaluación del potencial ecológico de las masas de agua muy modificadas.

3.1.5. Evaluación del estado ecológico agregada (PH o plurianual)

La evaluación para cada ciclo de planificación hidrológica o período de 6 años equivalente (RCE_{CP}) se lleva a cabo aplicando los siguientes criterios (Figura 3.3), acordes con lo establecido en la Guía para la Evaluación del Estado (MITERD, 2021):

- La evaluación para el período completo de planificación o evaluación agregada se realizará partiendo de las evaluaciones agregadas de cada uno de los elementos de calidad independientemente, integrándolos posteriormente a nivel de masa de agua siguiendo el mismo procedimiento de integración que en la evaluación anual.
- Si los RCE_{MA} anuales son homogéneos o muy dispares, como RCE_{cp} se considera la mediana de los años contemplados en la agregación.
- Si los RCE_{MA} anuales son homogéneos salvo los 2 últimos años que son superiores o inferiores (los dos años), el RCE_{cp} se corresponde con la media de los RCE_{MA} de los dos últimos años contemplados en la agregación.
- Se considera que los datos son homogéneos cuando permiten la misma clasificación en el indicador evaluado en todos los años del período considerado.
- En el caso de los elementos de calidad hidromorfológica se utilizarán los datos más recientes del período analizado.

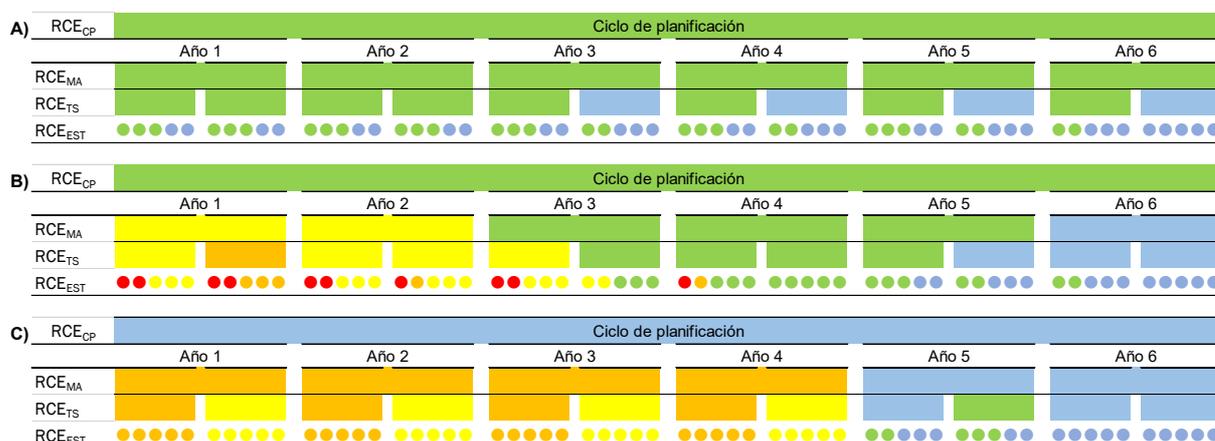


Figura 3.3. Ejemplo del procedimiento seguido para la integración del RCE espacial a nivel de estación (RCE_{EST}), tramo (RCE_{TS}) o masa de agua (RCE_{MA}) y temporalmente para un ciclo de planificación (RCE_{CP}), considerando que A) los RCE_{MA} son homogéneos, B) los RCE_{MA} son muy dispares, o C) los RCE_{MA} son homogéneos salvo los dos últimos años.

3.2. Estado químico

El estado químico se evalúa a partir de las **normas de calidad ambiental (NCA)** establecidas en la Directiva 2013/39/UE y el RD 817/2015. En dicha normativa se distinguen tres tipos de sustancias: **prioritarias**, **peligrosas prioritarias** y **otros contaminantes**. Las sustancias prioritarias son las que presentan un riesgo significativo para el medio acuático comunitario, o a través de él, incluidos los riesgos de esta índole para las aguas utilizadas para la captación de agua potable. Entre estas sustancias se encuentran las sustancias peligrosas prioritarias. Otros contaminantes son sustancias para las cuales las NCA son idénticas a las establecidas en la legislación sobre sustancias peligrosas aplicables antes de la aprobación de la Directiva 2008/105/CE, relativa a las normas de calidad ambiental en el ámbito de la política de aguas.

Por otra parte, dentro de estas sustancias algunas se consideran persistentes, bioacumulables, tóxicas y ubicuas (PBT ubicuas), que son sustancias para las que ya se han tomado medidas que han reducido las emisiones de forma muy significativa y, sin embargo, debido a sus propiedades intrínsecas, utilización generalizada y posibilidad común de transporte a gran distancia, pueden encontrarse durante décadas en el medio acuático a niveles que suponen un riesgo significativo.

No obstante, únicamente se deberán controlar las sustancias prioritarias y los contaminantes vertidos en cantidades significativas en la cuenca, por lo que su selección representa un punto clave en el proceso de evaluación del estado químico.

Las NCA se definen como la concentración de un determinado contaminante o grupo de contaminantes, en el agua o la biota, que no debe superarse con el fin de proteger tanto el medio ambiente como la salud humana, a partir de las cuáles se califica el estado químico en las siguientes categorías:

- Bueno: cuando la masa de agua cumple la NCA, tanto respecto a los valores medios anuales (NCA-MA) como a valores puntuales máximos admisibles (NCA-CMA).
- No alcanza el bueno: cuando las concentraciones de un contaminante supera las NCA.

3.3. Estado global de la masa de agua

El estado global de las masas de agua superficiales quedará determinado por el peor valor de su estado ecológico (o potencial ecológico) y químico.

En caso de que una masa de agua se clasifique en estado ecológico bueno o muy bueno (o potencial bueno o superior) y el estado químico sea bueno, la masa de agua estaría en “buen estado”. En cualquier otra combinación de estados ecológico y químico el estado de la masa de agua superficial se calificará como “no alcanza el buen estado”, y por lo tanto no cumpliría los objetivos ambientales.

3.4. Nivel de confianza de la evaluación del estado o potencial ecológico

En el RDSE se establece que la evaluación del estado de las masas de agua llevará asociado un nivel de confianza (NCF), es decir, de la seguridad que tenemos del resultado de dicha evaluación. Este NCF se define como *“la estimación cualitativa relativa a la evaluación del estado o potencial ecológico; o bien, estimación cuantitativa o probabilidad de que la clasificación de los elementos de calidad y la clasificación del estado o potencial ecológico, obtenida a partir de los indicadores o índices, se corresponda realmente con la clase asignada”*.

En el caso de las aguas de transición, costeras y muy modificadas de Cantabria el método seguido se basa en las especificaciones recogidas en la *“Guía para la evaluación del estado de las aguas superficiales y subterráneas (MITERD, 2021)”*, adaptado a las particularidades de dichas masas de agua, a los procedimientos seguidos en la RCLC y a las métricas utilizadas para la evaluación del estado de los diferentes indicadores.

La estimación del NCF del estado ecológico es una evaluación cualitativa en tres niveles (alto, medio y bajo), que deriva de i) la incertidumbre de medida de los datos de los elementos de calidad (biológicos, fisicoquímicos e hidromorfológicos) utilizados en la evaluación del estado; ii) de la robustez de las métricas aplicadas para evaluar el estado o potencial de cada elemento de calidad y, iii) de la disponibilidad de datos de todos los elementos de calidad para llevar cabo la evaluación integrada a nivel de la masa de agua. Dada su especificidad, los criterios aplicados para la estimación del NCF del estado químico se detallan en el apartado 14.

3.4.1. Nivel de confianza de los datos de los elementos de calidad

Para estimar el NCF asociado a los datos de los elementos de calidad se evalúan cada uno de ellos independientemente (EC-FQ, EC-HMF, EC-BIO). En los apartados siguientes se describe el procedimiento aplicado en cada caso.

3.4.1.1. Nivel de confianza de los datos de fisicoquímicos

El NCF de los datos de los EC-FQ se estima para cada parámetro fisicoquímico contemplado en la evaluación del estado o potencial ecológico de cada masa de agua (elementos físicoquímicos generales y contaminantes específicos), y se corresponde con el peor valor estimado de todos ellos.

El NCF de los datos de los EC-FQ integra los siguientes factores:

Calidad de la toma de muestras y análisis en laboratorio

En este factor se evalúa la idoneidad del equipo técnico que realiza las campañas de campo y el procesado en laboratorio, así como la idoneidad de la metodología aplicada para el muestreo y procesado de las muestras. Se tienen en cuenta los siguientes elementos (Tabla 3.3):

- Equipo técnico de muestreo, considerando la idoneidad del muestreador, preparación y experiencia.
- Conservación y análisis de laboratorio, considerando la acreditación del laboratorio donde se realizan las analíticas y la experiencia del técnico.
- Número de muestras tomadas frente a las requeridas por la legislación o establecidas en los protocolos de evaluación del estado correspondientes.
- Período de muestreo, que evalúa si el muestreo se realiza dentro de los períodos establecidos en los protocolos correspondientes.

Factores	Criterio	NCF
Equipo técnico de muestreo	Si el laboratorio está acreditado en la toma de muestras fisicoquímicas o si la experiencia del técnico en este tipo de muestreos es de más de cinco años.	ALTO
	Si el laboratorio no está acreditado en la toma de muestras fisicoquímicas y la experiencia del técnico en este tipo de muestreos es inferior a cinco años.	BAJO
Conservación y análisis de laboratorio	Si el laboratorio está acreditado y se han aplicado las técnicas de conservación y procesado de laboratorio establecidas.	ALTO
	Si el laboratorio no está acreditado o no se han aplicado las técnicas de conservación y procesado de laboratorio establecidas.	BAJO
Número de muestras	Si el número muestras se ajusta a los requerimientos legales o protocolos de evaluación.	ALTO
	Si el número de muestras no se ajusta a los requerimientos legales o protocolos de evaluación.	BAJO
	Si el número de muestras no se ajusta a los requerimientos legales o protocolos de evaluación, pero se dispone de datos históricos y conocimientos que avalen los resultados.	ALTO
Período del muestreo (época del año)	Si el momento en el que se realiza el muestreo se ajusta a lo establecido en los protocolos de evaluación correspondientes.	ALTO
	Si el momento en el que se realiza el muestreo no se ajusta a lo establecido en los protocolos de evaluación correspondientes.	BAJO

Tabla 3.3. NCF asociado a la calidad de la toma de muestras y análisis en laboratorio para los EC-FQ.

❑ Condiciones en el momento del muestreo

El momento en el que deben llevarse a cabo los muestreos de cada EC-FQ están establecidos en los correspondientes protocolos de evaluación. No obstante, pueden producirse situaciones excepcionales, derivadas de las condiciones climáticas u otras circunstancias que comprometan la idoneidad del momento de muestreo. Para evaluar el NCF de este factor se consideran los siguientes elementos (Tabla 3.4):

- Condiciones meteorológicas, que considera si se han dado circunstancias excepcionales en el momento del muestreo que lo dificulten (p.ej. condiciones meteorológicas adversas) o reduzcan su fiabilidad (p.ej. eventos extremos los días previos al muestreo).
- Condiciones de la masa de agua, que tiene en cuenta la ocurrencia de situaciones excepcionales derivadas de actuaciones u obras que se estén llevando a cabo en la masa de agua (p.ej. incremento de la turbidez por dragados, alteraciones del hábitat por construcción de infraestructuras, etc.).

Factores	Criterio	NCF
Condiciones meteorológicas durante el muestreo	Si las condiciones climáticas, hidrológicas u oceanográficas son las adecuadas.	ALTO
	Si las condiciones climáticas, hidrológicas u oceanográficas no son las adecuadas o se realiza después de algún evento extremo.	BAJO
Condiciones de la masa de agua	Si las condiciones de la masa de agua son normales.	ALTO
	Si se da alguna circunstancia excepcional derivada de actuaciones llevadas a cabo en la masa de agua.	BAJO

Tabla 3.4. NCF asociado a las condiciones en el momento del muestreo para los EC-FQ.

Si durante la determinación de los EC-FQ se concluye que el momento de muestreo no es adecuado, se podrá excluir de la evaluación del estado.

□ Límite de cuantificación del ensayo comparado con el exigido en la normativa vigente (Tabla 3.5).

Elemento	LQ	Resultados	NCF		
EC-FQ generales	LQ > LCC B/Mod	Dato \geq LQ	ALTO		
		Dato < LQ	NO EVALUABLE		
	LQ \leq LCC B/Mod ⁽¹⁾	Dato = LCC B/Mod	BAJO		
		Dato > LCC B/Mod	ALTO		
		Dato < LCC B/Mod	> LCC MB/B	ALTO	
			< LCC MB/B	LQ < LCC MB/B	ALTO
				LQ > LCC MB/B	ALTO
		LQ = LCC MB/B ⁽²⁾	Bueno	ALTO	
			Muy Bueno	BAJO	
	Si no hay LQ (parámetros in situ)	Si el laboratorio está acreditado para estos análisis y se siguen los estándares de calidad exigidos	ALTO		
Si el laboratorio no está acreditado o no se siguen los estándares de calidad		BAJO			
Contaminantes específicos	LQ ⁽³⁾ > NCA	Dato ⁽⁴⁾ \geq LQ	ALTO		
		Dato ⁽⁴⁾ < LQ	NO EVALUABLE		
	LQ ⁽³⁾ \leq NCA	Dato ⁽⁴⁾ = NCA	BAJO		
		Dato ⁽⁴⁾ < NCA	ALTO		
		Dato ⁽⁴⁾ > NCA	ALTO		

(1) LCC inferior B/Mod o LCC superior B/Mod en el caso del rango de O₂, dado que se consideran valores por exceso y por defecto.

(2) Si es resultado coincide con LCC MB/B se podrá elegir entre clasificar el estado como bueno con NCF alto o muy bueno con NCF bajo.

(3) Si hay más de un LQ se utiliza el LQ mayor o el LQ más repetido de la serie de datos.

(4) Media aritmética anual de los datos de cada parámetro.

Tabla 3.5. NCF asociado al LQ de los elementos de calidad físicoquímicos generales y los contaminantes específicos.

En casos debidamente justificados, puede considerarse el uso de un parámetro sin datos en el periodo de evaluación si se tiene un profundo conocimiento histórico, por campañas de seguimiento anteriores y estudios de presiones e impactos adecuados.

3.4.1.2. Nivel de confianza de los datos hidromorfológicos

La evaluación del estado hidromorfológico se basa en el inventario de presiones (IMPRESS) por lo que se considera que el NCF es alto si el informe IMPRESS está actualizado y contiene información cuantitativa, a la escala adecuada, sobre todos los indicadores incluidos en las métricas aplicadas para llevar a cabo dicha evaluación (Índices EHY y CHY). En caso contrario, se considera que el NCF es bajo.

El NCF se valora para cada masa agua, dado que el inventario y caracterización de las presiones podría ser adecuado para unas masas de agua y para otras no.

3.4.1.3. Nivel de confianza de los datos biológicos

El NCF de los datos de cada uno de los EC-BIO se estimará para cada parámetro contemplado en la evaluación del estado o potencial ecológico de cada masa. El NCF de los EC-BIO tendrá en cuenta todos los datos biológicos utilizados y será el peor valor estimado. Los factores considerados y los criterios aplicados en cada caso se especifican a continuación:

Calidad de la toma de muestras y análisis en laboratorio

En este factor se evalúa la idoneidad del equipo técnico que realiza las campañas de campo y, en su caso, el procesado en laboratorio (experiencia), así como la idoneidad de la metodología aplicada para el muestreo y procesado de las muestras (Tabla 3.6). Se hace especial incidencia en la especialización en la identificación taxonómica de los diferentes indicadores biológicos (vegetación de marisma, ictiofauna, invertebrados, macroalgas), dada su relevancia en la aplicación de las métricas correspondientes (índices AQI, TFCI, QSB, CFR).

Factores	Criterio	NCF
Equipo de muestreo	Si el laboratorio está acreditado en el muestreo (y se ha validado al técnico concreto asociado al muestreo) o si la experiencia del técnico en el muestreo es de más de cinco años.	ALTO
	Si el laboratorio no está acreditado y la experiencia del muestreador es inferior a cinco años.	BAJO
Toma de muestras, conservación y análisis	Si se han aplicado las técnicas de muestreo, conservación y procesado de laboratorio establecidas.	ALTO
	Si no se han aplicado las técnicas de muestreo, conservación y procesado de laboratorio establecidas.	BAJO
Identificación taxonómica	Si la identificación taxonómica se lleva a cabo por un especialista con más de cinco años de experiencia.	ALTO
	Si la identificación taxonómica se lleva a cabo por un técnico con menos de cinco años de experiencia.	BAJO

Tabla 3.6. NCF asociado a la calidad de la toma de muestras y análisis en laboratorio para los EC-BIO.

Condiciones hidrometeorológicas y met-oceanográficas del año hidrológico y meteorológico

Este factor evalúa las características hidromorfológicas, las condiciones climáticas y met-oceanográficas del año hidrológico y meteorológico (Tabla 3.7). Condiciones anómalas en las variaciones de la temperatura (p.ej. olas de calor, variaciones estacionales), los regímenes de precipitaciones y caudales (p.ej. eventos extremos de sequías o riadas), y el oleaje (p.ej. mayor frecuencia e intensidad de los temporales) durante el año en el que se realizan las campañas podrían afectar a la estructura y composición de las comunidades biológicas utilizadas en la evaluación.

Se considerará que estas condiciones son anómalas cuando esta circunstancia se refleje en algún documento oficial publicado.

Factores	Criterio	NCF
Condiciones hidrometeorológicas (estuarios)	Si el año hidrológico y las condiciones climáticas son normales.	ALTO
	Si el año hidrológico y las condiciones climáticas son anómalos.	BAJO
Condiciones met-oceanográficas (costa)	Si las condiciones met-oceanográficas del año de muestreo son normales.	ALTO
	Si las condiciones met-oceanográficas del año de muestreo son anómalas.	BAJO

Tabla 3.7. NCF asociado a las condiciones climáticas.

