



MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Nota Técnica:

Aplicación de la biodisponibilidad de
metales para la evaluación del estado
químico

Junio 2022

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

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

Versión	Fecha	Modificaciones	Responsable
1	31/05/2022	Envío a OOCC para comentarios	Juan A



Contenido

1. Introducción	4
1.1. Objeto	4
1.2. Definiciones y acrónimos.....	4
1.3. Concentración biodisponible	5
1.4. Modelos para determinar la C_B	6
1.5. Métodos para evaluar la NCA de metales	7
1.6. NCA biodisponible.....	7
1.7. Nivel de fondo natural.....	9
1.8. Normas y referencias	9
2. Evaluación del estado con biodisponibilidad	11
2.1. Procedimiento escalonado	11
2.2. Cálculo de la C_B	13
2.3. Herramienta de corrección de la biodisponibilidad	14
3. Herramienta Bio-Met	14
3.1. Fundamento.....	14
3.2. Descarga y manejo.....	15
3.3. Variables de contorno: pH, Ca y COD	16
3.4. Observaciones para el tratamiento de datos con Bio-Met	17
3.5. Requerimientos específicos para la toma de muestra y análisis..	18
3.6. Selección de masas/puntos de muestreo	18
3.7. Frecuencia de muestreo.....	18
4. Caso práctico de aplicación de Bio-Met.....	19
4.1. Incorporación de la concentración biodisponible en ApNABIA	19
4.2. Cálculo Ni biodisponible.....	20
4.3. Evaluación del estado con Ni disuelto.....	22
4.4. Evaluación del estado con corrección de la biodisponibilidad	23
A) No hay datos de metal biodisponible cargados en la BD	23
B) Hay datos de metal biodisponible cargados en la BD	29
4.5. Integración de ambas herramientas	30
5. CONCLUSIONES	32



1. Introducción

1.1. Objeto

El Anexo IV.B 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](#) (RDSE) establece que al cotejar los resultados de los controles con la norma de calidad ambiental (NCA), se podrán tener en cuenta:

- a) La concentración de fondo natural (CFN) del metal cuando éstas impidan cumplir la NCA.
- b) La dureza, el pH, el carbono orgánico disuelto u otros parámetros de calidad del agua que inciden en la biodisponibilidad del metal. Para ello se calculará la concentración biodisponible mediante modelos adecuados de biodisponibilidad.

Esta Nota Técnica (NT) tiene por objeto establecer el procedimiento para la evaluación del cumplimiento de la NCA de metales considerando la concentración del metal biodisponible mediante la herramienta Bio-Met.

La consideración de la CFN no es objeto de esta NT.

1.2. Definiciones y acrónimos

ApNabia	Aplicación de evaluación del estado asociada a NABIA
Bio-Met	Herramienta basada en BLM para el cálculo aproximado de la concentración biodisponible de los metales.
BLM	Modelo de ligando biótico para la corrección por biodisponibilidad de la concentración del metal disuelto.
C _B	Concentración del metal biodisponible
C _D	Concentración del metal disuelto tal como se especifica en el Anexo III.C.4 del RDSE
NFN	Nivel de fondo natural
COD	Carbono orgánico disuelto
EQSD	Directiva 2008/105/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 16 de diciembre de 2008 relativa a las normas de calidad ambiental en el ámbito de la política de aguas



NCA	Norma de calidad ambiental
NCA _B	Norma de calidad ambiental referida a la concentración biodisponible del metal
NCA-CMA	Norma de calidad ambiental expresada como Concentración Máxima Admisible
NCA-MA	Norma de calidad ambiental expresada como Media Anual
NT	Nota técnica
RDSE	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
COT	Carbono orgánico total

1.3. Concentración biodisponible

Para que un metal tóxico produzca efectos adversos en un organismo debe penetrar en el mismo y llegar hasta el lugar en el que produce el daño. Par ello debe atravesar varias barreras tisulares mediante difusión, transporte activo, filtración, etc.

La concentración biodisponible es la cantidad de metal disuelto capaz de ser absorbido por los organismos desde el medio acuático y, en consecuencia, la que es capaz de generar efectos tóxicos.

Con carácter general, el metal que está en forma "libre" es el que tiene mayor poder de absorción. Si forma complejos metálicos (quelatos) con aniones o moléculas orgánicas disminuye su capacidad de penetración. Los compuestos que actúan como "secuestradores" de los metales se denominan ligandos (o agentes quelantes).

La biodisponibilidad de los metales está relacionada con la capacidad de formar complejos metálicos en el medio. En consecuencia, depende de las propiedades fisicoquímicas y estéricas del metal, así como de la forma química o especiación en la que se encuentra. Así mismo dependerá también de las condiciones del medio acuático determinadas a través del pH, potencial redox, concentración de cationes (hierro, calcio, sodio, magnesio), aniones (carbonatos, hidroxilos, cloruros, etc.); de la materia en suspensión (limos, residuos, etc.); y de la materia orgánica (ácidos húmicos, fúlvicos, clorofila etc.) que pueden actuar como ligandos de los metales. Finalmente, la biodisponibilidad también depende de los propios organismos que entran en contacto con estos compuestos, especialmente de su comportamiento y fisiología.

La concentración del metal biodisponible (C_B) suele ser inferior a la concentración del metal disuelto (C_D).

$$C_B < C_D$$



1.4. Modelos para determinar la C_B

Vistos los condicionantes que influyen en la biodisponibilidad de los metales, se entiende que calcular la C_B requiere modelos complejos capaces de integrar los factores que la determinan de naturaleza tanto biótica como abiótica.

Uno de los modelos más desarrollados es el Modelo de ligando biótico (BLM) basado en la capacidad de los metales de formar complejos metálicos con los componentes del medio (disponibilidad) y con los ligandos bióticos (biodisponibilidad) que conducen a la absorción por el organismo vivo. Los ligandos bióticos suelen ser las estructuras branquiales de peces, o las superficies celulares de las algas.

En la figura 1 se muestra un diagrama conceptual que lo ilustra, donde:

- BL: ligando biótico
- M^{Z+} representa la concentración de iones de metal libre en la columna de agua.

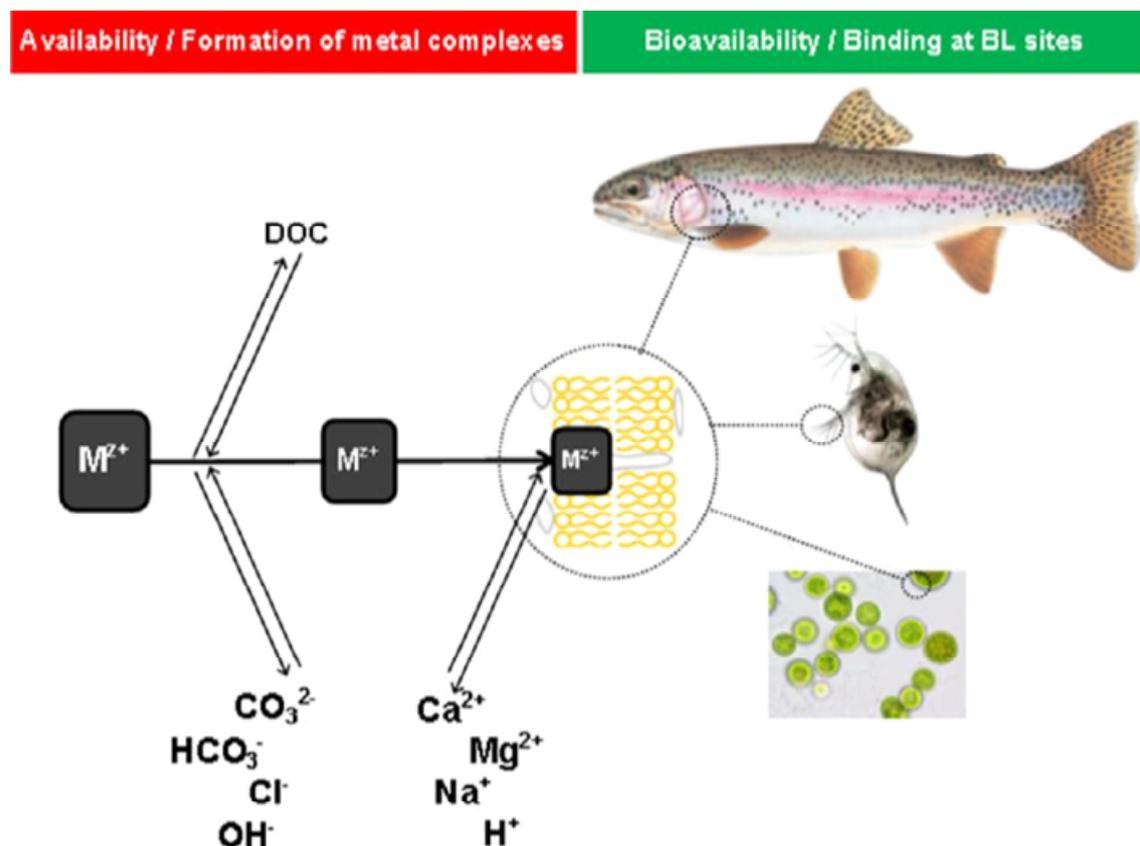


Figura 1: Marco conceptual del modelo de ligando biótico (BLM). Disponibilidad y biodisponibilidad



1.5. Métodos para evaluar la NCA de metales

El cálculo de la NCA de un compuesto se basa en los procedimientos de evaluación del riesgo de las sustancias desarrolladas en el marco de REACH. Esta evaluación puede realizarse atendiendo a 2 enfoques:

- Enfoque de Riesgo añadido (Added risk approach, ARA)

Se emplea cuando la NCA se ha calculado sin considerar de forma explícita la concentración biodisponible del metal.

