



PROTOCOLO DE CARACTERIZACIÓN DE HIDROMORFOLOGÍA LACUSTRE

L-HMF-2024



GOBIERNO
DE ESPAÑA

VICEPRESIDENCIA
TERCERA DEL GOBIERNO

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

PROTOCOLO DE CARACTERIZACIÓN DE HIDROMORFOLOGÍA LACUSTRE

L-HMF-2024



Julio, 2024



Aviso legal: los contenidos de esta publicación podrán ser reutilizados, citando la fuente y la fecha en su caso, de la última actualización.

Este documento pertenece a una serie de protocolos 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.

Dirección y coordinación de los trabajos:

Paloma Crespo Iniesta

Juan Aláñez Rodríguez

Elaboración y redacción:

Pablo Jaímez Cuéllar (Biotecnología y Medioambiente SL)

Julio Luzón Ortega (Biotecnología y Medioambiente SL)

Yaiza Luque Martínez (TRAGSATEC)

Con el apoyo de:

Mario Suárez Rodríguez (TRAGSATEC)

Miguel Ángel García Fernández (TRAGSATEC)

María José Checa Alonso (TRAGSATEC)

Elena Reoyos González (TRAGSATEC)

Colaboradores:

Este Protocolo no se hubiera realizado sin la inestimable colaboración de los técnicos de las distintas Confederaciones Hidrográficas, Organismos equivalentes de las cuencas intracomunitarias y Centro de estudios hidrográficos (CEDEX) a los que agradecemos sus valiosas aportaciones.



MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO

Edita:

© Ministerio de la Transición Ecológica y el Reto Demográfico

Secretaría General Técnica

Centro de Publicaciones

Diseño y maquetación: Tragsatec. Grupo Tragsa

Catálogo de Publicaciones de la Administración General del Estado:

<https://cpage.mpr.gob.es>

Lengua/s: Español

NIPO (en línea): EN TRÁMITE

1	INTRODUCCIÓN Y METODOLOGÍA	6
	1.1. Objetivo	6
	1.2. Aplicabilidad	6
	1.3. Materiales y fuentes de información	8
	1.3.1. Trabajo de gabinete	8
	1.3.2. Trabajo de campo	8
	1.4. Selección y delimitación de los tramos de muestreo	9
	1.5. Frecuencia y época de caracterización	9
2	RECOGIDA DE DATOS GENERALES	10
3	MÉTRICAS	10
	3.1. Métricas relacionadas con el régimen hidrológico	10
	3.1.1. Volúmenes líquidos e hidrodinámica (VLH).	10
	3.1.2. Tiempo de permanencia (TP).	17
	3.1.3. Conexión con aguas subterráneas (CAS).	20
	3.2. Métricas relacionadas con las condiciones morfológicas	23
	3.2.1. Variación de la profundidad del lago y naturalidad de las orillas (NPO)	23
	3.2.2. Estructura y sustrato del lecho del lago (ESL)	25
	3.2.3. Estructura y vegetación de la zona de ribera (EZR)	27
4	CÁLCULO Y REPRESENTACIÓN DEL ÍNDICE HIDROMORFOLÓGICO	31
5	NIVEL DE CONFIANZA DE LA CARACTERIZACIÓN HMF EN LAGOS	32
	5.1. Personal	33
	5.2. Métricas R.Hidrológico dependientes de teledetección	33
	5.3. Métrica Régimen Hidrológico conexión con aguas subterráneas	34
	5.4. Métricas condiciones morfológicas	35
	5.5. NCF HMF lacustre final	35

6	ABREVIATURAS	36
7	BIBLIOGRAFÍA	38
8	NORMATIVA DE REFERENCIA	40

Anexos

I	SELECCIÓN DE TRANSECTOS Y RECORRIDOS PERIMETRALES EN HMF LACUSTRE	43
II	FICHAS	45
III	DOCUMENTACIÓN DEL ESTUDIO DE TELEDETECCIÓN	53
IV	DESCRIPCIÓN DEL ARCHIVO CAS NECESARIO PARA LA VALORACIÓN DE LA MÉTRICA	54
IV	CÁLCULOS DE GABINETE NECESARIOS PARA EZR Y NPO FACILITADOS A TRAVÉS DE LA HERRAMIENTA DE APOYO A GABINETE DE HMFLACUSTRE	55



1. Introducción y metodología

1.1. Objetivo

La Directiva 2000/60/CE, Directiva Marco del Agua (DMA), insta a los Estados miembros a poner en marcha programas de seguimiento del estado de las aguas y establece los métodos empleados para controlar los distintos parámetros conformes a las normas internacionales o nacionales que garanticen el suministro de información de calidad y comparabilidad científica equivalentes. El objetivo de este protocolo es definir un método de caracterización hidromorfológica en lagos que garantice el cumplimiento de los requisitos mencionados anteriormente.

1.2. Aplicabilidad

Este protocolo es un elemento básico para la aplicación de lo establecido en cumplimiento de la DMA, en relación con las redes oficiales de evaluación del estado/potencial ecológico que explotan los distintos Organismos de cuenca.

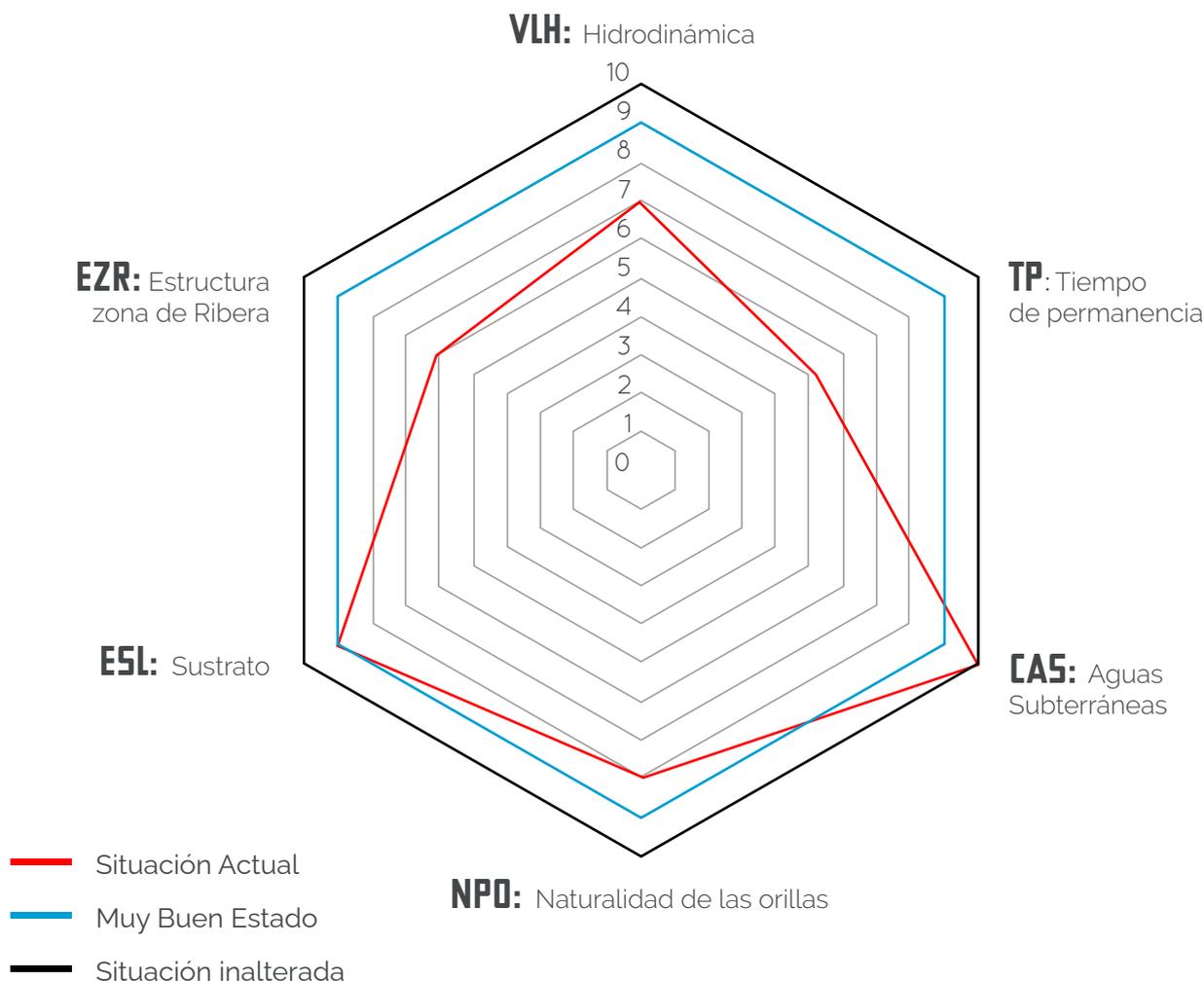
Su finalidad es la obtención de las variables necesarias para la caracterización hidromorfológica de las masas de agua de la categoría lagos, e incluye los indicadores hidromorfológicos para lagos que señala la DMA:

- ▶ RÉGIMEN HIDROLÓGICO
 - Volúmenes líquidos e Hidrodinámica (VLH)
 - Tiempo de permanencia (TP)
 - Conexión con aguas subterráneas (CAS)
- ▶ CONDICIONES MORFOLÓGICAS
 - Variación de la profundidad del lago y naturalidad de las orillas (NPO)
 - Estructura y sustrato del lecho del lago (ESL)
 - Estructura de la zona de ribera (EZR)

La caracterización hidromorfológica de lagos se evalúa a partir del **índice hidromorfológico para lagos (IHL)**. Este índice es un multimétrico que incluye 6 métricas diferentes, cada una de ellas basada en los indicadores hidromorfológicos para lagos señalados por la DMA. Estas métricas funcionan bajo el principio de "una fuera todas fuera". La participación de las métricas en la obtención final del IHL según este principio, se expresa mediante el símbolo de intersección (\cap) en la siguiente fórmula:

$$\text{IHL} = \text{VLH} \cap \text{TP} \cap \text{CAS} \cap \text{NPO} \cap \text{ESL} \cap \text{EZR}$$

RÉGIMEN HIDROLÓGICO CONDICIONES MORFOLÓGICAS



Los elementos de calidad hidromorfológica definidos permitirán la diferenciación entre masas de agua en muy buen estado y que no alcanzan el muy buen estado, así como la evaluación Tipo II en lagos a través de indicadores indirectos de hábitat (IldeH) según lo establecido en la Guía para la evaluación de las masas de aguas. Además, facilitará la identificación provisional de las masas de agua muy modificadas.

El límite entre muy bueno y bueno se establece por debajo de 9 en todas las métricas. Además, para la valoración de los IldeH se definirán los límites desde malo a muy bueno para cada métrica.

El protocolo se aplica a la totalidad de la masa de agua en estudio iniciando los trabajos de gabinete con la recopilación de información y el análisis de las bases de datos existentes. A partir de esta información se determinan las presiones existentes sobre la masa de agua que originan las alteraciones hidromorfológicas.

Este protocolo puede aplicarse a una masa de agua concreta o al conjunto de los cuerpos de agua de un complejo lagunar que juntos, integren una única unidad hidromorfológica. En este segundo caso se debe dar prioridad al cuerpo de agua principal, integrando los resultados de los otros cuerpos en los sucesivos estudios a realizar.



1.3. Materiales y fuentes de información

1.3.1. Trabajo de gabinete

Fuentes de información para la recopilación de información:

- **Herramienta de apoyo a gabinete de HMFLacustre: Herramienta de apoyo a gabinete de HMFLacustre.**
- Datos de superficie de láminas de agua generados en base a teledetección por el Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico (MITECO). ANEXO III y archivos asociados (TD_LAGUNAS).
- Datos de conexión con aguas subterráneas, incluidos en el archivo CAS y explicado en el ANEXO IV del presente documento.
- Inventario de presiones e impactos (IMPRESS), DATAGUA, etc.
- Sistema Nacional de Información sobre el estado y calidad de las aguas continentales: NABIA.
- Ortofotos actuales e históricas (Vuelo americano de 1956, PNOA, etc.), mapas topográficos y modelos digitales del terreno (MDT) disponibles: [Productos a descarga - Plan Nacional de Ortofotografía Aérea \(ign.es\)](#)
- Sistema de Información de Ocupación del Suelo: SIOSE ([Presentación SIOSE](#)), Corine Land Cover ([Productos a descarga - Instituto Geográfico Nacional \(ign.es\)](#)) y Atlas Nacional de España del Instituto Geográfico Nacional (IGN) ([Atlas Nacional de España - Instituto Geográfico Nacional \(ign.es\)](#))
- Inventario Forestal Nacional y Mapa Forestal de España ([Cuarto Inventario Forestal Nacional \(miteco.gob.es\)](#); [Mapa Forestal de España \(MFE50\) \(miteco.gob.es\)](#))
- Inventario del Patrimonio Natural y la Biodiversidad y Banco de Datos de la Naturaleza. [Inventario Español del Patrimonio Natural y la Biodiversidad \(miteco.gob.es\)](#).
- Visor interactivo de especies exóticas invasoras relacionadas con los ecosistemas acuáticos ([Visor de Especies Exóticas Invasoras. Centro de Estudios Hidrográficos \(cedex.es\)](#)).
- Otra información disponible en el Geoportal del MITECO y portales específicos de los Organismos de cuenca.
- Mapas y ortofotos y fotografías aéreas antiguas del centro de descarga del IGN : <https://centro-dedescargas.cnig.es/CentroDescargas/index.jsp>
- Mapas antiguos del ejército: <https://bibliotecavirtual.defensa.gob.es/BVMDefensa/es/consulta/busqueda.do>
- Mosaicos procedentes de las imágenes Sentinel-2 de máxima actualidad y mínima cobertura nubosa disponibles a través del portal del FEGA <https://sigpac.mapa.es/feqa/visor/>

Estos mosaicos se pueden utilizar como dato de apoyo para las labores de planificación de la campaña, especialmente para tener información relativa a la hidrología de las lagunas. Estas imágenes se visualizan en falso color infrarrojo, combinación RGB, a partir de las bandas espectrales del infrarrojo cercano (8), rojo (4) y verde (3), a una resolución espacial de 10 metros. En el visor se encuentran disponibles las imágenes correspondientes al último año, actualizándose cada mes y medio (las fechas de referencia son enero, febrero, abril, mayo, julio, agosto, octubre y noviembre).

1.3.2. Trabajo de campo

Los trabajos de campo se realizarán según los distintos muestreos propuestos específicamente para cada una de las 6 métricas que serán evaluadas. El trabajo de campo se realizará fundamentalmente para la identificación de presiones o comprobación de las existentes en las bases de datos o las detectadas en las ortofotos, así como para evaluar la vegetación de la zona de influencia del lago.



Como equipo y material de toma de datos se utilizará el material estándar propio de este tipo de trabajo de campo y en función del tipo de lago (GPS, cámara digital, cartografía a escala adecuada, embarcación, vadeador, etc.). Todo el material utilizado en campo, que entre en contacto con el agua, deberá estar convenientemente limpio y desinfectado para evitar el transporte y la dispersión de propágulos o individuos de especies invasoras, siguiendo los protocolos establecidos por el Organismo de cuenca competente. Tanto para el trabajo de campo como de gabinete se deberán tomar todas aquellas medidas necesarias para garantizar que los trabajos se desarrollan en unas condiciones adecuadas de seguridad e higiene.

1.4. Selección y delimitación de los tramos de muestreo

La optimización del trabajo de campo que hay que realizar en cada masa de agua es muy importante. Por este motivo, y con la finalidad de aprovechar al máximo la visita, la toma de datos de las diferentes variables que se van a analizar se llevará a cabo en los mismos transectos y recorridos perimetrales en los que se realiza la toma de muestras de otro tipo de flora acuática (macrófitos). Los criterios de selección de estos tramos para cada tipología de lago se detallan en el apartado 5 del "Protocolo de muestreo de otro tipo de flora acuática (Macrófitos) en lagos", Código: M-L-OFM-2013" (MAGRAMA 2013). En el ANEXO I de este documento se define como aplicarlos a la caracterización hidromorfológica (HMF).

Además, será necesario comprobar en el campo las presiones registradas en las bases de datos, con la finalidad de confirmar su existencia e impacto y, en el caso de encontrar alguna nueva, registrarla, ampliando en todo lo posible el conocimiento sobre la masa de agua.

En los complejos lagunares que integren una única masa de agua se dará prioridad al cuerpo de agua principal, integrando los resultados de los otros cuerpos en los sucesivos estudios a realizar. En caso de no haber un cuerpo de agua principal, se escogerá el que se considere más representativo de la situación general de la masa de agua en base a criterio de experto. En las métricas hidrológicas evaluadas con datos obtenidos por estudios de teledetección, los estudios se realizan en todas las lagunas integrantes del complejo lagunar, cuyo tamaño permita ser estudiadas con esta metodología.