❑ Condiciones en el momento del muestreo

El momento en el que deben llevarse a cabo los muestreos de cada EC-BIO están establecidos en los correspondientes protocolos de evaluación. No obstante, pueden producirse situaciones excepcionales, derivadas de las condiciones climáticas u otras circunstancias que comprometan la idoneidad del momento de muestreo. Para evaluar el NCF de este factor se consideran los siguientes elementos (Tabla 3.8):

- Período de muestreo, que evalúa si el muestreo se realiza dentro de los períodos establecidos en los protocolos correspondientes.
- Condiciones meteorológicas, que considera si se han dado circunstancias excepcionales en el momento del muestreo que lo dificulten (p.ej. limitaciones de acceso por las condiciones meteorológicas, condiciones de marea) o reduzcan su fiabilidad (p.ej. eventos extremos los días previos al muestreo, precipitación intensa en el muestreo de invertebrados intermareales).
- Condiciones de la masa de agua, que tiene en cuenta la ocurrencia de situaciones excepcionales derivadas de actuaciones u obras que se estén llevando a cabo en la masa de agua (p.ej. incremento de la turbidez por dragados, alteraciones del hábitat por construcción de infraestructuras, etc.).

Si durante la identificación o determinación de los EC-BIO se concluye que el momento de muestreo no es adecuado, se podrá excluir de la evaluación del estado.

Factores	Criterio	NCF
Período del muestreo (época del año)	Si el momento en el que se realiza el muestreo se ajusta a lo establecido en los protocolos de evaluación correspondientes.	ALTO
	Si el momento en el que se realiza el muestreo no se ajusta a lo establecido en los protocolos de evaluación correspondientes.	BAJO
Condiciones meteorológicas durante el muestreo	Si las condiciones climáticas, hidrológicas o met-oceanográficas son las adecuadas.	ALTO
	Si las condiciones climáticas, hidrológicas o met-oceanográficas no son las adecuadas o se realiza después de algún evento extremo.	BAJO
Condiciones de la masa de agua	Si las condiciones de la masa de agua son normales.	ALTO
	Si se da alguna circunstancia excepcional derivada de actuaciones llevadas a cabo en la masa de agua.	BAJO

Tabla 3.8. NCF asociado a las condiciones en el momento del muestreo para los EC-BIO.

3.4.2. Nivel de confianza de los sistemas de evaluación

En este factor se valora la incertidumbre asociada a las métricas utilizadas para evaluar cada EC-BIO y la disponibilidad de condiciones de referencia apropiadas para cada categoría, tipología de masa de agua, tipo salino o hábitat.

El NCF de este factor se evalúa para cada índice y el valor final viene determinado por el peor NCF de los indicadores utilizados en la evaluación. Se podrán eliminar de la evaluación los índices con una elevada incertidumbre que puedan desvirtuar la evaluación del estado de la masa de agua.

Factores	Criterio	NCF
Métrica	Si el índice aplicado y los LCC están intercalibrados o recogidos en el RD 2017/2015.	ALTO
	Si el índice aplicado y los LCC están especificados en el Plan Hidrológico.	MEDIO
	Si ni el índice aplicado ni los LCC está aprobados en ningún documento oficial.	BAJO
Condiciones de referencia	Si las condiciones de referencia son específicas de la tipología y se consideran suficientemente robustas.	ALTO
	Si se han definido condiciones de referencia específicas de la tipología, basados en datos suficientemente representativos, pero la variabilidad natural de la masa de agua es muy elevada.	MEDIO
	Si se han definido condiciones de referencia específicas de la tipología, pero se han obtenido con elevada incertidumbre estadística o a partir de datos insuficientes por interpolación y criterio de experto.	BAJO

Tabla 3.9. NCF asociado al sistema de evaluación.

3.4.3. Nivel de confianza de la evaluación del estado o potencial ecológico

Los criterios aplicados para establecer el nivel de confianza de la evaluación del estado ecológico o del potencial ecológico integrando los diferentes indicadores EC-FQ, EC-HMF y EC-BIO se relacionan a continuación:

- Cuando no se disponga de datos analíticos, por carecer de datos experimentales, y la evaluación del estado se realice por extrapolación, por deducción de la evaluación IMPRESS o por criterio de experto, el NCF se considerará bajo.
- Si no se dispone de datos analíticos, pero la evaluación IMPRESS es completa y actualizada y se dispone de datos analíticos de EC-BIO del periodo anterior al evaluado, el NCF podrá aumentar a medio.
- Cuando se dispone de datos de los EC-BIO, el NCF de la evaluación del estado está determinado por el peor de los NCF en los datos de EC-BIO.
- Si solo hubiera datos EC-BIO y EC-HMF el NCF de la evaluación del estado se determinará según el criterio general, descendiendo un nivel en el resultado obtenido, de tal modo que si el NCF se hubiera estimado alto pasará a medio y si se hubiese estimado medio se clasificará como bajo.
- Si los EC-HMF tienen un NCF bajo y la masa de agua se clasifica en estado muy bueno, el NCF será bajo, mientras que si se clasifica en estado bueno, el NCF será alto.

4. FITOPLANCTON

Para la evaluación del estado del fitoplancton en aguas de transición, costeras y muy modificadas en Cantabria se utiliza como indicador la **biomasa fitoplanctónica**. Este indicador se aplica a las siguientes categorías y tipologías de masas de agua:

- Aguas de transición
 - AT-T08. Estuario atlántico intermareal con dominancia del río sobre el estuario.
 - AT-T09. Estuario atlántico intermareal con dominancia marina.
 - AT-T11. Zonas de transición atlánticas lagunares.
- Aguas costeras
 - AC-T12. Aguas costeras atlánticas del cantábrico oriental expuestas sin afloramiento.
- Muy modificadas
 - AMP-T01. Aguas de transición atlánticas de renovación baja.
 - AMP-T02. Aguas de transición atlánticas de renovación alta.

Las condiciones de referencia, el máximo potencial y los límites de cambio de clase del índice están recogidos en la Decisión de la Comisión 2024/721 o en su defecto en el Real Decreto 35/2023.

4.1. Indicadores

La valoración del fitoplancton en las masas de agua de transición y costeras de Cantabria se efectúa a partir de la **biomasa fitoplanctónica**, estimada como concentración de **clorofila a**. En concreto, como indicador se utiliza el p90 de todas las mediciones efectuadas a lo largo del período de evaluación.

4.2. Condiciones de referencia

Las condiciones de referencia (Tabla 4.1) se establecen en función de la tipología de masa de agua y son específicos de los diferentes tipos salinos identificados en los estuarios, de acuerdo con la clasificación de Venice (Anónimo, 1958):

- Euhalino: >30 UPS.
- Polihalino: 18-30 UPS.
- Mesohalino: 5-18 UPS.
- Oligohalino: 0,5-5 UPS.

Indicador	Tipo Salino	Tipología Masas de agua naturales			Tipología Masas de agua muy modificadas
		AT-T08 AT-T09	AT-T11	AC-T12	AMP-T01 AMP-T02
Clorofila a (µg/l)	Euhalino	1,3		1	2,67
	Polihalino	2,2			5,33
	Mesohalino	3,4	14,7		5,33
	Oligohalino	3,4			5,33

Tabla 4.1. Condiciones de referencia y máximo potencial de clorofila a, en las diferentes tipologías de masas de agua y tramos salinos.

4.3. Cálculo del ratio de calidad ecológica y límites de cambio de clase

El cálculo del RCE se calcula en primer lugar a nivel de tramo salino (RCE_{TS}), considerando todas las mediciones efectuadas durante el período de evaluación en las estaciones localizadas en cada uno de ellos.

Para ello se aplica la siguiente ecuación:

$$RCE_{TS} = \left(\frac{CR}{P90[Cl_a]} \right)$$

Donde,

RCE_{TS} es el RCE para cada tramo salino.

CR = es la condición de referencia establecida para cada tipología y tramo salino.

P90 es el percentil 90 de todos los datos incluidos en el análisis.

Posteriormente, se obtiene el RCE_{MA} a nivel de masa de agua, mediante la media de los RCE_{TS} de todos los tramos salinos de la masa de agua, ponderada en función del volumen de la masa de agua representado por cada tramo salino. Los factores de ponderación para cada uno de los estuarios de Cantabria se especifican en el Anexo I.

Finalmente, para la evaluación del estado ecológico se establecen las clases de calidad considerando los siguientes límites de clase, que son específicos de cada categoría y tipología de masa de agua (Tabla 4.2):

Masas naturales		Masas muy modificadas	
LCC	Estado ecológico	LCC	Potencial ecológico
> 0,67	Muy Bueno	> 0,67	Bueno o superior
0,67 – 0,33	Bueno	0,67 – 0,33	
<0,33	Moderado	<0,33	Moderado
	Deficiente*		Deficiente*
	Malo*		Malo*

*Umbrales no definidos para estas categorías de calidad.

Tabla 4.2. Límites de cambio de clase para la definición del estado ecológico o potencial ecológico del fitoplancton.

Como referencia, en la Tabla 4.3 se indican las concentraciones de clorofila (p90) correspondientes a cada LCC.

Tipo Salino	AT-T08, AT-T09		AT-11		AMP-01, AMP-02		AC-T12	
	MB/B (µg/l)	B/Mod (µg/l)	MB/B (µg/l)	B/Mod (µg/l)	MB/B (µg/l)	B/Mod (µg/l)	MB/B (µg/l)	B/Mod (µg/l)
Euhalino	1,95	3,9			4	8	1,5	3
Polihalino	3,3	6,6			8	12		
Mesohalino	5,1	10,2	22,0	44,1	8	12		
Oligohalino	6,6	13,2			8	12		

Tabla 4.3. Concentraciones de clorofila a (µg/l) correspondientes a cada LCC para cada tipología y tipo salino. MB: Muy Bueno, B: Bueno, Mod: Moderado.

4.4. Datos de partida

- La evaluación de la clorofila a' se lleva a cabo estacionalmente todos los años y en todas las masas de agua.
- La medición de la clorofila a' se lleva a cabo en superficie (≤ 1 m de profundidad).
- El procedimiento de toma de muestras, conservación y analítica en el laboratorio se especifica en el documento "*Protocolo de muestreo y análisis microbiológicos y fisicoquímicos en las masas de agua de transición y costeras de Cantabria (TW_CW_FQ_01_Agua)*" (IHCantabria, 2024a).

4.5. Protocolo de aplicación

- La evaluación se lleva a cabo con los datos obtenidos durante las campañas de primavera, verano y otoño, no considerándose los datos de invierno.
- La laguna litoral de Victoria es una masa de agua confinada con escasa renovación con el mar, en la que se producen grandes fluctuaciones de salinidad con el tiempo que afectan a su totalidad. De este modo, aunque sus condiciones medias se consideran mesohalinas, durante los periodos de intrusiones salinas la laguna se vuelve temporalmente euhalina, mientras que, durante los periodos de grandes lluvias, la laguna es oligohalina. Estos extremos, además de tener una gran influencia en el crecimiento fitoplanctónico y, por tanto, en los valores de clorofila, hacen muy difícil el establecimiento de unas condiciones de referencia adecuadas para este indicador, por lo que la interpretación de los resultados debe realizarse con cautela en todo momento.

5. MACROALGAS DE AGUAS COSTERAS

Para la evaluación del estado de las macroalgas en aguas costeras se utiliza el índice multimétrico **CFR (Calidad de Fondos Rocosos)** (Juanes et al., 2008; Guinda et al., 2014).

Esta métrica se aplica a las siguientes categorías y tipologías de masas de agua:

- Aguas costeras
 - AC-T12. Aguas costeras atlánticas del cantábrico oriental expuestas sin afloramiento.

Las condiciones de referencia y los umbrales de clase del índice están recogidos en el Real Decreto 817/2015 y en la Decisión de la Comisión 2024/721.

5.1. Indicadores

El índice CFR integra tres indicadores relativos a las características de las comunidades de macroalgas:

- Cobertura de macroalgas características (C), que evalúa el grado de cobertura (%) que presentan en su conjunto las macroalgas “características” (generalmente especies perennes o más evolucionadas) asentadas en el área de muestreo, excluyendo a las especies efímeras, oportunistas e invasoras (Tabla 5.1).
- Fracción de oportunistas (F), que evalúa la cobertura relativa de especies oportunistas (generalmente efímeras y poco evolucionadas) frente a la superficie total vegetada en la zona de muestreo. Para ello se evalúa la cobertura (%) de especies oportunistas (**O**) y se aplica la siguiente ecuación:

$$F = \left[\frac{O}{(C + O)} \right] \cdot 100$$

Donde,

F: Fracción de oportunistas en %.

O: Cobertura de oportunistas en %.

C: Cobertura de macroalgas características en %.

- Riqueza de macroalgas características (R), que evalúa el número de especies de macroalgas características presentes en el área de muestreo con una cobertura superior al 1%.

En la Tabla 5.1 se indican las principales especies de macroalgas características (MC) y oportunistas (MO) identificadas para la aplicación del CFR en las zonas intermareales y submareales de la costa de Cantabria.

Macroalgas características (MC)		Especies oportunistas (MO)
Intermareal	Submareal	
<i>Ascophyllum nodosum</i>	<i>Calliblepharis ciliata</i>	<i>Blidingia spp.</i>
<i>Bifurcaria bifurcata</i>	<i>Callophyllis laciniata</i>	<i>Bryopsis spp.</i>
<i>Caulacanthus ustulatus</i>	<i>Cladostephus spongiosus</i>	<i>Ceramium spp.</i>
Champiaceae	<i>Codium tomentosum</i>	<i>Chaetomorpha spp.</i>
<i>Chondracanthus spp.</i>	<i>Corallina /Ellisolandia / Jania spp.</i>	<i>Cladophora spp.</i>
<i>Chondrus crispus</i>	<i>Cystoseira baccata</i>	<i>Ectocarpales</i>
<i>Cladostephus spongiosus</i>	<i>Cystoseira tamariscifolia</i>	<i>Ulva spp.</i>
<i>Codium tomentosum</i>	<i>Desmarestia ligulata</i>	<i>Rhizoclonium spp.</i>
<i>Corallina /Ellisolandia / Jania spp.</i>	<i>Dictyopteris membranacea</i>	
<i>Cystoseira baccata</i>	<i>Dictyota dichotoma</i>	
<i>Cystoseira tamariscifolia</i>	<i>Furcellaria lumbricalis</i>	
<i>Fucus spp.</i>	<i>Gelidium corneum</i>	
<i>Gelidium corneum</i>	<i>Halidrys siliquosa</i>	
<i>Gelidium spinosum</i>	<i>Halopithys incurvus</i>	
<i>Gigartina spp.</i>	<i>Halopteris filicina</i>	
<i>Gymnogongrus / Ahnfeltiopsis spp.</i>	<i>Halurus equisetifolius</i>	
<i>Halurus equisetifolius</i>	<i>Heterosiphonia plumosa</i>	
<i>Himanthalia elongata</i>	<i>Himanthalia elongata</i>	
<i>Laminaria spp.</i>	<i>Laminaria spp.</i>	
<i>Laurencia / Osmundea spp.</i>	<i>Palmaria palmata</i>	
<i>Leathesia / Colpomenia spp.</i>	<i>Peyssonnelia spp.</i>	
<i>Mastocarpus stellatus</i>	<i>Phyllophora spp.</i>	
<i>Nemalion helminthoides</i>	<i>Saccharina latissima</i>	
<i>Palmaria palmata</i>	<i>Saccorhiza polyschides</i>	
<i>Pelvetia canaliculata</i>	<i>Spatoglossum solieri</i>	
<i>Saccharina latissima</i>	<i>Sphaerococcus coronopifolius</i>	
<i>Saccorhiza polyschides</i>	<i>Stypocaulon scoparium</i>	
<i>Stypocaulon scoparium</i>	<i>Taonia atomaria</i>	

Tabla 5.1. Listado de especies de macroalgas "características" (MC) y "oportunistas" (MO) habituales en las zonas intermareales y submareales de la costa Cantábrica.

5.2. Condiciones de referencia

Las condiciones de referencia para cada indicador se establecen en función de la cota o tipo de hábitat (intermareal, submareal somero, submareal profundo) y pendiente del sustrato (plano, escarpado). Las CR establecidas para cada una de estas tipologías se indican en la Tabla 5.2. En el caso de la fracción de oportunistas se establece también una CR para el estado malo.

Indicador	CR	Intermareal		Submareal	
		Plano (pend.<20°)	Empinado (pend.>20°)	Somero (5–15 m)	Profundo (15–25 m)
Cobertura de M.C (%) (C)	CR ₁	90	70	90	70
Fracción de oportunistas (%) (F)	CR ₁	5	5	2	2
	CR ₀	40	40	30	30
Riqueza de MC (n°) (R)	CR ₁	10	7	6	6

Tabla 5.2. Condiciones de referencia (CR) aplicables a los indicadores del índice CFR según la tipología del área de estudio (intermareal plano/empleado, submareal somero/profundo). CR₁ y CR₀: Condiciones de referencia para estado muy bueno y malo, respectivamente. MC: Macroalgas características.

5.3. Cálculo del ratio de calidad ecológica y límites de cambio de clase

Una vez estimados los diferentes indicadores que integran el índice, se estandariza cada uno de ellos en una escala de 0 a 1 (C_{score} , F_{score} , R_{score}), de acuerdo con la formulación indicada en la Tabla 5.3. En caso de obtenerse valores estandarizados superiores a 1 se truncan a dicho valor.

Indicador	Indicador estandarizado
Cobertura de MC (%) (C)	$C_{score} = \frac{C}{CR_1}$
Fracción de Oportunistas (%) (F)	$F_{score} = \frac{CR_0 - F}{CR_0 - CR_1}$
Riqueza de MC (nº) (R)	$R_{score} = \frac{R}{CR_1}$

Tabla 5.3. Criterios establecidos para la estandarización de los indicadores del índice CFR. CR_1 = condiciones de referencia para el estado muy bueno; CR_0 =condiciones de referencia para el estado malo.