El cumplimiento de la NCA se evalúa considerando la cantidad de metal añadido al NFN.

- Enfoque de Riesgo total (Total Risk Approach, TRA)

Se emplea cuando la NCA se ha calculado considerando la concentración biodisponible del metal.

El cumplimiento de la NCA se evalúa a partir de la concentración biodisponible sin diferenciar (o restar) la CFN de la masa de agua. En este caso el NFN está incluido en la NCA.

1.6. NCA biodisponible.

La EQSD establece NCA para los metales: mercurio, cadmio, plomo y níquel.

En relación con el Pb y Ni, al revisar la directiva en 2013, se aprobó una NCA-MA inferior, y fijó una NCA-CMA, ya que antes no existía. Debe observarse que la NCA-MA va acompañada por la siguiente Nota: "*Estas NCA se refieren a las concentraciones biodisponibles de las sustancias*" ([EQSD. Anexo I.A Nota pie de tabla N° 13](#)).

Tabla 1: Sustancias prioritarias para las que la NCA se refiere a concentración biodisponible

Aguas superficiales continentales						
N°	N° CAS	Nombre	NCA-MA (µg/L)		NCA-CMA (µg/L)	
			EQSD 2008	EQSD 2013	EQSD 2008	EQSD 2013
(20)	7439-92-1	Plomo y sus compuestos	7,2	1,2 ⁽¹³⁾	no aplicable	14
(23)	7440-02-0	Níquel y sus compuestos	20	4 ⁽¹³⁾	no aplicable	34

⁽¹³⁾ Estas NCA se refieren a las concentraciones biodisponibles de las sustancias

La Nota "*Estas NCA se refieren a las concentraciones biodisponibles de las sustancias*" implica que la NCA-MA se ha derivado considerando la biodisponibilidad (NCA-MA_B). En



consecuencia, se evalúa según el Enfoque de riesgo total, comparando concentración del metal biodisponible (C_B) con $NCA-MA_B$.

Es decir, si se dispone de una NCA_B es conveniente considerar la concentración del metal biodisponible para evaluar el cumplimiento de la NCA, en caso contrario el riesgo podría estar sobreestimado. En principio, la concentración biodisponible suele ser inferior a la concentración medida y que sólo una fracción de ella es biodisponible.

Para profundizar en este tema puede consultarse el Apartado 3.5 de la *Guidance Document No: 27. Technical Guidance For Deriving Environmental Quality Standards* (EC, 2018).

Es importante resaltar que la $NCA-CMA$ no se valora según la C_B , sino atendiendo a la concentración del metal libre, C_D . La Nota 13 sólo se refiere a la $NCA-MA$.

En la siguiente figura se esquematiza el fundamento de lo anteriormente expuesto.

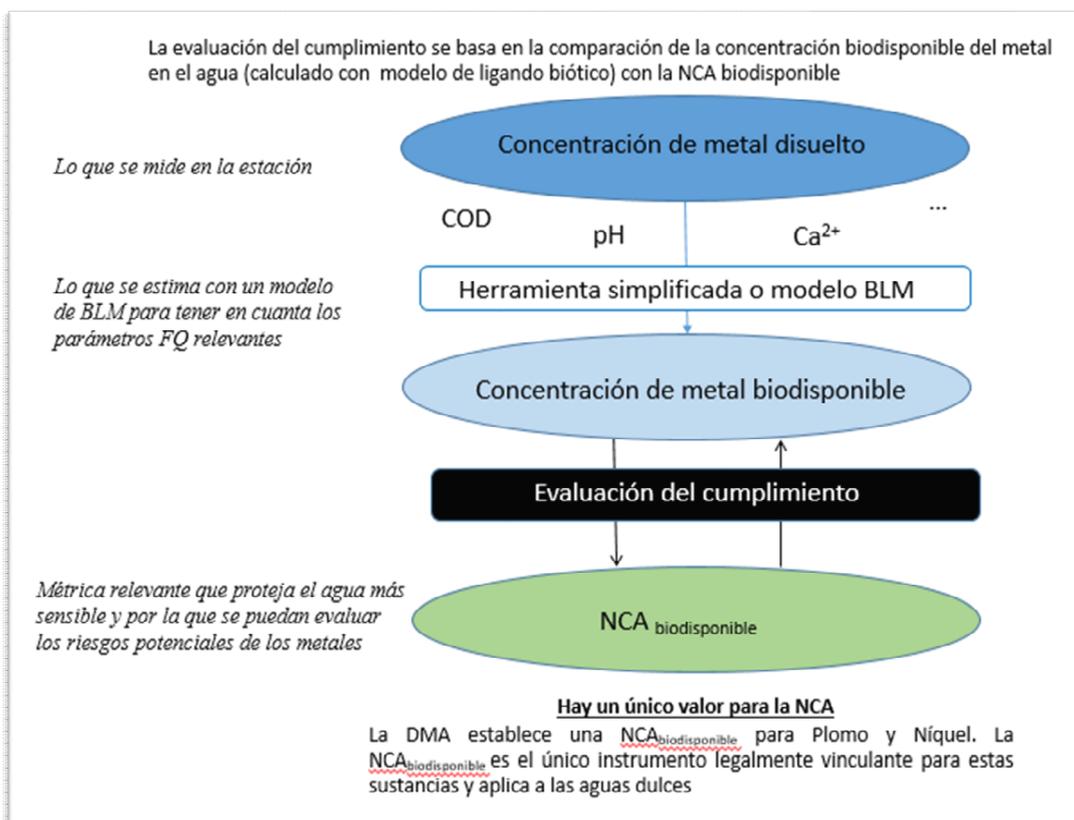


Figura 2: Evaluación del cumplimiento de una NCA biodisponible



1.7. Nivel de fondo natural

El nivel de fondo natural es la cantidad de sustancia disuelta en las aguas procedente de la propia naturaleza, es decir, de fuentes geogénicas.

En la actualidad es difícil identificar el NFN porque las aguas están fuertemente alteradas tras siglos de civilización en los que la actividad minera ha sido constante. Además, existe contaminación transfronteriza de metales que se acaba depositando en los cauces. En estas condiciones, es difícil separar el nivel de fondo de los metales de origen geogénico del antropogénico.

Cabe destacar que en las masas de agua con un NFN las especies acaban generando tolerancia a la contaminación fruto de la exposición permanente a un tóxico. Es decir, las especies se pueden adaptar y la respuesta a la concentración del metal es inferior a la que experimentarían en otra masa de agua, sin nivel de fondo. Por lo tanto, es posible aplicar una NCA menos exigente, o bien considerar que la cantidad de metal que pone en riesgo al ecosistema es aquél que se añade al NFN.

En estos principios se fundamenta la evaluación del riesgo basada en el enfoque de riesgo añadido (*Added risk approach*, ARA).

LA EQSD prevé que al cotejar los resultados de los controles con la NCA se pueda tener en cuenta *las concentraciones de fondo naturales de metales y sus compuestos, cuando dichas concentraciones impidan cumplir el valor fijado por la correspondiente NCA*. No obstante, la evaluación del estado aplicando el efecto de la CFN no se aborda en esta NT, aunque es el que debería aplicarse para corregir el nivel de fondo cuando se evalúa la NCA-CMA.

1.8. Normas y referencias

- [Directiva de normas de calidad \(DNCA\)](#): Directiva 2008/105/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008, sobre normas de calidad ambiental en el ámbito de la política de aguas.
- [Real Decreto de seguimiento y evaluación del estado \(RDSE\)](#): Real Decreto 817/2015, de 11 de septiembre, establece los criterios de seguimiento y evaluación del estado de las aguas superficiales y las normas de calidad ambiental.
- [Instrucción SEMA 14-10-2020](#) por la que se establecen los Requisitos Mínimos para la Evaluación del Estado de las Masas de Agua en el tercer ciclo de la Planificación Hidrológica.
- [Guía para la evaluación del estado de las aguas superficiales y subterráneas](#)



- [DRAFT-EQS Metals](#): DRAFT Technical Guidance for implementing Environmental Quality Standards (EQS) for metals Consideration of metal bioavailability and natural background concentrations in assessing compliance.¹
- Draft version 1 / 15 November 2019 Bio-met (2019). Bio-met bioavailability tool user guide (version 5.0). Guidance document on the use of the bio-met bioavailability tool. www.bio-met.net

¹ Esta Guía se presentó en la reunión de Directores de Agua del 26 y 27 de noviembre de 2019 en Helsinki. Es un borrador sin aprobar de modo que no forma parte del conjunto de Guías oficiales aprobados en el marco del CIS-WFD



2. Evaluación del estado con biodisponibilidad

2.1. Procedimiento escalonado

La evaluación del cumplimiento de la NCA de metales con corrección de biodisponibilidad se realiza mediante un procedimiento escalonado en 4 pasos:

1: CRIBADO INICIAL

- Calcular la MA a partir de la concentración del metal disuelto
- Comparar la MA con la $NCA-MA_B$
 - Si $MA < NCA-MA_B$, finaliza la evaluación y se procede a evaluar el cumplimiento de la NCA-CMA con la concentración libre
 - Si $MA > NCA-MA_B$, pasar al punto 2

2: EXAMEN DE BIODISPONIBILIDAD

- Determinar la MA_B con la concentración biodisponible del metal aplicando el modelo BLM simplificado
- Si $MA_B < NCA-MA_B$, finaliza la evaluación. Pasar a evaluar NCA-CMA con la concentración libre
- Si $MA_B > NCA-MA_B$, pasar al punto 3

3: EXAMEN ADICIONAL

- Examinar el cumplimiento la $NCA-MA_B$ con la concentración biodisponible del metal aplicando el modelo BLM completo
- Identificar las presiones y fuentes de emisión
- Valorar si la concentración del metal puede ser debida a la presencia de una CNF natural o histórica

4: PROPUESTA DE MEDIDAS

- Analizar si el incumplimiento se debe a actividades que han cesado aunque existe una contaminación de fondo difícilmente corregible
- Analizar la posibilidad de aplicar las excepciones previstas en el artículo 4. (4) o (5) de la DMA.