En el caso de existir datos individualizados suficientes para el resto de los cuerpos de agua que integran la masa, y sospechar que el 50% de dichos cuerpos presentan un estado peor que la masa principal, deberán visitarse y evaluarse el resto, ya que el estado de la masa deberá reflejar esa situación. Ver apartado 4, CÁLCULO Y REPRESENTACIÓN DEL ÍNDICE HIDROMORFOLÓGICO.

1.5. Frecuencia y época de caracterización

La caracterización hidromorfológica debe realizarse como mínimo una vez cada ciclo de planificación hidrológica y en la época del año que permita describir las características hidromorfológicas de las masas de agua con mayor fiabilidad. Si hubiera obras u otras modificaciones que afecten o mejoren cualquiera de los índices de caracterización hidromorfológica lacustre a lo largo del ciclo de planificación habrá que caracterizar la masa de agua posteriormente a la intervención, cualquier dato anterior a la modificación puede considerarse con un nivel de confianza (NCF) bajo tal y como se indica en el apartado 5.

El trabajo de campo se hará coincidir con la recogida de datos para calcular las métricas de macrófitos, en las fechas indicadas en el "Protocolo de muestreo de otro tipo de flora acuática (Macrófitos) en lagos" (MAGRAMA 2013).



Aquellas masas efímeras multianuales, es decir, aquellas que tienen agua algunos años sí y otros no de forma impredecible, se recomienda que sean evaluadas en un momento del ciclo del PHC en el que sí tengan agua. En el caso de que a lo largo del ciclo del PHC no hayan tenido agua, se evaluarán estando secas, teniendo en cuenta las especificaciones señaladas en la métrica EZR.

2. Recogida de datos generales

La optimización del trabajo de campo implica la recogida de muy diversa información, tanto información general como información para el cálculo de métricas. La información general debe caracterizar el lago, reflejar la evolución de algunos de sus aspectos con series de datos a largo plazo y servir como apoyo para el futuro diseño o mejora de las métricas.

Toda esta información general de la masa de agua se recoge mediante la ficha correspondiente, definidas en el ANEXO II.

3. Métricas

Este protocolo se ha planteado como un protocolo de evaluación rápida, para ello debe cumplir los siguientes requisitos:

1. Debe servir para medir la condición del lago y comparar entre las condiciones de diferentes masas de agua.
2. Debe ser rápido de aplicar: un equipo de 2 personas debe ser capaz de recopilar los datos de campo en medio día de trabajo, así como de recoger toda la información de gabinete en un plazo similar.
3. Es imprescindible una visita de campo al lugar evaluado y para ello se usarán los protocolos de campo desarrollados para asegurar la consistencia y la repetibilidad de los resultados.
4. El método deberá ser verificable con trabajos más intensivos.

Adoptando este enfoque, el índice hidromorfológico para lagos está planteado como un índice multimétrico que tendría en cuenta 6 métricas diferentes, cada una de ellas basada en los 6 indicadores hidromorfológicos para lagos que indica la DMA. Dichos indicadores se agrupan en 2 tipos: los relacionados con el régimen hidrológico y los relacionados con las condiciones morfológicas. Para la construcción de cada métrica se define un valor medible que podrá ser modificado por una serie de moduladores positivos o negativos que se obtendrán de la visita al campo o del trabajo de gabinete.

A continuación, se describe cada una de las métricas, así como la recogida de datos tanto de gabinete como de campo y el cálculo de la propia métrica. Existe una ficha de recogida de datos sobre las masas de agua y una ficha de recogida de datos de cada una de las métricas (ANEXO II). Toda esta información se almacenará en NABIA.

Si la masa de agua se encuentra situada en un Espacio Natural Protegido (ENP), como un Parque Nacional, Parque Natural o una Reserva, se deberá contar con la información propia del ENP para la evaluación.

3.1. Métricas relacionadas con el régimen hidrológico

3.1.1. Volúmenes líquidos e hidrodinámica (VLH).

Esta métrica mide la naturalidad de las entradas de agua que recibe el lago, así como sus salidas. Conocer el volumen de agua de una masa tipo lago es importante para proceder a la evaluación de



esta métrica. Por desgracia, esta información sólo está disponible para una parte de los lagos españoles. La evaluación de esta métrica, por tanto, tendrá que realizarse mediante 2 sistemas alternativos en función de la disponibilidad de datos del volumen total de la masa y de las aportaciones o extracciones que recibe.

Selección del método de evaluación:

- En el caso de disponer de datos fiables de volumen total de la masa tipo lago (histórico y actual) y de las aportaciones o extracciones, se seguirá el **procedimiento de evaluación A¹**.
- En el caso de no disponer de datos fiables de volumen total de la masa tipo lago o de las aportaciones o extracciones, se seguirá el **procedimiento de evaluación B**.

Hay que tener cuidado a la hora de interpretar los datos disponibles, ya que en muchas ocasiones los valores de volúmenes de vertidos o de extracciones son los de la correspondiente concesión, pero no son los volúmenes reales que recibe o pierde la masa de agua. En estos casos debe aplicarse a esa masa de agua el **procedimiento de evaluación B**.

Origen de los datos:

- Datos de Volumen y/o batimetrías precisas de la masa de agua oficiales, validados por los Organismos de cuenca (OOCC) en el caso de que existan.
- Datos de volúmenes de vertidos y extracciones reales, validados por los Organismos de cuenca (OOCC) y mediciones en campo) si están disponibles.
- Referencias históricas en cuanto a posibles modificaciones del volumen de la masa de agua, datos validados por los Organismos de cuenca (OOCC).
- Datos mensuales de superficie inundada en la serie histórica y del año en curso generados mediante teledetección, archivo adjunto **TD_LAGUNAS**, ANEXO III y **Herramienta de apoyo a gabinete de HMFLacustre**.
- Datos recogidos en la visita de campo



Herramienta de apoyo a gabinete de HMFLacustre, pestaña VLH

¹ Es complicado tener datos históricos y actuales de volúmenes totales, por lo que difícilmente podrá evaluarse con este procedimiento. En aquellos casos en los que pueda emplearse, servirá también para calibrar el procedimiento B.



Procedimiento de evaluación A

Cuando se disponga de datos oficiales² de volúmenes (históricos y actuales) tanto de la masa de agua, como de los vertidos y de las extracciones, se aplicarán las métricas cuantitativas para evaluar presiones propuestas en Camacho et al. (2018). Estas métricas individuales se combinarán para evaluar los volúmenes líquidos e hidrodinámica de la siguiente manera:

$$VL^3 = 10 - 5(I_VERT) - 5(I_EXTRAC)$$

Donde:

$$\text{Índice } I_VERT: \frac{\Sigma Q_{max} \text{ anual}(m^3 \text{ año}^{-1})}{\text{Volumen máx lago } (m^3)}$$

$$\text{Índice } I_EXTRAC: \frac{\text{Vol extrac } (m^3)}{\text{Volumen máx lago } (m^3)}$$

Este dato de VL habrá que calcularlo para los datos históricos y actuales, comparándose posteriormente.

La afección de los caudales de los vertidos se realiza en base a la capacidad máxima de agua que puede llegar a retener el lago. El cociente entre el caudal máximo anual y el volumen máximo del lago refleja el grado de presión que ejercen los vertidos sobre las masas de agua. En algún caso podría darse la situación de que el volumen vertido o extraído anualmente de un lago sea mayor que la propia capacidad del lago. En estos casos, el valor de las métricas I_VERT o I_EXTRAC podría superar individualmente los 5 puntos y en esta situación se les asignaría un valor máximo de 5 puntos.

Procedimiento de evaluación B

En el caso de no disponer de datos precisos de volúmenes, tanto de la masa de agua como de los vertidos y de las extracciones, para la evaluación de la métrica se emplearán, junto con los datos recogidos en la visita de campo, los datos de superficie de lámina de agua y meses con agua analizados mediante teledetección.

Tanto para la métrica VLH como para la métrica TP se han analizado mediante teledetección las masas de agua desde 1984 hasta la actualidad y se han definido por un lado la serie de referencia (serie histórica 1984 a 2020) y por otro, los años posteriores para su evaluación. La serie histórica se genera a partir de los datos medios de todos los años que la componen. El estudio de teledetección para cada laguna se incluye en el archivo adjunto **TD_LAGUNAS**. En el ANEXO III se recoge la documentación que permite la selección de la carpeta específica para cada laguna y masa de agua, así como la información necesaria para evaluar la incertidumbre asociada a los datos de teledetección. Esta información también puede consultarse a través de la **Herramienta de apoyo a gabinete de HMFLacustre**.

Los valores del año de estudio se compararán con los valores de las medias mensuales, serie histórica (1984-2020) para comprobar si hay desviaciones. Según el grado de desviación los valores de la métrica serán diferentes como se detalla más adelante en el procedimiento de cálculo de la métrica.

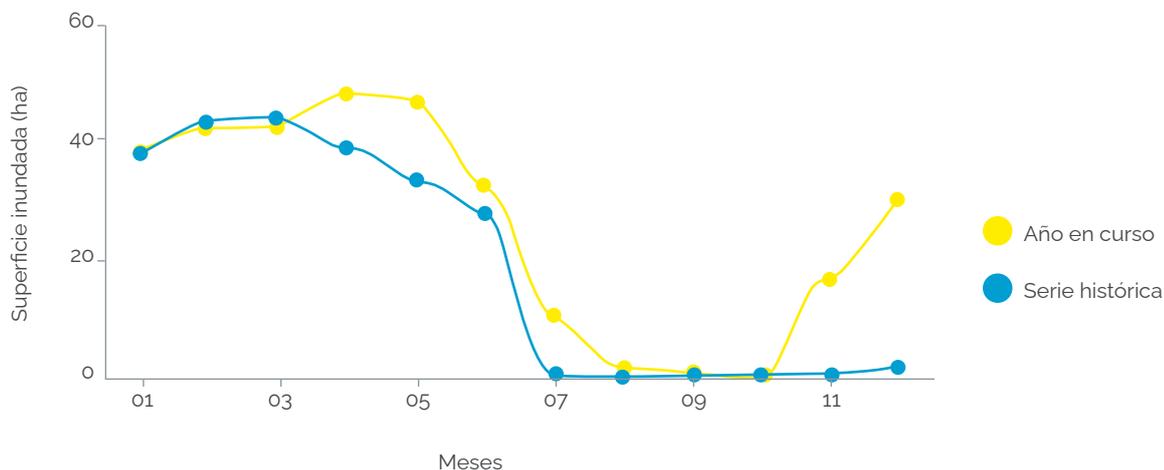
² Deberán ser datos oficiales, verificados y de calidad (baja incertidumbre).

³ VL: se refiere a VLH antes de integrar los moduladores.



Para comparar la superficie de la lámina de agua y la temporalidad de la masa de agua lago en el año de estudio frente a la serie histórica, en el **Procedimiento B**, se emplearán las gráficas de superficie de lámina de agua por meses generadas por teledetección. A continuación, se presentan unos ejemplos:

Superficie inundada del año 2021 frente a la serie histórica (1984-2020)

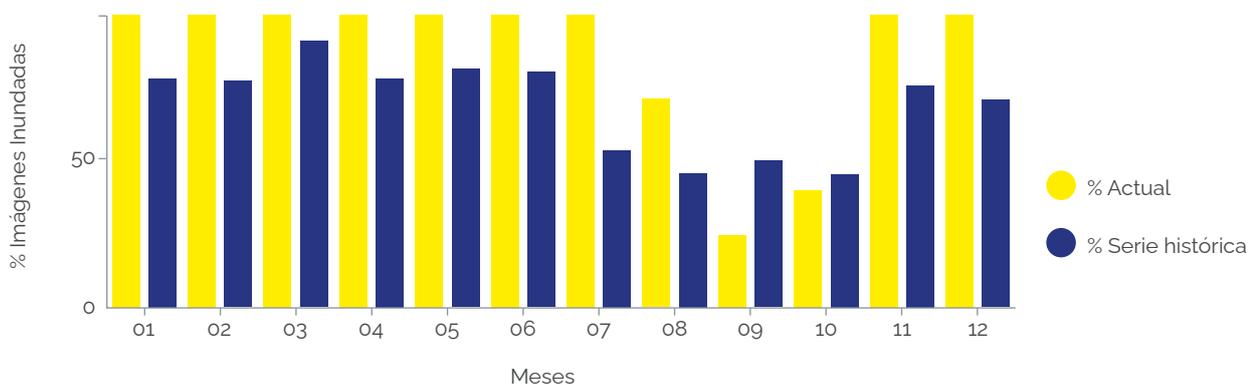


Superficie inundada del año 2021 frente a la serie histórica (1984-2020)

En el gráfico de superficie inundada del año en curso frente a la serie histórica se puede comparar si hay una reducción significativa de la superficie inundada (de más de un 50%) del presente año frente a la serie histórica y así poder aplicar la métrica.

En algunas masas de agua, la alteración de su hidrología se produjo en tiempos anteriores a las series de datos procedentes de fotos satélite (anteriores a 1984). Para verificar los cambios anteriores a la serie del estudio de teledetección (1984-2020) se estudiará el perímetro histórico de la laguna a través de mapas, fotografías aéreas u ortofotos anteriores a 1984. Este perímetro histórico se comparará con la serie de teledetección y si hay una variación superior al 75% del perímetro, podrá utilizarse de referencia corrigiendo la superficie de la serie 1984-2020.

Porcentaje de imágenes inundadas en la serie histórica (1984-2020)



Porcentaje de imágenes inundadas en la serie histórica (1984-2020)



El gráfico de porcentaje de imágenes inundadas mensualmente nos indica qué meses tiene agua el lago. Comparando el gráfico de la serie histórica con el del año en curso, podemos detectar si hay un cambio de la temporalidad. En algunos casos puede ocurrir que una masa de agua de tipología permanente sufra una alteración que la convierta en temporal desde hace suficientes años como para que en toda la serie histórica aparezca como temporal (o viceversa). Para evitar la confusión de considerar esta serie histórica como la situación inalterada de la masa de agua, se deberá siempre en primer lugar comprobar la tipología a la que pertenece.

Con los datos obtenidos por el **Procedimiento A** o el **Procedimiento B** se procederá a evaluar la métrica VLH de la siguiente manera:

VLH= COMPARACIÓN VL HISTÓRICO y ACTUAL (Procedimiento A o B) ± MODULADORES

La comparación de volúmenes históricos, serie histórica (SH) frente a actuales, se realizará según los siguientes criterios en función de la temporalidad del lago en estudio. Para encuadrar la masa de agua en temporal o permanente se tendrá en cuenta la tipología de la masa⁴ y los datos históricos remontándose como mucho hasta mitad del SXIX. Hay que tener en cuenta que los estudios de teledetección arrancan en 1984 y la modificación de la temporalidad puede ser anterior.

MASAS PERMANENTES (LT01, LT02, LT03, LT04, LT06, LT07, LT08, LT09, LT10, LT11, LT12, LT14, LT15, LT16, LT18, LT20, LT22, LT24⁵, LT25², LT26², LT27, LT28 LT29):

Situación	Valor
No hay ni aportaciones ni extracciones artificiales. El volumen o superficie inundada del lago no cambia en más de un 25% con respecto a la SH y no cambian la presencia de hábitat somero y profundo (> 2m) (en el caso de que lo hubiera)	10
Hay aportaciones o extracciones pequeñas que influyen muy poco en el balance hídrico. El volumen o superficie inundada del lago no cambia en más de un 25% con respecto a la SH y no cambian la presencia de hábitat somero y profundo (> 2m) (en el caso de que lo hubiera)	9
Hay aportaciones o extracciones que influyen en el balance hídrico. O se observa una modificación en la disponibilidad de hábitat inundado. En el caso de que existiera, no llega a desaparecer por completo el hábitat profundo (> 2m). Si el lago es somero mantiene entre el 25% y el 50% de su superficie inundada	6
Hay aportaciones o extracciones que influyen en el balance hídrico. O se observa una modificación en la disponibilidad de hábitat inundado. En el caso de que existiera, llega a desaparecer por completo el hábitat profundo (> 2m). Si el lago es somero mantiene menos del 50% de su superficie inundada pero no llega a secarse completamente	4
Hay aportaciones o extracciones que influyen gravemente en el balance hídrico. O se observa una modificación en la disponibilidad de hábitat inundado, llegando a desaparecer toda el agua en algún momento del año	0

⁴ Las masas se definirán como permanentes o temporales según su tipología, y en los casos de lagos no declarados masa de agua que se quieran evaluar, se utilizará la clasificación de temporalidad establecida en CEDEX, 2010.