La integración de los tres indicadores estandarizados y el correspondiente RCE se calcula aplicando la siguiente ecuación:

$$RCE = CFR = 0,45 \times C_{score} + 0,35 \times F_{score} + 0,2 \times R_{score}$$

El índice se calcula para cada estación (RCE_{EST}) como la media de los diferentes transectos o réplicas llevados a cabo en cada zona. Posteriormente, se integra a nivel de masa de agua (RCE_{MA}) como la media ponderada de los diferentes RCE_{EST} , en función de la representatividad de cada estación en la misma (ver Anejo I).

Finalmente, para la evaluación del estado ecológico se establecen las clases de calidad considerando los siguientes límites de clase (Tabla 5.4):

LCC	Estado ecológico
> 0,81	Muy Bueno
0,6 – 0,81	Bueno
0,4 – 0,6	Moderado
0,2 – 0,4	Deficiente
< 0,2	Malo

Tabla 5.4. Límites de cambio de clase para la evaluación del estado ecológico de las macroalgas de aguas costeras.

En la página web del IHCantabria (www.cfr.ihcantabria.com) está disponible toda la información relativa al índice CFR, así como un software específico para su cálculo de forma automática.

5.4. Datos de partida

- La calidad de las macroalgas se evalúa todos los años, pero alternando entre masas de agua y estaciones, midiendo con una periodicidad mínima de 3 años en cada estación de muestreo.
- La caracterización se realiza, preferentemente, entre finales de la primavera (junio) y finales del verano (septiembre).
- La evaluación se lleva a cabo de forma estratificada tratando de cubrir tres niveles: intermareal, 5-15 m y 15-25 m, estableciendo los puntos de muestreo en zonas con sustrato rocoso estable (Figura 5.1).
- En cada nivel de muestro se realizan tres evaluaciones replicadas.
- En las zonas intermareales el muestreo se lleva a cabo accediendo a los niveles más bajos del intermareal rocoso (intermareal medio y bajo), durante las horas de bajamar en los períodos de mareas vivas.
- En las zonas submareales el muestreo se realiza mediante buceadores equipados con escafandra autónoma.
- Las unidades de muestreo en el intermareal comprenden una franja de unos 5 metros de ancho y longitud variable en función de la pendiente.
- Las unidades de muestreo en el submareal consisten en transectos de unos 5 metros de ancho por unos 25 metros de largo, con similares condiciones del estrato (rango de profundidad, geomorfología...).

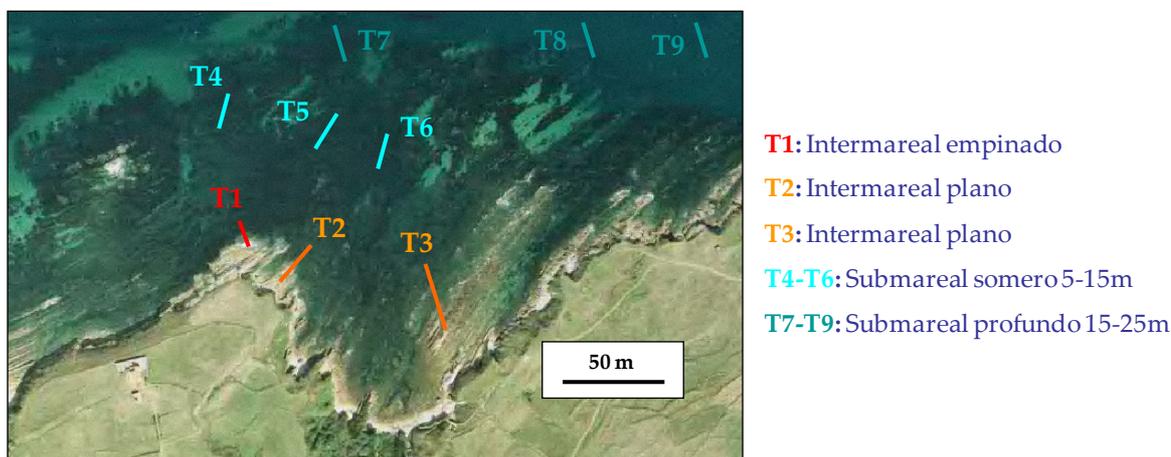


Figura 5.1. Establecimiento de las unidades de muestreo en zonas intermareales y submareales de distinta tipología.

- El procedimiento de muestreo del índice CFR se detalla en el documento “*Protocolo de muestreo para la evaluación de la calidad de las macroalgas en las masas de agua costeras de Cantabria (TW_CW_Bio_03_Macroalgas)*” (IHCantabria, 2024b).

5.5. Protocolo de aplicación

- La evaluación se obtiene a partir de la estimación visual de los diferentes indicadores, considerando todo el sustrato rocoso susceptible de ser colonizado por poblaciones estables de algas (Figura 5.2).
- Las zonas cubiertas por especies faunísticas (percebes, mejillones, poliquetos, etc.), que impiden el asentamiento de macroalgas características sobre la roca, no se consideran en la evaluación.
- La estimación de la cobertura se realiza en una escala de 0-100%, sin tener en cuenta el crecimiento de las algas en distintos estratos.

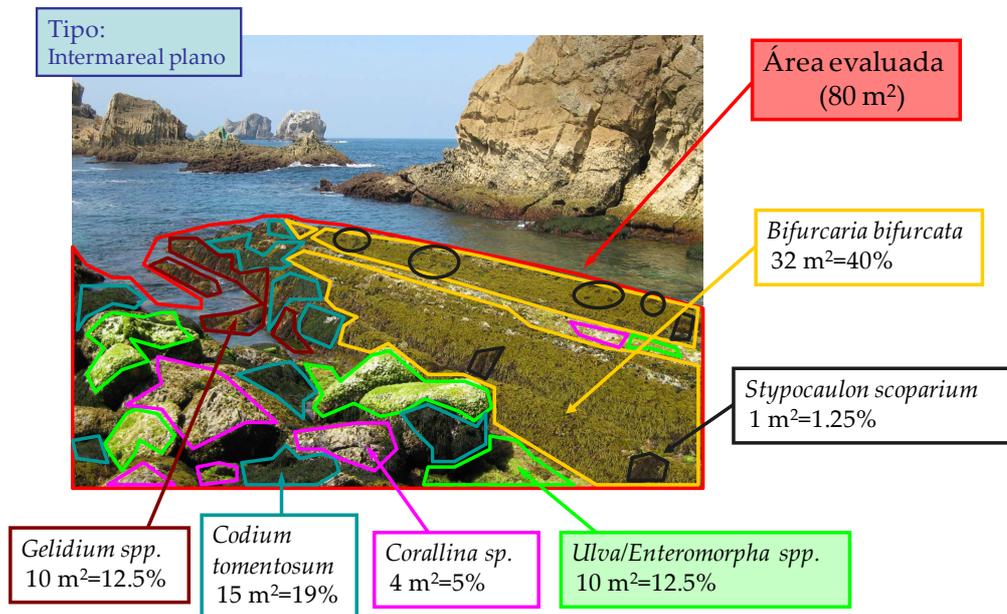


Figura 5.2. Ejemplo del procedimiento de muestreo en una estación intermareal de tipo plano (pendiente <math><20^\circ</math>) y estimación de los porcentajes de cobertura de las distintas macroalgas características y oportunistas presentes en el área de estudio.

6. VEGETACIÓN DE MARISMA

Para la evaluación del estado de las comunidades de angiospermas estuarinas (vegetación de marisma) se utiliza una modificación del índice multimétrico **AQI (Angiosperm Quality Index)** (modificado de García et al., 2009).

Este índice se aplica a todas las tipologías de aguas de transición naturales identificadas en Cantabria:

- Aguas de transición
 - AT-T08. Estuario atlántico intermareal con dominancia del río sobre el estuario.
 - AT-T09. Estuario atlántico intermareal con dominancia marina.
 - AT-T11. Zonas de transición atlánticas lagunares.

Los umbrales de clase del índice están recogidos en la Decisión de la Comisión 2024/721.

6.1. Indicadores

El índice multimétrico AQI integra 3 indicadores:

- Riqueza de hábitats (Nh), que contabiliza el número de hábitats identificados en la masa de agua de transición. Los hábitats considerados son los característicos de los estuarios cantábricos que están incluidos en el Anejo I de la Directiva Hábitat, relativos a las aguas marinas y medios de marea (hábitats tipo 11), marismas y pastizales salinos atlánticos (hábitats tipo 13) y marismas y pastizales salinos mediterráneos y termoatlánticos (hábitats tipo 14) (Tabla 6.1).
- Estado de los hábitats estuarinos (Ic), indicador que evalúa el estado de los hábitats presentes en la masa de agua estuarina mediante el cálculo de la desviación de su cobertura con respecto a la cobertura óptima de los mismos (Tabla 6.1).

El cálculo se realiza tal y como se muestra en las siguientes ecuaciones:

$$\Delta Cob = Cob_{esperada} - Cob_{registrada}$$

$$Ic = 100 - \frac{\sum \Delta Cob}{ncom}$$

Donde,

$ncom$ es el número de hábitats presentes en la masa de agua.

$Cob_{esperada}$ es la cobertura óptima de cada hábitat (%).

$Cob_{registrada}$ es la cobertura de cada hábitat en el estuario (%).

Δcob se corresponde con los valores positivos de la variación entre la cobertura esperada y la cobertura media del hábitat en el estuario.

Hábitat	Descripción	Condiciones de referencia Cobertura (%)
1110	Bancos de arena cubiertos permanentemente por agua: desnudos o como praderas de <i>Zostera marina</i> y algas.	---
1130	Estuarios	---
1130-A	Cañaverales anfibios de <i>Cirpo maritimo</i>	100
1130-B	Carrizales anfibios	94
1130-C	Cañaverales anfibios de <i>Cirpo palustre</i>	90
1140	Llanuras fangosas o arenosas no cubiertas por agua en bajamar: desnudos o como praderas de <i>Zostera noltii</i> .	---
1150	Lagunas costeras	---
1160	Bahías	---
1170	Arrecifes: Hábitats marinos de sustratos rocosos (fundamentalmente con algas)	---
1310	Vegetación anual pionera con <i>Salicornia</i>	30
1320	Praderas de <i>Spartina (Spartinetum maritimae)</i>	63
1330	Pastizales salinos atlánticos	100
1330-A	Juncales halófilos	100
1330-B	Herbazales halonitrófilos (<i>Elymus pycnanthus</i>)	100
1330-C	Comunidades de <i>Frankenja</i> y <i>Armeria</i>	91
1420	Matorrales halófilos mediterráneos y termoatlánticos: se inundan periódicamente y presentan una alta variabilidad según las condiciones de inundación	90
1420-A	Matorrales de <i>Sarcocornia fruticosa</i>	100
1420-B	Matorrales de <i>Halimione portulacoides</i>	86
1420-C	Matorrales de <i>Suaeda vera</i>	86
1420-D	Matorrales de <i>Sarcocornia perennis</i>	93
Otros	Dunas (21), Acantilados (12), Bosques de ribera (91), Matorrales (40), etc.	---
Antrópicos	Prados de siega, Plantaciones, Zonas urbanizadas, Especies alóctonas, etc.	---

Tabla 6.1. Condiciones de referencia (cobertura óptima) para los diferentes hábitats.

- Superficie recuperable del estuario (I_a), que valora el grado de antropización de la masa de agua estuarina respecto a su condición original. Para ello, se evalúa la superficie de la masa de agua estuarina ocupada por comunidades cuya composición florística original se haya visto significativamente modificada incluyendo: i) la superficie ocupada por plantaciones arbóreas, campos de cultivo, etc; ii) la superficie ocupada de forma artificial (urbanizada) susceptible de ser restaurada como área estuarina, y iii) las superficies ampliamente colonizadas por especies de angiospermas alóctonas (Tabla 6.2).

Para el cálculo de este indicador se aplica la siguiente formulación:

$$I_a = \sum \frac{Sup_{ant} \cdot Cob_{ant}}{Sup_{estuario}}$$

Donde,

Sup_{ant} es la superficie del estuario con la composición florística alterada (Ha).

Cob_{ant} es la cobertura de la zona alterada (en el caso de las superficies urbanizadas se considerará que dicha cobertura es del 100%).

Sup_{estuario} es la superficie total de la masa de agua (Ha).

Principales especies alóctonas presentes en los estuarios cantábricos	
<i>Baccharis halimifolia</i>	<i>Reynoutria japonica</i>
<i>Cortaderia selloana</i>	<i>Robinia pseudoacacia</i>
<i>Spartina versicolor</i>	<i>Senecio mykanoides</i>
<i>Buddleja davidii</i>	<i>Arctotheca calendula</i>
<i>Carpobrotus sp</i>	<i>Cotula coronopifolia</i>

Tabla 6.2. Listado de las principales especies alóctonas existentes en las masas de agua de transición del Cantábrico.

6.2. Condiciones de referencia

Las condiciones de referencia se expresan como la cobertura óptima que debería presentar cada hábitat en una determinada tesela cartográfica y la riqueza de hábitats presentes en la masa de agua (Tabla 6.1).

6.3. Cálculo del ratio de calidad ecológica y límites de cambio de clase

Una vez calculados los diferentes indicadores, se otorga una puntuación para cada indicador (Nh_{SCORE} , Ic_{SCORE} , Ia_{SCORE}) de acuerdo con los umbrales descritos en la Tabla 6.3. Aplicando esta escala de valoración, el valor máximo del índice AQI (AQI_{max}) en los estuarios de Cantabria es 15.

Indicador	Valor	Indicador estandarizado	Puntuación
Riqueza de hábitats (Nh) (n°)	≥ 10	Nh_{SCORE}	5
	7 – 9		4
	5 – 6		3
	3 – 4		2
	≤ 2		1
Estado de los hábitat (Ic) (%)	> 85	Ic_{SCORE}	5
	71 – 85		4
	51 – 70		3
	26 – 50		2
	≤ 25		1
Superficie recuperable (Ia) (%)	< 10	Ia_{SCORE}	5
	10 – 19		4
	20 – 34		3
	35 – 50		2
	> 50		1
AQI Máximo			15

Tabla 6.3. Escala de valoración de los diferentes indicadores que integran el índice AQI. El valor final del índice resulta de la suma de los tres indicadores parciales:

$$AQI = Nh_{SCORE} + Ic_{SCORE} + Ia_{SCORE}$$

El RCE se calcula según la siguiente fórmula:

$$RCE_{MA} = \frac{AQI}{AQI_{max}}$$

Finalmente, para la evaluación del estado ecológico se consideran los siguientes límites de cambio de clase (Tabla 6.4):

LCC	Estado ecológico
> 0,88	Muy Bueno
0,73– 0,88	Bueno
0,53 – 0,73	Moderado
0,33 – 0,53	Deficiente
< 0,33	Malo

Tabla 6.4. Límites de cambio de clase para la definición del estado ecológico de la vegetación de marisma.

6.4. Datos de partida

- La evaluación de la vegetación de marisma se realiza al menos una vez en cada ciclo de planificación hidrológica.
- Las campañas de caracterización se llevan a cabo en primavera – verano.
- La evaluación de las comunidades de angiospermas existentes en las masas de agua de transición de Cantabria se realiza con base en la cartografía de hábitats de la Directiva 92/43/CEE de los estuarios de la región. La escala de la cartografía a utilizar oscila entre 1:10.000 y 1:20.000.

6.5. Protocolo de aplicación

- El indicador Ic se calcula como la diferencia de recubrimientos medios respecto a la cobertura esperada en condiciones prístinas, sin tener en cuenta los hábitats no estuarinos, ni los correspondientes a las praderas de angiospermas marinas (hábitats 1110 y 1140), por su elevada heterogeneidad natural, el genérico *Estuario* (1130), las *Lagunas costeras* (1150) y *Bahía* (1160).

7. MACROINVERTEBRADOS DE AGUAS DE TRANSICIÓN

Para la evaluación del estado de los macroinvertebrados en aguas de transición se utiliza el índice multimétrico **QSB (Quality of Soft Bottoms)** (Puente et al., 2010).

Este índice se aplica a las siguientes categorías y tipologías de masas de agua:

- Aguas de transición
 - AT-T08. Estuario atlántico intermareal con dominancia del río sobre el estuario.
 - AT-T09. Estuario atlántico intermareal con dominancia marina.

Las condiciones de referencia y los umbrales de clase del índice están recogidos en el Real Decreto 817/2015 y en la Decisión de la Comisión 2024/721.

7.1. Indicadores

Los indicadores que integran el índice QSB son los siguientes:

- Riqueza total (S), que se corresponde con el número total de especies o taxones identificados en cada estación de muestreo (muestra).
- Composición de la comunidad (Brc), que compara la composición de especies de la muestra, en términos de presencia/ausencia, con la comunidad de referencia definida en cada zona, utilizando el índice de similaridad de Bray-Curtis.

$$Brc = (2 * c / (S + R)) * 100$$

Donde,

c es el número de especies en común con la lista de referencia.

S es el número total de especies capturadas.

R es el número total de especies de la comunidad de referencia.

Es decir, si la muestra no tiene ninguna especie en común con la comunidad de referencia Brc=0; y si, por el contrario, están presentes todas las especies que caracterizan dicha comunidad Brc=100.

- Abundancia relativa de especies (Brq), indicador de la integridad o estructura biológica de la comunidad bentónica, que compara la abundancia relativa (%) de las especies identificadas en cada muestra, respecto a la abundancia total, con la comunidad de referencia, mediante el índice de similaridad de Bray-Curtis.

$$Brq = \left((2 * \sum C_{min}) / (S_n + R_n) \right) * 100$$

Donde,

$\sum C_{min}$ es la suma de las abundancias relativas mínimas de las especies en común con la comunidad de referencia, comparada con las definidas para dicha comunidad,

S_n es la abundancia relativa total de todas las especies capturadas,

R_n es la abundancia relativa total de las especies de la comunidad de referencia.