La figura siguiente reproduce el esquema previsto en [DRAFT-EQS Metals](#)

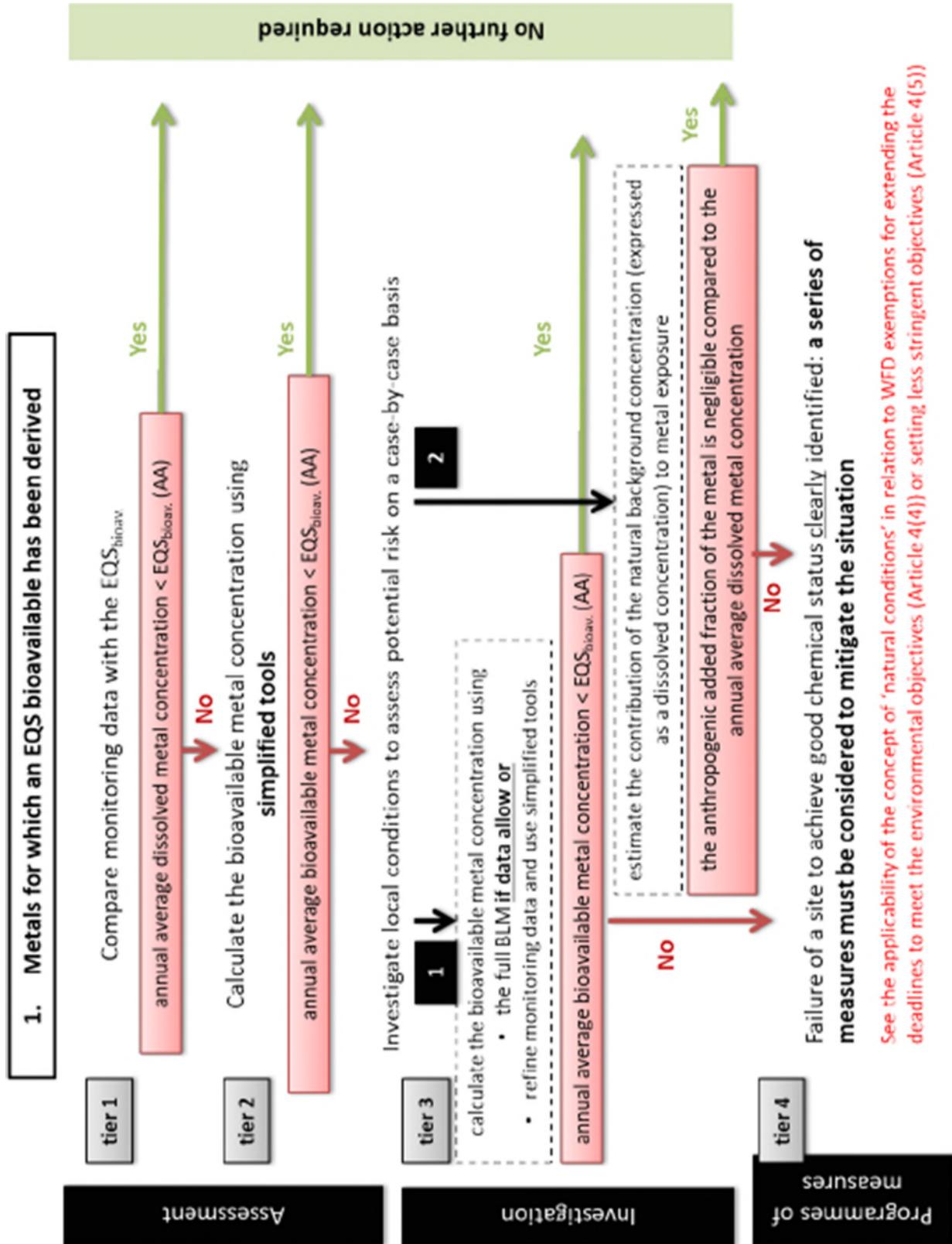


Figura 3: Procedimiento escalonado para evaluar el cumplimiento de la NCA-MA_B

See the applicability of the concept of 'natural conditions' in relation to WFD exemptions for extending the deadlines to meet the environmental objectives (Article 4(4)) or setting less stringent objectives (Article 4(5))



2.2. Cálculo de la C_B

Tal como se comentó en el apartado 1.4, la determinación de la concentración biodisponible de un metal en el agua es un proceso de elevada complejidad que debe tener en cuenta múltiples condicionantes, tales como, la composición química del agua, la materia orgánica, las formas de especiación del metal, la ecotoxicidad del elemento, efectos sinérgicos, etc.

El BLM completo atiende a todos estos elementos resultando una herramienta compleja. Adicionalmente, se han desarrollado herramientas más sencillas que permiten la aplicación del BLM simplificado como es el caso de [Bio-Met](#).

La herramienta Bio-Met se basa en el BLM y permite obtener una aproximación a la C_B mediante una interfaz amigable y entrada de datos de contorno limitados y fácilmente obtenibles.

En la siguiente figura se representa la simplificación del proceso.

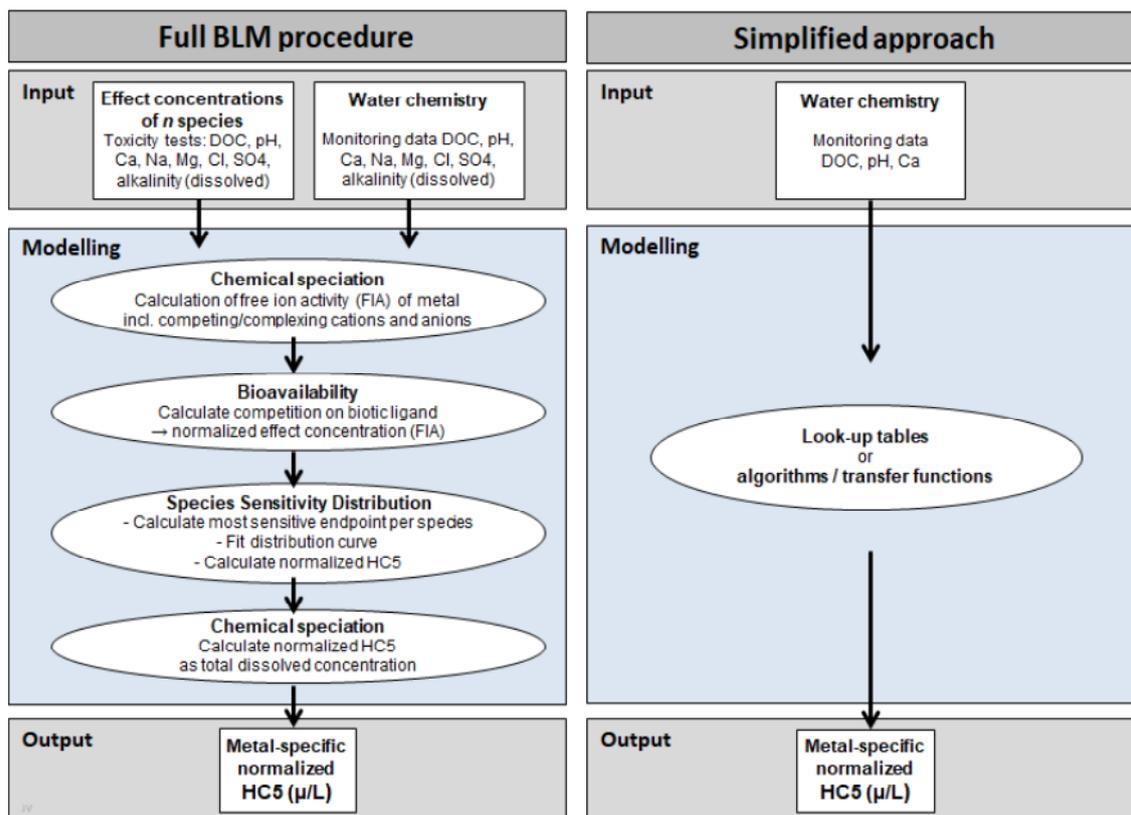


Figura 4: BLM completo y BLM simplificado



2.3. Herramienta de corrección de la biodisponibilidad

Se considera que Bio-Met puede utilizarse para el cálculo aproximado de la C_B del Ni y Pb y evaluar el cumplimiento de la NCA- MA_B . La herramienta podría aplicarse para el Zn y Cu, no obstante, por el momento, no se dispone de NCA_B .