⁵ Revisar, en base a información histórica oficial, la temporalidad de los lagos pertenecientes a esta tipología, ya que incluye lagos que pueden ser temporales de manera natural.

**MASAS TEMPORALES (ecotipos LT05, LT13, LT17, LT19, LT21, LT23 y LT30):**

Situación	Valor
No hay ni aportaciones ni extracciones artificiales. En los meses en los que debe estar inundado, el volumen o superficie inundada del lago no cambia en más de un 25% con respecto a la SH de media	10
Hay aportaciones o extracciones pequeñas que influyen muy poco en el balance hídrico. En los meses en los que debe ⁶ estar inundado, el volumen o superficie inundada del lago no cambia en más de un 25% con respecto a la SH de media	9
Hay aportaciones o extracciones que influyen en el balance hídrico. O se observa una modificación en la disponibilidad de hábitat inundado. En los meses en los que debe estar inundado, el volumen o superficie inundada del lago cambia entre un 26% y un 50% con respecto a la SH de media. En todos los meses en los que la SH indica que debe haber agua, ésta sigue presente y en todos los meses en los que debe estar seca, permanece seca	6
Hay aportaciones o extracciones que influyen en el balance hídrico. O se observa una modificación en la disponibilidad de hábitat inundado. En los meses en los que debe estar inundado, el volumen o superficie inundada del lago cambia más de un 50% con respecto a la SH de media. En todos los meses en los que la SH indica que debe haber agua, ésta sigue presente y en todos los meses en los que debe estar seca, permanece seca	4
Hay aportaciones o extracciones que influyen gravemente en el balance hídrico. O se observa una modificación en la disponibilidad de hábitat inundado. Al menos en alguno de los meses en los que la SH indica que debe haber agua, el volumen es 0, o bien, al menos en alguno de los meses en los que debe estar seca, el volumen es > 0	0

Moduladores:

El valor final de la métrica \pm los moduladores, ya se haya calculado por el procedimiento A o por el B, no puede exceder los 10 puntos ni ser menor que 0. A valores mayores de 10 puntos se les asignará 10 y a valores menores de 0 se les asignará 0.

Moduladores	Valor
Si hay aportación de ríos (señalar sólo una de las 3 opciones siguientes):	
Si el río tiene su caudal natural	1
El río tiene extracciones (sin llegar a secarse) o presenta estructuras tales como diques, presas o canales que afectan a la hidrología de la masa de agua lago (independientemente del tamaño de la estructura y si está o no en uso, siempre que su presencia modifique la entrada de agua en la masa de agua)	-1
El río está seco por las extracciones	-1,5
Entrada de agua no natural procedente de un vertido (reconocible por olor, color...) o un retorno de regadío	-1
Si hay estructuras que eviten que la escorrentía de al menos el 50% de la cuenca vertiente llegue al vaso	-1
Si hay un recrecimiento artificial para aumentar el volumen	-2
Si hay extracciones directas de agua desde la cubeta	-1

⁶ Se considera que la masa de agua debe tener agua o debe estar seca en aquellos meses en los que en la SH ha tenido agua o ha estado seca en un 100% de las imágenes de satélite.



Moduladores	Valor
Si la masa de agua lago presenta diques interiores que fraccionan la lámina de agua, y estos diques tienen una finalidad distinta a mantener la masa inundada replicando las condiciones naturales	-1
Si la masa de agua es muy modificada (HMWB) y existen diques interiores que fraccionan la lámina de agua con el fin de mantenerla artificialmente replicando las condiciones naturales	1
Si hay aportaciones artificiales con el fin de conservar la lámina de agua que imiten la hidrología natural en cuanto a las fechas de inundación	3

Los valores obtenidos para la métrica VLH se pueden clasificar en 5 clases según el valor final obtenido:

Valor de la métrica	Clases de calidad
10 - 9	Muy Bueno
< 9 - 7	Bueno
< 7 - 5	Moderado
< 5 - 3	Deficiente
< 3	Malo

Durante el trabajo de gabinete previo a la visita de campo es interesante comprobar las imágenes satelitales de la serie histórica de la masa de agua que se va a visitar, ya que cambios bruscos en la forma de la lámina de agua o desplazamientos de lugar de la lámina de aguas mínimas pueden estar indicando alguna alteración de la cubeta o de las orillas que podrían ser difíciles de detectar en la visita de campo si no se conoce previamente.

En el caso de que no existan datos de teledetección para alguna masa de agua o la serie de fotografías de satélite en las que se basa sea muy parcial (estos supuestos se detectarán en el trabajo previo de gabinete), la recopilación de datos de las métricas afectadas deberá hacerse en base a las observaciones durante la visita de campo, entrevistas con la población local, recopilación de datos bibliográficos u otros métodos. En esta situación, si el procedimiento de evaluación se ha basado en datos subjetivos y opinión de experto, el resultado tendrá una incertidumbre de medida mayor que afectará al nivel de confianza (NCF) del índice. Ver apartado 5 NIVEL DE CONFIANZA DE LA CARACTERIZACIÓN HMF EN LAGOS. .

Si la masa de agua forma parte de un ENP, deberá evaluarse teniendo en cuenta la documentación propia del ENP y el NCF puede verse afectado, tal y como se indica en el apartado 5. Si se tratara de una masa sin información de teledetección y desde el ENP no se tuviera información de hidrología para evaluar las métricas VLH y TP, estas métricas no podrían evaluarse.



En situaciones en las que el Organismo de cuenca haya declarado la situación de "sequía extraordinaria" en la Demarcación Hidrográfica donde se encuentra la masa de agua tipo lago, podrá valorarse la exclusión temporal del uso de esta métrica, siempre y cuando quede demostrado que una desviación excesiva respecto a la media de la SH o incluso la falta de agua en determinados momentos en los que debería haberla son debidas exclusivamente a las condiciones climáticas extraordinarias. En el caso de encontrar extracciones directas o de que la conexión con las aguas subterráneas esté alterada (valor de la métrica CAS <10) no sería aplicable la exclusión de la métrica VLH de la evaluación hidromorfológica.

3.1.2 Tiempo de permanencia (TP).

Con esta métrica se mide si el período de tiempo en el que el lago tiene agua se corresponde con el natural. En lagos permanentes ese período debe ser todo el año, pero en lagos estacionales este hidropériodo puede ser muy variable de forma natural según las condiciones climáticas, con su ejemplo más extremo en los lagos estacionales ocasionales o efímeros que pueden inundarse solamente un año cada varios.

La métrica TP se basa en penalizar las desviaciones respecto al hidropériodo natural de cada masa de agua. Para tener en cuenta la variabilidad natural en las masas estacionales es necesario conocer, con una serie histórica lo más larga posible, cuál es la situación de referencia para no penalizar situaciones de sequía con origen natural.

Los datos disponibles de tiempo de permanencia y de volumen o superficie de la lámina de agua para las masas de agua tipo lago son parciales y de muy diferentes procedencias y con niveles de confianza también diferentes, por lo que para poder aplicar esta métrica a todas las masas incluidas en las diferentes redes de seguimiento ha sido necesario unificar toda esta información. Así, con técnicas de teledetección se han creado unos gráficos para cada masa de agua en los que se recoge el número de meses en los que tienen agua, así como la superficie de la lámina de agua y sus fluctuaciones. De estos gráficos se han mostrado dos ejemplos en el apartado anterior. Tal y como se ha comentado en la métrica TP, el estudio de teledetección para cada laguna se incluye en el archivo adjunto **TD_LAGUNAS** y el ANEXO III y también puede consultarse a través de la **Herramienta de apoyo a gabinete de HMFLacustre**.



Herramienta de apoyo a gabinete de HMFLacustre, pestaña VLH/TP



Para calcular la métrica TP se debe evaluar mediante teledetección la superficie de la lámina de agua en el año en curso, así como estudiar la serie de datos de meses en los que hay lámina de agua y los que no en la serie histórica.

Origen de los datos:

- Datos oficiales de Volumen y/o batimetrías precisas de la masa de agua, validados por los OOCC si están disponibles.
- Referencias históricas oficiales en cuanto a posibles modificaciones del volumen de la masa de agua, validados por los OOCC.
- Datos mensuales de superficie inundada en la serie histórica y del año en curso generados en base a teledetección, archivo adjunto **TD_LAGUNAS**, ANEXO III y **Herramienta de apoyo a gabinete de HMFLacustre**.
- Datos recogidos en la visita de campo.

Para el cálculo de la métrica se tendrá en cuenta la temporalidad del lago en estudio. Para encuadrar la masa de agua en temporal o permanente se analizará en función de la tipología de la masa y de los datos históricos remontándose como mucho hasta mitad del SXIX. Hay que tener en cuenta que los estudios de teledetección comenzaron en 1984 y la modificación de la temporalidad puede ser anterior. En base a esta información se calculará la métrica con el siguiente procedimiento:

MASAS PERMANENTES (LT01, LT02, LT03, LT04, LT06, LT07, LT08, LT09, LT10, LT11, LT12, LT14, LT15, LT16, LT18, LT20, LT22, LT24⁷, LT25³, LT26³, LT27, LT28 LT29):

Situación	Valor
Si sigue siendo permanente y la superficie de la lámina de agua sufre desviaciones <25%	10
Si sigue siendo permanente y la superficie de la lámina de agua sufre desviaciones 25 - 50%	7
Si sigue siendo permanente y la superficie de la lámina de agua sufre desviaciones 50-75%	5
Si sigue siendo permanente y la superficie de la lámina de agua sufre desviaciones ≥ 75%	2
Si se llega a secar al menos un mes	0

⁷ Revisar, en base a información histórica oficial, la temporalidad de los lagos pertenecientes a esta tipología, ya que incluye lagos que pueden ser temporales de manera natural



MASAS TEMPORALES (ecotipos LT05, LT13, LT17, LT19, LT21, LT23 y LT30):

Situación	Valor
Si no hay cambio en la temporalidad y la superficie de la lámina de agua sufre desviaciones <50%	10
Si no hay cambio en la temporalidad y la superficie de la lámina de agua sufre desviaciones ≥ 50%	7
Si el hidroperiodo se modifica en más de un 50% en número de meses	5
Si hay cambio en la temporalidad	0

Para una posterior validación de los datos de teledetección se deberán recoger las coordenadas del límite de la lámina de agua en el momento de la realización del trabajo de campo. La coordenada de origen de cada uno de los transectos para la evaluación de macrófitos sería una coordenada válida para este objetivo.

Los valores obtenidos para la métrica TP se pueden clasificar en 5 categorías según el valor final obtenido:

Valor de la métrica	Clases de calidad
10 - 9	Muy Bueno
< 9 - 7	Bueno
< 7 - 5	Moderado
< 5 - 3	Deficiente
< 3	Malo

En el caso de que no existan datos de teledetección para alguna masa de agua o la serie de fotografías de satélite en las que se basan sea muy parcial (estos supuestos se detectarán en el trabajo previo de gabinete), la recopilación de datos de las métricas afectadas deberá hacerse en base a las observaciones durante la visita de campo, entrevistas con la población local, recopilación de datos bibliográficos u otros métodos. En esta situación, si el procedimiento de evaluación se ha basado en datos subjetivos y opinión de experto, el resultado tendrá una incertidumbre de medida mayor, que afectará al nivel de confianza (NCF) del índice. Ver apartado 5 NIVEL DE CONFIANZA DE LA CARACTERIZACIÓN HMF EN LAGOS.

En ENP habría que tener en cuenta lo especificado en la métrica anterior: si la masa de agua se encuentra dentro de un ENP, deberá evaluarse teniendo en cuenta la documentación propia de los



gestores del ENP y el NCF puede verse modificado según lo que indiquen los gestores, tal y como se indica en el apartado 5. Si se tratara de una masa sin información de teledetección y no se tuviera información de hidrología para evaluar las métricas VLH y TP, estas métricas no podrían evaluarse.

3.1.3. Conexión con aguas subterráneas (CAS).

No todas las aguas superficiales tienen conexión con aguas subterráneas. Definir cuál es la conexión es un paso previo imprescindible, tal y como se indica en la Guía para la Evaluación del Estado.

La recopilación de la información disponible y la caracterización basada en criterio de experto de las masas de agua de las que no hay suficiente información pueden resultar factores determinantes en la aplicación de esta métrica. Se considera primordial poder asegurar la comparabilidad y homogeneidad de los datos y la calidad de los mismos. Por ello, se ha realizado tanto la recopilación como la validación y caracterización en los casos necesarios y se ha elaborado un listado, recopilado en el archivo **CAS** y descrito en el ANEXO IV y consultable también a través de la **Herramienta de apoyo a gabinete de HMFLacustre**. La información incluida en el listado se actualizará periódicamente, cualquier modificación deberá ser revisada y validada. Este listado será el que se utilice para valorar la métrica CAS, tanto para la conexión entre aguas superficiales y subterráneas, como para el estado cuantitativo de la MSBT o la situación del flujo y para el NCF de los datos.

Origen de los datos:

- Listado del archivo **CAS** y **Herramienta de apoyo a gabinete de HMFLacustre** con los datos acerca de la conexión entre aguas superficiales y subterráneas También se indica si las masas de agua subterráneas (están en riesgo o el flujo entre aguas subterráneas y superficiales está comprometido) y el NCF de la información.
- Estudios de los OOCC y del IGME sobre conexión con masas de agua subterráneas.
- Datos de los OOCC sobre índices de extracción parcial de cada masa de agua en el caso de estar disponibles.
- Datos sobre el buen estado cuantitativo de las masas de agua subterránea asociadas.
- Datos recogidos en la visita de campo.
- Valores calculados para las métricas VLH y TP.



Cálculo de la métrica

Para el cálculo de la métrica CAS debemos recurrir a la recopilación de información adjunta del archivo CAS:

Punto 1

Situación	Valor
No existe conexión de forma natural entre las aguas superficiales y subterráneas	10
Existe conexión entre las aguas superficiales y subterráneas	Pasar a Punto 2



Punto 2

Situación	Valor
Si el lecho del lago está impermeabilizado artificialmente.	0
Si el lecho del lago no está impermeabilizado artificialmente.	Pasar a Punto 3



Punto 3

Situación	Valor
Si la MSBT asociada está en Buen Estado Cuantitativo. En acuíferos no MSBT, si el flujo no está comprometido.	10
La MSBT asociadas no está en Buen Estado Cuantitativo. En acuíferos no MSBT, si el flujo está comprometido.	5

En el caso de no tener disponible información relativa a la conexión con aguas subterráneas, se procederá considerando como si sí hubiera conexión, pero pudiendo modificarse la incertidumbre asociada al resultado (afectando al NCF, ver apartado 5 NIVEL DE CONFIANZA DE LA CARACTERIZACIÓN HMF EN LAGOS):

Si la MSPF está sobre una masa de agua subterránea:

Situación	Valor	Incertidumbre
Si la MSBT situada bajo la MLW está en Buen Estado Cuantitativo	10	Baja
Si la MSBT situada bajo la MLW no está en Buen Estado Cuantitativo	5	Alta

Si la MSPF está sobre un acuífero no masa:

Situación	Valor	Incertidumbre
Flujo de aguas subterráneas no comprometido	10	Alta
Flujo de aguas subterráneas comprometido	5	Alta



En el caso de no tener disponible información sobre la situación del flujo de aguas subterráneas al lago, se procederá considerando el flujo de manera indirecta, a través de las métricas VLH y TP. Si los valores de dichas métricas son buenos, consideraremos que el flujo no está comprometido, mientras que, si presentan valores alterados, se considerará que el flujo está comprometido. En este caso la incertidumbre de la valoración es elevada y afectará al nivel de confianza (NCF) del índice. Ver apartado 5 NIVEL DE CONFIANZA DE LA CARACTERIZACIÓN HMF EN LAGOS.

Salvo que claramente no existe conexión entre aguas subterráneas y superficiales, al valor calculado inicialmente de CAS, se suma o resta el modulador que corresponda.

Dependiendo de si tenemos datos del índice de extracción parcial asociado a la masa de agua superficial o no, dicho modulador, aportará incertidumbre al resultado final del índice.

En el caso de no disponer de datos de índice de extracción parcial, es posible realizar una evaluación indirecta de la presencia o ausencia de afecciones sobre la conexión con las aguas subterráneas a través de las medidas obtenidas en las métricas VLH y TP. Si los valores de dichas métricas son buenos, esto nos indica que el nivel de extracción del agua subterránea no está afectando de forma importante al nivel del agua superficial, lo que sería equivalente a un índice de extracción parcial bajo. Si se utiliza esta evaluación indirecta, el resultado tendrá una incertidumbre de medida mayor, que puede afectar al nivel de confianza (NCF) del índice. Ver apartado 5 NIVEL DE CONFIANZA DE LA CARACTERIZACIÓN HMF EN LAGOS.