El valor de $Brq=0$, cuando no hay ninguna especie en común, y $Brq=100$, cuando las especies presentes son las mismas que las definidas en la comunidad de referencia y tienen la misma abundancia relativa.

- **Abundancia de las especies oportunistas (Op)**, considerando la abundancia relativa total (%) de las especies pertenecientes a los grupos ecológicos IV y V definidos en el índice AMBI (Borja et al., 2000).
- **Abundancia total (N)**, correspondiente al número total de individuos cuantificados en cada estación de muestreo, expresados como n° individuos.m⁻².

7.2. Condiciones de referencia

En las aguas de transición de Cantabria se han identificado tres comunidades de referencia (Puente et al., 2008), cuya composición y abundancia relativa específica se indica en la Tabla 7.1 Estas comunidades se localizan en los tramos euhalino, polihalino y oligo-mesohalino de cada zona estuarina.

Euhalino (<i>Abra alba</i>)		Polihalino (<i>Abra tenuis</i>)		Oligo-mesohalino (<i>Scrobicularia plana</i> – <i>Cerastoderma edule</i>)	
Especie	Abundancia relativa (%)	Especie	Abundancia relativa (%)	Especie	Abundancia relativa (%)
<i>Loripes lacteus</i>	14,9	<i>Nephtys hombergii</i>	12,7	<i>Hediste diversicolor</i>	29,0
<i>Nephtys hombergii</i>	8,7	<i>Hediste diversicolor</i>	19,1	<i>Scrobicularia plana</i>	24,9
<i>Melinna palmata</i>	7,1	<i>Abra tenuis</i>	8,4	<i>Cyathura carinata</i>	15,3
<i>Cerastoderma edule</i>	4,9	<i>Ruditapes decussatus</i>	6,6		
<i>Nassarius reticulatus</i>	3,8	<i>Scrobicularia plana</i>	6,6		
<i>Abra alba</i>	3,1	<i>Cerastoderma edule</i>	5,4		
<i>Abra tenuis</i>	2,2				
<i>Ruditapes decussatus</i>	1,4				
<i>Solen marginatus</i>	1,7				

Tabla 7.1. Comunidades de referencia definidas en las aguas de transición de Cantabria.

Las condiciones de referencia establecidas para cada indicador son las que se especifican en la Tabla 7.2. En el caso de la abundancia se establecen dos CR correspondientes a una abundancia inferior o superior a la esperada, respectivamente.

Indicador	Condiciones de referencia		
	Euhalino	Polihalino	Oligo-mesohalino
Riqueza (S) (nº de especies)	30	15	11
Composición (BrC)	80	80	80
Abundancia relativa de las especies (Brq)	80	80	80
Especies oportunistas (Op) (%)	10	10	10
Abundancia (N ⁻) (por defecto)* (nº indiv.m ⁻²)	106	23	56
Abundancia (N ⁺) (por exceso)* (nº indiv.m ⁻²)	1130	498	648

*Las CR de N⁻ y N⁺ se han actualizado respecto a lo recogido en el RD 817/2015.

Tabla 7.2. Condiciones de referencia de los diferentes indicadores en cada tipo de comunidad.

7.3. Cálculo del ratio de calidad ecológica y límites de cambio de clase

Previamente a su integración en el índice multimétrico QSB, el valor de cada indicador se estandariza (S_{score} , Brc_{score} , Brq_{score} , Op_{score} , N^-_{score} , N^+_{score}) en una escala de 0 a 1, dividiendo el valor obtenido por las condiciones de referencia establecidas en cada caso, o a la inversa en el caso de Op y N^+ . Si el valor estandarizado resultante es superior a 1, se trunca a dicho valor.

Indicador	Indicador estandarizado
S	$S_{score} = \frac{S}{CR}$
Brc	$Brc_{score} = \frac{Brc}{CR}$
Brq	$Brq_{score} = \frac{Brq}{CR}$
Op	$Op_{score} = \frac{CR}{Op}$
N^-	$N^-_{score} = \frac{N}{CR}$
N^+	$N^+_{score} = \frac{CR}{N}$

Tabla 7.3. Criterios establecidos para la estandarización de los indicadores que componen el índice QSB. Una vez estandarizados los indicadores se integran de acuerdo con la siguiente formulación, obteniéndose el Ratio de Calidad Ecológica (RCE) del índice QSB, para cada estación de muestreo analizada (RCE_{EST}):

$$RCE_{EST} = QSB = \left[\frac{S_{score} + Brc_{score} + Brq_{score}}{3} \right] \times Op_{score} \times N_{score}$$

En el caso de la abundancia (N_{score}) se considera el valor estandarizado que sea menor al comparar con las CR por exceso (N^+_{score}) o por defecto (N^-_{score}). Es decir, si N está dentro del rango de abundancia definido para la comunidad de referencia, el valor de RCE es 1 y, por lo tanto, no modifica el RCE del índice QSB, mientras que si N es inferior o superior a la CR actúa ponderando el valor de los restantes indicadores.

Posteriormente, para obtener el estado a nivel de masa de agua (RCE_{MA}) se calcula la media ponderada de los RCE_{EST} de las diferentes estaciones que la integran, ponderados en función de la superficie de la masa de agua que representan (ver Anejo I)

Finalmente, para la evaluación del estado ecológico se consideran los siguientes límites de cambio de clase (Tabla 7.4):

LCC	Estado ecológico
> 0,8	Muy Bueno
0,6 – 0,8	Bueno
0,4 – 0,6	Moderado
0,2 – 0,4	Deficiente
< 0,2	Malo

Tabla 7.4. Límites de clase para la definición del estado ecológico de los macroinvertebrados en estuarios.

7.4. Datos de partida

- Para la caracterización de las comunidades de invertebrados bentónicos se realiza una campaña en período estival.
- En las zonas intermareales el muestreo es directo y se toman cuatro réplicas de 0,0625 m² en cada estación de muestreo.
- En las zonas submareales se utiliza una draga van-Veen de 0.025 m² o 0.1 m², tomando 4 y 2 réplicas, respectivamente.
- Las muestras se criban utilizando un tamiz con una luz de malla de 1 mm.
- El procedimiento de toma de muestras, identificación y cuantificación de los invertebrados bentónicos de fondo blando se detalla en el documento “*Protocolo de muestreo y análisis de laboratorio de invertebrados bentónicos en las masas de agua de transición y costeras de Cantabria (TW_CW_Bio_01_Invertebrados)*” (IHCantabria, 2024c).

7.5. Protocolo de aplicación

- Cuando en cada estación de muestreo se toman varias muestras (réplicas), para el cálculo del índice se considera la abundancia específica media de todas ellas. Es decir, la composición y abundancia que representa la estación se corresponde con la abundancia media de cada especie presente en cualquiera de las réplicas.
- Para el cálculo de la abundancia total se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:
 - No se considera el gasterópodo *Hydrobia ulvae* ni la clase insecta.
 - Cuando se detecte un incremento excesivo de la abundancia por la presencia de juveniles de una especie no oportunista, no se considerará para el cálculo de la abundancia total.
- La comparación con la comunidad de referencia se lleva a cabo seleccionando únicamente las especies que caracterizan dicha comunidad. En el caso del índice Brq se transforman los datos de abundancia previamente mediante raíz cuadrada.
- Los indicadores con un nivel de confianza bajo o medio (Brq, N) podrán no tenerse en cuenta para el cálculo del índice cuando presenten valores que no permitan alcanzar el buen estado, y el resto de indicadores biológicos, físico-químicos e hidromorfológicos no reflejen ninguna alteración significativa y alcancen al menos un buen estado.

8. MACROINVERTEBRADOS DE AGUAS COSTERAS

Para la evaluación del estado de los macroinvertebrados bentónicos de fondo blando en aguas costeras (AC-T12) se utiliza el índice **Multivariate AZTI's Marine Biotic Index (M-AMBI)** (Muxika et al., 2007).

Este índice se aplica a las siguientes categorías y tipologías de masas de agua:

- Aguas costeras
 - AC-T12. Aguas costeras atlánticas del cantábrico oriental expuestas sin afloramiento.

Las condiciones de referencia y los límites de cambio de clase del índice están recogidos en el Real Decreto 817/2015 y en la Decisión de la Comisión 2024/721.

8.1. Indicadores

Los indicadores que integran el índice M-AMBI son los siguientes:

- **Riqueza total (S)**, que se corresponde con el número total de especies o taxones identificados en cada estación de muestreo.
- **Diversidad de Shannon-Wiener (H')**, que considera la distribución de la abundancia total en las diferentes especies identificadas. El índice H se calcula según la siguiente ecuación:

$$H' = - \sum_i p_i (\log p_i)$$

Donde,

p_i representa la proporción de la abundancia de la especie i .

- **Índice AMBI** (Borja et al., 2000), que establece una clasificación del grado de alteración en función de las abundancias relativas de las especies correspondientes a cinco grupos ecológicos (Grall y Glemarec, 1997), definidos en función de su grado de tolerancia a la contaminación:
 - **Grupo I**: especies muy sensibles al enriquecimiento orgánico y presentes en condiciones no contaminadas (estado inicial).
 - **Grupo II**: especies indiferentes al enriquecimiento orgánico, presentes habitualmente en densidades bajas y con variaciones poco significativas a lo largo del tiempo (desde el estado inicial, hasta un ligero desequilibrio).
 - **Grupo III**: especies tolerantes al exceso de materia orgánica.
 - **Grupo IV**: especies oportunistas de segundo orden (características de zonas contaminadas o moderadamente contaminadas).
 - **Grupo V**: especies oportunistas de primer orden (características de zonas muy contaminadas).

El índice AMBI se calcula según la siguiente formulación:

$$AMBI = \frac{[(0x\%GI) + (1.5x\%GII) + (3x\%GIII) + (4.5x\%GIV) + (6x\%GV)]}{100}$$

Donde,

%GI - GV es la abundancia relativa de las especies pertenecientes a cada grupo ecológico.

Los valores del índice AMBI presentan una distribución continua entre 0 y 6, siendo 7 cuando el sedimento es azoico.

8.2. Condiciones de referencia

En las aguas costeras de Cantabria se utilizan las condiciones de referencia recogidas en el RD 817/2015 para las aguas someras del tipo AC-T12 (Aguas costeras atlánticas del cantábrico oriental expuestas sin afloramiento), que se corresponden con las definidas por Muxika et al., 2007 para la comunidad de *Tellina tenuis* – *Venus fasciata* (Tabla 8.1).

Indicador	Condiciones de referencia	Mal estado
Riqueza (S)	42	0
Diversidad (H)	4	0
AMBI	1	7

Tabla 8.1. Condiciones de referencia de los indicadores que integran el índice M-AMBI.

8.3. Cálculo del ratio de calidad ecológica y límites de cambio de clase

Para el cálculo del índice M-AMBI se realiza un Análisis Factorial a partir de los datos de los tres indicadores (S, H y AMBI), de acuerdo a lo establecido por Muxika et al. (2007) y considerando las condiciones de referencia indicadas anteriormente.

El índice se calcula en primer lugar a nivel de estación, obteniéndose el RCE_{EST} de la misma.

$$RCE_{EST} = M - AMBI$$

Los cálculos para la obtención de los valores de S, H, AMBI y M-AMBI pueden realizarse automáticamente utilizando el programa AMBI 6.0, disponible en la página web <https://ambi.azti.es/>.

Posteriormente, para obtener el estado a nivel de masa de agua (RCE_{MA}) se calcula la media ponderada de los valores de M-AMBI de las diferentes estaciones que la integran, ponderados en función de la superficie de la masa de agua que representan (ver Anejo I)

Finalmente, se establecen las clases de calidad considerando los siguientes límites de cambio de clase (Tabla 8.2):

LCC	Estado ecológico
> 0,77	Muy Bueno
0,63	Bueno
0,38	Moderado
0,20	Deficiente
< 0,20	Malo

Tabla 8.2. Límites de cambio de clase para la definición del estado ecológico de los macroinvertebrados en aguas costeras.

8.4. Datos de partida

- Para la caracterización de las comunidades de invertebrados bentónicos en aguas costeras se realiza una campaña anual en período estival.
- Para la toma de muestras se utiliza una draga van-Veen de 0.1 m², tomando 2 muestras en cada estación de muestreo.
- Las muestras se criban utilizando un tamiz con una luz de malla de 1 mm.
- El procedimiento de toma de muestras, identificación y cuantificación de los invertebrados bentónicos de fondo blando se detalla en el documento "*Protocolo de muestreo y análisis de laboratorio de invertebrados bentónicos en las masas de agua de transición y costeras de Cantabria* (TW_CW_Bio_01_Invertebrados)" (IHCantabria, 2024c).

8.5. Protocolo de aplicación

- Cuando en cada estación de muestreo se toman varias muestras (réplicas), para el cálculo del índice se considera la abundancia específica media de todas ellas. Es decir, la composición y abundancia que representa la estación se corresponde con la abundancia media de cada especie presente en cualquiera de las réplicas.

9. ICTIOFAUNA DE AGUAS DE TRANSICIÓN

Para la evaluación del estado de la ictiofauna en aguas de transición se utiliza el índice multimétrico **TFCI (Transitional Fish Classification Index)** (Coates et al, 2007).

Esta métrica se aplica a las siguientes categorías y tipologías de masas de agua:

- Aguas de transición
 - AT-T08. Estuario atlántico intermareal con dominancia del río sobre el estuario.
 - AT-T09. Estuario atlántico intermareal con dominancia marina.

Además, dentro de la tipología AT-T09, de acuerdo con lo propuesto por el NEA-GIG de peces de estuario, se establecen tipologías adicionales en función de su tamaño, que en el caso de las aguas de transición de Cantabria diferencian la Bahía de Santander y las Marismas del Santoña (mediano), del resto (pequeño) (Lepage et al., 2016).

Las condiciones de referencia y los umbrales de clase del índice están recogidos en el Real Decreto 817/2015 y en la Decisión de la Comisión 2024/721.

9.1. Indicadores

El índice TFCI consta de 10 indicadores, agrupados en 4 categorías:

A. Composición y diversidad de especies

- Composición de especies (Brc), que compara la composición de especies de la muestra, en términos de presencia/ausencia, con la de una comunidad de referencia, utilizando el índice de similitud de Bray-Curtis:

$$Brc = (2 * c / (S + R)) * 100$$

Donde,

c es el número de especies en común con la lista de referencia.

S es el número total de especies capturadas.

R es el número total de especies de la lista de referencia.

- Presencia de especies indicadoras (PI), como una medida del número de especies sensibles frente a distintos tipos de perturbaciones. El TFCI considera como especies indicadoras la lamprea (*Lamprea fluviatilis* y *Petromyzon marinus*), el sábalo (*Alosa alosa*), la saboga (*Alosa fallax*), los salmónidos (*Salmo salar* y *Salmo trutta*), el eperlano (*Osmerus eperlanus*) y la anguila (*Anguilla anguilla*), aunque en las aguas de transición de Cantabria solo se considera esta última.

B. Abundancia de especies

- Abundancia relativa de especies (Brq), indicador de la integridad o estructura biológica de la comunidad piscícola en el estuario. Se calcula la abundancia relativa de las especies identificadas en cada muestra, respecto a la abundancia total, y se compara con la comunidad de referencia a través del índice de similaridad de Bray-Curtis.

$$Brq = \left(\left(2 * \sum C_{min} \right) / (S_n + R_n) \right) * 100$$

Donde,

ΣC_{min} es la suma de las abundancias relativas mínimas de las especies en común con la comunidad de referencia, comparada con las definidas para dicha comunidad,
 S_n es la abundancia relativa total de todas las especies capturadas,
 R_n es la abundancia relativa total de las especies de la comunidad de referencia.

- Número de taxones dominantes (N90), que se corresponde con el número de taxones que constituyen el 90% de la abundancia total.

C. Función de “guardería” o “vivero”

- Número de taxones residentes en el estuario (NER), o número de especies que pasan su vida entera en el estuario (ER).
- Número de taxones marinos estacionales (NMS), o número de especies marinas (MS) que usan el estuario durante una parte del año.

D. Estructura trófica

- Composición de grupos funcionales (NFG), que se corresponde con el número de grupos funcionales registrados en cada punto de muestreo. Los grupos funcionales considerados son los siguientes:
 - Especies residentes en el estuario (ER).
 - Especies marinas estacionales (MS).
 - Especies marinas juveniles (MJ), que usan el estuario como “vivero” o durante las fases juveniles de su ciclo de vida.
 - Especies diádromas (CA), que migran entre el agua dulce y salada durante diferentes estadios de su vida.
- Número de taxones macrobentívoros (NB), o número de especies que se alimentan de macroinvertebrados bentónicos.
- Número de taxones piscívoros (NP), o número de especies que se alimentan de peces.
- Composición de grupos tróficos (NTG), o número de grupos tróficos registrados en cada punto de muestreo. Los grupos tróficos considerados son: macrobentívoros, zooplanctívoros, piscívoros y detritívoros.

9.2. Condiciones de referencia

Las condiciones de referencia establecidas para los diferentes indicadores incluidos en el índice TFCI son específicas de la tipología de estuario (Tabla 9.1 y Tabla 9.2):

Especies	AT-T09 (Mediano)	AT-T09 (Pequeño)	AT-T08 (Pequeño)
<i>Anguilla anguilla</i>		5,63	1,00
<i>Atherina presbyter</i>	4,00		
<i>Dicentrarchus labrax</i>		2,81	2,00
<i>Diplodus sargus</i>		10,67	3,00
Gobiidae	2,25	0,94	
<i>Mullus surmuletus</i>	3,5		

Tabla 9.1. Comunidad de referencia establecida para la valoración de la composición de especies (Brc) y abundancia relativa de especies (Brq) en cada una de las tres tipologías de aguas de transición.