La DG Agua ha elaborado una aplicación (ApNABIA) que permite evaluar el estado de las aguas a partir de los datos disponibles en el formato NABIA cumpliendo los requisitos previstos en la [Guía para la evaluación del estado de las aguas superficiales y subterráneas](#). Esta herramienta se ha adaptado para incorporar la corrección de biodisponibilidad a la concentración mediante el uso de Bio-Met.

3. Herramienta Bio-Met

3.1. Fundamento

Bio-Met es una herramienta fácil de usar con una interfaz simplificada y unos requisitos de entrada de datos limitados que permite acceder a las predicciones de biodisponibilidad de los metales sin necesidad de utilizar el modelo BLM completo. Esta herramienta está basada en el Modelo de Ligando Biótico (BLM) que calcula los factores de biodisponibilidad ($BioF^2$) y los valores locales de $HC5^3$ para los metales a partir de la información de tres parámetros locales de calidad del agua (pH, concentración de carbono orgánico disuelto y la concentración de Ca).

El enfoque básico de Bio-Met se basa en una gran base de datos con más de 20.000 combinaciones diferentes de parámetros de entrada clave (pH, carbono orgánico disuelto COD y concentraciones de Ca disuelto [Ca]) y los correspondientes cálculos de $HC5$ para varios metales (Ni, Zn, Cu y Pb), utilizando su respectivo BLM validado. La base de datos sirve entonces como tabla de consulta. La fisicoquímica de un sitio de interés se compara con la fisicoquímica de las simulaciones existentes en la tabla de búsqueda. La $HC5$ mínima de las dos entradas de la tabla de búsqueda que "mejor coinciden" se selecciona como la $HC5$ local o específica del lugar.

² *BioF*: Factor de biodisponibilidad. Es la relación entre el valor de 'Referencia $HC5$ ' calculado a partir de los parámetros químicos del agua que reflejan una alta biodisponibilidad ("condiciones de referencia") dividido por el " $HC5$ local", el valor calculado a partir de parámetros químicos del agua de un lugar local. Mediante el uso de un *BioF*, las diferencias en la (bio)disponibilidad se tienen en cuenta mediante ajustes en los datos de control de seguimiento, pero la NCA biodisponible sigue siendo la misma.

³ *HC5*: Es el percentil 5 de la distribución de la sensibilidad de una especie. Este valor, por tanto, protege al 95% de las especies. El *HC5* se utiliza habitualmente como base científica para establecer las NCA.



pulsa en el botón "Calculate" y automáticamente se obtienen los valores correspondientes a las concentraciones biodisponibles para dichos metales en esas muestras, en las columnas señaladas en color rojo.

bio met
Version 5 - June 2019
Samples Processed: 01 / 0

INPUT (MONITORING) DATA								Required	Required	Required	
ID	Sample Name	Sample Number	Date	Measured Copper Conc (dissolved) [µg/L]	Measured Nickel Conc (dissolved) [µg/L]	Measured Zinc Conc (dissolved) [µg/L]	Measured Lead Conc (dissolved) [µg/L]	pH	DOC [mg/L]	Ca [mg/L]	L (d)
1	GN00000431_Rio Tiraafuera enero 2020	1	09/01/2020		4,23			3,9	7,9	6,806	37,38
2	GN00000431_Rio Tiraafuera febrero 2020	2	11/02/2020		2,58			0,88	9	5,342	45,78
3	GN00000431_Rio Tiraafuera marzo 2022	3	10/03/2020		1,8			0,5	8,5	5,161	43,37

Figura 3: Introducción de datos y solicitud de conversión

RESULTS (Nickel) with EQSbioav = 4 µg/L						RESULTS (Zinc) with EQSbioav = 10,9 µg/L						RESULTS (Lead) with EQSbioav = 1,2 µg/L						
Local HCS (dissolved) [µg/L]	BioF	Bioavailable Nickel Conc (µg/L)	RCR	Notes	flag	pH	flag	Ca	Local HCS (dissolved) [µg/L]	BioF	Bioavailable Zinc Conc (µg/L)	RCR	Notes	Local HCS (dissolved) [µg/L]	BioF	Bioavailable Lead Conc (µg/L)	RCR	Notes
11,82	0,4	1,43	0,36						46,77	0,23				17,13	0,07	0,27	0,23	
3,00	0,4	1,15	0,29	Local HCS	pH	is	abo		46,06	0,24				15,67	0,08	0,07	0,06	Local HCS
8,20	0,5	0,88	0,22	Local HCS	pH	is	abo		41,43	0,26				13,82	0,05	0,04	0,04	Local HCS

Figura 4: Obtención de las concentraciones biodisponibles.

3.3. Variables de contorno: pH, Ca y COD

Como se ha comentado, para obtener las concentraciones biodisponibles de una muestra en la que se ha analizado metal disuelto, se necesitan los valores de pH, Ca y COD (carbono orgánico disuelto) para poder realizar la conversión a través de Bio-Met.

Estas variables, que vamos a denominar *variables de contorno*, son características de cada masa de agua y deben estar definidas para cada una de ellas en las que se aplicará la corrección de biodisponibilidad. No son valores puntuales, sino valores asignados a cada masa de agua, por lo tanto, no es necesario determinar concentraciones o valores cada vez que se muestrea para calcular la concentración de metal disuelto.



Para determinar las variables de contorno se utilizarán estadísticos obtenidos de datos de series históricas largas procedentes de la masa de agua. Si no se dispone de ellos podrán extrapolarse mientras no se disponga de series históricas robustas. Los valores asignados pueden confirmarse periódicamente con datos de campo a fin de corregir tendencias.

Los estadísticos recomendados son:

- Para el pH y Ca se puede utilizar un valor medio.
- Para el COD es más correcto la utilización de la mediana (percentil 50), ya que la media aritmética podría representar una sobreestimación.

3.4. Observaciones para el tratamiento de datos con Bio-Met

1. Es muy importante introducir los valores de entrada de los metales como concentraciones de metal disuelto y no total.
2. Para los valores de metal disuelto cuyas concentraciones hayan resultado inferiores al límite de cuantificación, y, cuando resulte necesario convertirlas para tener un valor en concentración biodisponible:
 - Se tomará el valor 0 para las que el LQ sea inferior al 50% de la NCA
 - Se tomará el valor LQ/2 para las que el LQ sea superior al 50% de la NCA
3. Cuando se tenga que realizar conversión masiva de datos, se organizará la información correctamente en filas y columnas para poder trabajar automáticamente en Excel, con los campos correctamente ordenados.
4. Los datos numéricos no permiten caracteres del tipo "<", separación por guiones o espacios, etc.
5. Se debe prestar mucha atención a que los datos introducidos se encuentren expresados en las unidades correspondientes requeridas para cada parámetro. Las unidades requeridas por Bio-met son las mismas que se establecen en NABIA para los parámetros Ni, Pb, pH, COD y Ca.
6. Cada uno de los parámetros tiene unos rangos validados y la herramienta es capaz de realizar cálculos, aunque los valores de entrada se encuentren fuera de ese rango. En ese caso, se indica con una nota en el campo "flag". Los rangos validados son los siguientes:

Tabla 2: Rangos validados en Bio-Met.

Metal	pH	Ca (mg/L)	COD (mg/L)
Zn	5.5-8.5	5-160	0.3-22.9
Ni	6.5-8.2	2.0-88	0.1-30
Cu	6-8.5	3.1-129	0.1-30



Metal	pH	Ca (mg/L)	COD (mg/L)
Pb	6.3-8.4	3.6-204	0.4-27.3

Con respecto al límite superior para el Ca, hay que tener en cuenta que está comprobado que, llegado a un punto de concentración de Ca, aunque existan mayores concentraciones de metal no se traducen en la disminución de la biodisponibilidad del metal, por lo que las predicciones siguen siendo fiables en aguas duras.

3.5. Requerimientos específicos para la toma de muestra y análisis

En el presente apartado nos referimos a los requerimientos que son necesarios para la toma de muestras y análisis de las sustancias prioritarias Pb y Ni, que son las que actualmente tienen valor de NCA expresada como biodisponible, así como de los parámetros denominados factores de contorno: Ca, pH y COD, necesarios para la transformación de los valores disueltos de dichos metales.

Debido a la naturaleza de los parámetros de contorno, no resulta necesario el análisis de éstos para cada una de las muestras en las que se analice el metal disuelto; por ello, se podrán utilizar aproximaciones, ya sea por tratamiento estadístico de datos históricos, reducción de frecuencias o extrapolación de datos.

3.6. Selección de masas/puntos de muestreo

La toma de muestras de los metales Pb y Ni responderá al diseño de los programas de seguimiento vigilancia y operativo de las distintas demarcaciones hidrográficas y se realizará en aquellas masas que pertenezcan a dichos programas de seguimiento.

La toma de muestras de los parámetros denominados *factores de contorno* (Ca, pH y COD) sólo resultará necesaria en aquellas masas en las que sea previsible la necesidad de transformar los valores disueltos en concentraciones biodisponibles (es decir, haya constancia de presencia del metal y sea necesaria su conversión para evaluar el cumplimiento de la NCA), y no se disponga de datos suficientes para poder realizar la conversión a partir de estos.

3.7. Frecuencia de muestreo

Para la toma de muestras del Pb y el Ni, la toma será mensual por tratarse de sustancias prioritarias.



Para los parámetros Ca, pH y COD, dependerá de la disponibilidad de datos históricos para las masas en las que se requiera la información, así como la disponibilidad de medios de la demarcación hidrográfica. Las frecuencias podrán ser menores.