Moduladores (sólo se aplica 1)	Valor	Incertidumbre
El índice de Extracción Parcial de la Masa LW es < 0.8	+3	Baja
El índice de Extracción Parcial de la Masa LW es ≥ 0.8	-3	Baja
Si no conocemos el IEp, y el valor de las métricas VLH y TP es ≥ 9	+3	Alta
Si no conocemos el IEp, y el valor una de las métricas VLH y TP (la que tenga menor valor) es < 9 y ≥ 7	+1	Alta
Si no conocemos el IEp, y el valor una de las métricas VLH y TP (la que tenga menor valor) es < 7 y ≥ 5	-1	Alta
Si no conocemos el IEp y el valor una de las métricas VLH y TP (la que tenga menor valor) es < 5	-3	Alta

El valor final de la métrica CAS no puede exceder 10 ni ser menor que 0.

Los valores obtenidos para la métrica CAS se pueden clasificar en 5 clases según el valor final obtenido:

Valor de la métrica	Clases de calidad
10 - 9	Muy Bueno
$< 9 - 7$	Bueno
$< 7 - 5$	Moderado
$< 5 - 3$	Deficiente
< 3	Malo



3.2. Métricas relacionadas con las condiciones morfológicas

3.2.1. Variación de la profundidad del lago y naturalidad de las orillas (NPO)

La construcción de distintas infraestructuras como playas artificiales, carreteras, urbanizaciones, invernaderos o diques para el recrecimiento de la masa de agua, generan impactos continuos que pueden reducir el estado ecológico del lago o laguna. Así mismo, las alteraciones sobre la zona adyacente a la laguna ("ribera") también van a tener repercusión sobre el estado ecológico. Por esta razón evaluaremos este indicador a tres niveles diferentes, siguiendo las indicaciones de Camacho (2014): Una primera alteración morfológica inmediata sobre la laguna, en la que entran modificaciones y construcciones sobre la misma orilla del lago, y una segunda sobre la ribera de la laguna, en la que entran alteraciones que se producen en la zona buffer de los veinticinco metros inmediatamente siguientes a la orilla de aguas altas. Finalmente, evaluaremos los posibles recrecimientos de la masa, que cambian drásticamente todas las orillas y riberas.

Origen de la información:

- Datos necesarios para valorar los índices P_MORFO_DIR y P_MORFO_RIB teóricos, calculados según el procedimiento especificado en el ANEXO V y consultables en la **Herramienta de apoyo a gabinete de HMFLacustre**. Posteriormente se corregirán y ajustarán en la visita de campo.
- Ortofotos de máxima resolución del PNOA ([Productos a descarga - Plan Nacional de Ortofotografía Aérea \(ign.es\)](#)).
- Cartografía de masas de agua tipo lago (shp) del MITECO.
- Datos recogidos en la visita de campo.
- Referencias cartográficas históricas (DDHH y PNOA).
- Listados de taxones presentes (DDHH, NABIA).
- Visor interactivo de especies exóticas invasoras relacionadas con los ecosistemas acuáticos ([Visor de Especies Exóticas Invasoras. Centro de Estudios Hidrográficos \(cedex.es\)](#)).

Cálculo de la métrica

$$NPO = 10 - [(P_MORFO_DIR) * 2 + (P_MORFO_RIB) + (RECREC) * 3]$$

Donde:

$$\text{Índice } P_MORFO_DIR: \frac{\sum \text{Longitud alteración directa (m)}}{\text{perímetro total lago (m)}}$$

$$\text{Índice } P_MORFO_RIB: \frac{\sum \text{Superficie de alteración en zona de ribera (Ha)}}{\text{Superficie buffer 25 metros (Ha)}}$$

$$\text{Índice } RECREC: \frac{\text{Altura recr.(m)}}{\text{Profundidad máx lago (m)}}$$

Los distintos índices se integran para la evaluación de las presiones morfológicas directas totales sobre las orillas y la profundidad, en cuya unión se pondera con mayor peso el valor obtenido de las presiones ejercidas por los recrecimientos, por influir sobre toda la cubeta, a continuación, aquellos ejercidos sobre la misma orilla, porque causan mayores influencias negativas sobre el lago y su estructura, y con un menor peso las modificaciones en la zona de ribera.

El índice P_MORFO_DIR teórico se valora sobre la orilla teórica, definida por la delineación de cada laguna contenida en la masa de agua. Esta orilla se recalculará en campo únicamente si los cálculos



de gabinete previos de la métrica VLH indican durante 3 años seguidos que la diferencia entre la SH y los años de estudio son superiores al 75%. En caso contrario se mantendrán los cálculos teóricos de gabinete, revisando únicamente el tamaño y número de zonas alteradas.

De igual forma, el índice P_MORFO_RIB teórico, se valora a partir de la delimitación de cada laguna de la masa de agua analizando los usos del suelo en la superficie del buffer de 25 metros siguientes a la orilla. Esta superficie se recalculará en campo únicamente si los cálculos de gabinete previos de la métrica VLH indican durante 3 años seguidos que la diferencia entre la SH y los años de estudio son superiores al 75%. En caso contrario se mantendrán los cálculos teóricos de gabinete, revisando únicamente la superficie que ocupan las zonas alteradas.

Al valor resultante de NPO se le aplicarán los siguientes **moduladores**:

Moduladores	Valor
Si la lámina de agua se ha fragmentado en varias. Excepto si se trata de una HMWB y existen diques interiores que fraccionan la lámina de agua con el fin de mantenerla artificialmente replicando las condiciones naturales	-1
Si hay cambio en la profundidad por aporte de materiales externos o dragado en más de un 5% del lecho	-1
Si hay alteraciones en la erosividad de la orilla por la presencia de especies alóctonas, como cangrejos alóctonos o <i>Arundo donax</i>	-0.5
Señales de erosión en más de un 10% de las orillas	-1
Si existen señales de compactación del suelo, pisoteo y pérdida de vegetación, no puntuales, en al menos el 10% de las orillas y/o en la zona de 25 m debido a la presión ganadera, cinegética o humana	-1

El resultado final no puede ser menor que 0 ni mayor que 10, de manera que a los valores menores que 0 se les asignará un 0 y a los mayores de 10, se les asignará un 10.

Los valores obtenidos para la métrica NPO se pueden clasificar en 5 clases según el valor final obtenido:

Valor de la métrica	Clases de calidad
10 - 9	Muy Bueno
< 9 - 7	Bueno
< 7 - 5	Moderado
< 5 - 3	Deficiente
< 3	Malo



3.2.2. Estructura y sustrato del lecho del lago (ESL)

La estructura y sustrato del lecho se define a través de un único elemento de calidad: la composición granulométrica del lecho. El análisis de este elemento requiere hacer un reconocimiento por el espacio de muestreo, que permita identificar las particularidades y posibles alteraciones de la estructura y sustrato del lecho. Este indicador es cualitativo y mide el grado de alteración de la naturalidad del lecho en relación al origen, tamaño y clasificación del sedimento. El análisis se realiza mediante una inspección visual, que permite evaluar la existencia de cambios visibles y significativos en lo que se refiere al tipo de sedimento y el del entorno por encima de la línea de máximo nivel del agua. El análisis visual se haría en los diferentes transectos seleccionados tal y como se define en el ANEXO I según los transectos definidos en el protocolo de muestreo de macrófitos.

Origen de la información:

- Cartografía de masas de agua tipo lago (shp) del MITECO.
- Transectos MAGRAMA 2013.
- Datos recogidos en la visita de campo.
- Listados de taxones alóctonos presentes (OOCC, NABIA).
- Visor interactivo de especies exóticas invasoras relacionadas con los ecosistemas acuáticos ([Visor de Especies Exóticas Invasoras. Centro de Estudios Hidrográficos \(cedex.es\)](#)).

Cálculo de la métrica:

La determinación de este indicador se realizaría de manera idéntica para las diferentes tipologías. En primer lugar, se calcularía el Grado de naturalidad del sustrato del lecho, según el porcentaje estimado de sustrato del lecho sin alteraciones visibles en cuanto a su composición granulométrica. Este porcentaje se calcula mediante la comparación del sustrato del lecho con el sustrato presente en la orilla por encima de la línea de máximo nivel del agua. Se evalúa en los diferentes transectos en los que se muestrean los macrófitos⁸, (prolongándolos en una longitud simétrica hacia tierra adentro para hacer la comparativa) y el valor inicial de la métrica se corresponderá con la media de los resultados de dichos transectos. Los transectos de valoración de sustratos en la zona exterior de la laguna en ningún caso serán superiores a la Zona de Policía, ajustándose como máximo a ésta.

En cada uno de los transectos se compara la presencia/ausencia de cada una de las clases de tamaño en las que se clasifica el sustrato tanto dentro como fuera del agua. Se trata de una comparación cualitativa de las diferentes categorías:

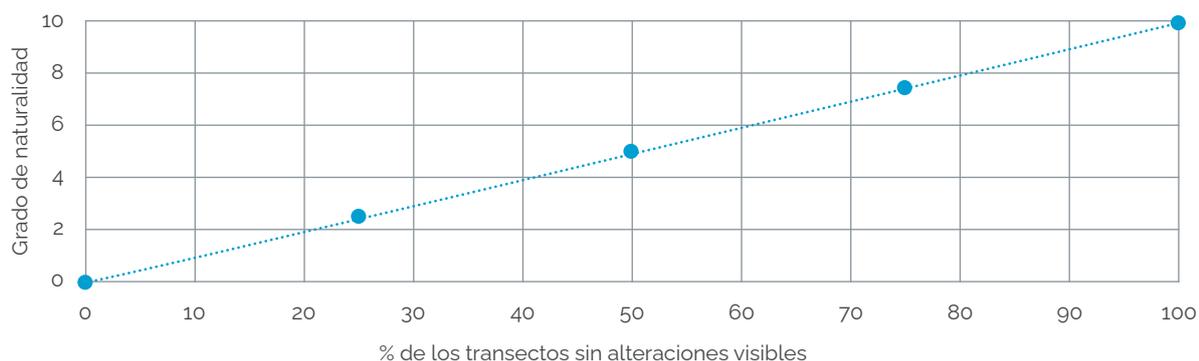
- Bloques (> 25,6 cm)
- Cantos (> 6,4 cm; < 25,6)
- Gravas (> 2mm; < 6,4 cm)
- Arenas (> 0,063 mm; < 2 mm)
- Limos (< 0,063 mm)

Un transecto se considera natural cuando se encuentran las mismas categorías dentro y fuera del agua, al margen de su abundancia. Cuando falta al menos una de las categorías en la parte sumergida o en la emergida ya se considera que el transecto está alterado. En función del número de transectos Naturales y Alterados se calcula el valor de la métrica mediante una sencilla relación lineal:

⁸ Ver ANEXO I.



Grado de naturalidad: Estructura y sustrato del lecho



Para obtener el valor final de la métrica "Estructura y Sustrato del Lecho", al valor resultante se le aplicarían los siguientes moduladores:

Moduladores	Valor
Presencia de lodos antropogénicos en más de un 50% del lecho	-2
Presencia de extracciones, rellenos o vertidos de áridos o sustratos artificiales que afecten a más de un 25% del lecho	-2
Presencia de materiales impermeables artificiales en más de un 25% del lecho	-4
Presencia de detritos vegetales naturales	+1
Si existe acorazamiento	-1
Si el entorno inmediato (25 m) de la laguna o la propia cubeta están arados o cultivados.	-1
Si hay cambios en la composición del sustrato del lecho provocado por la presencia de especies animales alóctonas: carpa (movimiento de finos), almeja asiática, mejillón cebra u otros taxones alóctonos similares (con conchas depositadas en el fondo)	-0,5

El resultado final no puede ser menor que 0 ni mayor que 10, de manera que a los valores menores que 0 se les asignará un 0 y a los mayores de 10, se les asignará un 10.



Los valores obtenidos para la métrica ESL se pueden clasificar en 5 clases según el valor final obtenido:

Valor de la métrica	Clases de calidad
10 - 9	Muy Bueno
< 9 - 7	Bueno
< 7 - 5	Moderado
< 5 - 3	Deficiente
< 3	Malo

3.2.3. Estructura y vegetación de la zona de ribera (EZR)

La estructura de la zona de ribera se define a través de 2 elementos de calidad: como elemento principal, la cobertura de vegetación de la zona de influencia de la masa de agua; y como modulador, la cobertura de macrófitos y helófitos tal y como se evalúan en el índice OFALAM (MAGRAMA 2013 (2)) en el apartado 7.1 "Métricas para evaluar presiones de tipo hidromorfológico".

El análisis de estos elementos requiere hacer un reconocimiento por el espacio de muestreo que permita identificar las distintas especies y sus coberturas, así como disponer de los datos ya medidos del índice OFALAM.

Origen de la información:

- Cálculo de la Zona de Policía corregida (ZPC) y usos del suelo teóricos, antes de la visita de campo, consultables en la **Herramienta de apoyo a gabinete de HMFLacustre**.
- Ortofotos de máxima resolución del PNOA ([Productos a descarga - Plan Nacional de Ortofotografía Aérea \(ign.es\)](#)).
- Cartografía de masas de agua tipo lago (shp) del MITECO.
- Ortofotos actuales e históricas (Vuelo americano de 1956, PNOA, etc.), mapas topográficos y modelos digitales del terreno (MDT) disponibles: [Productos a descarga - Plan Nacional de Ortofotografía Aérea \(ign.es\)](#).
- Sistema de Información de Ocupación del Suelo: SIOSE ([Presentación SIOSE](#)), Corine Land Cover ([Productos a descarga - Instituto Geográfico Nacional \(ign.es\)](#)) y Atlas Nacional de España (IGN) ([Atlas Nacional de España - Instituto Geográfico Nacional \(ign.es\)](#)).
- Inventario Forestal Nacional y Mapa Forestal de España ([Cuarto Inventario Forestal Nacional \(miteco.gob.es\)](#); [Mapa Forestal de España \(MFE50\) \(miteco.gob.es\)](#)).
- Datos recogidos en la visita de campo.
- Listados de taxones presentes (OCC, NABIA).
- Visor interactivo de especies exóticas invasoras relacionadas con los ecosistemas acuáticos ([Visor de Especies Exóticas Invasoras. Centro de Estudios Hidrográficos \(cedex.es\)](#)).



Cálculo de la métrica

La métrica EZR se calcula aplicando la siguiente expresión:

$$EZR = g \cdot [\text{Superficie ZPC cubierta de vegetación funcional (Ha)} / \text{superficie ZPC (Ha)}] \pm \text{Moduladores}$$

Con esta métrica se pretende evaluar si la zona influenciada por la humedad de la masa de agua tiene la cobertura vegetal que le corresponde o si ésta ha sido reducida o alterada artificialmente. Idealmente podríamos trabajar sobre la máxima superficie total con influencia (el equivalente en los ríos a la "Ribera Topográfica") y comprobar qué superficie está cubierta con vegetación asociada al humedal (el equivalente en los ríos a la "Ribera Funcional"). No obstante, en varios de los tipos de lagos esa línea que definiría la Ribera Topográfica es casi imposible de definir de forma objetiva, lo que impediría realizar mediciones cuantitativas precisas. Por este motivo, se ha adoptado otro enfoque para definir la zona que se va a evaluar.

Para la evaluación de esta métrica se tendrá en cuenta, como máximo, la vegetación presente en la Zona de Policía (100 metros desde la orilla). No obstante, no en todas las lagunas o lagos hay de forma natural "vegetación de ribera" en toda esa franja de 100 metros, así que para tener en cuenta ese posible sesgo y para obtener la anchura de la banda que será evaluada, se corregirá la potencial anchura de la zona de policía (100 metros) con la pendiente (en %), mediante la siguiente expresión:

$$ZPC = 100 - \text{Pendiente (\%)}$$

Donde:

Donde ZPC (en metros)= Zona de Policía Corregida

Para asegurar la comparabilidad y homogeneidad de esta métrica, se proporciona el cálculo de la pendiente, la ZPC y los usos del suelo teóricos, consultable en la **Herramienta de apoyo a gabinete de HMFLacustre**, según el procedimiento especificado en el ANEXO V.