Indicador	AT-T09 (Mediano)	AT-T09 (Pequeño)	AT-T08 (Pequeño)
Composición de especies (Brc)	100	100	100
Presencia de especies indicadoras (PI)	1	1	1
Abundancia relativa de especies (Brq)	100	100	100
Número de taxones dominantes (N90)	5,25	3,46	4
Número de taxones residentes en el estuario (NER)	1,25	0,82	1
Número de especies marinas estacionales (NMS)	3,50	3,00	2
Número de grupos funcionales (NFG)	4	4	4
Número de taxones macrobentívoros (NB)	4,75	2,73	1
Número de taxones piscívoros (NP)	1,25	1,91	3
Nº de grupos tróficos (NTG)	4	4	4

Tabla 9.2. Condiciones de referencia de las métricas consideradas en el índice TFCI.

9.3. Cálculo del ratio de calidad ecológica y límites de cambio de clase

A partir de las CR establecidas, cada métrica se valora independientemente y se estandariza de acuerdo con los umbrales definidos en la Tabla 9.3. El índice TFCI se calcula como la suma de los diferentes indicadores estandarizados:

$$TFCI = Brc_{score} + PI_{score} + Brq_{score} + N90_{score} + NER_{score} + NMS_{score} + NFG_{score} + NB_{score} + NP_{score} + NTG_{score}$$

El valor del índice TFCI oscila entre 10 (TFCI_{min}) y 41, 40 ó 38 (TFCI_{max}), en función de la tipología de estuario. Finalmente, el RCE_{MA} de la masa de agua se calcula según la siguiente fórmula:

$$RCE_{MA} = \frac{TFCI - TFCI_{min}}{TFCI_{max} - TFCI_{min}}$$

Indicador	AT-T09 (mediano)	AT-T09 (pequeño)	AT-T08 (pequeño)	Indicador estandarizado	Puntuación
Composición de especies (Brc)	>80	>80	>80	Brc_{score}	5
	60-80	60-80	60-80		4
	40-60	40-60	40-60		3
	20-40	20-40	20-40		2
	<20	<20	<20		1
Presencia de especies indicadoras (PI)	Presencia de <i>Anguilla anguilla</i>			PI_{score}	2
	Ausencia de <i>Anguilla anguilla</i>				1
Abundancia relativa de especies (Brq)	>80	>80	>80	Brq_{score}	5
	60-80	60-80	60-80		4
	40-60	40-60	40-60		3
	20-40	20-40	20-40		2
	<20	<20	<20		1
Número de taxones dominantes (N90)	≥5,25	≥3,46	≥4	$N90_{score}$	5
	3,93-5,24	2,62-3,45	3-3,99		4
	2,62-3,92	1,74-2,61	2-2,99		3
	1,31-2,61	0,87-1,73	1-1,99		2
	≤1,30	≤0,86	≤0,9		1
Número de taxones residentes en el estuario (NER)	≥1	≥1	≥1	NER_{score}	2
	0	0	0		1
Número de especies marinas estacionales (NMS)	≥4			NMS_{score}	5
	3	≥3			4
	2	2	≥2		3
	1	1	1		2
	0	0	0		1
Número de grupos funcionales (NFG)	1	1	1	NFG_{score}	1,25
	2	2	2		2,50
	3	3	3		3,75
	4	4	4		5,00
Número de taxones macrobentívoros (NB)	≥5			NB_{score}	5
	4	≥3			4
	3	2			3
	2	1	≥1		2
	1	0	0		1
Número de taxones piscívoros (NP)			≥3	NP_{score}	4
		≥2	2		3
	≥1	1	1		2
	0	0	0		1
Nº de grupos tróficos (NTG)	1	1	1	NTG_{score}	1,25
	2	2	2		2,50
	3	3	3		3,75
	4	4	4		5,00
TFCI mínimo	10	10	10		
TFCI máximo	41	40	38		

Tabla 9.3. Puntuaciones para cada una de las métricas consideradas en el índice TFCI.

Para la evaluación del estado ecológico se consideran los siguientes límites de cambio de clase (Tabla 9.4):

LCC	Estado ecológico
>0,90	Muy Bueno
0,66-0,89	Bueno
0,51-0,65	Moderado
0,34-0,5	Deficiente
<0,33	Malo

Tabla 9.4. Límites de clase para la definición del estado ecológico de la fauna piscícola.

9.4. Datos de partida

- La evaluación de las comunidades de peces se lleva a cabo todos los años, pero alternando entre estuarios, midiendo con una periodicidad mínima de 3 años en cada masa de agua.
- Los muestreos se llevan a cabo preferentemente en otoño (septiembre-octubre).
- Se ha establecido un punto de muestreo por estuario, localizado cerca de la bocana y cerca de la línea de bajamar, teniendo en cuenta que siempre debe estar inundado, y evitando las zonas con corrientes fuertes para evitar la pérdida o deterioro de las artes de pesca.
- En cada estación de muestreo se colocan cuatro nasas dobles (*twin fykes*), dos grandes y dos pequeñas, preferiblemente en los momentos cercanos a la bajamar de la tarde y con la marea subiendo. Las nasas se despliegan paralelas a la línea de orilla, tratando de abarcar los diferentes hábitats predominantes en el estuario (zonas con vegetación, arena, etc.). Las redes permanecen colocadas en el estuario toda la noche, para abarcar un ciclo de marea, y se recogen antes de la bajamar de la mañana. Los peces capturados se identifican hasta el nivel de especie siempre que sea posible y se determina su longitud y peso.
- El procedimiento de toma de muestras, identificación y cuantificación de la ictiofauna se detalla en el documento "*Protocolo de muestreo de fauna piscícola en las masas de agua de transición de Cantabria (TW_CW_Bio_02_Ictiofauna)*" (IHCantabria, 2024d).

9.5. Protocolo de aplicación

- Actualmente, no se aplica el indicador Brq, ya que no se dispone de una base de datos histórica adecuada para establecer las condiciones de referencia de cada tipología de estuario.

10. FISICOQUÍMICA DEL AGUA

Para la valoración de la calidad fisicoquímica de las aguas de transición y costeras se utiliza el **Índice CVM (Método del Valor Crítico)**, métrica que se basa en el principio de “*uno fuera, todos fuera*”, mencionado en la DMA, y consiste en la valoración independiente de una serie de indicadores de las condiciones generales de la masa de agua (transparencia, condiciones de oxigenación, condiciones relativas a los nutrientes).

En el caso de las sustancias preferentes, definidas como “*sustancias que presentan un riesgo para las aguas superficiales españolas debido a su especial toxicidad, persistencia y biocumulación o por la importancia de su persistencia en el medio acuático*”, se aplican las **Normas de Calidad Ambiental (NCA)** correspondientes.

Estos indicadores se aplican a las siguientes categorías y tipologías de masas de agua:

- Aguas de transición
 - AT-T08. Estuario atlántico intermareal con dominancia del río sobre el estuario.
 - AT-T09. Estuario atlántico intermareal con dominancia marina.
 - AT-T11. Zonas de transición atlánticas lagunares.
- Aguas costeras
 - AC-T12. Aguas costeras atlánticas del cantábrico oriental expuestas sin afloramiento.
- Muy modificadas
 - AMP-T01. Aguas de transición atlánticas de renovación baja.
 - AMP-T02. Aguas de transición atlánticas de renovación alta.

Los indicadores relativos a los nutrientes están recogidos en el Real Decreto 817/2015, pero no se concretan en relación a la transparencia y la oxigenación, ni se establecen condiciones de referencia ni límites de cambio de clase para las tipologías de masas de agua existentes en Cantabria. Las NCA de las sustancias preferentes están especificadas en el Anejo V del Real Decreto 817/2015.

10.1. Indicadores

Los indicadores generales utilizados para la aplicación del CVM y las sustancias preferentes analizadas son los siguientes:

- Transparencia
 - Turbidez (NTU).
- Condiciones de oxigenación
 - Saturación de oxígeno (%).
- Condiciones relativas a nutrientes
 - Amonio ($\mu\text{mol/l}$).
 - Nitratos ($\mu\text{mol/l}$).
 - Fosfatos ($\mu\text{mol/l}$).

- Sustancias preferentes
 - Etilbenceno ($\mu\text{g/l}$).
 - Tolueno ($\mu\text{g/l}$).
 - 1,1,1-Tricloroetano ($\mu\text{g/l}$).
 - Xileno ($\mu\text{g/l}$).
 - Terbutilazina ($\mu\text{g/l}$).

Hay que señalar que no se miden las sustancias preferentes para las que no hay NCA en aguas de transición y costeras, los metales (arsénico, cobre, cromo VI, selenio y zinc) se miden en sedimento, aunque no existe NCA para dicha matriz, por lo que no se utilizan en la evaluación del estado fisicoquímico.

10.2. Condiciones de referencia

Las condiciones de referencia son variables en función de la salinidad, considerando que las características físico-químicas del agua en cada momento varían en función de la mezcla entre el agua dulce, con mayores concentraciones de nutrientes, más turbia y mejor oxigenada, y el agua salada, más oligotrófica y transparente (Tabla 10.1). En el caso de la tipología AT-T11, correspondiente a las lagunas litorales, las CR se establecen en función de distintos rangos de salinidad, siendo las CR de nitratos las únicas que se obtienen mediante una función exponencial dependiente de la salinidad.

Indicador	AT-T08, AT-T09, AC-T12, AMP-01, AMP-02	AT-T11
Amonio ($\mu\text{M/l}$)	$-0,1758 \cdot \text{Salinidad} + 10,169$	Oligohalino (0.5-5 UPS] 4,6 Meso-Polihalino (5-30 UPS] 13,1 Euhalino (30-35 UPS] 8,4
Nitratos ($\mu\text{M/l}$)	$-1,386 \cdot \text{Salinidad} + 54,921$	$191,81 \cdot \exp(-0,12 \cdot \text{Salinidad})$
Fosfatos ($\mu\text{M/l}$)	$-0,0062 \cdot \text{Salinidad} + 0,4963$	Oligohalino (0.5-5 UPS] 1,3 Meso-Polihalino (5-30 UPS] 3,1 Euhalino (30-35 UPS] 1,2
Turbidez (NTU)	$-0,328 \cdot \text{Salinidad} + 18,004$	Oligohalino (0.5-5 UPS] 9,7 Meso-Polihalino (5-30 UPS] 9,7 Euhalino (30-35 UPS] 9,7
Saturación de oxígeno máximo (%)	110	Oligohalino (0.5-5 UPS] 110 Meso-Polihalino (5-30 UPS] 110 Euhalino (30-35 UPS] 110
Saturación de oxígeno mínimo (%)	$0,1489 \cdot \text{Salinidad} + 91,095$	Oligohalino (0.5-5 UPS] 73,9 Meso-Polihalino (5-30 UPS] 54,7 Euhalino (30-35 UPS] 84,8

Tabla 10.1. Condiciones de referencia establecidas para la aplicación del método del Valor Crítico en las masas de agua de transición, costeras y muy modificadas de Cantabria.

Para facilitar la interpretación de los resultados de la métrica, en la Tabla 10.2 se especifican las CR correspondientes a las salinidades de 5, 18 y 30 UPS, representativas de los tipos salinos definidos

según el sistema de clasificación de Venice (Anónimo, 1958), para las tipologías AT-T08, AT-T09, AC-T12, AMP-01 y AMP-02, así como los correspondientes a los nitratos para el caso de la tipología AT-T11. Los valores correspondientes al resto de variables para esta tipología pueden consultarse en la Tabla 10.1.

Tipo Salino	Amonio (μM/l)	Nitratos (μM/l)	Fosfatos (μM/l)	Turbidez (NTU)	Saturación Oxígeno-min (%)	Saturación Oxígeno-max (%)
Euhalino (30 UPS)	4,9	13,3 (5,2)*	0,3	8,2	95,6	110
Polihalino (18 UPS)	7,0	30,0 (22,1)*	0,4	12,1	93,8	110
Oligo-Mesohalino (5 UPS)	9,3	48,0 (105,3)*	0,5	16,4	91,8	110

Tabla 10.2. Valores de referencia de las distintas variables, para las tipologías AT-T08, AT-T09, AC-T12, AMP-T01 y AMP-T02. *Los valores entre paréntesis corresponden a la tipología AT-T11.

10.3. Cálculo del ratio de calidad ecológica y límites de cambio de clase

Para el cálculo del RCE, en primer lugar, se calcula el RCE estandarizado de cada dato (RCE_{Std}), comparando la medida efectuada con las CR, que serán variables en función de la salinidad registrada en el momento de la toma de muestras, de acuerdo con las ecuaciones o los rangos referidos anteriormente (Tabla 10.1).

Para ello se aplican las siguientes ecuaciones a los datos de las distintas variables:

para los nutrientes, la turbidez y el oxígeno por exceso,

$$RCE_{Std} = \left(\frac{CR_s}{X} \right)$$

para el oxígeno por defecto,

$$RCE_{Std} = \left(\frac{X}{CR_s} \right)$$

Donde,

X es el valor de cada dato o concentración medida de la variable X,

CR_s es la CR para la salinidad registrada en el momento de la toma de muestras,

RCE_{Std} es el valor estandarizado de cada dato o concentración,

Con el fin de que los RCE_{Std} se encuentren entre 0 y 1, aquellos que superen el valor de 1 se truncan a este valor.

Una vez obtenidos los RCE_{Std} para cada dato, se calcula el RCE para cada tramo salino (RCE_{TS}), que se corresponde con el percentil 25 (p25) de todos los RCE_{Std} obtenidos para dicho tramo salino a lo largo del período de evaluación. En las masas de agua costeras la evaluación se hace directamente a nivel de masa de agua, aplicando el p25 al conjunto de datos del periodo de evaluación.

Posteriormente, se obtiene el RCE_{MA} para cada indicador a nivel de masa de agua, mediante la media ponderada de todos los RCE_{TS} , en función del volumen de la masa de agua representado por cada tramo salino. Los factores de ponderación correspondientes a cada estuario y tramo salino se

especifican en el Anexo I. El RCE_{MA} final será el correspondiente al del indicador que haya obtenido la peor valoración.

Por último, para la evaluación del estado ecológico se establecen las clases de calidad considerando los siguientes límites de clase (Tabla 10.3):

LCC	Estado ecológico	Potencial ecológico
> 0,8	Muy Bueno	Bueno o superior
0,6 – 0,8	Bueno	
0,4 – 0,6	Moderado	Moderado
0,2 – 0,4	Deficiente	Deficiente
< 0,2	Malo	Malo

Tabla 10.3. Escala de valoración para la clasificación de las distintas categorías de calidad.

En el siguiente [enlace](#) se puede descargar una herramienta informática para la aplicación del [Método del Valor Crítico](#) a las masas de agua de transición y costeras de Cantabria.

10.4. Datos de partida

- Para la evaluación de la calidad fisicoquímica de las aguas de transición se realizan campañas estacionales (invierno, primavera, verano y otoño).
- Únicamente se tienen en cuenta los datos correspondientes a la capa superficial del agua (hasta 1 metro de profundidad).
- La medida del oxígeno disuelto, la salinidad y la turbidez se realiza utilizando sensores o sondas multiparamétricas y el resto de variables mediante la toma de muestras en superficie y su análisis posterior en el laboratorio.
- En el caso específico de las sustancias preferentes, se ha establecido una periodicidad y frecuencia de muestreo variable en función del riesgo químico existente en cada masa de agua (ver apartado 14), midiéndose al menos 1 año en cada ciclo de planificación hidrológica.
- El procedimiento de toma de muestras, conservación y analítica en el laboratorio se especifica en el documento “*Protocolo de muestreo y de análisis microbiológicos y fisicoquímicos en las masas de agua de transición y costeras de Cantabria (TW_CW_FQ_01_Agua)*” (IHCantabria, 2024a).

10.5. Protocolo de aplicación

- No se consideran los datos medidos en condiciones que se consideren excepcionales, bien por eventos naturales (p.ej. eventos climatológicos extremos) o por alteraciones antrópicas puntuales (p.ej. dragado).

11. FISICOQUÍMICA DEL SEDIMENTO

Para valorar la calidad fisicoquímica de los sedimentos en las masas de agua modificadas por la presencia de puertos se utiliza el **índice de Calidad Orgánica (ICO)** (Juanes et al., 2013).

Este indicador se aplica a las siguientes categorías y tipologías de masas de agua:

- Muy modificadas
 - AMP-T01. Aguas de transición atlánticas de renovación baja.
 - AMP-T02. Aguas de transición atlánticas de renovación alta.

Las condiciones de referencia y los umbrales de clase del índice están recogidos en el Real Decreto 817/2015.

11.1. Indicadores

El índice ICO utiliza los siguientes indicadores:

- Carbono orgánico total (COT) (%).
- Nitrógeno Kjeldahl (NTK) (mg/kg).
- Fósforo total (PT) (mg/kg).

11.2. Condiciones de referencia

El máximo potencial para los indicadores que integran el índice ICO son los especificados en la Tabla 11.1.

Indicador	Máximo Potencial
COT (%)	0,6
NTK (mg/kg)	300
PT (mg/kg)	200

Tabla 11.1. Variables consideradas para la valoración de la calidad del sedimento y máximo potencial ecológico.

11.3. Cálculo del ratio de calidad ecológica y límites de cambio de clase

Para el cálculo del índice ICO, se considera la concentración media anual de los diferentes indicadores medidos en las estaciones muestreadas en cada masa de agua. Esta concentración se normaliza para cada indicador, de acuerdo con los umbrales especificados en la Tabla 11.2.

Indicador	Valor	Indicador normalizado	Puntuación
COT (%)	< 0,6	C _{COT}	4
	0,6 – 2,3		3
	2,3 – 4,0		2
	4,0 – 5,8		1
	≥ 5,8		0
NTK (mg/kg)	< 600	C _{NTK}	3
	600 ≤ x < 2100		2
	2100 ≤ x < 3600		1
	x ≥ 3600		0
PT (mg/kg)	x < 500	C _{PT}	3
	500 ≤ x < 800		2
	800 ≤ x < 1200		1
	x ≥ 1200		0

Tabla 11.2. Tablas de normalización de los indicadores del índice de calidad de la contaminación orgánica (ICO). El valor del índice ICO se obtiene a partir de la suma de los tres indicadores normalizados, expresado en una escala de 0 – 1, y se corresponde con el RCE_{EST} de la estación.

$$RCE_{EST} = ICO = \frac{C_{COT} + C_{NTK} + C_{PT}}{10}$$

Donde,

C_{COT}: Valor estandarizado de Carbono Orgánico Total.