4. Caso práctico de aplicación de Bio-Met

4.1. Incorporación de la concentración biodisponible en ApNABIA

A continuación, se expone cómo evaluamos las sustancias Pb y Ni a través de la nueva ApNABIA (aplicación de evaluación de estado) adaptada para incorporar la fracción biodisponible de los metales.

Recordemos que la aplicación trabaja a partir de la base de datos en formato FIC compatible con NABIA. Hasta la fecha para estos dos metales existía un único parámetro correspondiente a cada uno de ellos para la matriz agua:

Tabla 3: Parámetros para Ni y Pb disueltos en FIC

COD_PARAMETRO	ID_MATRIZ	NOMBRE	ID_UNIDAD	UNIDAD	CAS
NI	1	NIQUEL	8	µg/l	7440-02-0
PB	1	PLOMO	8	µg/l	7439-92-1

Se han creado 2 nuevos parámetros en NABIA para poder distinguir y trabajar de manera diferenciada entre las concentraciones disueltas del metal y las expresadas en concentración biodisponible:

Tabla 4: Nuevos parámetros para Ni y Pb biodisponibles (datos de alta en 2022).

COD_PARAMETRO	ID_MATRIZ	NOMBRE	ID_UNIDAD	UNIDAD	CAS
NI-BIOD	1	NIQUEL BIODISPONIBLE	8	µg/l	7440-02-0
PB-BIOD	1	PLOMO BIODISPONIBLE	8	µg/l	7439-92-1

Es necesario señalar que no es imprescindible cargar en el FIC los valores transformados a concentración biodisponible de todas las muestras de metal disuelto que se realicen, pero sería conveniente hacerlo para aquellas muestras en las que vayamos a tener sospecha de que pudiera haber un incumplimiento, para asegurarnos de realizar correctamente la



evaluación. Por tanto, sí será necesario para todos aquellos casos en los que haya una superación de la concentración de metal disuelto sobre la NCA expresada como concentración biodisponible, ya que en estos casos se podría estar incumpliendo la NCA y será necesario realizar la evaluación con la concentración transformada a biodisponible.

4.2. Cálculo Ni biodisponible

Los datos de partida son del año 2020 procedentes del punto de muestreo JU08460017 (Embalse de Tibi, presa, CH Júcar).

Tabla 5: Datos de partida de Ni disuelto y valores de contorno, para conversión a biodisponible.

COD_PUNTO_MUESTREO	F_MUESTREO	COD_PARAMETRO	VALOR_PARAMETRO	LQ
JU08460017	20-feb-20	NI	17,4	0,5
JU08460017	20-feb-20	PHSITU	7,96	2
JU08460017	12-mar-20	NI	16,2	0,5
JU08460017	12-mar-20	PHSITU	8,19	2
JU08460017	27-abr-20	NI	42,4	0,5
JU08460017	27-abr-20	PHSITU	8,35	2
JU08460017	21-may-20	NI	16	0,5
JU08460017	21-may-20	PHSITU	8	2
JU08460017	30-jun-20	CA	247	0,25
JU08460017	30-jun-20	COD	7,4	3
JU08460017	30-jun-20	NI	16	0,5
JU08460017	30-jun-20	PHSITU	8,31	2
JU08460017	27-jul-20	NI	52	0,5
JU08460017	27-jul-20	PHSITU	8,05	2
JU08460017	24-ago-20	NI	8,2	0,5
JU08460017	24-ago-20	PHSITU	7,75	2
JU08460017	23-sep-20	CA	320	0,25
JU08460017	23-sep-20	COD	6,9	3
JU08460017	23-sep-20	NI	11,7	0,5
JU08460017	23-sep-20	PHSITU	7,85	2
JU08460017	23-sep-20	PHSITU	7,95	2
JU08460017	26-oct-20	NI	43,1	0,5
JU08460017	26-oct-20	PHSITU	8,5	2
JU08460017	24-nov-20	NI	11,8	0,5
JU08460017	24-nov-20	PHSITU	8,4	2
JU08460017	03-dic-20	CA	335	0,5
JU08460017	03-dic-20	COD	5,5	1
JU08460017	03-dic-20	NI	12,8	0,5
JU08460017	03-dic-20	PHSITU	7,55	2
JU08460017	03-dic-20	PHSITU	7,63	2

Nota: para el pH tomamos los datos de superficie ya que hay perfil longitudinal



Entre los datos de partida, tenemos 11 muestras en las que se ha medido el Niquel disuelto y se han tomado valores de pH para todas las muestras. Sin embargo, para el Ca tenemos 3 determinaciones en el año y para COD otras tres. Como se expone en el apartado 3.3. podemos utilizar:

- Para el Ca, el valor medio (color azul)
- Para el COD, la mediana (color verde)

Por tanto, tenemos los siguientes valores para trasladar a Bio-Met:

Tabla 6: Valores de Ni disuelto y valores de contorno para Bio-Met

PM	FECHA	VALOR NI	PH	DOC	CA
JU08460017	20-feb-20	17,4	7,76	6,9	300,7
JU08460017	12-mar-20	16,2	8,19	6,9	300,7
JU08460017	27-abr-20	42,4	8,35	6,9	300,7
JU08460017	21-may-20	16	8	6,9	300,7
JU08460017	30-jun-20	16	8,31	7,4	247
JU08460017	27-jul-20	52	8,05	6,9	300,7
JU08460017	24-ago-20	8,2	7,75	6,9	300,7
JU08460017	23-sep-20	11,7	7,85	6,9	320
JU08460017	26-oct-20	43,1	8,5	6,9	300,7
JU08460017	24-nov-20	11,8	8,4	6,9	300,7
JU08460017	03-dic-20	12,8	7,55	5,5	335

En la siguiente tabla se muestran los resultados obtenidos de concentración biodisponible en a Bio-Met:

Tabla 7: Resultados de la conversión de Ni disuelto a Ni biodisponible en el ejemplo y comparativa

PM	FECHA	VALOR NI (disuelto)	NI (biodisponible) Bio-Met
JU08460017	20-feb-20	17,4	5,03
JU08460017	12-mar-20	16,2	6,07
JU08460017	27-abr-20	42,4	15,90
JU08460017	21-may-20	16	5,49
JU08460017	30-jun-20	16	5,69
JU08460017	27-jul-20	52	18,92
JU08460017	24-ago-20	8,2	2,37
JU08460017	23-sep-20	11,7	3,68



PM	FECHA	VALOR NI (disuelto)	NI (biodisponible) Bio-Met
JU08460017	26-oct-20	43,1	16,16
JU08460017	24-nov-20	11,8	4,42
JU08460017	03-dic-20	12,8	3,79
	Media	22,5	8,0
	Máximo	52	n.a.

4.3. Evaluación del estado con Ni disuelto

Partiendo de la concentración Ni disuelto del apartado 4.2 se obtiene el siguiente resultado de estado en la primera versión de la herramienta ApNABIA:

PRIORITARIAS	MA	CM	LQ	NCA-MA	NCA-CMA	CUMPLIMIENTO NCA-MA	CUMPLIMIENTO NCA-CMA	EXCEPCIÓN
Nº 1-Alacloro (µg/L)	0,0005	<0,001	0,001	0,3	0,7	BUENO	BUENO	
Nº 3-Atrazina (µg/L)	0,00114	0,0043	0,001	0,6	2	BUENO	BUENO	
Nº 4-Benceno (µg/L)	0,17727	<0,001	0,5	10	50	BUENO	BUENO	
Nº 8-Clorfeninfos (µg/L)	0,0005	<0,001	0,001	0,1	0,3	BUENO	BUENO	
Nº 9-Clorpirinfos (µg/L)	0,00071	0,0029	0,001	0,03	0,1	BUENO	BUENO	
Nº 10-1,2-Dicloroetano (µg/L)	0,40909	<1	1	10		BUENO	NO APLICA	
Nº 11-Diclorometano (µg/L)	2,5	<5	5	20		BUENO	NO APLICA	
Nº 13-Diurón (µg/L)	0,00693	0,0209	0,001	0,2	1,8	BUENO	BUENO	
Nº 15-Fluoranteno (µg/L)	0,001	<0,002	0,002	0,0063	0,12	BUENO	BUENO	
Nº 19-Isoproturón (µg/L)	0,0005	<0,001	0,001	0,3	1	BUENO	BUENO	
Nº 20-Plomo (µg/L)	1,12545	6,8	0,5	1,2	14	BUENO	BUENO	
Nº 22-Naftaleno (µg/L)	0,25	<0,5	0,5	2	130	BUENO	BUENO	
Nº 23-Niquel (µg/L)	22,50909	52	0,5	4	34	NO ALCANZA EL BUEN ESTADO	NO ALCANZA EL BUEN ESTADO	
Nº 25-Octilfenoles (µg/L)				0,1	0,01	SIN DATOS	SIN DATOS	CONCENTRACION BIODISPONIBLE

Figura 5: Resultado del cumplimiento de la NCA-MA del Ni sin corrección de biodisponibilidad

Los datos son de 2020, por lo tanto, son de aplicación los valores revisados:

- NCA-MA biodisponible de 4 µg/L
- NCA-CMA es 34 µg/L

Con la concentración de Ni disuelto, ApNABIA da como resultado:

- Valor medio (campo denominado MA): 22,5 µg/L > NCA-MA
- Concentración máxima (campo denominado CM): 52 µg/L > NCA-CMA



Comparando los cálculos efectuados con la NCA revisada, se superarían ambas NCA y la evaluación para este parámetro resulta *No Alcanza el Buen Estado* (ver recuadro rojo). Obsérvese que el campo "excepción" está activado para recordarnos que es posible aplicar la corrección de biodisponibilidad a los valores calculados.