La ZPC teórica definida en gabinete deberá validarse y corregirse si fuera necesario en campo. Para ello se tendrá en cuenta:

- Si en la misma orilla la pendiente es > 90% la ZPC en esa zona será de 10 m, aunque la ZPC calculada en gabinete sea mayor.
- Si los primeros 20 m tienen una pendiente sostenida elevada ($\geq 80\%$) la ZPC en esa zona se calculará en base a los 20 m, aunque la ZPC de gabinete sea mayor.
- En campo se evitará medir la pendiente sobre zonas modificadas artificialmente como caminos, embarcaderos, aparcamientos, etc. En estos casos la pendiente en el tramo modificado se estimará teniendo en cuenta la pendiente a ambos lados de la zona modificada.
- De igual manera, se evitará medir sobre montículos, aunque sean naturales. Se estimará la pendiente en el tramo teniendo en cuenta la pendiente a ambos lados del montículo.

Para la evaluación de la métrica se tendrá en cuenta qué superficie de la ZPC está cubierta por vegetación funcional, es decir, la propia de la zona descartando usos agrícolas, urbanos, industriales, vías de comunicación, vegetación alóctona y otros posibles usos u ocupaciones no naturales. En el caso de masas de agua situadas en entornos rocosos o a grandes altitudes la vegetación puede estar total o parcialmente ausente por causas naturales y en ese caso dicha ausencia se considerará la situación natural.



La posible orla de helófitos se contará como vegetación funcional siempre y cuando dichos helófitos sean propios de esa tipología de lago (ver listados de especies típicas del OFALAM, MAGRAMA, 2013 (2)).

Para valorar los usos del suelo en la ZPC se parte de los usos del suelo teóricos, calculados según el procedimiento especificado en el ANEXO V y consultables en la **Herramienta de apoyo a gabinete de HMFLacustre**. Posteriormente se corregirán en la visita de campo, donde se ajustará la zona de estudio sobre la ZPC definida en gabinete y se verificarán tanto los usos del suelo teóricos como la situación de la vegetación funcional y los datos solicitados para valorar los distintos moduladores.

Para valorar adecuadamente la vegetación funcional, es imprescindible conocer la vegetación potencial de cada territorio.

En el caso de no validar los datos en campo, hacerlo de manera inadecuada, o faltar información requerida para la valoración de los moduladores, tal y como ocurre si no hay agua en todo el ciclo definido en el Plan Hidrológico de cuenca (PHC) y no puedan evaluarse los macrófitos, el resultado de la métrica obtenido, tendrá una incertidumbre de medida mayor, que afectará al nivel de confianza (NCF) del índice. Ver apartado 5 NIVEL DE CONFIANZA DE LA CARACTERIZACIÓN HMF EN LAGOS.

Como moduladores para el valor de la métrica obtenido se usarán 2 grupos diferentes: en primer lugar, la vegetación sumergida y en segundo lugar la presencia de otros condicionantes.

Moduladores 1: Según el ecotipo⁹ al que pertenezca la masa de agua se aplicará una métrica y una condición u otra, relativas a la vegetación sumergida. Únicamente se sumará el modulador si se cumple la correspondiente condición. Estos datos procederán directamente de la evaluación del índice OFALAM (MAGRAMA, 2013 (2)).

Ecotipo	Métrica	Condición	Modulador
1 - 8	Presencia/ausencia de Hidrófitos	Presencia	1
10	Riqueza de especies de macrófitos típicos	≥ 7 sp	1
11	Riqueza de especies de macrófitos típicos	≥ 8 sp	1
12, 14 y 15	Riqueza de especies de macrófitos típicos	≥ 7 sp	1
16	Riqueza de especies de macrófitos típicos	≥ 9 sp	1
17	Riqueza de especies de macrófitos típicos	≥ 10 sp	1
18	Riqueza de especies de macrófitos típicos	≥ 11 sp	1
19	Riqueza de especies de macrófitos típicos	≥ 10 sp	1
20 - 23	Cobertura de macrófitos típicos	≥ 40 %	1
24	Riqueza de especies de macrófitos típicos	≥ 9 sp	1
25	Riqueza de especies de macrófitos típicos	≥ 11 sp	1
26	Riqueza de especies de macrófitos típicos	≥ 8 sp	1
27	Riqueza de especies de macrófitos típicos	≥ 7 sp	1
28	Riqueza de especies de macrófitos típicos	≥ 8 sp	1
29	Riqueza de especies de macrófitos típicos	≥ 5 sp	1

⁹ En el caso de las lagunas no masa de agua que se quieran evaluar, habrá que asignarles una tipología siguiendo los criterios establecidos para definir las tipologías en el caso de las MLW.



Moduladores 2:

Moduladores	Valor
Si hay presencia de especies vegetales alóctonas aisladas.	-1
Si en lagos permanentes hay señales de invasión de la cubeta por parte de <i>Phragmites sp.</i> o <i>Tamarix sp.</i> en más de un 25%.	-1
Si entre la vegetación leñosa de la zona de ribera podemos encontrar diferentes clases de edad y hay regeneración natural.	+0.5
Si en la vegetación leñosa de la zona de ribera no hay regeneración natura ¹⁰ l.	-0.5
Si el entorno de la laguna está cubierto por una reforestación que cumple con su servicio eco-sistémico ¹¹ .	+0.5
Si hay usos del suelo dedicados a la conservación: carteles, pasarelas, casetas de observación de aves, en buen estado de mantenimiento, siempre y cuando no afecten a la estabilización, erosividad y de las orillas.	+0.5

El resultado final no puede ser menor que 0 ni mayor que 10, de manera que a los valores menores que 0 se les asignará un 0 y a los mayores de 10, se les asignará un 10.

Los valores obtenidos para la métrica EZR se pueden clasificar en 5 clases según el valor final obtenido:

Valor de la métrica	Clases de calidad
10 - 9	Muy Bueno
< 9 - 7	Bueno
<7 - 5	Moderado
< 5 - 3	Deficiente
< 3	Malo

¹⁰ En algunos cuerpos de agua podrían darse ambas situaciones, de regeneración natural y no regeneración. En estos casos, se marcarán ambas opciones, salvo que el tramo sin regeneración sea igual o superior a un tercio de la ribera del cuerpo de agua, en cuyo caso, se marcará únicamente el modulador negativo.

¹¹ Para considerar que la reforestación cumple con su servicio ecosistémico, se valorará si tiene una funcionalidad ecológica similar a la que tendría la vegetación autóctona sin provocar un perjuicio de la calidad del suelo, si la escorrentía afecta al aporte de materia orgánica así como otras funciones ecológicas.



4. Cálculo y representación del índice hidromorfológico

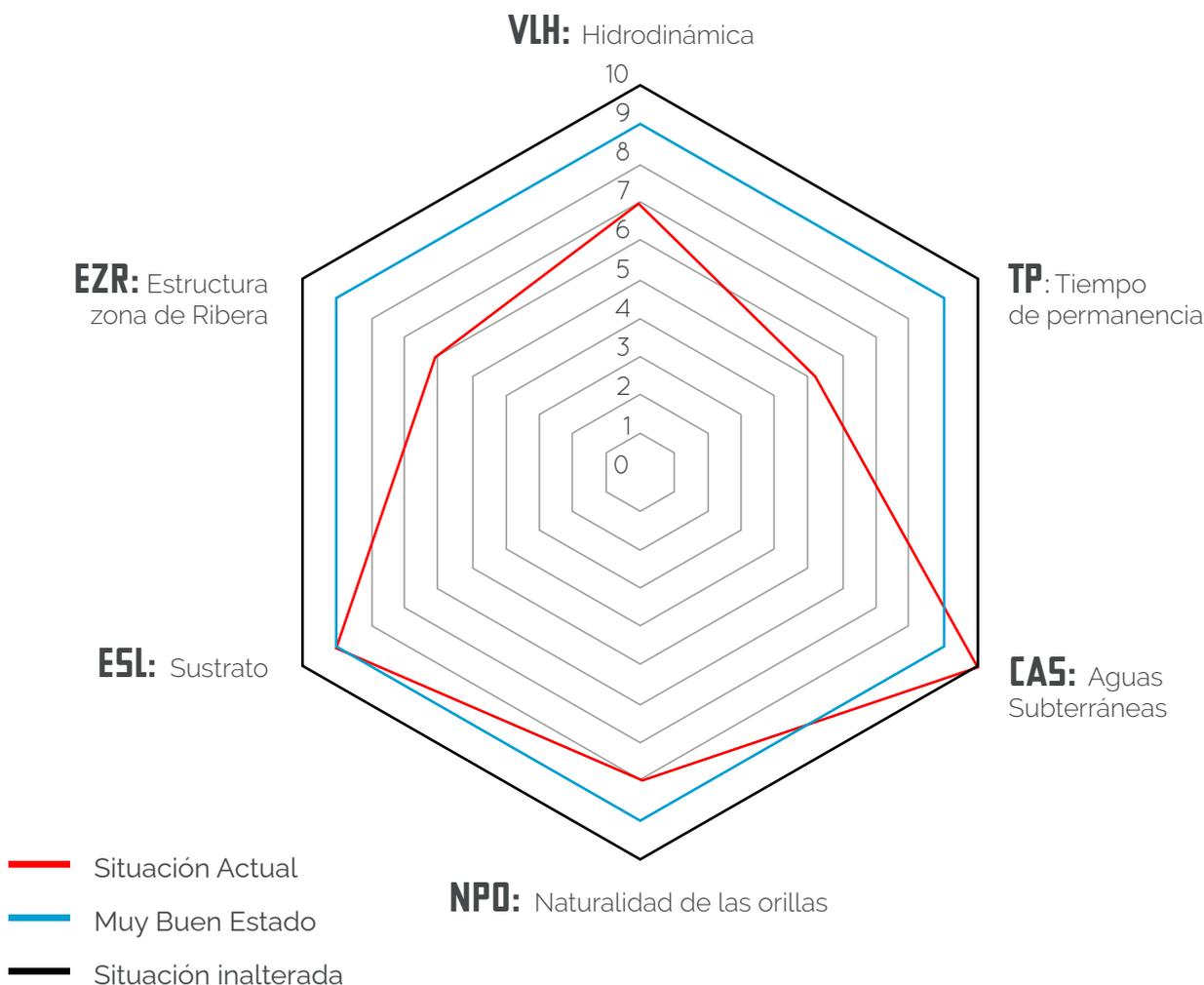
El índice hidromorfológico para lagos (IHL) es un índice multimétrico que tiene en cuenta 6 métricas diferentes, cada una de ellas basada en los 6 indicadores hidromorfológicos para lagos que indica la DMA.

$$IHL = VLH \cap TP \cap CAS \cap NPO \cap ESL \cap EZR$$

El umbral para el Muy Buen Estado de cada una de las métricas de la caracterización HMF será de 9 sobre 10. El cálculo del índice IHL se realizará siguiendo la filosofía "una fuera, todas fuera" para estas métricas de manera que, si alguna de las 6 cae por debajo del umbral del Muy buen Estado, se considerará que la masa de agua presenta una valoración del elemento de calidad HMF "Peor que Muy Bueno".

A partir de la caracterización HMF se pueden calcular los indicadores indirectos de hábitat (IIdeH), la expresión de los parámetros abióticos que dan sustento a los Elementos de Calidad Biológicos (ECB). Los IIdeH coinciden con las seis métricas evaluadas en el IHL y permiten inferir de manera indirecta el estado biológico a través de su "soporte" hidromorfológico. La valoración de cada uno de los IIdeH se realizará teniendo en cuenta todas las clases de calidad establecidas en la métrica HMF correspondiente, siendo el valor final el peor de los definidos.

La representación gráfica de los resultados se hará mediante un gráfico hexagonal en el que cada vértice representa una de las métricas:





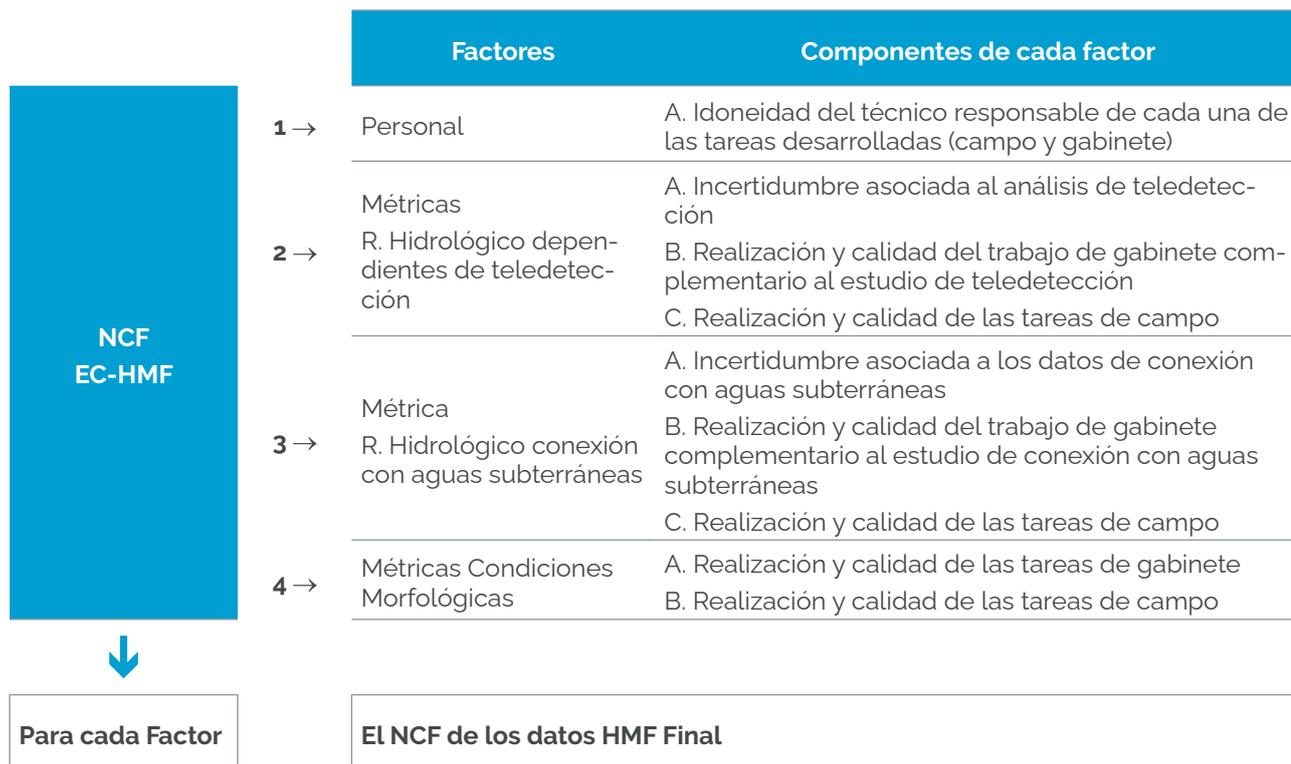
En las masas de agua que sean complejos lagunares, no siempre estarán disponibles los datos a nivel de lagunas individuales, así que los criterios para la evaluación de la masa de agua serán los siguientes:

- En aquellos complejos lagunares de los que se disponga de datos de teledetección únicamente de la laguna considerada principal o más representativa de dicha masa, los resultados de esta laguna representarán el estado hidromorfológico de la masa.
- Mientras que, en aquellos complejos lagunares que cuenten con datos de teledetección a nivel de laguna individualizada de los diferentes cuerpos que forman la masa de agua, en primer lugar se evaluará la laguna considerada más representativa de dicha masa y en base a ella se establecerá un estado hidromorfológico. A continuación, se evaluarán los otros cuerpos de agua y si más del 50% de ellos presentaran un estado hidromorfológico peor que la laguna representativa, éste pasaría a ser el estado hidromorfológico de toda la masa.

5. Nivel de confianza de la caracterización HMF en lagos

Para valorar el NCF de la Caracterización Hidromorfológica en lagos se tendrá en cuenta la incertidumbre asociada al cálculo de cada una de las métricas que componen la caracterización.

La estimación se hará teniendo en cuenta los criterios siguientes:





Hay que tener en cuenta en la valoración del NCF de las métricas hidrológicas que, si los Organismos de cuenca por su conocimiento de experto o por disponer de estudios que permitan reforzar el resultado de las métricas calculadas con datos con alta incertidumbre, puede asignarse un NCF mayor al obtenido inicialmente. En los espacios protegidos será necesario reforzar los datos con información procedente del propio ENP.

5.1. Personal

El factor "personal" estima la idoneidad de los técnicos destinados a cada una de las tareas requeridas en el Protocolo de caracterización HMF, tanto de las tareas de gabinete como de las tareas de campo.