C_{NTK}: Valor estandarizado de la concentración de Nitrógeno Total Kjeldahl.

C_{PT}: Valor estandarizado de la concentración media anual de Fósforo Total.

Posteriormente, se obtiene el RCE_{MA} para cada indicador a nivel de masa de agua, mediante la media ponderada de los resultados del RCE_{EST}, en función del volumen de la masa de agua representado por cada estación (ver Anejo I).

Finalmente, la valoración de la masa de agua se efectúa considerando los siguientes límites de cambio de clase (Tabla 11.3):

LCC	Potencial ecológico
> 0,66	Bueno o superior
0,40 – 0,66	Moderado
0,20 – 0,44	Deficiente
< 0,20	Malo

Tabla 11.3. Escala de valoración para la clasificación de las distintas categorías de calidad.

11.4. Datos de partida

- Para la caracterización de los sedimentos se realiza una campaña en período estival, obteniéndose una muestra de 15 cm de profundidad.
- En las zonas intermareales el muestreo es directo y en las submareales se utiliza una draga van-Veen de 0.025 o 0.1 m².

- El procedimiento de toma de muestras, conservación y analítica en el laboratorio se especifica en el documento *“Protocolo de muestreo y análisis fisicoquímicos de los sedimentos en las masas de agua de transición y costeras de Cantabria (TW_CW_FQ_02_Sedimento)”* (IHCantabria, 2024e).

12. CALIDAD HIDROMORFOLÓGICA DE LAS AGUAS DE TRANSICIÓN

La evaluación de la Calidad Hidromorfológica en aguas de transición se realiza mediante la aplicación del índice **EHY (Estuarine Hydromorphological Index)**.

Esta métrica se aplica a las siguientes categorías y tipologías de masas de agua:

- Aguas de transición
 - AT-T08. Estuario atlántico intermareal con dominancia del río sobre el estuario.
 - AT-T09. Estuario atlántico intermareal con dominancia marina.
 - AT-T11. Zonas de transición atlánticas lagunares.

12.1. Indicadores

El índice EHY integra los siguientes indicadores:

- Superficie de los rellenos y terrenos ganados al mar, estimado como el porcentaje de superficie de la masa de agua que presenta una ocupación recuperable de zonas intermareales, es decir, la superficie de la masa de agua de transición que presenta rellenos de origen antrópico, no consolidados, situados dentro de los límites del Dominio Público Marítimo Terrestre, que presentan una cota inferior a los 5m.
- Disminución del prisma de marea por la ocupación de zonas intermareales, respecto al prisma de marea original del estuario.
- Superficie afectada por dragados a lo largo de los últimos 10 años, estimada como el porcentaje de dicha superficie con respecto al total de la masa de agua.
- Volumen de dragado, valorado como el volumen dragado en la masa de agua en los últimos 10 años, respecto al volumen del prisma de marea del estuario.
- Superficie de la masa de agua con el flujo mareal restringido a causa de la presencia de elementos antrópicos (diques con clapetas, molinos de marea), respecto a la superficie total de la masa de agua.
- Superficie alterada hidrodinámicamente debido a la presencia de diques u otras infraestructuras lineales que alteren significativamente la tasa de renovación (dársenas portuarias) o los regímenes de corrientes (espigones, puentes, pantalanés), respecto a la superficie total de la masa de agua.
- Alteración de los márgenes del estuario y fijaciones de márgenes, estimada como la relación entre el perímetro de la masa de agua y la longitud de las infraestructuras lineales existentes en sus márgenes (fijaciones-protecciones de márgenes, canalizaciones, estructuras longitudinales de defensa, muelles portuarios).

12.2. Cálculo del ratio de calidad ecológica y límites de cambio de clase

La evaluación de cada indicador hidromorfológico se realiza aplicando los umbrales expuestos en la Tabla 12.1:

Indicador	Límite de cambio de clase (Muy bueno/Bueno o inferior)
Superficie de rellenos y terrenos ganados al mar (%)	< 10%
Disminución del prisma de marea (%)	< 5%
Superficie afectada por dragados (%)	<10%
Volumen de dragado (%)	< 5%
Superficie alterada hidrodinámicamente (%)	< 10%
Superficie con el flujo mareal restringido (%)	< 10%
Superficie alterada hidrodinámicamente (%)	< 10%
Alteración de los márgenes del estuario (%)	< 20%

Tabla 12.1. Límites de clase de los Indicadores considerados en el índice EHY.

Finalmente, se considera que una masa de agua no alcanza el estado hidromorfológico muy bueno cuando cualquiera de los indicadores no alcance el muy buen estado.

12.3. Datos de partida

- La evaluación de la calidad hidromorfológica en las aguas de transición únicamente se repite en el caso de que se produzca una nueva alteración en las condiciones hidromorfológicas de los estuarios, como por ejemplo la recuperación de zonas alteradas, la construcción de nuevas infraestructuras o la modificación de las existentes.
- La valoración se lleva a cabo utilizando un Sistema de Información Geográfica, sobre ortofotos con una resolución mínima de 1:10.000.
- Las presiones hidromorfológicas serán las recogidas en el informe IMPRESS más reciente o en su defecto las inventariadas en el PHCO.

12.4. Protocolo de aplicación

- En el caso de que los criterios para la definición de los límites de las masas de agua de transición permitan que dichos límites se extiendan más allá de la ribera del mar, ocupando una superficie terrestre significativa, el umbral del indicador *superficie de rellenos y terrenos ganados al mar* para definir los límites entre las clases Muy Bueno/Bueno o inferior quedaría establecido en el 20% de la superficie total de la masa de agua.

13. CALIDAD HIDROMORFOLÓGICA DE LAS AGUAS COSTERAS

Para la valoración hidromorfológica de las masas de agua costeras se utiliza el **Índice CHY (Coastal Hydromorphological Index)**.

Este índice se aplica a las siguientes categorías y tipologías de masas de agua:

- Aguas costeras
 - AC-T12. Aguas costeras atlánticas del cantábrico oriental expuestas sin afloramiento.

13.1. Indicadores

El índice CHY integra los siguientes indicadores:

- Superficie afectada por dragados a lo largo de los últimos 10 años, estimada como el porcentaje de dicha superficie con respecto al total de la masa de agua.
- Superficie alterada hidrodinámicamente debido a la presencia de diques u otras infraestructuras lineales que alteren significativamente la tasa de renovación (dársenas portuarias) o los regímenes de corrientes (espigones, puentes, pantalanés), respecto a la superficie de la masa de agua.
- Alteración de la línea de costa y fijaciones de márgenes, estimada como la relación entre la longitud de costa de la masa de agua y la longitud de las infraestructuras lineales existentes en el perímetro de la masa de agua (fijaciones-protecciones de márgenes, canalizaciones, estructuras longitudinales de defensa, muelles portuarios).

13.2. Cálculo del ratio de calidad ecológica y límites de cambio de clase

La evaluación de las condiciones hidromorfológicas se realiza integrando todos los indicadores de longitud y superficie, de acuerdo con los criterios expuestos en la Tabla 13.1

Indicador	Límite de cambio de clase (Muy bueno/Bueno o inferior)
Superficie afectada por dragados (%)	< 10%
Superficie alterada hidrodinámicamente (%)	< 10%
Alteración de la línea de costa (%)	< 20%

Tabla 13.1. Límites de cambio de clase de los indicadores considerados en el índice CHY.

Se considera que una masa de agua no alcanza el Muy buen estado hidromorfológico cuando supera cualquiera de los umbrales.

13.3. Datos de partida

- La evaluación de la calidad hidromorfológica en las aguas costeras únicamente se repite en el caso de que se produzca una nueva alteración en las condiciones hidromorfológicas de la costa, por ejemplo como consecuencia de la construcción de nuevas infraestructuras o la modificación de las existentes.

- La valoración se lleva a cabo utilizando un Sistema de Información Geográfica, sobre ortofotos con una resolución mínima de 1:10.000.
- Las presiones hidromorfológicas serán las recogidas en el informe IMPRESS más reciente o en su defecto las inventariadas en el PHCO.

14. ESTADO QUÍMICO

El estado químico de las masas de agua se define a partir de las Normas de Calidad Ambiental (**NCA**) establecidas para las 45 sustancias prioritarias y otros contaminantes incluidos en el Anejo IV del Real Decreto 817/2015 (**RDSE**).

No obstante, sólo deben medirse obligatoriamente aquellas que se viertan en cantidades significativas y no necesariamente en todas las masas de agua, pudiendo excluirse las que tengan un riesgo bajo de contaminación por este tipo de sustancias. Por esta razón, previamente a la definición del protocolo de evaluación específico, se efectuó un análisis del riesgo químico en las masas de agua de transición, costeras y muy modificadas de Cantabria, teniendo en cuenta la naturaleza de las presiones existentes en las mismas (apartado 14.1).

14.1. Análisis del riesgo químico de las masas de agua

Las masas de agua de transición, costeras y muy modificada de Cantabria se han clasificado en riesgo químico bajo, medio y alto, de acuerdo con los siguientes criterios:

- **Riesgo bajo:** masas de agua en las que no se han identificado fuentes de contaminación puntual de origen urbano o industriales, y en las que no hay instalaciones portuarias que pueden generar contaminación difusa. Dentro de esta categoría se incluyen los estuarios de Tina Mayor, Tina Menor, Oyambre, Ajo, Joyel, Victoria y Oriñón.

También se consideran con riesgo bajo todas las aguas costeras, aunque existen fuentes de contaminación puntual procedentes de EDAR (San Vicente, Virgen del Mar, San Pantaleón, Castro-Urdiales), vertidos industriales (Solvay, Derivados del Fluor) y puertos pesqueros y deportivos (Laredo, Castro), dado que el nivel de dilución y la tasa de renovación es muy elevada, y la probabilidad de contaminación por este tipo de sustancias fuera de la zona de mezcla se considera mínima.

- **Riesgo medio:** masas de agua en las que se producen vertidos de aguas residuales procedentes de una población superior a 20.000 Hab-eq (hasta 100.000 Hab-eq) y/o existen puertos deportivos o pesqueros. Dentro de esta categoría se incluyen el estuario de San Vicente de la Barquera (puerto pesquero y deportivo) y la ría de Mogro (alivios de tormenta y EDAR de Quijano).
- **Riesgo alto:** se incluyen en esta categoría las masas de agua en las que existen vertidos de aguas residuales urbanas con caudal significativo (> 100.000 Hab-eq), existen fuentes de contaminación industrial significativas, o puertos comerciales. De acuerdo con estos criterios, se clasifican en riesgo alto la ría de San Martín de la Arena (EDAR de Vuelta Ostrera, vertidos industriales), las tres masas de agua de la Bahía de Santander (alivios de tormenta, EDAR de Suesa, Puerto de Santander, puerto pesquero, puertos deportivos) y las Marismas de Santoña (saneamiento en ejecución, puerto pesquero, puerto deportivo).

14.2. Indicadores

Inicialmente, las sustancias prioritarias deben medirse en agua o biota, aunque no existen NCA para biota en todos los casos. Determinados contaminantes se pueden medir en sedimentos y biota (aunque no exista NCA), como indicadores habituales de la evolución de este tipo de sustancias en el medio (análisis de tendencia, artículo 24 RDSE). Por ello, y en aras de optimizar el programa de control, se establecieron los siguientes criterios a la hora de seleccionar la matriz en la que se mide cada contaminante:

- Cuando existe NCA en biota (Anexo IV RDSE) se mide en ostras (*Crassostrea gigas*). Anteriormente, para los estudios de bioacumulación de sustancias prioritarias se empleaba el mejillón (*Mytilus galloprovincialis*) por ser el biomonitor por excelencia en aguas de transición y costeras. Sin embargo, se ha producido una disminución importante de las poblaciones de mejillón en la zona litoral, por lo que es necesario emplear una especie alternativa.
- Las sustancias incluidas en el análisis de tendencia se miden en sedimento.
- El resto de sustancias se miden en agua.
- No se miden las sustancias incluidas en la lista de observación (artículo 25, Decisión UE 2018/840).

En la Tabla 14.1 se indican las sustancias analizadas en las diferentes matrices (agua, sedimento, biota).

14.3. Evaluación del estado químico y normas de calidad ambiental

Las Normas de Calidad Ambiental (NCA) consideradas para evaluar el estado químico en las masas de agua de transición de Cantabria son las establecidas en el RD 817/2015. En los apartados siguientes se especifican los criterios aplicados para evaluar el estado químico y el nivel de confianza (NCF) asociado, adaptados de la Guía para la Evaluación del Estado de las aguas superficiales y subterráneas (MITERD, 2021) a los procedimientos seguidos en la RCLC.

El NCF comprende la toma de muestras, el análisis de las sustancias en el laboratorio y la evaluación del estado químico, y se corresponde con el valor más bajo de estos tres factores.

14.3.1. Criterios generales

- En las masas de agua con riesgo químico bajo y que no se hayan medido sustancias prioritarias en agua ni en biota, el estado se califica como buen estado químico, y llevará asociado un NCF medio.
- En las masas de agua en riesgo medio o alto por las que por algún motivo no se han podido realizar los controles necesarios, se podrá recurrir a algún tipo de extrapolación o al criterio de experto y llevarán asociado un NCF bajo.

- Si se miden sustancias prioritarias en agua y/o biota el estado químico se califica como buen estado químico o no alcanza el buen estado químico, aplicando las NCA y los procedimientos definidos en el RD 817/2015.
- Se considera que se alcanza el buen estado químico cuando:
 - La media aritmética de las concentraciones medidas en agua en diferentes momentos a lo largo del año no excede el valor de la NCA expresada como valor medio anual (NCA-MA).
 - Ninguna concentración excede el valor de la NCA expresada como concentración máxima admisible (NCA-CMA).
 - Las concentraciones medidas en biota para las que existen NCA en moluscos no exceden sus correspondientes NCA (NCA-Biota).
- La concentración de las sustancias que no tienen NCA no aumenta con el tiempo en el sedimento ni en la biota.
- Las masas de agua sin riesgo químico en las que se hayan realizado controles de sustancias prioritarias y otros contaminantes llevarán asociado un NCF alto si a través de esa evaluación se concluye que el estado químico de la masa de agua es bueno.
- El NCF asociado a la toma de muestras será alto cuando la estación de muestreo se sitúe en una zona representativa de la masa de agua, el muestreador tenga más de cinco años de experiencia, y el número de muestras anuales se ajuste a lo establecido en los protocolos definidos para las aguas de transición y costeras de Cantabria. En caso contrario será bajo.
- El NCF en relación con el método analítico será alto cuando el LQ del método analítico empleado sea igual o inferior a la NCA (NCA-MA, NCA-Biota y/o NCA-CMA), la experiencia del analista sea superior a 5 años, y el ensayo cuente con la acreditación pertinente conforme a los criterios recogidos en la norma UNE-EN ISO/IEC 17025 u otra norma equivalente aceptada internacionalmente. En caso contrario será bajo.

14.3.2. Evaluación del estado químico anual

- Para cada sustancia la evaluación del estado químico anual quedará determinada por la evaluación más desfavorable de su valoración con respecto al cumplimiento de la NCA-MA o NCA-Biota y NCA-CMA. A cada sustancia se le asociará el NCF correspondiente con la evaluación más desfavorable de su valoración respecto al cumplimiento de la NCA-MA o NCA-Biota y NCA-CMA.

Los criterios aplicados en cada caso son los siguientes:

Cumplimiento de la NCA-MA

- En el caso de que alguna de las medidas sea $< LQ$, se tomará su valor como $LQ/2$ a efectos del cálculo de la media anual, salvo si el parámetro es componente de un grupo de sustancias (hexaclorociclohexano, plaguicidas de tipo ciclodieno, DDT total y triclorobenceno), en cuyo caso los resultados $< LQ$ se consideran cero.

- Si todos los valores de una determinada sustancia son $< LQ$ y la $NCA-MA > LQ$, la media anual se expresa como $< LQ$ y el estado químico se clasifica como bueno, con un NCA alto.
 - Si todos los resultados obtenidos para una determinada sustancia $< LQ$ y la $NCA-MA < LQ$, no es posible valorar el estado químico para esa sustancia y no se tendrá en cuenta a efectos de evaluar el estado químico. En este caso no procede establecer un NCF.
 - Si alguna de las concentraciones medidas y la $NCA-MA \geq LQ$ se sigue el procedimiento del RDSE y el resultado llevará asociado un NCF alto.
 - Si la media anual es igual a la $NCA-MA$, se evaluará como que alcanza el buen estado químico, aunque con un NCF medio. No obstante, se puede recurrir al criterio de experto, apoyándose en el estudio de presiones y en el estudio histórico de los datos, para subir el NCF asociado a esa evaluación a alto.
 - Si algún valor y la $NCA-MA < LQ$, y al calcular la media con los criterios del RDSE el resultado final es $< LQ$, no se puede valorar el estado químico y no se tendrá en cuenta dicha sustancia a efectos de evaluar el estado químico general de dicha masa de agua. En este caso no procede establecer un NCF.
 - Si algún valor y la $NCA-MA < LQ$, y al calcular la media con los criterios del RDSE el resultado final es $\geq LQ$ y por tanto $> NCA$, no alcanzará el buen estado químico y el NCF de su evaluación será bajo.
- ☐ Cumplimiento de la NCA-CMA
- Si todos los valores $< LQ$ se considerará que alcanza el buen estado químico.
 - Si todos los valores que tenemos para el año evaluado son $< LQ$, pero el $LQ > NCA-CMA$, no se tendrá en cuenta dicha sustancia en la evaluación del estado químico, y no procederá establecer un NCF.
 - Si algún valor $> LQ$ se compara el valor máximo anual con la $NCA-CMA$:
 - Si el valor es menor que la $NCA-CMA$ se califica como alcanza el buen estado químico y el NCF será alto.
 - Si el valor es igual a la $NCA-CMA$ se evaluará como que alcanza el buen estado químico, aunque con un NCF medio. No obstante, se puede recurrir al criterio de experto, apoyándose en el estudio de presiones y en el estudio histórico de los datos, para subir el NCF asociado a esa evaluación.
 - Si el valor es mayor que la $NCA-CMA$ se califica como no alcanza el buen estado químico y el NCF será alto.