Cuando se calcule el Ni biodisponible podrá suceder:

- A) Se superan los valores de NCA, la evaluación sería la misma
- B) No se supera: se puede "excepcionar" el parámetro para que no se tuviera en cuenta el incumplimiento en la evaluación global.

Ni (µg/L)	C _D	C _B	NCA
MA	22,5	8	7
CMA	52	No aplica	34

4.4. Evaluación del estado con corrección de la biodisponibilidad

En la versión revisada ApNABIA, la evaluación de la NCA del Ni y del Pb se puede realizar directamente sobre los nuevos parámetros de metal biodisponibles si éstos han sido cargados en la base de datos original.

Pueden darse las siguientes situaciones:

- A)** No hay datos de metal biodisponible cargados en la BD.

Ejemplo 1. La evaluación con metal disuelto supera la NCA-CMA.

Ejemplo 2. La evaluación con metal disuelto supera la NCA-MA, pero no la NCA-CMA.

Ejemplo 3. La evaluación con metal disuelto cumple las NCA.

- B)** Hay datos de metal biodisponible cargados en la BD. **Ejemplo 4.**

- A) No hay datos de metal biodisponible cargados en la BD

Ejemplo 1. La evaluación con metal disuelto supera la NCA-CMA



Partiendo del ejemplo del apartado anterior y antes de incluir los datos obtenidos en Bio-Met de las concentraciones biodisponibles en la BD, al realizar la evaluación para esa masa con la versión revisada, la aplicación se comporta así:

APLICACIÓN PARA LA EVALUACIÓN DEL ESTADO DE LAS AGUAS SUPERFICIALES. ESTADO QUÍMICO

MASAS DE AGUA: ES080MSPF30-02 Embalse de Tibi

NATURALEZA MASA: MUY MODIFICADA TIPO: E-T10 MONOMÓTICO, CALCÁREO DE ZONAS NO HÚMEDAS, PERTENECIENTES A RÍOS DE CABECERA Y TRAMOS ALTOS.

CATEGORÍA: EMBALSES RIESGO: #¿Nomb DATOS TOMADOS DESDE: HASTA AÑO 2020

Prioritarias: Prioritaria Peligrosa Otros contaminantes Biota

PRIORITARIAS	MA	CM	LQ	NCA-MA	NCA-CMA	CUMPLIMIENTO NCA-MA	CUMPLIMIENTO NCA-CMA	EXCEPCIÓN
Nº 1-Alacloro (µg/L)	0,0005	<0,001	0,001	0,3	0,7	Consulta datos y LQ	BUENO	
Nº 3-Atrazina (µg/L)	0,00114	0,0043	0,001	0,6	2	Consulta datos y LQ	BUENO	
Nº 4-Benceno (µg/L)	0,17727	<0,001	0,5	10	50	Consulta datos y LQ	BUENO	
Nº 8-Clorfenvinfos (µg/L)	0,0005	<0,001	0,001	0,1	0,3	Consulta datos y LQ	BUENO	
Nº 9-Clorpirifos (µg/L)	0,00071	0,0029	0,001	0,03	0,1	Consulta datos y LQ	BUENO	
Nº 10-1,2-Dicloroetano (µg/L)	0,40909	<1	1	10		Consulta datos y LQ	BUENO	NO APLICA
Nº 11-Diclorometano (µg/L)	2,5	<5	5	20		Consulta datos y LQ	BUENO	NO APLICA
Nº 13-Diurón (µg/L)	0,00693	0,0209	0,001	0,2	1,8	Consulta datos y LQ	BUENO	
Nº 15-Fluoranteno (µg/L)	0,001	<0,002	0,002	0,0063	0,12	Consulta datos y LQ	BUENO	
Nº 19-Isoproturón (µg/L)	0,0005	<0,001	0,001	0,3	1	Consulta datos y LQ	BUENO	
Nº 20-Plomo (µg/L)	1,12545	6,8	0,5		14	Consulta datos y LQ		BUENO
Plomo biodisponible (µg/L)				1,2		Consulta datos y LQ	BUENO	
Nº 22-Naftaleno (µg/L)	0,25	<0,5	0,5	2	130	Consulta datos y LQ	BUENO	
Nº 23-Níquel (µg/L)	22,50909	52	0,5		34	Consulta datos y LQ	NO ALCANZA EL BUEN ESTADO*	NO ALCANZA EL BUEN ESTADO
Níquel biodisponible (µg/L)				4		Consulta datos y LQ	SIN DATOS	
Nº 25-Octilfenoles (µg/L)				0,1		Consulta datos y LQ	SIN DATOS	SIN DATOS

Figura 10: Evaluación de la NCA-MA y NCA-CMA a partir de Ni disuelto

Tal como se observa en la Figura anterior, ApNABIA ha incluido 2 filas nuevas, una para el Ni biodisponible y la otra para el Pb biodisponible ambas de los metales disueltos correspondientes. Dado que no hay datos, aparece una fila vacía y la evaluación se hace a partir del metal disuelto.

Ni (µg/L)	C _D	C _B	NCA
MA	22,5	8	4
CMA	52	No aplica	34

En este caso, el resultado de la evaluación de estado es que *No Alcanza el Buen Estado*. Al superar la NCA-CMA, no hay posibilidad de excepción ni es necesaria ninguna comprobación adicional.

Ejemplo 2. La evaluación con metal disuelto supera la NCA-MA, pero no la NCA-CMA.

Veamos un ejemplo real con datos del año 2020 para el punto de muestreo DU03990001 (Río Zarpadiel en Medina del Campo, DH del Duero).

Tabla 8. Datos del Níquel disuelto y variables de contorno (ejemplo 2)



COD_PUNTO_MUESTREO	F_MUESTREO	COD_PARAMETRO	VALOR_PARAMETRO	LQ
DU03990001	20-ene-20	PHSITU	8,1	1
DU03990001	20-ene-20	NI	9,7	0,8
DU03990001	20-ene-20	COD	7,4	2
DU03990001	20-ene-20	CA	82	1,25
DU03990001	20-feb-20	PHSITU	7,8	1
DU03990001	20-feb-20	NI	5,2	0,8
DU03990001	09-mar-20	PHSITU	7,8	1
DU03990001	09-mar-20	NI	4,9	0,8
DU03990001	13-abr-20	PHSITU	7,6	1
DU03990001	13-abr-20	NI	4,8	0,8
DU03990001	13-abr-20	COD	5,6	2
DU03990001	24-abr-20	PHSITU	7,77	2
DU03990001	27-may-20	PHSITU	7,8	1
DU03990001	27-may-20	NI	3,1	0,8
DU03990001	22-jun-20	PHSITU	7,8	1
DU03990001	22-jun-20	NI	3,1	0,8
DU03990001	02-jul-20	PHSITU	8	1
DU03990001	02-jul-20	NI	3,6	0,8
DU03990001	02-jul-20	COD	6,3	2
DU03990001	02-jul-20	CA	91	1,25
DU03990001	21-ago-20	PHSITU	7,9	1
DU03990001	21-ago-20	NI	4,1	0,8
DU03990001	14-sep-20	PHSITU	8	1
DU03990001	14-sep-20	NI	3,2	0,8
DU03990001	13-oct-20	PHSITU	8,1	1
DU03990001	13-oct-20	NI	4,7	0,8
DU03990001	13-oct-20	COD	8,1	2
DU03990001	13-nov-20	PHSITU	7,8	1
DU03990001	13-nov-20	NI	6,1	0,8
DU03990001	14-dic-20	PHSITU	8,1	1
DU03990001	14-dic-20	NI	5,4	0,8

A partir de estos datos de metal disuelto, la CM anual es 9,7 µg/L de Ni, lo cual cumple la NCA-CMA (34 µg/L) y el valor medio calculado resulta de 4,825 µg/L que en este caso supera la NCA-MA de 4 µg/L.

Cuando consultamos la evaluación del estado, ApNABIA nos marca en color rojo que no se alcanza el buen estado para el Ni pero nos manda un mensaje de aviso para recordarnos que es necesario convertir los datos a concentración biodisponible y volver a



evaluar la masa. En este caso, se activa la casilla de excepción, para poder tener en cuenta la biodisponibilidad.