El NCF de este factor es:

- ALTO: cuando todos los técnicos cuenten con más de cinco años de experiencia en las tareas que van a desarrollar¹², o dispongan de acreditación.
- BAJO: cuando las tareas requeridas para realizar la caracterización hidromorfológica se lleven a cabo por técnicos sin preparación específica en gabinete o en campo.

5.2. Métricas R.Hidrológico dependientes de teledetección

El factor "Métricas R. Hidrológico dependientes de teledetección" se refiere a las métricas VLH y TP y estima la incertidumbre asociada al análisis de teledetección, la realización y calidad del trabajo de gabinete complementario al estudio de teledetección¹³ y la realización y calidad de las tareas de campo.

La incertidumbre asociada a los datos obtenidos mediante teledetección está condicionada por diversos factores entre los que cabe destacar el tamaño de los cuerpos de agua y la presencia de nubes, sombras o nieve que entorpezcan la interpretación de las imágenes o imposibiliten totalmente su uso.

En el caso de las imágenes que no pueden utilizarse por los problemas mencionados, los datos y tablas de análisis aparecerán vacías y se reflejará en la incertidumbre asociada a los datos de la laguna. No se valora igual si los meses que no tienen datos son meses de verano (más afectados por la temporalidad) que de invierno. En el ANEXO III se incluye una tabla con la incertidumbre asociada a los datos de la serie histórica y del año 2021.

El NCF de este factor es:

- ALTO: cuando la incertidumbre asociada al análisis de teledetección es baja, y las tareas de campo y de gabinete complementarias al estudio de teledetección se realizan con el grado de exigencia y calidad prevista en el Protocolo HMF Lacustre (incluyendo la información propia del ENP, en su caso).

¹² El técnico deberá contar con experiencia en el tipo de tarea que va a desarrollar. Esta experiencia no tiene que ser específicamente en aplicación de este protocolo, puede ser en estudios de ecología y limnología en lagunas que requieran la caracterización de las orillas, riberas, vegetación en lagunas y demás tareas de campo y gabinete definidas en este protocolo. Los técnicos que realizan las tareas de gabinete que requieran el uso de herramientas de Sistemas de Información Geográfica deberán contar con experiencia en el uso de dichas herramientas.

¹³ Si la métrica VLH haya sido evaluada por el método A, los datos utilizados tienen incertidumbre baja, tal y como se indica en el apartado 3.1.1 donde se recoge el cálculo de dicha métrica.



- MEDIO: cuando la incertidumbre asociada al análisis de teledetección es baja pero las tareas de campo o de gabinete complementarias al estudio de teledetección no se realizan con el grado de exigencia y calidad prevista en el Protocolo HMF Lacustre. O cuando la incertidumbre asociada al análisis de teledetección es media y las tareas de campo o de gabinete complementarias al estudio de teledetección se realizan con el grado de exigencia y calidad prevista en el Protocolo HMF Lacustre.
- BAJO: si la incertidumbre asociada al análisis de teledetección es alta, independientemente del grado de desarrollo del resto de tareas.

En el caso de los complejos lagunares, el NCF quedará definido por la incertidumbre del dato de la laguna principal¹⁴. A no ser, que el dato que condicione el valor de la métrica proceda únicamente de una laguna secundaria, en cuyo caso, será la incertidumbre del dato de esta laguna el que se considere en el NCF. En el caso de que la métrica dependa únicamente del valor puntual de una laguna secundaria y tenga una incertidumbre alta, podrá valorarse si se quiere tener en cuenta en la evaluación si no se tienen otros datos que apoyen este resultado.

En el caso de existir estudios científicos sobre la temporalidad o volúmenes e hidrodinámica, tanto con actuales como con una serie histórica con un tiempo igual o superior a la proporcionada por teledetección, estos datos podrán ser utilizados para mejorar el NCF de las métricas VLH y TP cuando los datos de teledetección tengan una incertidumbre asociada elevada. Siempre y cuando los estudios sean validados por los Organismos de cuenca y el MITECO.

En el caso de las masas de agua de un ENP, estas métricas deberán evaluarse teniendo en cuenta la documentación propia proporcionada por los gestores del ENP. Esta información puede afectar al NCF.

5.3. Métrica Régimen Hidrológico conexión con aguas subterráneas

El factor "Métrica Régimen Hidrológico CAS" estima la incertidumbre asociada a los datos relativos a la conexión con las aguas subterráneas, la realización y la calidad del trabajo de gabinete complementario al estudio de conexión con las aguas subterráneas y la realización y la calidad de las tareas de campo.

El NCF de este factor es:

- ALTO: cuando la incertidumbre asociada a los datos de conexión con aguas subterráneas es baja. Además, las tareas de campo y de gabinete complementarias al estudio de conexión con aguas subterráneas se realizan con el grado de exigencia y calidad prevista en el Protocolo HMF Lacustre y se cuenta con datos de índice de Extracción Parcial de la Masa proporcionados por el Organismo de cuenca o en base al conocimiento de experto.
- MEDIO: cuando la incertidumbre asociada a los datos de conexión con aguas subterráneas es baja, las tareas de campo y de gabinete complementarias al estudio de conexión con aguas subterráneas se realizan con el grado de exigencia y calidad prevista en el Protocolo HMF Lacustre y no se cuenta con datos de índice de Extracción Parcial de la Masa. O las tareas de campo y de gabinete complementarias al estudio de conexión con aguas subterráneas no se realizan con el grado de exigencia y calidad prevista en el Protocolo HMF lacustre.

¹⁴ Se considera laguna principal la que tiene el punto de muestreo biológico y en la que está previsto realizar los trabajos de campo. Si hay más de una laguna con punto de muestreo biológico activo, ambas se considerarán principales. En el caso de no haber puntos de muestreo biológico se define como laguna principal a la de mayor tamaño del complejo lagunar.



- BAJO: Si la incertidumbre asociada a los datos de conexión con aguas subterráneas es alta, o no se tiene información de la conexión y el NCF de TP y VLH es bajo (teniendo en cuenta la valoración incluida en el apartado correspondiente).

5.4. Métricas condiciones morfológicas

El factor "Métricas Condiciones Morfológicas" se refiere a las métricas NPO, EZR y ESL y estima la realización y calidad de los trabajos de gabinete y de campo.

El NCF de este factor es:

- ALTO: cuando las tareas de campo y de gabinete se realizan con el grado de exigencia y calidad prevista en el Protocolo HMF Lacustre.
- MEDIO: cuando las tareas de campo se realizan con el grado de exigencia y calidad prevista en el Protocolo HMF Lacustre pero las tareas de gabinete se realizan de forma parcial.
- BAJO: si no se realizan tareas de campo o se realizan de forma inadecuada o incompleta.

5.5. NCF HMF lacustre final

El NCF de la HMF Lacustre final se calculará combinando el NCF de todos los factores, quedando definido por el factor con NCF más bajo. Teniendo en cuenta en la valoración del NCF de las métricas hidrológicas la mejora del mismo por disponer de estudios robustos que permitan reforzar el resultado de las métricas calculadas con datos con alta incertidumbre (salvo en los espacios protegidos en las que será necesario reforzar los datos con información procedente del propio ENP) o por conocimiento de experto del Organismo de cuenca.

La caracterización hidromorfológica debe realizarse como mínimo una vez cada ciclo del PHC y llevarse a cabo en la época del año que permita describir las características hidromorfológicas de las masas de agua con mayor fiabilidad.

Si hubiera obras u otras modificaciones que afecten o mejoren cualquiera de los índices de caracterización hidromorfológica lacustre a lo largo del ciclo de PHC habrá que caracterizar la masa de agua posteriormente a la intervención, en ese caso cualquier dato anterior a la modificación se puede considerar con un NCF final bajo.



Abreviaturas



- CAS:** Conexión con aguas subterráneas
- OOCC:** Organismos de cuenca
- DMA:** Directiva Marco del Agua
- ECB:** Elementos de Calidad Biológicos
- EDAS:** Ecosistemas Dependientes de Aguas Subterráneas
- ESL:** Estructura y sustrato del lecho del lago
- EZR:** Estructura y vegetación de la zona de ribera
- HMF:** Hidromorfología / hidromorfológica / hidromorfológico
- HMWB:** Masa de agua muy modificada
- IHL:** Índice hidromorfológico para lagos
- IIdeH:** Indicadores indirectos de hábitat
- MLW:** Masa de agua lago
- MSBT:** Masa de agua subterránea
- MSPF:** Masa de agua superficial
- MITECO:** Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico
- NABIA:** Sistema de intercambio de información sobre el estado y calidad de las aguas continentales
- NCF:** Nivel de confianza
- NPO:** Variación de la profundidad del lago y naturalidad de las orillas
- OFALAM:** Métricas de otro tipo de flora acuática (macrófitos) en lagos
- PHC:** Plan hidrológico de cuenca
- SH:** Serie histórica
- TP:** Tiempo de permanencia
- VLH:** Volúmenes líquidos e hidrodinámica
- VL:** Volúmenes líquidos e hidrodinámica antes de integrar los moduladores
- ZPC:** Zona de Policía Corregida



Bibliografía

**Camacho, A., y colaboradores. 2018.**

Revisión de tipologías de masas de agua lagos; análisis de la asignación a tipología de cada lago y análisis de presiones e impactos involucrados. TAREA 2 - Revisión de tipologías de masas de agua lagos; análisis de la asignación a tipología de cada lago y análisis de presiones e impactos involucrados. Ministerio para la Transición Ecológica.

CEDEX, 2010.

ESTABLECIMIENTO DE CONDICIONES HIDROMORFOLÓGICAS Y FÍSICO-QUÍMICAS ESPECÍFICAS DE CADA TIPO ECOLÓGICO EN MASAS DE AGUA DE LA CATEGORÍA LAGOS EN APLICACIÓN DE LA DIRECTIVA MARCO DEL AGUA.

Clave CEDEX: 44-407-1-002

MAGRAMA, 2013.

PROTOCOLO DE MUESTREO DE OTRO TIPO DE FLORA ACUÁTICA (MACRÓFITOS) EN LAGOS.
CÓDIGO: M-L-OFM-2013.

https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/agua/temas/estado-y-calidad-de-las-aguas/M-L-OFM-2013_Muestreo_Macr%C3%B3fitos_Lagos_24_05_2013_tcm30-175288.pdf

MAGRAMA, 2013 (2).

PROTOCOLO DE LABORATORIO Y CÁLCULO DE MÉTRICAS DE OTRO TIPO DE FLORA ACUÁTICA (MACRÓFITOS) EN LAGOS.

CÓDIGO: OFALAM-2013.

[https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/agua/temas/estado-y-calidad-de-las-aguas/OFALAM-2013%20v1_Laboratorio%20y%20calculo_metricas_Otra%20flora%20acu%C3%A1tica%20Macrofitos_Lagos_\(30_01_2014_\)_tcm30-175296.pdf](https://www.miteco.gob.es/content/dam/miteco/es/agua/temas/estado-y-calidad-de-las-aguas/OFALAM-2013%20v1_Laboratorio%20y%20calculo_metricas_Otra%20flora%20acu%C3%A1tica%20Macrofitos_Lagos_(30_01_2014_)_tcm30-175296.pdf)

MITECO, 2021.

GUÍA PARA LA EVALUACIÓN DEL ESTADO DE LAS AGUAS SUPERFICIALES Y SUBTERRÁNEAS.

https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/estado-y-calidad-de-las-aguas/guia-para-evaluacion-del-estado-aguas-superficiales-y-subterraneeas_tcm30-514230.pdf

MITECO, 2021.

GUÍA DEL PROCESO DE IDENTIFICACIÓN Y DESIGNACIÓN DE LAS MASAS DE AGUA MUY MODIFICADAS Y ARTIFICIALES CATEGORÍA RÍO.

https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/estado-y-calidad-de-las-aguas/guia-proceso-identificacion-designacion-masas-agua-muy-modificadas-y-artificiales-categoria-rio_tcm30-514220.pdf



Normativa de referencia



A continuación, figura el marco legal o normativa de referencia del presente protocolo:

- 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.
- Real Decreto Legislativo 1/2001, de 20 de julio, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley de Aguas.
- Real Decreto 849/1986, de 11 de abril, por el que se aprueba el Reglamento del Dominio Público Hidráulico que desarrolla los títulos preliminares, I, IV, V, VI, VII y VIII del texto refundido de la Ley de Aguas.
- 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.
- Orden MAM/985/2006 por la que se desarrolla el régimen jurídico de las entidades colaboradoras de la administración hidráulica en materia de control y vigilancia de calidad de las aguas y de gestión de los vertidos al dominio público hidráulico.
- Real Decreto 907/2007 por el que se aprueba el Reglamento de Planificación Hidrológica.
- Orden ARM/2656/2008 por la que se aprueba la Instrucción de Planificación Hidrológica.

También se han considerado las siguientes normas UNE en su elaboración:

- UNE – EN 5667-1: 2007 – Parte 1. Guía para el diseño de programas de muestreo y técnicas de muestreo.
- UNE – EN 16870: 2017. *Water Quality. Guidance standard on determining the degree of modification of lake hydromorphology*. 46 pp.
- Norma Europea, EN 16039: 2011. *Water Quality. Guidance standard for assessing the hydromorphological features of lakes*. Traspuesta por AENOR, AEN/CTN 77 Medio Ambiente en norma española UNE-EN 16039: 2012. 39 pp.

Otras publicaciones consideradas:

- Guía para la evaluación del Estado de las aguas superficiales y subterráneas. MITECO. 2021. 355 pp.
- Guía del proceso de identificación y designación de las masas de agua muy modificadas y artificiales categoría río. MITECO. 2021. 74 pp.



Anexos



ANEXO I. Selección de transectos y recorridos perimetrales en HMF Lacustre¹⁵

Los transectos y recorridos perimetrales para evaluar la HMF lacustre, se realizarán según lo planteado en el apartado 5 del Protocolo *Otro tipo de flora acuática en lagos. Protocolo de muestreo de otro tipo de flora acuática (Macrófitos) en lagos. M-L-OFM-2013 (MAGRAMA 2013)*. El procedimiento para definirlos en este protocolo depende del tipo de lago y tiene en cuenta aspectos relativos a las características del lago tales como profundidad, perímetro y pendiente, entre otros. En el caso de la caracterización HMF no se tendrá en cuenta la tipología, sino el resto de aspectos.

En el caso de complejos lagunares, se podrá establecer más de un punto de muestreo (más de una laguna del complejo), eligiendo a aquellas lagunas que sean las más representativas de las condiciones del conjunto en cuestión, debiendo justificarse en cualquier caso la elección del número, representatividad y localización de las lagunas muestreadas.

Con el objeto de posicionar cada uno de los puntos de muestreo se deberán registrar mediante dispositivos GPS las coordenadas UTM en el punto central de cada rectángulo / franja muestreado. Esta información quedará recogida en la hoja de campo.

A continuación, se facilitan los criterios aplicables en cada caso, en su aplicación a la caracterización HMF.

Lagos de profundidad máxima ≤ 2 m.

En lagos vadeables (profundidad máxima < 1 m) se muestrea, cuando sea posible, con vadeador y en lagos no vadeables (profundidad máxima > 1 m y ≤ 2 m) se muestrea desde embarcación.

- ▶ Lagos pequeños (≤ 50 ha). Se realizarán dos recorridos longitudinales coincidentes con los ejes mayor y menor del lago, que lo atraviesen en toda su longitud y anchura, respectivamente.
- ▶ Lagos medianos o grandes (> 50 ha). Se realizará de igual manera que en el epígrafe anterior, pero en el caso de que alguno de los ejes supere los 500 m. de longitud, para evaluar el OFALAM, éste se divide en 10 porciones discontinuas (al menos una en cada orilla y el resto entre ambas equidistantes entre sí), y en cada una de ellas se muestrearán, al menos, un transecto de unos 2 metros de ancho x unos 10 metros de largo (figura 2). En el caso de la caracterización HMF, para valorar los sustratos, se realizaría de igual manera. La parte de valoración exterior a la laguna se reduciría, recorriendo como máximo la Zona de Policía.



Figura 1 - Recorridos en los ejes y transectos (rectángulos) para el muestreo de hidrófitos en lagos someros y pequeños.



Figura 2 - Recorridos en los ejes y transectos para el muestreo de hidrófitos en lagos someros medianos o grandes

¹⁵A efectos de este protocolo, la selección y delimitación de tramos se realizará conforme a lo indicado en este ANEXO, cualquier cambio realizado sobre los protocolos de muestreo, laboratorio y cálculo de índices de macrófitos en lagos, afectará a los datos que aporte el OFALAM a la métrica EZR, pero no a la forma de proceder para caracterizar la HMFLacustre.