☐ Cumplimiento de la NCA Biota

- Para aquellas sustancias para las que el anexo IV del RDSE incluya NCA-MA en agua y NCA-Biota se tendrá que aplicar a priori la NCA de la biota, aplicando los criterios expuestos anteriormente en relación a la NCA-MA.
- En caso de tener más de un valor en biota de la sustancia en cuestión se calculará el valor medio del año (si esos valores tienen una confianza muy alta) y se comparará con la NCA-Biota.

☐ Evaluación del estado químico de la masa de agua

- El estado químico de la masa de agua se corresponde con la clasificación peor de cada una de las sustancias.
- Si la masa de agua se clasifica como que no alcanza el buen estado químico por una única sustancia, el NCF de la evaluación será el de esa sustancia.
- Si la masa de agua se clasifica como que no alcanza el buen estado químico por varias sustancias, se asociará a la evaluación un NCF alto si al menos una de esas sustancias lleva asociado un NCF alto. En caso contrario, el NCF asociado será bajo o medio, según el caso.
- Si la masa de agua se clasifica como en buen estado químico por todas las sustancias, el NCF será alto cuando más del 40% de esas sustancias lleven asociado un NCF alto en su evaluación. Si el porcentaje de sustancias que llevan asociado un NCF alto es del 40%, la masa de agua se clasificará en buen estado químico con un NCF medio. En el resto de casos, el NCF asociado a su clasificación en buen estado será bajo.

14.3.3. Evaluación del estado químico agregada

A continuación, se especifican los criterios para llevar a cabo la evaluación del estado químico de manera agregada en el ciclo de planificación hidrológica o período de estudio.

☐ Cumplimiento de la NCA-MA y/o NCA Biota

- Se realiza el análisis de la tendencia con todos los datos brutos del periodo completo. Los datos < LQ se representarán como LQ/2.
- Si el r^2 de la recta de ajuste del análisis de tendencias es mayor o igual a 0,8, se toma el valor de la media del último año de estudio. Si este valor es mayor que la NCA-MA o NCA-Biota se considera que no alcanza el buen estado químico, y si es menor o igual se considera que alcanza el buen estado. El NCF será igual al de año analizado.
- Si el r^2 de la recta de ajuste del análisis de tendencias es menor a 0,8 y, por lo tanto, no existe una tendencia clara, se valora el estado con el promedio de las medias anuales:
 - Si el promedio de las medias anuales es mayor a la NCA-MA o NCA-Biota se considera que no alcanza el buen estado químico.

-
- Si el promedio de las medias anuales es menor o igual a la NCA-MA o NCA-Biota se considera que alcanza el buen estado, siempre y cuando la media de los dos últimos años sea menor o igual a la NCA-MA o NCA-Biota.
 - Si el promedio de las medias anuales es menor o igual a la NCA-MA o NCA-Biota, pero la media anual de los dos últimos años es mayor a la NCA-MA o NCA-Biota, se considera que esa masa de agua no alcanza el buen estado químico, y el NCF asociado será bajo.
 - En cualquier caso, si el promedio de las medias anuales es igual a la NCA-MA la clasificación del buen estado químico tendrá asociada un NCF medio. No obstante, se puede recurrir al criterio de experto, apoyándose en el estudio de presiones y en el estudio histórico de los datos, para subir el NCF asociado a esa evaluación a alto.
- El NCF asociado a la evaluación global será alto siempre y cuando los NCF resultantes de la evaluación anual y el NCF asociado a la toma de muestra y análisis sean altos en al menos 3 de los 6 años del período. En caso contrario el NCF será bajo o medio, según el caso.
 - Para evaluar la tendencia se debe disponer de datos brutos de al menos 4 años. En caso de tener datos brutos de 3 años o menos se utilizará directamente el promedio de las medias anuales de esos años y se asociará a la evaluación del estado químico un NCF bajo.
- Cumplimiento de la NCA-CMA
- Se calcula el P95 de todos los datos del período analizado. Si el valor de este percentil $< LQ$, se considerará el valor del LQ.
 - Si el $P95 > NCA-CMA$ se considera que no alcanza el buen estado químico y el NCF será alto.
 - Si el $P95 > NCA-CMA$ y todos los incumplimientos por máximas admisibles se producen los dos primeros años del plan, se podría exceptuar y evaluar como que alcanza el buen estado químico con un NCF bajo. Para aplicar esta excepción es necesario tener datos de los 6 años del período.
 - Si el $P95 < NCA-CMA$ se considera que alcanza el buen estado químico y el NCF será alto.
 - Si el P95 es igual a la NCA-CMA se considera que alcanza el buen estado químico, con un NCF medio. No obstante, se puede recurrir al criterio de experto, apoyándose en el estudio de presiones y en el estudio histórico de los datos, para subir el NCF asociado a esa evaluación a alto.
 - Para realizar el cálculo del P95 tiene que haber datos de al menos 4 años. En caso de tener datos brutos de 3 años o menos se utilizará la concentración máxima de esos años y se asociará a la evaluación del estado químico un NCF bajo.
 - Si todos los valores del período completo son $< LQ$, no es necesario calcular el P95 y se considera que alcanza el buen estado químico. El NCF asociado será alto siempre y cuando ninguno de los LQ supere la NCA-CMA. En caso contrario el NCF será bajo.
-

- Si todos los valores del período completo son $< \text{NCA-CMA}$, no es necesario calcular el P95 y se evaluará como que alcanza el buen estado químico. El NCF asociado a esta evaluación será alto.
 - Si todos los valores del período completo son $< \text{LQ}$ y el $\text{LQ} > \text{NCA-CMA}$, no se puede valorar el estado químico y no se tendrá en cuenta dicha sustancia a efectos de evaluar el estado químico.
 - El NCF asociado a la evaluación global será alto siempre y cuando el NCF asociado a la toma de muestra y análisis sea alto en al menos tres de los seis años del período. En caso contrario el NCF será bajo.
- Evaluación del estado químico de todo el ciclo del Plan Hidrológico
- Para cada sustancia se evaluará el estado químico del período completo y se le asociará el NCF correspondiente con la evaluación más desfavorable de su valoración respecto al cumplimiento de la NCA-MA o NCA-Biota y NCA-CMA.
 - El estado químico de la masa de agua se corresponde a la clasificación peor de cada una de las sustancias del anexo IV del RDSE.
 - Si la masa de agua se clasifica como que no alcanza el buen estado por una única sustancia, dicha clasificación llevará asociado el NCF correspondiente a la evaluación de esa sustancia.
 - Si la masa de agua se clasifica como que no alcanza el buen estado por varias sustancias, se asociará a la evaluación del estado químico un NCF alto si al menos una de esas sustancias lleva asociado un NCF alto. En caso contrario, el NCF asociado será bajo o medio, según el caso.
 - Si la masa de agua se clasifica como en buen estado químico por todas las sustancias, el NCF asociado a dicha clasificación será alto siempre y cuando los niveles de confianza resultantes de la evaluación anual sean altos en al menos 3 de los 6 años del período.

14.4. Datos de partida

- La periodicidad (años con datos disponibles en cada ciclo de planificación) y frecuencia de toma de muestras (mensual, trimestral, anual) viene determinada por el riesgo químico de cada masa de agua y es variable según la matriz de análisis (agua, sedimento, biota).
- Como norma general, las sustancias prioritarias se miden mensualmente o trimestralmente en agua y anualmente en sedimento y biota.
- Los análisis en agua se hacen en fracción total, a excepción de los metales (cadmio, plomo, mercurio y níquel), que se refieren a concentraciones disueltas (obtenidas por filtración a través de membrana de $0,45 \mu\text{m}$, según especificaciones ANEXO III C.4, RDSE).
- Los análisis de sustancias prioritarias en sedimento se realizan sobre la fracción $< 2\text{mm}$, a excepción de los metales pesados, que se realizan sobre la fracción fina ($< 0.63 \text{mm}$).

AGUA		SEDIMENTO		BIOTA	
nº	SUSTANCIA	nº	SUSTANCIA	nº	SUSTANCIA
1	Alacloro	2	Antraceno	5	Difeniléteres bromados
3	Atrazina	6	Cadmio y sus compuestos	15	Fluoranteno
4	Benceno	7	Cloroalcanos C10-13	16	Hexaclorobenceno
6 (bis)	tetracloruro de carbono	12	Ftalato de di(2-etilhexilo) (DEHP)	17	Hexaclorobutadieno
8	Clorfenvinfós	18	Hexaclorociclohexano	21	Mercurio y sus compuestos
9	Clorpirifós (Clorpirifós-etilo)	20	Plomo y sus compuestos	28	Hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP)
9 bis	Plaguicidas de tipo ciclodieno: Aldrina, Dieldrina, Endrina, Isodrina	26	Pentaclorobenceno		Benzo (a) pireno
9 ter	DDT total	30	Compuestos de tributilestaño (catión)		Benzo (b) fluoranteno
	p,p'-DDT	36	Quinoxifeno		Benzo (k) fluoranteno
10	1,2-Dicloroetano				Benzo (g,h,i) perileno
11	Diclorometano				Indeno (1,2,3-cd) pireno
13	Diurón			34	Dicofol
14	Endosulfán			35	Ácido perfluorooctanosulfónico y sus
19	Isoproturón			37	Dioxinas y compuestos similares
22	Naftaleno			43	Hexabromociclododecano
23	Níquel y sus compuestos			44	Heptacloro y epóxido de heptacloro
24	Nonilfenoles (4-Nonilfenol)				
25	Octilfenoles ((4-(1,1',3,3'-tetrametilbutil)-fenol))				
27	Pentaclorofenol				
29	Simazina				
29 (bis)	Tetracloroetileno				
29 (ter)	Tricloroetileno				
31	Triclorobencenos				
32	Triclorometano				
33	Trifluralina				
38	Aclonifeno				
39	Bifenox				
40	Cibutrina				
41	Cipermetrina				
42	Diclorvós				
45	Terbutrina				

Tabla 14 1. Sustancias prioritarias y sustancias PBT ubicuas (en rojo) analizadas en agua, sedimento y biota.

15. EVALUACIÓN DE LAS ZONAS PROTEGIDAS

De acuerdo con lo indicado en el artículo 8d del Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental, *“Las masas de agua afectadas por la contaminación por nitratos conforme al Real Decreto 261/1996, de 16 de febrero, sobre protección de las aguas contra la contaminación producida por los nitratos procedentes de fuentes agrarias, se incluirán en el programa de control operativo, y tendrán en cuenta las especificaciones señaladas en la propia norma por las que se declaran las zonas vulnerables como zona protegida. Las estaciones o puntos de muestreo seleccionados para este control se identificarán como Programa de control de aguas afectadas por nitratos de origen agrario.”*

En este sentido, la Disposición final primera del Real Decreto 47/2022, de 18 de enero, sobre protección de las aguas contra la contaminación difusa producida por los nitratos procedentes de fuentes agrarias, modifica el citado RD introduciendo el Artículo 8 bis sobre la *“Caracterización del estado trófico de las masas de agua superficial”* e incluye nuevas especificaciones técnicas para dicha caracterización.

Teniendo en cuenta dicha especificaciones, así como las particularidades de los sistemas de evaluación del estado, en el caso de las aguas de transición y costeras de Cantabria se aplican los siguientes criterios:

- La caracterización del estado trófico se realiza considerando todas las medidas efectuadas en el período correspondiente al informe cuatrienal previsto en el Real Decreto.
- El control se lleva a cabo estacionalmente, extendiéndose a lo largo de todo el ciclo anual en el caso de los nutrientes, y excluyendo el período de invierno en la evaluación de la clorofila a.
- La evaluación se realiza atendiendo a la tipología de la masa de agua y aplicando los procedimientos definidos para la evaluación del estado del fitoplancton (apartado 4) y de la calidad fisicoquímica del agua (apartado 10), de acuerdo con la Directiva Marco del Agua.
- En el caso del fitoplancton se consideran los límites de cambio de clase de estado del indicador *clorofila a* (Chl-a).
- En el caso de la calidad fisicoquímica se consideran solamente los indicadores incluidos dentro del elemento de calidad nutrientes, que son los nutrientes inorgánicos disueltos NO₃, NH₄ y PO₄.

- Las masas de agua se clasifican en *eutróficas*, en *riesgo de eutrofización* o *no eutróficas* considerando si se alcanza o no el buen estado de los referidos indicadores.
- Una masa de agua se clasifica como *eutrófica* si la Chl-a y al menos uno de los indicadores de nutrientes inorgánicos disueltos superan el límite de estado bueno/moderado, es decir, no alcanza el buen estado de acuerdo con el fitoplancton.
- Una masa de agua se clasifica en *riesgo de eutrofización*, es decir, que puede eutrofizarse en un futuro próximo si no se actúa de conformidad a lo establecido en el Real Decreto:
 - Cuando al menos uno de los indicadores de nutrientes supere el límite de estado bueno/moderado, es decir, la calidad fisicoquímica es inferior a buena, sin que se haya constatado que la Chl-a supere dicho límite.
 - Cuando se supera el límite de estado bueno/moderado de la Chl-a, pero no hay constatación de que se supere este umbral para ninguno de los nutrientes.
- Una masa de agua se clasifica no eutrófica cuando no se supere de manera estadísticamente significativa el límite de estado bueno/moderado para la Chl-a ni para ninguno de los indicadores de nutrientes utilizados en la caracterización y, además, no existan presiones significativas que puedan causar el aumento de nutrientes en la misma.

16. NORMATIVA DE REFERENCIA

16.1. Europea

- Directiva 91/676/CEE del Consejo, de 12 de diciembre de 1991, relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos utilizados en la agricultura.
- 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.
- Directiva 2006/7/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 15 de febrero de 2006, relativa a la gestión de la calidad de las aguas de baño y por la que se deroga la Directiva 76/160/CEE.
- Directiva 2013/39/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de agosto de 2013, por la que se modifican las Directivas 2000/60/CE y 2008/105/CE en cuanto a las sustancias prioritarias en el ámbito de la política de aguas.
- Decisión de Ejecución (UE) 2018/840 de la Comisión, de 5 de junio de 2018, por la que se establece una lista de observación de sustancias a efectos de seguimiento a nivel de la Unión en el ámbito de la política de aguas, de conformidad con la Directiva 2008/105/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, y se deroga la Decisión de Ejecución (UE) 2015/495 de la Comisión.
- Decisión (UE) 2024/721 de la Comisión, de 27 de febrero de 2024, por la que se fijan, de conformidad con la Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, los valores de las clasificaciones de los sistemas de control de los Estados miembros a raíz del ejercicio de intercalibración, y por la que se deroga la Decisión (UE) 2018/229.

16.2. Estatal

- Real Decreto 261/1996, de 16 de febrero, sobre protección de las aguas contra la contaminación producida por los nitratos procedentes de fuentes agrarias.
- Real Decreto Legislativo 1/2001 por el que se aprueba el Texto refundido de la Ley de Aguas.
- Real Decreto 125/2007, de 2 de febrero, por el que se fija el ámbito territorial de las demarcaciones hidrográficas.
- Real Decreto 907/2007, de 6 de julio, por el que se aprueba el Reglamento de Planificación Hidrológica.
- Real Decreto 1341/2007, de 11 de octubre, sobre la gestión de la calidad de las aguas de baño.
- Orden ARM/2656/2008, de 10 de septiembre, por la que se aprueba la instrucción de planificación hidrológica.
- Real Decreto 266/2008, de 22 de febrero, por el que se modifica la Confederación Hidrográfica del Norte y se divide en la Confederación Hidrográfica del Miño-Sil y en la Confederación Hidrográfica del Cantábrico.
- Real Decreto 29/2011, de 14 de enero, por el que se modifican el Real Decreto 125/2007, de 2 de febrero, por el que se fija el ámbito territorial de las demarcaciones hidrográficas, y el Real Decreto 650/1987, de 8 de mayo, por el que se definen los ámbitos territoriales de los Organismos de cuenca y de los planes hidrológicos.
- Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, por el que se establecen los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental.
- Real Decreto 47/2022, de 18 de enero, sobre protección de las aguas contra la contaminación difusa producida por los nitratos procedentes de fuentes agrarias.
- Real Decreto 35/2023, de 24 de enero, por el que se aprueba la revisión de los planes hidrológicos de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico Occidental, Guadalquivir, Ceuta, Melilla, Segura y Júcar, y de la parte española de las demarcaciones hidrográficas del Cantábrico Oriental, Miño-Sil, Duero, Tajo, Guadiana y Ebro.