APLICACIÓN PARA LA EVALUACIÓN DEL ESTADO DE LAS AGUAS SUPERFICIALES. ESTADO QUÍMICO

MASAS DE AGUA: ES020MSPF00000473 Río Zapardiel 3

NATURALEZA MASA: MUY MODIFICADA TIPO: R-T04 RÍOS MINERALIZADOS DE LA MESETA NORTE

CATEGORÍA: RÍOS RIESGO: #2Nomb DATOS TOMADOS DESDE: HASTA AÑO 2020

Prioritarias: Prioritaria Peligrosa Otros contaminantes Biota

PRIORITARIAS	MA	CM	LQ	NCA-MA	NCA-CMA	CUMPLIMIENTO NCA-MA	CUMPLIMIENTO NCA-CMA	EXCEPCIÓN
Nº 1-Álcaloro (µg/L)	0,00135	<0,005	0,005	0,3	0,7	BUENO	BUENO	
Nº 3-Atrazina (µg/L)	0,02708	<0,1	0,1	0,6		BUENO	BUENO	
Nº 4-Benceno (µg/L)	0,5	<0,005	1	10		BUENO	BUENO	
Nº 8-Clorfenvinfos (µg/L)	0,01354	<0,05	0,05	0,1		BUENO	BUENO	
Nº 9-Clorpirifós (µg/L)	0,01354	<0,05	0,05	0,03		BUENO	BUENO	
Nº 10-1,2-Dicloroetano (µg/L)	0,5	<1	1	10		NO APLICA	NO APLICA	
Nº 11-Diclorometano (µg/L)	0,5	<1	1	20		NO APLICA	NO APLICA	
Nº 13-Diurón (µg/L)	0,01041	<0,05	0,05	0,2	1,8	BUENO	BUENO	
Nº 15-Fluoranteno (µg/L)	0,00135	<0,005	0,005	0,0063	0,12	BUENO	BUENO	
Nº 19-Isoproturón (µg/L)	0,01041	<0,05	0,05	0,3	1	BUENO	BUENO	
Nº 20-Plomo (µg/L)	0,16333	0,31	0,3		14	BUENO	BUENO	
Plomo biodisponible (µg/L)				1,2		BUENO	BUENO	
Nº 22-Naftaleno (µg/L)	0,02708	<0,1	0,1	2	130	BUENO	BUENO	
Nº 23-Níquel (µg/L)	4,825	9,7	0,8		34	NO ALCANZA EL BUEN ESTADO*	BUENO	
Níquel biodisponible (µg/L)				4		SIN DATOS	SIN DATOS	
Nº 25-Octilfenoles (µg/L)				0,1		SIN DATOS	SIN DATOS	

La NCA del Níquel se refiere a concentración biodisponible. Es necesario cargar datos de NIQUEL BIODISPONIBLE en la base de datos y volver a evaluar la masa.

Atención: NO ALCANZA EL BUEN ESTADO*

Figura 11: Mensaje de aviso para informar de que es necesario cargar los valores de metal biodisponible. La excepción se activa para considerar la biodisponibilidad

Este es el único caso en el que resultaría imprescindible realizar la transformación a C_B para poder determinar si se trata de un incumplimiento.

A partir de aquí, recurriríamos a Bio-met igual que en el ejemplo del apartado 4.2 y los resultados serían los siguientes, utilizando los siguientes valores de contorno (COD con la mediana y CA con la media):

Tabla 9. Datos del Níquel disuelto y variables de contorno para Bio-Met (ejemplo 2)

PM	FECHA	VALOR NI	PH	COD	CA
DU03990001	20-ene-20	9,7	8,1	7,4	82
DU03990001	20-feb-20	5,2	7,8	6,85	86,5
DU03990001	09-mar-20	4,9	7,8	6,85	86,5
DU03990001	13-abr-20	4,8	7,6	5,6	86,5
DU03990001	27-may-20	3,1	7,8	6,85	86,5
DU03990001	22-jun-20	3,1	7,8	6,85	86,5
DU03990001	02-jul-20	3,6	8	6,3	91



PM	FECHA	VALOR NI	PH	COD	CA
DU03990001	21-ago-20	4,1	7,9	6,85	86,5
DU03990001	14-sep-20	3,2	8	6,85	86,5
DU03990001	13-oct-20	4,7	8,1	8,1	86,5
DU03990001	13-nov-20	6,1	7,8	6,85	86,5
DU03990001	14-dic-20	5,4	8,1	6,85	86,5

Una vez trasladados estos datos a Bio-met obtenemos los siguientes valores:

Tabla 10: Resultados de la conversión de Ni disuelto a Ni biodisponible y comparativa (ejemplo 2)

PM	FECHA	VALOR NI (disuelto)	NI (biodisponible) Bio-Met
DU03990001	20-ene-20	9,7	3,45
DU03990001	20-feb-20	5,2	1,50
DU03990001	09-mar-20	4,9	1,42
DU03990001	13-abr-20	4,8	1,42
DU03990001	27-may-20	3,1	0,90
DU03990001	22-jun-20	3,1	0,90
DU03990001	02-jul-20	3,6	1,31
DU03990001	21-ago-20	4,1	1,29
DU03990001	14-sep-20	3,2	1,10
DU03990001	13-oct-20	4,7	1,57
DU03990001	13-nov-20	6,1	1,76
DU03990001	14-dic-20	5,4	2,02
	Media	4,825	1,55
	Máximo	9,7	n.a.

Al calcular el valor medio a partir de la C_B , obtenemos 1,55 $\mu\text{g/L}$, que ahora sí cumple la NCA- MA_B de 4 $\mu\text{g/L}$ por lo que en ApNABIA podríamos excepcionar el Ni disuelto en la evaluación.

Los siguientes pasos consistirían en cargar en la BD los datos de C_B y volver a realizar la evaluación.

Ejemplo 3. La evaluación con metal disuelto cumple las NCA.

En los casos en los que en la evaluación a través de las concentraciones de metal disuelto cumplan incluso las NCA biodisponibles, la evaluación del cumplimiento para la NCA



resultará *Bueno*, no es necesaria ninguna comprobación adicional y la evaluación para la sustancia será *Bueno*.

En estos casos, al no existir datos de concentración biodisponible no se pueden calcular valores máximos ni la media para los biodisponibles; no obstante, la aplicación los calcula para los metales disueltos y la evaluación resulta ser *Bueno* en ambos casos (ya que no se supera ninguna NCA).

Veamos un ejemplo para el Pb y la masa de agua Embalse Puente de la Cerrada de la DH del Guadalquivir en 2020:

Tabla 11: Datos de Pb disuelto (ejemplo 3)

COD_PUNTO_MUESTREO	F_MUESTREO	COD_PARAMETRO	VALOR_PARAMETRO	LQ
GV10117-O	12-mar-20	PB	0	0,5
GV10117-O	22-abr-20	PB	0	0,36
GV10117-O	10-jun-20	PB	0	0,36
GV10117-O	28-sep-20	PB	0	0,36
GV10117-O	22-oct-20	PB	0	0,36
GV10117-O	16-dic-20	PB	0	0,36
GV10117-O	05-ago-20	PB	0,5	0,36
GV10117-O	12-may-20	PB	1,3	0,36

Pb (µg/L)	C _D	C _B	NCA
MA	0,38	Innecesario	1,2
CMA	0,50	No aplica	14

La aplicación de evaluación de estado calcula la media y la máxima de los valores que muestra para el Pb disuelto. Como ninguno supera las NCA, el resultado de la evaluación es bueno para ambos y no resulta necesario cargar los datos de Pb biodisponible:

APLICACIÓN PARA LA EVALUACIÓN DEL ESTADO DE LAS AGUAS SUPERFICIALES. ESTADO QUÍMICO

MASAS DE AGUA: ES050MSPF011100050 Embalse Puente de la Cerrada

NATURALEZA MASA: MUY MODIFICADA TIPO: E-T11 MONOMÍCTICO, SILÍCEO DE ZONAS NO HÚMEDAS, PERTENECIENTES A RÍOS DE LA RED PRINCIPAL.

CATEGORÍA: EMBALSES RIESGO: #¿Nomb DATOS TOMADOS DESDE: AÑO 2020

PRIORITARIAS	MA	CM	LQ	NCA-MA	NCA-CMA	CUMPLIMIENTO NCA-MA	CUMPLIMIENTO NCA-CMA	EXCEPCIÓN
Nº 19-Isoproturón (µg/L)	0,00443	<0,01	0,01	0,3	1	BUENO	BUENO	
Nº 20-Plomo (µg/L)	0,36875	1,3	0,5	1,2	14	BUENO	BUENO	
Plomo biodisponible (µg/L)				1,2		BUENO		

Figura 6: Evaluación con metal disuelto que cumple NCA-MA_B y NCA-CMA (ejemplo 3)



B) Hay datos de metal biodisponible cargados en la BD

Ejemplo 4.

Cuando existan datos de metal biodisponible cargados en el FIC, la aplicación evalúa directamente la NCA-MA_B a partir de éstos, mientras que la NCA-C_DMA la sigue evaluando a partir de las concentraciones de metal disuelto.

A continuación se muestra un ejemplo de la DH del Guadalquivir en la que se han cargado los datos de Pb disuelto y Pb biodisponible:

Tabla 22: Ejemplo 4. Datos de Pb disuelto y Pb biodisponible (ejemplo 4)

COD_PUNTO_MUESTREO	F_MUESTREO	COD_PARAMETRO	VALOR_PARAMETRO	LQ
GV09610002	09-mar-20	PB	1,98	0,5
GV09610002	13-abr-20	PB	2,35	0,5
GV09610002	27-may-20	PB	0	0,36
GV09610002	22-jun-20	PB	0,69	0,5
GV09610002	07-jul-20	PB	2,6	0,5
GV09610002	03-ago-20	PB	0,72	0,5
GV09610002	10-sep-20	PB	0,74	0,5
GV09610002	01-oct-20	PB	1,33	0,5
GV09610002	19-nov-20	PB	0	0,5
GV09610002	15-dic-20	PB	2,01	0,5
GV09610002	09-mar-20	PB-BIOD	0,10725856	0
GV09610002	13-abr-20	PB-BIOD	0,14938676	0
GV09610002	27-may-20	PB-BIOD	0	0
GV09610002	22-jun-20	PB-BIOD	0,03538081	0
GV09610002	07-jul-20	PB-BIOD	0,17211589	0
GV09610002	03-ago-20	PB-BIOD	0,04735261	0
GV09610002	10-sep-20	PB-BIOD	0,04866796	0
GV09610002	01-oct-20	PB-BIOD	0,08632667	0
GV09610002	19-nov-20	PB-BIOD	0	0
GV09610002	15-dic-20	PB-BIOD	0,13305882	0

La C_D máxima es de 2,6 µg/L, que cumple la NCA-CMA de 14 µg/L. El valor medio calculado para la concentración de metal disuelto resultaría 1,285 µg/L, que sería superior a la NCA-MA biodisponible de 1,2 µg/L. Sin embargo, con los valores de concentración biodisponible, el valor medio resulta 0,07795 µg/L.