Lagos de profundidad máxima > 2 m

- ▶ Lagos pequeños (≤ 50 ha). Se realizarán 10 transectos (rectángulos) perpendiculares a la orilla, partiendo de ésta hacia aguas adentro. La longitud de cada rectángulo llegará, como máximo, hasta donde se alcancen los 2 m. de profundidad (medidos con ecosonda de mano), y la anchura de cada uno de ellos será de unos 2 m., o bien una anchura tal que determine que, para cada rectángulo, la superficie muestreada al multiplicar la anchura por la longitud sea de aproximadamente 20 m^2 . Los puntos de partida de los rectángulos estarán aproximadamente equidistantes entre sí y se determinarán dividiendo en 10 partes el perímetro del lago.
- ▶ Lagos medianos o grandes (> 50 ha). Se procederá de manera similar al caso anterior, pero se realizarán 20 transectos en lugar de 10.



Figura 3 - Transectos para el muestreo de hidrófitos en lagos profundos y pequeños.



Figura 4 - Transectos para el muestreo de hidrófitos en lagos profundos medianos o grandes.

En el caso de los recorridos perimetrales se tendrá en cuenta el tamaño del lago, la localización y extensión de los puntos de muestreo se determinará de la siguiente manera:

- ▶ Lagos de ≤ 1 km de perímetro. Se muestreará una franja de unos 3 m. de ancho en todo el perímetro del lago.
- ▶ Lagos de > 1 km. de perímetro. Se realizarán recorridos perimetrales de al menos 1 km. de las orillas, dividiendo el perímetro del lago en 10 zonas, dentro de cada una de las cuales se muestreará al menos una franja de 100 m. de longitud y 3 m. de ancho.



Figura 5 - Franja para el muestreo de helófitos en lagos con menos de 1 km de perímetro.

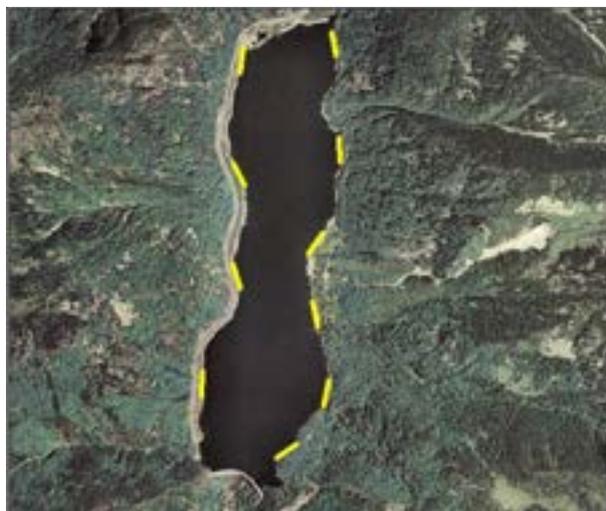


Figura 6 - Zonas de muestreo de helófitos en lagos con un perímetro mayor a 1 km.



ANEXO II. Fichas

Recogida de datos generales:

Nombre de la masa de agua / RNL: <input type="text"/>	
Código masa de agua: <input type="text"/>	Código RNL: <input type="text"/>
Tipo: <input type="text"/>	Organismo de cuenca: <input type="text"/>
<input type="checkbox"/> Masa con lago único	
<input type="checkbox"/> Masa complejo lagunar	Nº de lagos del complejo lagunar <input type="text"/>
Lago/s principal/es: <input type="text"/>	Punto muestreo bio: <input type="text"/>
Fecha: <input type="text"/>	Hora: <input type="text"/>
Acceso (Texto): <input type="text"/>	Acceso (Plano): <input type="text"/>
Término municipal y Provincia: <input type="text"/>	Figura de protección: <input type="text"/>
Definición transectos (con coordenadas): <input type="text"/>	Definición recorridos perimetrales (con coordenadas): <input type="text"/>
Área de la laguna (si es un complejo lagunar especificar el área de cada laguna) en Km ² : <input type="text"/>	
Profundidad máxima laguna (si es un complejo lagunar especificar para cada laguna): <input type="text"/>	
Técnicos responsables tareas de campo Formación técnicos responsables de campo de cada tarea > 5 años <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No NCF PERSONAL CAMPO	Técnicos responsables de las tareas de gabinete Formación técnicos responsables de gabinete de cada tarea > 5 años <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No NCF PERSONAL GABINETE
NCF PERSONAL FINAL (Peor entre campo y gabinete): <input type="text"/>	
Observaciones: <input type="text"/>	



Recogida de datos para el cálculo del VLH:

Procedimiento de evaluación A <input type="checkbox"/>	Masa permanente <input type="checkbox"/>
Procedimiento de evaluación B <input type="checkbox"/>	Masa Temporal <input type="checkbox"/>

Datos históricos temporalidad y superficie inundada: (Datos asociados a fecha y fuente)

Datos espacio protegido (Parque Natural o Nacional): Toda la información disponible del espacio protegido para reafirmar datos del Procedimiento A o B)

Procedimiento de evaluación A (Asociado a laguna en complejos lagunares, si no se tienen todas las lagunas del complejo habrá que indicarlo)

I_VERT (dato histórico / año) <input type="text"/>	I_VERT (año de evaluación / año) <input type="text"/>
I_EXTRAC (dato histórico / año) <input type="text"/>	I_EXTRAC (año de evaluación / año) <input type="text"/>
VL (dato histórico / año) <input type="text"/>	VL (año de evaluación / año) <input type="text"/>

Procedimiento de evaluación B (por laguna en complejos lagunares)

Información de teledetección, (año estudio):

Datos y gráfico de superficie inundada mes año en curso y superficie inundada mes serie histórica (adjuntar o asociar archivo):

Datos y gráficas imágenes inundadas en serie histórica y año de evaluación: (adjuntar o asociar archivo):

Incertidumbre del dato teledetección:

Datos recogidos en la visita de campo que afectan a la hidrología (todos los moduladores y datos que afectan a la interpretación de los datos de teledetección: listado y puede apoyarse de fotografías):

Observaciones:



Cumplimentación de tablas de situación y moduladores

SITUACIÓN MASAS PERMANENTES	VALOR	SITUACIÓN MASAS TEMPORALES	VALOR
No hay ni aportaciones ni extracciones artificiales. El volumen o superficie inundada del lago no cambia en más de un 25% con respecto a la SH y no cambian la presencia de hábitat somero y profundo (> 2m) (en el caso de que lo hubiera)	10	No hay ni aportaciones ni extracciones artificiales. En los meses en los que debe estar inundado, el volumen o superficie inundada del lago no cambia en más de un 25% con respecto a la SH de media	10
Hay aportaciones o extracciones pequeñas que influyen muy poco en el balance hídrico. El volumen o superficie inundada del lago no cambia en más de un 25% con respecto a la SH y no cambian la presencia de hábitat somero y profundo (> 2m) (en el caso de que lo hubiera)	9	Hay aportaciones o extracciones pequeñas que influyen muy poco en el balance hídrico. En los meses en los que debe estar inundado, el volumen o superficie inundada del lago no cambia en más de un 25% con respecto a la SH de media	9
Hay aportaciones o extracciones que influyen en el balance hídrico. O se observa una modificación en la disponibilidad de hábitat inundado. En el caso de que existiera, no llega a desaparecer por completo el hábitat profundo (> 2m). Si el lago es somero mantiene entre el 50% y el 75% de su superficie inundada	6	Hay aportaciones o extracciones que influyen en el balance hídrico. O se observa una modificación en la disponibilidad de hábitat inundado. En los meses en los que debe estar inundado, el volumen o superficie inundada del lago cambia entre un 26% y un 50% con respecto a la SH de media. En todos los meses en los que la SH indica que debe haber agua, ésta sigue presente y en todos los meses en los que debe estar seca, permanece seca	6
Hay aportaciones o extracciones que influyen en el balance hídrico, O se observa una modificación en la disponibilidad de hábitat inundado. En el caso de que existiera, llega a desaparecer por completo el hábitat profundo (> 2m). Si el lago es somero mantiene menos del 50% de su superficie inundada pero no llega a secarse completamente	4	Hay aportaciones o extracciones que influyen en el balance hídrico. O se observa una modificación en la disponibilidad de hábitat inundado. En los meses en los que debe estar inundado, el volumen o superficie inundada del lago cambia más de un 50% con respecto a la SH de media. En todos los meses en los que la SH indica que debe haber agua, ésta sigue presente y en todos los meses en los que debe estar seca, permanece seca	4
Hay aportaciones o extracciones que influyen gravemente en el balance hídrico. O se observa una modificación en la disponibilidad de hábitat inundado, llegando a desaparecer toda el agua en algún momento del año	0	Hay aportaciones o extracciones que influyen gravemente en el balance hídrico. O se observa una modificación en la disponibilidad de hábitat inundado. Al menos en alguno de los meses en los que la SH indica que debe haber agua, el volumen es 0, o bien, al menos en alguno de los meses en los que debe estar seca, el volumen es > 0	0

VLH (sin moduladores):

MODULADORES	VALOR
Si hay aportación de ríos:	
Si el río tiene su caudal natural	1
El río tiene extracciones (sin llegar a secarse) o presenta estructuras tales como diques, presas o canales que afectan a la hidrología de la masa de agua lago (independientemente del tamaño de la estructura y si está o no en uso, siempre que su presencia modifique la entrada de agua en la masa de agua)	-1
El río está seco por las extracciones	-1,5
Entrada de agua no natural procedente de un vertido (reconocible por olor, color...) o un retorno de regadío	-1
Si hay estructuras que eviten que la escorrentía de al menos el 50% de la cuenca vertiente llegue al vaso	-1
Si hay un recrecimiento artificial para aumentar el volumen	-2
Si hay extracciones directas de agua desde la cubeta	-1
Si la masa de agua lago (MSLW) presenta diques interiores que fraccionan la lámina de agua. MSLW natural o muy modificada con diques con una finalidad distinta a mantener la masa inundada replicando las condiciones naturales	-1
Si la masa de agua es muy modificada (HMWB) y existen diques interiores que fraccionan la lámina de agua con el fin de mantenerla artificialmente replicando las condiciones naturales	1

Incertidumbre datos de teledetección: Realizados trabajos de campo y gabinete completos: Sí No

NCF VLH:

Valor final de la métrica:

Clase calidad:



Recogida de datos para el cálculo de la métrica TP:

Masa permanente Datos históricos temporalidad

Masa Temporal

Datos de Volumen y/o batimetrías precisas de la masa de agua (OOCC) si están disponibles

Volúmenes de vertidos y extracciones Reales (OOCC y mediciones en campo)

Referencias históricas en cuanto a posibles modificaciones del volumen de la masa de agua (OOCC)

Datos y gráfico de superficie inundada mes año en curso y superficie inundada mes serie histórica (adjuntar o asociar archivo):

Datos y gráficas imágenes inundadas en serie histórica y año de evaluación: (adjuntar o asociar archivo)

Datos recogidos en la visita de campo que afectan al tiempo de permanencia la hidrología que afectan a la interpretación de los datos de teledetección: listado y puede apoyarse de fotografía

Observaciones:

Cumplimentación de tablas de situación

SITUACIÓN PERMANENTES	VALOR	SITUACIÓN TEMPORALES	VALOR
Si no hay cambio en la temporalidad y la superficie de la lámina de agua sufre desviaciones <25%	10	Si no hay cambio en la temporalidad y la superficie de la lámina de agua sufre desviaciones <50%	10
Si no hay cambio en la temporalidad y la superficie de la lámina de agua sufre desviaciones 25- 50%	7	Si no hay cambio en la temporalidad y la superficie de la lámina de agua sufre desviaciones ≥ 50%	7
Si no hay cambio en la temporalidad y la superficie de la lámina de agua sufre desviaciones 50-75%	5	Si el hidropериодо se modifica en más de un 50% en número de meses	5
Si no hay cambio en la temporalidad y la superficie de la lámina de agua sufre desviaciones ≥ 75%	2	Si hay cambio en la temporalidad	0
Si hay cambio en la temporalidad	0		

Incertidumbre datos de teledetección:

Realizados trabajos de campo y gabinete completos: Sí No

NCF TP:

Valor final de la métrica:

Clase calidad:



Recogida de datos para el cálculo de la métrica CAS:

Masa con datos de conexión <input type="checkbox"/> Masa sin datos de conexión <input type="checkbox"/> Catalogado como EDAS o MSPF dependiente: <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Sin info Catalogado como EDAS según metodología DGA: <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Sin info	Conexión con aguas subterráneas <input type="checkbox"/> Masa <input type="checkbox"/> Código de masa <input type="text"/> Riesgo: <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Sin info Acuífero no masa <input type="checkbox"/> Flujo comprometido: <input type="checkbox"/> Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/> Sin info
El índice de Extracción Parcial de la Masa: <input style="width: 100%;" type="text"/>	
Datos recogidos en la visita de campo que afectan a la conexión con aguas subterráneas (todos los moduladores y datos que afectan a la interpretación de los datos: listado y puede apoyarse de fotografías) <input style="width: 100%;" type="text"/>	
Observaciones: <input style="width: 100%;" type="text"/>	

Cumplimentación de tablas de situación y moduladores

Con datos de conexión

SITUACIÓN PUNTO 1	VALOR	SITUACIÓN PUNTO 2	VALOR	SITUACIÓN PUNTO 3	VALOR
No existe conexión entre las aguas superficiales y subterráneas	10	Si el lecho del lago está impermeabilizado artificialmente	0	Si la MSBT asociada está en Buen Estado Cuantitativo. En acuíferos no MSBT si el flujo no está comprometido.	10
Existe conexión entre las aguas superficiales y subterráneas	Pasar a Punto 2	Si el lecho del lago no está impermeabilizado artificialmente	Pasar a Punto 3	La MSBT asociadas no está en Buen Estado Cuantitativo. En acuíferos no MSBT si el flujo está comprometido	5

Masas sin datos de conexión

SITUACIÓN (MSPF sobre MSBTE)	VALOR	INCERTIDUMBRE
Si la MSBT situada bajo la MLW está en Buen Estado Cuantitativo	10	Baja
Si la MSBT situada bajo la MLW no está en Buen Estado Cuantitativo	5	Alta
SITUACIÓN (MSPF sobre acuífero no masa)	VALOR	INCERTIDUMBRE
Flujo de aguas subterráneas no comprometido	10	Alta
Flujo de aguas subterráneas comprometido	5	Alta

CAS (sin moduladores):

Moduladores:

MODULADORES (sólo se aplica 1)	VALOR	INCERTIDUMBRE
El índice de Extracción Parcial de la Masa LW es < 0.8	+3	Baja
El índice de Extracción Parcial de la Masa LW es ≥ 0.8	-3	Baja
Si no conocemos el IEp, y el valor de las métricas VLH y TP es ≥ 9	+3	Alta
Si no conocemos el IEp, y el valor una de las métricas VLH y TP (la que tenga menor valor) es < 9 y ≥ 7	+1	Alta
Si no conocemos el IEp, y el valor una de las métricas VLH y TP (la que tenga menor valor) es < 7 y ≥ 5	-1	Alta
Si no conocemos el IEp y el valor una de las métricas VLH y TP (la que tenga menor valor) es < 5	-3	Alta

Incetidumbre datos de hidrogeología:

Realizados trabajos de campo y gabinete completos: Sí No

NCF CAS:

Valor final de la métrica:

Clase calidad:



Recogida de datos para el cálculo del NPO:

Alteración directa orilla 1 gabinete:	<input type="text"/>
m Alteración directa orilla 1 gabinete (Introducir todas las alteraciones directas en orilla y su longitud en m)	
Alteración directa orilla 1 corregida en campo:	<input type="text"/>
m Alteración directa orilla 1 gabinete (Introducir todas las alteraciones directas en orilla y su longitud en m)	
Σ Longitud alteración directa (corregida) (m):	<input type="text"/>
Perímetro total lago (m):	<input type="text"/>
Índice P_MORFO_DIR:	<input type="text"/>
Alteración en zona ribera 25 m 1 gabinete:	<input type="text"/>
m Alteración en zona ribera 25 m 1 gabinete (Introducir todas las alteraciones directas en orilla y su longitud en Ha)	
Alteración en zona ribera 25 m 1 corregida en campo:	<input type="text"/>
Ha Alteración en zona ribera 25 m 1 corregida en campo (Introducir todas las alteraciones directas en orilla y su longitud en m)	
Σ Superficie de alteración en zona de ribera corregida (25m)(Ha) (corregida):	<input type="text"/>
Superficie buffer 25 metros (Ha)	<input type="text"/>
Índice P_MORFO_RIB:	<input type="text"/>
Altura recrecimiento en m:	<input type="text"/>
Profundidad máx lago (m)	<input type="text"/>
Índice RECREC:	<input type="text"/>
NPO (sin moduladores):	<input type="text"/>
Datos recogidos en la visita de campo que afectan a la naturalidad de las orillas (listado y puede apoyarse de fotografías)	
<input type="text"/>	