17. REFERENCIAS

- Anónimo. 1958. The Venice system for the classification of marine waters according to salinity. International Symposium for the Classification of Brackish Waters, Venice.
- Borja, A., Franco, J., Pérez, V. 2000. A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within European estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin* 40: 1100-1114.
- Coates, S., Waugh, A., Anwar, A. Robson, M. 2007. Efficacy of a multi-metric fish index as an analysis tool for the transitional fish component of the Water Framework Directive. *Marine Pollution Bulletin*, 55: 225-240.
- García, P., Zapico, E., Colubi, A. 2009. An angiosperm quality index (AQI) for Cantabrian estuaries. *Ecological indicators* 9: 856 – 865.
- Grall, J., Glémarec, M. 1997. Using Biotic Indices to Estimate Macrobenthic Community Perturbations in the Bay of Brest. *Estuarine and Coastal Shelf Science* 44: 43-53.
- Guinda, X., Juanes, J.A., Puente, A. 2014. The Quality of Rocky Bottoms index (CFR): A validated method for the assessment of macroalgae according to the European Water Framework Directive. *Mar. Environ. Res.* 102: 3–10.
- Instituto de Hidráulica Ambiental de Cantabria (IHCantabria). 2024a. Protocolo de muestreo y de análisis microbiológicos y fisicoquímicos en las masas de agua de transición y costeras de Cantabria (TW_CW_FQ_01_Agua). Informe técnico.
- Instituto de Hidráulica Ambiental de Cantabria (IHCantabria). 2024b. Protocolo de muestreo para la evaluación de la calidad de las macroalgas en las masas de agua costeras de Cantabria (TW_CW_Bio_03_Macroalgas). Informe técnico.
- Instituto de Hidráulica Ambiental de Cantabria (IHCantabria). 2024c. Protocolo de muestreo y análisis de laboratorio de invertebrados bentónicos en las masas de agua de transición y costeras de Cantabria (TW_CW_Bio_01_Invertebrados)". Informe técnico.
- Instituto de Hidráulica Ambiental de Cantabria (IHCantabria). 2024d. Protocolo de muestreo de fauna piscícola en las masas de agua de transición de Cantabria (TW_CW_Bio_02_Ictiofauna)". Informe técnico.
- Instituto de Hidráulica Ambiental de Cantabria (IHCantabria). 2024e. Protocolo de muestreo y análisis fisicoquímicos de los sedimentos en las masas de agua de transición y costeras de Cantabria (TW_CW_FQ_02_Sedimento). Informe técnico.
- Juanes, J.A., Guinda, X., Puente, A., Revilla, J.A. 2008. Macroalgae, a suitable indicator of the ecological status of coastal rocky communities in the NE Atlantic. *Ecological Indicators* 8: 351–359.
- Juanes, J.A., Ondiviela, B., Gómez, A.G., Revilla, J.A., Sámano, M.L., Fernández, F., García, A., Puente, A., Guinda, X., Fernández, P., Echavarrri, B. 2013. Recommendations for maritime works. ROM 5.1-13. Quality of coastal waters in port areas. ISBN: 978-84-88975-83-6. Ministerio de Fomento. Madrid.
- Lepage, M., Harrison, T., Breine, J., Cabral, H., Coates, S., Galván, C., García, P., Jager, Z., Kelly, F., Mosch, E.C., Uriarte, A., Borja, A. 2016. An approach to intercalibrate ecological classification tools using fish in transitional water of the North East Atlantic. *Ecological Indicators* 67: 318–327.
- MITERD, 2021. Guía para la Evaluación del Estado de las Masas de Agua Superficiales y Subterráneas. NIPO: 665-21-006-8. Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico.
- Muxika, I., Borja, A., Bald, J. 2007. Using historical data, expert judgement and multivariate analysis in assessing reference conditions and benthic ecological status, according to the European Water Framework Directive. *Marine Pollution Bulletin* 55: 16-29.
- Puente, A., Juanes, J.A., García, A., Álvarez, C., Revilla, J.A., Carranza, I. 2008. Ecological assessment of soft bottom benthic communities in northern Spanish estuaries. *Ecological Indicators* 8: 373–388.
- Puente, A., Juanes, J.A., Galván, C., Ondiviela, B. 2010. A proposal for the assessment of the composition and community structure of benthic macroinvertebrates in transitional waters. The QSB index. Proceedings of ICES Annual Science Conference. Nantes (France).

ANEJO 1

ESTACIONES DE MUESTREO

ÍNDICE

1.	FISICOQUÍMICA DEL AGUA Y FITOPLANCTON	2
2.	FISICOQUÍMICA DEL SEDIMENTO	4
3.	MACROINVERTEBRADOS.....	5
4.	ICTIOFAUNA	6
5.	VEGETACIÓN DE MARISMA	7
6.	MACROALGAS	8

En este documento se indican las estaciones de muestreo establecidas en las masas de agua de transición, masas de aguas costeras y masas de agua muy modificadas incluidas en la Red de Calidad del Litoral de Cantabria (RCLC).

Estas estaciones son las utilizadas para llevar a cabo la evaluación del estado de los diferentes indicadores biológicos y físicoquímicos establecidos en la Directiva Marco del Agua.

Así mismo, para cada una de las estaciones se indica su localización, tramo salino al que pertenece y el factor de ponderación aplicado en cada caso para la integración de la evaluación a nivel de masa de agua, en función de su representatividad.

1. FISICOQUÍMICA DEL AGUA Y FITOPLANCTON

Código Masa de Agua	Masa de Agua	Estación de muestreo	UTM X	UTM Y	Tramo Salino	Factor de Ponderación
ES018MSPFES132MAT000090	Tina Mayor	A-TM01	377721	4804694	Oligo-Mesohalino-01	1
		A-TM02	377194	4803886		1
ES018MSPFES118MAT000100	Tina Menor	A-TN01	380654	4804199	Oligo-Mesohalino-01	1
		A-TN02	380268	4803303		1
ES018MSPFES113MAT000110	San Vicente	A-SV01	386828	4804885	Euhalino-01	0,75
		AM-SV03	387293	4804399		0,75
		A-SV04	387898	4802900	Polihalino-01	0,25
ES018MSPFES113MAT000120	Oyambre	A-OY01	392905	4804778	Polihalino-01	1
		A-OY02	393361	4804132	Polihalino-01	1
ES018MSPFES112MAT000130	San Martín	AB-SB01S	416789	4808945	Polihalino-01	0,5
		AB-SB02S	416473	4807396		0,5
		AB-SB03S	417489	4806135	Oligo-Mesohalino-01	0,5
		AB-SB04S	416755	4805674		0,5
ES018MSPFES092MAT000140	Mogro	A-MO01	420379	4810121	Euhalino-01	0,4
		A-MO03	422670	4810745		0,4
		A-MO04	422449	4809217	Oligo-Mesohalino-01	0,2
ES018MSPFES087MAT000150	Bahía Puerto	AB-BS01S	437491	4812643	Euhalino-01	1
		AB-BS3S	434974	4812080		1
		AB-BS15S	433782	4811204		1
		AB-BS18S	433553	4810588		1
		AB-BS04S	434633	4810329		1
		AB-BS05S	435132	4808974		1
ES018MSPFES087MAT000160	Bahía Interior	AB-BS06S	434122	4807283	Euhalino-01	0,4
		A-BS10	436325	4807967	Euhalino-02	0,6
		AB-BS13	433125	4806663		0,6
ES018MSPFES087MAT000170	Bahía Páramos	AB-BS21	435904	4811174	Euhalino-01	0,5 (0,6) ²
		AB-BS02	437319	4811701	Euhalino-02	0,3 (0,4) ²
		AM-BS08	438997	4811086		
		A-BS09*	438717	4810124	Polihalino-01	0,2
ES018MSPFES085MAT000180	Ajo	A-AJ01	452447	4815819	Euhalino-01	0,3 (0,4) ¹
		A-AJ03	452447	4815819	Polihalino-01	0,5 (0,6) ¹
		A-AJ04*	452645	4813581	Oligo-Mesohalino-01	0,2
ES018MSPFES085MAT000190	Joyel	A-JO01	455777	4815678	Euhalino-01	1
		A-JO02	455672	4815195		1
ES018MSPFES085MAT000200	Victoria	A-VI01	458682	4813603	Oligo-Mesohalino-01	1
ES018MSPFES085MAT000210	Marismas de Santoña	A-MS01	463285	4809861	Euhalino-01	0,6
		A-MS02	462468	4810589		0,6
		A-MS03	461602	4810228		0,6
		A-MS05	461718	4809102		0,6

Código Masa de Agua	Masa de Agua	Estación de muestreo	UTM X	UTM Y	Tramo Salino	Factor de Ponderación
		A-MS06	460327	4808312	Polihalino-01	0,6
		A-MS07	462881	4807100		0,4
		A-MS08	462448	4804827		0,4
ES018MSPFES076MAT000230	Oriñón	A-OR01	474189	4804578	Polihalino-01	0,5
		A-OR02	474029	4803194	Oligo-Mesohalino-01	0,5

*Estaciones que no se muestrean todos los años. ¹ En caso de no muestrearse el tramo salino Oligo-Mesohalino en Ajo (AJ-OliMe01), los valores de ponderación a aplicar serían los indicados entre paréntesis. ² En caso de no muestrearse el tramo salino Polihalino en Bahía Santander-Páramos (BS-Pa-Po01), los valores de ponderación a aplicar serían los indicados entre paréntesis.

Tabla 1.1. Estaciones de muestreo, localización, tramo salino y factor de ponderación referido a la masa de agua para la evaluación del estado mediante indicadores de calidad fisicoquímicos y fitoplancton en aguas de transición.

Código Masa de Agua	Masa de Agua	Estación de muestreo	UTM X	UTM Y	Tramo Salino	Factor de Ponderación
ES018MSPFES000MAC000080	Oyambre Costa	AB-AC02	388057	4807506	Euhalino-01	1
ES018MSPFES000MAC000080	Suances Costa	AB-AC05	416198	4812218	Euhalino-01	1
ES018MSPFES000MAC000100	Virgen del mar Costa	AB-AC08	428535	4815859	Euhalino-01	1
ES018MSPFES000MAC000110	Santander Costa	AB-AC10	439039	4814955	Euhalino-01	1
ES018MSPFES000MAC000120	Noja Costa	AB-AC13	454705	4818799	Euhalino-01	1
ES018MSPFES000MAC000130	Santoña Costa	AB-AC16	468094	4809970	Euhalino-01	1
ES018MSPFES000MAC000140	Castro Costa	AB-AC20	483096	4805095	Euhalino-01	1

Tabla 1.2. Estaciones de muestreo, localización, tramo salino y factor de ponderación referido a la masa de agua para la evaluación del estado mediante indicadores de calidad fisicoquímicos y fitoplancton en aguas costeras.

2. FISICOQUÍMICA DEL SEDIMENTO

Código Masa de Agua	Masa de Agua	Estación de muestreo	UTM X	UTM Y	Factor de Ponderación
ES018MSPFES087MAT000150	Bahía Puerto	AB-BS01S	437491	4812643	0,39
		AB-BS3S	434974	4812080	0,17
		AB-BS15S	433782	4811204	0,06
		AB-BS18S	433553	4810588	0,03
		AB-BS04S	434633	4810329	0,17
		AB-BS05S	435132	4808974	0,17
ES018MSPFES087MAT000160	Bahía Interior	AB-BS06S	434122	4807283	0,49
		B-BS09	436199	4808728	0,38
		AB-BS13	433125	4806663	0,13
ES018MSPFES087MAT000170	Bahía Páramos	AB-BS21	435904	4811174	0,51
		AB-BS02	437319	4811701	0,30
		B-BS08	436948	4809941	0,19

Tabla 2.1. Estaciones de muestreo, localización, tramo salino y factor de ponderación referido a la masa de agua para la evaluación del estado mediante el indicador de calidad fisicoquímica del sedimento.

3. MACROINVERTEBRADOS

Código Masa de Agua	Masa de Agua	Estación de muestreo	UTM X	UTM Y	Factor de Ponderación
ES018MSPFES132MAT000090	Tina Mayor	B-TM02	377861	4804315	1
ES018MSPFES118MAT000100	Tina Menor	B-TN02	380812	4804197	1
ES018MSPFES113MAT000110	S. Vicente	B-SV02	386735	4804795	0,3
		B-SV04	387734	4804386	0,7
ES018MSPFES113MAT000120	Oyambre	B-OY01	392819	4804759	0,5
		B-OY03	393234	4804449	0,5
ES018MSPFES112MAT000130	San Martín	B-SB01	416647	4808875	0,3
		AB-SB01S	416789	4808945	0,2
		AB-SB02S	416473	4807396	0,2
		AB-SB03S	417489	4806135	0,1
ES018MSPFES092MAT000140	Mogro	B-MO03	420617	4809684	1
		B-AJ02	451983	4815054	0,6
ES018MSPFES085MAT000180	Ajo	B-AJ04	452613	4814497	0,4
		B-JO02	455850	4815254	1
ES018MSPFES085MAT000190	Joyel	B-JO02	455850	4815254	1
ES018MSPFES085MAT000200	Victoria	B-VI01	458791	4813759	1
ES018MSPFES085MAT000210	M. Santoña	B-MS01	462325	4810810	0,1
		B-MS03	461453	4810281	0,1
		B-MS05	460150	4808449	0,1
		B-MS07	462536	4808499	0,3
		B-MS09	463129	4806880	0,4
ES018MSPFES076MAT000230	Orión	B-OR06	474216	4804716	1

Tabla 3.1. Estaciones de muestreo, localización y factor de ponderación referido a la masa de agua para la evaluación del estado mediante el indicador de calidad de macroinvertebrados bentónicos en aguas de transición.

Código Masa de Agua	Masa de Agua	Estación de muestreo	UTM X	UTM Y	Factor de Ponderación
ES018MSPFES000MAC000080	Oyambre Costa	AB-AC02	388057	4807506	1
ES018MSPFES000MAC000080	Suances Costa	AB-AC05	416198	4812218	1
ES018MSPFES000MAC000100	Virgen del mar Costa	AB-AC08	428535	4815859	1
ES018MSPFES000MAC000110	Santander Costa	AB-AC10	439039	4814955	1
ES018MSPFES000MAC000120	Noja Costa	AB-AC13	454705	4818799	1
ES018MSPFES000MAC000130	Santoña Costa	AB-AC16	468094	4809970	1
ES018MSPFES000MAC000140	Castro Costa	AB-AC20	483096	4805095	1

Tabla 3.2. Estaciones de muestreo, localización y factor de ponderación referido a la masa de agua para la evaluación del estado mediante el indicador de calidad de macroinvertebrados bentónicos en aguas costeras.

4. ICTIOFAUNA

Código Masa de Agua	Masa de Agua	Estación de muestreo	UTM X	UTM Y	Factor de Ponderación
ES018MSPFES132MAT000090	Tina Mayor	P-TM	377658	4805168	1
ES018MSPFES118MAT000100	Tina Menor	P-TN	380668	4804251	1
ES018MSPFES113MAT000110	San Vicente	P-SV	387110	4804457	1
ES018MSPFES113MAT000120	Oyambre	P-OY	393197	4804763	1
ES018MSPFES112MAT000130	San Martín	P-SB	416909	4808837	1
ES018MSPFES092MAT000140	Mogro	P-MO04	422600	4810777	1
ES018MSPFES087MAT000170	Bahía Páramos	P-BS	437296	4811166	1
ES018MSPFES085MAT000180	Ajo	P-AJ	452370	4815614	1
ES018MSPFES085MAT000190	Joyel	P-JO	455776	4815620	1
ES018MSPFES085MAT000200	Victoria	P-VI	458673	4813613	1
ES018MSPFES085MAT000210	Marismas de Santoña	P-MS	462671	4808434	1
ES018MSPFES076MAT000230	Oriñón	P-OR	474530	4805131	1

Tabla 4.1. Estaciones de muestreo, localización y factor de ponderación referido a la masa de agua para la evaluación del estado mediante el indicador de calidad de ictiofauna en aguas de transición.

5. VEGETACIÓN DE MARISMA

Código Masa de Agua	Masa de Agua	Estación de muestreo	UTM X	UTM Y	Factor de Ponderación
ES018MSPFES118MAT000100	Tina Menor	V-TN	380705	4804237	1
ES018MSPFES113MAT000110	San Vicente	V-SV	387432	4803702	1
ES018MSPFES113MAT000120	Oyambre	V-OY	393143	4803968	1
ES018MSPFES112MAT000130	San Martín	V-SB	416901	4806990	1
ES018MSPFES092MAT000140	Mogro	V-MO	421672	4809720	1
ES018MSPFES087MAT000170	Bahía Páramos	V-BS	437021	4810197	1
ES018MSPFES085MAT000180	Ría de Ajo	V-AJ	451983	4815094	1
ES018MSPFES085MAT000190	Joyel	V-JO	456089	4815220	1
ES018MSPFES085MAT000200	Victoria	V-VI	458294	4813620	1
ES018MSPFES085MAT000210	Marismas de Santoña	V-MS	462142	4807505	1
ES018MSPFES076MAT000230	Oriñón	V-OR	474208	4804240	1

Tabla 5.1. Estaciones de muestreo, localización y factor de ponderación referido a la masa de agua para la evaluación del estado mediante el indicador de calidad de vegetación de marisma.

6. MACROALGAS

Código Masa de Agua	Masa de Agua	Estación de muestreo	UTM X	UTM Y	Factor de Ponderación
ES018MSPFES000MAC000080	Oyambre Costa	R1_1	387304	4805999	0,33
		R1_2	391881	4806826	0,33
		R1_3	401107	4806006	0,33
ES018MSPFES000MAC000080	Suances Costa	A1_1	407787	4807686	0,33
		A1_2	410836	4808909	0,33
		A1_3	418918	4810735	0,33
ES018MSPFES000MAC000100	Virgen del mar Costa	R2_1	425849	4814088	0,33
		R2_2	430155	4814531	0,33
		R2_3	432503	4815067	0,33
ES018MSPFES000MAC000110	Santander Costa	A2_1	436689	4816026	0,33
		A2_2	442231	4814240	0,33
		A2_3	448132	4816697	0,33
ES018MSPFES000MAC000120	Noja Costa	R3_1	456524	4816965	0,33
		R3_2	458475	4816039	0,33
		R3_3	461762	4813142	0,33
ES018MSPFES000MAC000130	Santofía Costa	A3_3	473739	4807461	0,33
		A3_1	466960	4807401	0,33
		A3_2	470234	4807031	0,33
ES018MSPFES000MAC000140	Castro Costa	R4_1	479387	4805927	0,33
		R4_2	482145	4804954	0,33
		R4_3	486418	4800999	0,33

Tabla 6.1. Estaciones de muestreo, localización y factor de ponderación referido a la masa de agua para la evaluación del estado mediante el indicador de calidad de macroalgas en aguas costeras.