Al tener datos de metal biodisponible, la NCA-MA se evalúa con éste, por lo que la aplicación calcula los valores de media y máxima en su fila correspondiente y la evaluación



resulta *Bueno* para el Pb biodisponible; por su parte, para el Pb disuelto realiza los cálculos de media y máxima y la evaluación resulta *Bueno* para la NCA-CMA.

Pb (µg/L)	C _D	C _B	NCA
MA	11,43	0,72	1,2
CMA	24,2	No aplica	14

APLICACIÓN PARA LA EVALUACIÓN DEL ESTADO DE LAS AGUAS SUPERFICIALES. ESTADO QUÍMICO

MASAS DE AGUA: ES050MSPF011100083 Río Crispinejo aguas abajo de la presa del Agrio hasta el río Guadamar

NATURALEZA MASA: MUY MODIFICADA TIPO: R-T19 RÍO TINTO

CATEGORÍA: RIOS RIESGO: #¿Nomb DATOS TOMADOS DESDE: HASTA AÑO 2020

Prioritarias Prioritaria Peligrosa Otros contaminantes Biota

Contaminante	Valor	Clase	Resultado			
Nº 15-Fluoranteno (µg/L)	0,0063	0,12	SIN DATOS			
Nº 19-Isoproturón (µg/L)	0,03042	0,08	0,02	0,3	1	BUENO
Nº 20-Plomo (µg/L)	2,6	0,5	14	BUENO		
Plomo biodisponible (µg/L)	0,07795	1,2	BUENO			

Figura 7: Evaluación a partir de la concentración biodisponible (ejemplo 4)

En el caso de que la evaluación resulte *No Alcanza el Buen Estado* no hay posibilidad de excepcionar.

4.5. Integración de ambas herramientas

Una vez expuestos los fundamentos y el funcionamiento de Bio-Met y la aplicación de evaluación de estado químico, y, teniendo en cuenta que no son herramientas integrables, a continuación se muestra el procedimiento a la hora de realizar una evaluación de estado químico, en el caso de que los datos de partida sean de metal disuelto.

El esquema sería el siguiente:

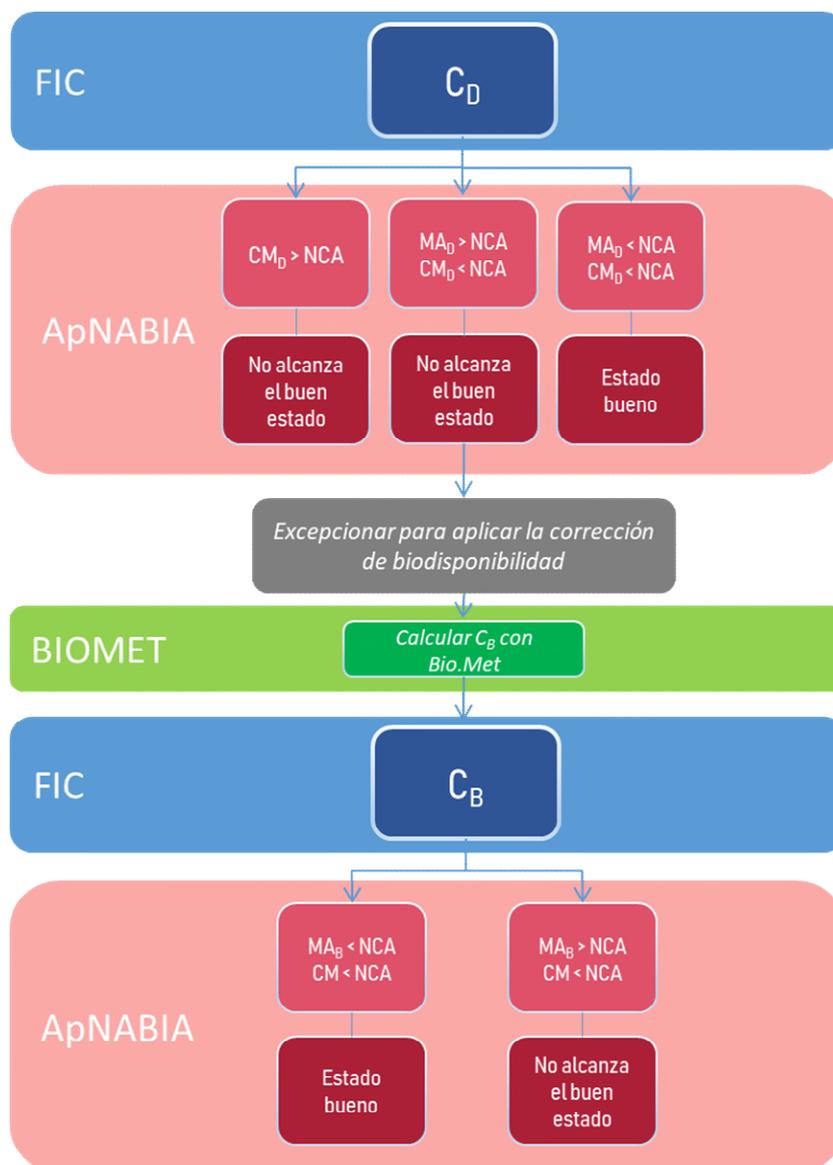


Figura 14. Esquema del proceso de evaluación del estado químico a través de ApNABIA y con soporte externo de Bio-Met.

A continuación se resumen los pasos a seguir, partiendo de los datos del FIC con C_D para **una masa determinada**:

- 1.º Realizar una evaluación de estado con la versión revisada de la aplicación ApNABIA.
- 2.º En el caso de que la C_D máxima no supere ninguna NCA, el resultado de la evaluación es *Bueno* y no es necesario realizar ninguna comprobación adicional.
- 3.º Si la C_D máxima supera la NCA-CMA, el resultado de la evaluación es que *No Alcanza el Buen Estado* y no es necesario realizar ninguna comprobación adicional.



- 4.º En el caso de encontrar superación de NCA-MA con metal disuelto, la aplicación asigna que *No Alcanza el Buen Estado*, aunque informa de que hay que convertirlo a biodisponible y deja abierta la posibilidad de excepcionar el parámetro de metal disuelto.
- 5.º Revisar y comprobar que existen suficientes datos para esa masa de agua de las variables de contorno pH, Ca y COD para poder hacer la conversión. A este respecto, si se tienen valores puntuales, se cargarán en Bio-Met. Si no se tienen, habrá que cargar los datos estadísticos de los que se disponga según lo expuesto en el apartado 3.3.
- 6.º Cargar los resultados de metal biodisponible en el FIC (Tablas FIC_MUESTREOS_MUESTRAS y FIC_RESULTADOS_FQ) a través de los nuevos parámetros NI-BIOD y PB-BIOD.
- 7.º Realizar una segunda evaluación de estado con ApNABIA a partir del nuevo FIC y comprobación del resultado final.
- 8.º Revisión de casos particulares e interpretación de los resultados.

Si se realiza una **evaluación completa de todas las masas de agua** partiendo de datos de C_D se pueden realizar los siguientes pasos para cribar los casos en los que es preciso utilizar Bio-met sin necesidad de revisar una a una cada masa de agua:

- 1º Realizar una evaluación de estado con la versión revisada de la aplicación ApNABIA.
- 2º Exportar el resultado de la evaluación (en "Exportar Excel" opción "Exportar Estado Químico") y después filtrar los campos denominados "NI_NCA" y "PB_NCA" por "no alcanza el buen estado".
- 3º Comprobar esos casos y definir en cuales se debe a la superación de la NCA-MA.

A partir de aquí, se repiten los pasos 5º, 6º, 7º y 8º anteriores.

5. Conclusiones

- La biodisponibilidad se refiere a una combinación entre los factores físico-químicos que repercuten en el comportamiento de los metales disueltos en el agua y la naturaleza del receptor biológico y es importante tener en cuenta porque sólo una parte de metal disuelto es potencialmente biodisponible.



- La evaluación del estado químico para las sustancias Pb y Ni, que tienen expresada su NCA_MA en concentración biodisponible, requiere de una conversión específica para transformar la concentración de metal disuelto en forma biodisponible.
- Se propone como herramienta de transformación Bio-Met, en formato Excel, que precisa datos de partida de metal disuelto así como de variables de contorno pH, Ca y COD.
- En la presente NT se recogen aspectos concretos tanto del manejo de Bio-Met, de la aplicación para la evaluación de estado químico, que ha sido revisada específicamente para tener en cuenta las especificidades derivadas de la biodisponibilidad y de la relación entre ambas.
- Se indican también una serie de aspectos a tener en cuenta en la selección de masas y puntos de muestreo en el diseño de la toma de muestras de las variables de contorno así como en la frecuencia.
- Con la presente NT se intenta esclarecer el manejo de ambas herramientas y aclarar cuestiones específicas sobre su manejo a través de diferentes casos prácticos.