Cumplimentación de tabla de moduladores

MODULADORES	VALOR
Si la lámina de agua se ha fragmentado en varias. Excepto si se trata de una HMWB y existen diques interiores que fraccionan la lámina de agua con el fin de mantenerla artificialmente replicando las condiciones naturales	-1
Si hay cambio en la profundidad por aporte de materiales externos en más de un 5% del lecho	-1
Si hay alteraciones en la erosividad de la orilla por la presencia de especies alóctonas, como cangrejos alóctonos o <i>Arundo donax</i> .	-0.5
Señales de erosión en más de un 10% de las orillas	-1
Si existen señales de compactación del suelo, pisoteo y pérdida de vegetación, no puntuales, en al menos el 10% de las orillas y/o en la zona de 25 m debido a la presión ganadera, cinegética o humana	-1

Observaciones:

Realizados trabajos de campo y gabinete completos: Sí No

NCF NPO:

Valor final de la métrica:

Clase calidad:



Recogida de datos para el cálculo del ESL:

Realizar 10 transectos (en la medida de lo posible coincidentes los transectos del OFALAM)

Coordenadas inicio y fin de cada uno

En cada transecto realizado:

GRANULOMETRÍA DENTRO CUBETA					GRANULOMETRÍA FUERA CUBETA				
	Dominancia	Abundancia	Presencia	Ausencia		Dominancia	Abundancia	Presencia	Ausencia
Bloques (>25,6 cm)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Bloques (>25,6 cm)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Cantos (>6,4 cm; < 25,6 cm)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Cantos (>6,4 cm; < 25,6 cm)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gravas (>2 mm; <6,4 cm)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Gravas (>2 mm; <6,4 cm)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Arenas (>0,063 mm; <2 mm)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Arenas (>0,063 mm; <2 mm)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Limos (<0,063 mm)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	Limos (<0,063 mm)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Datos recogidos en la visita de campo que afectan a la Estructura y Sustrato del lecho del lago: (listado y puede apoyarse de fotografías)

ESL sin moduladores:

Cumplimentación de tabla de moduladores

MODULADORES	VALOR
Presencia de lodos antropogénicos en más de un 50% del lecho	-2
Presencia de extracciones, rellenos o vertidos de áridos o sustratos artificiales que afecten a más de un 25% del lecho	-2
Presencia de materiales impermeables artificiales en más de un 25% del lecho	-4
Presencia de detritos vegetales naturales	+1
Si existe acorazamiento	-1
Si el entorno inmediato (25 m) de la laguna o la propia cubeta están arados o cultivados	-1
Si hay cambios en la composición del sustrato del lecho provocado por la presencia de especies animales alóctonas: carpa (movimiento de finos), almeja asiática, mejillón cebrá u otros taxones alóctonos similares (con conchas depositadas en el fondo)	-0,5

Observaciones:

Realizados trabajos de campo y gabinete completos: Sí No

NCF ESL:

Valor final de la métrica:

Clase calidad:



Recogida de datos para el cálculo del EZR:

Superficie Zona de policía corregida GABINETE <input type="text"/>	Superficie Zpc corregida en campo <input type="text"/>
Usos del suelo en ZPC GABINETE <input type="text"/>	Usos del suelo en ZPC CAMPO: <input type="text"/>
Superficie ZPC cubierta de vegetación funcional (Ha): <input type="text"/>	
EZR (sin moduladores) = $9 * [\text{Superficie ZPC cubierta de vegetación funcional (Ha)} / \text{superficie ZPC (Ha)}]$ <input type="text"/>	
Datos recogidos en la visita de campo que afectan a la Estructura y vegetación de la Zona de Ribera: (listado y puede apoyarse de fotografías)	
<input type="text"/>	

Cumplimentación de tabla de moduladores

Moduladores 1: Según el ecotipo al que pertenezca la masa de agua se aplicará una métrica y una condición u otra relativas a la vegetación sumergida. Únicamente se sumará el modulador si se cumple la correspondiente condición. Estos datos procederán directamente de la evaluación del OFALAM.

Fecha del dato OFALAM utilizado en Moduladores 1:

ECOTIPO	MÉTRICA	CONDICIÓN	MODULADOR
1- 8	Presencia/ausencia de Hidrófitos	Presencia	1
10	Riqueza de especies de macrófitos típicos	≥ 7 sp	1
11	Riqueza de especies de macrófitos típicos	≥ 8 sp	1
12, 14 y 15	Riqueza de especies de macrófitos típicos	≥ 7 sp	1
16	Riqueza de especies de macrófitos típicos	≥ 9 sp	1
17	Riqueza de especies de macrófitos típicos	≥ 10 sp	1
18	Riqueza de especies de macrófitos típicos	≥ 11 sp	1
19	Riqueza de especies de macrófitos típicos	≥ 10 sp	1
20- 23	Cobertura de macrófitos típicos	≥ 40 %	1
24	Riqueza de especies de macrófitos típicos	≥ 9 sp	1
25	Riqueza de especies de macrófitos típicos	≥ 11 sp	1
26	Riqueza de especies de macrófitos típicos	≥ 8 sp	1
27	Riqueza de especies de macrófitos típicos	≥ 7 sp	1
28	Riqueza de especies de macrófitos típicos	≥ 8 sp	1
29	Riqueza de especies de macrófitos típicos	≥ 5 sp	1

Moduladores 2

MODULADORES 2	VALOR
Si hay presencia de especies vegetales alóctonas aisladas.	-1
Si hay señales de invasión de la cubeta por parte de <i>Phragmites sp.</i> o <i>Tamarix sp.</i> en más de un 25%.	-1
Si entre la vegetación leñosa de la zona de ribera podemos encontrar diferentes clases de edad y hay regeneración natural.	+0.5
Si en la vegetación leñosa de la zona de ribera no hay regeneración natural.	-0.5
Si el entorno de la laguna está cubierto por una reforestación que cumple con su servicio ecosistémico ¹⁵ .	+0.5
Si hay usos del suelo dedicados a la conservación: carteles, pasarelas, casetas de observación de aves, en buen estado de mantenimiento, siempre y cuando no afecten a la estabilización, erosividad y de las orillas.	+0.5

Observaciones:

Realizados trabajos de campo y gabinete completos: Sí No

NCF EZR:

Valor final de la métrica:

Clase calidad:

¹⁵ Para considerar que la reforestación cumple con su servicio ecosistémico, se valorará que tiene una funcionalidad ecológica similar a la que tendría la vegetación autóctona sin provocar un perjuicio de la calidad del suelo, escorrentía aporte de materia orgánica y otras funciones ecológicas.



ANEXO III.

Documentación del estudio de teledetección

Junto con el protocolo se adjunta un archivo **TD_LAGUNAS** que contiene la documentación elaborada en el estudio de teledetección. El estudio de teledetección contempla la valoración de la lámina de agua por mes del año de estudio y la de las láminas de agua medias mensuales en la serie histórica (1984- 2020). La serie 1984 -2020 sirve en principio como condición de referencia, salvo que haya cambios claros en la masa anteriores a la serie analizada.

Los años de estudio se irán actualizando anualmente, incorporando además el estudio en las masas de agua y RNL que se vayan añadiendo en los distintos ciclos de PHC.

El archivo TD_LAGUNAS, incluye la codificación de la última versión realizada, y una subcarpeta para cada ciclo de datos evaluados. Dentro del archivo TD_LAGUNAS_Ciclo los datos se organizan por año de estudio y por laguna según el siguiente esquema general:

1. **Capa_referencia** (señalando el ciclo al que se refiere y la fecha de actualización de la capa), se almacenarán tantas capas de referencia como ciclos de estudio se incluyan.

2. Historico_1984_2020

- LAGUNA_Nº LAGUNA_xxx: donde xxx es el identificador de laguna.
 - HP_1984_2020: archivo tif con la superficie inundada media del mes en el histórico. Si os parece bien, incluimos en este directorio también el archivo csv con estos mismos datos (fichero Nº_MNDWI_HP_HIST_SUP.csv)
 - HP_1984_2020_VECTOR: capa (shape) de la superficie inundada media del mes en el histórico.
 - LAG_TEMP: datos de superficie inundada por fecha (csv), empleado para calcular la temporalidad (gráfico en archivo jpg) en la serie histórica.

3. Curso_AÑO (2021, 2022, etc)

- LAGUNA_Nº
 - HP_AÑO: archivo tif con la superficie inundada media del mes en el año en curso.
 - HP_AÑO_VECTOR: capa (shape) de la superficie inundada media del mes en el año en curso.
 - LAG_TEMP: datos de superficie inundada por fecha (csv), empleado para calcular la temporalidad (gráfico en jpg) en el año en curso.
 - CRUCE_SUP: archivo csv con los datos de superficie inundada media del mes en el año en curso y el gráfico (png) que compara el año en curso con el histórico.
- Fiabilidad de la comparación del año en curso y serie histórica, incluye la fiabilidad de los datos de la serie histórica y año en curso (Excel)

4. Lamina_agua

- Historico
 - LAGUNA_Nº: archivo tif con la superficie inundada para cada una de las fechas de imagen analizadas en el periodo histórico.
- Curso_AÑO
 - LAGUNA_Nº: archivo tif con la superficie inundada para cada una de las fechas de imagen analizadas en el año en curso.

Actualmente TD_LAGUNAS incluye el archivo TD_LAGUNAS_Ciclo2021-202720 que a su vez incluye las siguientes carpetas:

En el caso de haber varias lagunas evaluadas en un complejo lagunar hay varios archivos con el mismo nombre de laguna y habría que utilizarlos todos para el estudio, tal y como se especifica en el protocolo.

Los datos de teledetección también se pueden consultar a través de la **Herramienta de apoyo a gabinete de HMFLacustre**.



ANEXO IV. Descripción del archivo CAS necesario para la valoración de la métrica

Junto con el protocolo se adjunta un archivo **CAS** (y señala la versión de actualización del fichero, como **CAS_102023**) que contiene el listado elaborado por el equipo de expertos en hidrogeología para asegurar la comparabilidad y homogeneidad en la valoración de la métrica CAS.

El listado incluye información relativa a si existe o no conexión con aguas subterráneas o si se desconoce, si la conexión es con una masa de agua subterránea (MSBT) o con un acuífero no masa, el código de la MSBT y si está o no en riesgo o si el flujo está comprometido y si está catalogado como Ecosistemas Dependientes de Aguas Subterráneas (EDAS). Además, llevará asociada la Incertidumbre de los datos incluidos para cada masa de agua o RNL.

La información incluida en el listado se actualizará periódicamente y cualquier modificación deberá ser revisada y validada por el equipo de expertos y aprobada por el MITECO y las OOCC. El archivo llevará asociada la fecha de actualización para poder saber la versión con la que se está trabajando.

Los datos de teledetección también se pueden consultar a través de la **Herramienta de apoyo a gabinete de HMFLacustre**.



ANEXO V. Cálculos de gabinete necesarios para EZR y NPO facilitados a través de la Herramienta de apoyo a gabinete de HMFLacustre

Los datos previos teóricos necesarios para las métricas NPO (datos para los índices P_MORFO_DIR y P_MORFO_RIB) y EZR (ZPC y usos del suelo en dicha zona) ya calculados, pueden consultarse en la **Herramienta de apoyo a gabinete de HMFLacustre**. Estos datos se revisarán periódicamente, incluyendo las nuevas masas de agua y RNL. A continuación, se describe cómo se realizan dichos cálculos, elaborados a través de sistemas de información geográfica, para aplicarlos a cuerpos de agua no incluidos en el estudio:

1. Datos necesarios para calcular el índice P_MORFO_DIR, se aportan los datos teóricos:
 - Perímetro total lago (m): Se considera como perímetro teórico el definido por la delineación de cada laguna contenida en la masa de agua. Se aporta a nivel de laguna y el sumatorio de la masa de agua.
 - Longitud alteración directa (m): Se valora la construcción de distintas infraestructuras como playas artificiales, carreteras, urbanizaciones, invernaderos o diques para el recrecimiento de la masa de agua, en la orilla previamente definida. Para ello, en el perímetro de la laguna, se valora la ocupación de los usos de suelo artificiales (Artificial (Zona de vertido), Artificial (Zona abierta), Artificial (Suelo no edificado), Artificial (Salinas) y Artificial sin definir) comparándolos con la información de la capa del SIOSE más reciente del IGN. Se aporta a nivel de laguna y el sumatorio de la masa de agua.
2. Datos necesarios para calcular el índice P_MORFO_RIB, se aportan los datos teóricos:
 - Superficie buffer 25 m (Ha): para calcular la superficie del buffer, se parte de la delineación de cada laguna de la masa de agua y se realiza un buffer de 25 m en todo el perímetro de la laguna. Se aporta a nivel de laguna y el sumatorio de la masa de agua.
 - Superficie de alteración en zona de ribera (Ha): para valorar la superficie alterada en la zona de ribera, se parte de la superficie del buffer previamente calculado y en dicha superficie se valora la ocupación de los usos de suelo artificiales, comparándolos con la información de la capa del SIOSE más reciente del IGN. Se aporta a nivel de laguna y el sumatorio de la masa de agua. Los usos del suelo artificiales contemplados son los especificados en la siguiente tabla:

CLASIFICACIÓN	TIPO
Artificial	Artificial
Artificial (Agua - Embalses)	Artificial
Artificial (Cultivos herbáceos regadío)	Artificial
Artificial (Cultivos herbáceos seco)	Artificial
Artificial (Cultivos leñosos regadío)	Artificial
Artificial (Cultivos leñosos seco)	Artificial
Artificial (Prados regadío)	Artificial
Artificial (Prados seco)	Artificial
Artificial (Salinas)	Artificial
Artificial (Suelo no edificado)	Artificial
Artificial (Zona Abierta)	Artificial
Artificial (Zonas de extracción)	Artificial
Artificial (Zonas de vertido)	Artificial



3. Zona de Policía Corregida calculada ($ZPC = 100 - \text{Pendiente} (\%)$) en gabinete. El cálculo de la pendiente se realizará por medio de sistemas de información geográfica de la siguiente forma:
 - En primer lugar se calculará la pendiente. Partiendo del perímetro de la masa de agua, se calcula la pendiente en cada vértice de la línea del perímetro (con un MDT de 5 m) a 20 m y 100 m. Posteriormente se realiza la media en cada vértice entre la pendiente a 20 m y a 100 m. Esa pendiente media será con la que se calcule la ZPC.
 - Para cada vértice se calculará la ZPC restando 100 menos la pendiente media calculada. Si el número es negativo se considerará 0.
 - Una vez calculada la ZPC para cada vértice se creará una nueva figura que defina la ZPC de toda la laguna, disolviendo aquellos puntos muy distintos a los vértices aledaños.
4. Usos del suelo en la ZPC, se valorarán comparándolos con la información de la capa del SIOSE más reciente del IGN. Agrupando los usos de suelo en natural y artificial y con las categorías especificadas en la siguiente tabla:

CLASIFICACIÓN	TIPO
Artificial	Artificial
Artificial (Agua - Embalses)	Artificial
Artificial (Cultivos herbáceos regadío)	Artificial
Artificial (Cultivos herbáceos secano)	Artificial
Artificial (Cultivos leñosos regadío)	Artificial
Artificial (Cultivos leñosos secano)	Artificial
Artificial (Prados regadío)	Artificial
Artificial (Prados secano)	Artificial
Artificial (Salinas)	Artificial
Artificial (Suelo no edificado)	Artificial
Artificial (Zona Abierta)	Artificial
Artificial (Zonas de extracción)	Artificial
Artificial (Zonas de vertido)	Artificial
Desconocido	Desconocido
Natural (Agua)	Natural
Natural (Humedales)	Natural
Natural (Playas, dunas y arenales)	Natural
Natural (Terrenos con escasa o nula vegetación)	Natural
Natural (Turberas)	Natural
Natural (Vegetación funcional)	Natural

Habrá que revisar en campo los usos del suelo indicados según el SIOSE. Además, la ZPC, el perímetro de la laguna y buffer de 25 m se verificarán y modificarán si fuera necesario (tal y como se indica en el apartado correspondiente). Es imprescindible realizar el trabajo de campo para ajustar las distintas variables, ya que sino la incertidumbre del dato será muy elevada y bajará el NCF de la evaluación de las métricas dependientes.



GOBIERNO
DE ESPAÑA

VICEPRESIDENCIA
TERCERA DEL GOBIERNO

MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO